



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CARLOS VINÍCIUS MONTINI DOS SANTOS

**DESEMPENHO PRODUTIVO EM SISTEMAS DE
CONSÓRCIO DE MILHO COM FORRAGEIRAS TROPICAIS
E SOJA CULTIVADA EM SUCESSÃO**

Londrina
2021

CARLOS VINÍCIUS MONTINI DOS SANTOS

**DESEMPENHO PRODUTIVO EM SISTEMAS DE
CONSÓRCIO DE MILHO COM FORRAGEIRAS TROPICAIS
E SOJA CULTIVADA EM SUCESSÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Coorientador: Dr. Ivan Bordin

Londrina
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

S237d Santos, Carlos Vinícius Montini dos.
Desempenho produtivo em sistemas de consórcio de milho com forrageiras tropicais e soja cultivada em sucessão / Carlos Vinícius Montini dos Santos. - Londrina, 2021.
102 f. : il.

Orientador: Claudemir Zucareli .
Coorientador: Ivan Bordin.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2021.
Inclui bibliografia.

1. Glycine max - Tese. 2. zea mays - Tese. 3. Urochloa spp - Tese. 4. Sistemas de cultivo - Tese. I. Zucareli , Claudemir . II. Bordin, Ivan . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 63

CARLOS VINÍCIUS MONTINI DOS SANTOS

**DESEMPENHO PRODUTIVO EM SISTEMAS DE
CONSÓRCIO DE MILHO COM FORRAGEIRAS TROPICAIS
E SOJA CULTIVADA EM SUCESSÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dra. Nídia Raquel Costa
FCA/UNESP

Dr. Renan Ribeiro Barzan
IDR-PR

Londrina, 25 de junho de 2021.

Dedico

Aos meus pais, José e Maria, à minha família, em especial
minha esposa, Ana Cláudia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por permitir que esta dissertação se concretizasse.

Ao meu orientador e amigo professor e doutor Claudemir Zucareli, pela oportunidade de voltar a Universidade Estadual de Londrina, instituição de ensino que tenho grande carinho, e principalmente pela paciência nos ensinamentos durante toda caminhada, obrigado.

Agradeço ao Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná) e principalmente o pesquisador e Dr. Ivan Bordin, pela coorientação e ensinamentos, obrigado.

Estendo meus agradecimentos aos docentes do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, pela dedicação e empenho durante as aulas.

Agradeço a instituição de fomento CAPES, pela bolsa disponibilizada, a qual possibilitou minha retomada aos estudos.

Aos meus pais José dos Santos Filho e Maria Aparecida Montini dos Santos, que juntos são os alicerces de nossa família, e minha referência como cidadãos e acima de tudo pais, obrigado pela dedicação dos senhores.

A todos os meus familiares, que nem sempre me apoiaram em minhas decisões, mais que hoje com maturidade entendo e agradeço os conselhos, obrigado.

À minha esposa Ana Claudia Marques de J. M. dos Santos, pela compreensão e apoio durante esta jornada, contribuindo muito para a conclusão deste mestrado, muito obrigado.

E como sempre digo; “vamos que vamos, para cima desse mundão”, muito obrigado a todos.

“Insanidade é continuar fazendo sempre a mesma coisa e esperar resultados diferentes”.

Albert Einstein

SANTOS, Carlos Vinícius Montini. **Desempenho produtivo em sistemas de consórcio de milho com forrageiras tropicais e soja cultivada em sucessão**. 2021. 99 f. (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

RESUMO

A sucessão soja e milho predomina no sistema brasileiro de produção agrícola. A utilização de espécies forrageiras, solteiras ou em consorciação como o milho de segunda safra, é uma alternativa para a diversificação de espécies no sistema, entretanto, esta tecnologia ainda carece de ajustes em relação à interação com outros fatores de produção. Dessa forma os objetivos do trabalho foram: 1) Avaliar o efeito de diferentes espécies de braquiárias, solteiras ou em consórcio com o milho de segunda safra na produção de massa seca da cobertura vegetal e na produtividade de grãos do milho, bem como no desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão; 2) Avaliar o desempenho produtivo do milho com e sem consórcio com braquiária associado a doses de adubação nitrogenada de cobertura, bem como o desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão. O primeiro experimento foi realizado em três épocas de semeadura (janeiro, fevereiro e março), conduzido em delineamento em blocos casualizados com seis cultivares de braquiária (Marandú, Piatã, MG-5, Decumbens, Ruziziensis e MG-4) solteiras ou em consorciação com milho de segunda safra, com um tratamento controle de milho solteiro. Foram avaliadas a produtividade de grãos e massa seca da palhada do milho de segunda safra, a massa seca da palhada das espécies de braquiária solteiras e em consorciação com o milho e o desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão. As características avaliadas não foram afetadas pelo cultivo consorciado ou solteiro de nenhuma das espécies de braquiária utilizadas em todas as épocas de semeadura. O segundo experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados esquema fatorial 2 x 6 com quatro repetições, sendo constituído pelo milho solteiro e milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* em associação com diferentes doses de nitrogênio em cobertura (0, 60, 120 e 180 Kg ha⁻¹). Foram realizadas as seguintes avaliações: altura de planta (AP), altura da espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), número de fileiras (NF) por espiga, número de grãos por fileira (NGF), massa de 100 grãos (M100), prolificidade (Prol) e produtividade de grãos (Prod) no milho e, matéria seca de palhada (MSP); população de plantas (Pop); altura da planta (AP); altura da inserção da primeira vagem (AIV); área foliar (AF); massa seca da folha (MSF); massa seca do colmo (MSC); massa seca total da parte aérea (MST); número de vagens (NV); número de grãos por vagem (NGV); massa de 100 grãos (M100) e produtividade de grãos (Prod) na soja. Não houve efeito de interação ou efeito isolado dos tratamentos sobre as variáveis analisadas para o milho segunda safra, por outro lado, para a soja, o consórcio melhorou a sobrevivência das plantas, a massa seca de palhada e a altura das mesmas. Não foi observado efeito das doses de nitrogênio aplicado no milho sobre esta cultura nem sobre a cultura da soja em sucessão. O consórcio de milho com braquiária ruziziensis na segunda safra favorece o estabelecimento do estande e o crescimento das plantas de soja.

Palavras-chave: *glycine max*; *zea mays*; *Urochloa* spp.; sistemas de cultivo; rotação de culturas.

SANTOS, Carlos Vinícius Montini. **Productive performance in intercropping systems of corn with tropical forages and soybean cultivated in succession.** 2021. 99 p. (Master in Agronomy) - State University of Londrina, Londrina, 2021.

ABSTRACT

The soybean and corn succession predominates in the Brazilian agricultural production system. The use of forage species, single or in intercropping, such as second-crop corn, is an alternative for the diversification of species in the system, however, this technology still needs adjustments in relation to the interaction with other production factors. Thus, the objectives of the work were: 1) Evaluate the effect of different species of brachiaria, single or in consortium with second-crop corn on the production of dry mass of plant cover and on corn grain yield, as well as on the productive performance of soybean cultivated in succession; 2) Evaluate the yield performance of corn with and without intercropping with brachiaria associated with doses of nitrogen topdressing, as well as the yield performance of soybean cultivated in succession. The first experiment was carried out in three sowing times (January, February and March), carried out in a randomized block design with six brachiaria cultivars (Marandú, Piatã, MG-5, Decumbens, Ruziziensis and MG-4) alone or in intercropping with second crop corn, with a single corn control treatment. The grain yield and dry mass of straw of second crop corn, the dry mass of straw of brachiaria species alone and in intercropping with corn and the productive performance of soybean cultivated in succession were evaluated. The evaluated characteristics were not affected by the intercropping or single cultivation of any of the brachiaria species used in all sowing times. The second experiment was carried out in a randomized block design 2 x 6 factorial scheme with four replications, consisting of single maize and maize intercropped with *Urochloa ruziziensis* in association with different nitrogen topdressing doses (0, 60, 120 and 180 Kg ha⁻¹). The following evaluations were carried out: plant height (AP), ear height (AE), stem diameter (DC), number of rows (NF) per ear, number of grains per row (NGF), weight of 100 grains (M100), prolificity (Prol) and grain yield (Prod) in corn and straw dry matter (MSP); plant population (Pop); plant height (AP); height of first pod insertion (AIV); leaf area (AF); leaf dry mass (MSF); stem dry mass (MSC); total shoot dry mass (MST); number of pods (NV); number of grains per pod (NGV); 100 grain mass (M100) and grain yield (Prod) in soybean. There was no significant interaction effect or isolated effect of treatments on the variables analyzed for corn second crop, on the other hand, for soybean, intercropping improved plant survival, straw dry mass and plant height. There was no effect of nitrogen doses applied to corn on this crop or on the soybean crop in succession. The intercropping of corn with brachiaria ruziziensis in the second crop favors the establishment of the stand and the growth of soybean plants.

Key words: *glycine max*; *zea mays*; *urochloa* spp.; cropping systems; crop rotation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Balanço hídrico decedial (mm) do ano agrícola 2018/2019. Londrina – PR – Brasil, 202137
- Figura 2** - Dados mensais de precipitação pluvial e temperaturas máximas, médias e mínimas no município de Londrina-PR nos meses de condução do experimento, de acordo com o Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná).....57

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Produtividade de grãos de milho (GM) Kg ha⁻¹, em diferentes épocas de semeadura (E1-janeiro, E2-fevereiro, E3-março), em cultivo consorciado com diferentes espécies de forrageiras do gênero Braquiária (Marandu, Piatã, MG5, Decumbens, Ruzizensis, MG-4), e milho solteiro. Londrina – PR, 2021..... 41
- Tabela 2** - Matéria seca do milho (M) solteiro e em consorciação com diferentes espécies de braquiárias (Marandu, Piatã, MG5, Decumbens, Ruzizensis, MG-4), somatório da matéria seca das espécies de braquiárias e do milho em cultivo consorciado e solteiro (M+B) e das espécies de braquiárias solteiras (BS) em diferentes épocas de semeadura (E1-janeiro, E2-fevereiro, E3-março). Londrina – PR, 2021 .. 43
- Tabela 3** - Índice de colheita (IC) do milho em diferentes épocas de semeadura (E1-janeiro, E2-fevereiro, E3-março) consorciado com diferentes espécies de braquiária (Marandu, Piatã, MG5, Decumbens, Ruzizensis, MG-4) e solteiro. Londrina – PR, 2021..... 45
- Tabela 4** - Produtividade em Kg ha⁻¹ de grão de soja (GS) cultivada em sucessão ao milho segunda safra semeado em diferentes épocas de semeadura (E1-janeiro, E2-fevereiro, E3-março) em consorciação ou não com cultivares de Urochloa (Marandu, Piatã, MG5, Decumbens, Ruzizensis, MG-4). Londrina – PR, 2021 46
- Tabela 5** - Atributos químicos do solo da área experimental na camada de 0,00 a 0,20 m, antes da instalação do experimento. Londrina, PR, 2020..... 58
- Tabela 6** - Resumo da Análise de variância para características agronômicas do milho segunda safra, com e sem consórcio, cultivado sob diferentes doses de nitrogênio em cobertura. Londrina – PR, 2020..... 62
- Tabela 7** - Resumo da análise de variância das características agronômicas da soja cultivada em sucessão ao Milho de segunda safra com (M+B) e sem (MSCa) consórcio e sob diferentes doses de nitrogênio em cobertura. Londrina – PR, 2020..... 64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	ASPECTOS GERAIS DO CULTIVO DE MILHO E SOJA.....	14
2.1.1	Cultura da Soja.....	14
2.1.2	Cultura do Milho.....	15
2.2	SISTEMAS DE SUCESSÃO/ROTAÇÃO DE CULTURAS	19
2.3	SUCESSÃO MILHO SEGUNDA SAFRA/SOJA	20
2.4	CONSÓRCIO DE CULTURAS	21
2.4.1	Consórcio de Culturas Produtoras de Grãos com Espécies Forrageiras Tropicais.....	24
2.5	DECOMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS VEGETAIS E CICLAGEM DE NUTRIENTES	28
2.6	ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SISTEMAS CONSORCIADOS OU SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	30
3	DESEMPENHO PRODUTIVO EM SISTEMAS DE CULTIVO COM ESPÉCIES DE BRAQUIÁRIAS SOLTEIRAS E CONSORCIADAS COM O MILHO DE SEGUNDA SAFRA E SOJA EM SUCESSÃO	33
	RESUMO.....	33
	ABSTRACT	34
3.1	INTRODUÇÃO	35
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	36
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
3.4	CONCLUSÃO	47
3.5	REFERÊNCIAS	48
4	DESEMPENHO PRODUTIVO DA SOJA EM SUCESSÃO AO MILHO SEGUNDA SAFRA CONSORCIADO COM BRAQUIÁRIA E DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA.	53
	RESUMO.....	53
	ABSTRACT	54
4.1	INTRODUÇÃO	55

4.2	MATERIAL E MÉTODOS	57
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4.4	CONCLUSÃO	68
4.5	REFERÊNCIAS	69
5	CONSIDERAÇÕES GERAIS	73
6	REFERÊNCIAS	74

1 INTRODUÇÃO

O Brasil pode ser considerado como o celeiro agrícola mundial, isso devido a sua alta diversidade genética de espécies vegetais, além de apresentar variedade climática e diferentes tipos de solo, o que possibilita o cultivo de diversas espécies com elevadas produtividades. Dessa forma, o país produz altas quantidades de grãos para suprir a demanda alimentar humana e animal. Dentre as plantas mais cultivadas estão a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e o milho (*Zea mays* L.) que se destacam como as mais importantes culturas em produção sob cultivo extensivo no Brasil.

Ambas as culturas, soja e milho, têm recebido atenção dos produtores e pesquisadores no tocante às práticas culturais como adubação, densidade de plantas, consorciação com forrageiras, sucessão de culturas e melhoramento genético com o lançamento de cultivares mais resistentes às intempéries climáticas, pragas, doenças e, conseqüentemente, tornando-se mais produtivas e rentáveis.

Diversos estudos têm demonstrado os benefícios para as culturas comerciais quando cultivadas em consórcio com forrageiras e outras culturas (como feijão e arroz), ou quando cultivadas em sistema de rotação. As vantagens se dão pelo incremento de renda devido a melhores índices de produtividade e redução de custos, além das melhorias ambientais, principalmente pela viabilização do sistema plantio direto (SPD), quando a palhada da cultura anterior permanece na superfície do solo.

A palhada protege o solo contra os efeitos da erosão hídrica, aumenta o teor de matéria orgânica no solo, retém a umidade e devido à barreira física proporciona sombreamento, dificultando assim, o desenvolvimento de plantas espontâneas que podem prejudicar o desenvolvimento da cultura principal. Nos sistemas de produção intensivos, geralmente são utilizadas espécies forrageiras tropicais como as do gênero *Urochloa* para produção de palhada. Estas forrageiras são cultivadas em consórcio com alguma cultura granífera comercial, preferencialmente o milho de segunda safra. Após a colheita da cultura, os restos culturais permanecem como cobertura do solo, assim, a forrageira continua seu desenvolvimento e, após a dessecação é semeada a cultura subsequente.

Das inúmeras vantagens, como a conservação das características físicas, químicas e biológicas do solo, o aumento na matéria orgânica e da cobertura do solo podem permitir a antecipação da semeadura para uma época mais apropriada, devido a melhores condições de temperatura e umidade do solo. Outras práticas, como a adubação por exemplo,

precisam ser ajustadas de modo a permitir a manutenção ou incremento das produtividades quando em sistemas de consorciação.

Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é exigido em grande quantidade pelas plantas pois atua diretamente no crescimento e na regulação dos processos bioquímicos do desenvolvimento vegetal. Entretanto, a dose a ser aplicada é influenciada pelo sistema de cultivo, se solteiro ou consorciado, e pelas espécies utilizadas. Assim, em sistemas de consorciação o fornecimento de N deve considerar a espécie de planta de cobertura a ser utilizada, evitando a competição interespecífica e favorecendo a produção de cobertura do solo. As quantidades e a qualidade da massa vegetal produzida no sistema de consorciação, alterados pelas espécies utilizadas ou pelo manejo realizado, podem, conseqüentemente, influenciar o desempenho da cultura de grãos cultivada em sucessão, como a soja.

Isso posto, os objetivos do presente trabalho foram: 1) Avaliar o efeito de diferentes espécies de braquiárias, solteiras ou em consórcio com o milho de segunda safra na produção de massa seca da cobertura vegetal e na produtividade de grãos do milho, bem como no desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão; 2) Avaliar o desempenho produtivo do milho com e sem consórcio com braquiária associado a doses de adubação nitrogenada de cobertura, bem como o desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DO CULTIVO DE MILHO E SOJA

O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de alimentos do mundo, principalmente no que diz respeito à produção de grãos (milho, soja, feijão, arroz, trigo, cevada, entre outros). A safra de 2019/2020 alcançou cerca de 257,8 milhões de toneladas de grãos produzidos e de acordo com a CONAB (2020), estima-se que em 2021 a safra chegue a 268,9 milhões de toneladas, o correspondente a 11,9 milhões ou 4,6% a mais do que a temporada anterior.

Na produção de grãos, mais especificamente de milho e soja, o país se destaca como um dos mais produtivos em relação aos demais países do globo. Para o milho, em 2019, a produção mundial foi de mais de 1 bilhão de toneladas e o Brasil destacou-se produzindo cerca de 10%, com 101,1 milhões de toneladas, ocupando a terceira posição dentre os maiores produtores (FAOSTAT, 2021; USDA, 2021). Para a cultura da soja, em 2019, o Brasil produziu cerca de 114,2 milhões de toneladas enquanto mundialmente foram produzidas aproximadamente 333,6 milhões de toneladas, ou seja, cerca de 34% da produção mundial. Isso faz com que o país ocupe a primeira posição dentre os maiores produtores deste grão (FAOSTAT, 2021; EMBRAPA, 2021).

Com relação à área cultivada no Brasil, para o milho, houve um aumento de 12 milhões de hectares em 2010, para mais de 17 milhões de ha em 2019. Para soja, a área foi de 23 milhões de hectares em 2010 para mais de 35 milhões de ha em 2019 (FAOSTAT, 2021). Nota-se que a área cultivada com soja no país representa mais do que o dobro da área cultivada com milho, embora este último seja cultivado em duas épocas do ano (verão e inverno). A produção de milho e soja cresceu significativamente devido a influência e ajustes de fatores de produção como a cultivar, o solo, a adubação, o clima, as práticas culturais e o controle da incidência de pragas e doenças (AMADO *et al.*, 2002; FORNASIERI FILHO, 2007; OKUMURA *et al.*, 2011).

2.1.1 Cultura da Soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), pertence à família Fabaceae, subfamília Faboideae, tem como provável progenitor a espécie *Glycine ussuriensis* Regel & Maack (COSTA, 1996). Sendo o centro de origem a Ásia, local de onde foi difundida, em 1882 foi

introduzida no Brasil no estado da Bahia, por onde foi disseminada para as demais regiões brasileiras (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). É a mais importante oleaginosa em produção sob cultivo extensivo no Brasil (LANA *et al.*, 2007). A soja é uma planta angiosperma, dicotiledônea (SEDYAMA, 2009), de metabolismo C3 (FLOSS, 2011), sensível ao fotoperíodo, podendo não florescer e por consequência não produzir grãos caso não seja exposta às horas de ausência de luz necessárias para que o metabolismo se torne completo (CÂMARA *et al.*, 1997). A temperatura ótima para a cultura varia entre 20 e 30°C, sendo a ideal próxima a 30°C (AGEITEC, 2013).

Segundo Lopes (2004) e Coronel (2008), o elevado teor proteico dos grãos, faz com que a cultura se torne uma importante fonte de alimento para humanos e animais, levando ao aumento do consumo e da exportação deste produto *in natura* e de seus derivados. A soja vem garantindo posição de destaque na agricultura brasileira, fazendo com que o país ocupe a posição de maior produtor mundial, com produção de 124,845 milhões de toneladas do grão em uma área cultivada de 36,950 milhões de hectares, tendo em média uma produtividade de 3,379 Kg por hectare (CONAB, 2020). Segundo Dall’Agnol (2016) a soja representa um importante marco no desenvolvimento da agroindústria brasileira, fazendo com que seja possível dividir o processo em duas fases: o antes (que representa uma agricultura de subsistência) e o depois (fazendo com que a agricultura atingisse melhores e maiores níveis) da cultura. Assim o estabelecimento da soja no Brasil fez com que a mesma cultura se torna um importante fator no desenvolvimento econômico e social do país.

A produção de soja tem sido possível graças à incorporação de áreas de cultivo e às pesquisas que geram tecnologias capazes de superar as dificuldades que existem na produção de qualquer cultura, como o ataque de pragas e doenças, além dos problemas ambientais. Dessa forma, variedades resistentes e adaptadas são estudadas e lançadas no mercado, principalmente no que diz respeito à diversidade ambiental/climatológica brasileira (BISINOTTO, 2013).

2.1.2 Cultura do Milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma angiosperma, monocotiledônea, pertencente à família Poaceae. Seu ancestral remonta do México, há mais de 8.000 anos, tendo origem no teosinto, *Zea mays*, subespécie mexicana *Zea mays* spp. Mexicana (Schrader) Iltis. É cultivada em muitas partes do mundo, como ocorre nos Estados Unidos da América, China, Índia, Brasil, França, Indonésia, África do Sul, sendo que o registro mais antigo de espigas de

milho data de 7.000 a.C. (LARAYER, 2006). Trata-se de uma cultura anual, de metabolismo C4 (NUNES, 2012), o que garante uma ótima adaptação aos diversos ambientes climáticos que ocorrem não somente no Brasil, mas ao longo do globo (GARCIA *et al.*, 2008). O milho apresenta uma alta versatilidade e utilidade em seu uso na cultura dos povos e, além disso, constitui uma importante fonte de alimento tanto para seres humanos quanto para animais, devido a suas características nutricionais, que, apesar de apresentar baixo teor proteico, possui alto valor energético (NUNES, 2012).

O milho é um dos três cereais mais cultivados no mundo. São 150 espécies diferentes, e apesar do grande uso na culinária, a maior demanda é pela indústria de ração animal (53% da demanda total, contra 2% da demanda para consumo humano) (ABIMILHO, 2020). A produção de 101,1 milhões de toneladas faz com que o Brasil ocupe o terceiro lugar dentre os maiores produtores da cultura (CONAB, 2019). Entretanto, a produtividade média do milho brasileiro é de 4,9 t ha⁻¹, bem abaixo da produtividade média mundial (5,65 t ha⁻¹), e da produtividade média dos EUA que supera 11 t ha⁻¹ (USDA, 2018b). Segundo Evans (1993) os principais fatores responsáveis por afetarem a produtividade da cultura do milho são o ambiente e a genética da planta. Assim, a quantidade de radiação solar incidente, a quantidade de água disponível, a concentração de CO₂ atmosférico, a temperatura do ar e as características genéticas de uma cultivar determinam o máximo potencial produtivo da cultura. Por sua vez fatores como a incidência de pragas, doenças, fornecimento insuficiente de água e nutrientes são limitantes da produtividade.

A cultura do milho é conduzida atualmente no Brasil em duas safras no mesmo ano agrícola. Essa prática passou a ocorrer a partir de meados de 1978, quando agricultores passaram a semear milho no inverno, uma época de baixa precipitação pluviométrica, que, aliado ao sistema de produção de sequeiro, exige maior atenção na escolha da área, cultivar resistente e irrigação (CRUZ; PEREIRA FILHO; DUARTE, 2014). O crescimento dessa prática se deu principalmente no estado do Paraná, por volta dos anos 80 devido à necessidade de alimentação animal de avicultores e suinocultores, e devido às frustrações das colheitas de trigo e girassol que eram cultivadas no período de outono/inverno (AGEITEC, [s.a.]

Nos últimos 30 anos, a estimativa da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) é de que a área nacional cultivada com milho segunda safra tenha passado de 518 mil hectares na safra 1989/1990 para aproximadamente 13,73 milhões de hectares na safra 2019/2020. Ou seja, um aumento aproximado de 2500%, o que destaca o importante papel do milho segunda safra nos sistemas de produção no país (CONAB, 2020).

Com o passar dos anos e os avanços tecnológicos, essa prática se expandiu pelo país, difundindo-se por meados de 1990. Dessa forma, a semeadura do milho e seu cultivo comercial passaram a ser conhecidos como milho de primeira safra (ou safra de verão) e milho de segunda safra (safrinha ou de inverno). É importante ressaltar que o nome “safrinha” surgiu devido à baixa produtividade que ocorria devido às condições climáticas do período de inverno (DUARTE; KURIAHARA; CANTARELLA, 2013).

Segundo Cruz, Pereira Filho e Duarte (AGEITEC, [s.a.]), da Agência Embrapa de Informação Tecnológica, o milho safrinha é cultivado extemporaneamente de janeiro a abril, ocorrendo posteriormente ao cultivo de soja que foi semeada precocemente na região Centro-Sul brasileira, nos estados do Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais. Ainda, de acordo com a AGEITEC, esta prática também ocorria após a colheita do feijão “das águas” ou era semeado nas entrelinhas da safra normal de milho, após a cultura atingir maturação fisiológica, dessa forma, o milho era conhecido como “dobrado”.

