

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

RODRIGO ANTONIO HOSSA

**FORMAS DE ESTABELECIMENTO DE ESPÉCIES DE COBERTURA
CULTIVADAS EM CONSÓRCIO COM MILHO SAFRINHA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2019

RODRIGO ANTONIO HOSSA

**FORMAS DE ESTABELECIMENTO DE ESPÉCIES DE COBERTURA
CULTIVADAS EM CONSÓRCIO COM MILHO SAFRINHA**

Trabalho de conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de conclusão de curso II, do Curso Superior de Agronomia - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de engenheiro agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Fernando Adami.

Co-Orientador: Vanderson Vieira Batista.

DOIS VIZINHOS

2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

FORMAS DE ESTABELECIMENTO DE ESPÉCIES DE COBERTURA CULTIVADAS EM CONSÓRCIO COM MILHO SAFRINHA

Por

RODRIGO ANTONIO HOSSA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 26 de junho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Paulo Fernando Adami
Universidade Tecnológica federal do Paraná-
UTFPR-DV
(Orientador)

Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor
Universidade Tecnológica federal do Paraná-
UTFPR-DV
(Membro titular)

Msc. Karine Fuschter Oligini
Universidade Tecnológica federal do Paraná-
UTFPR-PB
(Membro titular)

Profa. Dra. Angélica Signor Mendes
Universidade Tecnológica federal do Paraná-
UTFPR-DV
(Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso)

Prof. Dr. Alessandro Jaquiel Waclawovsky
Coordenador de Agronomia
UTFPR – Dois Vizinhos.

RESUMO

HOSSA, R. A. **Formas de estabelecimento de espécies de cobertura cultivadas em consórcio com milho safrinha**. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

O milho (*Zea mays*) é um cereal cultivado mundialmente e serve de base para alimentação humana e animal. No sudoeste do Paraná seu cultivo é bem difundido, principalmente em safrinha. No entanto, após a colheita do milho, as lavouras passam por um curto período de pousio, sem cultivo, favorecendo a erosão e emergência de plantas daninhas. Neste contexto, o cultivo consorciado, com utilização de plantas de cobertura em consórcio com o milho, pode minimizar esses impactos, sendo que após a colheita do milho, essas plantas já estão estabelecidas no sistema. O objetivo do trabalho foi avaliar a consequência que diferentes formas de estabelecimento de espécies de cobertura, resultam sobre o desenvolvimento e produtividade da cultura do milho, bem como o potencial de acúmulo de biomassa das espécies. O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino e Pesquisa de Culturas Anuais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. O estudo foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, dispostos em esquema fatorial de 2x3, com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por espécies de plantas de cobertura (1 - *Crotalaria spectabilis* e 2 - *Urochloa ruziziensis*), e o segundo fator por formas de estabelecimentos das espécies no consórcio (1 – semeadura na entre linha do milho; 2 – A lanço antes da semeadura do milho; e 3 – A lanço no estágio fenológico V6 do milho). A forma de estabelecimento com o milho no estágio V6, foi a que mais afetou as plantas de cobertura resultando em baixa produção de biomassa. Na implantação das plantas de cobertura na entre linha ou a lanço simultaneamente com a semeadura do milho, se tem uma menor competição, pois o milho e a planta de cobertura emergirão ao mesmo tempo, resultando nas maiores produções de biomassa. A *Urochloa ruziziensis* é superior em produção de massa seca em relação a *Crotalaria spectabilis*, com produção média das três formas de estabelecimento de 1425,15 e 401,85 kg ha⁻¹ de massa seca respectivamente. A produtividade do milho não foi influenciada pelas espécies e pelas formas de estabelecimento. O milho apresenta vantagem competitiva sobre as espécies de cobertura se instalando antes no sistema e sombreando as mesmas.

Palavras-chaves: Acúmulo de Biomassa. *Urochloa*. *Crotalaria*.

ABSTRACT

HOSSA, R. A. **Forms of establishment of cover species intercropped with maize crop**. 29 f. Completion of course work (Agronomy course) Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

Corn (*Zea mays*) is a cereal grown worldwide and serves as the basis for human and animal food. In the southwest of Paraná its cultivation is very widespread, mainly as a second summer crop after soybean. However, after maize harvesting the area undergoes a short fallow period, favoring soil erosion and emergence of weeds. In this context, intercropping, cover crops with maize, can minimize these impacts, once after its harvesting, these plants are already established in the system. The objective of this work was to evaluate the effect of different forms of establishment of cover species, on the development and yield of the maize crop, as well as the biomass accumulation potential of the cover crop species. The experiment was conducted at the Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. The study was conducted in a randomized complete block design, arranged in a 2x3 factorial scheme, with four replications. The first factor was composed of species of cover plants (1 - *Crotalaria spectabilis* and 2 - *Urochloa ruziziensis*), and the second factor by forms of establishments of the species in the consortium (1 – sowing before maize sowing, 2 – inter-row of maize and 3 – sowed at maize phenological stage of V6). The form of establishment with corn in the V6 stage was the one that most affected the cover crops resulting in low biomass production, due to the competition for water, light, and nutrients exerted by maize that was already at V6 stage. In the implantation of the cover plants in the line or the haul simultaneously there is sowing of the corn, results in less competition, since the corn and the cover plant will emerge at the same time, and the highest biomass yields were obtained. *Urochloa ruziziensis* is superior in dry mass production in relation to *Crotalaria spectabilis*, reaching an average of 1425.15 and 401.85 kg ha⁻¹ dry mass, respectively. Maize productivity was not influenced by species and forms of establishment. Maize presents a competitive advantage over cover species by installing in the system and shading them.

Keywords: Biomass accumulation. *Urochloa*. *Crotalaria*.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 5 |
| 2 MATERIAIS E MÉTODOS | 8 |
| 2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL..... | 8 |
| 2.1.1 Delineamento experimental..... | 9 |
| 2.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO | 11 |
| 2.3. VARIÁVEIS ANALISADAS | 13 |
| 2.3.1. População das plantas de cobertura | 13 |
| 2.3.2 Altura final das plantas de cobertura..... | 13 |
| 2.3.3 Análise de acúmulo de matéria verde e seca das plantas de cobertura | 14 |
| 2.3.4 Altura de inserção de espiga do milho | 14 |
| 2.3.5 Determinação dos componentes de produtividade do milho..... | 14 |
| 2.3.6 Análise estatística dos dados..... | 15 |
| 3 RESULTADOS E DISCUÇÕES | 16 |
| 4 CONCLUSÃO | 24 |
| 5 REFERÊNCIAS | 25 |

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal cultivado mundialmente e serve de base para alimentação humana e animal. É consumido *in natura* e compõe uma grande quantidade de derivados. Segundo levantamento da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, com base nos relatórios do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, a produção mundial de milho na safra 2017/2018 foi de 1,36 bilhões de toneladas, tendo o EUA como maior produtor (371 milhões de toneladas) e o Brasil na terceira colocação, com produção de 92 milhões de toneladas (FIESP, 2018).

A cultura apresenta grande importância para a economia brasileira, representando a segunda maior produção de grãos do país, ficando atrás apenas da cultura da soja (CONAB, 2019). Os grãos são utilizados para abastecimento interno e destinados à exportação (SIMÃO, 2016). Em muitas propriedades com atividades pecuária a cultura do milho é utilizada para alimentação animal na forma de silagem.

A produção nacional é dividida em duas safras, safra de verão (safra) e safra de inverno, ou ainda segunda safra de verão (safrinha), destas, 72% do milho brasileiro é produzido em safrinha, totalizando 69 milhões de toneladas, sendo o estado do Paraná responsável por 18,5% do montante de milho produzido neste período (CONAB, 2019). O milho safrinha é cultivado em sequeiro, onde a semeadura se concentra após o cultivo de verão nos meses de janeiro a abril, geralmente após o cultivo de cultivares precoces de soja (CRUZ et al., 2011).

