



**BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ANA CLÁUDIA CLARA DOS SANTOS**

**EFEITO DOS FUNGOS ENDOFÍTICOS DO GÊNERO**  
***Paraconiothyrium* NO TRIGO**

**LAVRAS - MG**

**2023**

**ANA CLÁUDIA CLARA DOS SANTOS**

**EFEITO DOS FUNGOS ENDOFÍTICOS DO GÊNERO *Paraconiothyrium* NO TRIGO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

**APROVADA em 8 de dezembro de 2023**

Doutoranda. Alessandra Aparecida Ferreira – UFLA

Doutoranda. Bárbara Coutinho Mourão Cavalcanti - UFLA

Mestranda. Maria Isabela Arruda Santana - UFLA

**Prof. Dra. Patrícia Gomes Cardoso**  
**Orientadora**

**Doutoranda Alessandra Aparecida Ferreira**  
**Coorientadora**

**Prof. Dr. José Airton Rodrigues Nunes**  
**Coorientador**

**LAVRAS – MG**

**2023**

## **Dedicatória**

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus e depois ao meu pai falecido, minha mãe e toda minha família pelo apoio.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e determinação para não desanimar no meio do percurso. A minha família que sempre me apoiou, em especial a minha mãe Claudinéia e meu pai falecido Vicente.

Ao meu irmão Weverton, minha cunhada Istefane e meus sobrinhos Aurora e Levi que sempre me ajudaram me dando uma palavra de conforto.

A todos os meus familiares, em especial meu avô Roberto e todos os meus tios.

Aos meus amigos em especial a Fernanda, Ana Laura e Hian por ter me ajudado no meu experimento enquanto estava em campo.

A todos do laboratório Bioprospecção e Genética de Fungos Filamentosos.

Agradeço a minha orientadora, Prof (a). Dr. Patrícia Gomes Cardoso e aos meus coorientadores Prof.(o). Dr. José Airton Nunes e Doutoranda Alessandra Ferreira

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

"O próprio Senhor irá à sua frente e estará com você; ele nunca o deixará, nunca o abandonará.  
Não tenha medo! Não se desanime!" - Deuteronômio 31:8

## RESUMO

Fungos endofíticos do gênero *Paraconiothyrium* possuem potencial no controle biológico e no desenvolvimento e crescimento das plantas hospedeiras. Espécies isoladas de gramíneas forrageiras, mostraram resultados promissores quando inoculadas nas plantas sob condições de estresse hídrico. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e desenvolvimento de plantas de trigo inoculadas com cinco fungos do gênero *Paraconiothyrium* utilizando duas metodologias de inoculação com meio sólido (BDA) e meio líquido (BD). O experimento foi realizado no laboratório de Bioprospecção e Genética de Fungos Filamentosos (BIOGEN) e na casa de vegetação do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Os isolados fúngicos estão depositados na Coleção Micológica de Lavras (CML) do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Os fungos foram cultivados em meio batata dextrose (BD) em incubadora Shaker com rotação de 25 °C por 14 dias. Os micélios fúngicos foram quebrados por meio de pulsação e em seguida as sementes de trigo foram embebidas em suspensão de inóculo por 2 horas. Em meio batata dextrose ágar (BDA) a 25°C mantidas em BOD durante 15 dias. Sementes de trigo foram desinfestadas em etanol 70% por 2 minutos, hipoclorito de sódio 2% por 3 minutos e lavadas 3 vezes em água destilada autoclavada. Foram semeadas 10 sementes no meio BD e BDA em vasos de 8 litros contendo terra + substrato e adubado de acordo com as recomendações técnicas, que após a germinação e desbaste foram deixadas 5 plantas por vaso. O controle foi de sementes embebidas em meio BD e BDA sem inóculo. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizados (DIC) com 3 repetições para 12 tratamentos. Foram avaliados parâmetros morfológicos, como altura das plantas, comprimento das espigas, número de espigas, número de grãos por planta, peso de 100 sementes, massa da parte aérea, número de grãos por espiga e número de grãos total. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Os resultados mostraram que o cultivo e inoculação dos fungos nas plantas de trigo em meio sólido permitiram maior média no peso de 100 sementes e no meio líquido o comprimento das espigas foi maior. As plantas inoculadas com os fungos endofíticos nos parâmetros morfológicos mostraram melhores médias em relação as plantas não inoculadas (controle).

