

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS DOIS VIZINHOS  
CURSO DE AGRONOMIA

GIORDANA TONIN DE SOUSA

**CONSÓRCIO INTERCALAR TRIGO-SOJA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2020

GIORDANA TONIN DE SOUSA

**CONSÓRCIO INTERCALAR TRIGO-SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso 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 Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Fernando Adami.

Co-orientador: Eng. Agrônomo Rodrigo Junior Schneider

DOIS VIZINHOS

2020



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

CONSÓRCIO INTERCALAR TRIGO-SOJA

por

GIORDANA TONIN DE SOUSA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentada em 15 de julho de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma. A candidata foi arguida 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)

---

Eng. Agrônoma Doutoranda Karine Fuschter  
Oligini  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
UTFPR-PB

---

Prof. Dr. Carlos André Bahry  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
UTFPR-DV  
(Membro titular)

---

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

---

Eng. Agrônomo Mestrando Rodrigo Junior  
Schneider  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
UTFPR-PB  
(Membro Titular)

---

Alessandro Jaquiel Waclawovsky  
Coordenador do Curso de Agronomia  
UTFPR – Dois Vizinhos

## RESUMO

SOUSA, G.T. **Consórcio intercalar trigo-soja**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

No sul do Brasil, a sucessão/rotação trigo-soja é o arranjo de culturas mais adotado. O cultivo do trigo é uma estratégia utilizada para não ocorrer pousio entre as safras de verão, além de agregar renda ao produtor, devido à ótima adaptabilidade do cereal no clima sulista, e permitir a rotação de culturas. Com o aumento da pressão da ferrugem asiática da soja, os produtores têm preferido semear cultivares super-precoces no início de outubro, o que tem limitado a adoção do trigo, e dado preferência ao cultivo do milho segunda safra. Neste contexto, o consórcio intercalar permite a realização das duas culturas no ano safra, além de abrir janela para o cultivo de milho safrinha. O objetivo do trabalho é avaliar as características morfológicas e viabilidade do sistema intercalar trigo-soja. O experimento foi realizado na Unidade de Ensino e Pesquisa de Culturas Anuais, situado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em sistema fatorial 4x3, com 3 repetições. O fator A foi composto por 4 espaçamentos entre linhas aonde os arranjos de trigo Sinuelo foram: 17 centímetros em linhas intercalares e linhas duplas e 22 centímetros em linhas intercalares e linhas duplas resultando no espaçamento da soja de 34, 51, 44 e 66 cm respectivamente. O fator B foi composto por 3 épocas de semeadura da soja BMX Zeus no sistema intercalar (13/09, 23/09 e 03/10/2019), mais dois tratamentos controle (17 e 22 cm linhas simples). Ao final do ciclo das culturas, foram avaliados os componentes de rendimento do trigo e da soja. Através dos dados obtidos pode se concluir que o melhor arranjo intercalar trigo-soja foi o de 17 centímetros em linhas duplas que alcançou uma produtividade de 2.812 kg ha<sup>-1</sup>, ou ainda, 70% do rendimento obtido pelo tratamento controle (trigo a 17 cm entre linhas). A soja obteve os melhores rendimentos no arranjo de 51 centímetros, com uma produtividade de 6.029,42 kg ha<sup>-1</sup>, sendo a melhor época para a sobressemeadura da soja a partir da segunda época (23/09). O ganho na antecipação da semeadura e colheita da soja pode viabilizar o cultivo de uma terceira safra (milho safrinha), o que pode compensar esta quebra de produtividade do trigo.

**Palavras-chaves:** Arranjos. Espaçamentos. Épocas de semeadura.

## ABSTRACT

SOUSA, G.T. **Relay intercropping wheat-soybean**. Course Conclusion Paper (Agronomy Course) Federal Technological University of Parana. Dois Vizinhos, 2020.

Wheat-soybean crop succession/rotation is the most important arrangements used in the southern of Brazil. Growing wheat is a strategy used to avoid fallow between summer harvests, in addition to adding income to the farmer, due to the optimal crop adaptability to the southern climate, which also allows crop rotation. With the increasing pressure of Asian soybean rust, growers have preferred to sow soybean cultivar with short cycle at the end of September or beginning of October, which has limited the adoption of wheat, and given preference to the cultivation of corn as a second summer crop. In this context, relay cropping would allow both crops (wheat and soybean) to be grown during the same growing season, in yet allowing the growth of corn. The objective of the work is to evaluate the morphological characteristics and viability of the wheat-soybean relay crop. Experiment was carried out at the Research Unit of Annual Crops, located at the Federal Technological University of Paraná, campus Dois Vizinhos in a random blocks design with a 4x3 factorial arrangement, with 3 replications. The factor A was composed by 4 spacing between with rows which were: 17 centimeters in intermediate lines and double lines and 22 centimeters in intermediate lines and double lines resulting in soybean spacing of 34, 51, 44 and 66 cm respectively. Factor B was composed by 3 seasons of BMX Zeus soybean sowing in the relay system (09/13, 09/23 and 10/3/2019), plus two control treatments (17 and 22 cm single lines). At the end of the crop cycle, the yield components of wheat and soybean were evaluated. From the data obtained it can be concluded that the best arrangement wheat-soybean was 17 cm in double rows which achieved a wheat yield of 2,812 kg ha<sup>-1</sup>, or even 70% of the yield obtained by the control treatment (wheat at 17 cm between rows). Soybean obtained the best yields in the 51 cm arrangement, with a yield of 6,029.42 kg ha<sup>-1</sup>, being the best season for the over-seeding of soybean from the second (09/23) season on. The gain in anticipation of sowing and harvesting of soybeans turn it possible to grow a third crop (corn), which may offset this drop in wheat productivity.

**Keywords:** Arrangements. Spacing. Sowing times.

## LISTA DE FIGURA E GRÁFICOS

Figura 1 - Área do experimento .....	18
Figura 2 - Representação do arranjo intercalar (17 cm x 34 cm) .....	19
Figura 3 - Representação do arranjo intercalar (22 cm x 44 cm) .....	19
Figura 4- Representação do arranjo de linhas duplas de trigo de 17 cm.....	20
Figura 5- Representação do arranjo de linhas duplas de trigo de 22 cm.....	20
Figura 6- (A) Sobressemeadura da soja nas entrelinhas do trigo utilizando um carrinho manual (B) carrinho manual utilizado para sobressemeadura.....	22
Figura 8 - Realização da adubação de base para a soja.....	23
Figura 9 - Efeitos da estiagem nos diferentes arranjos de linha .....	27
Figura 10 - Efeitos da estiagem no trigo nas linhas duplas e intercalares.....	27
Figura 11- (A) Alta concentração de biomassa deixada pelo trigo (B) Soja emergida nas entrelinhas do trigo.....	30
Figura 13 - Diferença de altura e engalhamento entre as diferentes épocas .....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da análise química na área do experimento, na profundidade de 0- a 20 cm .....	21
Tabela 2- Dados médios dos componentes de rendimento do trigo, referente aos diferentes arranjos de linhas e épocas de sobressemeadura da soja .....	28
Tabela 3 - Dados dos componentes da soja, referente aos diferentes arranjos de linhas e épocas de sobressemeadura .....	31
Tabela 4 - Interação observada para população entre espaçamentos e época de semeadura da soja.....	33
Tabela 5 - Interação observada para número de grão entre espaçamentos e época de semeadura da soja.....	34
Tabela 6 - Interação observada na MMG entre os fatores arranjos de linhas e época de sobressemeadura da soja.....	34
Tabela 7 - Interação observada na produtividade entre os fatores arranjos de linhas e época de sobressemeadura da soja.....	35
Tabela 8 - Demonstração das diferenças de produtividades do arranjo de 17 cm linhas duplas e 17 cm linhas simples , e a produtividade alcançada pela soja de 51 cm na 2ª época, que evidencia a compensação da perda de produtividade do trigo no lucro da soja. ....	36

## ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

- (AL) Arranjo de linhas
- (AP) Altura de planta
- (CE) Comprimento de espiga
- (CONAB) Companhia Nacional de Abastecimento
- (EMBRAPA) Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- (EUA) Estados Unidos da América
- (ES) Época de semeadura
- (GM) Grupo de Maturação
- (MMG) Massa de mil grãos
- (PR) Paraná
- (RS) Rio Grande do Sul
- (SEAB) Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná
- (UTFPR) Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- (17S) Linhas simples de 17 centímetros
- (17D) Linhas duplas de 17 centímetros
- (17I) Linhas intercalares de 17 centímetros
- (22S) Linhas simples de 22 centímetros
- (22D) Linhas duplas de 22 centímetros
- (22I) Linhas intercalares de 22 centímetros



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 OBJETIVO GERAL -----	12
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO -----	12
4 REVISÃO DE LITERATURA .....	14
4.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO TRIGO-SOJA -----	14
4.3 SISTEMA DE PRODUÇÃO INTERCALAR TRIGO-SOJA -----	16
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL -----	18
5.2 DELINEAMENTO E TRATAMENTOS -----	18
5.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO -----	20
5.3.1 Estabelecimento do trigo-----	21
5.3.2 Manejo do trigo-----	21
5.3.3 Estabelecimento da soja-----	22
5.3.4 Manejo da soja-----	22
5.4 Componentes de rendimento e produtividade do trigo-----	23
5.5 Componentes de rendimento e produtividade da soja-----	24
5.6 Análise Estatística -----	24
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
7 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS .....	38

## 1 INTRODUÇÃO

No cenário agrícola atual, a sucessão trigo-soja é uma alternativa muito utilizada, principalmente no Sul do Brasil, onde o trigo tem ótima adaptação, devido às condições climáticas, além de ser uma alternativa à rotação de culturas, que é de extrema importância para o sistema produtivo, principalmente por quebrar ciclo de doenças e introduzir diferentes sistemas radiculares no solo. Já a soja é o grão de maior importância no Brasil, utilizada principalmente na safra de verão, devido ao seu bom potencial produtivo e valor econômico.