De acordo com Embrapa (2012b), a produção em segunda safra se demonstrava promissora na época e dessa forma foi conquistando espaço e crescendo, principalmente para compensar o decréscimo na semeadura na época convencional ocasionado pela concorrência com o cultivo da soja no verão. A época de semeadura para o milho de segunda safra é variável de acordo com cada região, assim, nos locais onde é cultivado pode ter sua semeadura ocorrendo em janeiro, fevereiro e até março. Desse modo a colheita acontece nos meses de inverno, fora do período comum (SHIOGA; GERAGE, 2010).

O cultivo na segunda safra deixa a cultura mais suscetível às adversidades do clima, pois no período do outono-inverno, as plantas têm seu metabolismo mais afetado pelas condições climáticas (temperatura e precipitação) e disponibilidade de luz, principalmente nos estádios avançados do desenvolvimento da cultura, entretanto, a produtividade tem crescido cada vez mais nos locais de cultivo (DURÃES *et al.*, 1995; GONÇALVES *et al.*, 2002; SHIOGA, 2009; SHIOGA *et al.*, 2012; TSUNECHIRO; MARTINS; MIURA, 2013). Segundo a Embrapa (2015), além dos fatores fisiológicos, o crescimento da importância da cultura da soja no mercado internacional fez com que a cultura passasse a disputar área de cultivo com o milho. Dessa forma, muitos produtores optaram pelo cultivo do milho no inverno, mantendo a soja no verão. Assim, o quantitativo de colheita do milho de inverno tem superado a colheita de verão. Atrelado a isso, as tecnologias como sementes de qualidade, cultivares melhoradas, adubação e irrigação foram aprimoradas para o cultivo do milho na segunda safra.

A segunda safra se tornou uma realidade, principalmente devido às pesquisas de melhoramento vegetal, que permitiram a redução dos ciclos das culturas de verão e do próprio milho. Dentre as necessidades de informação, o conhecimento sobre a época de semeadura do milho segunda safra é básico e definido pela interação entre genótipo e ambiente, sendo a melhor época de semeadura aquela que coincide com maior crescimento vegetativo, atingindo maiores produtividades (GONÇALVES *et al.*, 2002).

A semeadura do milho segunda safra ocorre entre os meses de janeiro a março, dependendo da época de implantação do ciclo da cultura de verão, geralmente a soja. Porém, nessa época o potencial de rendimento de grãos é menor devido à menor quantidade de radiação solar durante o período de enchimento de grãos e à maior incidência de doenças foliares e de colmo (FORSTHOFER *et al.*, 2006; BATTISTI, 2013), sendo a produção agrícola diretamente influenciada pelas condições climáticas, em especial a temperatura, precipitação pluvial e radiação solar (AZEVEDO *et al.*, 2014).

Em estudos de épocas de semeadura deve se levar em consideração, além da disponibilidade hídrica, a temperatura e a radiação solar, fatores que interferem na fenologia da planta e afetam o seu crescimento e desenvolvimento. Esses fatores são influenciados, nas diferentes regiões do país, pela latitude, altitude e fenômenos climáticos como o “*El Niño*” e a “*La Niña*”, o que torna cada região única na sua época ideal de cultivo (SANGOI *et al.*, 2007).

A época de semeadura é um dos fatores que mais limita a produtividade das culturas (DO CARMO *et al.*, 2018), a qual vai determinar a exposição das plantas as oscilações climáticas encontradas nas diferentes regiões do país, podendo incrementar ou comprometer a produção de grãos (ZHANG *et al.*, 2010). Assim, o planejamento para o cultivo do milho segunda safra começa com a escolha da cultura na primeira safra (soja ou milho), visando liberar a área o mais cedo possível. Quanto mais tarde for a semeadura, menor será o potencial produtivo e maior o risco de perdas por adversidades climáticas, como secas ou geadas (SANTOS, 2006), e por fortes limitações de radiação solar e temperatura a partir do período crítico da cultura (SANS; GUIMARÃES, 2008).

Portanto, a adoção de épocas de semeadura define a que condições climáticas as plantas estarão expostas, o que é de extrema importância para um bom desempenho da produtividade de grãos (PEIXOTO *et al.*, 2000). Assim, deve-se cada vez mais buscar informações de época de semeadura nas diversas regiões brasileiras para que os riscos de perda sejam minimizados e com isso seja possível interferir no sistema como um

todo, gerando informações, para a safra de “verão” e para a “segunda safra”, visando liberar a área no tempo certo para cada cultivo (SANGOI *et al.*, 2001).

2.2 SISTEMAS DE SUCESSÃO/ROTAÇÃO DE CULTURAS

Estudos de sistemas de manejo de solos e sucessão de culturas têm sido conduzidos por décadas em várias partes do mundo. Entende-se por sucessão de culturas uma alternância regular e ordenada no cultivo de diferentes espécies vegetais, em sequência temporal numa determinada área (MAROCHI; SCHMIDT, 1996).

O sistema plantio direto (SPD) e a rotação de culturas são adotadas nos sistemas de produção devido à importância de se manter a sustentabilidade dos solos agrícolas. A rotação de culturas é um dos princípios do SPD, cujo objetivo é manter maior quantidade de palhada sobre o solo, além de evitar ao máximo o seu revolvimento. Além disso, novos métodos aplicados ao manejo da produção agrícola fazem com que ocorram modificações benéficas no sistema e, dentre as práticas adotadas é possível destacar o SPD, conceituado como uma técnica de cultivo conservacionista que se fundamenta na ausência de revolvimento do solo, a manutenção da cobertura vegetal de forma permanente e rotação de culturas (DUARTE JUNIOR; COELHO, 2010).

Contudo, a formação e manutenção da palhada é um dos principais entraves no estabelecimento do SPD nos trópicos, pois as altas temperaturas, associadas à elevada umidade, aceleram o processo de decomposição dos resíduos vegetais, fazendo com que os restos culturais que ficam na sucessão de culturas não sejam suficientes para a plena cobertura do solo e manutenção do sistema (STONE *et al.*, 2006). Segundo Arf *et al.* (2018), devido à dificuldade para produzir palhada e manter a produção do solo, a adoção de plantas de cobertura é uma técnica que deve ser mais bem estudada e utilizada. De acordo com Lavelle e Spain (2001), esta técnica estimula a microfauna do solo e o melhor desenvolvimento de raízes, mantendo o solo em equilíbrio, protegendo-o contra a degradação. Em trabalho realizado por Mechi *et al.* (2016), os autores observaram que anos consecutivos de consórcio entre milho e braquiária (*Urochloa ruziziensis*) promovem incremento na produtividade da soja cultivada em sucessão.

Uma adequada rotação de culturas costuma ser uma solução viável, tanto do ponto de vista do plano econômico quanto do ecológico, para os principais problemas patogênicos das culturas e, também para impedir a compactação dos solos. As rotações que incluem um ou mais anos de cultivos de forragens além de preservarem os solos diminuindo

os riscos de erosão, possibilitam o uso mais eficiente da água disponível, melhor aproveitamento e ciclagem de nutrientes, redução de pragas e doenças e minimização dos riscos à produção devido às adversidades climáticas. Os sistemas que incluem a sucessão de culturas com alta capacidade de produção de resíduos resultam em incremento de nitrogênio e carbono orgânico no solo (HAVLIN *et al.*, 1990) o que proporciona inúmeros benefícios ao sistema de produção.

2.3 SUCESSÃO MILHO SEGUNDA SAFRA/SOJA

A colheita da cultura da soja ocorre entre os meses de janeiro e fevereiro, sendo que essa época coincide com o fim das chuvas, assim, a disponibilidade hídrica nos solos pode ser comprometida e afetar o potencial produtivo de culturas cultivadas em sucessão (FERRARI; PAZ; SILVA, 2015). Dado o período entre o cultivo de uma safra de soja e outra, a área fica livre e os produtores podem optar por inserir uma nova cultura, assim, surgiu o cultivo de milho de segunda safra. No entanto, outra limitação de altas produtividades se refere ao investimento financeiro aplicado pelo produtor, que é fortemente influenciado pelo mercado, projeções futuras do preço de venda e situação econômica do país (KAPPES, 2013). A sucessão entre as duas culturas é uma realidade em expansão nos principais estados produtores (CAMARGO; MORAES, 2014). Segundo Rocha *et al.* (2019), a sucessão milho/soja apresenta-se como um cultivo rentável em muitas regiões.

Desse modo, o planejamento do milho segunda safra começa com a escolha da cultura na primeira safra (soja ou milho verão), visando liberar a área o mais cedo possível para que a semeadura do milho safrinha seja realizada em uma época em que as condições climáticas sejam favoráveis. Quanto mais tarde for a semeadura, menor será o potencial produtivo e maior o risco de perdas por adversidades climáticas, como secas ou geadas (SANTOS, 2006). De acordo com Ceccon *et al.* (2014), a colheita antecipada da soja no verão tem favorecido a semeadura antecipada do milho segunda safra, que tem apresentado altas produtividades.

A sucessão soja/milho segunda safra, sistema que se tornou importante para a viabilização da agricultura brasileira, foi aderida pelos produtores com facilidade, uma vez que possibilitou também a otimização do uso do maquinário e da mão de obra da propriedade (SILVA NETO, 2011). Entretanto, algumas situações como monocultura ou sucessões de cultivo de trigo e soja ou soja e milho segunda safra proporcionam, ao longo do tempo,

alterações negativas no ambiente produtivo, que contribuirão para a diminuição da produtividade, por causarem desequilíbrios no agroecossistema (GONÇALVES *et al.*, 2007).

Alguns pontos negativos do sistema de sucessão de culturas (soja/milho segunda safra) são: a degradação física, química e biológica do solo e surgimento de condições favoráveis ao desenvolvimento de pragas e doenças com conseqüente redução na produtividade (SEDYAMA, 2009). Um exemplo está relacionado à infestação das áreas por nematoides do gênero *Pratylenchus*. Ambas as culturas são hospedeiras desse patógeno e de forma que a sucessão com cultivares de soja e milho susceptíveis pode apresentar alto fator de multiplicação da população de fitonematoides nas áreas agricultáveis (GOULART, 2008; NEVES *et al.*, 2016).

Em trabalho desenvolvido por Rains, Olson e Lewis (2011), os autores descrevem que, a agricultura como vem sendo efetuada, com tecnologias convencionais de dependência de produtos químicos para alta produtividade e monocultura intensiva, mesmo em plantio direto, está longe do ideal, tornando os produtores dependentes e com baixa margem de lucro, além do prejuízo ambiental. Além disso, Segundo Franchini *et al.* (2009), o modelo de sistema produtivo também utilizado principalmente nas regiões Norte e Oeste do Estado do Paraná, baseado na sucessão soja/milho segunda safra, tem contribuído para o aumento da vulnerabilidade da agricultura às condições de estresse hídrico. Os mesmos autores afirmam também que o aumento da estabilidade da produção da soja face à ocorrência de períodos de deficiência hídrica, requerem o uso de sistemas de rotação de culturas que contemplem grande capacidade de produção de fitomassa e sistema radicular abundante e agressivo.

Neste contexto, a introdução e a difusão do SPD proporcionam novas perspectivas de melhoria na qualidade do solo, motivadas pela redução da erosão, ciclagem de nutrientes, atividade biológica e manejo de resíduos culturais. Entretanto, esse sucesso depende da manutenção de sistemas capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto durante todo ano. Isto significa que áreas destinadas às culturas de primavera/ verão, não devem permanecer em pousio durante o inverno. A escolha das espécies para introdução nos sistemas de culturas depende da adaptação dessas espécies as condições de clima de cada região e do interesse do produtor (CERETTA; FRIES 1998).

2.4 CONSÓRCIO DE CULTURAS

Acredita-se que o consórcio de culturas seja uma prática utilizada desde os primórdios da civilização, tendo princípio provavelmente na tradição dos povos indígenas. De acordo com Kluthchouski *et al.* (2003), essa hipótese se assegura devido as observações feitas no México, onde a área de distribuição do milho silvestre é a mesma das variedades silvestres de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). O consórcio de culturas se caracteriza pelo cultivo simultâneo de duas ou mais espécies na mesma área, com ciclos vegetativos e arquiteturas distintas, de forma que a área seja explorada de forma otimizada. Ambas as espécies podem ser semeadas no mesmo tempo ou apresentarem semeadura ou plantio em épocas distintas, de modo que o desenvolvimento de uma ocorra ao longo do ciclo de outra (REZENDE *et al.*, 2002; TEIXEIRA *et al.*, 2005; MONTEZANO; PEIL, 2006).

Os sistemas consorciados, de acordo com Ferreira (2000), podem ser divididos em sistemas aditivos e de substituição. No sistema aditivo, ocorre a semeadura de uma das culturas no mesmo arranjo do monocultivo, sendo simultaneamente adicionada a segunda cultura, aumentando a população de plantas na área. No consórcio de substituição, uma segunda cultura é semeada quando a principal já foi instalada, ou seja, quando já atingiu certo nível de crescimento e desenvolvimento fisiológico que não será prejudicado pela outra. Dessa forma, há também um aumento populacional, contudo, o mesmo pode ocorrer por um curto período, sem que ambas as culturas se prejudiquem na competição por luz, espaço, água e nutrientes.

O sucesso da implantação de consórcio entre culturas é influenciado diretamente pelas complementaridades entre as culturas envolvidas, que necessariamente precisam de adaptação de algumas condições ecofisiológicas (CECÍLIO FILHO; MAY, 2002). Portanto, para se obter os benefícios do cultivo consorciado, é importante seguir os critérios indicados pela pesquisa, e ter o acompanhamento técnico adequado (CECCON, 2011a). Segundo Bezerra *et al.* (2007), o sistema consorciado é muito utilizado entre os agricultores das regiões tropicais, mantendo-se ao longo dos anos devido principalmente à sua adaptação ecológica. São cultivos mais estáveis que os monocultivos, pois restabelecem parte da diversidade perdida sob monocultivo e permitem intensificar a produção agrícola mediante o uso mais eficiente do espaço e do tempo, através da semeadura das espécies concomitantemente (LI *et al.*, 2003). Em alguns casos, a interferência interespecífica pode reduzir o crescimento e o desenvolvimento das espécies, inviabilizando o sistema. Assim, a competição torna-se mais forte quando ocorre o estabelecimento das espécies, pois estas apresentarão semelhanças quanto ao nicho ocupado, competindo pelos recursos de

crescimento (VIDAL, 2010), como luz, CO₂ (dióxido de carbono), água e nutrientes (TÁVORA *et al.*, 2007).

Além da utilização dessa prática como forma de segurança dos lucros aos produtores, a consorciação de culturas também vem sendo empregada como uma maneira para reduzir danos ao ambiente, pelo fato de que com um maior número de plantas por área, tem-se maior cobertura do solo o que resulta em menor erosão e maior aproveitamento de água, nutrientes, radiação solar, fertilizantes e defensivos (COSTA *et al.*, 2007). Além disso, geram quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto, aumentam o teor de matéria orgânica e diminuem a evapotranspiração (MOTA *et al.*, 2010).

As espécies cultivadas normalmente diferem em altura e em distribuição das folhas no espaço (FLESCH, 2002). Para Silva *et al.* (2004), os fatores que determinam a maior competitividade entre as espécies são: o porte e arquitetura da planta; a maior velocidade de germinação e o estabelecimento da plântula; a maior velocidade do crescimento e maior extensão do sistema radicular; a menor suscetibilidade da espécie às intempéries climáticas (como veranicos e geadas); o maior índice de área foliar e; a maior capacidade de produção e liberação de substâncias químicas.

Os consórcios são sistemas complexos e a forma como são implantados e as culturas associadas entre si podem gerar ou não competições entre as espécies. Além disso, fatores como a época de estabelecimento, a disposição das plantas e a infestação por plantas invasoras podem também gerar competições negativas na área, prejudicando o desenvolvimento das espécies (JAKELAITIS *et al.*, 2004). A cultura do milho, por exemplo, possui características favoráveis para o cultivo consorciado com forrageiras, pois apresenta alto porte de plantas e altura de inserção das espigas, permitindo que a colheita ocorra sem interferência da outra cultura (ALVARENGA *et al.*, 2006).

O consórcio de espécies forrageiras com o milho de segunda safra tem se demonstrado uma boa alternativa para aumentar o aporte de resíduos vegetais na superfície do solo, sem reduções significativas no rendimento de grãos, pois as espécies forrageiras permanecem produzindo folhas e colmos até a época de semeadura da soja (CECCON, 2007; 2008). Estudos realizados por Alvarenga *et al.* (2006) e Ensinas *et al.* (2014) demonstram que a presença da forrageira não influencia na produção de grãos, e que o consórcio com forrageiras do gênero *Urochloa* pode ainda proporcionar um incremento na produtividade do milho. Flores *et al.* (2013) observaram que pode haver redução no rendimento de grãos de milho de segunda safra no primeiro ano de consórcio, no entanto, na safra seguinte, os autores observaram incrementos de produtividade na cultura da soja. De acordo com estes mesmos

autores, no segundo ano de consórcio, as produtividades do milho de segunda safra foram superiores às do milho solteiro, proporcionando maior estabilidade produtiva e econômica ao agricultor.

Segundo Ceccon *et al.* (2013b), a produção da soja e do milho, mostrou-se superior quando o milho foi consorciado tanto com *U. ruziziensis* quanto com *U. brizantha* cv. marandu. Além disso, os autores observaram que o consórcio do milho com *Urochloa* spp. proporcionou aumento na produção de resíduos de culturas, sem reduzir a produtividade de grãos de milho. Dessa forma, pode ser considerada uma opção viável para aumentar a sustentabilidade do plantio direto em sistemas de cultivos em solos tropicais. Em trabalhos mais recentes (RICHETTI; GUIDUCCI, 2012; CHIODEROLI *et al.*, 2012; CECCON, 2013; ALVES *et al.*, 2013; MECCHI, 2017), foi apontado que anos consecutivos de consórcio milho com braquiária promovem incremento na produtividade da soja cultivada em sucessão. Os benefícios do consórcio são vistos quando existe efeito residual e acumulativo de quatro ou mais anos utilizando a tecnologia (MECHI *et al.*, 2016).

2.4.1 Consórcio de Culturas Produtoras de Grãos com Espécies Forrageiras Tropicais

A consorciação do milho com espécies forrageiras tropicais, em especial as do gênero *Urochloa* (Poaceae), comumente conhecida como braquiárias, tem se difundido como um sistema que pode proporcionar maior produção de alimentos e palhada para o sistema plantio direto (SANTOS *et al.*, 2014a; BARZAN, 2020). Esse sistema gera melhorias para a lavoura, pois influencia de forma positiva a qualidade física e biológica do solo, reduz o aparecimento de pragas e doenças, aumenta a matéria orgânica do solo, ajuda no controle da erosão e supressão de plantas daninhas (ANDREOTTI *et al.*, 2008). De acordo com Kluthcouski *et al.* (2000) e Vilela *et al.* (2011), a quantidade de massa produzida pelas forrageiras protege o solo durante todo o ciclo da cultura subsequente, podendo minimizar os efeitos de uma estiagem e ainda libera nutrientes pela degradação da palha que está sobre o solo.

Entretanto, o sistema de consorciação apresenta alguns desafios a serem superados. Segundo Ceccon *et al.* (2010), um desafio do consórcio é produzir grãos de milho na presença das forrageiras e em seguida possibilitar o maior crescimento destas após a colheita da cultura produtora de grãos, dessa forma, é necessário ajustar a população das plantas consorciadas à população de milho. Para tanto, alguns fatores devem ser levados em consideração, como a densidade, o espaçamento entre fileiras para a semeadura e a cultivar

utilizada, visando a produtividade de grãos. Além disso, o ambiente poderá ser um fator limitante, pois para cada ambiente haverá uma combinação dos fatores. O conhecimento e adoção de práticas adequadas não implicam em acréscimo no custo de produção e podem ser fácil e rapidamente aplicadas pelo produtor (AFFÉRI *et al.*, 2008; FREITAS, 2013).

O comportamento do milho, quando consorciado com braquiária, é muito influenciado pela velocidade de estabelecimento da forrageira e do aumento da competição por água, luz e nutrientes, o que pode prejudicar o desenvolvimento e conseqüentemente a produtividade de grãos da cultura (PARIZ *et al.*, 2011). De acordo com Rajcan e Swanton (2001), a quantidade e a qualidade são os componentes da radiação que afetam o resultado da competição entre plantas.

De acordo com Broch *et al.* (2008), o método de implantação do consórcio milho segunda safra/forrageira desenvolvido pela Embrapa Agropecuária Oeste, consiste na semeadura da forrageira intercalada com a semeadura do milho segunda safra (sendo uma linha de milho e uma da forrageira), esse método apresenta vantagem de implantação do consórcio numa única operação. Desta forma o milho de segunda safra praticamente não sofre competição, uma vez que as linhas de milho permanecem a uma distância considerável das linhas da forrageira. Os autores observam também que quando há desenvolvimento das raízes das forrageiras e estas entram em contato com as de milho, já passou o período crítico de competição.

O consorcio de milho e forrageiras é mais utilizado, pois o milho é considerado um ótimo competidor com plantas de menor porte como é o caso das braquiárias, principalmente devido à sua expressiva vantagem sobre a forrageira evidenciada pela maior taxa de massa seca produzida nos estádios iniciais de desenvolvimento (SILVA *et al.*, 2004). De acordo com Paciullo *et al.* (2001), em condições de sombreamento, verifica-se uma tendência das gramíneas de apresentarem crescimento mais pronunciado do colmo, como estratégia para compensar a redução da luminosidade, onde o aumento no sombreamento induz a uma diminuição do perfilhamento das forrageiras. Entretanto em sistema consorciado com o milho, as forrageiras apresentam um satisfatório potencial de rebrota e priorizam a produção de folhas após a colheita de grãos do milho (BORGHI *et al.*, 2007).

O milho é a gramínea mais sensível às variações na população de plantas e a determinação da população ótima é uma tarefa complexa. Para cada sistema de produção existe uma população que maximiza o rendimento de grãos (SANGOI, 2000). A população de plantas considerada como ideal é aquela que permite o maior rendimento de grãos por área (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2003). O comprometimento do rendimento de grãos está

diretamente ligado à competição entre as espécies consorciadas, principalmente na fase crítica de desenvolvimento do milho, e da capacidade em aproveitar a radiação solar e transformá-la em fotoassimilados (BRAMBILLA *et al.*, 2009).

Estudos conduzidos por Alvarenga *et al.*, (2006) e Torteli (2014) relatam que a presença da forrageira em consórcio com o milho não afeta a produtividade de grãos. Fica evidente que a determinação de uma população de forrageira é extremamente importante para que as duas culturas sobrevivam e produzam normalmente, mesmo que o milho tenha maior capacidade de competição e habilidade de supressão em relação às forrageiras (IKEDA, 2010).

Dentre as espécies forrageiras que se destacam no cultivo em consórcio com o milho, destaca-se o gênero *Urochloa*, em especial as espécies e cultivares *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (ou MG-5) e cv. Piatã e a *Urochloa ruziziensis* cv. Ruziziensis que são as principais forrageiras para a realização do consórcio (EMBRAPA, 2013). Segundo Ceccon *et al.*, (2005) também se destacam o consórcio de milho segunda safra com as *Urochloa decumbens* e *U. brizantha* cv. Marandu.

A *U. brizantha* cv. Marandu é uma das gramíneas mais utilizadas no país, seus principais atributos são: resistência a cigarrinha das pastagens, alto potencial de resposta a aplicação de fertilizantes, capacidade de cobertura do solo, capacidade de crescimento em condições de sombreamento (VALLE *et al.*, 2000), é moderadamente resistente a seca, possui estabelecimento rápido e tem bom valor forrageiro com alta produção de matéria verde da parte aérea, entretanto apresenta baixa produção de sementes (EMBRAPA GADO de CORTE, 1980). Além disso, o capim Marandu demonstra alta produção de forragem, com produtividade média por hectare de 8 a 14 toneladas de massa seca, sendo recomendada para solos de média fertilidade e bem drenados, e quando sujeito a adubação com fósforo, apresenta resultados mais compensatórios (FLORES *et al.*, 2008).

A *Urochloa brizantha* cv. Piatã é indicada para solos de média fertilidade, apresenta exigência semelhante ao cv Marandú (conhecido também como Brizantão) e a Xaraés (MG-5) com boa resposta a adubação, sendo tolerante a fungos foliares e de raiz (NANTES *et al.*, 2013). Possui hábito de crescimento ereto, (VALLE *et al.*, 2007). Seu estabelecimento ocorre facilmente e possui alta produtividade, principalmente de folhas durante o período seco do ano (VALLE *et al.*, 2008). A produtividade do capim Piatã varia de 8 a 12 toneladas de massa seca por hectare por ano (CARVALHO *et al.*, 2009). Em condições de média fertilidade e sem adubação (EMBRAPA, 2007c), é possível observar uma produção de 9,5 toneladas de massa seca por hectare. Apresenta tolerância a cigarrinhas das pastagens,

por promover menor sobrevivência das ninfas, porém esta característica não foi detectada para a cigarrinha da cana (*Mahanarva fimbriolata*) (VALLE *et al.*, 2007).

