

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**EFICIÊNCIA DO USO DA RADIAÇÃO SOLAR NA PRODUÇÃO
DE FORRAGEM DE TRIGO DUPLO-PROPOSITO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CARINE REY RODRIGUES

**ITAQUI/RS
2021**

CARINE REY RODRIGUES

**EFICIÊNCIA DO USO DA RADIAÇÃO SOLAR NA PRODUÇÃO
DE FORRAGEM DE TRIGO DUPLO-PROPOSITO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Agrônoma.**

Orientador: Eduardo Bohrer de Azevedo

Rey Rodrigues, Carine.

Eficiência do uso da radiação solar na produção forragem de trigo duplo proposito / Carine Rey Rodrigues.
28f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia)

Universidade Federal do Pampa, 07 de Maio de 2021.

Orientação: Eduardo Bohrer de Azevedo.

1. Gramíneas. 2. Época de semeadura. 3. Forrageiras. I. Bohrer de Azevedo, Eduardo. II. Eficiência do uso da radiação solar na produção de forragem de trigo duplo-proposito.

CARINE REY RODRIGUES

**EFICIÊNCIA DO USO DA RADIAÇÃO SOLAR NA PRODUÇÃO DE
FORRAGEM DE TRIGO DUPLO-PROPOSITO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Agronomia da Universidade Federal do
Pampa (UNIPAMPA), como requisito
parcial para obtenção do grau de
Engenheira Agrônoma.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 07 de Maio de 2021.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Bohrer de Azevedo
Orientador
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Cleber Maus Alberto
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof.Dr. Tiago Antônio Del Valle
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado a Deus e à minha família, pessoas que foram essenciais para que eu o conseguisse concluir com êxito.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por minha vida e por conseguir chegar onde cheguei, agradeço ao meu Filho João Lohan e ao meu companheiro Maximiliano do Prado, que nunca me negaram ajuda, sendo os primeiros a torcerem por mim.

Agradeço a minha mãe Neuza Rey pelas orações de coragem e toda a paciência para comigo nos meus momentos mais difíceis. Obrigado a minhas irmãs Ketlen e Litza pela torcida e cumplicidade, Gratidão a toda a minha família.

Gratidão aos meus amigos e colegas pela vibração de energia positiva, e por se alegrarem com a minha conquista, vocês contribuíram valiosamente para minha vitória acadêmica. Obrigado pelas palavras de encorajamento, apoio, e também puxões de orelhas.

Um especial agradecimento ao meu orientador Eduardo Bohrer de Azevedo, obrigado por todo incentivo vindo que a todo instante me passavam a certeza de valia a pena prosseguir sei que a minha conquista também é tua, sempre presente disposto a me auxiliar durante todo o tempo do trabalho.

Gratidão aos meus professores, vocês caminharam comigo durante anos, estiveram juntos em minha aprendizagem, obrigada por todo conteúdo passado, e ensinamentos que levarei para a vida, a vocês minha mais profunda gratidão. Agradeço ainda os colaboradores da universidade.

EPIGRAFE

A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento.

Frederick Herzberg

RESUMO

EFICIÊNCIA DO USO DA RADIAÇÃO SOLAR NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM DE TRIGO DUPLO-PROPOSITO

Autor: Carine Rey Rodrigues

Orientador: Eduardo Bohrer de Azevedo

Local e data: Itaqui, 07de Maio de 2021.

O objetivo do estudo foi avaliar a eficiência do uso da radiação solar na produção de forragem de trigo duplo-propósito. O ensaio foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Pampa- Campus Itaqui, RS, sendo realizados dois experimentos em anos subsequentes (2018 e 2019) avaliando trigo duplo-propósito (*Triticum aestivum* L) cv. BRS Tarumã. Ambos foram realizados em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições e os tratamentos compostos por datas de semeadura. No experimento 1 (2018) as semeaduras foram realizadas em 13 de abril, 22 de maio, 20 de junho e julho de 2018. No experimento 2 (2019), as datas de semeadura foram 09 de abril, 08 de junho, 01 de agosto de 06 de setembro. Foram realizados cortes sucessivos levando em consideração as alturas atingidas pelo dossel forrageiro, sendo adotada a altura de corte de 30 cm e deixando resíduo de 50% das alturas de corte. Foram avaliadas a produção de forragem (kg MS ha^{-1}) e o número de dias entre os cortes. Foram realizados dois cálculos, onde se calculou a produção da massa seca total MST (kg MS/ha), que foi dividido pela temperatura média ($^{\circ}\text{C}$) diária ao longo período desde a semeadura até o primeiro corte e assim subsequente. Também se calculou a relação entre a produção de matéria seca em função da radiação solar (g de MS/MJ). Verificou-se grande variabilidade na eficiência do uso da radiação no que no ano de 2018 foi maior que no ano de 2019, com efeito de semeadura.