**Palavras-chave: Inoculação; gramíneas; crescimento.**

## **ABSTRACT**

Endophytic fungi of the genus *Paraconiothyrium* have potential in biological control and in the development and growth of host plants. Isolated species of forage grasses showed promising results when inoculated into plants under conditions of water stress. Thus, the objective of this study was to evaluate the growth and development of wheat plants inoculated with five fungi of the genus *Paraconiothyrium* using two inoculation methodologies with solid medium (PDA) and liquid medium (BD). The experiment was carried out at the Laboratory of Bioprospecting and Genetics of Filamentous Fungi (BIOGEN) and at the greenhouse of the Department of Biology of the Federal University of Lavras (UFLA). The fungal isolates are deposited in the Mycological Collection of Lavras (CML) of the Department of Phytopathology of the Federal University of Lavras (UFLA). The fungi were cultivated in dextrose potato (BD) medium in a shaker incubator with a rotation of 25 °C for 14 days. The fungal mycelia were broken by pulsation and then the wheat seeds were soaked in inoculum suspension for 2 hours. In potato medium dextrose agar (PDA) at 25°C kept in BOD for 15 days. Wheat seeds were disinfested in 70% ethanol for 2 minutes, 2% sodium hypochlorite for 3 minutes and washed 3 times in autoclaved distilled water. A total of 10 seeds were sown in BD and BDA medium in 8-liter pots containing soil + substrate and fertilized according to the technical recommendations, which after germination and thinning were left 5 plants per pot. Seeds were soaked in BD and PDA medium without inoculum. The experimental design was completely randomized (DIC) with 3 replicates for 12 treatments. Morphological parameters were evaluated, such as plant height, ear length, number of ears, number of grains per plant, weight of 100 seeds, shoot mass, number of grains per ear and total number of grains. The data obtained were submitted to analysis of variance and the means of the treatments were compared by the Scott-Knott test at 5% probability. The results showed that the cultivation and inoculation of the fungi in the wheat plants in solid medium allowed a higher average weight of 100 seeds and in the liquid medium the length of the ears was longer. Plants inoculated with endophytic fungi in morphological parameters showed better averages than non-inoculated plants (control).

**Keywords: Inoculation; grasses; growth.**

## Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	9
2	OBJETIVOS.....	10
2.1	Objetivo Geral.....	10
2.2	Objetivo Específico.....	10
3	REFERENCIAL TEÓRICO .....	11
3.1	Fungos endofíticos .....	11
3.2	Gênero <i>Paraconiothyrium</i> .....	11
3.3	Cultura do Trigo.....	12
4	MATERIAIS E METÓDOS .....	14
4.1	Fungos endofíticos .....	14
4.2	Inoculação do fungo cultivado em meio sólido (BDA) .....	14
4.3	Inoculação do fungo cultivado em meio líquido (BD) .....	15
<b>4.4</b>	<b>Semeadura do Trigo</b> .....	<b>15</b>
4.5	Parâmetros morfológicos .....	15
4.6	Análise estatística .....	16
5	RESULTADOS.....	17
6	DISCUSSÃO.....	23
7	CONCLUSÃO.....	25
8	REFERÊNCIAS .....	26



## 1 INTRODUÇÃO

O trigo é uma cultura de grande importância no cenário mundial, sendo classificado como uma monocotiledônea pertencente à família Poaceae, cujo gênero é o *Triticum*, com nome científico *Triticum aestivum*. Possui raízes fasciculadas, com colmo principal, perfilhos, folhas, sendo uma delas a folha bandeira que origina a espiga, que é composta pelas raques e pelas espiguetas (FAIGUENBAUM et al, 2017). O trigo pode apresentar diferentes hábitos de crescimento, semiereto, ereto ou rasteiro (OSÓRIO, 1992). Possui ciclo de vida de 180 dias, mas pode ocorrer alterações, por sofrer influências como densidade e profundidade de semeadura, temperatura, fotoperíodo, radiação solar e genética da planta (VALÉRIO et al, 2009). O estágio de desenvolvimento ocorre cinco fases emergência, o perfilhamento, o alongamento, o espigamento e a maturação (SILVA et al, 1996).

Fungos endofíticos são aqueles que ocorrem no interior de tecidos ou órgãos vegetais aéreos. Os fungos endofíticos são importantes para seus hospedeiros, pois a planta em condições de estresse causadas por fatores abióticos e bióticos será beneficiada com essa interação, tendo maior resistência e grande parte de espécies dos endófitos podem ser isolados de uma única planta (CHAPLA et al, 2012).

Os fungos endofíticos tem capacidade de induzir o desenvolvimento das plantas hospedeiras em suas várias condições (ARAÚJO et al., 2002). Sendo assim os fungos endofíticos vem sendo estudados e alguns gêneros já foram reportados por apresentar potencial biotecnológico.

Fungos endofíticos do gênero *Paraconiothyrium* já foram citados como agentes de controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e como promotores do crescimento quando inoculados em gramíneas forrageiras (ALVES et al., 2021). Porém, ainda não há trabalhos reportando a inoculação destes fungos em outras gramíneas como o trigo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e desenvolvimento de plantas de trigo inoculadas com cinco fungos do gênero *Paraconiothyrium* utilizando duas metodologias de inoculação com meio sólido (BDA) e meio líquido (BD).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar o crescimento e desenvolvimento de plantas de trigo inoculadas com cinco fungos do gênero *Paraconiothyrium* utilizando duas metodologias de inoculação no meio sólido (BDA) e meio líquido (BD).