A *Urochloa decumbens* é a espécie mais utilizada no Nordeste brasileiro, é muito conhecida pela sua resistência a seca e sua boa adaptação a regiões úmidas, no entanto é pouco tolerante ao frio. Desenvolve-se bem em vários tipos de solo, porém não suporta encharcamentos e solos mal drenados (VILELA, 2011). É amplamente difundida na região de Cerrados, devido a sua tolerância aos solos com alto teor de alumínio e sujeito a secas sazonais (SEIFERT, 1984). Porém, responde bem em solos adubados (SILVA; FERRARI, 2012). Essa forrageira é caracterizada como uma gramínea perene, estolonífera, de hábito de crescimento de semiereto a prostrado. É muito utilizada em consórcio com cereais, pois quando cultivada nas entrelinhas, torna-se enfraquecida e reduz seu crescimento devido ao sombreamento (por ser uma gramínea do tipo C4 de fixação de CO₂ exigente por luz), produzindo palha para o sistema de plantio direto após o uso de dessecantes como glifosato, contribuindo assim para a cobertura do solo (BORGES, 2004).

A *Urochloa ruziziensis* é uma gramínea adaptada a diversos tipos de solos, desde arenosos a argilosos, porém, não tolera solos encharcados. Necessita de solos de média fertilidade, tendo como uma das principais características a floração tardia (AUKAR, 2011). Esta espécie tem exigência mínima por solos com boa drenagem de perfil e média fertilidade, apresentando alta proteção contra a erosão (ALCÂNTARA *et al.*, 1993). É uma das forrageiras mais utilizadas, principalmente em consórcio com milho segunda safra, para produção de palhada, por oferecer diversas vantagens, como rápida cobertura do solo, fácil manejo, boa cobertura vegetal, excelente reciclagem de nutrientes, baixa resistência ao herbicida glifosato, favorecendo operações de dessecação e o desempenho das semeadoras (SILVA HIRATA *et al.*, 2009; FRANCHINI *et al.*, 2014). Esta espécie aclimata-se bem a climas tropicais úmidos e não tolera secas prolongadas, sendo sensível a cigarrinha das pastagens (VILELA, 2009).

Dentre as espécies de *Urochloa*, a *U. ruziziensis* é indicada para o SPD) pelo seu rápido crescimento inicial, qualidade da forragem, excelente cobertura do solo e facilidade de manejo para implantação da soja (CECCON, 2008). Richart *et al.* (2010) avaliaram a produção de massa de *U. ruziziensis* em consórcio com o milho segunda safra e encontraram massa de forragem em torno de 3.555 Kg ha⁻¹, que poderia ser utilizada para alimentação animal ou deixada na cobertura de solo. Alves (2015) verificou produção de matéria seca (MS) acima de 7.000 Kg ha⁻¹, com persistência para cobertura do solo, que 70 dias após a dessecação com herbicida apresentava 3.500 Kg ha⁻¹ de palha. Alvim *et al.* (1990)

constatarem produção de MS de *U. ruziziensis* não adubada superior a 6 t ha⁻¹ ano. No entanto, segundo Maia et al. (2014), a *U. ruziziensis* apresenta menor massa de forragem quando comparada as *U. brizantha* e *U. decumbens*. Experimentos realizados por Mateus et al. (2009), em Latossolo Vermelho Distroférico, em consórcio com milho segunda safra e *U. ruziziensis* permitiram concluir que o consórcio pode ser realizado com viabilidade sem afetar o rendimento de grãos de milho.

A *U. brizantha* cv. Xaraés também é conhecida como MG5 ou Vitória. É uma gramínea com grande potencial produtivo, devido a sua rápida rebrota comparado aos outros tipos de forrageiras. Seu florescimento tardio faz com que o período de desenvolvimento vegetativo seja maior, compreendendo até o período mais seco, e requer uma precipitação de 800 mm. Por esses fatores, é indicada para regiões mais secas como as regiões de clima tropical e cerrado (VALLE et al., 2010). No período das águas pode produzir até 28,2 Kg de MS ha⁻¹ dia¹, e no período da seca até 9,80 Kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹. Além disso, a cultivar MG5 apresenta um excelente desempenho produtivo no campo (COSTA et al., 2008).

De acordo com Flores et al., (2008) a *U. brizantha* cv. Xaraés apresenta inúmeras vantagens quando comparadas com outras cultivares. Dentre elas, apresenta uma alta relação folha/caule, florescimento tardio o que estende seu uso por mais tempo (COSTA et al., 2009), e é tolerante ao alagamento (DIAS FILHO, 2002). Entretanto, Valle et al. (2004) ressaltam que apesar das boas características, a cv. Xaraés apresenta a desvantagem de ser mais susceptível a cigarrinha, não sendo recomendada para áreas com incidências dessa praga. Garcia et al. (2013) relatam que em estudo de avaliação de oito tipos de consórcio da cultura do milho com gramíneas forrageiras, as maiores produtividades foram obtidas em consórcios que envolviam as espécies *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, *Urochloa ruziziensis* e *Panicum maximum* cv. Mombaça, semeados simultaneamente com o milho.

2.5 DECOMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS VEGETAIS E CICLAGEM DE NUTRIENTES

A matéria orgânica do solo (MOS) constitui base fundamental para que a produtividade agrícola ocorra de forma sustentável, pois seus efeitos diretos são capazes de modular as condições químicas, físicas e biológicas do solo, influencia na infiltração e retenção de água, na estruturação e suscetibilidade do solo à erosão, na capacidade de troca catiônica, na ciclagem de nutrientes e no estímulo da biota do solo (CONCEIÇÃO et al., 2005; UNGERA et al., 1991). A MOS é uma fonte de nutrientes para as plantas, dessa forma também interfere na eficiência nutricional devido ao fornecimento de nutrientes e energia para

atividade metabólica dos organismos vegetais, sendo considerada um importante indicador de qualidade do solo (UNGERA *et al.*, 1991; ROLDAN *et al.*, 2003; CONCEIÇÃO *et al.*, 2005).

A umidade e a temperatura do solo são os dois principais fatores climáticos que influenciam na taxa de decomposição da matéria orgânica. Em geral, as taxas de decomposição são maiores com o aumento da umidade do solo e temperatura (COSTA; SANGKKARA, 2006). Além do clima, a velocidade da decomposição dos resíduos vegetais está relacionada a diversos fatores dentre eles a relação C/N e o teor de lignina que a planta possui (SALTON; HERNANI; FONTES, 1998). A lignina é uma macromolécula tridimensional amorfa que faz parte da composição química dos tecidos vegetais, ligada a celulose e tem função de atribuir às plantas maior resistência à decomposição (CARVALHO *et al.*, 2010).

Quanto mais rápida for a decomposição da palhada, maior será a velocidade de liberação dos nutrientes, para a cultura subsequente, diminuindo, entretanto, a proteção do solo. Por outro lado, quanto mais altos forem os conteúdos de lignina e a relação C/N nos resíduos, tanto mais lenta será a sua decomposição e menos efetivo será o fornecimento de nutrientes às culturas (FLORS, 2000). Trabalhos realizados no Brasil confirmam a importância da rotação de culturas gramíneo-leguminosas para aumentar o potencial de disponibilidade de nitrogênio no sistema solo-planta (AITA *et al.*, 2001; AITA *et al.*, 2004; GIACOMINI *et al.*, 2004). Porém, para que uma espécie seja eficaz na ciclagem de nutrientes, deve haver sincronia entre nutriente liberado pelo resíduo da planta de cobertura e da demanda da cultura de interesse comercial em sucessão (BRAZ *et al.*, 2004).

O milho segunda safra se constituiu em uma importante espécie para proteção do solo, especialmente quando cultivado em consórcio com outra cultura, podendo proporcionar maior quantidade de massa e maior porcentagem de solo coberto, contribuindo para formação de resíduos com diferentes quantidades de nutrientes e, de acordo com a espécie a ser utilizada para o consórcio com o milho, pode gerar maior renda para o produtor (CECCON, 2007). A introdução da soja em rotação ou sucessão com o milho torna-se uma alternativa viável, pelo benefício que o N residual pode proporcionar para o milho segunda safra que é cultivado em sequência. Resultados de pesquisas destacam a importância dos créditos de N ofertados pela soja no suprimento da demanda do milho (MASCARENHAS *et al.*, 1993; ALVES *et al.*, 2006). A quantidade de N ofertado pela soja para a cultura subsequente é decorrente da alta capacidade acumuladora do nutriente apresentada pelas leguminosas, atribuída à fixação biológica o N (FBN), que pode representar cerca de 85% do N acumulado na fitomassa (AMADO; MIELNICZUK; AITA, 2002).

De acordo com Duarte, Kuriahara e Cantarella (2013), o N presente nos restos culturais da soja pode ser utilizado pelo milho segunda safra, embora não se conheça exatamente quanto desse nutriente é aproveitado pela cultura. Os autores relatam que de maneira geral, estima-se que para o milho cultivado em sucessão, são aproveitados cerca de 15 Kg de N para cada tonelada de soja, ou seja, 45 Kg N ha⁻¹ quando se produz 3,0 t ha⁻¹ de soja, o que não é suficiente para suprir a exportação deste nutriente, na maioria das lavouras de milho segunda safra.

Segundo Mechi (2017), o consorcio milho-braquiária gera quantidades de palhada que resultarão em efeitos benéficos para a cultura em sucessão, entretanto, ainda segundo o autor, essa prática deve ocorrer por mais de dois anos no mínimo, assim os efeitos se tornarão mais imediatos e cumulativos do consórcio, beneficiando a cultura subsequente. De acordo com Chioderoli *et al.* (2013), a utilização de braquiária melhora os atributos físicos do solo, devido ao enraizamento da braquiária que aumenta a macroporosidade.

2.6 ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SISTEMAS CONSORCIADOS OU SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Os nutrientes são substâncias químicas ou orgânicas que são utilizadas pelos organismos para sua sobrevivência, crescimento e reprodução, sendo requeridos por todos os seres vivos, como animais, plantas e fungos (SILVA JUNIOR, 2021). As plantas exigem os nutrientes de forma quantitativa e essa relação se deve a quantidade necessária que a planta utiliza para completar seu ciclo de vida, realização dos processos bioquímicos de síntese de proteínas e compostos para o crescimento, formação celular e das moléculas genéticas (TAIZ *et al.*, 2017; VIEIRA, 2017; FERNANDES; SOUZA; SANTOS, 2018).

Desse modo, Mengel e Kirkby (1987), classificaram os nutrientes em quatro grupos. O primeiro grupo é formado pelo C, H, O, N e S, considerados nutrientes estruturais constituintes da matéria orgânica e com participação em sistemas enzimáticos; assimilação em reações de oxi-redução. O segundo grupo é composto pelo P e o B, e em algumas culturas o Si, sendo nutrientes que formam com facilidade ligações do tipo éster (transferidores de energia). O terceiro grupo é formado pelo K, Mg, Ca, Mn, Cl, (Na), considerados nutrientes responsáveis pela atividade enzimática e atuam na manutenção do potencial osmótico, no balanço de íons e no potencial elétrico, especialmente o K e Mg. E o último grupo corresponde ao Fe, Cu, Zn e Mo, que atuam como grupos prostéticos de sistemas enzimáticos e participam no transporte de elétrons (Fe e Cu) para diversos sistemas bioquímicos.

O N é um nutriente exigido em grande quantidade pelas plantas, com atuação no crescimento e regulação de processos bioquímicos que atuam no desenvolvimento (TAIZ *et al.*, 2017; VIEIRA, 2017; SOUZA; FERNANDES, 2018). Os estudos indicam que a aplicação de doses adequadas desse nutriente, melhoram a produtividade (LOBO; GRASSI FILHO; COELHO, 2012; FARIA *et al.* 2015; BORIN *et al.*, 2017), tamanho de plantas e coloração (STULZER, 2019). O N está presente no solo em sua forma orgânica, em maior quantidade, ou inorgânica, como os íons de amônio (NH_4^+) e íons de nitrato (NO_3^-), sendo essas formas prontamente disponíveis para absorção das plantas e originados pela aplicação de fertilizantes ou mineralização do N orgânico a partir dos resíduos vegetais feita pelos microrganismos do solo (OKUMURA *et al.*, 2011). Entre outros fatores, a presença e disponibilidade desse nutriente no solo é dependente da relação carbono/nitrogênio (C/N) dos resíduos vegetais do cultivo anterior, principalmente no SPD (NUNES; SOUZA; MERCANTE, 2011). A eficiência da absorção do N aplicado é diretamente afetado pelas condições climáticas, estágio da planta na aplicação e fonte utilizada. As perdas do N são devidas a volatilização, em solos com pouca umidade, lixiviação e desnitrificação em solos com alta umidade (GOTT *et al.*, 2014).

Segundo Cruz *et al.* (2011), quando se colhe cerca de uma tonelada de grãos de milho, são removidos uma quantidade entre 17 e 23 Kg ha⁻¹ de N da área, dessa forma, as adubações para repor esse nutriente são muito importantes e devem ser feitas periodicamente, bem como as análises de solo. A dose recomendada para adubação nitrogenada varia de acordo com o N disponível no solo indicado pela análise química, o requerimento nutricional da cultura, o potencial de mineralização do N do solo a partir dos resíduos vegetais, histórico de cultivos e nível de tecnificação do produtor (AMADO *et al.*, 2002). Assim, a dose de N aplicada é influenciada pelo sistema de cultivo, como por exemplo os consórcios, e pela espécie utilizada em consorciação.

Nos estádios fenológicos do milho V4 a V6 é definido o potencial produtivo da cultura e durante essa fase é recomendada a adubação nitrogenada de cobertura para evitar o déficit nutricional e limitação da produção (SANTOS *et al.*, 2013). O parcelamento e incorporação da adubação nitrogenada é uma das formas de diminuição das perdas de N e aumento da eficiência, porém são práticas que encarecem os custos de produção quando comparadas a adubação a lanço e sem parcelamento (BIESDORF *et al.*, 2016). Silva *et al.* (2005) ao analisar produtividade de grãos de milho com adubação nitrogenada em diferentes períodos obtiveram melhores resultados quando aplicado N metade na semeadura e metade

em V4 a V6, metade na semeadura e metade no estágio V8 a V10 e todo o N no estágio V4 a V6.

Para o Estado do Paraná, a adubação nitrogenada de cobertura leva em consideração a produtividade esperada, a dose que será aplicada, a textura do solo e a cultura anterior cultivada, podendo ser ou não parcelada. Em solos arenosos, quando a dose for superior a 80 Kg ha⁻¹ recomenda-se parcelar, aplicando quando as plantas estiverem no estágio de V4 a V6 e em V7 a V8. Em solos argilosos, deve-se realizar uma aplicação de V4 a V6, em períodos de baixa pluviosidade (SBCS, 2017).

Um outro aspecto que pode ser determinante no desempenho produtivo do milho em consórcio com forrageiras está relacionado à competição por nutrientes e, em especial, o N, que tem elevada exigência pelas plantas. Poucos estudos têm sido realizados atualmente com o objetivo de avaliar doses de N no milho consorciado comparado ao solteiro, sendo que a maioria dos trabalhos se refere aos efeitos da aplicação de N na forrageira após o milho (COSTA *et al.*, 2014a; COSTA *et al.*, 2014b; GARCIA *et al.*, 2014; BARZAN, 2020) ou a resposta à adubação nitrogenada apenas no sistema consorciado (BATISTA *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2012; LANGE *et al.*, 2014; SEIDEL *et al.*, 2015; BARZAN, 2020).

Autores como Fiorentin *et al.* (2012), Garcia *et al.* (2012), Garcia *et al.* (2013), Freitas *et al.* (2013) e Ikeda *et al.* (2013) não observaram influência da consorciação com diferentes espécies de gramíneas na produtividade de grãos do milho. Gonçalves *et al.* (2016) não observaram interação entre as doses de N e os sistemas de cultivo, obtendo-se aumento linear na maioria dos componentes de produção do milho tanto no cultivo solteiro como em consórcio. Mar *et al.* (2003), estudando o sistema sucessão soja milho segunda safra, constataram que a aplicação de doses de 90 a 120 Kg N ha⁻¹ proporcionaram as maiores produtividades do milho segunda safra (> 6.000 Kg ha⁻¹), após soja, em plantio direto, sendo recomendado o parcelamento em 1/3 do N na semeadura e 2/3 em cobertura, quando as plantas apresentam quatro a oito folhas totalmente expandida.

Dessa forma, incertezas climáticas, principalmente a disponibilidade hídrica, e a implantação da cultura em sucessão à soja são os fatores que mais dificultam a determinação da dose econômica viável a ser aplicada no milho de segunda safra (SORATTO *et al.*, 2010). Assim, estudos que visam melhor esclarecer este aspecto são importantes visando garantir maiores produtividades das culturas, assim como maior sustentabilidade do sistema de produção.

3 DESEMPENHO PRODUTIVO EM SISTEMAS DE CULTIVO COM ESPÉCIES DE BRAQUIÁRIAS SOLTEIRAS E CONSORCIADAS COM O MILHO DE SEGUNDA SAFRA E SOJA EM SUCESSÃO.

RESUMO

A diversificação de espécies vegetais nos sistemas de produção agrícola com forrageiras pode trazer benefícios à cultura principal, bem como às culturas sucessoras. O incremento da cobertura vegetal melhora a qualidade física, química e microbiológica do solo, permitindo maiores produtividades e sustentabilidade do sistema. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de massa seca na cobertura do solo por diferentes espécies de braquiárias, solteiras ou consorciadas com o milho segunda safra, bem como o desempenho produtivo das culturas de milho e soja cultivados em sucessão. O experimento foi realizado em Londrina-PR, em três épocas de semeadura (janeiro, fevereiro e março). Em cada época foram avaliadas seis cultivares de braquiária (Marandú, Piatã, MG5, Decumbens, Ruziziensis e MG-4) com e sem consorciação com milho de segunda safra e um controle de milho solteiro sob o delineamento experimental de blocos ao acaso com 3 repetições. Foram avaliadas as produtividades de matéria seca das braquiárias consorciadas com milho (PMSM+B), de matéria seca das braquiárias solteiras (PMSBS), de matéria seca de milho (PMSM), de grãos de milho (PGM), o índice de colheita (IC) e a produtividade de grãos de soja (PGS) cultivada em sucessão. As características avaliadas não foram afetadas pelo cultivo consorciado ou solteiro, demonstrando que não houve influência do uso de braquiárias na área, de modo a afetar a produtividade do milho ou da soja em sucessão. A produtividade de grãos de milho, da massa seca de milho solteiro, massa seca de braquiária consorciada com milho, massa seca de braquiária solteira, o índice de colheita e a produtividade de grãos de soja não foram afetadas pelo cultivo consorciados ou solteiro por nenhuma das cultivares de braquiária utilizadas, tão pouco pelo milho solteiro.

Palavras-chave: colheita, produção vegetal, manejo agrícola.

ABSTRACT

The diversification of plant species in forage agricultural production systems can bring benefits to the main crop, as well as to successor crops. The increase in vegetation cover improves the physical, chemical, and microbiological quality of the soil, allowing for greater productivity and system sustainability. The objective of this work was to evaluate the production of dry mass in the ground cover by different species of brachiaria, single or intercropped with corn second crop, as well as the productive performance of corn and soybean crops cultivated in succession. The experiment was carried out in Londrina-PR, in three sowing times (January, February and March). In each season, six brachiaria cultivars (Marandú, Piafã, MG5, Decumbens, Ruzizensis and MG-4) were evaluated with and without intercropping with second crop corn and a single corn control under a randomized block design with 3 replications. Yields of dry matter of brachiaria intercropped with corn (PMSM+B), dry matter of single brachiaria (PMSBS), dry matter of corn (PMSM), corn grain (PGM), harvest index (IC) and soybean grain yield (PGS) cultivated in succession. The evaluated characteristics were not affected by the intercropping or single cultivation, demonstrating that there was no influence of the use of brachiaria in the area, in such a way as to affect the yield of corn or soybean in succession. The yield of corn grain, dry mass of single corn, dry mass of brachiaria intercropped with corn, dry mass of single brachiaria, harvest index and soybean grain yield were not affected by the intercropping or single crop by any of the Brachiaria cultivars used, as well as single corn.

Keywords: harvesting, vegetable production, agricultural management.

3.1 INTRODUÇÃO

No Estado do Paraná a semeadura do milho segunda safra ocorre entre os meses de janeiro a março, de acordo com zoneamento agrícola de risco climático (ZARC), dependendo da época de implantação do ciclo da cultura de verão, geralmente a soja. Segundo o ministério da agricultura pecuária e abastecimento (MAPA) o ZARC é um instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura, elaborado com o objetivo de minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos adversos e permite identificar a melhor época de semeadura das culturas, nos diferentes tipos de solo e ciclos de cultivares, disponível para o milho segunda safra solteiro ou consorciado com braquiária (MAPA, 2021). Porém, nesse período de segunda safra o potencial de rendimento de grãos é menor, quando comparado ao verão, devido à menor quantidade de radiação solar durante o período de enchimento de grãos e à maior incidência de doenças foliares e de colmo (BATTISTI, 2013). Assim, a produção da cultura é diretamente influenciada pelas condições climáticas, em especial a temperatura, precipitação pluvial e radiação solar (AZEVEDO *et al.*, 2014).

Embora o trabalho de zoneamento tenha se iniciado antes de 1996, foi somente a partir deste ano que ele se tornou um instrumento de política pública, ganhando um expressivo impulso. Neste ano, por determinação do Conselho Monetário Nacional – CMN, o Banco Central do Brasil publicou resoluções passando a considerar o zoneamento agrícola de risco climático como referência para aplicação racional de crédito agrícola e para o Programa de Garantia Agropecuária – PROAGRO (ROSSETTI, 2001). O método utilizado no Zoneamento Agrícola de Risco Climático é comum para as diversas culturas integrantes (BRASIL, 2012; MONTEIRO, 2009), empregando-se o programa SARRA (Sistema de Análise Regional dos Riscos Agroclimáticos), desenvolvido por Baron e Clopes (1996) para a modelagem do balanço hídrico das culturas. Para tal modelagem, utilizam-se como dados de entrada a precipitação diária, a evapotranspiração de referência descendais, coeficientes de cultura descendais, ciclo da cultura, número e duração das fases fenológicas. Além disso, o método classifica os solos brasileiros de acordo com a textura em três grandes grupos: Tipo 1 (arenoso); Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (argiloso). As diferenças na textura dos solos implicam em diferentes capacidades de armazenamento de água (capacidade de água disponível - CAD). O modelo ainda considera distintas datas de semeadura, com intervalos de dez dias, produzindo um balanço hídrico para cada data e simulando a cultura em cada situação.

O consórcio milho segunda safra com braquiária tem sido utilizado no outono-inverno, predominantemente com a forrageira *Urochloa ruziziensis*, com o objetivo de produzir grãos de milho e de soja em SPD, mantendo o solo permanentemente coberto (CECCON *et al.*, 2013; CONCENÇO *et al.*, 2012). Este sistema proporciona efeitos positivos tanto para a soja quanto para o milho segunda safra, cultivados em sucessão, com destaque para o controle de plantas daninhas, além de proporcionar melhorias físicas e químicas do solo (CECCON *et al.*, 2013). Estudos realizados por Ensinas *et al.* (2015) demonstram que a presença da forrageira não prejudica a produção de grãos, e que o consórcio com forrageiras do gênero *Urochloa* pode ainda proporcionar um incremento na produtividade do milho. As forrageiras perenes como *U. brizantha*, *U. ruziziensis*, *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *Panicum maximum* cv. Mombaça, além de fornecerem grande quantidade de massa seca, apresentam alta relação C/N, que diminui a velocidade de decomposição da palha e protege o solo por mais tempo contra erosão e ação da radiação solar (PEREIRA *et al.*, 2014). Flores *et al.* (2013) observaram que pode haver redução no rendimento de grãos de milho de segunda safra no primeiro ano de consórcio, no entanto, na safra seguinte, os autores observaram incrementos de produtividade na cultura da soja.

