

UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
PRÓ-REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRARIAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

MATEUS FRANKLIN MARCHETTO

CULTIVO HIDROPÔNICO DE AVEIA PRETA SOB DIFERENTES INTENSIDADES
LUMINOSAS COM LEDS

Erechim
2018

Mateus Franklin Marchetto

**CULTIVO HIDROPÔNICO DE AVEIA PRETA SOB DIFERENTES INTENSIDADES
LUMINOSAS COM LEDS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do grau de
Engenheiro Agrícola, da Universidade
Regional Integrada do Alto Uruguai e das
Missões – Campus de Erechim.

Área de habilitação: Engenharia agrícola

Orientador: Dr. Paulo Sérgio Gomes Da
Rocha

Erechim

2018

Mateus Franklin Marchetto

**CULTIVO HIDROPÔNICO DE AVEIA PRETA SOB DIFERENTES INTENSIDADES
LUMINOSAS COM LEDS**

**Trabalho de conclusão de curso de
graduação apresentado a Universidade
Regional Integrada Do Alto Uruguai E Das
Missões como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrícola.**

Aprovado em: ____ de ____ de ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Raquel Paula Lorensi
URI – Campus Erechim

Prof. Dr. Antonio Sergio Do Amaral
URI – Campus Erechim

Prof. Dr. Paulo Sérgio Gomes Da Rocha
URI – Campus Erechim

Agradecimentos

Ao meu pai, pelo seu esforço, e dedicação para que eu pudesse estar tendo esta oportunidade.

Á minha vó e meu vô, pela dedicação que tiveram por mim, sempre me ajudando em todas as situações.

A minha namorada por estar junto ao meu lado, sempre me apoiando e me ajudando, de todas as formas possíveis.

Á minha irmã, por me apoiar em minhas decisões, e pelo seu ensinamento transmitido.

Por meus familiares que sempre me ajudaram.

Ao professor Dr. Paulo Sérgio Gomes Da Rocha, pelo esforço, conhecimento e paciência dedicado a este trabalho.

A todos os professores pela construção do conhecimento e ensinamento transmitido.

Para meus colegas, pelos bons momentos durante essa caminhada.

*Não importa quanto a vida possa ser ruim,
sempre existe algo que você pode fazer, e
triunfar. Enquanto há vida, há esperança.*

(Stephen Hawking)

RESUMO

O objetivo neste trabalho foi avaliar a produção de forragem hidropônica de aveia preta sob diferentes intensidades luminosas com LEDs. Para a realização do experimento foram utilizadas sementes de aveia preta cultivar BRS 139. As sementes da aveia preta foram desinfestadas com uma solução com 2,0% de hipoclorito de sódio, durante três minutos. Transcorrido esse período, foi realizado o triplice enxague, para que as sementes não tenham residual de hipoclorito de sódio. Após o enxague o recipiente com as sementes é completado com água, e deixado em repouso por 12 horas. Posteriormente, realizou-se a substituição da água e deixou-se por mais 12 horas. As sementes desinfestadas foram colocadas em bandejas plásticas com 61,5 cm de comprimento por 40 cm de largura e 3,5 cm de profundidade. Em cada bandeja colocou-se uma camada de semente com aproximadamente 1 cm de altura. Diariamente as plantas eram regadas com solução hidropônica de Hoagland com pH ajustado para 6,5. Os tratamentos foram constituídos por diferentes intensidades luminosas (0 ;25 ;50; 75 e 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), sendo o fotoperíodo de 16 horas. O tratamento controle (zero) consistiu da ausência de luz artificial. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições por tratamento. Após 11 dias de cultivo sob as diferentes intensidades luminosas foram avaliados o comprimento da parte aérea, o comprimento das raízes e a massa fresca da planta (parte aérea e raízes). Observou-se efeito significativo do fator intensidade luminosa para todas as variáveis analisadas (altura da planta, comprimento médio das raízes e massa fresca da parte aérea). Em relação à variável altura da planta, obteve-se comportamento quadrático à medida que a intensidade luminosa é aumentada. O comprimento máximo estimado (15,15 cm) foi determinado na intensidade luminosa de 36,45 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. O uso de luz artificial poderá contribuir para a otimização do crescimento das plantas até a intensidade máxima estimada, pois na ausência de luz artificial, a altura média da planta foi 12 cm. Quanto à variável comprimento das raízes das plantas de aveia preta, pode-se observar um comportamento linear crescente à medida que a intensidade luminosa é aumentada. O maior comprimento médio das raízes de aveia preta (4,7 cm) foi obtido na intensidade de 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Quanto à variável massa fresca da parte aérea nota-se um comportamento linear com tendência constante, à medida que a intensidade luminosa é aumentada.