Porém, essa sucessão vem sendo alvo de ameaças, devido à popularização das cultivares super-precoces e, conseqüentemente, o adiantamento da época de semeadura da soja para setembro/outubro, com o propósito de escapar da pressão do fungo causador da ferrugem asiática, coincidindo, esse momento de implantação da soja, com o período em que o trigo ainda se encontra no campo.

Uma das possibilidades para viabilização dessa competitividade em relação ao espaço e tempo, na mesma estação de crescimento, é o consórcio intercalar, que consiste em um arranjo de plantas da primeira cultura para a implantação posterior da segunda cultura em seu meio, antes da colheita. Esse arranjo ainda permite a implantação do milho safrinha após a colheita antecipada da soja.

Quando o desejo é realizar safra e safrinha, é de extrema importância considerar o planejamento a curto e longo prazo, para explorar o máximo potencial de ambas as culturas, e que o posicionamento da safra de inverno e verão, não acarrete atraso na semeadura da safrinha. Dados de produtividade de milho safrinha mostram que, na medida em que se atrasa a semeadura, ocorre redução na produtividade do milho, justificado pelas variáveis climáticas (OLIGINI, 2019).

No sistema produtivo, o trigo no inverno se torna a opção de maior viabilidade, além da boa produção de palhada que irá permanecer no solo por um longo período. Quanto maior a concentração de palhada na superfície do solo, menor será a penetração da luz e, conseqüentemente, menor incidência de doenças e plantas daninhas na soja, tudo isso somando com o incremento de matéria orgânica e o fato da possibilidade de realizar 3 safras por ano.

Para entender o sistema de consórcio intercalar, é essencial testar a influência que as culturas exercem uma sobre a outra. Para isso, analisar espaçamentos e épocas de semeadura da soja entrelinhas do trigo é de extrema importância para entender a competição por nutrientes, luminosidade e água, quesitos estes que refletem diretamente na produtividade, para por fim, estipular o arranjo de menor impacto e gerador de maior lucratividade por área.

Um estudo conduzido por Wallace et al. (1992), nos Estados Unidos, mostrou que o crescimento e desenvolvimento das plantas de trigo e soja foi semelhante no consórcio intercalar e no cultivo dessas solteiras, portanto, não houve efeitos prejudiciais do consórcio nos componentes de rendimento finais. O Autora ainda salienta que, em situações onde o período de sobreposição entre as culturas é relativamente curto, os efeitos negativos do consórcio intercalar no início do crescimento da soja podem não resultar em reduções de rendimento.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Compreender o funcionamento do consórcio intercalar trigo-soja, por meio de avaliações morfológicas e de desempenho agrônômico das culturas, identificando assim, qual o melhor arranjo.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Verificar se as duas culturas exercem influência uma sobre a outra sobre o desenvolvimento e, por consequência, na produtividade quando cultivadas em consórcio intercalar. Neste contexto, avaliar espaçamentos do trigo e soja nos arranjos e épocas de sementeira da soja, bem como o potencial de produção do sistema trigo-soja.

### 3 JUSTIFICATIVA

A maior pressão da ferrugem asiática da soja, nos meses de janeiro e fevereiro, tem resultado na preferência por parte dos agricultores por materiais precoce e/ou superprecoce, com semeadura em final de setembro e início de outubro.

No entanto, essa modalidade não permite o cultivo de trigo no inverno, fato este que tem desmotivado muitos produtores a cultivar o cereal, já que priorizam a safra e safrinha de verão.

Com o consórcio intercalar, é possível viabilizar a cultura do trigo e, ao mesmo tempo, antecipar a semeadura da soja e, conseqüentemente permitindo semear o milho safrinha dentro da janela adequada; o que possibilita a exploração de três safras em uma mesma área (trigo no inverno, soja safra e milho safrinha).

O cultivo intercalar trigo-soja já é bastante difundido em alguns países, como os Estados Unidos e Argentina. Nos EUA, o sistema é adotado a fim de permitir o cultivo de duas safras por ano. No entanto, o sistema é relativamente novo, sendo que é preciso validar a tecnologia em outras regiões produtoras.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO TRIGO-SOJA

O trigo (*Triticum aestivum* (L)) é a terceira maior cultura em produção no mundo, devido à sua grande utilização em subprodutos destinados à alimentação humana. (SCHEEREN; CASTRO; CAIERÃO, 2015).

O potencial produtivo é altamente influenciável pelas interações de fatores bióticos e abióticos, sendo estes o clima (chuva, geada), soma térmica, luz, pH, umidade, solo e dos organismos, tanto benéficos, como os predadores naturais, e os maléficos, que se encaixam as pragas e doenças, abrangendo também, o manejo empregado na cultura durante e depois da colheita.

A escolha da cultivar corresponde a uma grande parte do sucesso produtivo. “É preciso especial atenção à escolha da cultivar, já que ela vai definir o manejo da lavoura e o tamanho do investimento” (CUNHA et al., 2018).

Entre os fatores de produção, com base na genética do trigo, tem se conhecimento que os aspectos produtivos dos grãos respondem à adaptação dos ambientes, e interage com os mesmos, por isso é de suma importância o conhecimento e efeitos dessa interação (AKUTAGAWA; MOREIRA; SILVA, 2017).

A cultura do trigo se difere da maioria das culturas de grãos nas condições climáticas, aonde, no início do ciclo, exige baixas temperaturas; já na floração e desenvolvimento do grão se adapta melhor em baixos percentuais de umidade e temperaturas mais altas, com o objetivo de diminuir o ataque de patógenos e preservar a qualidade do grão (Conab, 2018).

Segundo Scheeren, Castro, Caierão (2015), os estádios de desenvolvimento do trigo são por ordem cronológica: plântula, afilhamento, alongamento, emborrachamento, espigamento, florescimento, grão em estado leitoso, grão em massa, grão em maturação fisiológica e grão maduro.

Um dos arranjos de safra mais utilizados é a sucessão trigo-soja, porém, a utilização de cultivares super-precoces de soja, que permitem semear o grão em setembro e outubro, vem ameaçando o cultivo e a colheita do trigo, que geralmente é feita nessa época. Porém, pesquisas apontam que é economicamente viável incluir o trigo na safra de inverno, na maioria das regiões, principalmente nos estados sul-brasileiros, devido à ótima produtividade e retorno econômico (Conab, 2018).

No geral, os agricultores que cultivam o cereal enfrentam a oscilação dos preços pagos pelo produto, variando em mais de R\$10 por saca ao longo das safras. Essa situação mostra a necessidade de cautela e análise do aporte de insumos utilizado no cultivo, e do mercado de comercialização do trigo (Conab,2018).

Na safra 2019/20 o Brasil alcançou a liderança de maior produtor de soja do mundo, com produção de 120.424,0 milhões de toneladas e área plantada de 36.843,6 mil hectares. O estado do Paraná ocupa o 2º lugar no ranking brasileiro de maiores produtores do grão, com 20.662.188 toneladas na safra 2019/20, colocando a região sul em evidencia na participação no mercado da oleaginosa (Conab, 2020).

As cultivares brasileiras da oleaginosa são classificadas por grupos de maturação (GM) de acordo com seu ciclo, e esses grupos apresentam variação de acordo com a latitude, e sua classificação se dá por uma numeração de 0 (mais próximo dos polos) a 10 (maior proximidade com o Equador, mais ao norte do Brasil) (ALLIPRANDINI et al.,2009).

Em cada região há uma variação de dias, no Paraná, são classificadas como: super-precoces (até 110 dias), precoces (até 115 dias); semiprecoces (116-125 dias); médios (126-137 dias) e semitardios (138-145 dias). O surgimento dessas variedades com maior precocidade facilitou a vida do agricultor, permitindo a antecipação da colheita da soja (EMBRAPA-CNPSO, 2018).

O ambiente tem elevada influência na floração da planta, logo, no seu ciclo. A soja é uma planta de dia curto, ou seja, sua floração responde a horas do período noturno, se exposta a dias longos a planta atrasa seu florescimento, e alonga seu ciclo. O porte das plantas varia de acordo com a cultivar e sua interação com as condições ambientais. Cultivares precoces antecipam o florescimento, conseqüentemente, reduz o ciclo e o porte das plantas. A estatura ideal gira entorno de 60 a 110 cm, baseada na facilidade da colheita mecânica, e a menor incidência de acamamento (NEPOMUCENO; FARIAS; NEUMAIER,2018).

De modo geral, semeaduras realizadas fora da época de recomendação para cada região, tendem a reduzir o porte e a produtividade das plantas; por isso, é de extrema importância seguir as tabelas de recomendação. Estudos mostram que as condições ideais para a semeadura apresentam maior possibilidade de ocorrência dentro de um período análogo, para a maioria das regiões produtoras, de outubro a dezembro, época em que à ocorrência de temperatura e umidade favoráveis para o sucesso da fase de germinação até a plena formação dos grãos (EMBRAPA-CNPSO,2013).