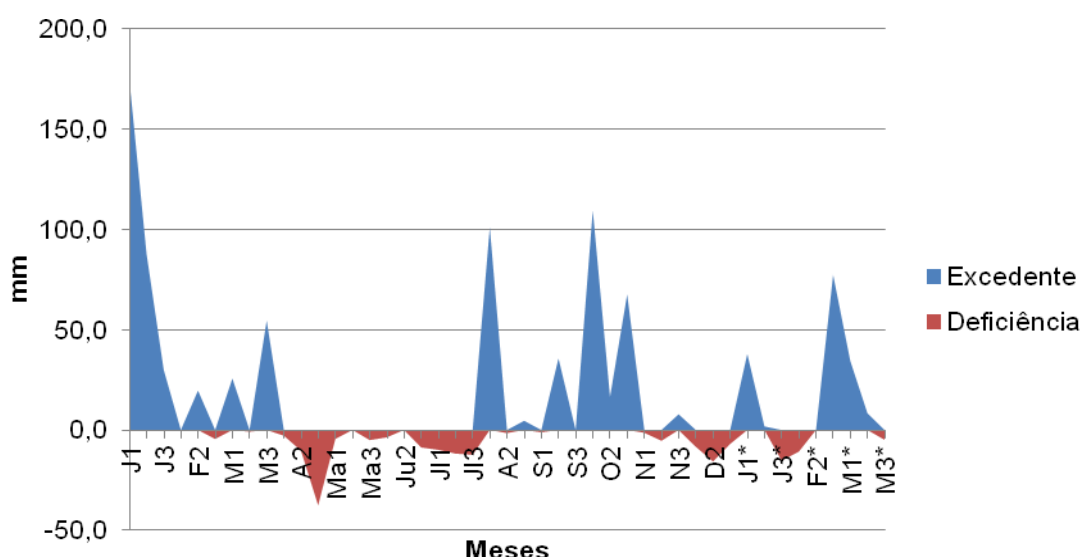
A produção do milho quando consorciado com braquiária e a produção da soja quando semeado em sucessão ao milho segunda safra, mostrou-se superior quando o milho foi consorciado tanto com *U. ruziziensis* quanto com *U. brizantha* cv. Marandu (CECCON; BORGHI; CRUSCIOL, 2013). Além disso, os autores observaram que o consórcio do milho com *Urochloa* spp. proporcionou aumento na produção de resíduos de culturas, sem reduzir a produtividade de grãos de milho. Ao comparar a influência dos resíduos culturais de três espécies de braquiárias consorciadas com milho segunda safra, Chioderoli *et al.* (2012) observaram que na modalidade de semeadura na linha do milho, a espécie *U. decumbens* propiciou maior produção de soja em relação a *U. brizantha*, sem diferença para *U. ruziziensis*, o que demonstra respostas diferenciadas entre espécies de braquiárias.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a produção de massa seca na cobertura do solo produzida por diferentes espécies de braquiárias, solteiras ou consorciadas com a cultura do milho segunda safra, o desempenho produtivo do milho, bem como a produtividade da soja cultivada em sucessão no sistema de produção.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Londrina – PR – Brasil, em área experimental do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR – EMATER (IDR – Paraná), situado geograficamente a 23° 22' S e 51° 10' W, com altitude de 585 metros, tendo solo classificado como Latossolo Vermelho eutroférico típico, de textura argilosa e com relevo ondulado. O clima local de acordo com a classificação de Koppën é do tipo Cfa (subtropical úmido), com temperatura média anual de 21,1°C e precipitação média de 1.604 mm (IDR – Paraná, 2020). Para o ano agrícola de 2019, foram coletados os dados meteorológicos e realizado o de balanço hídrico decendial (Figura 1).

Figura 1. Balanço hídrico decendial (mm) do ano agrícola 2018/2019. Londrina – PR – Brasil, 2021.



Fonte: IDR – Paraná, 2020.

O experimento foi instalado em três épocas de semeadura (janeiro, fevereiro e março), com delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições e número de tratamentos variáveis de acordo com as avaliações realizadas. Para o desempenho produtivo do milho foram avaliados sete tratamentos, correspondentes a consorciação com seis espécies de braquiárias: Marandú (*Urochloa brizantha* cv Marandu), Piatã (*Urochloa brizantha* cv Piatã), MG5 (*Urochloa brizantha* cv MG5), Decumbens (*Urochloa decumbens*), Ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*) e MG4 (*Urochloa brizantha* cv MG4), mais um tratamento controle com milho solteiro. Para o rendimento de matéria seca da cobertura vegetal foram avaliados 13 tratamentos correspondentes às seis espécies de braquiárias solteiras ou consorciadas com o milho de segunda safra, mais um controle com o milho solteiro.

A semeadura do milho segunda safra foi realizada em 24/01/2018; 28/02/2018 e 22/03/2018, com as colheitas em 15/06/2018, 20/07/2018 e 16/08/2018, respectivamente. O híbrido de milho utilizado foi o Morgan 30A37 PowerCore, recomendado para a segunda safra na região de Londrina, que apresenta as características de ser um híbrido simples, de ciclo precoce, de grão semiduro amarelo-alaranjado. Foram semeadas 4,5 sementes por metro linear, totalizando uma população de 50.000 plantas por hectare, conforme recomendação da empresa obtentora. A semeadora utilizada foi do modelo Khun de 5 linhas espaçadas em 0,9 m, com adição de 250 Kg ha⁻¹ do adubo formulado 04-30-10.

A semeadura das seis espécies de braquiárias em consórcio com o milho foi realizada manualmente, imediatamente após a semeadura do milho, em linhas intercalares espaçadas a 0,45 m das linhas de milho. Aos quinze dias após a emergência das plântulas das braquiárias, foi realizado o desbaste, com o auxílio de uma régua graduada, deixando-se 10 plantas por metro linear, totalizando uma população de 111.111 plantas ha⁻¹.

Nos tratamentos com as seis espécies de braquiárias solteiras a implantação foi realizada em duas etapas. No primeiro momento, a semeadura ocorreu com o auxílio da semeadora Khun no espaçamento 0,45 m, e em um segundo momento foi realizada uma operação manual com o auxílio de uma enxada reduzindo o espaçamento entre linhas para 0,225 m, totalizando uma população de 444.444 plantas ha⁻¹. O desbaste ocorreu nas mesmas datas dos tratamentos consorciados, após 15 dias de emergência das plântulas das braquiárias, com o auxílio de uma régua graduada.

A dessecação pré-semeadura foi realizada, utilizando-se a mistura dos herbicidas glifosato na dose de 2,5 L ha⁻¹ mais aurora (carfentrazone-etílica) na dose de 80 mL ha⁻¹.

Na semeadura de janeiro foi utilizado o inseticida comercial Platinum Neo® (i.a. Lambda cialotrina + Tiametoxan) com a dose de 0,25 L ha⁻¹, para o controle de percevejos. Uma segunda aplicação para o controle de percevejos, foi necessária, sendo aplicado o produto comercial Connect® (i.a. Beta Ciflutrina + Imidacloprido), na dose de 1,0 L ha⁻¹. Para o controle de lagartas foi realizada a aplicação da mistura dos seguintes produtos comerciais: Connect na dose de 1,0 L ha⁻¹ juntamente com Prêmio® (i.a. Clorantraniliprole) na dose de 0,15 L ha⁻¹. Os tratos culturais realizados para a semeadura no mês de fevereiro foram a aplicação do produto comercial Connect, na dose de 1,0 L ha⁻¹. Também foi realizada a aplicação do produto comercial Belt® (i.a. Flubendiamida) para o controle de lagartas, na dose 0,2 L ha⁻¹. Para semeadura no mês de março foram realizadas duas aplicações do produto comercial Platinum Neo®, na dose de 0,25 L ha⁻¹. Foi realizada

uma segunda aplicação deste mesmo produto para o controle de percevejos. Foi necessária a aplicação do inseticida Belt® na dose de 0,2 L ha⁻¹ para o controle de lagartas.

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada manualmente no estágio V6 da cultura do milho, com aplicação de 80 Kg N ha⁻¹ na forma de ureia (45% N), para as três épocas de semeadura.

A colheita do milho foi realizada manualmente, sendo colhidas as duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade, totalizando 8 metros lineares, por parcela. Após a colheita as amostras foram ensacadas, identificadas, armazenadas e devidamente protegidas para o processo de trilha das espigas, com o auxílio de uma trilhadora elétrica estática. Os grãos de milho, foram debulhados, pesados e corrigidos a umidade para 13%, com a produtividade das parcelas expressas em Kg ha⁻¹.

Antecedendo a semeadura da cultura da soja em sucessão as culturas de inverno, foi realizada uma dessecação com glifosato (nome comercial Zapp Qi®, na dose de 4,0 L ha⁻¹) mais aurora (carfentrazone-etílica) na dose de 80 mL ha⁻¹.

A cultivar de soja utilizada foi a TMG 7063 IPRO que possui crescimento indeterminado, coloração do hilo marrom claro, moderadamente resistente ao acamamento e às principais espécies de fitonematoides do solo. A semeadura foi realizada para todos os tratamentos, em 02/10/2018, com auxílio da semeadora modelo Khun com nove linhas espaçadas com 0,45 m. Foram distribuídas 11,25 sementes por metro linear, totalizando uma população de 250.000 plantas ha⁻¹. A formulação utilizada para adubação de base foi o 04-24-16 na dose de 250 Kg ha⁻¹.

Para o controle de doenças e pragas foram realizadas duas aplicações que corresponderam a mistura de tanque dos fungicidas comerciais Fox® (i.a. Trifloxistrobina + Protioconazol, na dose de 0,4 L ha⁻¹), associado com Manzate® (i.a. Mancozeb, na dose de 2 Kg ha⁻¹) mais o óleo mineral Aureo® na dose de 0,4 L ha⁻¹. A segunda aplicação foi realizada utilizando-se a mistura de tanque entre os produtos comerciais, Galil® (i.a. I midacloprido + Bifetrina, na dose 0,4 L ha⁻¹), Fox® (dose 0,4 L ha⁻¹), Manzate® (dose de 2 Kg ha⁻¹) e Aureo® (dose de 0,3 L ha⁻¹).

A colheita da soja foi realizada manualmente em 22/02/2019, colhendo-se 4 metros lineares de duas linhas centrais, descartando-se um metro em cada extremidade das linhas. Após a colheita as plantas foram devidamente ensacadas e armazenadas. A trilha foi realizada com o auxílio de uma trilhadora elétrica estática. Os grãos foram pesados, e a umidade corrigida para 13%, com a produtividade de grãos expressa em Kg ha⁻¹.

A avaliação da produtividade de grãos e matéria seca do milho foi realizada no sistema consorciado e no milho solteiro, enquanto a produtividade de matéria seca das braquiárias (palhada) foi avaliada em ambos os sistemas, exceto na testemunha adicional com o cultivo do milho solteiro. Esta avaliação foi realizada com o auxílio de um quadro de 0,5 m x 0,5 m (totalizando 0,25 m²) por parcela para as braquiárias solteiras. Para os tratamentos de milho solteiro e milho consorciado com espécies de braquiárias foram coletados o material vegetal de um metro linear das parcelas. Utilizou-se a mesma metodologia para a colheita de matéria seca na cultura da soja, sendo coletadas as plantas em 1 metro linear da fileira. A massa da cobertura vegetal coletada nos diferentes tratamentos foi destinada para estufa de ventilação de ar forçada durante 72 horas a 68°C, atingindo massa constante, posteriormente pesada com expressão dos resultados em Kg ha⁻¹.

As pressuposições de normalidade dos erros e homogeneidade de variância foram aferidas pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software estatístico R (R Core Team, 2020). Os dados foram submetidos a análise de variância e se significativo pelo teste F ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Foi realizada a análise individual por época, bem como a análise conjunta dos dados. No presente estudo, a comparação entre épocas não pode ser realizada, conforme descrito por Ferreira (2018). A razão entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo por época foi calculado a fim de validar o modelo de análise de variância conjunta, devendo o mesmo ser menor que 7.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de grãos de milho de segunda safra não foi alterada pela consorciação com as diferentes espécies de braquiárias, nas três épocas de cultivo avaliadas (Tabela 01). Entretanto, analisando-se conjuntamente as três épocas de semeadura, foi observado diferença significativa entre os tratamentos, em que o milho solteiro expressou maior produtividade de grãos que o consórcio com a braquiária MG5, sendo este 20,25% inferior, sem diferir das demais espécies de braquiárias avaliadas (Tabela 1).

Todavia, esses resultados obtidos discordam daqueles encontrados por Macedo e Zimmer (1990), que verificaram a existência de efeitos negativos da *U. brizantha* na produtividade do milho, principalmente quando semeado em época desfavorável ao cereal. Porém, os mesmos autores relatam que o consórcio foi mais afetado pelas condições

climáticas do que pela competição entre as plantas intercaladas, propriamente dita. Comprova-se assim a importância de se respeitar a época de semeadura adequada para a cultura proposta pelo ZARC.

Tabela 1. Produtividade de grãos de milho (GM) Kg ha⁻¹, em diferentes épocas de semeadura (E1-janeiro, E2-fevereiro, E3-março), em cultivo consorciado com diferentes espécies de forrageiras do gênero Braquiária (Marandu, Piatã, MG5, Decumbens, Ruziziensis, MG-4), e milho solteiro. Londrina – PR, 2021.

Tratamentos	GM/E1 Kg ha ⁻¹	GM/E2 Kg ha ⁻¹	GM/E3 Kg ha ⁻¹	Média Kg ha ⁻¹	Produtividade relativa (%) ¹
Marandu	7920 a	4687 a	2621 a	5076 ab	-10,31
Piatã	7399 a	5174 a	1780 a	4785 ab	-15,46
MG5	6630 a	4646 a	2268 a	4514 b	-20,25
Decumbens	7234 a	4673 a	2919 a	4942 ab	-12,69
Ruziziensis	7642 a	5144 a	2981 a	5256 ab	-7,14
MG4	6791 a	5433 a	2619 a	4948 ab	-12,58
Milho solteiro	7491 a	5979 a	3510 a	5660 a	0
<i>p</i> -valor	0,2892	0,4665	0,0857	0,0500	
CV (%)	9,17	16,56	22,71	14,34	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ¹Produtividade relativa em relação ao milho solteiro.

A utilização dos sistemas de consorciação entre o milho com espécies forrageiras somente é uma opção viável devido ao diferencial na taxa de crescimento inicial e pelos distintos picos de demandas nutricionais pelas culturas, fazendo com que ocorra interação sem que haja competição significativa entre as espécies (PORTES *et al.*, 2000; JAKELAITIS *et al.*, 2005). Nesse sentido, de acordo com Oligini *et al.* (2019), a cultura do milho não apresenta perdas de produtividade quando cultivada em sistema de consórcio com culturas forrageiras, tal como observado no presente estudo, em que independente da presença das espécies de braquiárias a produtividade não foi alterada significativamente. Possivelmente, essa não diferença entre as espécies ocorre devido a braquiária apresentar crescimento mais lento, o que é algo vantajoso para o cultivo consorciado com o milho,

devido ao acúmulo de biomassa entre as espécies ocorrerem em tempo e espaço diferentes (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003).

Por outro lado, quando se analisou conjuntamente as diferentes épocas, houve menor produtividade de grãos de milho quando em consorciação com a braquiária MG 5 (tabela 1). A maior competição proporcionada pela braquiária MG 5 é devido a características bastantes específicas desta forrageira, como demonstrado por Valle *et al.* (2003), em que a capim MG 5 mostrou ser uma planta de estabelecimento rápido e de melhor rebrota quando comparado com a forrageira capim Marandu, sendo seu florescimento tardio e concentrado entre os meses de maio e junho. Assim, a competição pelos recursos ambientais disponíveis como água, nutrientes, espaço e luminosidade por maior tempo em relação as demais espécies explica essa redução na produtividade do milho.

A menor produtividade relativa de grãos foi encontrada no tratamento do milho consorciado com o capim MG 5, sendo 20,25% menor que a produtividade no tratamento milho solteiro (Tabela 1). Já a *U. ruziziensis* demonstrou a menor competição com a cultura do milho quando consorciada, pelos recursos do ambiente (água, luz e nutrientes) por apresentar a menor perda de produtividade de grãos (- 7,14 %), quando comparada com o tratamento milho solteiro. Com o menor crescimento da cultura do milho, ou seja, menor acúmulo de matéria seca nos meses de fevereiro e março (E2 e E3) quando comparados ao mês de janeiro (E1) independente das espécies forrageiras consorciadas, menor foi o efeito do sombreamento nas braquiárias em sistema consorciado. Sereia *et al.* (2012) relatam que ocorreu uma retomada do crescimento das braquiárias e atribuiu esse comportamento ao maior estímulo luminoso recebido pelas braquiárias. Vários autores também relatam a intensificação do crescimento de espécies de braquiárias com o aumento da interceptação luminosa, mostrando que a cultura atinge maiores valores de IAF e altura de dossel com maior porcentagem de luminosidade (TRINDADE *et al.*, 2007; DANTAS *et al.*, 2016; SILVEIRA *et al.*, 2016; SOUZA, 2017). Desse modo, há maior competição entre o milho e a braquiária por água, luz e nutrientes (REIS, 2010), aumentando assim a competição intraespecífica (SILVA JUNIOR *et al.*, 2014). Pode ocorrer diminuição da produtividade do milho, conforme trabalhos de Portes *et al.* (2000) e Jakelaitis *et al.* (2005a) e demonstrado neste trabalho.

Segundo Ceccon *et al.*, (2005) a semeadura da *U. ruziziensis* na entrelinha do milho segunda safra, no mesmo dia, não afeta significativamente a produtividade do milho no sistema consorciado, e juntos, proporcionaram maior quantidade de resíduos vegetais que o milho solteiro, corroborando com os resultados deste trabalho.

Para a produção de matéria seca de milho, matéria seca do milho + braquiária e matéria seca da braquiária, os dados foram analisados em cada época de semeadura de modo que não houve diferenças significativas entre os tratamentos para a produção de massa seca do milho em cultivos consorciados, do somatório do milho mais a braquiária em sistemas consorciados e para as braquiárias em cultivo solteiro, nas três épocas de cultivo avaliadas (Tabela 2).

Tabela 2. Matéria seca do milho (M) solteiro e em consorciação com diferentes espécies de braquiárias (Marandu, Piatã, MG5, Decumbens, Ruziziensis, MG-4), somatório da matéria seca das espécies de braquiárias e do milho em cultivo consorciado e solteiro (M+B) e das espécies de braquiárias solteiras (BS) em diferentes épocas de semeadura (E1-janeiro, E2-fevereiro, E3-março). Londrina – PR, 2021.

Época	E1			E2			E3		
	Matéria seca (Kg ha ⁻¹)								
Tratamentos	M	M+B	BS	M	M+B	BS	M	M+B	BS
Marandu	6986 a	9680 a	8921 a	5860 a	8360 a	12293 a	2663 a	4055 a	4665 a
Piatã	6460 a	9613 a	8015 a	6269 a	9050 a	13224 a	2467 a	3801 a	6095 a
MG5	6712 a	9076 a	10605 a	6195 a	8491 a	13796 a	3102 a	5457 a	7364 a
Decumbens	7353 a	9858 a	10363 a	5468 a	7093 a	13321 a	3254 a	4580 a	7285 a
Ruziziensis	6762 a	8388 a	7365 a	6210 a	9678 a	12967 a	2965 a	4239 a	6901 a
MG4	7626 a	10641 a	10915 a	5974 a	9262 a	13485 a	2936 a	3829 a	5387 a
Milho solteiro	7781 a	7781 a	-	6550 a	6550 a	-	3497 a	3497 a	-
<i>p</i> -valor	0,3749	0,3436	0,1785	0,5755	0,2540	0,9966	0,3186	0,2292	0,5111
CV (%)	11,16	12,49	19,78	10,92	15,03	27,15	17,5	19,89	31,67

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

No presente estudo não houve diferenças entre as espécies de forrageiras utilizadas nos consórcios, inclusive a *Urochloa ruziziensis*. No estudo de Oligini *et al.* (2019), os autores observaram que tanto o cultivo consorciado de milho com *U. brizantha* quanto o de milho com *U. ruziziensis* apresentaram maior produção de biomassa, em comparação com as demais espécies utilizadas, que foram crotalária e guandú, sendo que a forrageira mais indicada sem que haja comprometimento do rendimento da cultura principal foi *Cajanus cajan*.

Nas sementeiras de janeiro e fevereiro, a quantidade acumulada de massa seca de palha, independente da espécie de braquiária consorciada, foi suficiente para suprir à quantidade que deve ser adicionada anualmente à superfície do solo de 6.000 Kg ha⁻¹ citados por Kochhann e Denardin (2000), a qual é considerada a quantidade mínima para uma adequada cobertura do solo. Essa recomendação atende o pré-requisito determinado pela FAO (2014), em que a cobertura do solo deve corresponder à no mínimo 30% da superfície da área cultivada.

No caso do presente estudo, a baixa produção de matéria seca nos tratamentos na sementeira de março pode ter sido causada em consequência da época de sementeira em função do período de déficit hídrico (figura 01), dificultando o adequado desenvolvimento das plantas. Segundo Djemel *et al.* (2019) o milho é uma das culturas mais suscetíveis ao déficit hídrico. Este fato é comprovado neste estudo, através do tratamento milho solteiro, pela diminuição no acúmulo de matéria seca (E1: 7781 Kg ha⁻¹; E2: 6550 Kg ha⁻¹; E3: 3497 Kg ha⁻¹) (tabela 02) repercutindo na produtividade de grãos (E1: 7491 Kg ha⁻¹; E2: 5979 Kg ha⁻¹; E3: 3510 Kg ha⁻¹) (tabela 01) de acordo com a época de sementeira, e principalmente correlacionado a estiagem nos meses de fevereiro e março, descrito através do balanço hídrico decendial (Figura 1). Rufino *et al.* (2012) avaliando o desempenho de quatro genótipos de milho submetidos a diferentes períodos de déficit hídrico no estágio de crescimento vegetativo, constataram que todas as características da parte aérea das plantas foram prejudicadas pela redução da disponibilidade hídrica, notadamente nos parâmetros de altura de planta, fitomassa e área foliar. De acordo com Magalhães *et al.* (2002) dois dias de estresse hídrico no florescimento diminuem o rendimento de grãos em mais de 20%, e de quatro a oito dias diminuem em mais de 50%.

Na presente pesquisa a braquiária MG-5 demonstrou o maior acúmulo de matéria seca durante os meses da ocorrência do déficit hídrico (E2: 13.796 Kg ha⁻¹ e E3: 7.364 Kg ha⁻¹) no tratamento solteiro quando comparados com as demais braquiárias, demonstrando sua melhor aclimação ao período de déficit hídrico. Machado e Assis (2010) em avaliações realizadas com oito forrageiras durante a estação seca, observaram também que a braquiária MG 5 foi uma das mais produtivas em acúmulo de matéria seca.

Para o índice de colheita do milho não houve diferenças significativas entre os tratamentos nas três épocas de sementeira, bem como na média das mesmas (Tabela 3). Este índice mede a eficiência da planta em alocar parte dos fotoassimilados para o enchimento de grãos. De acordo com Jakelaitis *et al.* (2010), índices de colheita em torno de 0,50 são comuns em híbridos em condições de competição interespecífica, e mesmo sendo

influenciado em relação a diferença entre os tratamentos e/ou forma de implantação das culturas. Segundo Kichel (2018), o IC é um fator que pode ser pouco influenciado pela competição da cultura principal com a forrageira, visto que ao avaliar o consórcio de milho e braquiária nas safras de 2014 e 2015, observou que no ano de 2014 houve diferenças quando o consórcio foi feito com Mombaça e MG 5, enquanto no ano seguinte não houve diferença. Este mesmo autor relata que pode ser percebida diferença na massa seca total e não sobre a massa seca dos grãos ou da palhada. Assim, o fato de apresentar menor produtividade em milho consorciado com a braquiária MG 5 no presente estudo não necessariamente reflete no índice de colheita, uma vez que este também depende da produtividade de matéria seca, na qual não foi obtido diferenças entre as espécies avaliadas.

Tabela 3. Índice de colheita (IC) do milho em diferentes épocas de semeadura (E1-janeiro, E2-fevereiro, E3-março) consorciado com diferentes espécies de braquiária (Marandu, Piatã, MG5, Decumbens, Ruziziensis, MG-4) e solteiro. Londrina – PR, 2021.

Tratamentos	IC/E1	IC/E2	IC/E3	Média das épocas
Marandu	0,53 a	0,44 a	0,50 a	0,49 a
Piatã	0,53 a	0,45 a	0,42 a	0,47 a
MG5	0,50 a	0,42 a	0,41 a	0,44 a
Decumbens	0,50 a	0,46 a	0,47 a	0,48 a
Ruziziensis	0,53 a	0,45 a	0,50 a	0,49 a
MG4	0,47 a	0,47 a	0,47 a	0,47 a
Milho Solteiro	0,49 a	0,48 a	0,50 a	0,49 a
<i>p-valor</i>	0,379	0,374	0,485	0,449
CV (%)	7,61	6,68	13,97	6,26

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A produtividade de grãos da soja não foi significativamente alterada pelos tratamentos de cultivo solteiro e consorciado de diferentes espécies de braquiárias e pelo milho solteiro, nas três épocas de cultivo e na média das mesmas (Tabela 4). De forma geral, a produtividade da soja do presente estudo foi menor que a média do estado do Paraná, que de acordo com a Conab (2020) esteve em torno de 3925 Kg ha⁻¹. Entretanto, cabe ressaltar-se que na presente pesquisa alguns tratamentos apresentaram produtividades superiores, como no

tratamento com a capim Marandu (4053 Kg ha⁻¹) e capim MG 5 (3938 Kg ha⁻¹), ambas na semeadura de janeiro.