Palavras-chave: Fotoperíodo Soma térmica, *Triticum aestivum* L.

ABSTRACT

EFFICIENCY OF THE USE OF SOLAR RADIATION IN THE PRODUCTION OF DOUBLE-PURPOSE WHEAT FORAGE

Autor: Carine Rey Rodrigues
Orientador: Eduardo Bohrer de Azevedo
Local e data: Itaqui, 07de Maio de 2021.

The objective of the study was to evaluate the efficiency of the use of solar radiation in the production of double-purpose wheat forage. The trial was conducted in the experimental area of the Federal University of Pampa-Campus Itaqui, RS, and two experiments were carried out in subsequent years (2018 and 2019) evaluating dual-purpose wheat (*Triticum aestivum* L) cv. BRS Tarumã. Both were carried out in a randomized block design, with four replications and treatments consisting of sowing dates. In experiment 1 (2018) sowing took place on April 13, May 22, June 20 and July 2018. In experiment 2 (2019), sowing dates were April 9, June 8, August 1 of September 6 . Successive cuts were made taking into account the heights reached by the forage canopy, adopting the cutting height of 30 cm and leaving a residue of 50% of the cutting heights. Forage production (kg DM ha⁻¹) and the number of days between cuts were evaluated. Two calculations were performed, where the production of the total dry mass MST (kg MS / ha) was calculated, which was divided by the average daily temperature (° C) over the long period from sowing to the first cut and so on. The production of the total dry mass MST (kg MS / ha) was also calculated by the average solar radiation (cal / cm²). There was great variability in the efficiency of the use of radiation, which in 2018 was greater than in 2019, with sowing effect.

Keywords: Photoperiode Soma thermal, *Triticum aestivum* L.

LISTA DE FIGURAS

Tabela 1 – Eficiência do uso da radiação (g de MS/MJ de energia) de trigo duplo-propósito em datas de semeadura e submetido a cortes em dois anos de avaliação	20
Tabela 2 - Eficiência do uso da radiação (g de MS/MJ de energia) de trigo duplo-propósito da primeira data de semeadura e submetido a cortes em dois anos de avaliação	22
Tabela 3 - Eficiência do uso da radiação (g de MS/MJ de energia) de trigo duplo-propósito em datas de semeadura e submetido ao primeiro corte em dois anos de avaliação	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Influencia da soma térmica e Radiação solar na produção de forragem.....	13
2.2 Trigo duplo-proposito para produção de forragem.....	15
3 OJETIVO.....	17
4 MATERIALE MÉTODOS.....	17
4.1 Delineamento experimental e tratamentos.....	18
4.3 Preparo do solo, correção do pH e fertilidade, semeadura e manejo fitossanitário.....	18
4.4 Manejo da pastagem.....	18
4.5 Determinação da matéria seca.....	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
6 CONCLUSÃO.....	24
REFERENCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

Durante o inverno, com as baixas temperaturas e as geadas, verifica-se redução na disponibilidade e qualidade das pastagens nativas no sul do Brasil. As pastagens cultivadas de estação fria são alternativas viáveis à alimentação de bovinos nas diferentes fases da vida, principalmente pela alta qualidade e suprimento do déficit alimentar nesse período. Para suprir essa deficiência alimentar são largamente utilizadas pastagens temperadas, principalmente na rotação com culturas de verão no sistema integrado de produção agropecuária (SIPA) que visa garantir a rentabilidade, a intensificação da produção de maneira sustentável e utilização econômica das áreas. Além disso, essa proposta auxilia na diversificação do sistema durante o ano agrícola permitindo a visão sistêmica de produção, em que as atividades se completem em quesitos como fertilidade do solo, manutenção de palhada, rendimento por área, entre outros (ASSMANN et al., 2010; LUPATINI et al., 2013; CARVALHO et al. 2014; MORAES et al., 2012).