Palavras-chave: Qualidade da luz, diodos emissores de luz, forragem.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Altura da planta de aveia preta cultivadas sob diferentes intensidades luminosas com LEDs, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 201816
- Figura 2.** Comprimento das raízes das plantas de aveia preta cultivada sob diferentes intensidades luminosas com LEDs, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018.16
- Figura 3.** Massa fresca da parte aérea da aveia preta cultivada sob diferentes intensidades luminosas com LEDs, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018.17
- Figura 4.** Germinação de aveia preta após 72 horas após embebição. URI Erechim-RS, 2018.17
- Figura 5.** Aveia preta cultivada sob a intensidade luminosa $0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, após 11 dias de cultivo.....18
- Figura 6.** Aveia preta cultivada sob a intensidade luminosa $25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018.18
- Figura 7** Aveia preta cultivada sob a intensidade luminosa $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018.19
- Figura 8.** Aveia preta cultivada sob a intensidade luminosa $75 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. URI Erechim-RS, 2018 após 11 dias de cultivo.....19
- Figura 9.** Aveia preta cultivada sob a intensidade luminosa $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018.20
- Figura 10.** Comparativo aveia preta submetida sob diferente intensidade luminosa, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018.....20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo geral	10
2.2 Objetivos específicos	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
3.1 Características do cultivar aveia preta	10
3.2 Forragem hidropônica	11
3.3 Preparação das sementes.....	12
3.4 Diodos emissores de luz	13
4 MATERIAL E MÉTODOS	14
5 RESULTADOS E DISCUSÃO	15
6 CONCLUSÃO	21
7 REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

Registros arqueológicos indicam que o centro de origem da aveia está localizado na região do Oriente Médio. A aveia cultivada apareceu acerca de 1.000 a.C., na Europa Central, entretanto foi, no norte e oeste da Europa, que este cereal evoluiu como cultura secundária, e sofreu alterações genéticas importantes, como a perda da debulha natural do grão e da dormência, vantagens que foram seletivas para o seu cultivo (LUIZ,1999).

A aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) oferece alta produtividade de massa verde, é menos vulnerável às doenças, é recomendada preferencialmente para pastagem, de forma isolada ou consorciada com outras forrageiras, a aveia tem sido reconhecida por possuir altos conteúdos proteicos, várias cultivares recentes possuem mais de 20% de teor proteico, balanço de aminoácidos bastante equilibrado, lipídios com composição de ácidos graxos adequada, amido e fibra dietética solúvel (LUIZ,1999).

A redução do uso da água na agricultura, mantendo ou melhorando a produtividade econômica do setor agrícola é um grande desafio, portanto, métodos como a hidroponia, podem contribuir para uma melhor utilização da água e sua eficiência e produtividade. A adoção do sistema de cultivo hidropônico de forragem, impacta benéficamente, tanto na produtividade, como no uso de recursos naturais, melhorando a produção sem necessitar o uso do cultivo tradicional, onde este requer grande quantia de espaço comparada a produção hidropônica, seu fácil manejo, e seu ciclo curtos e a proteção do que o cultivo oferece contra doenças e ataque de praga, fazem com que este seja uma opção de excelente custo benefício para produtores.

O cultivo de forragem hidropônica pode ser considerado como uma tecnologia e/ou ferramenta tecnológica de produção de fitomassa obtida por meio da germinação de sementes viáveis e do crescimento inicial de plantas (FAO, 2001). Ela se destaca por ser constituída de plantas com crescimento acelerado, ciclo curto de produção, elevado rendimento de fitomassa fresca e excelente qualidade nutricional, por se encontrar em fase inicial de formação, contendo grande quantidade de aminoácidos livres que serão facilmente aproveitados pelos animais (SANTOS et al., 2004).

Pode-se produzir forragem hidropônica de espécies como arroz, aveia, cevada, centeio, milheto, milho, trigo, sorgo, em diversas condições ambientais. A colheita

deve ser realizada num período de 7 a 10 dias, período suficiente para atingir boa produção em sistema hidropônico, sendo que idades mais avançadas seriam inconvenientes devido à diminuição de fitomassa seca e da qualidade nutricional (FAO, 2001). No entanto, de acordo com HENRIQUES (2000), na produção de forragem hidropônica, colheitas precoces podem resultar em baixo rendimento por área; entretanto, colheitas tardias podem acarretar grande competição entre plantas e perda de qualidade nutricional. Assim, sob condições favoráveis, a colheita deve ser feita entre 16 e 20 dias. Já SANDIA (2003) menciona que o período de crescimento da forragem hidropônica deve compreender de 8 a 12 dias.

A hidroponia pode ser utilizada para a produção de forragens verdes em um ambiente higiênico livre de produtos químicos tais como inseticidas, herbicidas, fungicidas, é uma técnica bem conhecida para elevada produção de forragem, a produção em todo o ano e o menor consumo de água, ao contrário de sistema de produção no campo que usam práticas de irrigação, o sistema de forragem hidropônica usa sistema de recirculação, reduzindo assim as águas residuais.