Embora as comparações entre épocas não sejam possíveis, em virtude das características do delineamento experimental, é notável que em semeaduras mais precoces do milho, há maiores efeitos na produtividade da soja. Esse fato provavelmente está relacionado com o maior tempo de permanência das braquiárias no campo, o que permite maior geração de fitomassa, o que pode beneficiar a cultura da soja, direta e indiretamente.

Na figura 1 é possível verificar a ocorrência de valores negativos do balanço hídrico nos meses de novembro, dezembro e janeiro, durante o cultivo da soja. Segundo Oliveira *et al.*, (2003) a cobertura do solo com palhada contribui para a manutenção da temperatura e umidade no solo, reduzindo perdas de água por evaporação, aumentando a capacidade de armazenamento hídrico no solo. Cabela (1999) descreve que a infiltração e a retenção de água no solo determinam o balanço de água na zona radicular das plantas cultivadas. Conseqüentemente, a conservação da umidade do solo é uma questão crítica para a produção de grãos (AZOOZ *et al.*, 1996). Além disso, vários trabalhos têm demonstrado que o uso de plantas de cobertura, aumentam gradativamente a matéria orgânica do solo, desempenhando papel fundamental na ciclagem de nutrientes (DERPSCH *et al.*, 1895; MONEGAT, 1991; CALEGARI *et al.*, 1993; AITA *et al.*, 1994; PAVINATO *et al.*, 1994; DAS ROS; AITA, 1996).

Tabela 4. Produtividade em Kg ha⁻¹ de grão de soja (GS) cultivada em sucessão ao milho segunda safra semeado em diferentes épocas de semeadura (E1-janeiro, E2-fevereiro, E3-março) em consorciação ou não com cultivares de *Urochloa* (Marandu, Piatã, MG5, Decumbens, Ruzizensis, MG-4). Londrina – PR, 2021.

Tratamentos		GS/E1	GS/E2	GS/E3	Média das épocas
Marandu	Cons.	3140 a	3363 a	2397 a	2967 a
Piatã	Cons.	3175 a	3060 a	2503 a	2913 a
MG5	Cons.	3170 a	2568 a	2963 a	2900 a
Decumbens	Cons.	3284 a	3064 a	2566 a	2971 a
Ruzizensis	Cons.	3622 a	3030 a	2508 a	3053 a
MG4	Cons.	3068 a	3385 a	2516 a	2989 a
Marandu	Solteiro	4053 a	3602 a	2883 a	3512 a
Piatã	Solteiro	3497 a	3608 a	2836 a	3314 a

MG5	Solteiro	3938 a	2995 a	3117 a	3350 a
Decumbens	Solteiro	3876 a	3404 a	2313 a	3198 a
Ruziziensis	Solteiro	3922 a	3422 a	3041 a	3461 a
MG4	Solteiro	3788 a	3816 a	2586 a	3397 a
Milho Solteiro		3287 a	2996 a	2450 a	2911 a
Médias		3525	3255	2668	3149
<i>p</i> -valor		0,012	0,230	0,372	0,013
CV (%)		10,29	15,16	16,06	7,47

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Embora o presente estudo não tenha apresentado efeito significativo das espécies de braquiárias solteiras ou consorciadas com o milho sobre a produtividade da soja (tabela 04), vale mencionar que o efeito positivo geralmente é observado após sucessivos anos adotando o sistema (MECHI *et al.*, 2016). Esse fato ocorre, pois, as melhorias em atributos de produtividade geralmente estão atreladas a melhoria na qualidade do solo, o que não é um processo rápido de ocorrer, sobretudo em países de clima tropical como o Brasil, uma vez que as altas temperaturas e umidade, favorecem a decomposição da matéria orgânica (Andrade *et al.*, 2013).

Os resultados desse estudo, embora não tenha obtido resultados promissores das diferentes espécies de braquiárias na produtividade do milho e da soja, bem como na geração de massa seca, encaminha para novos estudos, sobretudo visando maiores períodos experimentais, estudando diferentes espécies de forrageiras. Assim, a busca por comprovar os benefícios a curto e longo prazo dos sistemas de consorciação sobre culturas sucessoras, como a soja, é interessante para o produtor rural, pois, a sustentabilidade do sistema depende de manejos que minimizem os impactos ambientais, sobretudo em épocas de déficit hídrico ou excesso hídrico, são necessários e devem ser explorados na pesquisa. Além disso, apesar de existir um número relativamente grande de trabalhos na literatura que estudam a consorciação de espécies, ainda não se tem uma resposta definitiva sobre as espécies que trazem benefícios sólidos e com baixa interferência na cultura principal.

3.4 CONCLUSÃO

A produtividade de grãos de milho, da massa seca de milho solteiro, massa seca de braquiária consorciada com milho, massa seca de braquiária solteira, o índice de

colheita e a produtividade de grãos de soja não foram afetadas pelos sistemas de produção com cultivos consorciados ou solteiro.

3.5 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. A.; SILVA, L. F. M.; PIRES, A. M. M.; COSCIONE, A. R. Disponibilidade e mineralização do nitrogênio após sucessivas aplicações de lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 5, p. 536-544, 2013
- AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S.; ELSAYED, A. Y. A. M.; PEDROSA, C. E.; NEIVA, I. P.; FIGUEIREDO, J. A. Influence of harvest time and cultivation sites on the productivity and quality of sweet potato. **Horticultura Brasileira** 32: 21-27. 2014
- BARON, C.; CLOPES, A. **Sistema de Análise Regional dos Riscos Agroclimáticos (SARRA)**. Paris: CIRAD. 1996. 37p
- BATTISTI, R. **Épocas de semeadura da cultura da soja com base no risco climático e na rentabilidade líquida para as principais regiões produtoras do Brasil**. Piracicaba, São Paulo, 2013
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento agrícola de risco climático**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/>>. Acesso em 01junho. 2021
- CECCON, G.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Modalidades e métodos de implantação do consórcio milho-braquiária. **In: CECCON, G. Consórcio Milho Braquiária**. Nº1. Brasília, DF: Embrapa, 2013, p. 27-46
- CECCON, G.; SAGRILO, E.; FERNANDES, F.M.; MACHADO, L.A.Z.; STAUT, L.A.; PEREIRA, M.G.; BACKES, C.F.; ASSIS, P.G.G.; SOUZA, G.A. Milho safrinha em consórcio com alternativas de outono-inverno para produção de palha e grãos, em Mato Grosso do Sul, em 2005. **In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA**, 8. 2005, Assis. Resumos... Campinas: Instituto Agrônômico, 2005. p.361-366
- CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.777-788, 2005

CHIODEROLI, C. A.; MELO, L. M. M.; GRIGOLLI, P. J.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, 2012

DAROLT, M. R. **Princípios para implantação e manutenção do sistema**. Plantio direto: pequena propriedade sustentável, 1998

DO CARMO, E. L.; BRAZ, G. B. P.; SIMON, G. A.; SILVA, A. G.; ROCHA, A. G. C. Desempenho agrônômico da soja cultivada em diferentes épocas e distribuição de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 1, 2018

ENSINAS, S. C.; SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; SILVA, E. F.; PRADO, E. A. F.; ALTOMAR, P. H.; LOURENTE, E. R. P.; MARTINEZ, M. A.; POTRICH, D. C.; CONRAD, V. A.; ROSA, C. B. C. J.; MATOS, F. A.; MIRANDA, R. A. S. Impact of above-ground dry matter residue from cover crops on fall-winter corn and spring-summer soybean yield under no-tillage system. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, v. 12, p. 1165-1172, 2015

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada às ciências agrárias**. Editora UFV, 2018

FLORES, A. J. M.; SANTOS, P. R.; RICHETTI, A.; CECCON, G. Sistemas de produção de milho safrinha em Mato Grosso do Sul, em 2013. **In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA**. Estabilidade e Produtividade, Dourados – MS, Embrapa e UFGD, 2013

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). The State of food and agriculture: social protection and agriculture, 2014

JAKELAITIS A.; SANTOS, J. B.; VIVIAN, R.; SILVA, A. A. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 59-68, 2005

JAKELAITIS, A., DANIEL, T. A. D., ALEXANDRINO, E., SIMÕES, L. P., SOUZA, K. V.; LUDTKE, J. Cultivares de milho e de gramíneas forrageiras sob monocultivo e consorciação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 380-387, 2010

JEMEL, A.; ÁLVAREZ-IGLESIAS, L.; SANTIAGO, R.; MALVAR, R. A.; PEDROL, N.; REVILLA, P. Algerian maize populations from the Sahara desert as potential sources of drought tolerance. **Acta Physiologiae Plantarum**. v. 41, n. 1, p. 12, 2019

KICHEL, A. N. **Produtividade de milho e gramíneas tropicais perenes no outono – inverno em sucessão a soja**. 2018. 89 p. Universidade Federal da Grande Dourados. Tese. Programa de Pós – Graduação em Agronomia. Dourados, MS. 2018

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. 1.ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.131-141

KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E. **Implantação e manejo do sistema plantio direto**. Embrapa Trigo, 2000

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 4, p. 415-422, 2010

MAGALHAES, P. C.; DURAES, F. O.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 2002

MARCARINI, B. Q. **Densidades de semeadura de *Urochloa ruziziensis* em consórcio com milho no médio norte de Mato Grosso**. 2018. 54 p. Universidade Federal De Mato Grosso Campus Universitário de Sinop Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Engenharia Agrícola E Ambiental, Sinop. 2018

MECHI, I. A.; SANTOS, A. L. F.; FACHINELLI, R.; CECCON, G. Anos de consórcio de milho safrinha com braquiária sobre a produtividade da soja em sucessão. In Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). **In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA: **Zoneamento Agrícola**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/zoneamento-agricola>>. Acesso 24 maio 2021

MONTEIRO, J. E. B. A. (Ed). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. 530p

OLIGINI, K. F.; SALOMÃO, E. C.; BATISTA, V. V.; LINK, L.; ADAMI, P. F.; SARTOR, L. R. Produtividade de milho consorciado com espécies forrageiras no sudoeste do Paraná. **Revista Agrarian**, v. 12, n. 46, p. 434-442, 2019

PEREIRA, F. C. B. L.; MENDONÇA, V. Z.; LEAL, S. T.; ROSSETTO, J. E. Avaliação econômica e do desempenho técnico do milho consorciado com duas espécies forrageiras dos gêneros panicum e brachiaria em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Agrarian**, v. 7, n. 23, 2014

PORTES, T.A.; CARVALHO, S.I.C.; OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1349-1358, 2000

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020

REIS, W. F. **Tratamento de sementes, método e densidade de *Brachiaria brizantha* no consorcio milho e braquiária**. 2010. 38f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010

ROSSETTI, L.A. Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e seguridade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n.3, p. 386-399, 2001

RUFINO, C. D. A.; TAVARES, L. C.; VIEIRA, J. F.; DÖRR, C. S.; VILLELA, F. A.; BARROS, A. C. S. A. Desempenho de genótipos de milho submetidos ao déficit hídrico no estágio vegetativo. **Magistra**, v. 24, n. 3, p. 217-225, 2012.

SEREIA, R. C.; LEITE, L. F.; ALVES, V. B.; CECCON, G. Crescimento de *Brachiaria* spp. e milho safrinha em cultivo consorciado. **Agrarian**, v. 5, n. 18, p. 349-355, 2012

SILVA JÚNIOR, E. B.; SILVA, K.; OLIVEIRA, P. J.; BODDEY, R. M.; ZILLI, J. E.; XAVIER, G. R. Nodulação e produção de feijão caupi em resposta à inoculação com diferentes densidades rizobianas. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.49, n.10, p. 804-812, 2014

TRINDADE, J. K.; SILVA, S. C.; SOUZA JÚNIOR, S. J.; GIACOMINI, A. A.; ZEFERINO, C.V.; GUARDA, V. del A.; CARVALHO, P.C. de F. Composição morfológica da forragem

consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.883-890, 2007.

UNGERA, P.W.; STEWARTA, B. A.; PARRB, J. F.; SINGHC, R. P. Crop residue management and tillage methods for conserving soil and water in semi-arid regions. **Soil & Tillage Research**, v.20, p.219-240, 1991.

VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S.; BONATO, A. L. V. Lançamento de cultivares forrageiras: o processo e seus resultados – cvs. Massai, Pojuca, Campo Grande, Xaraés. **In: EVANGELISTA, A. R.; REIS, S. T.; GOMIDE, E. M. (Ed.). Forragicultura e pastagens: temas em evidência – sustentabilidade.** Lavras: Editora UFLA, 2003. p. 179-225.

ZHANG, Q. Y.; GAO, Q. L.; HEBERT, S.; LI, Y.; HASHEMI, M. Influence of sowing date on phenological stages, seed growth and marketable yield of four vegetable soybean cultivars in North-eastern USA. **African Journal of Agricultural Research**, v. 5, n. 18, p. 2556-2562, 2010.

4 DESEMPENHO PRODUTIVO DA SOJA EM SUCESSÃO AO MILHO SEGUNDA SAFRA CONSORCIADO COM BRAQUIÁRIA E DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA.

RESUMO

A consorciação de forrageiras com milho na safra de inverno é uma importante alternativa para a produção de palha em quantidades adequadas à cobertura do solo, gerando incrementos de produtividade na cultura da soja cultivada em sucessão. O desafio do sistema consorciado é eliminar ou minimizar a competição interespecífica. Dessa forma, o ajuste adequado nas doses de nitrogênio (N) aplicado em cobertura no milho pode ser um fator mitigador dos efeitos negativos desta competição. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho produtivo do milho de segunda safra, com e sem consórcio com *Urochloa ruziziensis*, em resposta às doses de adubação nitrogenada de cobertura, bem como avaliar o efeito residual destes sistemas de produção no desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão sob sistema plantio direto (SPD). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2×4 , com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo milho solteiro e milho consorciado com capim ruziziensis em interação com a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura (0, 60, 120 e 180 Kg ha⁻¹) aplicadas no estágio fenológico V5 do milho, usando como fonte o sulfato de amônia. Avaliou-se na cultura do milho: a altura de planta (AP), altura da espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), número de fileiras (NF) por espiga, número de grãos por fileira (NGF), massa de 100 grãos (M100), prolificidade (Prol) e produtividade de grãos (Prod); e para a soja: matéria seca dos resíduos culturais provenientes da cultura anterior (MSP); população de plantas (Pop); altura da planta (AP); altura da inserção da primeira vagem (AIV); área foliar (AF); massa seca de folhas (MSF); massa seca de haste (MSH); massa seca total da parte aérea (MST); número de vagens (NV); número de grãos por vagem (NGV); massa de 100 grãos (M100) e produtividade (Prod). Constatou-se que o desempenho produtivo do milho e da soja não foram alterados pela consorciação com *U. ruziziensis* e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. A consorciação do milho de segunda safra proporcionou maiores valores de matéria seca da palhada na cobertura do solo, maior população e altura da planta de soja.

Palavras-chave: *Zea mays* L., *Urochloa ruziziensis*, *Glycine max* (L.), plantas de cobertura, sistema de consorciação.

ABSTRACT

The intercropping of forages with corn in the winter crop is an important alternative for the production of straw in adequate quantities for soil cover, generating increases in productivity in the soybean crop grown in succession. The challenge of the consortium system is to eliminate or minimize interspecific competition. Thus, the adequate adjustment in nitrogen (N) doses applied in topdressing in corn can be a mitigating factor for the negative effects of this competition. Thus, the objective of the present work was to evaluate the productive performance of second crop corn, with and without intercropping with *Urochloa ruziziensis*, in response to nitrogen topdressing rates, as well as to evaluate the residual effect of these production systems on the productive performance of soybean cultivated in succession under no-tillage system (SPD). The experimental design used was in randomized blocks, in a 2×4 factorial scheme, with 4 replications. The treatments consisted of single maize and maize intercropped with ruziziensis grass in interaction with the application of nitrogen topdressing doses (0, 60, 120 and 180 Kg ha⁻¹) applied at corn phenological stage V5, using sulphate as source. of ammonia. It was evaluated in the corn crop: plant height (HP), ear height (AE), stem diameter (DC), number of rows (NF) per ear, number of grains per row (NGF), mass of corn. 100 grains (M100), prolificity (Prol) and grain yield (Prod); and for soybeans: dry matter from crop residues from the previous crop (MSP); plant population (Pop); plant height (AP); height of first pod insertion (AIV); leaf area (AF); dry mass of leaves (MSF); stem dry mass (MSH); total shoot dry mass (MST); number of pods (NV); number of grains per pod (NGV); 100 grain mass (M100) and yield (Prod). It was found that the productive performance of corn and soybean were not altered by intercropping with *U. ruziziensis* and nitrogen doses applied in topdressing. The intercropping of second crop corn provided higher values of straw dry matter in the ground cover, greater population, and height of the soybean plant.

Keywords: *Zea mays* L., *Urochloa ruziziensis*, *Glycine max* (L.), cover crops, intercropping systems.

4.1 INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de alimentos do mundo, principalmente no que diz respeito a produção de grãos. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020), o crescimento recorde da produção de grãos no país é estimado em 250,5 milhões de ton, ou seja, 8,5 milhões de ton (3,5%) a mais do que o colhido em 2018/2019; assim, estima-se que em dez anos o país atinja produção em torno de 255,0 milhões de ton de grãos.

Neste contexto, a produção de milho e soja cresceu significativamente com o aprimoramento de fatores como a cultivar, o manejo do solo, a adubação, as práticas culturais e o controle da incidência de pragas e doenças (OKUMURA; MARIANO; ZACCHEO, 2011). Todos os estudos desenvolvidos nessas áreas e tecnologias aplicadas permitiram que a produção de milho e soja chegassem a 101,1 e 114,2 milhões toneladas, respectivamente, em 2019 no Brasil (FAOSTAT, 2021; USDA, 2021; EMBRAPA, 2021).

Dentre as práticas culturais, a aplicação de fertilizantes se destaca como uma das mais utilizadas, sendo que desses, o N é um dos mais requeridos para a alta produtividade e desenvolvimento da soja (VIEIRA, 2017). O N é um dos nutrientes mais exigidos pelas plantas, pois faz parte de processos vitais do vegetal, como a síntese de proteínas, a absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (TAIZ *et al.*, 2017), aumenta os teores de proteínas, proporciona rápido crescimento e auxilia na decomposição da matéria orgânica (VIEIRA, 2017; OKUMURA; MARIANO; ZACCHEO, 2011).

Além da adubação nitrogenada, a consorciação das culturas comerciais com plantas de cobertura mostra-se uma importante prática para se obter elevadas produtividades (SOUZA; FERNANDES, 2018). Isso pois, a consorciação tem por objetivo produzir palhada para cobrir o solo, protegendo-o contra a erosão ocasionada por precipitações intensas, além de manter o solo úmido, melhorando a atividade biológica e promovendo a ciclagem de nutrientes, o que beneficia a cultura subsequente, elevando sua produtividade (VILELA *et al.* 2011).

O consórcio do milho com espécies forrageiras tem se tornando uma alternativa viável tanto técnica quanto economicamente (GARCIA *et al.*, 2012). Esse consórcio apresenta como vantagens, além da produção do milho, a recuperação/reforma de pastagens degradadas e/ou a formação de palhada para o sistema plantio direto (CARVALHO *et al.*, 2005). Entretanto, segundo Garcia *et al* (2012), quando a semeadura da forrageira é realizada simultaneamente à do milho, se não implantada corretamente, pode proporcionar

uma interferência negativa da forragem sobre a cultura, o que poderá reduzir a produção de grãos devido à elevada competição entre as espécies.

Roscoe e Miranda (2013) descrevem que o cultivo do milho segunda safra consorciado com braquiária tem elevado significativamente os teores de matéria orgânica do solo, com impactos positivos na dinâmica de água e na ciclagem de nutrientes, disponibilizando-os para cultura de verão. Tal fato justifica estudos sobre a aplicação de maiores quantidades de fertilizantes nas culturas de outono inverno como estratégia de adubação de sistemas de cultivo objetivando o aporte de N no solo para a cultura em sucessão.

O uso de *Urochloa-ruziziensis* para produção de palhada mostrou-se muito eficiente, pois não forma touceiras e apresenta grande quantidade de raízes e crescimento prostrado, cobrindo rapidamente o solo. Além disso a germinação das sementes pode ocorrer na superfície do solo, não necessitando de incorporação, além de suportar períodos longos de seca e, no retorno das chuvas, apresentar alta velocidade de crescimento, e facilidade de controle nas operações de dessecação (SECRETTEI *et al.*, 2013). Por consequência, melhores serão as condições para o cultivo da soja em sucessão (CECCON *et al.*, 2013).

Diversos estudos comprovam a possibilidade de uso dessa gramínea em consórcio com o milho sem prejuízo econômico, como Gonçalves, Silva e Brandão (2016) que relataram que o milho solteiro e consorciado com *U. ruziziensis* não apresentaram diferença significativa nos parâmetros morfológicos e produtividade da cultura. Alves *et al.* (2013) estudando a densidade ideal de plantas de *Urochloa ruziziensis* para o consórcio com milho segunda safra e avaliar a produtividade da soja em sucessão, verificaram que a consorciação com *U. ruziziensis* na densidade de cinco plantas por metro proporciona melhor rendimento do milho, aporte de palha para o plantio direto e melhor desempenho da soja cultivada em sucessão.

Considerando o exposto, algumas hipóteses foram formuladas: i) o consórcio do milho com *Urochloa ruziziensis* competindo pelos recursos do ambiente (luz, água e nutrientes) diminui a produtividade de grãos da cultura do milho; ii) existe uma relação direta entre a dose de N aplicada em cobertura e a produtividade de grãos na cultura do milho, quando em consórcio com a braquiária; iii) aplicação de diferentes doses de N em cobertura no milho segunda safra, conferem maior retorno econômico no sistema consorciado com braquiária, sendo necessárias doses superiores às indicadas com base na avaliação do milho solteiro; iv) há, portanto, uma dose de N em cobertura que proporciona melhor produtividade do milho e maior formação de palhada das culturas consorciadas, conferindo ao solo

adequada cobertura e aporte de nutrientes para o desenvolvimento e desempenho produtivo da soja em sucessão.

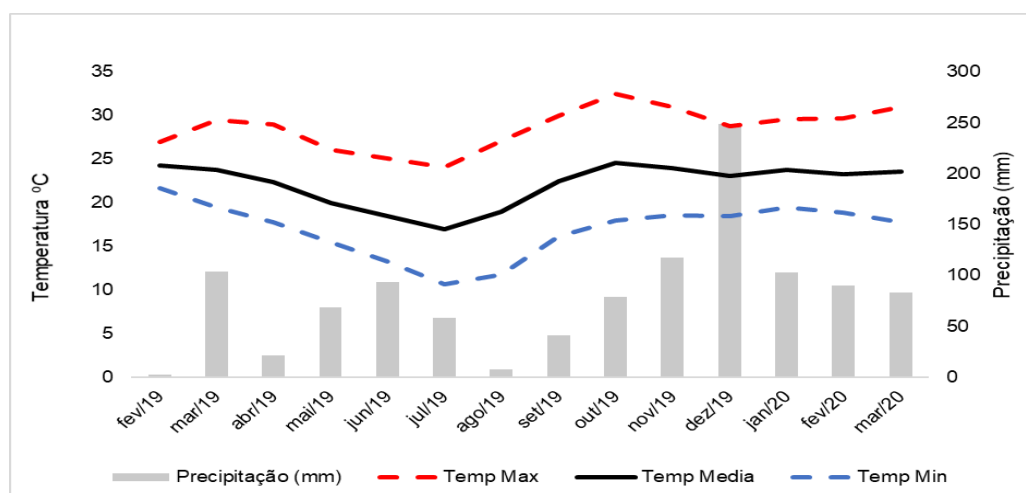
O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho produtivo do milho de segunda safra com e sem consorcio com braquiária (*U. ruziziensis*) associado a doses de adubação nitrogenada de cobertura, bem como o desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (23°23' S, 51°11' W), localizada no município de Londrina, PR, com altitude de 566 metros. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico.

Segundo a classificação de Köppen, o clima na região é do tipo Cfa, subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas por todas as estações do ano. Apresenta ainda verão quente, com temperaturas médias acima de 22 °C e inverno chuvoso. A precipitação pluvial média anual é de 1.633 mm, a temperatura média anual é de 20,9 °C e a umidade relativa do ar anual média é de 71,1%. Os dados climáticos de temperatura do ar e precipitação pluvial, apresentados na Figura 2, foram registrados durante a condução da pesquisa na Estação Meteorológica do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná).

Figura 2. Dados mensais de precipitação pluvial e temperaturas máximas, médias e mínimas no município de Londrina-PR nos meses de condução do experimento, de acordo com o Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná).



Fonte: Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná)

Antes da instalação do experimento, no preparo da área, foi realizada dessecação devido à presença de capim amargoso (*Digitaria* spp.), com o herbicida glifosato na dose de 1.584 g do ingrediente ativo (i.a.) ha⁻¹, cletodim na dose de 240 g i.a. ha⁻¹, e óleo mineral na concentração de 0,5% do volume de calda. Sete dias após, foi feita uma aplicação de Paraquat na dose de 500 g i.a. ha⁻¹ e óleo mineral na concentração de 0,5% do volume da calda.