Após o cultivo de milho safrinha, tem-se um período de entre safra de aproximadamente 80 dias, até a semeadura da safra de verão e por ser um período curto, desmotiva os produtores a estabelecerem plantas de cobertura sobre as áreas. Segundo Dalla Chieza. (2017), a ideia de ter um cultivo de espécies de cobertura exclusivamente para produção de biomassa nas lavouras, não motiva os produtores pelo fato de não trazer lucro imediato. Porém, o período em que as áreas permanecem em pousio, favorece o aparecimento de plantas daninhas (CASTRO et al., 2011), deixa o solo desprotegido e suscetível a erosão e esgotamento da matéria orgânica (MARCANTE et al., 2011). Em áreas de silagem ocorre a retirada total da parte aérea do milho, e o trânsito de máquinas aumenta a compactação do solo.

Neste contexto, o cultivo consorciado do milho safrinha com espécies de cobertura pode minimizar esses problemas, pois quando colhido o milho safrinha, as plantas de cobertura já estarão estabelecidas. De acordo com Hernani et al. (2018), o consórcio entre culturas com diferentes características pode caracterizar um melhor aproveitamento da luz, dos nutrientes e da área agricultável, resultado em inúmeros benefícios para o sistema de produção. Já Mechi. (2018) destaca que nos sistemas de produção convencionais, apenas o resíduo deixado pela cultura não é suficiente para aumentar os teores de matéria orgânica, por esse motivo, o cultivo de plantas de cobertura, com o objetivo único de produção de biomassa, faz-se necessário.

Estudos buscando entender o sistema de produção consorciado vem sendo realizado no Brasil. Porém as pesquisas demonstram que o sistema apresenta grande variação em função da espécie de cobertura utilizada (KAPPES; ZANCANARO, 2016), da forma de estabelecimento das culturas (RICHART et al., 2010), comprometendo o estabelecimento e acúmulo de biomassa da espécie de cobertura e produção de grãos da cultura principal (PARIZ et al., 2011).

Quando o sistema de consórcio é implantado com leguminosas (milho + *Crotalaria spp.*) a cultura do milho pode ser favorecida com a liberação do nitrogênio oriundo da decomposição dos nódulos e raízes, ou ainda, ser aproveitado por culturas sucessoras (KAPPES; ZANCANARO, 2016). Kappes. (2011) explica que além da capacidade de fixação simbiótica de nitrogênio por parte das leguminosas, as mesmas apresentam em geral, palhadas de baixa relação C/N, sendo sua decomposição relativamente rápida, onde o nitrogênio acumulado é liberado mais rapidamente para o próximo cultivo.

Outra possibilidade para implantação do cultivo consorciado é a utilização de espécies forrageiras, principalmente do gênero *Urochloa*. Segundo Görgen et al. (2011), a forrageira pode ser consorciada com a cultura do milho devido as suas diferenças morfológicas, as quais não afetam o desenvolvimento do cereal, e após a colheita do milho apresentar elevada taxa acúmulo de biomassa, a qual pode ser utilizada como forragem para animais ou palhada para proteção do solo.

Entretanto, em alguns casos, o consórcio pode afetar a produtividade do milho. Para reduzir perdas de produtividade do milho e manter elevado o acúmulo de biomassa das espécies de cobertura, estratégias podem ser utilizadas na lavoura.

Richart et al. (2010), verificaram que a maior produtividade de massa seca de *Urochloa ruziziensis* se dá quando a forrageira é implantada simultaneamente a semeadura do milho (3555,00 kg ha⁻¹), entretanto a produtividade do milho é reduzida neste sistema (3291,16 kg ha⁻¹). Já ao implantar a *U. ruziziensis* 15 e 30 dias após a semeadura do milho, os pesquisadores observaram redução de acúmulo de massa seca da forrageira (1007,00 e 474,00 kg ha⁻¹, respectivamente) porém, com produtividade do milho superior (3553,22 e 3637,45 kg ha⁻¹ respectivamente).

Gitti et al. (2012), avaliaram o consórcio de milho com *Crotalaria juncea* e *spectabilis* em diferentes formas de estabelecimento, e concluiu que o consórcio simultâneo de *C. juncea* nas entrelinhas reduziu a produtividade do milho em 2497,00 kg ha⁻¹ em relação ao cultivo de milho em monocultura. Porém para a *C. spectabilis*, observou-se que quando implantada na entre linha do milho e nos estádios V4 ou V7, a leguminosa apresenta satisfatória produção de biomassa e não interfere sobre a produtividade do milho.

Destaca-se o fato de a maioria dos trabalhos envolvendo o cultivo consorciado de milho ser realizado no período safra, havendo poucos estudos na literatura em safrinha, necessitando assim de informações sobre tal forma de cultivo, para este período. Diante da contextualização e visando entender o cultivo consorciado de milho safrinha, o objetivo do trabalho foi avaliar a consequência que diferentes formas de estabelecimento e espécies de cobertura, resultam sobre o desenvolvimento e produtividade da cultura do milho, bem como o potencial de acúmulo de biomassa das espécies em sistema de consórcio.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

A implantação do experimento foi realizada em 15 de fevereiro de 2018. O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino e Pesquisa de Culturas Anuais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos – Paraná (25°42'4" latitude S e 53°5'43" longitude W) (Figura 1).

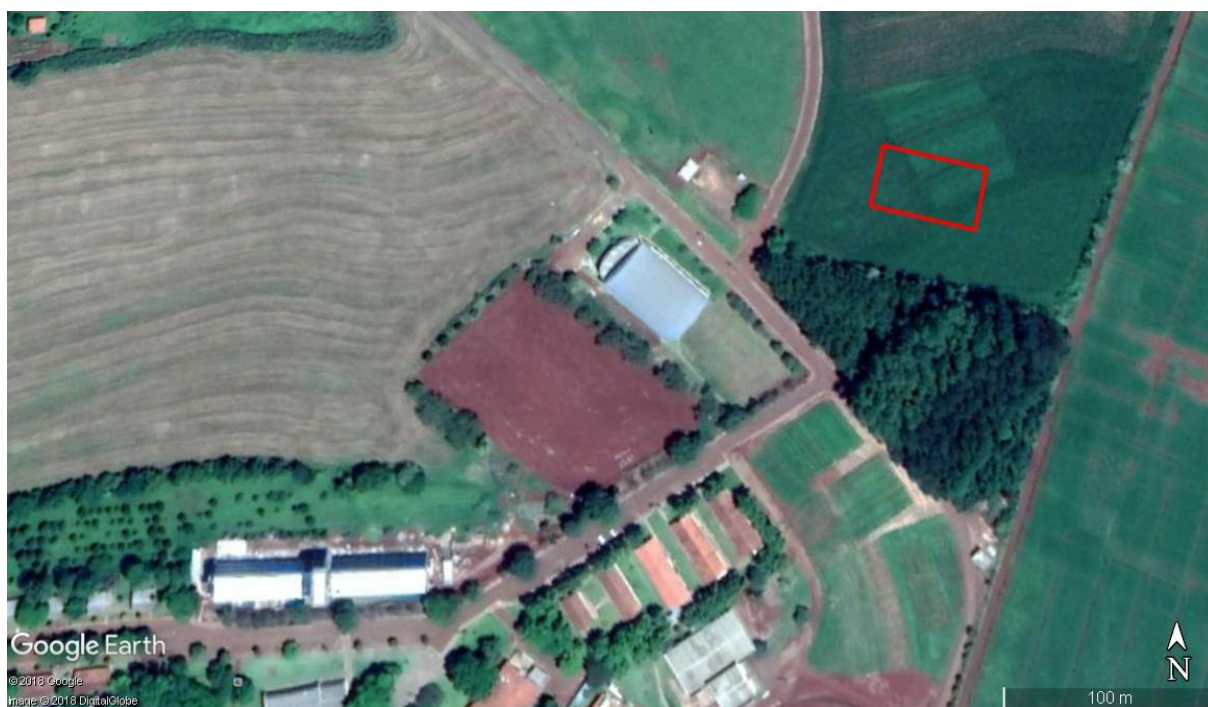


Figura 1: Área do experimento.
Fonte: Google Earth, (2018).