Contudo, também são observadas algumas desvantagens do cultivo hidropônico, e dentre elas pode-se destacar o custo inicial de implantação é elevado, exige um alto grau de tecnologia e acompanhamento permanente do sistema, dependência de energia elétrica ou de sistema alternativo e fácil disseminação de patógenos pelo sistema, pela própria solução nutritiva. Por essa razão, muitos cultivos hidropônicos não obtêm sucesso devido, principalmente, a falta de conhecimento dos aspectos nutricionais da planta (MARTINEZ & SILVA FILHO, 2006).

Nos últimos anos, o avanço tecnológico ocorrido nos diodos emissores de luz (LEDs) têm contribuído para que eles alcancem larga aplicação comercial. Seu uso tem sido impulsionado com o aquecimento global e com a preocupação ambiental, pois, cada vez mais, tem-se buscado equipamentos mais eficientes e menos poluentes (NHUT et. al, 2003). Os LEDs são considerados como uma alternativa bastante promissora, com aplicação comercial por apresentar características ímpares em relação às lâmpadas convencionais. Entre suas vantagens estão seu tamanho reduzido, otimizando espaço, comprimento de onda específico, intensidade e qualidade de luz ajustáveis, alta eficiência de conversão fotoelétrica, baixa emissão de calor, ausência de substância tóxica como mercúrio, longo período de vida útil, podendo atingir até 100.000 horas (NHUT & NAM, 2010). Além disso, de acordo com SKIN et al., (2008), proporcionam aumento da quantidade de clorofila e de

carotenoides nos tecidos vegetais, maior taxa de multiplicação dos explantes e maior comprimento das brotações, como principal desvantagem dessas lâmpadas, é que ainda não há produção de LED no Brasil, fato que aumenta o custo de produção.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Avaliar a produção de forragem hidropônica de aveia preta sob diferentes intensidades luminosas com LEDs.

2.2 Objetivos específicos

- Definir a melhor intensidade luminosa do LEDs para a produção de forragem hidropônica de aveia preta.

- Definir o efeito da intensidade luminosa no crescimento da parte aérea, sistema radicular e produção de massa fresca da parte aérea e das raízes em aveia preta.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Características do cultivar aveia preta

Aveia preta é mais rústica, possui maior capacidade de perfilhamento, panícula mais aberta e sementes menores, quando comparada à avia branca e à amarela, é bastante resistente à incidência de ferrugem e ao ataque de pulgões, além disso, é mais resistente à seca e menos exigente em fertilidade (SILVEIRA FEROLLA, 2005).

A época do plantio desta gramínea de inverno é a partir de março, podendo estender-se até maio em regiões mais quentes e em regiões mais frias pode ser semeada até junho. O ciclo da cultura normalmente varia de 140 a 180 dias, a forragem de aveia preta possui um alto conteúdo de proteína bruta e baixos teores de componentes da fração fibrosa (SILVEIRA FEROLLA, 2005)

O sistema radicular da aveia preta é composto por raízes seminais e adventícias, três ou quatro raízes seminais desenvolvem-se a partir da raiz primordial,

presente no embrião da semente e as raízes adventícias originam-se da base dos nós da haste principal e perfilhos que formam a coroa (CASTRO et al., 2012).

As folhas são desprovidas de aurícula e apresentam lígula bem desenvolvida, tendo as lâminas foliares de 14 a 40 cm de comprimento e 5,5 a 22,0 mm de largura (PRIMAVESI et al., 2000).

Aveia é uma planta de clima temperado, pode ser cultivada em clima subtropical, temperaturas acima de 32°C no florescimento podem provocar esterilidade e acelerar as maturidades dos grãos (PRIMAVESI et al., 2000).

3.2 Forragem hidropônica

A hidroponia é derivado de duas palavras gregas hidro significa 'água' e pônia 'trabalho'. Assim, forragens produzidas por cultivo de plantas em água ou solução de nutriente, mas sem usar qualquer tipo de solo é conhecido como hidropônica (DUNG et al., 2010).

Uso de forragem hidropônica como fonte de alimentação animal, pode melhorar a produção animal, sendo que suas exigências nutricionais estão sendo atendidas (MÜLLER et al., 2006).

Diferentes tipos de culturas forrageiras como a cevada, a aveia, o trigo, o sorgo, a alfafa, o feijão, podem ser produzidos por tecnologia de hidroponia. No entanto, a escolha de ser produzido a forragem hidropônica depende das condições geográficas e agroclimáticas e a fácil disponibilidade de sementes (NAIK et al., 2015).