Semeaduras a partir do início de setembro estão sendo mais exploradas em algumas regiões do país, principalmente no centro-norte de Mato Grosso, sul de Goiás e em parte do

Oeste e Sudoeste do Paraná, devido as condições favoráveis de temperatura e umidade a partir da segunda quinzena de setembro.

Tem se o adiantamento da semeadura da soja como pratica afim de liberar a área para a cultura subsequente, principalmente milho-safrinha, bem como escapar da pressão de ferrugem asiática. Porém, cultivares super-precoce semeadas na primeira quinzena de setembro, tendem ao baixo porte, por isso, recomenda-se a utilização de cultivares de crescimento indeterminado, por apresentarem maior altura de plantas nessa época. Em relação ao ciclo, semeaduras anteriores a novembro tendem a alongar o ciclo e posteriores tendem a encurtá-lo (EMBRAPA-CNPSO, 2013).

Segundo Garcia, Rodrigo Arroyo et al. (2018), dentre as várias vantagens da semeadura precoce da soja, está a proteção da cultura. A semeadura entre setembro e outubro reduz o risco de infestações com a ferrugem asiática, lagarta-falsa-medideira e o percevejo marrom.

#### 4.3 SISTEMA DE PRODUÇÃO INTERCALAR TRIGO-SOJA

A vantagem técnica e econômica da sucessão trigo-soja vem sendo ameaçada nos últimos anos, mudanças no sistema de produção das duas culturas, envolvendo adoção de cultivares super-precoces e, conseqüentemente, a antecipação de épocas de semeadura da soja, tem causado dúvidas em relação ao manejo nestas duas culturas, principalmente quanto à realização ou não o cultivo do trigo no inverno, pois o final do seu ciclo coincide com a semeadura tardia (final de outubro) das cultivares precoces de soja (PIRES et al,2015), resultando em maior pressão do patógeno da ferrugem asiática nos meses de janeiro e fevereiro.

Uma das probabilidades para a viabilização da competitividade de culturas que disputam espaço e tempo na mesma estação de crescimento é o consórcio intercalar, que consiste em um arranjo de plantas da primeira cultura para a implantação posterior da segunda cultura em seu interior, antes de sua colheita. Esta prática virou alvo de estudo com trigo no primeiro cultivo e soja na sequência, com objetivo de viabilizar as duas culturas de modo unânime na região sul do Brasil.

Esta técnica, denominada de consórcio intercalar, é estudada com enfoque para adesão nas regiões mais frias do sul do Brasil, aonde grandes chances de perdas de rendimento dos grãos de soja em razão do atraso de sua semeadura em sucessão ao trigo (PIRES et al., 2015).

A antecipação da semeadura do trigo visando antecipar sua colheita expõe a cultura a altos níveis de risco de perdas por geadas. Ainda, o uso de cultivares super-precoce resulta em



maior uso de fungicidas e pressão de doenças, devido a maior susceptibilidade destas cultivares frente as de ciclo precoce/tardio.

Experimentos utilizando consórcio intercalar trigo-soja conduzido pela Embrapa Trigo nas cidades de Coxilha e Vacaria (RS) e Guarapuava (PR), mostrou que em Coxilha a utilização de linhas duplas (17 x 34 cm) diminuiu o rendimento de grãos do trigo, entretanto, esse fato, não é resultado da competição com a soja semeada no estágio de florescimento ou no grão em massa mole do trigo, pois o rendimento de grãos no tratamento soja semeada após a colheita do trigo em linhas duplas foi parecido ao dos tratamentos com soja intercalar.

Em Vacaria, a maior receita bruta foi obtida no tratamento trigo em linha dupla (17 x 34 cm) com soja semeada nas entre-linhas no estágio de florescimento do trigo, e não diferiu dos outros tratamentos que adotaram o consórcio intercalar. Em Guarapuava, o maior retorno foi obtido no trigo em linha dupla (17 x 34 cm) com soja semeada após a colheita de trigo, sem diferir do tratamento trigo em linha dupla (17 x 34 cm) com soja semeada nas entre-linhas do trigo no estágio fenológico de florescimento, mostrando que linhas duplas de trigo com soja em sucessão ou soja semeada no florescimento do trigo foram as melhores opções, sem diferenças estatísticas entre as produtividades (PIRES et al., 2015).

Este sistema permite que os produtores distribuam os riscos de produção e custos fixos de terra e equipamentos (aluguel, impostos, juros, etc.) ao longo de duas culturas. O período de semeadura da soja consorciada geralmente é baseado no estágio fisiológico do trigo e não na data do zoneamento (KLINE, et al.,2001).

A cultivar de soja escolhida deve apresentar boa tolerância ao sombreamento no início do ciclo, elevada capacidade de ramificação, e sistema radicular com bom desenvolvimento para suportar os estresses do período de consórcio. Recomenda-se, também, uma cultivar de soja resistente ao herbicida glifosato, por sua capacidade de controlar o trigo voluntário e outras plantas daninhas emergentes (KLINE, et al.,2001).

Estudos conduzidos por Faganello, Antônio et al (2013) mostraram que a semeadura da soja no florescimento e na maturação de colheita do trigo, possibilitou a antecipação da semeadura de soja em 39 dias e a semeadura no grão do trigo em massa mole proporcionou a antecipação da semeadura da soja em 21 dias. Além disso, com a análise dos resultados, constatou que o rendimento médio de grãos do trigo em linhas duplas, embora não tenha apresentado diferença significativa, foi 9% inferior a do trigo em linhas simples, indicando redução de rendimento devido ao arranjo executado para a realização do cultivo intercalar de soja (FAGANELLO, et al 2013). Porém, este resultado de rendimento do trigo foi compensado pelo maior rendimento de soja proporcionado pela antecipação de semeadura.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no município de Dois Vizinhos, no sudoeste do Paraná, na Unidade de ensino e pesquisa de Culturas Anuais, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. A área se encontra nas coordenadas: latitude de 25°44" Sul e longitude de 53°04" Oeste, com altitude média de 530 metros (Figura 1). O solo no qual foi realizado o estudo é caracterizado de Latossolo Vermelho Distroférico (BHERING et al., 2008). O clima da região, pela classificação de Köppen, é o Cfa (subtropical úmido) sem estação seca definida (ALVARES et al., 2013). A média de precipitação é de 2.044 mm anuais (POSSENTI, et al., 2007). O cultivo anterior ao experimento era de feijão, e continha uma boa quantidade de biomassa da cultura na área.

Figura 1 - Área do experimento



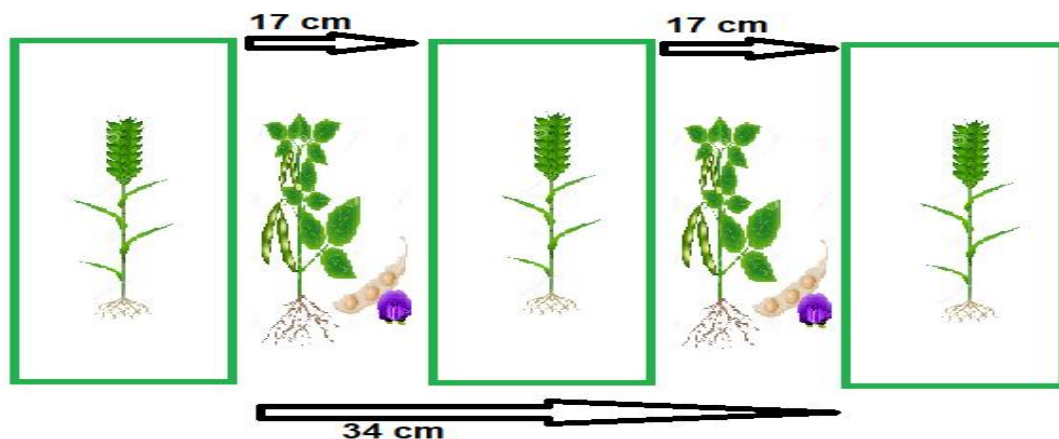
Fonte: Google Earth (2018)

### 5.2 DELINEAMENTO E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em sistema fatorial 4 x 3 com 3 repetições, em que o fator A foi composto por 4 espaçamentos e o fator B por 3 épocas de sobressemeadura da soja no sistema intercalar, mais dois tratamentos controle sendo trigo em linhas simples com espaçamento de 17 e 22 cm entre linhas.

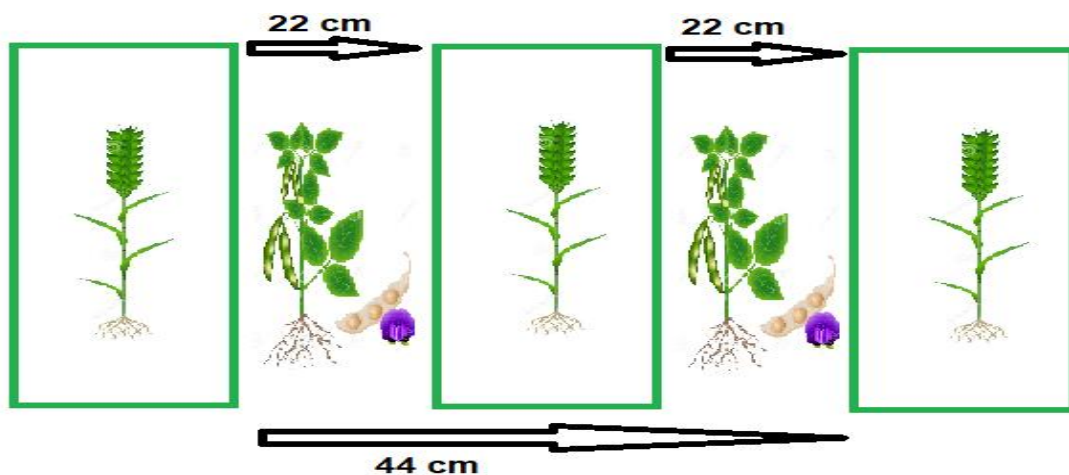
Foi cultivado trigo em linhas intercalares, ou seja, semeado uma linha sim e outra não, assim, no trigo com espaçamento entrelinhas de 17 cm, a soja apresentou espaçamento de 34 cm (Figura 2) e no trigo de 22 cm de 44 cm (Figura 3).