### **2.2 Objetivo Específico**

- Inocular sementes de trigo com 5 fungos endofíticos do gênero *Paraconiothyrium* utilizando duas metodologias de inoculação no meio sólido (BDA) e meio líquido (BD).
- Avaliar o método de inoculação e quantificar os parametros agrônomicos.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Fungos endofíticos

O termo endofítico foi primeiramente introduzido por DE BARY (1866) sendo aplicado a qualquer microrganismo presente dentro do tecido das plantas e posteriormente foi acrescentado a definição de endofíticos como microrganismos que podem ou não crescer em meios de cultura e vivem dentro de tecidos vegetais e vários órgãos sem causar prejuízos aos seus hospedeiros, além de não produzirem estruturas externas emergindo dos vegetais (ALVES et al 2018).

Estima-se que cada espécie vegetal possua microrganismos endofíticos e estes podem conferir benefícios à planta hospedeira como resistência a condições de estresse, produção de fitohormônios, controle de fitopatógenos e pragas, atuando como agentes de controle biológico, dentre outros. (COSTA et al 2019).

Os fungos endofíticos também podem sintetizar metabólitos secundários de interesse biotecnológico. Alguns destes produtos naturais são capazes de inibir agentes inibidores de pragas e patógenos uma variedade de agentes causadores de doenças que acometem as plantas, os animais e o homem. Os microrganismos endofíticos, atuam de forma indireta aumentando a biomassa do organismo, devido a produção de hormônios de crescimento ou induzindo a produção de hormônios pelo hospedeiro (SELIM et al., 2012).

#### 3.2 Gênero *Paraconiothyrium*

O gênero *Paraconiothyrium* foi descrito pela primeira vez por VERLEY et al. (2004) a fim de acomodar morfos assexuados distantes de *Coniothyrium*. Até o momento o gênero apresenta 27 espécies (WANG et al 2021). São caracterizados por produzirem picnídios ou conídios eustromáticos pequenos, sub-hialinos, pigmentados e um ou dois conídios unicelulares (VERLEY et al 2014) e apenas *P. fuckelii* possui fase sexual descrita (GRUYTER et al., 2012).

O fungo *Coniothyrium sporulosum* presente no solo é um importante agente de controle biológico. *C. minitans*, com base na sua filogenia molecular, passou a ser pertencente ao gênero *Paraconiothyrium* (VERLEY et al 2014).

Alguns fungos endofíticos isolados de gramíneas forrageiras foram reportados, incluindo espécies pertencentes ao gênero *Paraconiothyrium*. (MAIA et al., 2018 e GAMA et al., 2020). Experimentos prévios *in vitro* mostraram a capacidade de inibição destes endofíticos do crescimento micelial do patógeno *S. sclerotiorum*, comprometimento da viabilidade e número de escleródios formados, além da redução do número de apotécio. Além disso, a inoculação de alguns isolados de *Paraconiothyrium* em sementes de *Urochloa (Brachiaria ruziziensis)* promoveram aumento da biomassa quando comparado ao desenvolvimento de sementes não inoculadas e maior tolerância das plantas a baixa umidade do solo. Estes resultados evidenciam o potencial destes isolados endofíticos como agente de biocontrole, bem como promotores de crescimento de plantas.

### 3.3 Cultura do Trigo

O trigo é uma das culturas mais relevantes mundialmente, tendo uma importância global no setor alimentício, desempenhando um papel crucial como matéria prima principal na produção de vários produtos, incluindo farinhas, biscoitos, pães, dentre outros, além da cultura incorporar uma ampla lista de atividades, como produção, armazenamento e comercialização (FARIAS et al., 2017). Na safra de 2020/21, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção do Brasil foi de aproximadamente 6,3 milhões de toneladas, desse modo para suprir a demanda interna, em janeiro de 2021 foram importadas 643,9 mil toneladas de trigo.

A Região Sul do país responde pela maior parte da produção (88,9%), principalmente pelas características edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento das plantações e da produção de grãos (IBGE, 2022). Em relação à safra de junho de 2024, a estimativa da área plantada será de 221,8 milhões de hectares mostrando um acréscimo de 0,59 % comparada a safra de 2022/23. Segundo a Embrapa o trigo é uma boa opção de cultivo para o Brasil Central, sendo utilizado como produtor de grãos e palhadas.



## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Fungos endofíticos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Bioprospecção e Genética de Fungos Filamentosos (BIOGEN) e em casa de vegetação, no Departamento de Biologia (DBI), da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A cultivar utilizada foi BRS 264 que é adaptada para o Cerrado do Brasil Central, sendo recomendada para o cultivo irrigado em Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso e Distrito Federal. Essa cultivar tem um ciclo superprecoce, com maior produtividade e resistência e maturação de 110 dias.