Ao fornecer o ambiente ideal a produção de forragens é aumentada extraordinariamente, sistemas hidropônicos minimizam o desperdício de água, já que é aplicado diretamente às raízes, foi relatado que cerca de 1,5 - 2 litros são necessários para a produção de 1 kg de forragens hidropônica em comparação com 73 a 85 litros para produzir 1 kg de forragem verde de cevada, alfafa (BAKSHI et al., 2017).

Sistemas hidropônicos requerem muito menos espaço e de tempo que os sistemas convencionais, os sistemas radiculares de plantas de forragem hidropônica são muito menores do que forragens cultivadas tradicionalmente, o que significa que um maior número de plantas por unidade de espaço. Usando a tecnologia de hidroponia, cerca de 600-1000 kg de forragem de milho pode ser produzido

diariamente em 7-8 dias do ciclo de crescimento, em apenas 45-50 m² de área, quando comparada com um hectare requerido na agricultura tradicional, apenas um metro quadrado é necessário para produzir forragens para duas vacas por dia, e a produção de leite foi aumentada em 13% (BAKSHI et al., 2017).

Na agricultura tradicional deve-se contar com o uso de herbicidas, fungicidas ou inseticidas para a produção ideal, forragens hidropônicas são cultivadas num ambiente controlado, sem solo, não é susceptível a doenças como as de origem no solo, pragas ou fungos, minimizando o uso de agroquímicos (BAKSHI et al., 2017).

3.3 Preparação das sementes

Para a produção de forragens hidropônica necessita-se da aquisição de sementes limpas, intactas, não tratadas e com bom percentual de germinação (SNEATH, R. et al., 2003).

Imersão de sementes e a rápida absorção de água para facilitar o metabolismo e utilização da reserva materiais das sementes para o crescimento e desenvolvimento de as plantas são muito importantes para a produção de forragem hidropônica (MORGAN et al.1992).

As sementes devem ser embebidas em 0,1-1,5% de solução de lixívia (hipoclorito de sódio) ou 1-2% de solução de peróxido de hidrogênio por 30-60 minutos e depois lavado em água da torneira, as sementes devem ser embebidas em água aerada por diferentes períodos, dependendo da dureza da semente, temperatura da água ou solução usada para a imersão também afeta a taxa de germinação, a temperatura ótima para imersão das sementes é de 23°C (BAKSHI et al., 2017)

Após imersão, as sementes são espalhadas em até um cm de profundidade em plástico ou bandejas metálicas leves com furos para facilitar drenagem da solução nutritiva, que pode ser coletado em um tanque e reciclado. A quantidade de sementes carregadas por unidade de superfície, varia com o tipo de sementes e também afeta o rendimento da forragem (BAKSHI et al., 2017)

3.4 Diodos emissores de luz

O sol transmite toda a energia consumida na terra, a fotossíntese em plantas é a maneira mais importante para armazenar energia solar e transformá-los nos nutrientes necessários para as plantas, entre a energia solar, dentro da gama de 400 a 700nm espectro de luz, por exemplo, gama de luz visível, pode proporcionar a energia mais importante para a fotossíntese da planta, esta gama do espectro é chamado de radiação fotossinteticamente ativa (PAR), (YEN et al., 2013).

Diodo emissor de luz (LED) é uma fonte de luz artificial promissora que está recebendo mais atenção para o cultivo de plantas em interiores, pois o LED de iluminação pode proporcionar vantagens, incluindo menor consumo de energia, menor geração de calor, em comparação com a iluminação convencional, tal como vapor de sódio, um halogeneto de metal ou lâmpada fluorescente, no geral, os LEDs podem ser agrupados em LEDs de baixa potência com corrente nominal que varia de 1 a 20 mA, de potência média com classificação da corrente em cerca de 100 mA e com alta potência com centenas de mA (CHIN et al., 2012).

Desde o ano 2009, a tecnologia LED tem-se tornado mais eficiente de energia com uma eficiência de conversão de energia tão elevado como 14,9% a 25 ° C de temperatura com a utilização de novos materiais de construção, isto é, alumínio, gálio fosforeto (AlInGaP), índio, nitrato de gálio (InGaN), estes materiais podem produzir elevado fluxo de radiação em alta corrente de funcionamento 700 mA e à temperatura de operação de 135 ° C AlInGaP, quando submetido a corrente de 1000 mA operando a 150 ° C de temperatura de funcionamento de InGaN. Estes tipos de LEDs também são chamados de LED de alta potência porque consome 1W energia eléctrica ou mais, um único AlInGaP LED (modelo lxml-PD01-0030 da Philips Lumileds) pode produzir 62 lumens de fluxo radiante no comprimento de onda de 627 nm, com a entrada de tensão de corrente 700 mA, 60V, respectivamente, a 25° C (CHIN et al.,2012).

Os LEDs AlInGaP e InGaN produzem a irradiância nos comprimentos de onda de 620 a 645 nm e 440-490 nm, respectivamente, que estão dentro do intervalo útil de clorofila da maioria das plantas para a fotossíntese (CHIN et al., 2012).