Figura 2 - Representação do arranjo intercalar (17 cm x 34 cm)



Fonte: Autora (2020)

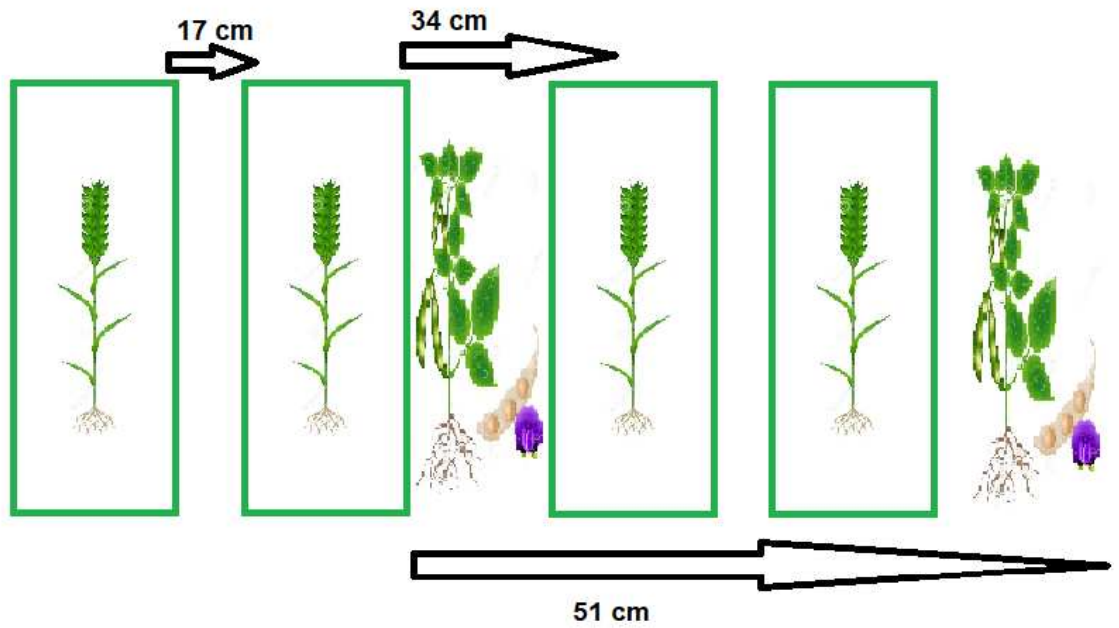
Figura 3 - Representação do arranjo intercalar (22 cm x 44 cm)



Fonte: Autora (2020)

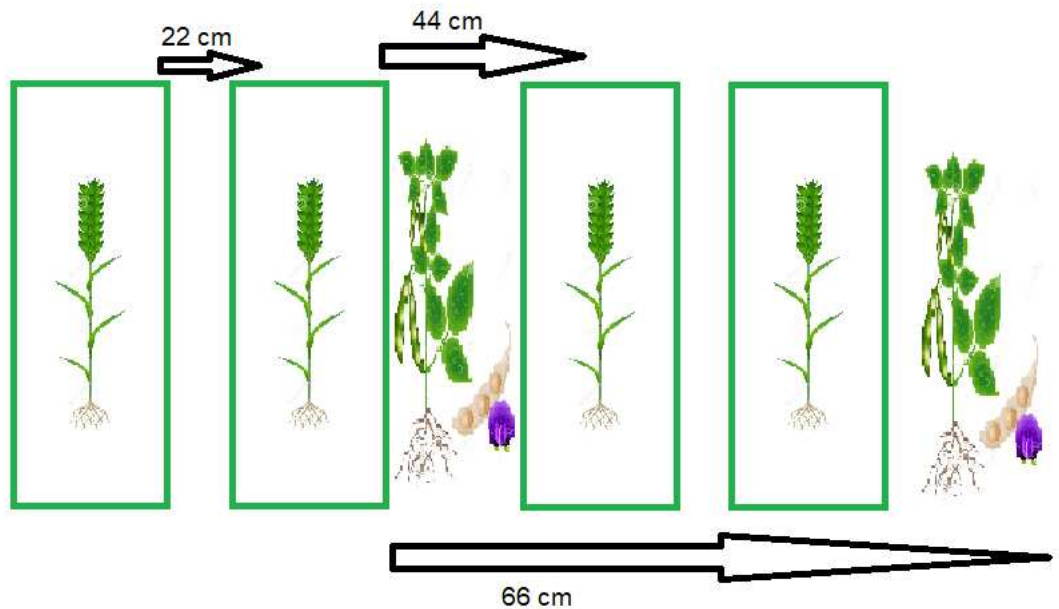
Foi cultivado também trigo em linhas duplas de 17 cm (17 x 34 cm) (Figura 4) e 22 cm (22 x 44 cm) (Figura 5), ou seja, a cada duas linhas de trigo foi deixado uma linha sem sementeira. Assim, no espaçamento de 17 cm com linhas duplas, na linha que não foi semeado trigo, foi realizada a sementeira da soja em três épocas (13/09, 23/09 e 03/10), resultando em um espaçamento entre linhas de soja de 51 cm. Para linhas duplas de 22 cm, o espaçamento da soja será de 66 cm.

Figura 4- Representação do arranjo de linhas duplas de trigo de 17 cm.



Fonte: O Autora (2020)

Figura 5- Representação do arranjo de linhas duplas de trigo de 22 cm.



Fonte: Autora (2020)

### 5.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

### 5.3.1 Estabelecimento do trigo

Foi utilizada a cultivar de trigo Sinuelo. A semeadura foi realizada com 150 kg de sementes por hectare para o tratamento de 17 cm e a mesma não foi ajustada para os demais arranjos, sob o critério do excesso da densidade na linha e, portanto, não seria viável esse aumento da taxa de semeadura. A mesma se realizou com o auxílio de uma semeadora-adubadora de arraste hidráulico acoplada ao trator dentro da época recomendada pelo zoneamento para cultivares tardias, no dia 27 de maio.

### 5.3.2 Manejo do trigo

A adubação foi realizada seguindo as recomendações técnicas para a cultura e de acordo com a análise do solo. Mesmo nos arranjos de linhas duplas, foi mantida a adubação em toda a área. Foi utilizado 312 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 05-20-10 na base e 150 kg de Uréia em cobertura no perfilhamento.

Tabela 1 - Resumo da análise química na área do experimento, na profundidade de 0- a 20 cm

M.O (%)	P (mg dm <sup>-3</sup> )	K (cmolc dm <sup>-3</sup> )	pH	V (%)
32,91	27,70	2,35	6,2	73,53

Fonte: Autora (2020)

Ainda, foi adotada aplicações de inseticidas e fungicidas de acordo com o nível de infestação de pragas e doenças (EMBRAPA,2000).

Para o controle de insetos praga, principalmente pulgão, foi realizada aplicação de 45 mL ha<sup>-1</sup> de ENGEO PLENO™ S (Tiametoxam + Lambda-Cialotrina) no espigamento.

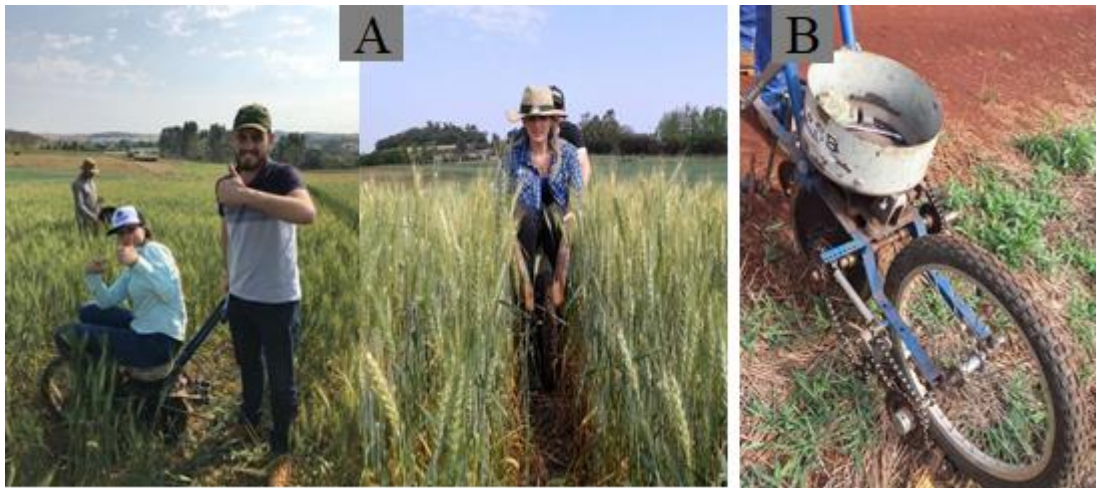
Para controle de doenças, foram feitas duas aplicações no alongamento (com intervalo de 21 dias entre aplicações) de 250 mL ha<sup>-1</sup> do fungicida APROACH® PRIMA (Picoxistrobina+ Ciproconazol).