Foram utilizados cinco fungos endofíticos do gênero *Paraconiothyrium*, isolado de gramíneas forrageiras. *Paraconiothyrium estuarinum* (CML3695) e *Paraconiothyrium cyclothyrioides* (CML3696) isolados de *Panicum maximum* cv. Mombaça da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora-MG (Maia et al., 2018), *P. cyclothyrioides* (CML3697) isolado de *Brachiaria ruziziensis* proveniente da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora-MG, *P. cyclothyrioides* (CML3698) e *P. estuarinum* (CML3699) isolados de *Brachiaria humidicola* da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande- MS (Gama et al. 2020). Os fungos foram depositados na Coleção Micológica de Lavras (CML, Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Brasil). Para reativação os fungos foram inoculados em meio de cultivo sólido contendo batata, dextrose e ágar (BDA), incubados à 25°C em BOD durante 15 dias. No meio líquido BD foram colocados em incubadora Shaker com rotação de 25 °C, por 14 dias.

### 4.2 Inoculação do fungo cultivado em meio sólido (BDA)

No meio de cultivo sólido (BDA), as sementes de trigo foram desinfestadas em etanol 70% por dois minutos, hipoclorito de sódio 2% por três minutos e lavadas três vezes em água destilada e autoclavada e secas em papel filtro em câmara de fluxo laminar. Essas, foram colocadas sobre o micélio dos fungos endofíticos e incubadas a 25°C em BOD por fotoperíodo de 12 horas até o início da germinação. O controle foi sementes em meio BDA sem inóculo.

### **4.3 Inoculação do fungo cultivado em meio líquido (BD)**

No meio de cultivo líquido (BD), os micélios fúngicos foram quebrados por meio de pulsação e em seguida as sementes de trigo foram embebidas em suspensão de inóculo por 2 horas. O controle foi sementes embebidas em meio BD sem inóculo.

### **4.4 Semeadura do Trigo**

A semeadura foi realizada em vasos de 8 litros contendo substrato + terra e adubado de acordo com as recomendações técnicas, 2:1, foram semeadas 10 sementes em cada vaso em meio de inóculo sólido. Após um dia da semeadura no meio sólido, foram semeadas mais 10 sementes em cada vaso no meio líquido, sendo 10 ml de suspensão fúngica jogada por cima dos vasos após semeadura, sendo 3 repetições para 12 tratamentos com o total de 36 vasos. Após 20 dias de plantio (DAP), ocorreu o desbaste deixando 5 plantas por vaso. Esse processo foi necessário para evitar a competição entre as plantas de trigo. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação, com irrigações manuais em dias alternados.

Após 28 dias de semeadura, realizou-se adubação de cobertura com ureia 45%, utilizando 3 gramas por vaso durante 30 dias não consecutivos até o espigamento. Ocorreu aplicação de inseticida para eliminar a infestação de tripes na cultura do trigo.

### **4.5 Parâmetros morfológicos**

No final do ciclo da planta foram avaliadas características agronômicas no meio sólido (BDA) e no meio líquido (BD), como altura das plantas, comprimento das espigas, número de espigas, número de grãos por planta, peso de 100 sementes, massa da parte aérea, número de grãos por espiga e número de grãos total.

Foi usado uma fita métrica para medir a altura das plantas até a base da espiga, essa mesma fita mediu o comprimento das espigas. Para contagem do número de espigas e número de grãos por planta as espigas e grãos foram contadas manualmente uma por uma no laboratório.

Para pesar as 100 sementes, essas foram colocadas dentro das placas de petri e pesadas na balança. As plantas foram colhidas das raízes até as espigas e colocadas dentro de sacos de

papel Kraft Mix para pesagem da massa da parte aérea na balança. Em cada espiga de cada tratamento e repetições foi contado o número de grãos por espiga e o número de grãos total.

#### **4.6 Análise estatística**

Realizou análise do resultado. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) utilizando o software R Development Core Team (2016), e as médias foram comparadas teste de Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade onde foi possível comparar as plantas não inoculadas (Controle) e os tratamentos que foram as plantas inoculadas com os fungos endofíticos no meio sólido (BDA) e líquido (BD).



## 5 RESULTADOS

Os resultados obtidos em relação à altura das plantas e comprimento das espigas estão na tabela 1 e figura 1. Observa-se que as plantas não inoculadas apresentaram uma média de 40.8 cm, sendo a menor média em comparação com as plantas inoculadas com o fungo *P. cyclothyrioides* (CML 3698) que apresentou média da altura das plantas de 49,2 cm. Apesar das plantas inoculadas com o fungo *P. cyclothyrioides* (CML 3698) apresentar maior média, as plantas inoculadas e as plantas não inoculadas não apresentaram diferença significativa neste parâmetro.