O local apresenta altitude média de 540 m, com solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (BHERING et al., 2008). O clima predominante no local é subtropical úmido mesotérmico (Cfa), apresentando temperaturas médias anuais de aproximadamente 20 °C (ALVARES et al., 2013) e precipitação média anual entre 1.800 a 2.000 mm (IAPAR, 2019). Os dados de temperatura mínima e máxima; e precipitações observadas durante a condução do estudo são apresentados na Figura 2.

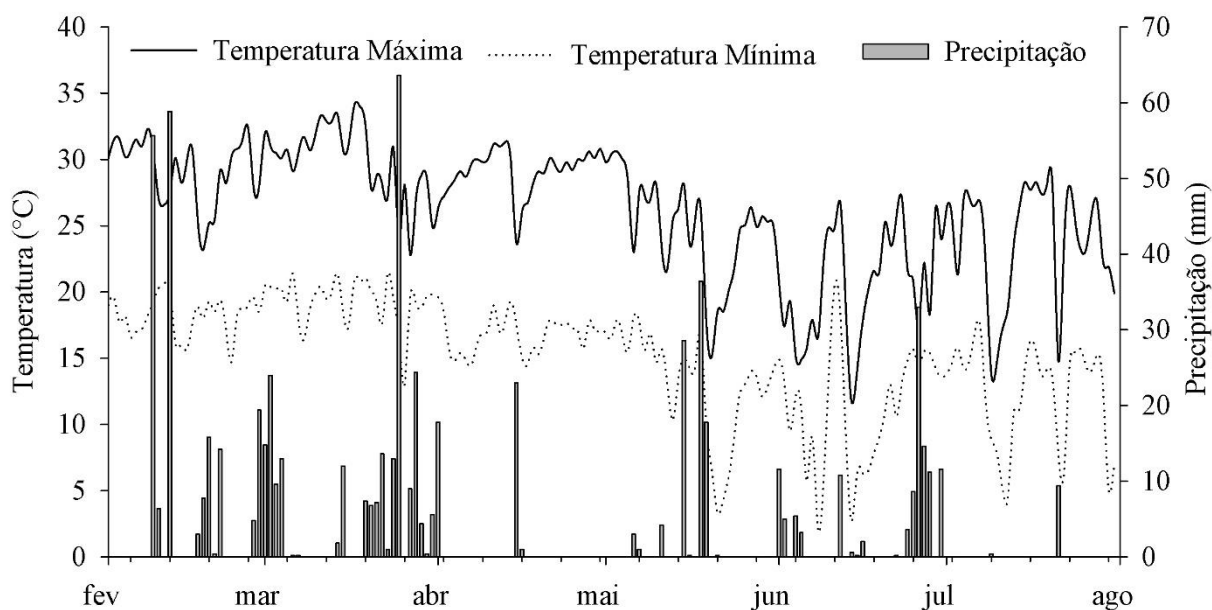


Figura 2 - Precipitação, temperatura máxima, mínima e média, registradas no período de realização dos estudos, Dois Vizinhos, 2019. Fonte: INMET, (2019).

2.1.1 Delineamento experimental

O estudo foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, dispostos em esquema fatorial de 2x3, com quatro repetições, totalizando 6 tratamentos (24 unidades experimentais). O primeiro fator foi composto por espécies de plantas de cobertura (1 - *Crotalaria spectabilis* e 2 - *Urochloa ruziziensis*), e o segundo fator por formas de estabelecimentos das espécies no consórcio (1 – semeadura na entre linha do milho; (Figura 3, A e B); 2 – A lanço antes da semeadura do milho; (Figura 4, A e B) e 3 – A lanço no estágio fenológico V6 do milho) (Figura 5, A e B).

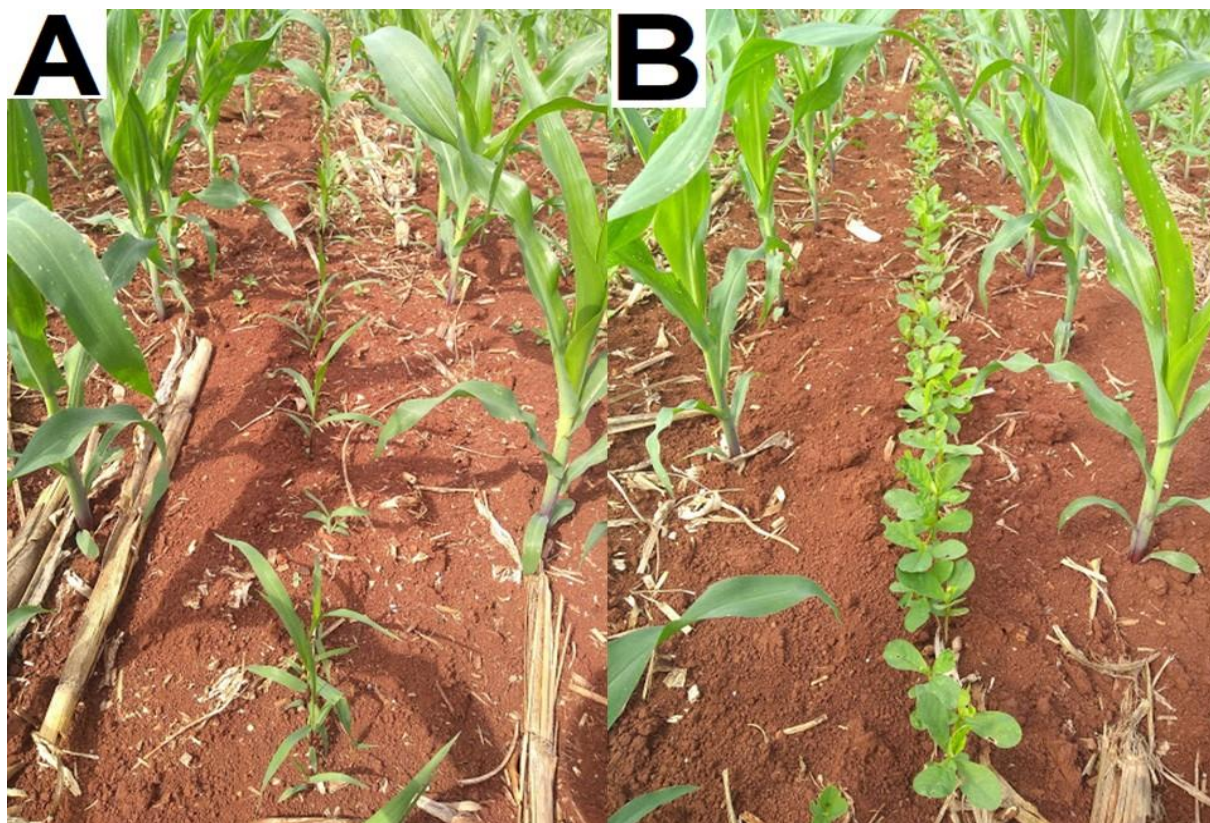


Figura 3 – *Urochloa ruziziensis* (A) e *Crotalaria spectabilis* (B) semeadas em linha simultaneamente a semeadura do milho.
Fonte: o autor (2018).