As pastagens correspondem a ecossistemas complexos e específicos, e por isso tem-se buscado a melhor compreensão dos seus componentes bióticos e abióticos e das interações entre eles a partir das relações causa-efeito que regem o sistema, assegurando a melhoria da eficiência dos processos como um todo. Dentro deste enfoque sistêmico, o manejo da pastagem passa a ser conduzido para propiciar condições adequadas de crescimento das plantas calcado na manutenção da conservação dos solos, estabilidade da população de plantas e sustentabilidade do ecossistema (PEREIRA et al., 2016).

A aceleração no desenvolvimento da planta, ou até mesmo seu atraso, é afetada diretamente pela temperatura do ar, que tem a maior influência nos diferentes estádios de desenvolvimento dos vegetais, bem como também pela disponibilidade térmica, em função de sua soma (soma térmica), assim modificando o ciclo da planta. Sendo assim, a temperatura do ar é comumente relacionada com o desenvolvimento vegetal, sendo o conceito de graus-dias e/ou soma térmica amplamente utilizada, onde se tem o acúmulo dos valores de temperatura média diária do ar acima de uma temperatura base inferior, sendo esta considerada a temperatura abaixo da qual não ocorreria mais o desenvolvimento da planta ou este é tão lento que pode ser considerado desprezível (STRECK et al., 2004).

Conhecendo as relações físicas do ambiente, principalmente solo e atmosfera, e as espécies que são cultivadas, é possível obter informações mais precisas em relação as influências do tempo e do clima no crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas (MONTEIRO, 2009). Esses fatores são influenciados principalmente pelas variáveis meteorológicas: chuva, temperatura do ar e radiação solar (HOOGENBOOM, 2000). O conhecimento dos principais conjuntos fisiológicos (temperatura e fotoperíodo) dos cereais de inverno nos períodos de desenvolvimento, assim como fatores externos e internos que afetam o desenvolvimento da planta nas diferentes fases, até o final do seu ciclo é de fundamental importância para produção de matéria seca. A expressão do potencial de rendimento de um genótipo em uma região depende de fatores genéticos e ambientais, especialmente o fotoperíodo, a radiação solar e a temperatura (RODRIGUES, 2011).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Influência da Radiação solar na produção de forragem

A produção de biomassa forrageira pelas culturas está relacionada à quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, interceptada e absorvida pelas folhas, e à eficiência com que estas convertem a energia radiante em energia química, pela fotossíntese. A radiação fotossinteticamente ativa deve ser medida no topo do dossel (KERBAUY, 2008).

A radiação solar é uma variável essencial no crescimento vegetativo, pois é a fonte de energia para a fotossíntese (OLIVEIRA et al., 2012a). Através da radiação solar é possível conhecer as condições térmicas do ambiente. O conhecimento de durações térmicas permite entender os estados fenológicos, caracterizados como os diferentes estágios de desenvolvimento da planta (LOPES, 2008). Dessa forma, a utilização de variáveis meteorológicas possibilita analisar a duração dessa fenologia de forma mais precisa, por exemplo através da aplicação da modelagem

A radiação fotossinteticamente ativa torna-se extremamente importante, pois é um dos aspectos que determina a distribuição espacial das espécies, produção de biomassa, desenvolvimento da cultura dentre outros. A relação presente entre a radiação solar e o cultivo se mostra de grande importância para o entendimento dos processos de fisiologia vegetal e produtividade de fitomassa (ANDRADE et al., 2014).

Ainda assim, para melhor desempenho animal e conseqüente retorno econômico, faz-se necessário um manejo eficiente e racional da forragem, baseado na avaliação dos parâmetros qualitativos e quantitativos, uma vez que os processos fisiológicos das plantas estabelecem a capacidade desta de capturar energia solar e realizar a síntese de produtos necessários para sustentar o desenvolvimento de sua estrutura. A maior ou menor capacidade de captura da radiação está prioritariamente relacionada à área foliar presente na pastagem, que por sua vez representa o componente principal no consumo dos animais em pastejo, favorecido pelo processo de seleção da dieta (FEDRIGO et al., 2012). Segundo Rocha et al. (2007), a estrutura da planta modifica-se durante seu ciclo, alterando as proporções entre lâminas foliares e colmos e, conseqüentemente, os nutrientes e os componentes acessíveis ao animal.