O uso de luz LED vermelho na fotossíntese tem sido amplamente aceito, indicam que os comprimentos de onda vermelhos (600 a 700 nm) são eficientemente absorvido por pigmentos de plantas. Outro comprimento de onda estudado é o azul (400 a 500 nm) do espectro visível, a quantidade de luz azul necessária ou ideal para

diferentes espécies é uma contínua questão, a luz azul tem uma variedade de importantes funções foto morfogênicas em plantas, incluindo controle estomático, que afeta as relações hídricas e troca de CO₂, alongamento do tronco e fototropismo (MASSA et al., 2008)

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas dependências do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Regional e Integrada do Alto Uruguai e das Missões- URI Campus Erechim, RS, que está localizada em uma altitude de 760 m e, coordenadas geográficas de 27°37'46"S e 52°16'33" W.

Para a realização do experimento foram utilizadas sementes de aveia preta, cultivar BRS 139. As sementes da aveia preta foram desinfestadas com uma solução com 2,0% de hipoclorito de sódio, durante três minutos. Transcorrido esse período, foi realizado o triplice enxague, para que as sementes não tenham residual de hipoclorito de sódio. Após o enxague o recipiente com as sementes é completado com água, e deixado em repouso por 12 horas. Posteriormente, realizou-se a substituição da água e deixou-se por mais 12 horas.

As sementes desinfestadas foram colocadas em bandejas plásticas com 61,5 cm de comprimento por 40 cm de largura e 3,5 cm de profundidade. Em cada bandeja colocou-se uma camada de semente com aproximadamente 1 cm de altura. Logo após, as bandejas contendo as sementes foram cobertas para impedir a entrada de luz.

Diariamente as sementes eram hidratadas com água com o auxílio de um borrifador, visando manter a umidade e evitar o excesso de água para não comprometer a germinação. Após a germinação das sementes, as bandejas foram transferidas para câmara de crescimento, onde foram mantidas sob lâmpadas LEDs constituídas por 80% de LEDs vermelhos e 20% de LEDs azuis.

Diariamente as plantas eram regadas com solução hidropônica de Hoagland e Arnon (1952) com pH ajustado para 6,5. Os tratamentos foram constituídos por diferentes intensidades luminosas (0 ;25 ;50; 75 e 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), sendo o fotoperíodo de 16 horas. O tratamento controle (zero) consistiu da ausência de luz

artificial. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições por tratamento.

Após 11 dias de cultivo sob as diferentes intensidades luminosas foram avaliados o comprimento da parte aérea, o comprimento das raízes e a massa fresca da planta (parte aérea e raízes).

Os dados obtidos foram submetidos a análise da variância, sendo as médias relacionadas do fator intensidade luminosa submetidas a análise de regressão. Adotou-se cinco por cento de probabilidade de erro.

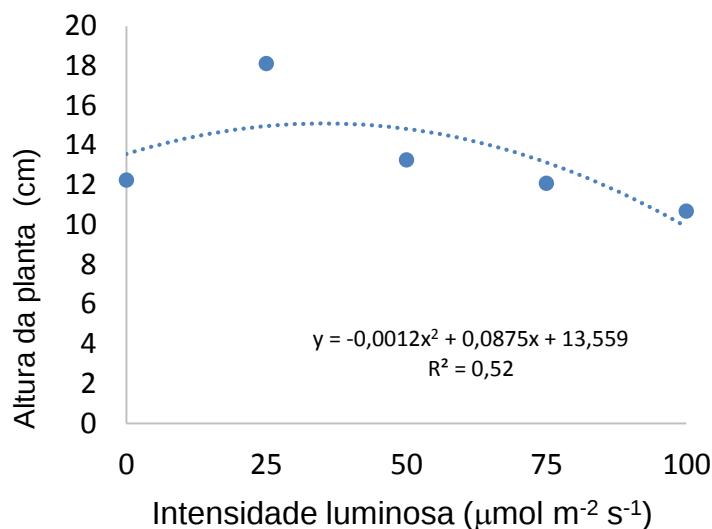
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo do fator intensidade luminosa para todas as variáveis analisadas (altura da planta, comprimento médio das raízes e massa fresca da parte aérea).

Em relação a variável altura da planta, pode-se observar na Figura 1 um comportamento quadrático a medida que a intensidade luminosa é aumentada. O comprimento máximo estimado (15,15 cm) foi determinado na intensidade luminosa de $36,45 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Ainda na mesma figura, pode-se notar que o uso de luz artificial poderá contribuir para a otimização do crescimento das plantas até a intensidade máxima estimada, pois na ausência de luz artificial a altura média da planta foi 12 cm. O presente resultado obtido para a testemunha é semelhante aos obtidos por Santos et al. (2010) que avaliou o cultivo de aveia, cevada e centeio por 14 dias.