As plantas inoculadas com o fungo *P. estuarinum* (CML 3699) apresentou média no comprimento das espigas de 6,29 cm, sendo maior que as plantas não inoculadas que apresentaram média de 5,87 cm no comprimento das espigas. Mesmo as plantas inoculadas com o fungo *P. estuarinum* (CML 3699) apresentar maior média, as plantas não inoculadas e inoculadas não mostram diferença significativa neste parâmetro. Após o plantio foi possível observar na fase da plântula a germinação das sementes de trigo, algumas plantas não germinaram, devido alguns fatores abióticos e bióticos que acabaram afetando negativamente o desenvolvimento destas plantas.

Tabela 1- Médias dos parâmetros altura das plantas e comprimento das espigas.

<b>Plantas inoculadas com os fungos endofíticos e plantas não inoculadas (Controle)</b>	<b>Altura das plantas (cm)</b>	<b>Comprimento das espigas (cm)</b>
<i>P. estuarinum</i> (CML3695)	43.3 a	5.96 a
<i>P. cyclothyrioides</i> (CML 3696)	45.9 a	6.28 a
<i>P. cyclothyrioides</i> (CML 3697)	43.6 a	5.59 a
<i>P. cyclothyrioides</i> (CML 3698)	49.2 a	6.27 a
<i>P. estuarinum</i> (CML 3699)	47.3 a	6.29 a
Controle	40.8 a	5.87 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

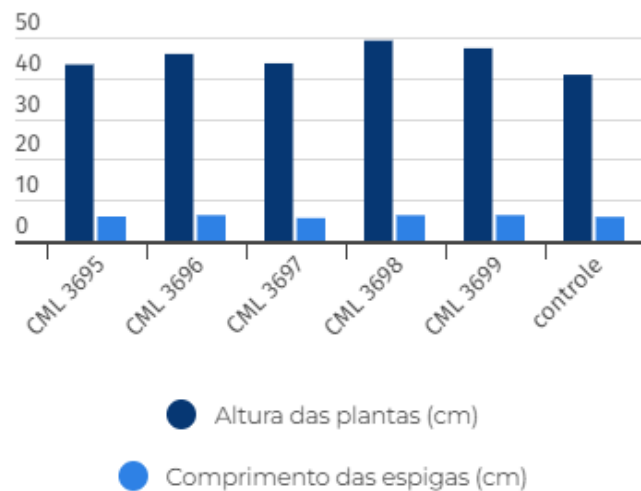


Figura 1- Médias nas plantas inoculadas com os fungos e plantas não inoculadas (controle).

No parâmetro número de espigas, número de grãos por planta e peso de 100 sementes os resultados estão na tabela 2 e figura 2. As plantas inoculadas com os fungos *P. cyclothyrioides* (CML 3697) e *P. estuarinum* (CML 3699) apresentaram número médio de espigas de 12,83 sendo maior que as plantas não inoculadas (controle) que apresentaram número médio de 10,83 espigas. As plantas inoculadas com o fungo *P. cyclothyrioides* (CML 3696) mostraram uma média de 6,67 número médio de espigas, sendo menor que as plantas não inoculadas (controle).

As plantas não inoculadas (controle) apresentaram número médio de grãos por planta de 55,8, sendo que esse número é menor do que as plantas inoculadas com os fungos endofíticos. As plantas inoculadas com o fungo *P. estuarinum* (CML 3699) foi maior que as plantas não inoculadas com número médio de 74,1 grãos por planta.

As plantas inoculadas mostraram que o fungo *P. estuarinum* (CML 3695) apresentou número médio de peso de 100 sementes de 2,61 (g), sendo menor que as plantas não inoculadas (controle) que mostraram número médio de peso de 100 sementes de 2,30 g.

Apesar de as plantas inoculadas com os fungos *P. cyclothyrioides* (CML 3697) e *P. estuarinum* (CML 3699 e 3695) apresentarem maiores médias no número de espigas, número de grãos por planta e peso de 100 sementes, as plantas inoculadas e não inoculadas não apresentaram diferença significativa nestes parâmetros.

Tabela 2 - Médias dos parâmetros número das espigas, grãos por planta e peso de 100 sementes

Plantas inoculadas com os fungos endofíticos e plantas não inoculadas (Controle)	Número de espigas	Número de grãos por planta	Peso de 100 sementes (g)
<i>P. estuarinum</i> (CML3695)	10.92 a	61.3 a	2.61 a
<i>P. cyclothyrioides</i> (CML 3696)	6.67 b	55.0 a	2.43 a
<i>P. cyclothyrioides</i> (CML 3697)	12.83 a	48.7 a	2.49 a
<i>P. cyclothyrioides</i> (CML 3698)	11.7 a	64.9 a	2.47 a
<i>P. estuarinum</i> (CML 3699)	12.83 a	74.1 a	2.47 a
(Controle)	10.83 a	55.8 a	2.30 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



Figura 2- Médias nas plantas inoculadas com os fungos e plantas não inoculadas (controle).