Em relação a controle de plantas daninhas foi observado a espécie incidente na área, e feita a aplicação de 100 g ha<sup>-1</sup> do herbicida Iodosulfurom-metílico (Hussar®), visando manter a área limpa, para não ter competição.

### 5.3.3 Estabelecimento da soja

A cultivar de soja escolhida foi BMX 55i57 IPRO (Zeus) de grupo de maturação (GM) 5.5. A sobressemeadura da soja (Figura 6) foi realizada nos dias 13/09/2019 (trigo com grão leitoso), 23/09/2019 (trigo com grão em massa mole), 03/10/2019 (trigo com grão duro) de forma manual (Figura 6) e foi padronizado em todos os tratamentos a taxa de semeadura de 300 mil plantas por hectare.

Figura 6- (A) Sobressemeadura da soja nas entrelinhas do trigo utilizando um carrinho manual (B) carrinho manual utilizado para sobressemeadura



Fonte: Autora (2019)

### 5.3.4 Manejo da soja

Na sobressemeadura da soja foi utilizado 425 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 5-25-12 na base (Figura 8).

Figura 7 - Realização da adubação de base para a soja



Fonte: Autora (2019)

Ainda foram realizadas três aplicações de fungicida, a primeira de forma preventiva em V2  $0,4 \text{ L ha}^{-1}$  de FOX® (Trifloxistrobina + Protiocanazol), quatorze dias depois foi aplicado  $250 \text{ g ha}^{-1}$  ELATUS® (Azoxistrobina + Benzovindiflupir) +  $2 \text{ kg ha}^{-1}$  Mancozeb® (Mancozebe) e repetida a terceira aplicação com os mesmos produtos dez dias depois.

Foram realizadas três aplicações do inseticida Galil (Imidacloprido + Bifentrina) na dose de  $350 \text{ ml ha}^{-1}$ , a primeira em R<sub>3</sub> e as demais com intervalo de 10 dias entre aplicações)

Para controle das plantas daninhas utilizou-se  $2 \text{ L ha}^{-1}$  do Herbicida Roundup Ready® Original (Glifosato) em V4.

#### 5.4 Componentes de rendimento e produtividade do trigo

No ponto de colheita do trigo, foi realizada a contagem do número de espigas em um metro linear em cada parcela, logo após foi extrapolado para  $\text{m}^2$ . A colheita foi realizada no dia 13/10, foram coletadas 4 linhas de 4 metros das parcelas contendo os tratamentos linhas intercalares de 34 e 44 cm e trigo solteiro nos espaçamentos de 17 e 22 cm, e nas linhas duplas foram coletadas um par de linhas duplas de 4 metros. Foram utilizadas 10 espigas por parcela para avaliar os componentes de rendimento (número de espiguetas, comprimento de espiga, grãos por espiga).

A amostra total foi trilhada em seguida pesada em balança semi-analítica permitindo estimar a produtividade por hectare. Foi feito peso de mil grãos de cada parcela. Para determinação da umidade dos grãos, foi utilizado medidor eletrônico do tipo caneco, a qual permitiu corrigir as variáveis a 13% de umidade.



### 5.5 Componentes de rendimento e produtividade da soja

Nos dias 20/01/2020, 31/01/2020 e 14/02/2020 foram realizadas as colheitas das diferentes épocas de semeadura da soja, antes disso. Previamente, foi realizada a contagem de plantas por m<sup>2</sup> em cada parcela e extrapolado para hectare para cada espaçamento a fim de estimar a população. Foram selecionadas 5 plantas de cada parcela para determinação dos componentes de rendimento: altura das plantas e inserção de primeira vagem. Logo após a mensuração dos dados a campo, foi colhido 4 metros lineares de plantas por parcela para realização dos componentes número de vagens e grãos, e massa de mil grãos.

A amostra total foi trilhada em seguida pesada em balança semi-analítica permitindo estimar a produtividade por hectare. Foi feito peso de mil grãos de cada parcela. Para determinação da umidade dos grãos, foi utilizado medidor eletrônico do tipo caneco, a qual permitiu corrigir as variáveis a 13% de umidade. Após a realização dos cálculos, e obtida a produtividade em kg na área amostral, estes valores foram extrapolados para produtividade por hectare.

### 5.6 Análise Estatística

Depois de efetuada a tabulação dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $P < 0,05$ ) e as médias comparadas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ), assim seguindo os desdobramentos necessários com auxílio do programa estatístico Sisvar 5.6 (Ferreira,2008).

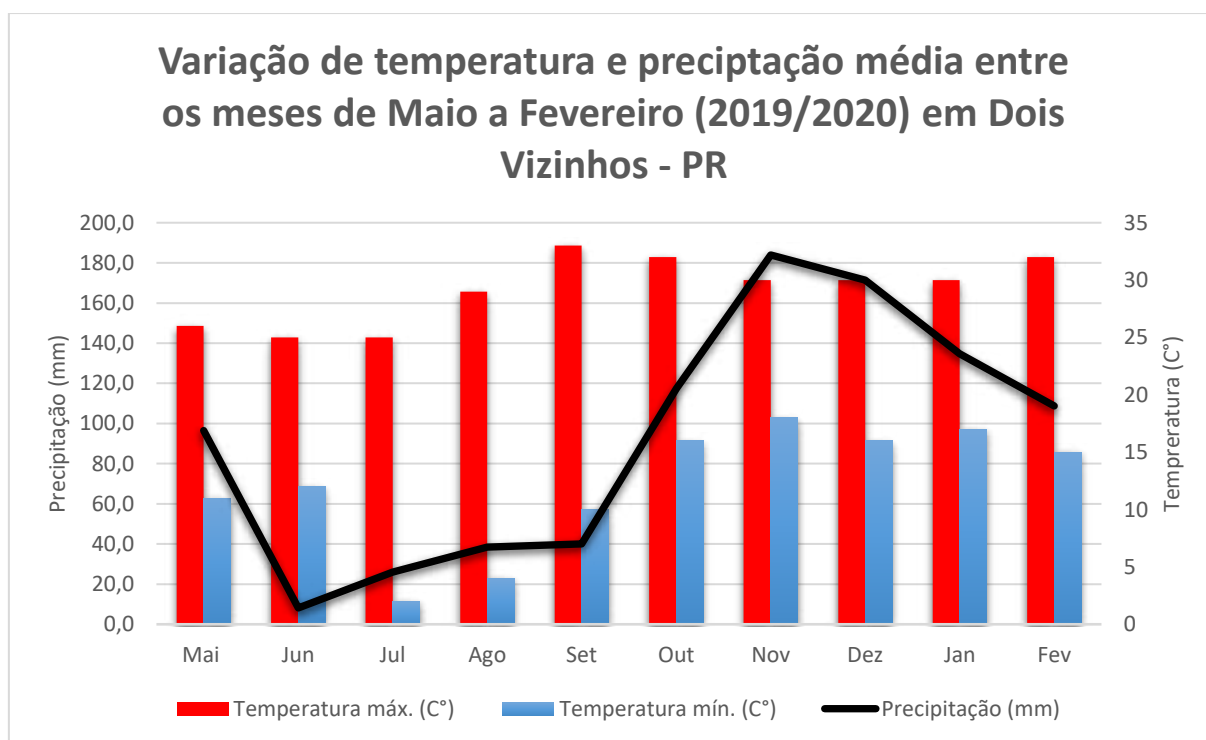


## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O clima é considerado como um dos fatores mais importantes para o sucesso do ciclo do trigo e da soja. A adaptabilidade do trigo vem da sua agilidade de percepção das mudanças no ambiente, acelerando ou retardando o seu desenvolvimento conforme as condições climáticas. Os principais fatores de influência na cultura são a temperatura e o fotoperíodo. A temperatura ótima está na faixa de 18-24°C, temperaturas superiores a 30°C, proporcionam perdas significativas no rendimento e qualidade de grãos (RIBEIRO et al., 2012).

Os dados climáticos relativos ao período experimental foram coletados da estação agro meteorológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos localizada próxima da área experimental, cujas médias estão dispostas no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Representação da temperatura e precipitação média do mês de maio a fevereiro (2019/2020)



Fonte: INMET e Grupo de Estudo em Bacias Hidrográficas (UTFPR-DV) (2020)

Segundo Brunetta, Dotto e Tavares, (2001) o trigo tem maior necessidade de uma boa distribuição de chuvas no período vegetativo e reprodutivo do que da quantidade total de precipitação; por volta de 320 mm de chuva durante seu ciclo é considerado suficiente para bons resultados.