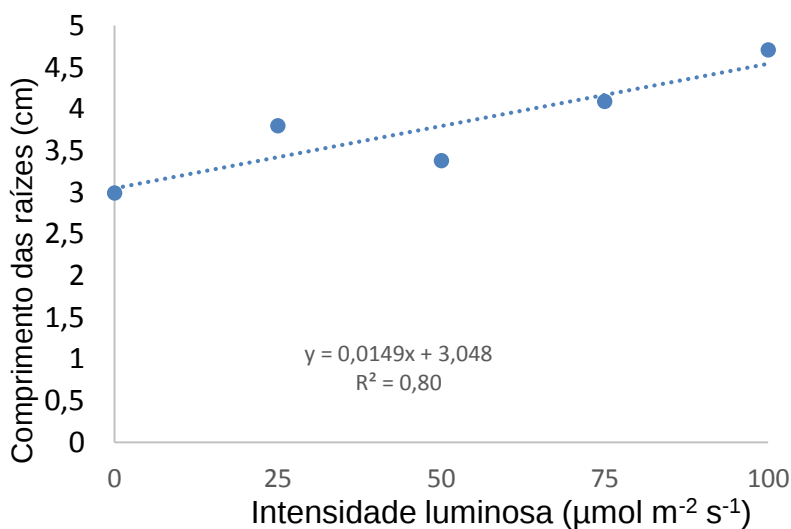
É conhecido que a radiação solar é o principal fator que limita o rendimento (crescimento e desenvolvimento) das espécies tanto no campo, como em ambientes protegidos, especialmente nos meses de inverno e em altas latitudes (TAIZ & ZIGER, 2004). As distintas regiões do Brasil, em geral, mostram uma redução da radiação solar incidente no interior do ambiente protegido. A necessidade de suplementação de luz artificial nos ambientes de cultivos protegido está relacionado com a época do ano.

Figura 1. Altura da planta de aveia preta cultivadas sob diferentes intensidades luminosas com LEDs, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018



Quanto a variável comprimento das raízes das plantas de aveia preta, (Figura2) pode-se observar um comportamento linear crescente a medida que a intensidade luminosa é aumentada. O maior comprimento médio das raízes de aveia preta (4,7 cm) foi obtido na intensidade de $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Embora na produção de pastagem hidropônica o interesse maior seja pela maior produção de massa verde (parte aérea), plantas que apresentam melhor sistema radicular (número e comprimento das raízes) poderão contribuir para a maior eficiência na absorção dos nutrientes da solução nutritiva.

Figura 2. Comprimento das raízes das plantas de aveia preta cultivada sob diferentes intensidades luminosas com LEDs, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018.



Quanto a variável massa fresca da parte aérea nota-se um comportamento linear com tendência constante, a média que a intensidade luminosa foi aumentada (Figura 3). Ainda na mesma figura pode-se verifica-se que a massa fresca por planta variou de 0,107 mg (tratamento controle) a 0,115 mg na intensidade de $25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, nota-se, portanto, que em termos absolutos entre a menor e maior média não ocorreu efeito significativo da intensidade luminosa para esta variável (Figuras 4, 5, 6 7, 8 e 9).

Figura 3. Massa fresca da parte aérea da aveia preta cultivada sob diferentes intensidades luminosas com LEDs, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018.

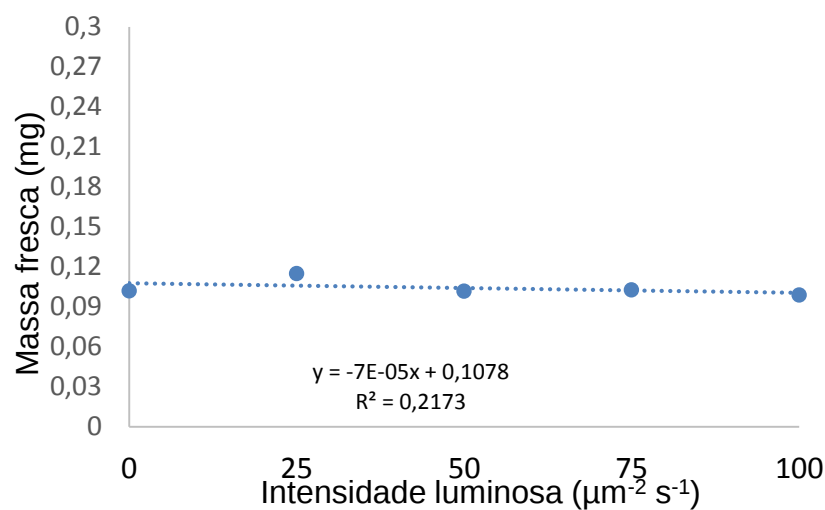


Figura 4. Germinação de aveia preta após 72 horas após embebição, sem tratamento. URI Erechim-RS, 2018.