Os resultados obtidos em relação a massa da parte aérea, número de grãos por espiga e número de grãos, estão descritos na tabela 3 e figura 3. Foi observado que nas plantas inoculadas com os fungos *P. cyclothyrioides* (CML 3697 e CML 3698) a massa da parte aérea foi 23,6 (g), sendo maior que a massa apresentada pelas plantas não inoculadas que foi de 20,5 g.

As plantas inoculadas com o fungo *P. cyclothyrioides* (CML 3696) apresentaram número médio de 36,0 grãos por espiga. Em relação as plantas não inoculadas o número de grãos foi de 18,9, menor do que as plantas inoculadas.

As plantas inoculadas com o fungo *P. estuarinum* (CML 3699) apresentou um número médio de 337 grãos comparada com as plantas não inoculadas que foram de 264 grãos.

As plantas inoculadas com os fungos *P. cyclothyrioides* (CML 3697), (CML 3698), (CML 3696) e *P. estuarinum* (CML 3699) apresentaram uma massa da parte aérea, número de grãos por espiga e número de grãos total maior do que as plantas não inoculadas, apesar de não ter sido diferente estatisticamente.

Tabela 3- Médias dos parâmetros massa da parte aérea, número de grãos por espiga e número de grãos.

Plantas inoculadas com os fungos endofíticos e plantas não inoculadas (Controle)	Massa parte área (g)	Número de grãos por Espiga	Número de grãos total
<i>P. estuarinum</i> (CML3695)	22.8 a	26.1 a	284 a
<i>P. cyclothyrioides</i> (CML 3696)	20.7 a	36.0 a	225 a
<i>P. cyclothyrioides</i> (CML 3697)	23.6 a	18.0 a	219 a
<i>P. cyclothyrioides</i> (CML 3698)	23.6 a	26.7 a	291 a
<i>P. estuarinum</i> (CML 3699)	23.5 a	25.8 a	337 a
Controle	20.5 a	18.9 a	264 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



Figura 3- Médias nas plantas inoculadas com os fungos e plantas não inoculadas (controle).

Os resultados com os parâmetros altura das plantas e comprimento das espigas, número de espigas, massa da parte aérea e número de grãos total, estão na tabela 4 e 5 e figura 4. As plantas inoculadas com os fungos em meio líquido apresentaram plantas maior altura, comprimento das espigas, número de espigas, massa da parte aérea e número de grãos total que

os fungos que as plantas inoculadas com fungos cultivados em meio sólido. Entretanto não foi observado diferença estatística, apenas no comprimento das espigas.

Os resultados com os parâmetros número de grãos por planta, peso de 100 sementes e número de grãos por espiga estão na tabela 4 e 5. As plantas inoculadas com os fungos cultivados em meio sólido apresentaram maior número de grãos por planta, peso de 100 sementes e número de grãos por espiga que os fungos que foram cultivados em meio líquido. Apesar disso não houve diferença estatística, somente no peso de 100 sementes.

Tabela 4- Médias dos parâmetros altura das plantas, comprimento das espigas, n° de espigas e n° de grãos por planta.

Tratamentos	Altura das plantas(cm)	Comprimento das espigas (cm)	N° de espigas	N° de grãos por planta
Meio Líquido	45,7 a	6,38 b	11,07 a	52,1 a
Meio Sólido	43,6 a	5,58 a	9,69 a	59,1 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 4.1- Médias dos parâmetros peso de 100 sementes, massa da parte aérea, n° de grãos por espiga e n° de grãos total em meio líquido e sólido.

Tratamentos	Peso de 100 sementes	Massa da parte aérea	N° de grãos por espiga	N° de grãos total
Meio Líquido	2,41 a	23,3 a	22,8 a	253 a
Meio Sólido	2,66 b	20,8 a	25,0 a	244 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

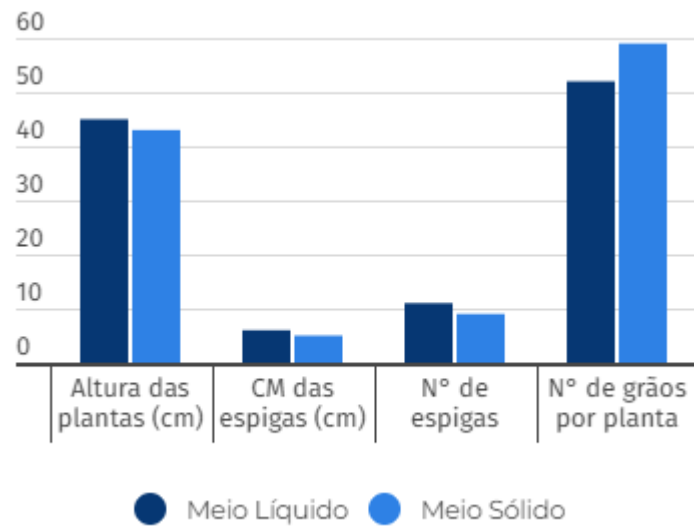


Figura 4- Médias das plantas inoculadas com fungos cultivados em meio líquido e sólido.