A radiação luminosa é o determinante básico do crescimento das plantas através dos seus efeitos sobre a fotossíntese e outros processos fisiológicos, como a transpiração e a absorção de nutrientes. A utilização eficiente da luz pode ser uma vantagem competitiva para as plantas na transformação de energia luminosa em energia química. Dos insumos ambientais primários disponíveis para a produção de biomassa, a radiação solar é o mais passível de otimização, através da seleção de germoplasma forrageiro mais eficiente na sua interceptação e utilização, concomitantemente com a adoção de práticas de manejo que maximizem a absorção de luz e translocação de assimilados densidade de plantio, consorciação de gramíneas e leguminosas, sistemas de pastejo (COSTA et al., 2012).

A eficiência do uso da radiação depende da interação entre a vegetação e o ambiente, que define como os processos de fotossíntese e transpiração serão afetados pelos elementos climáticos e edáficos ou como a estrutura do dossel da pastagem influencia a quantidade de radiação incidente que atinge os seus diferentes estratos e sua absorção pelas plantas (SHEEHY; COOPER, 1973; BONHOMME, 2000)

Entretanto, nem sempre há um aumento linear na produtividade de MS, em função da radiação interceptada, evidenciando que há outros fatores relacionados, como potencial genético, hábito de crescimento, arquitetura foliar, práticas de manejo da pastagem e disponibilidade de água e nutrientes (BALDISSERA, 2010).

Quando em condições de fotoperíodo adequado, pode ocorrer a indução do florescimento e frutificação precoce (BERGAMASCHI, 2013). Em cereais de inverno, a

exigência de horas luz necessárias para a indução da fase reprodutiva é quantitativa de dias longos. Sendo assim, quanto mais breve forem atendidas as necessidades fotoperiódicas, menor será o período de desenvolvimento vegetativo causando menor quantidade de produção de massa seca (RODRIGUES, 2011). A temperatura, a luz e a radiação solar também são elementos que influenciam na produtividade (Silva et al., 2015).

Conforme diversos autores sobre a eficiência de uso da RFA, além das espécies serem diferentes, são decorrentes também da densidade das plantas, condições de crescimento da cultura, além de como foram tomados os valores de matéria seca total e de RFA (interceptada, absorvida ou incidente) (KUNZ et al., 2007).

Entretanto, quando as pesquisas são direcionadas para a busca da produtividade potencial de culturas agrícolas a radiação solar (fonte básica de energia nos processos fisiológicos e bioquímicos das plantas) é a principal variável ambiental (Kunz et al., 2007), quando as exigências por água, nutrição e fitossanidade são satisfeitas.

2.2 Trigo duplo-proposito para produção de forragem

No Brasil a produção do trigo se concentra na região Sul (RS, PR e SC), devido as condições favoráveis ao desenvolvimento da cultura, no período de outono e inverno. O trigo é cultivado, como forma de rotação com culturas de verão, normalmente soja e milho, devido à alta suscetibilidade a oscilações de tempo e clima que a cultura de inverno sofre, muitas áreas ficam sem uso. Nesse período de entressafra, é onde existe carência de forragens, constituindo uma das maiores limitações na produção pecuária, resultando em queda na produção de leite e carne. Para minimizar esse problema, normalmente produtores adotam uma forma de suplementação, utilização de feno, silagens, rações e concentrados, resultando em maiores custos de produção (IBGE, 2017).

Ressalta-se que, além da produção de forragem, o pastejo pode contribuir para a elevação da produtividade de grãos, quando comparado ao trigo não pastejado, devido à sua alta capacidade de perfilhamento, à emissão de novas folhas e ao seu menor porte, que possibilita maior aproveitamento da luz solar (Santos e Fontaneli, 2006).