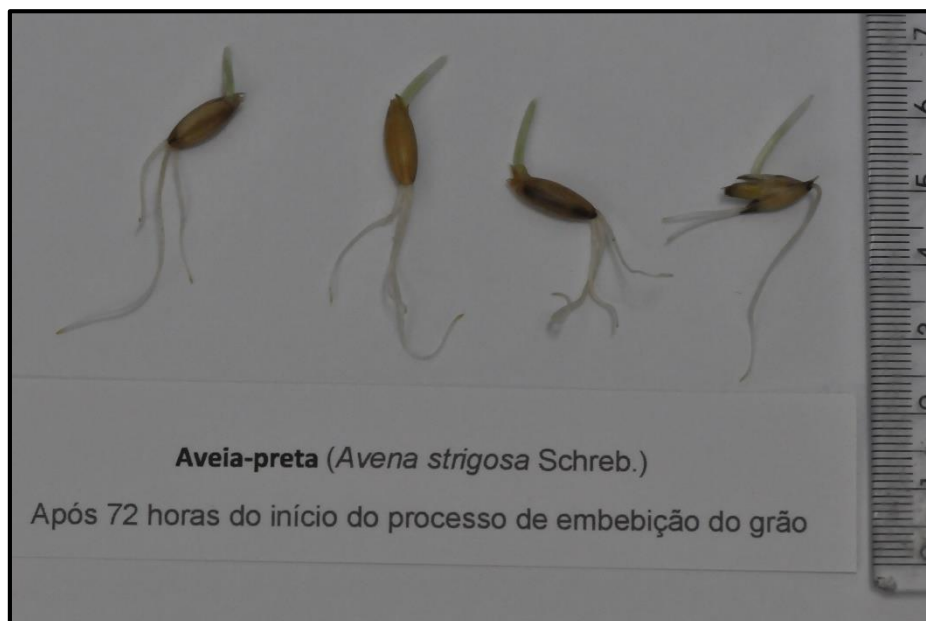


Figura 5. Aveia preta cultivada sob a intensidade luminosa $0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018.



Figura 6. Aveia preta cultivada sob a intensidade luminosa $25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018.



Figura 7 Aveia preta cultivada sob a intensidade luminosa $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018.



Figura 8. Aveia preta cultivada sob a intensidade luminosa $75 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. URI Erechim-RS, 2018 após 11 dias de cultivo.

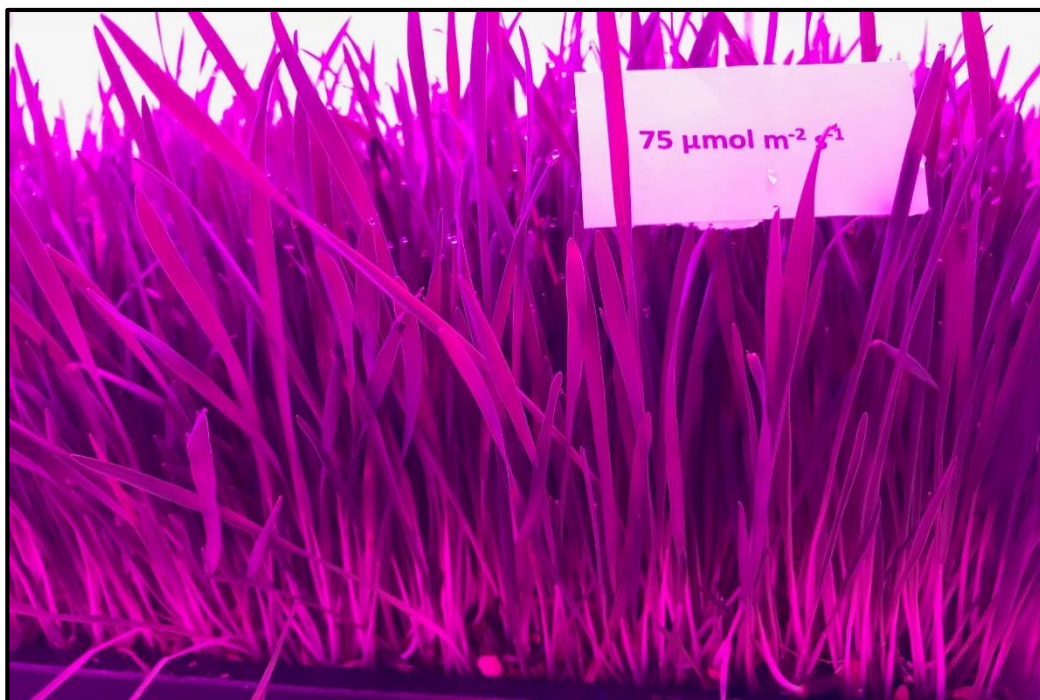


Figura 9. Aveia preta cultivada sob a intensidade luminosa $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018.