Já a soja, tem os fatores de influência parecidos com o trigo, temperatura, fotoperíodo e disponibilidade hídrica, a cultura se adapta melhor em regiões com temperaturas entre 20° e 30°C, sendo em torno de 30°C o ideal para seu desenvolvimento. Temperaturas abaixo ou iguais a 10°C não são recomendadas para a cultura, pois o desenvolvimento vegetativo é insignificante ou cessado. Médias acima de 40°C também exercem má influência nos componentes de rendimento, prejudica a floração e retenção de vagens. E é agravado quando aliado a falta de chuva em fases críticas. Para altos rendimentos, a cultura exige entre 650 a 700 mm bem distribuídos durante seu ciclo. A disponibilidade de água é importante principalmente na fase de germinação-emergência e floração-enchimento de grãos (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

Segundo Siqueira et al., (2001) a principal causa da diminuição do rendimento de grãos das culturas é o encurtamento do ciclo, em cenários com aumentos de temperatura. Pode-se observar no Gráfico 1, altas temperaturas aliadas a um longo período de estiagem ao longo de desenvolvimento do trigo, apesar da cultura apresentar relativa tolerância ao déficit hídrico devido a sua maior eficiência no uso da água, a estiagem foi extremamente prejudicial. Pesquisa conduzida por Okuyama, (2013) mostra que em condições altas temperaturas, ocorre aumento da respiração e conseqüentemente, redução do ciclo, área foliar, estatura de plantas, número de grãos por espiga, peso e qualidade de grãos.

O trigo apresentou boa germinação, porém o baixo volume pluviométrico causou abortamento de perfilhos. Os espaçamentos em linhas duplas e intercalares foram mais afetados pela estiagem (Figuras 9 e 10); o maior espaçamento entre as linhas permitiu maior incidência de radiação solar e aeração. A soja não apresentou influência sobre o trigo, devido ao curto período de consórcio (30 dias na primeira época, 20 dias na segunda e 10 dias na terceira) e do trigo já estar na fase final de maturação, onde o único componente que pode ser afetado nesta fase é o peso dos grãos.

Figura 8 - Efeitos da estiagem nos diferentes arranjos de linha



Fonte: Autora (2019)

Figura 9 - Efeitos da estiagem no trigo nas linhas duplas e intercalares



Fonte: Autora (2019)

Analisando a tabela 2, para os componentes comprimento de espiga, número de espiguetas, número de grãos por espiga e MMG não houve diferença estatística entre os tratamentos. O comprimento médio de espiga foi de 7,04 cm. Já para número de espiguetas a média ficou em 13,67, número de grãos por espiga de 34,51 grãos e por fim para MMG a média ficou em 31,94 gramas.

Tabela 2- Dados médios dos componentes de rendimento do trigo, referente aos diferentes arranjos de linhas e épocas de sobressemeadura da soja

Tratamentos	Comprimento de Espiga	Número de Espiguetas	Número de Grãos por Espiga	Número de Espigas m <sup>2</sup>	*MMG (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Arranjos de linhas (AL)						
17 S *TC	6,84	13,14	32,06	518,74 a	32,18	4.051,47 a
17 D 51 cm	7,11	13,41	34,93	358,46 bc	31,75	2.812,63 bc
17 I 34 cm	7,06	14,01	33,02	267,86 de	32,32	1.889,70 d
22 S *TC	7,04	13,72	35,57	426,76 b	31,96	3.089,33 b
22 D 66 cm	7,2	13,84	35,51	313,43 cd	32,38	2.457,49 c
22 I 44 cm	7	13,93	35,97	226,49 e	31,05	1.759,94 d
DMS	0,67	0,89	4,2	78,11	1,34	488,48
Época de semeadura (ES)						
13/09/2019	6,84	13,22	33,94	352,01	31,83	2.600,78
23/09/2019	7,13	13,94	34,26	356,31	31,97	2.706,98
03/10/2019	7,15	13,85	35,33	347,55	32,02	2.722,51
DMS	0,39	0,51	2,41	44,85	0,77	280,46
P - valor						
AL	0,7125	0,0435	0,0424	0,0000	0,0515	0,0000
ES	0,1064	0,0026	0,3485	0,8924	0,8152	0,5180
Bloco	0,8689	0,4147	0,6682	0,9459	0,4340	0,6295
AL*ES	0,5670	0,0416	0,2430	0,3909	0,9515	0,7737
CV (%)	6,74	4,57	8,57	15,60	2,96	12,82
Média	7,04	13,67	34,51	351,96	31,94	2.676,76

\*MMG: Massa de mil grãos. \*TC-Tratamento controle. 17S – espaçamento de 17 cm em linha simples. 17D – espaçamento de 17 cm em linhas duplas. 17I – espaçamento de 17 cm em linhas intercalares Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: Autora (2020)

Nos componentes número de espigas por m<sup>2</sup> e produtividade foi observada diferença entre os espaçamentos (Tabela 2). A melhor média para número de espigas por metro ocorreu no tratamento controle (17S), isso ocorreu, pois, o número de plantas por metro linear foi o mesmo em todos os arranjos de linha, conseqüentemente a população final foi diferente entre os tratamentos, ocasionando uma vantagem no arranjo de 17 S, devido a maior população, seguidos pelo tratamento de 22 S e 17 D (Tabela 2). Para produtividade o melhor tratamento também foi o controle (17 S) sendo 24% maior que o outro tratamento controle (22 S), devido a maior população, sendo o mesmo menos afetado pela estiagem (Figura 6). Os tratamentos 17 I e 22 I ficaram abaixo da média apresentada na safra 2018 no Paraná, que foi de 2.582 kg ha<sup>-1</sup> (Conab,2019), concluindo que foram os piores tratamentos. Já os arranjos de 17 D e 22 D, atingiram essa média indicando serem os melhores arranjos para o consórcio intercalar.

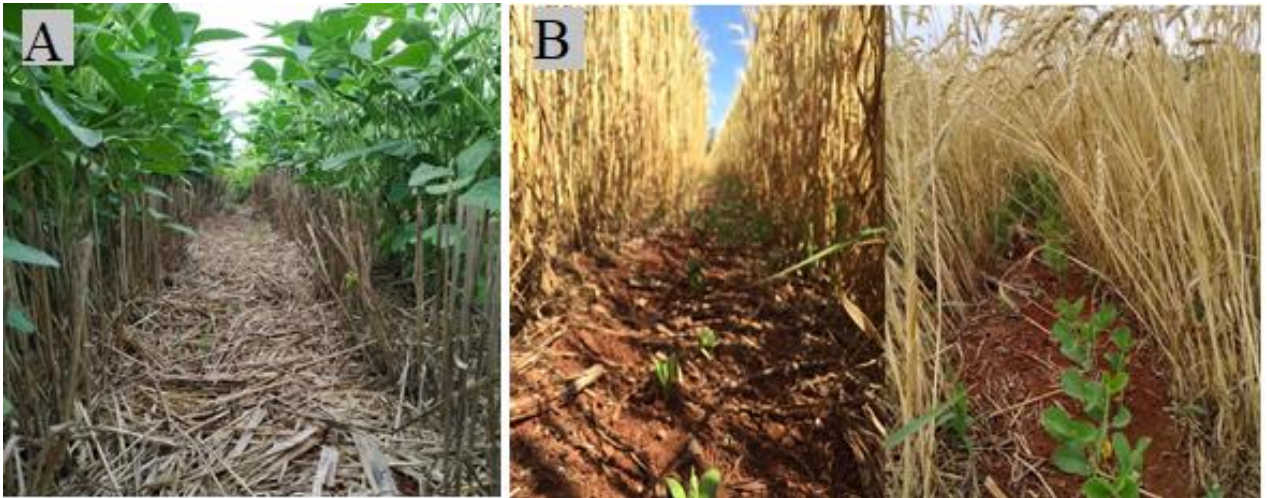
Já na soja, conforme observado no Gráfico 1, verificou se que, durante o período de condução do experimento, as temperaturas máximas e mínimas se mostraram regulares durante todo o ciclo da cultura, tendo como médias máximas de 33°C e mínima 10°C. Porém, essas altas temperaturas aliadas à falta de chuva (precipitação de apenas 40 mm no mês de setembro), a primeira época semeada em 13/09 enfrentou problemas na germinação, o que acarretou em uma diminuição no estande final de plantas (Tabela 4).

Quanto à aplicação de fertilizantes a lanço na soja, Chen et al, (2015) mostrou em seu experimento de consórcio intercalar, que não foi fornecido nenhum fertilizante para a soja em cobertura, e se constatou que a cultura se manteve utilizando o residual do fertilizante aplicado no trigo. Mostrando a importância de se adubar a cultura de inverno, visando a ciclagem de nutrientes, e a utilização pela cultura subsequente. Além de disponibilizar nutrientes nela contidos para a soja, a palhada deixada pelo trigo (Figura 11), ajudou a manter o solo úmido por mais tempo além de suprimir possíveis plantas daninhas.

Acredita se, que o trigo não exerceu influência negativa no desenvolvimento inicial da soja, levando em consideração o ótimo arranque inicial da cultura. Em estudos conduzidos por Wallace et al., (1992), evidenciaram que, como o período de sobreposição entre as culturas de trigo e soja, é relativamente curto, efeitos prejudiciais do consórcio intercalar no desenvolvimento inicial da soja não resultam em reduções de produtividade, comparado ao tratamento controle. A colheita do trigo foi realizada de forma manual, portanto não se avaliou possíveis danos da colheita mecanizada na soja.



Figura 10- (A) Alta concentração de biomassa deixada pelo trigo (B) Soja emergida nas entrelinhas do trigo



Fonte: Autora (2019)

Para os componentes de rendimento da soja, pode se observar que o número de grãos, MMG, produtividade, população, inserção de 1º vagem e número de vagens não houve diferença entre os espaçamentos e épocas (Tabela 4).

A média de produtividade ficou em  $5.601 \text{ kg ha}^{-1}$ , ficando acima da média da região na safra 2018/19, que foi de  $3.400 \text{ kg ha}^{-1}$  (SEAB,2019). Nota-se que a 1ª época apresentou a menor produtividade, isso é explicado pelo fato de que o tratamento apresentou menor população, devido ao baixo volume pluviométrico ter prejudicado a germinação.