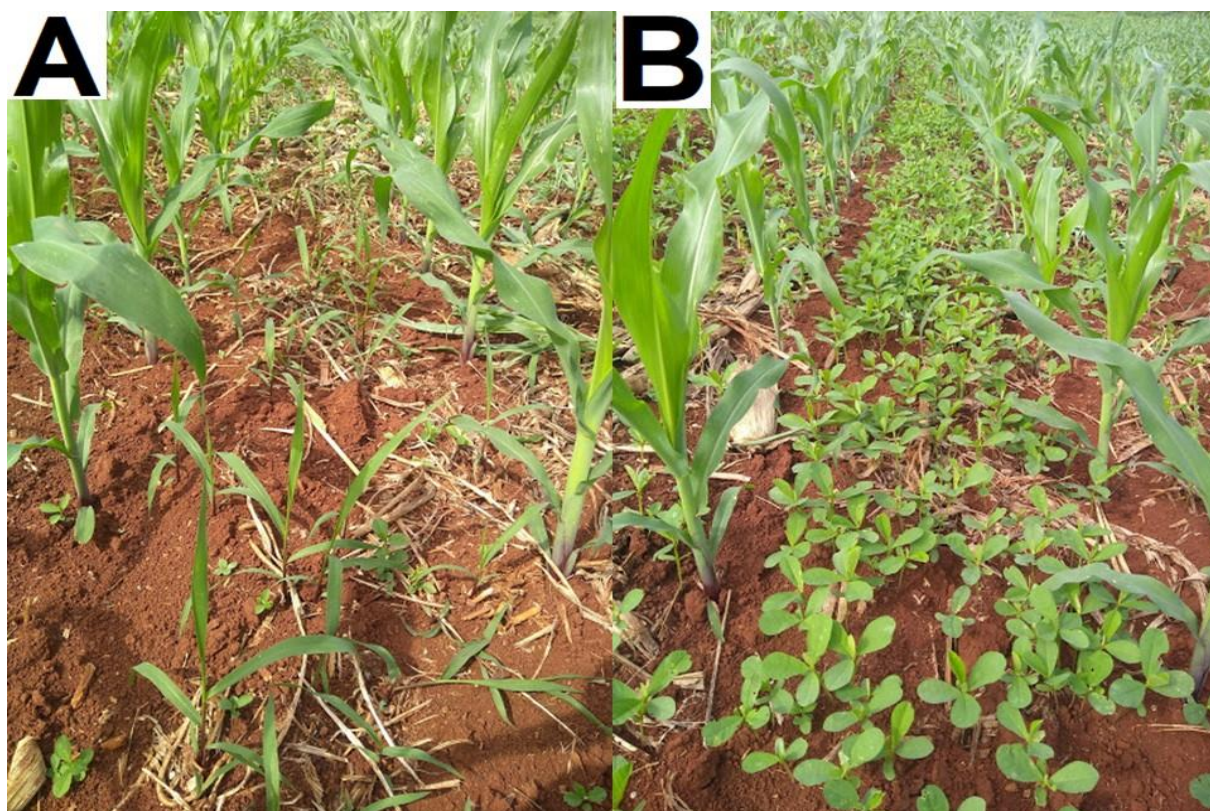


Figura 4 – *Urochloa ruziziensis* (A) e a *Crotalaria spectabilis* (B) semeadas a lanço simultaneamente a semeadura do milho.
Fonte: autor (2018).

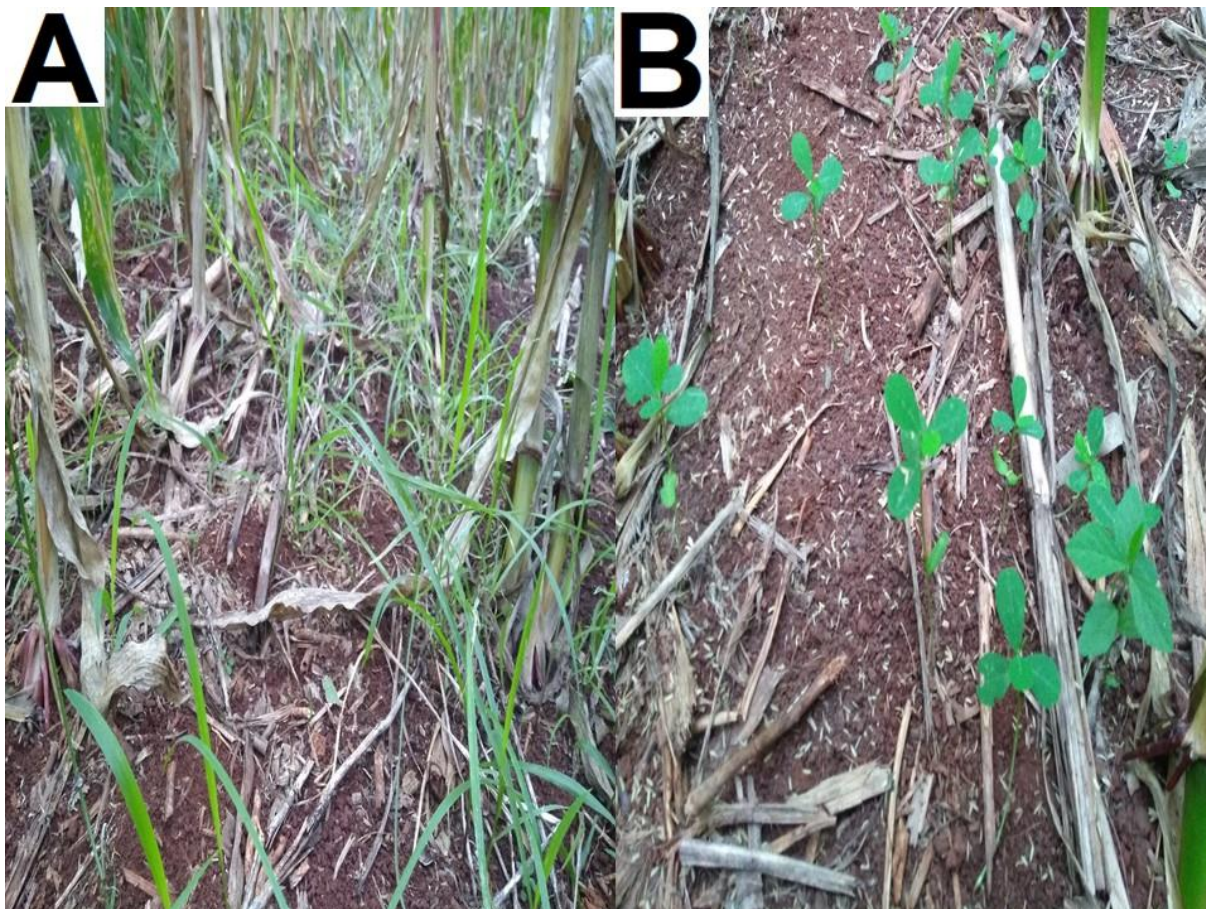


Figura 5 – *Urochloa ruziziensis* (A) *Crotalaria spectabilis* (B) semeada a lanço no estágio V6 do milho. Fonte: autor (2018).

As unidades experimentais foram compostas por 2,25 m de largura (cinco linhas de cultivo de milho), por 10 m de comprimento, totalizando 22,5 m² cada. Para as avaliações, descartaram-se as plantas das linhas laterais das unidades experimentais, bem como, plantas situadas no primeiro e último metro linear de cada linha, proporcionando unidades de observação (UO) de 5,4 m² (0,9 m de largura x 6 m de comprimento).