Em fevereiro de 2019, previamente a instalação do experimento, foi realizada a coleta de solo com estrutura deformada nas camadas de 0,00 a 0,20 m para caracterização dos atributos químicos do solo, com os resultados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Atributos químicos do solo da área experimental na camada de 0,00 a 0,20 m, antes da instalação do experimento. Londrina, PR, 2020.

Atributo	pH CaCl ₂	P-Mehlich1	H+Al ³⁺	Al ³⁺	K ⁺
	-	mg dm ⁻³	-----	cmol _c dm ⁻³	-----
Resultado	5,6	15,86	5,35	0,00	0,32
Atributo	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC pH7,0	V
	-----	-----	-----	-----	%
Resultado	6,00	2,20	8,52	13,87	61,42

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo, Centro de Ciências Agrárias, UEL.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo cultivo do milho solteiro sem capina e pelo milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (capim ruziziensis) e aplicação de doses de N em cobertura na cultura do milho (0, 60, 120 e 180 Kg ha⁻¹). Cada parcela foi constituída de uma área total com 4,0 m de comprimento por 3,2 m de largura, sendo considerado as duas linhas centrais de cada parcela como área útil.

Em 22 de fevereiro de 2019 foi feita a semeadura mecânica do milho híbrido 30F53 da Pioneer, que apresenta elevado potencial produtivo, com super precocidade e elevada resposta ao manejo, quando há aumento dos níveis de adubação e redução do espaçamento em decorrência do aumento da população de plantas de milho dentro dos limites sugeridos. A semeadura ocorreu com auxílio de semeadora-adubadora com haste

escarificadora. As sementes foram previamente tratadas com o inoculante Nitrobacter AZP (*Azospirillum* na dose recomendada de 200 mL ha⁻¹). O espaçamento entrelinhas foi de 0,80 m, com 4,8 sementes por metro de sulco, seguindo a densidade recomendada de 60 mil plantas ha⁻¹.

A *Urochloa ruziziensis* foi semeada de forma manual. Com auxílio de uma enxada foram abertos sulcos nas entrelinhas do milho nas parcelas determinadas, em seguida foram pesadas e distribuídas as sementes nos sulcos, na densidade 5,4 Kg ha⁻¹.

A adubação de base no sulco de semeadura foi realizada levando em consideração as características químicas do solo e expectativa de produtividade de grãos de milho para região. Foram utilizados 250 Kg ha⁻¹ do adubo Yara mix de formulação 10-15-15 N-P₂O₅-K₂O na semeadura.

A adubação nitrogenada em cobertura, nas doses pré-determinadas nos tratamentos, foram realizadas de forma manual, quando as plantas de milho apresentavam estágio fenológico V5, usando como fonte o sulfato de amônia (20% N e 22% S). No estágio fenológico V8 foi feita uma aplicação de fungicida Tilt®, 102 g i.a. ha⁻¹, Priori xtra® 58 g i.a. ha⁻¹ e óleo mineral nimbus®, 0,5% do volume da calda.

No dia 20 de maio de 2019 ocorreu uma geada que causou moderado impacto na cultura da braquiaria. Na cultura do milho foi possível observar danos leves nas folhas localizadas mais próximas ao solo, não afetando a condução do experimento, nem comprometendo a confiabilidade e representatividade dos dados.

A colheita do milho foi realizada manualmente no dia 15 de agosto de 2019. No dia 10 de setembro de 2019 a área experimental foi dessecada utilizando os herbicidas Zapp QI®, ingrediente ativo glifosato 1.550 g i.a. ha⁻¹, Aurora, ingrediente ativo Carfentrazona-etílica 16,4 g i.a. ha⁻¹ e óleo mineral 0,5% do volume da calda.

A cultivar de soja utilizada foi Potencia RR, da empresa Brasmax, com ciclo médio de 124 dias. Esta cultivar apresenta elevado potencial produtivo, estabilidade e grupo de maturação 6.7. Possui hábito de crescimento indeterminado, porte alto, alto índice de ramificação e resistência ao acamamento. Além disso, é resistente ao Cancro da Haste e Podridão Radicular de *Phytophthora*, e moderadamente resistente a Mancha Olho de Rã.

As sementes receberam tratamento industrial com Standak top® (1 mL por quilo de semente) e fungicida Maxim Advance® (1 mL por quilo de sementes). A semeadura mecânica da soja foi realizada em 26 de outubro de 2019, com espaçamento entre linhas de 0,45 m e 13 sementes por metro linear, visando população final de plantas entre 280 a 300 mil plantas por hectare.

As parcelas de soja foram conduzidas na mesma área sobre as parcelas de cultivo do milho segunda safra e com a separação dos devidos tratamentos. Foi considerado como área útil para a avaliação de produção de grãos as duas linhas centrais, e as linhas não centrais para demais análises, porém respeitando a mesma linha em todas as parcelas e desconsiderando as bordaduras.

A adubação básica no sulco de semeadura da cultura da soja foi realizada levando em consideração as características químicas do solo e expectativa de produtividade de grãos para região. Foi utilizado 250 Kg ha⁻¹ do formulado 04-30-10.

Foram necessárias duas aplicações de fungicidas e inseticidas utilizando bomba costal, sendo a primeira 60 dias após a semeadura, e a segunda 20 dias depois. Os inseticidas utilizados foram Engeo Pleno S®, 32g i.a. ha⁻¹, e Nomolt® 15 g i.a. ha⁻¹, o fungicida foi o Piori xtra® 58g i.a. ha⁻¹ e óleo 0,5% do volume da calda.

Foram realizadas as seguintes avaliações agronômicas no milho (10 plantas por parcelas): altura da planta (AP) mensurada do colo da planta até a inserção da folha-bandeira; altura da espiga (AE) do colo da planta até a inserção da primeira espiga; diâmetro do colmo (DC) determinado no segundo internódio a partir da base da planta, ambas avaliações descritas em centímetros (cm); número de fileiras (NF) pela contagem simples da quantidade de fileiras por espigas; número de grãos por fileira (NGF) pela contagem simples da quantidade de grãos por fileira; massa de 100 grãos (M100) sendo coletada uma amostra de 100 grãos por parcela e a massa determinada em balança de analítica com precisão de 0,01g, corrigindo-se a umidade para 13% de base úmida. Produtividade de grãos (Prod), foi determinada com a colheita das duas linhas centrais de cada parcela. Após a trilha mecânica, os grãos foram pesados e os dados transformados em Kg ha⁻¹, e corrigindo-se a umidade para 13% de base úmida. Por fim avaliado a prolificidade (Prol).

Foram realizadas as seguintes avaliações agronômicas na soja: Produção de fitomassa seca dos resíduos culturais (MSP), no dia 10 de setembro de 2019, com a coleta de uma amostra da palhada de todas as parcelas, em uma área de 1 m² de fitomassa de forma aleatória. Em seguida as amostras foram armazenadas e após a secagem em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65°C por 5 dias, foi realizada a pesagem das amostras e os dados transformados em Kg ha⁻¹; população de plantas (Pop) quantificada na maturação, por meio da contagem de plantas por linha nas duas fileiras centrais, com resultados expressos em plantas ha⁻¹; altura de planta (AP) quantificada na maturação das plantas pela mensuração distância (cm) do nível do solo ao ápice da planta; altura da primeira vagem (AIV) foi quantificada na maturação, definida como sendo à distância (cm) do nível do

solo até a inserção da primeira vagem; área foliar (AF), no florescimento pleno, foram retiradas duas plantas de cada parcela de forma aleatória. Essas plantas foram acondicionadas em sacos de papel?? e em seguida separadas todas as folhas e mensuradas com medidor portátil de bancada a área foliar em cm^2 das duas plantas e calculado o valor médio; massa seca foliar (MSF) e massa seca do caule (MSC) em que cada amostra de duas plantas foi separada em folha e caule, levada à estufa de ar forçada até peso constante; massa seca total da parte aérea (MST) resultado da soma dos valores obtidos entre MSF + MSC.

Para o número de vagens (NV), na ocasião da colheita, foram retiradas quatro plantas de cada parcela fora das linhas centrais para contagem do número de vagens, com resultados expressos em vagens por planta. Para o número de grãos por vagem (NGV), utilizando as mesmas quatro plantas retiradas de cada parcela, foi quantificado o número total de grãos e em seguida feita a divisão do número de grãos pelo número de vagens. Para a massa de 100 grãos (M100) foi coletada uma amostra de 100 grãos por parcela e a massa determinada em balança de analítica com precisão de 0,01 g, corrigindo-se a umidade para 13% de base úmida. A produtividade de grãos (Prod) foi determinada com a colheita das duas linhas centrais de cada parcela. Após a trilha mecânica, os grãos foram pesados e os dados transformados em Kg ha^{-1} , e corrigindo-se a umidade para 13% de base úmida.

Para a análise estatística, os dados foram submetidos aos testes de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Se atendido as pressuposições, os dados foram submetidos a análise de variância ($p < 0,05$). Quando significativo para interação ou efeito isolado de doses, as médias foram ajustadas por meio de modelos de regressão, por outro lado, quando significativo para consorciação, as médias foram comparadas pelo teste F conclusivo a 5% de significância. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico R (R Core Team, 2021).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a análise de variância (Tabela 6), observa-se que não houve efeito significativo da interação e dos fatores isolados para nenhum dos parâmetros analisados para o milho, demonstrando que não houve diferença para a cultura quando a mesma foi ou não consorciada com capim ruziziensis. Assim como também não respondeu as doses crescentes de N quando em consorciação. sempre q apresentar os resultados pela primeira vez, colocar a tabela logo em seguida.

Tabela 6. Resumo da Análise de variância para características agronômicas do milho segunda safra, com e sem consórcio, cultivado sob diferentes doses de nitrogênio em cobertura. Londrina – PR, 2020.

F.V.	Quadrado Médio							
	AP (cm)	AE (cm)	DC (cm)	NF	NGF	M100 (g)	PROL	Prod (Kg ha ⁻¹)
Consórcio (A)	0,7907 ^{ns}	0,0045 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	10,125 ^{ns}	0,00165 ^{ns}	2300797 ^{ns}
Dose N (B)	4,7258 ^{ns}	0,0011 ^{ns}	0,0022 ^{ns}	0,50 ^{ns}	14,7713 ^{ns}	16,458 ^{ns}	0,0019 ^{ns}	135252 ^{ns}
A x B	2,8623 ^{ns}	0,00136 ^{ns}	0,0043 ^{ns}	1,1467 ^{ns}	19,2846 ^{ns}	36,125 ^{ns}	0,0028 ^{ns}	822581 ^{ns}
Erro	2,2754	0,0028	0,005	0,4067	8,1912	20,982	0,0054	714775
C. V. (%)	6,69	5,21	4,18	3,95	8,94	21,49	7,34	22,01
Média Geral	225,6	1,04	1,69	16,1	32	21,31	1	3841

Notas: F.V = fonte de variação; AP = altura de planta; AE = altura da espiga; DC = diâmetro do colmo; NF = número de fileiras; NGF = número de grãos por fileira; M100 = massa de 100 grãos; PROL = prolificidade; e Prod = Produtividade de grãos.

* significativo (p<0,05) e ns não significativo.

Segundo Correia, Leite e Fuzita (2013), o consórcio pode não afetar os parâmetros relativos à cultura do milho, o que também foi observado no presente estudo. Ainda segundo os mesmos autores, foi observado que as plantas de milho consorciadas com *Urochloa ruziziensis* expressaram maior altura, contudo, esse parâmetro não apresentou efeito significativo. No presente trabalho a altura não apresentou variação no sistema consorciado, levando a inferir que o consórcio não afeta o desenvolvimento vegetativo e produtivo do milho.

A média da produtividade do milho 3841 Kg ha⁻¹ obtida foi muito aquém dos 5583 Kg ha⁻¹ estimados pelo Departamento de Economia Rural (DERAL, 2020) para a segunda safra do ciclo 2020/21. Essa baixa produtividade no presente estudo teve direta relação com a ocorrência da geada durante o experimento, bem como a incidência da cigarrinha do milho, uma praga que vem causando grandes danos às lavouras de milho por todo o território brasileiro. O híbrido 30F53 é classificado como extremamente suscetível ao complexo de doenças transmitidas pela cigarrinha, apresentando plantas com morte precoce e tombamento (EMBRAPA MILHO e SORGO, 2018).

Foi observado que o fator consórcio alterou significativamente a matéria seca da palhada (MSP), população de plantas de soja (Pop) e altura da planta de soja (AP). Não houve efeito para a doses de N e da interação entre consórcio e doses de N (Tabela 7).

No presente estudo não houve incremento de produtividade na cultura da soja quando semeada sobre a palhada da *Urochloa ruziziensis*, embora a média geral de produtividade de grãos (4673 Kg ha⁻¹) tenha sido superior à média nacional da safra 2019/20 (3379 Kg ha⁻¹) (CONAB, 2020). Segundo Pacheco *et al.* (2011), em sistemas de produção consorciados de milho com forrageiras tropicais, o que favorece a soja em sucessão, obtendo maiores produtividades, é o fato da maior ciclagem de nutrientes proporcionados pela inserção das forrageiras no sistema produtivo. Kappes e Zacanaro (2015), analisando o consórcio da cultura do milho (verão e safrinha) com *Urochloa ruziziensis*, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis* semeadas nas entrelinhas, observaram que houve incremento da matéria seca da palhada.

Segundo Salton *et al.* (2008) o aumento na produção de palhada pelas forrageiras gera um incremento no teor de matéria orgânica do solo. Essa palha proporciona maior disponibilidade de nutrientes para a soja em sucessão, principalmente no que se refere ao potássio, que é liberado dos resíduos vegetais em sincronia com a demanda da soja.

Tabela 7. Resumo da análise de variância das características agronômicas da soja cultivada em sucessão ao Milho de segunda safra com (M+B) e sem (MSCa) consórcio e sob diferentes doses de nitrogênio em cobertura. Londrina – PR, 2020.

F.V.	Quadrado Médio			
	MSP (Kg ha ⁻¹)	Pop	AP (cm)	AIV (cm)
Consórcio (A)	1202801*	3912386768*	72,00*	0,00001
Dose N (B)	577070	1327424682	45,458	6,1667
A x B	171692	275878319	24,833	4,1667
Erro	271070	764980854	15,554	4,6548
C. V. (%)	10,99	12,39	3,33	12,33
Média Geral	4736	223265	119	18,00
Consórcio				
M+B	4930*	234322*	120,06*	-
MSCa	4542	212208	117,06	-
	AF (cm ²)	MSF (g)	MSC (g)	MST (g)
Consórcio (A)	29358	0,0713	33,008	59,678
Dose N (B)	826	0,3946	11,133	11,003
A x B	69049	3,8787	5,924	26,504
Erro	92019	1,5519	13,886	18,094
C. V. (%)	9,6	14,05	17,34	13,88
Média Geral	2480	8,86	21,50	30,65
Consórcio				
M+B	-	-	-	-
MSCa	-	-	-	-
	NV	NGV	M100 (g)	Prod (Kg ha ⁻¹)
Consórcio (A)	48,659	0,00245	1,125	2343071
Dose N (B)	132,106	0,00294	0,75	86016
A x B	48,308	0,00319	1,2083	72991
Erro	57,529	0,00244	0,40476	655086
C. V. (%)	13,68	1,93	4,17	17,32
Média Geral	55,45	2,56	15,25	4673
Consórcio				
M+B	-	-	-	-
MSCa	-	-	-	-

Notas: F.V = fonte de variação; MSP = massa seca de palhada; Pop = população de plantas; AP = altura de planta; AIV = altura de primeira vagem; AF = área foliar; MSF = massa seca da folha; MSC = massa seca do caule; MST = massa seca total da planta; NV = número de vagens; NGV = número de grãos por vagem; M100 = massa de 100 grãos; e Prod = Produtividade de grãos. * significativo (p<0,05) e ns não significativo.

Oligini *et al.* (2019) observaram incremento na produção de biomassa no consorcio do milho com *Urochloa ruziziensis* sem que houvesse perda na produtividade do

milho, possibilitando melhorias na cobertura do solo e em seus atributos físicos e químicos (COSTA *et al.*, 2007; MOTA *et al.*, 2010).

De acordo com Vilela *et al.* (2011) as forrageiras quando utilizadas em consórcio produzem uma quantidade de palhada que é o suficiente para proteger o solo durante grande parte do ciclo da cultura subsequente. Segundo Riccio *et al.* (2011), em sistemas de integração lavoura pecuária, a época de dessecação das pastagens pode afetar a plantabilidade e, conseqüentemente, o desempenho agrônômico da soja em sucessão. Ao dessecar a cultura antecessora muito próxima a semeadura da soja (Sistema Desseque-plante) há risco de ocasionar problemas na implantação da lavoura, principalmente se a quantidade de biomassa for abundante. Atrasando no crescimento inicial das plantas, liberação de substâncias alelo químicas pela biomassa em decomposição e sombreamento ocasionado às plantas de soja pela palhada (SOUZA *et al.*, 2006).

Na consorciação do milho com braquiária a massa seca da palhada foi de 4930 Kg ha⁻¹ sendo superior ao milho solteiro (4542 Kg ha⁻¹) para implantação da cultura da soja. Segundo Alvarenga *et al.* (2001) e Nunes *et al.* (2006) a produção de matéria seca acima de 6.000 Kg ha⁻¹ é a recomendada para uma adequada cobertura do solo em SPD. No entanto, a geada precoce ocorrida no outono afetou diretamente os resultados quanto a quantidade de matéria seca das gramíneas. Segundo Pereira *et al.* (2001) geada é toda temperatura baixa suficiente e capaz de causar danos aos tecidos vegetais, causando danos diretos, como a morte das plantas, ou indiretos, que são os mais frequentes, em que restringem o potencial de crescimento das plantas (HIGA *et al.*, 2000).

Segundo Garcia *et al.* (2014) o consórcio de milho com forrageiras, melhora os caracteres agrônômicos de produção da cultura subsequente. Estes autores utilizaram diferentes espécies de forrageira do gênero *Panicum* e *Urochloa* (*Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Urochloa brizantha* cv. Xaraés e *Urochloa ruziziensis*), e constataram que para a soja, exceto no consórcio de milho com mombaça, todas as demais espécies forrageiras apresentaram comportamento semelhante de interferência na cultura, melhorando os índices de produtividade. O fato de não ocorrer efeito sobre o desempenho produtivo da soja no presente estudo pode ser explicado pela execução da avaliação em apenas um ano agrícola e, resultados positivos geralmente são obtidos a médio e longo prazo.

A semeadura da soja sobre forrageiras tropicais dessecadas vem se destacando como forma interessante de adoção e manutenção do SPD, haja visto que a pastagem apresenta excelente cobertura, podendo contribuir para o aumento da matéria

orgânica do solo e permitir a rotação de culturas (EMBRAPA, 2006 a). A população final de plantas de soja do presente estudo foi melhorada de forma significativa quando cultivada posteriormente ao consórcio (tabela 07). Segundo Pires *et al.* (2000) o estabelecimento da população de plantas de soja deve ser de forma adequada para proporcionar o desenvolvimento de caule, ramos, raízes e área foliar, de modo que produzam número de estruturas reprodutivas. Em pesquisa com duas cultivares de soja, Almeida *et al.* (2020) cultivaram ambas em sucessão ao milho solteiro, ao consórcio de milho com braquiária (*U. ruziziensis*) e a braquiária solteira. Os autores constataram melhores resultados quando ambas foram cultivadas em sucessão ao consórcio, que além de melhorar os índices de produtividade aumentaram a sobrevivência das plantas de soja presentes na área.

Este aumento na sobrevivência das plantas de soja quando semeadas na palhada do sistema consorciado podem ser explicados, segundo Santos *et al.* (2008), devido a maior produção de palha pelo consorcio, conseqüentemente gerando melhorias nas condições físicas do solo, favorecendo a infiltração de água, permitindo maior exploração do perfil do solo pelas raízes, diminuição do processo erosivo e, conseqüentemente, a manutenção da estabilidade do sistema.

No presente estudo não foi observado melhoria nos índices de produtividade em reposta ao fator adubação, assim, a aplicação de N em cobertura, para as doses estudadas, não influenciou a cultura da soja (tabela 07). Garcia *et al.* (2014), cultivaram milho consorciado com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Urochloa* e realizaram adubação com diferentes doses de N em cobertura após o corte de homogeneização da forrageira no campo. Os autores observaram que a adubação não influenciou os componentes de produção da soja, entretanto, os consórcios melhoraram de forma significativa a produção da cultura. A grande quantidade de palha com alta relação C/N, como a produzida por pastagens de braquiárias, pode imobilizar temporariamente o N presente na solução do solo (CALONEGO *et al.*, 2012). A imobilização do N consiste na transformação do N inorgânico em orgânico. Este processo ocorre pelos microrganismos que incorporam o N orgânico as suas células. Ao morrerem, este nutriente assimilado pode voltar a ser mineralizado (CANTARELLA, 2007).

Embora diferenças tenham sido obtidas em alguns parâmetros na soja, o que demonstra que pode ocorrer efeito indireto do manejo do milho sobre culturas sucessoras, não houve influência sobre a produtividade da soja (tabela 07). Esse fato está relacionado, sobretudo devido aos efeitos bióticos e abióticos que influenciaram diretamente na resposta do milho segunda safra e, conseqüentemente na *Urochloa ruziziensis*. Assim, o reduzido desenvolvimento das culturas antecessoras não permitiu ganhos significativos de massa seca

sobre o solo, o que é explicado por não ocorrer diferenças na cultura do milho. Além disso, vale mencionar que as respostas em estudos de consorciação raramente apresentam resultados a curto prazo e, sobretudo quando os manejos não expressaram o potencial total quando comparada a condições ambientais adequadas. Nesse sentido, novos estudos devem ser realizados, sob condições que permitam o desenvolvimento adequado das culturas, com baixa influência de fatores ambientais, bem como visando períodos experimentais mais longos e em diferentes locais.

4.4 CONCLUSÃO

O desempenho produtivo do milho de segunda safra, consorciado ou não com *Urochloa ruziziensis*, não foi alterado pelas doses de N em cobertura, assim como o manejo do N não influenciou o desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão no sistema de produção.

O consórcio de milho de segunda safra com braquiária (*U. ruziziensis*) proporcionou maiores acúmulos de massa seca da palhada na cobertura do solo, maior sobrevivência e população final de plantas e aumento na altura de plantas, sem alterar o desempenho produtivo da soja.

4.5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, K. L.; FERREIRA, R. V.; SILVA, A. G.; FERREIRA, C. J. B.; BRAZ, G. B. P. TAVARES, R. L. M. Consórcio do milho e *Brachiaria ruziziensis*, época de dessecação e desempenho da soja em sucessão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, 2020.
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto**. Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2001.
- ALVES, V. B.; PADILHA, N. D. S.; GARCIA, R. A.; CECCON, G. Milho safrinha consorciado com *Urochloa ruziziensis* e produtividade da soja em sucessão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 280-292, 2013.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 375-470.
- CALONEGO, J. C.; GIL, F. C.; ROCCO, V. F.; SANTOS, E. A. Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, p. 770-781, 2012.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; SILVA, R. R.; SILVA, R. R. Integração agricultura-pecuária: um enfoque sobre cobertura vegetal permanente. **Revista Electrónica de Veterinária**, v.6, n.8, p.1-19, 2005.
- CECCON, G.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Modalidades e métodos de implantação do consórcio milho-braquiária. In: CECCON, G. **Consórcio Milho Braquiária**. Nº1. Brasília, DF: Embrapa, 2013, p. 27-46.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Levantamento de grãos confirma produção acima de 259 milhões de toneladas na safra 2019/2020**. Últimas notícias. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3371-levantamento-de-graos-confirma-producao-acima-de-250-milhoes-de-toneladas-na-safra-2019-2020>>. Acesso em 28 abril 2021.

CORREIA, N. M.; LEITE, M. B.; FUZITA, W. E. Consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* e os efeitos na cultura da soja em rotação. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, p. 65-76, 2013.

COSTA, C. C.; CECILIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARBOSA, J. C.; GRANGEIRO, L. C. Viabilidade agrônômica do consórcio de alface e rúcula, em duas épocas de cultivo. **Horticultura brasileira**, v. 25, n. 1, 2007.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Grãos. Ciência que transforma – Resultados e impactos positivos da pesquisa agropecuária na economia, no meio ambiente e na mesa do brasileiro**. [s.a.]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/graos>>. Acesso em 21 de janeiro de 2021.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. EMBRAPA MILHO E SORGO Circular técnica 247.2018.

FAOSTAT – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2021. Disponível em <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em 20 de janeiro de 2021.

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LIMA, A. E. S.; BUZETTI, S. Análise econômica da produtividade de grãos de milho consorciado com forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* em sistema plantio direto. **Revista Ceres** v.59. n.2. Viçosa, 2012.