Figura 10. Comparativo aveia preta submetida sob diferente intensidade luminosa, após 11 dias de cultivo. URI Erechim-RS, 2018.



6 CONCLUSÃO

Para as condições usadas neste trabalho pode-se concluir que o uso de LEDs como fonte de iluminação para cultivo hidropônico de aveia preta em ambiente protegido poderá contribuir para o crescimento da planta. A altura da planta e comprimento das raízes são influenciados pela intensidade luminosa. No geral, a intensidade luminosa que possibilitara a maior altura da planta é $36,45 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

REFERÊNCIAS

- BAKSHI, MOHINDER & WADHWA, MANJU & MAKKAR, HARINDER. (2017). **Hydroponic fodder production: A critical assessment**. Broadening Horizon, Feedipedia. p.1-10.
- BELLIDO, L. (1991). **Cultivos Herbaceos - Cereales**. Vol.1, Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 539-542 p.
- CASTRO, G. S. A.; DA COSTA, C. H. M.; NETO, J. F. Ecofisiologia da aveia branca. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.11, n.3, p.6-15, 2012.
- COLARES, I.G.; SEELIGER, U. Influência da luz sobre o crescimento e a produção de biomassa de *Ruppia maritima* L. em cultivo experimental. **Acta Botanica Brasilica**, v.20, p.31-36, 2006
- DUNG, D.D., GODWIN, I.R. AND NOLAN, J.V. **Nutrient content and in sacco degradation of hydroponic barley sprouts using nutrient solution or tap water**. Journal of Animal and Veterinary Advances, 2010.
- BARROX , F. C. JOSÉ; G. CALADO, JOSÉ . **A Cultura do Milho**. 2014. 52p.
- FAO. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. **Manual técnico forraje verde hidropónico**. Santiago, Chile, 2001, V.1, 73P.
- GOMES, J. F., STUMPF, W., Intervalos de corte e adubação nitrogenada em Aveia preta EMBRAPA 29 (GAROA). In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, v.38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. CD-ROM.
- HENRIQUES, E.R. **Manual de produção-forragem hidropônica de milho**. Uberaba: FAZU, 2000. 15p.

CHIN, L. Y; K. K. CHONG, Study of High Power Light Emitting Diode (LED) Lighting System in Accelerating the Growth Rate of *Lactuca sativa* for Indoor Cultivation. **International Journal of Physical Sciences**, Vol.7, No.11, 2012, pp.1173-1775.

LUIZ, V. **Estudo dos parâmetros ecofisiológicos para avaliação da qualidade de sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.) produzidas na região sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em groecosistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1999.

MAGALHÃES, P. C., DURÃES, F. O., GOMIDE, R. L. **Fisiologia da cultura do milho**. Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária. Manual técnico para a cultura do milho no estado do Espírito Santo. Vitória: EMCAPA, p24-33,1996.

MARTINEZ, H.E.P. & SILVA FILHO, J.B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. Viçosa. UFV. 2006.

MASSA GD, KIM HH, WHEELER RM, MITCHELL CA. Plant productivity in response to LED lighting. **Hortscience**, 2008, vol.43, pg.1951-1953.

MÜLLER, LIZIANY SANTOS O, MANARON. Forragem hidropônica de milheto: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1097-1099, apr.2006.

NAIK, P.K., SWAIN, B.K; SINGH, N.P. 2015. Production and utilization of hydroponics fodder. **Indian Journal of Animal Nutrition**, 2015, 4-8.

NAIK, P.K., SWAIN, B.K; SINGH, N.P. Review production and utilization of hydroponics fodder. **Indian Journal of Animal Nutrition**, v. 32, p.2-4, 2015.

PRIMAVESI, A. C.; RODRIGUES, A. de A.; GODOY, R. **Aveia forrageira: características agronômicas e utilização na alimentação de bovinos**. In: SEMANA DO ESTUDANTE, 14., 2000, São Carlos, SP. anais...São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2000. p.94-105.

PRIMAVESI, A. C.; RODRIGUES, A. de A.; GODOY, R. **Recomendações técnicas para o cultivo de aveia**, p.07-08, dez.2000.

SANTOS, O.S; JÚNIOR NASCIMENTO, A.; FRONZA, D.; NOGUEIRA FILHO, H.; BASSO, D.P.; SILVA, D.G. **Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentação de cordeiros**. Santa Maria: UFSM/CCR, 2004. 8p. (Informe Técnico 04/2004).

SNEATH, R; F. MCINTOSH. 2003. **On farm review of hydroponic fodder production for beef cattle**. Meat and Livestock Australia Limited. Pp9-48.
TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed. 2004.

YEN, H., LEE, C., CHAN, S., 2013. **Artificial-lighting sources for plant growth.** Proc. Int. Conf. Power Electron. Drive Syst. 2013, 799–800.