2.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A cultura antecessora antes do experimento foi milho safra, utilizado na forma de silagem. Utilizou na condução do estudo o híbrido de milho Pioneer 3380 HR, o

qual foi semeado com auxílio de uma plantadeira hidráulica múltipla (inverno/verão), acoplada ao trator. Foi empregado espaçamento de 0,45 m entre as linhas e densidade de semeadura de 68.888 sementes ha⁻¹ (3,1 sementes por metro linear).

Para a implantação dos tratamentos com *U. ruziziensis*, foi utilizado 8 kg ha⁻¹ de sementes peletizadas para semeadura na entre linha do milho (tratamento: entre linha) e 15 kg ha⁻¹ para *C. spectabilis*. Devido os riscos apresentados pelos fatores climáticos sobre a taxa de germinação, e conseqüentemente, o estado de plantas das espécies de cobertura, para os tratamentos com semeadura a lanço (lanço na semeadura e lanço V6), a densidade de semeadura foi elevada em 30% nestes tratamentos, resultando em 10,4 e 19,5 kg de sementes ha⁻¹ para *U. ruziziensis* e *C. spectabilis*, respectivamente.

Na implantação do tratamento “lanço antes da semeadura do milho”, as espécies de cobertura foram semeadas nas unidades experimentais de forma manual, a lanço sobre o solo, e na sequência ocorreu a semeadura do milho. Nos tratamentos denominados “entre linha”, as espécies de cobertura e o milho foram semeados simultaneamente com o auxílio da semeadora múltipla com kit de verão e inverno, sendo as sementes das espécies de coberturas inseridas na caixa de trigo. Utilizou-se 45 cm de espaçamento entre linhas de milho – milho, com uma linha da espécie de cobertura na entre linha do milho, resultando em 22,5 cm de espaçamento entre linhas de milho – espécie de cobertura. Para o tratamento “lanço V6”, quando o milho semeado na mesma data dos demais tratamentos se encontrou em estágio fenológico V6, foi realizada a semeadura das espécies de cobertura a lanço sobre o solo, de forma manual.

Junto a semeadura do milho, em sulco, foram distribuídos 300 kg ha⁻¹ de fertilizante químico 5-20-15 (N-P₂O₅-K₂O). Também, quando o milho encontrava-se em estágio fenológico V6, foi efetuada aplicação de adubação nitrogenada (65 kg ha⁻¹ de N) em cobertura, utilizando ureia (45% N).

Para controle de planta daninhas, a área foi dessecada um dia antes da implantação dos tratamentos com glifosato (1,44 kg i.a ha⁻¹). Durante a condução do estudo foi realizada a limpeza das unidades experimentais através de capina manual quando as plantas de milho encontravam-se em estágio fenológico V4.

Também, quanto a danos por doenças fúngicas e insetos, realizou-se o monitoramento de ambas, não sendo constatado nível de dano e conseqüentemente não havendo necessidade de aplicação de fungicidas e inseticidas.

Como ponto de colheita do milho, considerou-se o momento que a a cultura encontrava-se com umidade de grãos em torno de 25 %, ponto em que o produtor colhe o milho safrinha na região. Observou-se tal fato em 20 de julho, 155 dias após a semeadura.

2.3. VARIÁVEIS ANALISADAS

Como componentes de rendimento das espécies de cobertura, avaliou-se no ponto de colheita do milho a população de plantas de cobertura, altura e acúmulo de massa verde e seca. Neste mesmo período foi avaliado a altura de inserção de espiga do milho e seus componentes de rendimento.

2.3.1. População das plantas de cobertura

Para a determinação da população de plantas de cobertura (plantas ha⁻¹), foi realizado a contagem da quantidade de plantas presentes em um metro linear da UO e posterior extrapolada o valor para hectares (tratamentos entre linha). Para as unidades experimentais, nas quais as plantas de cobertura foram implantadas a lanço (lanço semeadura e lanço V6), foi realizada a contagem do número de plantas presente em uma área conhecida 0,225 m² (0,45 m x de 0,5 m), e posterior extrapolado para hectares.

2.3.2 Altura final das plantas de cobertura

A altura das plantas de cobertura (m) foi mensurada com auxílio de uma fita métrica, em dez plantas por unidade experimental. Considerou-se como altura de plantas a distância do solo até a parte apical mais elevada da planta de cobertura.

Para a análise de dados, utilizou-se a média aritmética mensurada entre as observações.

2.3.3 Análise de acúmulo de matéria verde e seca das plantas de cobertura

Para a determinação do acúmulo de massa verde e seca (kg ha^{-1}), realizou-se a coleta das plantas no dia da colheita do milho, cortando-as ao nível do solo, em um quadrado de área conhecida ($0,225 \text{ m}^2$). A amostra foi pesada em balança de precisão e o valor extrapolado para hectare, para determinar a massa verde. Na sequência, as amostras foram levadas à estufa com circulação constante de ar a 65°C , secando-as até atingirem o peso estável e posterior pesadas. Com base nos valores de massa na entrada e saídas das amostras da estufa, determinou-se a matéria seca, sendo o valor relacionado com valores de massa verde, determinando assim, o acúmulo de massa seca (kg ha^{-1}) das espécies de cobertura.

2.3.4 Altura de inserção de espiga do milho

A altura de inserção de espiga (m) foi avaliada com auxílio de uma fita métrica, considerando a distância entre o solo até ponto de inserção da espiga principal. As avaliações foram realizadas em 10 plantas por UO e para a análise de dados considerou-se o valor médio observado.

2.3.5 Determinação dos componentes de produtividade do milho

A determinação da população final de milho foi obtida pela contagem do número de plantas, presentes nas UO, sendo o valor extrapolado para hectares (plantas ha^{-1}).

Para a determinação dos rendimentos de grãos de milho, foram colhidas 30 espigas ao acaso em cada UO, em plantas com espaçamento equidistantes em acordo a população inicial estabelecida. Destas espigas, 10 foram avaliadas quanto ao número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira (quantidade de grãos presente em uma das fileiras da espiga). Para confecção da análise, considerou-se a média aritmética das observações. Também, multiplicando os valores médios de número de fileiras por número de grãos por fileira, obteve-se o número de grãos por espiga.

Na sequência, as espigas foram debulhadas com auxílio de um debulhador de grãos, acoplado a um trator. A amostra de grãos foi pesada com balança de precisão (1 g), mensurada a umidade em um determinador de umidade eletrônico e a produtividade extrapolada para hectare (kg ha^{-1}), considerando-se a umidade de 13%.

De cada amostra de grãos, foi feito a contagem de 1.000 grãos, os quais foram pesados, para obter os valores de massa de mil grãos corrigidos para 13% de umidade. Também, foi determinado a produtividade por planta (g), dividindo os valores da variável produtividade por população de plantas.

2.3.6 Análise estatística dos dados

Os dados foram tabelados e submetido a análise de variância (ANOVA) para verificar se existia efeito significativo entre os tratamentos, através do teste de F a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Havendo efeito significativo foi aplicado teste comparação de médias, Tukey a 5 % probabilidade. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUÇÕES

Observa-se na Tabela 1, que houve interação entre as formas de estabelecimento e as espécies de cobertura avaliadas para as variáveis altura de planta, massa verde, massa seca e população final de plantas de cobertura.