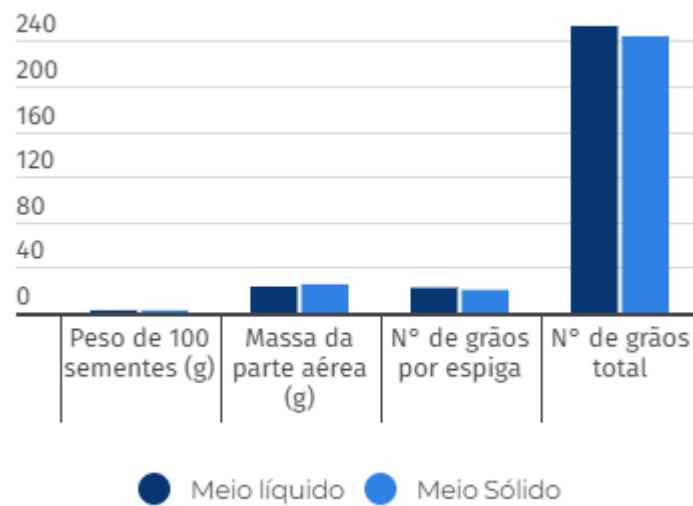


Figura 4.1- Médias das plantas inoculadas com fungos cultivados em meio líquido e sólido

## 6 DISCUSSÃO

Analisando os resultados após o plantio foi possível observar na fase da emergência a germinação das sementes de trigo, algumas plantas não germinaram devido alguns fatores abióticos e bióticos que acabaram afetando negativamente o desenvolvimento destas plantas.

Plantas mais curtas geralmente são mais resistentes a danos causados por eventos climáticos extremos, mas em alguns casos plantas altas podem ser suscetíveis a quebras devido ao peso das espigas, assim as plantas inoculadas com o fungo *P. cyclothyrioides* (CML 3698) apresentou maior altura em relação as outras plantas inoculadas com os fungos e as plantas não inoculadas (controle).

O comprimento das espigas influencia diretamente o número de grãos por espiga, afetando a produtividade total. As plantas inoculadas com o fungo *P. estuarinum* (CML 3699) mostrou espigas mais longas, tendo uma maior capacidade de abrigar um maior número de grãos, entretanto é importante considerar outros fatores, como a densidade do plantio, condições ambientais em torno do florescimento, como temperaturas elevadas. Além disso o clima pode causar uma certa resistência ao comprimento das espigas, como chuvas intensas que pode impactar negativamente a produção. Assim a compreensão aprofundada sobre estes aspectos são fundamentais para otimizar a produção do trigo.

O parâmetro número de grãos por planta influencia diretamente o rendimento de grãos, alguns fatores genéticos e disponibilidade de nutrientes no solo são importantes para ter uma boa produção de grãos. O peso de 100 sementes é uma medida que fornece informações valiosas sobre a densidade e o tamanho médio dos grãos, afetando diretamente o rendimento total da cultura. As plantas inoculadas com o fungo *P. estuarinum* (CML 3695) foram a melhor em peso de 100 sementes, isso se deu pelo fato de o fator climático durante o período de crescimento e maturação serem melhores naquele período.

O número total de grãos é um indicador direto da eficácia da planta na produção de sementes e, por conseguinte, do rendimento final. Além disso, é crucial considerar a relação entre o número total de grãos e o tamanho individual dos grãos para garantir um equilíbrio entre a quantidade e a qualidade da produção. As plantas inoculadas com o fungo *P. estuarinum* (CML 3699) foi o melhor nesse parâmetro.

A massa da parte aérea do trigo é fundamental para compreender a rigurosidade e o potencial de rendimento da cultura. A quantidade de massa da parte aérea está diretamente relacionada à eficiência fotossintética da planta. Desse modo a massa da parte aérea nas plantas inoculadas com os fungos *P. cyclothyrioides* (CML 3697) e *P. cyclothyrioides* (CML 3698)

foram melhores pois possuem maior capacidade de realizar a fotossíntese, processo essencial para a produção de carboidratos e, conseqüentemente, para o desenvolvimento dos grãos. Assim as plantas não inoculadas apresentaram menores médias, pois não obtiveram esses aspectos. Deste modo todos estes fatores abióticos e bióticos e a massa da parte aérea, influenciam no crescimento e desenvolvimento das espigas, possibilitando uma boa produtividade de grãos após colheita.