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LOPES, K. S. M.; BUZETTI, S. Decomposição da palhada de forrageira em função da adubação nitrogenada após o consórcio com milho e produtividade da soja em sucessão. **Bragantia**, v. 3, n. 2, p. 143-152, 2014.

HIGA, R.C.V.; HIGA, A. R.; TREVISAN, R.; SOUZA, M. V. R. Resistência e resiliência a geadas em *Eucalyptus dunnii*. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo, n. 40, jan./jun. 2000 p.67-76.

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

MOTA, J. C. A.; LIBARDI, P. L.; BRITO, A. S.; ASSIS JUNIOR, R. N.; AMARO FILHO, J. Armazenagem de água e produtividade de meloeiro irrigado por gotejamento, com a superfície do solo coberta e desnuda. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1721-1731, 2010.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SILVA, E. D. B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 943-948, 2006.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 2, p. 226–244, 2011.

OLIGINI, K. F.; SALOMÃO, E. C.; BATISTA, V. V.; LINK, L.; ADAMI, P.F.; SARTOR, L. R. Produtividade de milho consorciados com espécies forrageiras no sudoeste do Paraná. **Revista Agrarian**, v. 12, n. 46, p. 434-442, 2019.

PACHECO, L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O. de 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**, v.46, p.17-25, 2011.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; MAEHLER, A. R. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 8, p. 1541-1547, 2000.

RICCE, W. S.; ALVES, S. J.; PRETE, C. E. C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1220-1225, 2011.

ROSCOE, R.; MIRANDA, R.A.S. Manejo da adubação do milho safrinha. In: ROSCOE, R.; LOURENÇÃO, A.L.F.; GRIGOLLI, J.F.J.; MELOTTO, A.M.; PITOL, C.; MIRANDA, R.A.S. **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno** 2013. Curitiba: Midiograf, 2013. cap. 1, p. 15-36.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; 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, n. 1, p. 11-21, 2008.

SECRETI, M. L.; FREITAS, M. E.; PILETTI, L. M. M. S.; SOUZA, L. C. F.; NUNES, T. C. Avaliação da produtividade de milho com *Brachiaria ruziziensis* e milho solteiro. In: XII Seminário Nacional de Milho Safrinha, Embrapa/UFGD, 2013.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. **Nitrogênio**. In: FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. Nitrição Mineral de Plantas – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2 ed. Viçosa, MG: SBCS, 2018, 670 p.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MARTINS, D.; ROSOLEM, C. A. Efeito alelopático de capim- braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 657-658, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

USDA – U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Departamento de agricultura dos Estados Unidos). 2021. Disponível em: <<https://www.usda.gov/>>. Acesso em 19 de janeiro de 2021.

VIEIRA, R. F. Mineralização do nitrogênio orgânico (Amonificação). **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Nos dois experimentos conduzidos observou-se efeitos diretos pouco expressivos da consorciação com espécies forrageiras no milho sobre os componentes de produtividade e desenvolvimento da soja. As diferentes espécies de braquiárias podem gerar competitividade com a cultura do milho, repercutindo em maiores ou menores produtividade de grãos, quando em sistema consorciado. O período curto de condução do trabalho pode ter limitado os efeitos dos fatores avaliados. Contudo, embora os resultados não apresentem tendências positivas da adoção desses sistemas, é sabido que a integração de espécies melhora a qualidade do solo por diferentes mecanismos. Assim, grande parte desses benefícios não são observáveis quantitativamente a curto prazo, requerendo longos períodos experimentais. Esse fato explica a baixa interferência dos tratos culturais do milho sobre a soja, embora alguns benefícios tenham sido encontrados ainda em um sistema recente, sobretudo com parâmetros de desenvolvimento da soja, como altura e massa seca, bem como na manutenção da população de plantas.

REFERÊNCIAS

- AFFÉRI, F. S.; MARTINS, E. P.; PELUZIO, J. M.; FIDELIS, R. R.; RODRIGUES, V. M. Espaçamento e densidade de semeadura para a cultura do milho, em plantio tardio, no Estado do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n.2, 2008
- AGEITEC- Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Árvore do conhecimento - Soja**. Brasília. DF, 2013. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/Abertura.html>>. Acesso em 23 julho 2021
- AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DA ROS, C. O. C. Plantas de cobertura de solo como fontes de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 157-165, 2001
- AITA, C.; GIACOMINI S.J.; HÜBNER, A.P.; CHIAPINOTTO, I.C.; FRIES, M.R. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. I - Dinâmica do nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.739-749, 2004
- ALCÂNTARA, P.B., PEDRO, JR., M.J., DONZELLI, P.L. **Zoneamento edafoclimático de plantas forrageiras**. In: Simpósio sobre Ecossistema de Pastagens, 2., Jaboticabal, 1993. Anais. Jaboticabal, FUNEP, 1993, p. 1-16
- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. **A cultura do milho na Integração Lavoura-Pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 80)
- ALVES, B. J. R.; ZOTARELLI, L.; FERNANDES, F. M.; HECKLER, J. C.; MACEDO, R. A. T. de; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S. Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.449-456, 2006
- ALVES, S. J. MORAES, A. CANTO, M. W. SANDINI, I. **Espécies forrageiras recomendadas para produção animal, 2010**. Disponível em: <www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/ANACLAUDIARUGGIERI/especies_forrageiras.pdf>. Acesso em 23 julho 2021

ALVES, L. W. R. **Produção e dinâmica de degradação da fitomassa de planta para cobertura do solo no Sistema Plantio Direto em Paragominas, PA**. Macapá: Embrapa, 2015. 20 p. (Embrapa Amapá. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 90)

ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A.; VERNEQUE, R. S.; SALVATI, J. A. Aplicação de nitrogênio em acessos de braquiária. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. **Pasturas Tropicales**, v.12, n.2, p.2-6, 1990

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 220 26, n. 1, p. 241-248, 2002

ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 109-115, 2008

AUKAR, M. C. M. **Rendimento de sementes de milho, de adubos verdes e de massa de *Brachiaria ruziziensis*, em cultivo consorciado, em Dourados, MS**. Dissertação de Mestrado, UNOESTE. 68 f. 2011

AZEVEDO A. M.; ANDRADE JÚNIOR V. C.; VIANA D. J. S.; ELSAYED A. Y. A. M.; PEDROSA C. E.; NEIVA I. P.; FIGUEIREDO J. A. Influence of harvest time and cultivation sites on the productivity and quality of sweet potato. **Horticultura Brasileira** v. 32, p. 21-27, 2014

BARZAN, R. R. **Consórcio milho-braquiária e doses de nitrogênio nos atributos químicos do solo, nutricionais das plantas e produtividade do milho e da soja em sucessão**. Dissertação de Mestrado, UEL. 100 f. 2020

BATTISTI R. **Épocas de semeadura da cultura da soja com base no risco climático e na rentabilidade líquida para as principais regiões produtoras do Brasil**. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, São Paulo, 261 p, 2013

BRASIL. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Capim-Piatã. 2010

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola. **Zoneamento agrícola para o milho segunda safra no Paraná, Safra 2012/2013**.

Brasília, DF, Diário Oficial da União, Portaria nº 299 de 20 de novembro de 2012. DOU 23/11/2013, seção 1, p. 20

BROCH, D. L.; BARROS, R.; RANNO, S. K. **Consórcio milho safrinha/pastagem**. Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno. Maracajú: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 2008

BEZERRA, A. P. A., PITOMBEIRA, J. B. TÁVORA, F. J. A. F.; VIDAL NETO, F. C. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 1, p. 104-108, 2007

BIESDORF, E. M. BIESDORF, E. M.; TEIXEIRA, M. F. F.; DIETRICH, O. H.; PIMENTEL, L. D.; ARAUJO, C. Métodos de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em solo de cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 3, n. 1, p. 44–50, jan./mar. 2016

BRAMBILLA, J. A.; LANGE, A.; BUCHELT, A. C.; MASSAROTO, J. A. Produtividade de milho safrinha no sistema de integração lavoura-pecuária, na região de Sorriso, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 3, p. 263-274, 2009

BORIN, A. L. D. C.; FERREIRA, A. C. B.; SOFIATTI, V.; CARVALHO, M. C. S.; MORAES, M. C. G. Produtividade do algodoeiro adensado em segunda safra em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Revista Ceres**, v. 64, n. 6, 2017

BORGES, E. P. **História do processo integração agricultura pecuária** In: Simpósio de manejo integrado: integração agricultura pecuária Eds. Zambolim, L.; Silva, A. A.; Agnes, E. L. Anais... Viçosa: UFV; DFP; DFT, 2004

BORGHI, E.; CRUCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.163-171, 2007

BISINOTTO, F. F. **Correlação entre caracteres como critério de seleção indireta, adaptabilidade e estabilidade em genótipos de soja**. 2013. 77 f. Dissertação (Pós-graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2013

CALONEGO, J. C.; BORGHI, E. CRUSCIOL, C. A. C. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.2183-2190, 2012

CARVALHO, T. B.; ZEN, S.; TAVARES, E. C. N. **Comparação de custo de produção na atividade de pecuária de engorda nos principais países produtores de carne bovina.** In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIO-LOGIA RURAL, 47, 2009, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: SOBER. 2009

CARVALHO, P. C. F.; DEWULF, A. K. M. Y.; MORAES, A.; BREMM, C.; TRINDADE, J. K.; LANG, C. R. Potencial da grama Kikuyo para manter a produção e qualidade do leite de vacas que recebem níveis decrescentes de suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.9, p.1866-1874. 2010

CÂMARA, G. M. S.; SEDIYAMA, T.; DOURADO-NETO, D.; BERNARDES, M. S. Influence of photoperiod and air temperature on the growth, flowering, and maturation of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. spe, p.149-154, jun. 1997

CAMARGO, T. V.; MORAES, M. C. **Sistema integrado de soja precoce e milho safrinha.** Pionner. 2014. Disponível em:<
<http://www.pioneersementes.com.br/mediacenter/artigos/170/sistemaintegrado-de-soja-precoce-e-milho-safrinha>>. Acesso em 15 maio 2021

CANTARELLA, H. **Perdas de nitrogênio por volatilização podem comprometer a adubação.** Petrofértil Rural, 1992. v.13.

CECÍLIO FILHO, A. B., MAY, A. Produtividade das culturas de alface e rabanete em função da época de estabelecimento do consórcio. **Horticultura Brasileira**, 20: 501- 504. 2002.

CECCON, G.; SAGRILO, E.; FERNANDES, F. M.; MACHADO, L. A. Z.; STAUT, L. A.; PEREIRA, M. G.; BACKES, C. F.; ASSIS, P. G. G.; SOUZA, G. A. **Milho safrinha em consórcio com alternativas de outono-inverno para produção de palha e grãos, em Mato Grosso do Sul, em 2005.** In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 8, 2005, Assis. *Resumos...* Campinas: Instituto Agronômico, 2005. p.361-366.

CECCON, G. Cerrado: estado da arte na produção de palha com milho safrinha em consórcio com *Brachiaria*. **Revista Plantio Direto**, n. 102, p. 3-7, 2007.

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, 2007. p. 461-466. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 89).

CECCON, G. **Milho safrinha com braquiária em consórcio**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 6 p. (Comunicado técnico, 140).

CECCON, G.; SACOMAN, A.; MATOSO, A. O.; NUNES, D. P.; INOCÊNCIO, M. F. **Consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*, em lavouras comerciais de agricultores em 2008**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 28p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de pesquisa, 48).

CECCON, G.; PALOMBO, L.; MATOSO, A. O.; NETO, A. L. Uso de herbicidas no consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 359-364. 2010.

CECCON, G. **Dicas para implantação do consórcio milho-braquiária**. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, v. 124, n.1, p. 20-21, 2011.

CECCON, G. **Dicas para implantação do consórcio milho-braquiária**. Revista Plantio Direto, Ed. 124, julho/agosto de 2011a. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=1061>

CECCON, G.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Modalidades e métodos de implantação do consórcio milho-braquiária. In: CECCON, G. Consórcio Milho Braquiária. Nº1. Brasília, DF: Embrapa, 2013, p. 27-46

CECCON, G.; CONCENÇO, G. Produtividade de massa e dessecação de forrageiras perenes para integração lavoura-pecuária. **Planta Daninha**, v. 32, n. 2, p. 319-326, abr./jun. 2014

CECCON, G.; CONCENÇO, G.; BORGHI, G.; DUARTE, A. P.; SILVA, A. F. da; KAPPES, C.; ALMEIDA, R. E. M. de. **Implantação e manejo de forrageiras em consorcio com milho safrinha**. Dourados MS: Embrapa Agropecuária Oeste. 34 p. (Documentos, 131), 2015

CECCON, G.; CONCENÇO, G.; BORGHI, E.; DUARTE, A. P.; SILVA, A. F. da; KAPPES, C.; ALMEIDA, R. E. M. de. **Implantação e manejo de forrageiras em consórcio com milho safrinha**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 34 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 131)

CERETTA, C.A.; FRIES, M.R. **Adubação nitrogenada no sistema plantio direto**. In: NEUMBERG, N.J., ed. Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto. Lages, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.111-120. 1998

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA GADO DE CORTE. Avaliações comprovam qualidade de forragem do capim-piatã. Informativo Piatã. Disponível em: <http://blogpiata.cnpqg.embrapa.br/informativo/informativo_piata_3_ano_1.pdf>

COBUCCI, T.; PORTELA, C. M. O. **Manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na *Brachiaria* como fonte de cobertura morta**. In: KLUTHCOUSKI, J. et al. (Ed.). Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 443-458

COGO, N.P.; LEVIENS, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.743- 753, 2003

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim das safras de grãos**. 2020

CONCEIÇÃO, J. C. P. R.; CONCEIÇÃO, P. H. Z. Agricultura: evolução e importância para a balança comercial brasileira. IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Governo Federal. 2014

CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.777-788, 2005

COSTA, J. M. N; ANTUNES, F. Z; SANTANA, D. P. Zoneamento Agroclimático e Planejamento Agrícola. **Agropecuária**, v.12, n.138, 1986, p.14-17

COSTA, J.A. **Cultura da Soja**. Porto Alegre. Evangraf. 233p. 1996

COSTA, W.A.J.M.D.; SANGAKKARA, U.R. Agronomic regeneration of soil fertility in tropical Asian smallholder uplands for sustainable food production. **Journal of Agricultural Science**, v.144, p.111-133, 2006

COSTA, C. C.; CECILIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARBOSA, J. C.; GRANGEIRO, L. C. Viabilidade agrônômica do consórcio de alface e rúcula, em duas épocas de cultivo. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.25, n.1, 2007

COSTA, M. G.; SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, S. A. C. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 220-225, 2008

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V.; SILVA, G. P.; SEVERIANO, E. C. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf sob doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, p. 1578- 1585, 2009

CUPOLILLO, F. **Diagnóstico Hidroclimatológico da bacia do rio Doce**. 153f. Tese (Doutorado em Geografia) Instituto de Geociência, Universidade federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, 2008

CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTÓRIA FILHO, R. Efeitos da densidade e proporção de plantas de milho (*Zea mays* L.) e caruru (*Amaranthus retroflexus* L.) em competição. **Planta Daninha**, v. 14, n. 1, p. 42-47, 1996.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; DUARTE, A. P. **Milho segunda safra**. Disponível em:

<<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fya0krse02wx5ok0pvo4k3mp7ztkf.html>>

CRUZ, J. C.; MAGALHAES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 338 p

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; DUARTE, A. P. **Milho safrinha**. Disponível em <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fya0krse02wx5ok0pvo4k3mp7ztkf.html>> 2012

DALLAGNOL, A. **A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições**. Brasília, DF: Embrapa, 2016

DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; DAN, L. G. M.; TANNÚS, V. R.; FINOTTI, T. R. Seletividade de herbicidas aplicados na pós-emergência da cultura do milheto (*Pennisetum glaucum*). **Revista Brasileira Milho e Sorgo**, v. 8, n. 3, p. 297-306, 2009

DEBIASE, H.; FRANCHINI, J. C.; CONTE, O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TORRES, E.; SARAIVA, O. F.; OLIVEIRA, M. C. N. de. **Sistemas de preparo do solo: trinta anos de pesquisas na Embrapa Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2013, 72 p. (Documentos, 342)

DIAS FILHO, M. B. Tolerance to flooding in five *Brachiaria brizantha* accessions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 439-447, 2002

DIAS-FILHO, M. B. Photosynthetic light response of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria humidicola* under shade. **Scientia Agricola**, v. 59 n. 1, p. 65 - 68, 2002

DURÃES, F. O. M; MAGALHÃES, P. C.; COSTA, J. D.; FANCELLI, A. L. Fatores ecofisiológicos que afetam o comportamento do milho em semeadura tardia (Safrinha) no Brasil Central. **Scientia Agricola**, v.52, n.3, p.491-501, 1995

DUARTE, A. D. **Como fazer uma boa segunda safra**. Cultivar Grandes Culturas, Pelotas, n. 25, p. 10-18, fev. 2001

DUARTE JÚNIOR, J. B. **Avaliação agronômica da cana-de-açúcar, milho e Feijão em sistema de plantio direto em comparação ao convencional em campos dos Goytacazes**. 303p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:<http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/PRODVEGETAL_3434_1161290568.pdf>

DUARTE JUNIOR, J. B.; COELHO, F. C. **Rotação de Culturas**. Manual Técnico, 22. Programa Rio Rural: Niterói, RJ, 13p. 2010

DUARTE, A. P.; KURIHARA, C. H.; CANTARELLA, H. **Adubação do milho safrinha em consórcio com braquiária**. In: CECCON, G. (Org.). **Consórcio Milho-Braquiária**. 1 ed. Brasília, DF.: Embrapa. 2013.v. 1, p. 111-139

DUARTE, A. P. Milho safrinha se consagra e torna um sistema de produção. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 13, p. 78-82, 2015

ESPINOZA, W.; AZEVEDO, J.; ROCHA, L. D. Densidade de plantio e irrigação suplementar na resposta de três variedades de milho ao déficit hídrico na região de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p.85-95. 1980

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro-RJ). **Levantamento de**

reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Estado de Rondônia. Rio de Janeiro, 1983, v.1, 558p

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Xaraés: *Brachiaria brizantha*.** Campo Grande, 2004. 6 p. Folder

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** – região central do Brasil – 2011. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrado: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 255p. Sistemas de produção, n.14.

EMBRAPA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo de milho.** Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes,milho/economia.htm>. 2012b.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação dos solos.** 5ª ed. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2018. 586p.

EHLERS, E. M. **O que se entende por agricultura sustentável?** São Paulo: USP, 1994. 161p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental), Universidade de São Paulo, 1994

FARIA, A. J. G.; FREITAS, G. A.; GEORGETTI, A. C. P.; FERREIRA JUNIOR, J. M.; SILVA, M. C. A.; SILVA, R. R. Adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre adubação fosfatada. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 2, n. 3, p. 98-106, 2015

FAO. Faostat. Disponível em <http://www.fao.org/publications/search/en/?querystring=ZmVpasOjw>

FAO - FAOSTAT: **Land use.** Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RL>

FAOSTAT – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2021. Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em 20 de janeiro de 2021

FANCELLI, A. L. **Fisiologia das plantas de milho em condições de segunda safra.** In: SHIOGA, P.; BARROS, A. S. do R. (coord.). A cultura do milho segunda safra. Londrina: IAPAR, 2001, p.11 – 31

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho: estratégias para altas produtividades.** Piracicaba, 208p. 2003

- FARIAS, J. R. B. **Dinâmica da água no sistema solo-água-atmosfera: déficit hídrico em culturas.** ITEM. n. 68, p. 32-37, 2005
- FELIX, J.; DOOHAN, D. J. Response of five vegetables crops to isoxaflutole soil residues. **Weed Technol.**, v. 19, n. 1, p. 391-396, 2005
- FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição Mineral de Plantas** – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2 ed. Viçosa, MG: SBCS, 2018, 670 p
- FLÁVIO NETO, J.; SEVERIANO, E. C. COSTA, K. A. 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
- FERREIRA, P. V. **Experimentos com consorciação de culturas.** In: FERREIRA, P. V. Estatística experimental aplicada à agronomia, Alagoas: UFAL, s. l.: s. Ed., p.361-386, 2000
- FILHO, C. V. S. **Recomendações de espécies e variedades de Brachiaria para diferentes condições.** In: Simpósio Sobre manejo da Pastagem, 11, Piracicaba, 1994. Anais... Piracicaba, FEALQ. p25-48. 1994
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho.** Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.
- FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. F. da; STRIEDER, M. L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI L.; SUHRE, E.; SILVA, A. A. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 399-407, 2006
- FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; SCHAEGLER, C. E. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 101-111, 2008
- FLESCHE, R.D. Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão. **Pesq. Agropecu. Bras.**, Brasília, DF, v.37, n.1, p.51-56, 2002
- FLORES, R. S.; EUCLIDES, V. P. B.; ABRÃO, M. P. C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 08, p. 1355-1365, 2008

FLORES, A. J. M.; SANTOS, P. R.; RICHETTI, A.; CECCON, G. **Sistemas de produção de milho safrinha em Mato Grosso do Sul**, em 2013. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA

FLORS, E. Benefícios da biomassa de aveia ao sistema de semeadura direta. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 57, n. 1, p. 25-29, 2000

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. Passo Fundo: Editora Universitária. 733 p. 2011

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 39p. (Embrapa Soja. Documentos, 314)

FRANCHINI, J. C.; DEBIASHI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**. Londrina: Embrapa Soja, 39p. (Documentos, 314) 2009

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASHI.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011, 52 p. (Documentos, 327)

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. **Soybean performance as affected by desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and grazing pressures**. Ciência Agronômica. Fortaleza, v. 45, n. 5, p. 999-1005. 2014

FREITAS, F. C. FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, M. V.; AGNES, E. L.; CARDOSO, A. A.; JAKELAITIS, A. **Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto**. Planta Daninha, v. 23, p. 49-58, 2005

FREITAS, M. A. M. **Impacto do consórcio milho-braquiária no crescimento, características nutricionais e fisiológicas do milho e na atividade da microbiota do solo**. 2013. 49f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, MG

GADIOLI, J. L. **Estimativa de rendimento de grãos e caracterização fitotécnica da cultura de milho (*Zea mays* L)**. 1999. 86p. Dissertação (mestrado em Agronomia) ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999

GALVÃO, J. C. C.; TROGELLO, E.; PEREIRA, L. P. L. **Milho Segunda Safra**. In: Milho: do plantio à colheita. Ed. GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. G. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015

GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J.; DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C. **Aspectos econômicos e utilização do milho**. In: CRUZ, J. C. et al. A cultura do milho. (Ed) Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p 21-45

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; CELESTRINO, T. S.; LOPES, K.S.M. **Desempenho agrônomico da cultura do milho e espécies forrageiras em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado**. Ciência Rural, v.43, n.4, p.589-595, 2013

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LOPES, K. S. M.; BUZETTI, S. **Decomposição da palhada de forrageiras em função da adubação nitrogenada após o consórcio com milho e produtividade da soja em sucessão**. Bragantia, Campinas, v. 73, n. 2, p. 143-152, 2014

GARCIA, C. M. D. P.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; DA SILVA LIMA, A. E.; BUZETTI, S. (2015). **Análise econômica da produtividade de grãos de milho consorciado com forrageiras dos gêneros Brachiaria e Panicum em sistema plantio direto**. Ceres, v. 59, n.2

GASQUES, J. G.; SOUZA, G. S.; BASTOS, E. T. Tendência do agronegócio brasileiro para 2017-2030. In RODRIGUES, R. (Org). **Agro é paz: análises e propostas para o Brasil alimentar o mundo**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, 2018. p.31-68

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E.; VARGAS, L.; KARAM, D.; MATALLO, M. B.; CERDEIRA, A. L.; FORNAROLI, D. A.; OSIPE, R.; SPENGLER, A. N.; ZOIA, L. **Interferência da buva em áreas cultivadas com soja**. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 27., 2010, Ribeirão Preto: SBCPD, 2010a

GERAGE, A. C. **A Cultura do Milho no Paraná**. In: Milho Estratégias de Manejo Para a Região Sul, 2000, 209 p.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I. C.; HUBNER, A. P.; MARQUES, M. G.; CADORE, F. **Consociação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio**

direto: II - Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 28, n. 4, p. 751-762, 2004

GOMES, J. **Estudo de risco para o milho na “safrinha”.** In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 3., 1995, Assis. Resumos... Campinas: IAC/CDV, 1995, p.147-52

GOMES, A. S. **Caracterização de indicadores da qualidade do solo, com ênfase às áreas da várzea do Rio Grande do Sul.** Pelotas Clima Temperado, 40p. (Embrapa Clima Temperado. Documento, 169) 2006

GONÇALVES, S. L.; CARAMORI, P. H.; WREGE, M. S.; SHIOGA, P.; GERAGE, A. C. **Épocas de semeadura do milho “Safrinha”, no Estado do Paraná, com menores riscos climáticos.** Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, n. 24, p. 1287-1290, 2002

GONÇALVES, S. L.; CARAMORI, P. H.; WREGEL, M. S.; SHIOGA, P.; GERAGE, A. C. **Épocas de semeadura do milho “safrinha”, no Estado do Paraná, com menores riscos climáticos.** Acta Scientiarum, v. 24, n. 5, p.1287-1290. 2002

GONÇALVES, M. B. F.; PRATES, E. R.; SILVA, A. C. F.; TREVISAN, N. B.; BISCAINO, G. **Desempenho de novilhos de corte em pastagem natural com níveis de suplementação com farelo de arroz integral.** Ciência Rural, v. 37, n. 2p. 476-481, 2007.