Tabela 1. Altura de planta, massa verde, massa seca e população final de plantas de cobertura, em função da forma de estabelecimento e da espécie de cobertura cultivada em consórcio com milho safrinha, Dois Vizinhos – Paraná, UTFPR, 2019.

| | Altura de planta (m) | Massa verde (kg ha ⁻¹) | Massa seca (kg ha ⁻¹) | População final (plantas ha ⁻¹) |
|-------------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|
| Espécie Consorciada (EC) | | | | |
| <i>C. spectabilis</i> | 0,58 b | 2.814,80 b | 401,85 b | 544.442,37 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 0,66 a | 7.301,82 a | 1.425,18 a | 411.110,37 |
| Forma de estabelecimento (FE) | | | | |
| Entre linha | 0,88 a | 8.405,56 a | 1.422,22 a | 388.885,00 b |
| Lanço semeadura | 0,86 a | 6.480,49 a | 1.266,65 a | 411.111,10 ab |
| Lanço V6 | 0,13 b | 288,89 b | 66,67 b | 633.333,30 a |
| Valor P (EC) | 0,0038** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0942 ^{ns} |
| Valor P (FE) | 0,0000** | 0,0000** | 0,0000** | 0,0302* |
| Valor P (EC x FE) | 0,0192* | 0,0013** | 0,0000** | 0,0001** |
| Média geral | 0,62 | 5.058,31 | 918,51 | 477.776,48 |
| CV (%) | 9,57 | 21,57 | 25,12 | 28,71 |

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Na Tabela 2, são apresentadas as interações observadas na Tabela 1. Quanto à população de plantas observa-se que a *C. spectabilis* apresenta menor população final ao ser estabelecida em estágio V6 do milho, entretanto *U. ruziziensis* apresenta a maior população de plantas, quando estabelecida desta forma. Também, observa-se que ao estabelecer a espécie de cobertura na entre linha e a lanço na semeadura, a *C. spectabilis* resulta em maior população de plantas em relação a *U. ruziziensis*, entretanto a forrageira apresenta maior população em relação a leguminosa quando estabelecida em V6 do milho.

Tabela 2. Interação para altura de planta, massa verde, massa seca e população final de plantas de cobertura, no momento da colheita do milho em função da forma de estabelecimento e da espécie de cobertura cultivada em consórcio com milho safrinha, Dois Vizinhos – Paraná, UTFPR, 2019.

| População final (plantas ha ⁻¹) | | | |
|---|---------------|------------------|---------------|
| | Entre linha | Lanço sementeira | Lanço V6 |
| <i>C. spectabilis</i> | 555.550,00 Ab | 911.111,11 Aa | 166.666,66 Bc |
| <i>U. ruziziensis</i> | 222.220,00 Bb | 355.555,55 Bab | 655.555,56 Aa |
| Altura das plantas (m) | | | |
| | Entre linha | Lanço sementeira | Lanço V6 |
| <i>C. spectabilis</i> | 0,95 Aa | 0,93 Aa | 0,12 Ab |
| <i>U. ruziziensis</i> | 0,81 Ba | 0,80 Ba | 0,15 Ab |
| Massa verde (kg ha ⁻¹) | | | |
| | Entre linha | Lanço sementeira | Lanço V6 |
| <i>C. spectabilis</i> | 3.211,08 Ba | 5.144,44 Ba | 88,89 Ab |
| <i>U. ruziziensis</i> | 9.749,90 Aa | 11.666,67 Aa | 488,89 Ab |
| Massa seca (kg ha ⁻¹) | | | |
| | Entre linha | Lanço sementeira | Lanço V6 |
| <i>C. spectabilis</i> | 461,11 Bab | 700,00 Ba | 44,44 Ab |
| <i>U. ruziziensis</i> | 2.072,20 Aa | 2.144,44 Aa | 88,89 Ab |

Médias seguidas de letras minúsculas na linha e maiúsculas coluna, diferem entre si e médias pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

A altura das plantas de cobertura, quando estabelecida em estágio V6 do milho, é reduzida em aproximadamente 80 e 65 cm para a *C. spectabilis* e a *U. ruziziensis*, respectivamente. A *C. spectabilis* apresentou maior altura de plantas ao ser semeada simultaneamente ao milho (entre linha e lanço na sementeira), porém altura semelhante é observadas ao semear as espécies a lanço em V6 (Tabela 2).

A altura das plantas de cobertura apresenta importante relevância no sistema de consórcio, pois pode interferir no processo de colheita mecânica do milho. Segundo Sereia et al. (2012), a *U. ruziziensis* é a cultivar mais utilizada para consórcio com milho, pois apresenta alta capacidade de perfilhamento e tendência a se estabelecer mais perto do solo, associada a alta produtividade de massa.

Em relação à produtividade de massa verde e massa seca, observa-se comportamento correlacionado entre as variáveis. Observa-se na Tabela 2, que quando semeadas as espécies de cobertura na entre linha e a lanço na sementeira, a *U. ruziziensis* possui maior produtividade de massa verde e seca em relação a *C. spectabilis*, entretanto quando semeadas em V6 do milho, estas apresentam acúmulo de massa semelhante. A *C. spectabilis* apresentou maior quantidade de massa seca quando cultivada a lanço no momento da sementeira (700,00 kg ha⁻¹)

em relação a sementeira a lanço em V6 (44,44 kg ha⁻¹), enquanto para a *U. ruziziensis* observou-se acúmulo de 2072,20 e 2144,44 para os tratamentos entre linha e lanço na sementeira, respectivamente, não havendo diferença estatística entre os tratamentos, mas sendo ambos superior a sementeira a lanço em V6 do milho, o qual é observado acúmulo de massa de apenas 88,89 kg ha⁻¹ (Tabela 2).

A *U. ruziziensis* destacou-se na produtividade de massa seca, acumulando mais de 2000,00 kg ha⁻¹ no estabelecimento linha e lanço simultaneamente há sementeira do milho. Entretanto estes valores são inferiores ao relatados por Richart et al. (2010), em experimentos no norte do Paraná, os quais constataram que em sementeira simultânea de milho e *U. ruziziensis*, a forrageira produz até 3555,00 kg ha⁻¹ de massa seca. Ainda, trabalhos realizados por Pariz et al. (2011), no Mato Grosso do Sul, encontraram 2500,00 kg ha⁻¹ de massa seca, relatando que este montante de biomassa já seria satisfatório para o consórcio.

A menor produtividade de massa seca da *U. ruziziensis* observada no presente estudo, em relação a outras pesquisas científicas, pode estar relacionada ao espaçamento entre linhas de milho utilizado (45 cm), o qual comprometeu o desenvolvimento da forrageira em consórcio. Oliveira et al. (2010) verificou que com a redução do espaçamento entre linhas do milho, ocasiona um fechamento da cultura mais rapidamente, suprimindo a espécie intercalar pelo sombreamento. Este fator é ainda mais importante em milho safrinha, aonde a maior soma térmica acelera o desenvolvimento do milho, resultando em maior poder de competição.

Apesar destes valores de acúmulo de biomassa ser considerado baixo, destaca-se o fato de que após a colheita do milho a *U. ruziziensis* já estava estabelecida na área, não havendo necessidade do produtor realizar uma nova sementeira de espécies de cobertura neste período de entre safra, até a sementeira da nova safra de verão. Ressalta-se que nesse período a planta de cobertura continuará acumulando biomassa, agora sem a competição exercida pelo milho, trazendo vantagens para o sistema de produção como, proteção de solo contra erosão e ajuda no controle de plantas daninhas. Vale ressaltar também, que mesmo ocorrendo uma geada no final do mês de julho, o volume produzido de biomassa compensa o seu uso.

A menor produtividade de massa da *C. spectabilis* no momento da colheita do milho para os tratamentos semeados simultaneamente a cultura do milho, pode estar relacionado a senescência da leguminosa, a qual apresenta ciclo mais rápido

(Figura 6). A *C. spectabilis* é caracterizada por baixa relação carbono/nitrogênio, com substâncias solúveis que facilitam a ação de microrganismos na sua decomposição, com isso ocorre a liberação de nutrientes mais rápido para o solo (PERIN et al., 2015).