## 7 CONCLUSÃO

As plantas inoculadas com os fungos endofíticos nos parâmetros morfológicos mostraram melhores médias em relação as plantas não inoculadas (controle). O cultivo dos fungos endofíticos em meio sólido e a inoculação das sementes neste mesmo meio permitiu que no parâmetro peso de 100 sementes fosse maior em comparação ao cultivo e inoculação dos fungos em meio líquido e maior no comprimento das espigas em meio líquido. Observou que não houve diferença estatística entre as médias na avaliação e desenvolvimento de plantas de trigo inoculadas com cinco fungos do gênero *Paraconiothyrium*, sendo necessário observar os fatores dessa não significância. Trabalhos futuros poderão ser realizados aumentando o número de repetições e tipo de delineamento, além de colocar os fungos sobre estresse controlado para observar se passaria a beneficiar o trigo.

## 8 REFERÊNCIAS

- ALVES, N. M. et al. **A Trojan horse approach for White mold biocontrol: *paraconiothyrium endophyt* espromotes grass growth and inhibits *Sclerotinia sclerotiorum*.** *Biological Control*, [S.l.], v. 160, Sept. 2021.
- ALVES, N. M. ***Paraconiothyrium*: identification, biological control and tropical forage grass performance.** 2018. 80 p. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.
- ARAUJÓ, W.L. et al. **Diversity of endophytic bacterial population and their interaction with *Xylella fastidiosa* in citrus plants.** *Applied and Environmental Microbiology*, v. 68, n. 10, p. 4906-4914, 2002.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Série Histórica das Safras 2020.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5116-producao-de-graos-e-estimada-em-320-1-milhoes-de-toneladas-com-ganhos-de-area-e-productividade>. Acesso em: 13 novembro 2023.
- COSTA, I.A. et al. **FUNGOS ENDOFÍTICOS NO MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS. I CONGRESSO ON SCIENCE, BIODIVERSITY AND SUSTAINABILITY 21-22 October.** UFMG, Belo Horizonte, Brazil.
- CHAPLA, V. M.; BIASETTO, C. R.; ARAUJO, A. R. **Fungos Endofíticos: Uma Fonte Inexplorada e Sustentável de Novos e Bioativos Produtos Naturais.** *Revista Virtual de Química* 2013, 5 (3), 421-437.
- FAIGUENBAUM, H. et al. **Trigo, EUA.** Disponível em: [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/trigo.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/trigo.htm).
- FARIAS, A. R. et al. **Dinâmica Espacial da Cultura do Trigo no Brasil no período de 1990 a 2014.** Documentos / Embrapa Gestão Territorial, p. 29, 2017.
- GAMA, D.S. et al. **Endophytic fungi from *Brachiariagrasses* in Brazil and preliminary screening of *Sclerotinia sclerotiorum* antagonists.** *Scientia Agricola*. 77, 3. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2018-0210>.
- GRUYTER, J.de. et al. **Redisposition of Phoma-like anamorphs in Pleosporales.** *Studies in Mycology* 75:1–36. 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1133610/1/Cultivar-trigo-BRS-264-Circular-tecnica-49.pdf>
- IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - Safra de trigo 2018/19.** Disponível em:

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Produção de grãos atinge recorde na safra de 2021/2 e chega a 271,2 milhões de toneladas.** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias-2022/producao-de-graos-atinge-recorde-na-safra-2021-22-e-chega-a-271-2-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 13 de novembro.2023.

OSÓRIO, E. A. **A Cultura do Trigo.** São Paulo: Globo S.A, 1992.

PORTAL EMBRAPA: **Wheat BRS 264.** Disponível em >tps://www.embrapa.br/en/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/722/trigo--brs-264>. Acesso em: 13 de novembro.2023.

SELIM, K.A. *et al.* **Biology of endophytic fungi.** Curr Res Environ Appl Mycol J Fungal Biol, v. 2, n.1, p. 31–82, 2012.

SILVA, D. B. *et al.* **Trigo para o Abastecimento Familiar: do plantio à mesa.** Brasília: Embrapa, 1996.

VALÉRIO, I. P. *et al.* **Seeding density in wheat genotypes as a function of tillering potential.** Scientia Agricola, v.66, n.1, p.28-39, 2009<sup>a</sup>.

VALÉRIO, I. P. *et al.* **Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, n.3, p.319-326, 2008.

VERKLEY, G.J.M. *et al.* **Novel genera and species of *Coniothyrium*-like fungi in Montagnulaceae (Ascomycota).** Persoonia 32, 2014: 25 – 51. 2014.

VERKLEY, G.J.M.; SILVA, M.da.; WICKLOW, D.T.; CROUS, P.W. ***Paraconiothyrium*, a new genus to accommodate the mycoparasite *Coniothyrium minitans*, anamorphs of *Paraphaeosphaeria*, and four new species.** Studies in Mycology 50: 323–335. 2004.

WANG, J. *et al.* **The genus *Paraconiothyrium*: species concepts, biological functions, and secondary metabolites.** Critical Reviews in Microbiology Volume 47, 2021.