O Trigo é uma planta, pertencente à família Poaceae, de ciclo anual de inverno, hermafrodita e autógama. O grão quando processado, pode ser consumido na forma de pão, massas, bolo, biscoito, bebidas, etc., quando não atinge a qualidade exigida para consumo humano, é usado na alimentação animal, em rações, etc. (EMBRAPA, 2004). O gérmen de trigo tem importância na indústria cervejeira, além disso, o trigo pode ser semeado com o intuito de servir como alimento forrageiro para a produção animal, na forma de feno, ensilado ou naturalmente como na situação de pastejo (HASTENPFLUG, 2009).

Uma alternativa para cobrir esse déficit de forragem é o cultivo de trigo de duplo propósito, de produção mais precoce em relação ao azevém (Ferraza et al., 2013). Ressalta-se que, além da produção de forragem, o pastejo pode contribuir para a elevação da produtividade de grãos, quando comparado ao trigo não pastejado, devido à sua alta capacidade de perfilhamento, à emissão de novas folhas e ao seu menor porte, que possibilita maior aproveitamento da luz solar (Santos e Fontaneli, 2006).

Os trigos de duplo propósito são cultivares indicados para a produção animal, oferecem pastos de boa qualidade (plantas novas tem elevado teor de proteína e constituintes minerais) e em quantidades maiores, podendo ainda ser utilizado sem forma de silagem e feno, permitindo colheita antecipada através do pastejo direto, e ao mesmo tempo manter uma boa produtividade de grãos para a alimentação humana. (Pitta, 2009).

Cultivares de duplo propósito apresentam um rápido estabelecimento, alta capacidade de perfilhamento e hábito de crescimento ereto a semi ereto. São exigentes quanto à fertilidade de solo adequada e época de semeadura, indicada conforme a região. Contudo, é indicado que se faça semeadura com 20 dias de antecedência, quanto à época recomendada para trigos tradicionais, com cultivares com fase vegetativa longa e reprodutiva curta (PITTA, 2009; RITTER et al., 2015).

O trigo de duplo propósito pode ser utilizado em sistema integrado de produção, no qual há intensificação do uso da área sem que ocorra, necessariamente, aumento na extensão das áreas ou uso de insumos. Os SIPA promovem a diversificação de produção, aumenta a renda e melhora a estabilidade produtiva por meio da associação entre atividades de pecuária e agricultura (CARVALHO et al., 2014). Desta forma, os SIPA tornam-se uma alternativa para a exploração da cultura do trigo de duplo propósito, possibilitando um período de pastejo e a colheita de grãos em uma mesma área.

No manejo do trigo de duplo propósito, são necessários alguns cuidados, o corte ou pastejo deve ser realizado quando as plantas estiverem próximas ao início da alongação do colmo, com 25 a 40 cm de altura, e um segundo corte pode ser realizado após 30 dias. No caso de pastejo, deve-se limitar a altura da pastagem de 5 a 7 cm do solo, e retirar os animais a partir do estágio de alongação do colmo (Del Duca et al., 2000); caso contrário, o meristema apical fica exposto ao pastejo, o que reduz severamente a produção de grãos.

Dentre esses materiais, o cultivar BRS Tarumã se destaca pelo intenso afilhamento e pela maior resistência às doenças (Fontaneli, 2007). Esse resultado se deve à intensa capacidade de afilhamento e ao hábito de crescimento mais prostrado desse genótipo (Fontaneli, 2007), o que resulta em alongamento reduzido de seus entrenós e aumenta, conseqüentemente, a massa da componente lâmina foliar. Também Hastenpflug et al. (2011), ao avaliarem cultivares de trigo duplo propósito no estado do Paraná, observaram que o genótipo BRS Tarumã apresenta maior relação percentual de folhas na fitomassa total das plantas.

3 OJETIVO

Avaliar a eficiência do uso da radiação na produção de forragem de trigo duplo proposito na fronteira oeste do RS.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do curso de Agronomia da Universidade Federal do Pampa-Campus Itaqui, Rio Grande do Sul (Latitude 29° 9' 21.37" S; Longitude 56° 33' 9.97" W; altitude de 74 metros), sendo dividido em experimentos 1 e 2. No período de março a setembro de 2018 foi realizado o experimento 1 e no ano subsequente (2019) foi realizado o experimento 2 no período de abril a setembro. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima é do tipo Cfa, subtropical sem estação seca definida. O solo do local de estudo é classificado como Plintossolo Argilúvico distrófico (EMBRAPA, 2013).