Figura 6: *Crotalaria spectabilis* em final de ciclo implantada simultaneamente o plantio do milho. Fonte: o autor (2018).

A menor produtividade de massa das espécies é observada no estabelecimento em estágio V6 do milho. Isso pode ser explicado pela competição exercida pelo milho, uma vez que o mesmo já estava estabelecido, tendo maior capacidade de absorver água e nutrientes e exercer sombreamento nas suas entre linhas. A utilização do espaçamento reduzido (0,45 cm) na semeadura do milho exercendo maior sombreamento em suas entre linhas e o período de menor pluviosidade observado no mês de maio (Figura 2) são fatores que contribuem para uma menor produtividade de biomassa. Ainda, o rápido crescimento e

desenvolvimento na safrinha proporcionam vantagens competitivas ao milho em relação as plantas de cobertura. Por outro lado, a menor população de plantas utilizada na safrinha permite uma maior incidência de radiação nas plantas de cobertura, especialmente após a senescência e durante o processo de perda de umidade dos grãos do milho, que demora a ocorrer devido as condições climáticas do momento da colheita.

Na Tabela 3 são apresentados os dados referentes a população de plantas, altura de inserção da espiga, número de fileiras e número de grãos por fileira de milho safrinha. Observa-se que apenas a variável número de fileiras apresenta interação entre fatores.

Tabela 3. População de plantas, altura de inserção da espiga, número de fileiras e número de grãos por fileira de milho safrinha, em função da forma de estabelecimento e da espécie de cobertura cultivada em consórcio, Dois Vizinhos – Paraná, UTFPR, 2019.

| | População de plantas (plantas ha ⁻¹) | Altura de inserção da espiga (m) | Número de fileiras | Número de grãos por fileira |
|-------------------------------|---|----------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Espécie de cobertura (EC) | | | | |
| <i>C. spectabilis</i> | 59.412,98 | 1,27 | 13,83 a | 33,50 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 58.024,11 | 1,25 | 13,33 b | 33,92 |
| Forma de estabelecimento (FE) | | | | |
| Entre linha | 60.184,58 | 1,23 | 13,00 b | 33,62 |
| Lanço semeadura | 58.564,23 | 1,25 | 14,00 a | 33,13 |
| Lanço V6 | 57.406,83 | 1,30 | 13,75 a | 34,38 |
| Valor P (EC) | 0,1964 ^{ns} | 0,6124 ^{ns} | 0,0077* | 0,7467 ^{ns} |
| Valor P (FE) | 0,1171 ^{ns} | 0,0742 ^{ns} | 0,0003** | 0,7252 ^{ns} |
| Valor P (EC x FE) | 0,0830 ^{ns} | 0,2324 ^{ns} | 0,0000** | 0,7624 ^{ns} |
| Média geral | 58.718,55 | 1,26 | 13,58 | 33,71 |
| CV (%) | 4,32 | 4,40 | 3,01 | 9,23 |

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 4 que para o número de fileiras de grãos por espiga de milho, a *C. spectabilis* não apresentou efeito em relação as formas de estabelecimento avaliadas. No entanto, a *U. ruziziensis* estabelecida na entre linha, resulta em menor quantidade de fileiras ao comparar as formas de estabelecimentos e espécie utilizada em consórcio. Pariz et al. (2011), também verificaram efeito

semelhante da *U. ruziziensis* em consórcio com milho, reduzindo o número de fileiras de grãos das espigas.

Tabela 4. Interação para número de fileiras de milho safrinha, em função da forma de estabelecimento e da espécie de cobertura cultivada em consórcio, Dois Vizinhos – Paraná, UTFPR, 2019.

| | Entre linha | Lanço sementeira | Lanço V6 |
|-----------------------|-------------|------------------|----------|
| <i>C. spectabilis</i> | 14,00 Aa | 14,00 Aa | 13,50 Aa |
| <i>U. ruziziensis</i> | 12,00 Bb | 14,00 Aa | 14,00 Aa |

Médias seguidas de letras minúsculas na linha e maiúsculas coluna, diferem entre si e médias pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

O número de fileiras é definido a partir do estágio V5 e em média até o estágio V8 do milho está definido (PIONEER, 2004). Durante o experimento o mês de maio foi marcado pela baixa precipitação de chuva e associado com a forrageira na entre linha do milho, ocorreu uma competição principalmente por água e nutrientes como o nitrogênio, que influencia diretamente na formação deste componente de rendimento.

Além de não ser constatada interação entre os fatores, também não foi observado diferença estatística significativa ao analisar os fatores isoladamente para as variáveis população de plantas, altura de inserção da espiga e número de grãos por fileira da cultura do milho, apresentando valores médios de 58718,55 plantas ha⁻¹, altura de inserção de espiga de 1,26 m e 33,71 grãos por fileira (Tabela 3).

A população de plantas de milho não foi influenciada pela forma do estabelecimento e pela espécie consorciada, possivelmente pelo fato, de o milho apresentar desenvolvimento inicial mais rápido em comparação com as plantas de cobertura. O milho possui vantagem competitivas sobre as espécies de cobertura, tendo um estabelecimento mais rápido no sistema (GITTI et al., 2012).

A altura de inserção da espiga também não foi influenciada pelos tratamentos avaliados, colaborando com Gitti et al. (2012) os quais avaliaram o consórcio com *Crotalaria* sp. e o milho. A altura de inserção da espiga é uma característica preconizada na escolha do híbrido a ser utilizado no sistema de consórcio com outras espécies, pois essa característica pode facilitar a colheita.

A altura média das plantas de cobertura obtido no experimento foi de 0,62 cm (Tabela 1). Já a altura média de inserção de espiga foi de 1,26 metros (Tabela

3). As espigas das plantas de milho apresentam altura superior ao dossel das plantas de cobertura não interferindo no processo de colheita do milho.

Observa-se na Tabela 5, que não houve interação entre os fatores avaliados, tampouco diferença estatística significativa ao analisar os fatores isoladamente, para o número de grãos por espiga, massa de mil grãos, produtividade do milho e produtividade por planta do milho safrinha consorciado. Relatou-se valores médios de 457,92 (grãos por espiga); 297,75 g (massa de mil grãos); 7419,26 kg ha⁻¹ (produtividade) e 124,79 g (produtividade por planta).

Tabela 5. Número de grãos por espiga, massa de mil grãos, produtividade do milho (PROD), produtividade por planta de milho safrinha, em função da forma de estabelecimento e da espécie de cobertura cultivada em consórcio, Dois Vizinhos – Paraná, UTFPR, 2019.

| | Número de grãos por espiga | Massa de mil grãos (g) | Produtividade (kg ha ⁻¹) | Produtividade por planta (g) |
|--------------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Espécies de cobertura (EC) | | | | |
| <i>C. spectabilis</i> | 452,50 | 291,25 | 7.317,80 | 123,17 |
| <i>U. ruziziensis</i> | 463,33 | 294,25 | 7.520,72 | 129,61 |
| Formas de estabelecimento (FE) | | | | |
| Entre linha | 437,25 | 288,00 | 7.510,15 | 124,79 |
| Lanço semeadura | 463,75 | 297,63 | 7.075,92 | 120,82 |
| Lanço V6 | 472,75 | 292,63 | 7.671,71 | 133,64 |
| Valor P (EC) | 0,5665 ^{ns} | 0,6642 ^{ns} | 0,3689 ^{ns} | 0,1712 ^{ns} |
| Valor P (FE) | 0,2919 ^{ns} | 0,5246 ^{ns} | 0,1010 ^{ns} | 0,0998 ^{ns} |
| Valor P (EC x FE) | 0,1007 ^{ns} | 0,6300 ^{ns} | 0,0741 ^{ns} | 0,5646 ^{ns} |
| Média geral | 457,92 | 292,75 | 7.419,26 | 124,79 |
| CV (%) | 9,92 | 5,69 | 7,27 | 8,73 |

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Kappes et al. (2016) também avaliaram o consórcio de milho safrinha, e relataram produtividades de grãos de milho satisfatória em espaçamento de 0,45 m entre linhas, quando consorciado com *U. ruziziensis* a lanço e com *C. spectabilis* na linha de semeadura. Ikeda et al. (2013) também verificaram em consórcio de milho com as cultivares de *Urochloa spp.* que não influenciaram nos componentes do rendimento de produção do milho, e na produtividade do milho.