GOTT, R. M.; SICHOCKI, D.; AQUINO, L. A.; XAVIER, F. O.; SANTOS, L. P. D.; AQUINO, R. F. B. A. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio no milho safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p. 24-34, 2014

GOULART, A. M. C. **Aspectos Gerais sobre nematóides das lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*).** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 30p. 2008

GUEDES, R. G. **Avaliação do potencial produtivo de gramíneas do gênero *Brachiaria* nos lavrados Roraimenses.** Universidade Federal de Roraima. 33f. 2012

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Zoneamento agrícola da cultura do milho no Paraná:** mapas. 2013

IKEDA, F. S. **Interação entre as culturas de soja e milho com cultivares do gênero *Urochloa P. Beauv.* em consórcio e interferência de plantas daninhas nos sistemas.** 2010. 162p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F.; FREITAS, F. C. L. **Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*)**. Planta Daninha, v. 22, n. 4, p. 553-560, 2004

JAKELAITIS A.; SANTOS, J. B.; VIVIAN, R.; SILVA, A. A. **Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho**. Planta Daninha, v. 23, n. 1, p. 59-68, 2005

KAISER, W. M. **Effect of water deficit on photosynthetic capacity**. Physiology plant. V.17, p. 142, (1987)

KAISER, D. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; COLLARES, G. L.; KUNZ, M. **Intervalo hídrico ótimo no perfil explorado pelas raízes de feijoeiro em um Latossolo sob diferentes níveis de compactação**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, p. 845- 855, 2009

KAPPES, C. **Sistemas de cultivo de milho safrinha no Mato Grosso**. XII Seminário Nacional, Dourados, MS. 2013. Disponível em:<[https://www.cpa0.embrapa.br/cds/milhosufrinha2013/palestras/5CLAUDINEIKAPPES .pdf](https://www.cpa0.embrapa.br/cds/milhosufrinha2013/palestras/5CLAUDINEIKAPPES.pdf)>

KAPPES, C.; ZANCANARO, L. Manejo da fertilidade do solo em sistemas de produção no Mato Grosso. In: KARAM, D.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.) **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. cap. 33, p. 358-381

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México. 1948. 479p

KURIHARA, C. H.; CECCON, G.; TROPALDI, L. **Resposta de milho safrinha em cultivo solteiro ou consorciado com *Brachiaria ruziziensis* à adubação nitrogenada e potássica, em Mato Grosso do Sul**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, Rio Verde. Anais... Rio Verde: FESURV, 2009. p. 563-570

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P. ; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. L. S.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; MAGNABOSCO, C. 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**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38)

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

KURIHARA, C. H.; CANTARELLA, H. **Adubação do milho safrinha em consórcio com braquiária**. In: CECCON, G. (Ed.) Consórcio Milho-Braquiária. Brasília, DF: Embrapa. p. 113-141, 2013

LAMEGO, F. P. et al. **Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja - II**. Resposta de variáveis de produtividade. Planta Daninha, v. 22, n. 4, p. 491-498, 2004

LAVELLE, P.; SPAIN, A. V. **Soilecology**. Amsterdam: Kluwer Scientific Publications, 654p, 2001

LÁZARO, C. C. M. **Efeito do sombreamento em variedades de *Stylosanthes guyanensis***. 2007. 42 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal

LEITÃO, FILHO, H. F. **Espécies do gênero *Brachiária* Griseb nativas exóticas cultivadas no estado de São Paulo**. 22.Ed. Campinas. CATI. 1977. 27p. (Boletim Técnico, 1977)

LERAYER, A. **Guia do milho – tecnologia do campo a mesa**. Conselho de Informações sobre Biotecnologia. 2006. 15 p.

LI L. et al. **Chickpea facilitates phosphorus uptake by intercropped wheat from an organic phosphorus source**. Plant and Soil, v. 248, n. 1- 2, p. 297-303, 2003

LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; COELHO, H. A. Efeito da adubação nitrogenada na produtividade do girassol. Científica, v. 40, n. 1, p. 59-68, 2012

LOPES C. A.; DUVAL A. M. Q. 2007. **Epidemiologia e controle das bacterioses das hortaliças**. In: ZAMBOLIM L; LOPES C. A.; PICANÇO M. C.; COSTA H. (Eds.). Manejo Integrado de Doenças e Pragas: Hortaliças. Viçosa: Editora UFV, 502p.

LUCENA, M. A. C. Instituto de Zootecnia. Programa de pós-graduação em produção animal sustentável. **Características agronômicas e estruturais de brachiariasp submetidas a doses e fontes de nitrogênio em solo de cerrado**, p.5, 2011

LUSTOSA, A. F. **Respostas biométricas ao manejo do solo e da água, em dois genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) no Brasil Central**. 2011, 30f. Trabalho de Graduação

(Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, UnB, Brasília, 2011

MACHADO, L. A. Z.; CECATO, U.; COMUNELLO, E.; CONCENÇO, G.; CECCON, G. Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, para sistemas integrados de produção agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 52, n. 7, p. 521-529

MACEDO, M. C. M. **Pastagens no ecossistema Cerrado**: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: Simpósio Sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros, 2. Goiânia. Anais. Goiânia: SBZ, 2005. p. 56-84. 2005

MACEDO, M. C. M. **Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu**. In: BARBOSA, R. A. Morte de pastos de braquiárias. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, p.35-65. 2006

MAIA, R. C.; TAVERNARI, F. C.; ALBINO, L. F. T. *et al.* **Formação e qualidade dos ovos**. In: ALBINO, L. F. T. *et al.* Galinhas poedeiras: Criação e alimentação. 1ª ed. Viçosa: Aprenda fácil. UFV, 2014. p. 271- 345

MANCIN, C. R.; SOUZA, L. C. F.; NOVELINO, J. O.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Desempenho agrônômico da soja sob diferentes rotações e sucessões de culturas em sistema plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 71-77, 2009

MARCHI, S. L. **Interação entre desfolha e população de plantas na cultura do milho na Região Oeste do Paraná**. Dissertação. Paraná, 2008

MARQUES, V. B. **Germinação, fenologia e estimativa de custo de produção de pitaia *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton e Rose**. Lavras: UFLA, 141p. 2010

MAROCHI, A. I., SCHIMIDT, W. Plantio direto na palha: tecnologia de aplicação e uso de Scorpion no sistema. São Paulo: Fundação ABC/Dow Elanco, 43 p. 1996

MAROCHI, A. I.; BORGES, J. H.; SCALEA, M. ***Brachiaria ruziziensis* é alternativa de cobertura de solo para o sistema de Plantio Direto no Cerrado**. Agricultura e meio Ambiente. Newsletter Monsanto em Campo, Ed. 3, ano 1, maio 2005. Disponível em: <http://WWW.monsanto.com.br/Monsanto/Brasil/newsletter/geral/03_2005maio/edi01_noticia_brachiaria.asp>

- MASCARENHAS, H. A. A.; NAGAI, V.; GALLO, P. B.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; TANAKA, R. T. **Sistemas de rotação de culturas de milho, algodão e soja e seu efeito sobre a produtividade.** Bragantia, Campinas, v.52, p. 53-61, 1993
- MATEUS, R. P. G.; NEITZKE.; FARNAROLLI, D. A. **Efeito da presença da *Braquiária ruziziensis* em consórcio com milho.** In: CONCEPAR, “Educação para o Desenvolvimento Sustentável”.3., 2009, Campo Mourão. Anais... Campo Mourão, 2009
- MATSUDA, R.; OHASHI-KANEKO, K.; FUJIWARA, K.; GOTO, E.; KURATA, K. **Photosynthetic characteristics of rice leaves grown under red light with or without supplemental blue light.** Plant and Cell Physiology, v.45, p.1870-1874, 2004
- MATSUDA. **Sementes.** Espécies de Forrageiras. MG-5 Vitoria. 2005
- MAPA (2020) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. IN - Instrução Decreto nº 9.667, de 9 de janeiro de 2019. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1662>>
- MECHI, I. A.; SANTOS, A. L. F.; FACHINELLI, R.; CECCON, G. **Anos de consórcio de milho safrinha com braquiária sobre a produtividade da soja em sucessão.** In Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016
- MIRANDA, R. A. **Uma história de sucesso da civilização.** Embrapa Milho e Sorgo. A Granja, v. 74, n. 829, p. 24-27, 2018
- MENDES, R. M. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B.; NOGUEIRA, R. J. M. C. **Relações fonte-dreno em feijão de corda submetida à deficiência hídrica.** Revista Ciência Agronômica, v. 38, n. 1, p.95-103, 2007
- MONTEZANO, E. M.; PEIL, R. M. N. **Sistemas de consórcio na produção de hortaliças.** Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 129 -132, 2006
- MOTA, J. C. A.; LIBARDI, P. L.; BRITO, A. S.; ASSIS JUNIOR, R. N.; AMARO FILHO, J. Armazenagem de água e produtividade de meloeiro irrigado por gotejamento, com a superfície do solo coberta e desnuda. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, p. 1721-1731, 2010

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre. Departamento de plantas de lavouras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005

NANTES, N. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R. A.; GOIS, P. O. **Desempenho animal e características de pastos de capim-piatã submetidos a diferentes intensidades de pastejo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.48, p.114-121, 2013

NUNES, J. S. **Características do milho (*Zea mays*)**. Acesso em: <<http://www.agrolink.com.br/culturas/milho/caracteristicas.aspx>>

NUNES, A. S.; SOUZA, L. C. F.; MERCANTE, F. M. Adubos verdes e adubação mineral nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em plantio direto. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 432-438, 2011

OLIVEIRA JÚNIOR, P. R. **Produtividade de cultivares de soja em consórcio com braquiária, subdoses de herbicida e uso de potássio em cobertura**. Marília, Universidade de Marília, 2006, 43p.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C. ZACCHEO, P. V. C. **Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão**. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava, v. 4, n. 2, p. 226–244, 2011

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A. M. **Composição química e digestibilidade in vitro de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, p.964-974, 2001

PARIS, W.; CECATO, U.; BRANCO, A. F.; BARBERO, L. M.; GALBEIRO, S. **Produção de novilhas de corte em pastagem de Coastcross-1 consorciada com *Arachis pintoi* com e sem adubação nitrogenada**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 122-129, 2009

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZZETTI, S.; CHIODEROLI, C. A. **Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 360-370, 2009

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; BUZZETTI, S.; BERGAMASCHINE, F. A.; ULIAN, N. A.; FURLAN, L. C.; MEIRELLES, P. R. L.; CAVASANO, F. A. **Straw decomposition of nitrogen-fertilized grasses intercropped with irrigated maize in an integrated crop livestock system.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 35, p. 2029-2037, 2011

PASSINI, J. J. (Ed). **Sistema plantio direto com qualidade.** Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2006. p. 191-200

PEDROTTI, M. C. **Produtividade de soja e milho em função da época de semeadura sob irrigação e sequeiro.** 2014. 38p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados - MS

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. **Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: componentes da produção e rendimento de grãos.** Scientia Agrícola, v.57, p.47-61, 2000

PEIXOTO, C. P. **Curso de fisiologia vegetal.** Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Universidade federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas. 177 f, impressão eletrônica, 2011

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P; C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas.** Livraria e editora agropecuária. 2002

PESKE, F. B.; BAUDET, L.; PESKE, S. T. **Produtividade de plantas de soja provenientes de sementes tratadas com fósforo.** Revista Brasileira de Sementes. Londrina, v. 31, n. 1, 2009

PETRY, M.; DAL BOSCO, S. M.; SCHERER, F.; GOMES, J. **Efeito da ingestão de linhaça na nutrição de idosos institucionalizados.** Ciência e Saúde, v. 10, n. 3, p. 416- 424, 2011

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água.** Seropédica: Edur, 2004. 191p.

PINHO, R. G. V., VASCONCELOS, R. C., BORGES, I. D., e RESENDE, A. V. **Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura.** Bragantia, v. 66 n. 2, p. 235- 245,2007

PORTELA, M. G. T. *et al.* A características agronômicas do milho submetido a fontes e parcelamento de nitrogênio em cobertura. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering** v. 10(3): 248-258, 2016. Disponível em

<<http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/423/294>>. Acesso em 14 abril. 2021

RAINS, G. C.; OLSON, D. M.; LEWIS, W. J. **Redirecting technology to support sustainable farm management practices**. *Agricultural Systems*, v. 104, n. 1, p. 365-370, 2011

RAJCAN, I.; SWANTON, C. J. **Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant**. *Field Crops Res.*, v. 71, p. 139-150, 2001

REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M.; AITA, C.; ANDRADA, M. M. C. **Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 1805-1816, 2008

REZENDE, B. L. A.; CANATO, G. H. D.; CECÍLIO FILHO, A. B. **Consortiação de alface e rabanete em diferentes espaçamentos e épocas de estabelecimento do consórcio, no inverno**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 1-4, 2002a. Suplemento

RIBEIRO, L. M.; CECCON, G.; MECCHI, I. A.; SANTOS, A. L. F.; FACHINELLI, R.; MAKINO, P. A. **Produtividade da soja em sucessão a cultivos de outono-inverno**. *Revista Agrarian*, v. 11, n. 40, p. 120-131. 2018. Disponível em:<<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/5379/4373>>

RICHART, A.; PASLAUSKI, T.; NOZAKI, M. H.; RODRIGUES, C. M.; FEY, R. **Desempenho do milho safrinha e da *Brachiaria ruziziensis* cv. Comum em consórcio**. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. Recife, v.5, n.4, p.497-502, 2010

ROSA, L. M. G. (2001) **A escolha da planta forrageira**. In: Simpósio sobre manejo de pastagens, 18., 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ. p.61-86

ROLDÁN, A.; CARAVACA, F.; HERNANDEZ, M.T.; GARCIA, C.; SÁNCHEZ-BRITO, C.; VELÁSQUEZ, M.; TISCARENO, M. **No-tillage, crop residue additions, and legume cover cropping effects on soil quality characteristics under maize in Patzcuaro watershed (Mexico)**. *Soil e Tillage Research*, v.72, p.65-73, 2003

ROSSETTI, L. A. **Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e seguridade rural no Brasil: Aspectos atuariais e de política agrícola**. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.9, n.3, 2001

- SANGOI, L. **Understanding plant density effects on maize growth and development: in important issue to maximize grain yield.** *Ciência. Rural*, v.31, n. 1, p. 159-168. 2000
- SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L.; E HEBERT, P. C. **Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(6), 861-869. 10.1590/S0100-204X2001000600003. 2001
- SANGOI, L.; SCHMITT, A.; E ZANIN, C. G. **Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de planta.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 6, 263-271, 2007
- SANS, L. M. A.; GUIMARÃES, D. P. **Zoneamento agrícola: riscos climáticos para a cultura do milho.** In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). *A cultura do milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. p. 89-97, 2008
- SANTOS, M. A. S. **Zoneamento agrícola de riscos climáticos para a cultura do milho.** Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2006. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490414/1/Circ82.pdf>>
- SANTOS, M. G. et al. **Photosynthetic parameters and leaf water potential of Five common beans genotypes under mild water deficit.** *Biologic Plantarum*, v. 53, n. 2, p. 229-236, 2009
- SANTOS, K. C.; UCHÔA, S. C. P.; MELO, V. F.; ALVES, J. M. A. A.; ROCHA, P. R. R.; XIMENES, C. K. S. **Inoculação com *Bradyrhizobium* e adubação nitrogenada em feijão-caupi cultivado em diferentes solos.** *Revista Agroambiente, Boa Vista, RR*, v. 8, n. 3, p. 306-317, 2014
- SECRETI, M. L.; FREITAS, M. E.; PILETTI, L. M. M. S.; SOUZA, L. C. F.; NUNES, T. C. **Avaliação da produtividade de milho com *brachiaria ruziziensis* e milho solteiro.** In: XII Seminário Nacional de Milho Safrinha, Embrapa/UFGD, 2013
- SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; BARROS, H. B. **Origem, evolução e importância econômica.** In: SEDIYAMA, T. (Ed.). *Tecnologias de produção e usos da soja*. Londrina: Mecenias, p. 1-5, 2009
- SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja.** Londrina: Macenas, 314p. 2009

SEIFFERT, N. F. **Gramíneas Forrageiras do Gênero Brachiaria**. Circular Técnica n.1. Embrapa Gado de Corte: Campo Grande, 1984

SENDULSKY, T. **Chave para identificação de Brachiaria**. J. Agroceres, v. 5, n.56, p. 4-5, 1977

SEREIA, R. C.; LEITE, L. F.; ALVES, V. B.; CECCON, G. **Crescimento de Brachiaria spp. e milho safrinha em cultivo consorciado**. Agrarian, Dourados, v. 5, n. 18, p. 349-355, 2012

SERRÃO, E. A. D.; SIMÃO NETO, M. **Informações sobre duas espécies de gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* na Amazônia: *B. decumbens* Stapf e *B. ruziziensis* Germain et Evrard**. Belém, Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte, 1971. 31p. (IPEAN. Série: Estudos sobre forrageiras na Amazônia, v.2., n. 1).

SHIOGA, P. S. Sistemas de produção do milho safrinha no Paraná. In: **SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA**, 10, 2009, Rio Verde. GO. Anais. Rio Verde: FESURV, Rio Verde, p. 40-54 2009

SHIOGA, P. S.; GERAGE, A. C. Influência da época de plantio no desempenho do milho segunda safra no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p. 236-253, 2010

SHIOGA, P. S.; GERAGE, A. C.; ARAÚJO, P. M.; BIANCO, R. **Avaliação estadual de cultivares de milho segunda safra 2012**. 1ed. Londrina: IAPAR, 2012. 114p. (IAPAR Boletim Técnico 78)

SILVA, A. A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R. **Manejo de plantas daninhas no Sistema Integrado Agricultura- Pecuária**. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A.; AGNES, E. L. Manejo Integrado Integração Lavoura- Pecuária. Viçosa: Editora Suprema. p. 117-170. 2004

SILVA, E. C. *et al.* Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 29, n. 3, p. 353-362, 2005

SILVA, E. C. *et al.* Análise econômica da adubação nitrogenada no milho Análise econômica da adubação nitrogenada no milho sob plantio direto em sucessão a plantas de cobertura em Latossolo Vermelho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 445-452, 2007

SILVA HIRATA, A. C.; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A.; GOLLA, A. R.; NARITA, N. Plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do tomate em plantio direto. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 465-472, 2009

SILVA JUNIOR, C. A. Pensamento evolutivo e citologia. In: VIEIRA, G. C.; ARAÚJO, L. A. L. Ensino de biologia: uma perspectiva evolutiva. Porto Alegre: Instituto de Biociências da UFRGS, v. 1, 2021, 324 p.

SILVA NETO, S. P. **Importância da cultivar de soja na viabilidade da sucessão soja-milho**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 3 p. 2011

SILVA, S. F.; FERRARI, J. L. **Descrição botânica, distribuição geográfica e potencialidades de uso da *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich) Stapf**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; p.302. 2012

SINCLAIR T. R. **Water and nitrogen limitation in soybean grain production** IN: Model Development. Field Crops Res., 15:125-141, 1986

SOUZA SOBRINHO, F. **Melhoramento de forrageiras no Brasil. Forragicultura e Pastagens, temas em evidência**. UFLA, Lavras, p. 65-120, 2005

SOUZA, A. W. A.; PIRES G. A. **Revisão de literatura: Milho**. Rio Branco, AC. 2013. p. 21

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. Nutrição Mineral de Plantas – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2 ed. Viçosa, MG: SBCS, 2018, 670 p

SANTOS, L. P. D. dos. Doses de nitrogênio na cultura do milho para altas produtividades de grãos santos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 270-279, 2013. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104525/1/Doses-nitrogenio.pdf>>. Acesso em 14 abril. 2021

SMIT, M. A.; SINGELS, A. **The response of sugarcane canopy development to water stress**. Field Crops Research, South Africa, v. 98, p. 91-97, 2006

STONE, L. F. et al. **Evapotranspiração do feijoeiro irrigado em plantio direto sobre diferentes palhadas de culturas de cobertura**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 4, p. 577-582, 2006

STULZER, G. C. G. Soluções nutritivas com diferentes proporções nítrico amoniacal no crescimento e coloração da bromélia *Neoregelia* “Fireball”. (Dissertação, Centro de Ciências Agrárias) UEL: Londrina, 2019, 56 f.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TÁVORA, F. J. A. F.; SILVA, C. S. A.; BLEICHER, E. **Sistemas de consórcios do milho, sorgo e feijão-caupi em séries de substituição**. Revista Brasileira Agrociência, Pelotas, v.13, n.3, p. 311-317, 2007

TEIXEIRA, I. R.; MOTA, J. H.; SILVA, A. G. **Consórcio de hortaliças**. Sêmima: Ciências Agrárias, v. 26, n. 4, p. 507-514, 2005

TORTELI, G. **Componentes de rendimento do milho cultivado em consórcio com braquiárias em diferentes arranjos de semeadura**. 2014. 26 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2014

TSUNECHIRO, A.; MARTINS, V. A.; MIURA, M. **Fontes de crescimento da produção de milho safrinha nos principais estados produtores, Brasil, 1993-2012**. In: XII Seminário Nacional Milho Safrinha: Estabilidade e Produtividade, 2013, Dourados – MS, Anais. EMBRAPA, 2013

USDA. United States Department of Agriculture. **World agricultural production**. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/world-agricultural-production>>. 2016

USDA. United States Department of Agriculture. Grain: **world markets and trade**. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade>>. 2018a

USDA. United States Department of Agriculture. **World agricultural production**. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/world-agricultural-production>>. 2018b

VALLE, C. B. Coleção de germoplasma de espécies de *Brachiaria* no CIAT. **Estudos básicos visando ao melhoramento genético**. Campo Grande: EMBRAPACNPGC, 1990. 33 p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 46)

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M. **Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria***. In: Simpósio Sobre Manejo da Pastagem, 17. Piracicaba. Anais... Pág. 65-108. 2000

VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S.; BONATO, A. L. V. **Lançamento de cultivares forrageiras: o processo e seus resultados** – cvs. Massai, Pojuca, Campo Grande, Xaraés. In: EVANGELISTA, A. R.; REIS, S. T.; GOMIDE, E. M. (Ed.). Forragicultura e pastagens: temas em evidência – sustentabilidade. Lavras: Editora UFLA, 2003. p. 179-225

VALLE, C. B.; JANK, L. Novas cultivares forrageiras e a parceria EMBRAPA UNIPASTO. **Seed News**, v. 6, n. 3, p. 34-34, 2004

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; VALÉRIO, J. R.; MACEDO, M. C. M.; FERNANDES, C. D.; DIAS FILHO, M. B. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: uma forrageira para diversificação de pastagens tropicais. **Seed News**, v. 11, n. 2, p. 28-30, 2007

VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. Gênero *Brachiaria*. **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: Ed. UFV, p. 30-77, 2010

VARGAS, L.; ADEGAS, F.; GAZZIERO, D.; KARAM, D.; AGOSTINETTO, D.; SILVA, W. T. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil: histórico, distribuição, impacto econômico, manejo e prevenção**. In: MESCHEDE, D. K.; GAZZIERO, D. L. P. A era glyphosate: agricultura, meio ambiente e homem. Londrina: Midiograf II, p. 219 – 239, 2016

VERONEZI, S. D. F.; RIBEIRO, L. M.; CECCON, G. Uso de *Azospirillum brasilense* em milho safrinha solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 12 n. 4, p. 349-360, 2018

VIDAL, R. A. **Interação negativa entre plantas: Inicialismo, alelopatia e competição**. 1. ed. UFRGS. 132 p. 2010

VIEIRA, R. F. Mineralização do nitrogênio orgânico (Amonificação). **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017

VILELA, H. Série Gramíneas Tropicais. Portal Agronomia. Disponível em <<http://WWW.agronomia.com.br/conteúdo/artigos/artigos.htm>>. 2009

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. **Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado**. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011

VILELA, H. SÉRIE GRAMÍNEA TROPICAL - **Gênero** *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens* - **Capim**). Disponível em:

<http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_brachiaria_decumbens.html>. 2011

UNGERA, P. W.; STEWARTA, B. A.; PARRB, J. F.; SINGHC, R. P. Crop residue management and tillage methods for conserving soil and water in semi-arid regions. **Soil e Tillage Research**, v.20, p.219-240, 1991

ZHOU, G. Y.; MORRIS, J. D.; YAN, J. H.; YU, Z. Y.; PENG, S. L. Hydrological impacts of reforestation with eucalypts and indigenous species: a case study in Southern China. **Forest Ecology and Management**, v. 167, p. 209-222, 2002