Já número de grãos por vagem e altura de planta, apresentaram diferenças estatísticas. Para o número de grãos por vagem a diferença foi apenas entre as épocas, sendo a segunda (23/09) e a terceira época (03/10) os melhores tratamentos. Na altura de planta, a diferença foi entre ambos tratamentos, os arranjos de 51,44 e 34 cm foram os melhores, para época, a terceira (03/10) obteve a maior média (tabela 4).

Tabela 3 - Dados dos componentes da soja, referente aos diferentes arranjos de linhas e épocas de sobressemeadura

Tratamentos		Número de Grãos por Planta	Nº de Grãos por Vagem	MMG (g)	Produtividade de (kg ha <sup>-1</sup> )	População (pl ha <sup>-1</sup> )	Altura de Planta (cm)	Inserção de 1º Vagem	Nº de Vagens por Planta
22 D	66 cm	153.28	2.32	210,93	4.741,9	172.893,66	58,24 b	7	65,42
17 D	51 cm	165.02	2.29	209,20	5.800,56	217.316,88	66 a	7,66	71,57
22 I	44	154.48	2.29	206,84	5.842,02	267.184,66	66,91 a	7,42	67,06
17 I	34	137.08	2.39	199,73	6.020,74	284.039,55	65,42 a	6,66	57,13
DMS		30.6	0.14	8.27	244.36	35.910,1	5,86	1,54	12,43
Época de semeadura (ES)									
13/09/2019		118,55	2,19 b	213,94	4.429,32	205.324,83	44,85 c	6.88	54,08
23/09/2019		151,05	2,35 a	216,25	6.014,36	243.324,25	66,80 b	7.73	64,3
03/10/2019		187,81	2,44 a	189,84	6.360,24	257.427	80,78 a	6.95	77,51
DMS		23.98	0.11	6.48	191.46	28.136,17	4,59	1,2	9,74
P - value									
AL		0,1179	0,1970	0,0058	0.0000	0,0000	0,0016	0,3065	0,0286
ES		0,0000	0,0000	0,0000	0.0000	0,0004	0,0000	0,1686	0,0000
Bloco		0,5309	0,4305	0,2885	0.8400	0,4982	0,4221	0,1919	0,4096
AL*ES		0,0029	0,4864	0.0014	0.0000	0,0009	0,8992	0,0116	0,0004
CV (%)		15,33	4,62	3,06	3.33	11,65	6,99	16,39	14,54
Média		152,47	2,3	206,67	5.601,31	235.358,69	64,14	7,18	65,3

17D e 22D – espaçamento de 17 e 22 cm em linhas duplas. 17I e 22I – espaçamento de 17 e 22 cm em linhas intercalares. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: Autora (2020)

É possível observar, na Figura 13 que os tratamentos semeados mais tarde, apresentaram maior altura. Segundo Bexaira et al (2018) isso acontece pelo aumento do fotoperíodo a partir do mês de outubro/novembro que possibilita maior crescimento da planta, devido a um período maior da planta na fase vegetativa, utilizando fotoassimilados produzidos pelas folhas para emissão de folhas e crescimento, e ressalta que para ter alta produtividade, em semeaduras antes e depois do período recomendado deve-se escolher cultivares que tenham maior juvenilidade.

Figura 11 - Diferença de altura e engalhamento entre as diferentes épocas



Fonte: Autora (2019)

Além de que, visto a precocidade do material, a planta sofre mais com a antecipação da semeadura, ou seja, quanto menor o ciclo, menos tempo se restabelecendo de condições desfavoráveis no começo do desenvolvimento, como baixas temperaturas do ar e do solo, menor precipitação e carência fotoperiódica (CÂMARA; HEIFFIG, 2000; EMBRAPA, 2017).

Observar o nível tecnológico do produtor é de extrema importância, pois quanto maior o nível tecnológico mais precoce poderá ser a cultivar. Analisando a Tabela 4 no geral, pode-se notar que, apesar da altura ter sido maior na terceira época, e nos maiores espaçamentos, os demais componentes não apresentaram diferença, ou seja, a planta compensou a menor altura nos componentes NG e NV (Tabela 4 e Figura 13), e se igualaram em produtividade. Na produtividade de grãos há o efeito de compensação entre os componentes de rendimento da



planta; quando a soja é cultivada em épocas diferentes. Efeito este, também constatado por Garcia (1992) e Pelúzio et al., (2007).

Para população de plantas (Tabela 5), quando se compara as épocas no arranjo de 66 cm, observou que a melhor foi a terceira. Já no arranjo de 51 cm, não houve diferença entre as épocas. Nos arranjos 44 e 34 cm, a segunda e a terceira época apresentaram a melhor média. Isso pode ser explicado devido ao baixo volume de chuva em setembro (40 mm), sendo a primeira época extremamente prejudicada.

Tabela 4 - Interação observada para população entre espaçamentos e época de semeadura da soja

Tratamentos	População (plantas ha <sup>-1</sup> )		
	13/09/2019	23/09/2019	03/10/2019
66	167.671,00 aAB	142.676,67 bB	208.333,33 cA
51	222.212,67 aA	202.614,00 bA	227.124,00 bcA
44	223.903,00 aB	289.772,33 aA	287.878,67 abA
34	207.512,67 aB	338.234,00 aA	306.372,00 aA

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: Autora (2020)

Ainda, na Tabela 5, observa-se, para os diferentes espaçamentos, na primeira época, que não houve diferença estatística, já na segunda e terceira época os melhores arranjos foram 34 e 44 cm. Segundo Peixoto et al (2000) a soja é mais responsiva com a variação nos espaçamentos entre linhas do que a população, apresentando tendência a maiores rendimentos em menores espaçamentos, como pode-se observar na Tabela 8. Essa menor resposta à população é explicada pela capacidade de compensação no uso do espaço entre plantas.

É possível observar na Tabela 6, a interação entre espaçamentos e épocas de semeadura para o número de grãos por planta. Nota-se que o espaçamento de 66 cm, na 2ª e 3ª época obtiveram a melhor média. Já no espaçamento de 51 cm a terceira época obteve maior número de grãos. Nos espaçamentos de 44 e 34 cm não houve diferença significativa entre as épocas.

Comparando os diferentes espaçamentos dentro das épocas, na 1ª e 2ª época os espaçamentos não diferiram entre si, já na terceira o melhor arranjo foi o de 51 cm.

Tabela 5 - Interação observada para número de grão entre espaçamentos e época de semeadura da soja

Número de grãos por planta			
Tratamentos	13/09/2019	23/09/2019	03/10/2019
66	104,00 aB	135,13 aA	189,73 bA
51	108,80 aB	141,53 aB	244,73 aA
44	137,67 aA	161,40 aA	164,40 bA
34	123,73 aA	135,13 aA	152,40 bA

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: Autora (2020)

Para massa de mil grãos (MMG) na primeira época, o maior espaçamento (66 cm) apresentou a melhor média, porém não diferiu estatisticamente do espaçamento de 51 cm este resultado pode ser explicado pela população de plantas, como se pode observar na Tabela 5, onde a população é menor a competição entre fileiras por radiação solar diminui, e consequentemente a massa de mil grãos aumenta. Na segunda época as melhores médias foram nos espaçamentos de 66, 51 e 44 cm.

Tabela 6 - Interação observada na MMG entre os fatores arranjos de linhas e época de sobressemeadura da soja

MMG (g)			
Tratamentos	13/09/2019	23/09/2019	03/10/2019
66	220,00 aA	223,67 aA	189,13aB
51	219,33 aA	219,67 aA	188,60 aB
44	211,67 abA	223,33 aA	185,53 aB
34	204,76 bA	198,33 bA	196,10 aA

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: Autora (2020)

Já na terceira época os espaçamentos não diferiram entre si (Tabela 7). Comparando as diferentes épocas nos espaçamentos, nos três maiores espaçamentos a segunda e terceira época apresentaram os melhores resultados, isso pode ser explicado pelas melhores condições climáticas durante a fase vegetativa e início do florescimento, as temperaturas médias e as precipitações pluviiais apresentadas foram ideais para as plantas de soja. Já no espaçamento de 34 cm as épocas não apresentaram diferença, provavelmente pela elevada população.

Para o caráter produtividade da soja (Tabela 8), pode-se observar que na primeira época os melhores tratamentos foram o de 44 cm seguido pelo de 51 cm; já na segunda e terceira épocas, o melhor foi o tratamento de 34 cm.

Tabela 7 - Interação observada na produtividade entre os fatores arranjos de linhas e época de sementeira da soja.

Tratamentos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )		
	13/09/2019	23/09/2019	03/10/2019
66	4.209,26 bcB	5.110,98 cA	4.905,47 cA
51	4.542,11 abC	6.029,42 bB	6.830,17 bA
44	4.875,92 aB	6.220,46 bA	6.429,68 bA
34	4.090,00 cC	6.696,59 aB	7.275,65 aA

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: Autora (2020)

Relacionando as melhores épocas para os diferentes espaçamentos, pode-se notar que em todos os espaçamentos, a segunda e terceira época obtiveram as melhores médias de produtividade. Isso é explicado pela menor quantidade de radiação solar, temperaturas mais baixas e luminosidade insuficiente e principalmente a seca que provocou a menor população como dito anteriormente, que a primeira época (13/09) foi submetida. Essas condições contribuíram para uma redução na produtividade de grãos, como resultado da menor expressão de caracteres adaptativos e de componentes da produtividade de grãos (RODRIGUES et al., 2001), e da cultivar não ter sido capaz de compensar a menor população.