Já Gitti et al. (2012) avaliaram épocas de estabelecimento no consórcio de milho e *C. spectabilis* e concluíram que ao realizar a semeadura simultânea das culturas, nas entrelinhas do milho e nos estádios V4 ou V7, não ocorre influência

sobre a produtividade do milho. Entretanto, Arf et al. (2018) verificou em estudos de dois anos que o consórcio de milho com *U. ruziziensis* e/ou *C. spectabilis*, apresenta menor produtividade, na média os consórcios proporcionaram redução de 11,2% na produtividade de grãos de milho em relação ao milho cultivado em monocultura. Segundo os pesquisadores, esta redução de produtividade pode ocorrer devida a competição entre a cultura do milho e a espécie consorciada por espaço, luz, água e nutrientes.

Acredita-se que os valores semelhantes observados entre os tratamentos para a população de plantas (milho) e número de grãos por fileira (Tabela 3); e número de grãos por espiga e massa de mil grãos (Tabela 5), contribuiu para que a produtividade do milho (kg ha^{-1} e por planta), não apresentasse diferença estatística entre os tratamentos avaliados. Analisando a variável produtividade do milho, os resultados demonstram que é possível usar qualquer tratamento, de espécies de cobertura e formas de estabelecimento, onde os mesmos não interferem na produtividade final do milho.

Porém numericamente, observa-se uma redução de quase 500 kg ha^{-1} de milho, quando utilizada o estabelecimento a lanço simultaneamente a semeadura do milho. A disposição das plantas nesse estabelecimento gerou competição com o milho, fato este, não é visualizado quando utilizado a semeadura em linha ou tardiamente em V6.

A produtividade média do milho neste trabalho foi de 7419 kg ha^{-1} superior a média de Brasil e Paraná sendo de 5732 e 5749 kg ha^{-1} respectivamente (CONAB, 2019). Ao analisar este trabalho vemos que mesmo em consórcio a produtividade foi superior à média Brasil/Paraná, podendo dizer que as plantas de cobertura não são fatores limitantes de produtividade.

O potencial produtivo de grãos no experimento em consórcio foi alto, obtendo produtividade satisfatória para o período safrinha. Além disso, temos os benefícios que as plantas de coberturas em consórcio podem proporcionar, tornando o cultivo mais sustentável e ambientalmente correto, sendo necessário uma maior divulgação dos benefícios que esse tipo de agricultura pode trazer ao sistema produtivo ao longo do tempo.

4 CONCLUSÃO

O consórcio com diferentes formas de estabelecimento e espécies de cobertura não afetou a produtividade do milho.

O número de fileiras de grãos por espiga foi menor quando o milho é cultivado em consórcio com *U. ruziziensis* na entre linha semeados simultaneamente.

A população, altura e produtividade de massa seca das espécies de cobertura foram influenciadas pela forma de estabelecimento.

A forma de estabelecimento das plantas de cobertura em consórcio, com o milho em desenvolvimento (estádio V6) reduz a produção de biomassa das duas espécies utilizadas, não sendo recomendado.

A produtividade de massa seca foi superior para a *Urochloa ruziziensis* quando semeada simultaneamente com o milho.

A *Urochloa ruziziensis* apresenta maior produção de biomassa em relação a *Crotalaria spectabilis*.

O consórcio é viável, pois obteremos mais biomassa para o sistema e a produtividade de grãos não será afetada.

5 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. **Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil**. Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart. 2013.

ARF, O. et al. Benefícios do milho consorciado com gramínea e leguminosas e seus efeitos na produtividade em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 3, p. 431-444, 2018.

BHERING, S. B. SANTOS, H. G. D. **Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR, p74. 2008.

CASTRO, G. S. A. et al. Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. **Planta daninha**, p. 1001-1010, 2011.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 6 - Safra 2018/19, n 8 - Oitavo levantamento. Brasília: maio/2019. 69 p.

CRUZ, J. C. et al. Sistema de produção de milho Safrinha de alta produtividade: Safras 2008 e 2009. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2011. 10p. Circular técnica 160.

DALLA CHIEZA, E. et al. Produção e aspectos econômicos de milho consorciado com *Crotalaria juncea* L. em diferentes intervalos de semeadura, sob manejo orgânico. **Ceres**, v. 64, n. 2, 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FIESP. **Informativo DEAGRO: Safra mundial de milho 2017/18 - 12º Levantamento do USDA**. Abril 2018. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/>> Acessado em: 2 Jun. 2018.

GITTI, D. C. et al. Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p. 156-168, 2012.

GÖRGEN, C. A. et al. Redução do inóculo inicial de *Sclerotinia sclerotiorum* em soja cultivada após uso do sistema Santa Fé. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 10, p. 1102-1108, 2011.

HERNANI, L. C. et al. **Consortiação de Culturas**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/sistema_plantio_direto/arvore/CONT000fx4zsnby02wyiv80u5vcsvyqcqraq.html>. Acesso em: 19 maio 2018.

IAPAR, Instituto Agrônômico do Paraná. **Sistema de monitoramento agroclimático do Paraná**. 2016. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=595>>. Acesso em 1 Maio de 2019.

INMET, (2018) - Instituto Nacional de Meteorologia, Estação Automática de Dois Vizinhos - PR, 2019.

IKEDA, F. S. et al. Interferências no consórcio de milho com *Urochloa spp.* **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1763-1770, 2013.

KAPPES, C. Utilizações e benefícios da crotalária na agricultura. **Revista Panorama Rural**, Ribeirão Preto, n. 147, p. 16-17, 2011.

KAPPES, C. et al. 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, 2016.

MARCANTE, N. C. et al. Teores de nutrientes no milheto como cobertura de solo. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, 2011.

MECHI, I. A. et al. Infestação de plantas daninhas de difícil controle em função de anos de consórcio milho-braquiária. **JOURNAL OF NEOTROPICAL AGRICULTURE**, v. 5, n. 3, p. 49-54, 2018.

OLIVEIRA, P. et al. **Sistema Santa Brígida - tecnologia Embrapa**: consorciação de milho com leguminosas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 16 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 88).

PARIZ, C. M. et al. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v.41, p.875-882, 2011.

PERIN, A. et al. Acúmulo e liberação de P, K, Ca e Mg em crotalária e milho solteiros e consorciados. **Ceres**, v. 57, n. 2, 2015.

PIONEER. Estresse na cultura do milho, 2014. Disponível em <http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/42/estresse-na-cultura-do-milho>, acessado em 6 de Jun de 2019.

RICHART, A. et al. Desempenho do milho safrinha e da *Brachiaria ruziziensis* cv. Comum em consórcio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, 2010.

SEREIA, R. C. et al. Crescimento de *Brachiaria spp.* e milho safrinha em cultivo consorciado. **Agrarian**, v. 5, n. 18, p. 349-355, 2012.

SIMÃO. **Características agronômicas e nutrição do milho safrinha em função de épocas de semeadura e adubação**. 2016. 70 f. Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São João Del-Rei, Minas Gerais.