Por meio dos dados obtidos, de modo geral, é interessante o produtor adotar o arranjo de 17 cm em linhas duplas do trigo, permitindo um espaçamento da soja de 51 cm. Ainda, levando em consideração os componentes de rendimento de ambas as culturas, se constatou que esse arranjo foi o que coincidiu como o melhor, com uma produtividade para o trigo de 2.812,63 kg ha<sup>-1</sup> e a soja semeada na segunda época de 6.029,42 kg ha<sup>-1</sup>. Mesmo não sendo a melhor produtividade do trigo, o arranjo possibilitou que antecipação da sementeira da soja. Levando em consideração a diferença produtiva da trigo linhas duplas pro trigo linha simples,

Em relação a variável época, pode se observar que a soja semeada na primeira época (13/09); enfrentou várias interferências climáticas sendo a seca a principal, o que já é esperado no início da janela produtiva, e que as melhores produtividades foram alcançadas a partir da segunda época, porém sua produtividade ultrapassou a média da região podendo ser utilizada como alternativa no consórcio visto que foi possível realizar a colheita no dia 20/01, onze dias

antes da 2ª época e vinte de cinco dias antes da 3ª, o que antecipa a semeadura do milho safrinha, sendo recomendado para a data um aumento na população no momento da semeadura.

Segundo Oligini, (2019) em cultivos tardios, a soja é submetida a maior pressão de pragas e doenças, o que não ocorre quando semeada em setembro, sendo esse efeito diminuído, principalmente a pressão de ferrugem, além de viabilizar o cultivo do milho segunda safra ainda dentro do zoneamento, com uma produção satisfatória. Para uma melhor recomendação, deve-se realizar análises regionais em mais de um ano agrícola para obter resultados para o melhor planejamento do sistema intercalar trigo soja.

Podemos observar na Tabela 9, que a perda de produtividade do trigo com espaçamento de 17 cm linhas duplas em relação ao trigo em linhas de 17 cm linhas simples, foi recompensada pela elevada produtividade alcançada pela soja no arranjo de 51 cm.

Tabela 8 - Demonstração das diferenças de produtividades do arranjo de 17 cm linhas duplas e 17 cm linhas simples, e a produtividade alcançada pela soja de 51 cm na 2ª época, que evidencia a compensação da perda de produtividade do trigo no lucro da soja.

Arranjo	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) soja (51 cm) 2ª época
Trigo linhas simples	4.051,47	6.014,36 = 100,23 sacas
Trigo linhas duplas	2.812,63	
≠ de produtividade	1.238,84 = 20,64 sacas	
Preço por saca (Trigo e Soja)	20,64 sacas x R\$60 = R\$1238,40	100,23 sacas x R\$98 = R\$9822

Cotação de valores de saca de trigo e soja obtidos na data de 15/07/2020. Fonte: Cooperativa Integrada-Londrina (PR)

## **7 CONCLUSÃO**

A maior produtividade de trigo foi obtida em arranjo simples, no menor espaçamento entre linhas. Porém, considerando o arranjo intercalar trigo-soja, a melhor opção é o espaçamento reduzido sob linhas duplas, e o espaçamento da soja de 51 cm, conferindo a essa, maior produtividade, especialmente quando semeada a partir de final de setembro, o que favorece a semeadura do milho safrinha na melhor janela.

## REFERÊNCIAS

AKUTAGAWA, K.H; MOREIRA, R.E; DA SILVA, A.A. Fatores e técnicas de produção da cultura do trigo visando à produtividade e qualidade. In: Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial,11, 2017, Campo Mourão. **Anais ...**Campo Mourão: EEPA,2017.

ALLIPRANDINI, Luís Fernando et al. Understanding soybean maturity groups in Brazil: environment, cultivar classification, and stability. *Crop Science*, v. 49, n. 3, p. 801-808, 2009.

ALVARES, C.A et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BEXAIRA, K.P et al. Relação da produtividade com a estatura de plantas de soja em diferentes épocas de semeadura. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul,42, 2018.Três de Maio – RS, Brasil. **Anais...** Três de Maio: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul,2018.

BHERING, S. B., et al. Mapa de Solos do Estado do Paraná. **Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E)**, 2007.

BRUNETTA, Dionisio; DOTTO, Sérgio Roberto; TAVARES, Luís César V. Pluviosidade e rendimento de trigo no norte do Paraná. **Embrapa Soja-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2001.

CÂMARA, Gil Miguel de Sousa; HEIFFIG, Lília Sichmann. Fisiologia, ambiente e rendimento da cultura da soja. Câmara, GMS. Tecnologia da produção II. Piracicaba: Esalq/USP, p. 120, 2000.

CHEN, Yuanxue et al. Rational phosphorus application facilitates the sustainability of the wheat/maize/soybean relay strip intercropping system. *PloS one*, v. 10, n. 11, 2015.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **A Cultura do Trigo: análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos-safra 2009 a 2017**. -Brasília: Conab, V.15, 2018.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Grãos - Série Histórica,Conab, 2020. Portal de Informações Agropecuárias, Disponível em:<<https://portaldeinformacoes.Conab.gov.br/safra-serie-historica-dashboard>>. Acesso em: 22 abr. de 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Décimo segundo levantamento: SAFRA 2018/19, v. 6, n. 12, 2019.

CUNHA, G. R. da; CAIERÃO, E. Informações técnicas para trigo e triticale–Safra 2015: VIII Reunião da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticale. Canela: Embrapa Trigo, 2015

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Soja**, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em 18 mai. de 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2017. Disponível em: . Acesso em: jun. de 2020.

EMBRAPA. Sistemas de Produção: Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil.1. Londrina: 2013.16. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf>>. Acesso em 21 mai. de 2019.

FAGANELLO, Antônio et al. Consórcio intercalar trigo-soja. In: **Embrapa Trigo-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 7.; SEMINÁRIO TÉCNICO DO TRIGO, 8., 2013, Londrina. Resumos...[SI: sn, 2013. Ecologia. 1 CD-ROM., 2013.

FARIAS, José Renato B.; NEPOMUCENO, Alexandre L.; NEUMAIER, Norman. Ecofisiologia da soja. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.

FERREIRA, D. F. Estatística multivariada. Lavras: Editora Ufla, 2008. 662 p.

GARCIA, A. Manejo da cultura da soja para alta produtividade. In: CÂMARA, G. M. S.; MARCOS FILHO, J.; OLIVEIRA, E. A. M. Simpósio sobre cultura e produtividade da soja Anais. Piracicaba, FEALQ, 1992.

GARCIA, R. A., et al. Soybean-corn succession according to seeding date. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 1, p. 22-29, 2018.

HOFFMANN-CAMPO, Clara Beatriz et al. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. Londrina: Embrapa soja, 2000.

KLINE, A., et al. Management considerations for relay intercropping: I. Wheat. **Agronomy Guide**, 2001.

NEPOMUCENO, A.L. FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N. Características da soja. **Embrapa**. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01\\_24\\_271020069131.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html)>. Acesso em: 18 de mai. De 2019.

OKUYAMA, L.A. Estresses de altas temperaturas e deficiência hídrica em trigo (*Triticum aestivum* L.). Londrina: 2013. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/agrometeorologia/20131099-Calor-A.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/agrometeorologia/20131099-Calor-A.pdf)>. Acesso em: 25 mai. de 2020.

OLIGINI, Karine Fuschter. Relação entre épocas de semeadura e grupos de maturação de cultivares de soja na viabilidade técnica e econômica do milho safrinha no sul do Brasil. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

RIBEIRO; Estresse por altas temperaturas em trigo: impacto no desenvolvimento e mecanismos de tolerância. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/2502>>. Acesso em 1 de mai. de 2020.

RODRIGUES, Osmar et al. Rendimento de grãos de soja em resposta à época de semeadura. Embrapa Trigo, 2001.

PEIXOTO, Clovis Pereira et al. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. Scientia agricola, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.

POSSENTI, J. C., et al. Distribuição da precipitação pluvial em Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. **Seminário de sistemas de produção agropecuária, Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação**. Dois Vizinhos: UTFPR. Abstract, p. 140-142, 2007.

PIRES, J.L.F., et al. Consórcio intercalar trigo-soja como estratégia para viabilizar a competitividade dessas culturas no sul do Brasil. In: reunião da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticales, 9.; seminário técnico do trigo, 10., 2015, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Biotrigo Genética: Embrapa Trigo, 2015.

SCHEEREN, P. L.; DE CASTRO, R. L.; CAIERAO, E. **Botânica, morfologia e descrição fenotípica**. Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE), 2015.

SEAB. Secretária de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Sistema de Acompanhamento de Safra Subjetiva - PSS / Relatório PSS Mensal: Cultura por Núcleo Regional. Disponível em:<[http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-06/pss\\_1819\\_2020\\_06\\_22.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-06/pss_1819_2020_06_22.pdf)>. Acesso em: 06 jul. 2020.

SIQUEIRA, O.J.W.; STEINMETZ, S.; SALLES, L.A.B. de. Efeitos potenciais das mudanças climáticas na agricultura brasileira e estratégias adaptativas para algumas culturas. In: LIMA, M.A.; CABRAL, O.M.R.; MIGUEZ, J.D.G. Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p.33-63.

WALLACE, S. U. et al. Growth of relay intercropped soybean. Agronomy journal, v. 84, n. 6, p. 968-973, 1992.