4.1 Delineamento experimental e tratamentos

Experimento 1: O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada bloco foi constituído por uma parcela composta pela

gramínea forrageira de inverno trigo duplo-propósito (*Triticum aestivum* L.). Os tratamentos foram compostos pela forrageira, onde a cultivar utilizada foi, trigo duplo-propósito BRS Tarumã. Cada parcela possuía área de 5m², com seis linhas e espaçamento de 0,17 cm entre linhas, e por diferentes datas de semeadura no período de abril a junho de 2018, sendo elas: 13 de abril, 22 de maio e 20 de junho e 18 de julho de 2018.

Experimento 2:

Foi realizado no período de abril a setembro de 2019, os tratamentos culturais gerais do experimento foram semelhantes aos realizados no experimento 1, descrito acima. Diferentemente do experimento 1, que cada parcela possuía uma área de 15m², ao qual cada parcela contou com dezesseis linhas, com espaçamento de 0,17 cm entre linhas, e por diferentes datas de semeadura no período de abril a setembro de 2019, sendo elas: 04 de abril, 08 de junho, 01 de agosto, 06 de setembro de 2019.

4.2 Preparo do solo, correção do pH e fertilidade, semeadura e manejo fitossanitário

O preparo do solo foi efetuado pelo método convencional. A correção de acidez do solo, assim como a adubação foram realizadas conforme recomendação do Manual de Calagem e Adubação para os Estados do RS e SC, 2016. Para correção do pH utilizou-se 2.330 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico PRNT 60, incorporado na camada a 20 cm do solo, aplicado 45 dias antes da primeira semeadura. Para correção da fertilidade foram aplicados 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia, sendo que desses, 30 kg ha⁻¹ foram aplicados no ato de semeadura, uma aplicação no início do perfilhamento, e o restante subdividido em aplicações realizadas após os cortes (trigo em três aplicações subdividido); 170 kg ha⁻¹ de fósforo na forma de superfosfato triplo na semeadura; 100 kg ha⁻¹ de potássio na forma de cloreto de potássio na semeadura.

O preparo das parcelas e semeadura efetuado manualmente, o controle de plantas daninhas foi feito através de capina. A densidade de semeadura utilizada foi de 125 kg ha⁻¹ trigo.

4.3 Manejo da pastagem

As medidas de produtividade de forragem eram realizadas por meio de cortes sucessivos levando em consideração as alturas atingidas pelo dossel forrageiro, sendo

adotada a altura de corte de 30 cm e deixando resíduo de 50% das alturas de corte. Definiu-se que os cortes seriam efetuados até que 50% das plantas de cada parcela estivessem entrando em estágio reprodutivo, ou seja, com alongamento do colmo principal e o entre-nó alongado até a altura de corte da forragem. Os cortes foram efetuados por meio de observação das médias das alturas, feitas a partir da altura do dossel de doze plantas escolhidas aleatoriamente, medidas com a utilização do bastão graduado (*sward stick*). O bastão era posicionado verticalmente na vegetação, onde a base de sua haste metálica ficava em contato com o solo e seu marcador móvel era deslizado até a parte superior da haste metálica do equipamento. Posteriormente, o marcador era então deslizado em direção ao solo e, ao primeiro toque em uma lâmina foliar era feita a medição. A área útil considerada para os cortes foi de 1,75 m², sendo esta as três linhas centrais de cada parcela, descontando 1,0 m de bordadura em uma das extremidades da parcela, e 0,5 m de bordadura na outra extremidade. Posteriormente aos cortes, as amostras foram pesadas e, determinada a produção de matéria verde de forragem (PMV, kg ha⁻¹), transformando o peso da matéria verde da área útil para quilos por hectare.

4.4 Determinação da matéria seca

Após a determinação da matéria verde (PMV, kg ha⁻¹), foi retirada uma sub-amostra de aproximadamente 500g, e acondicionada em saco de papel e então, levada para estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, e após pesada novamente para determinação do teor de matéria pré-seca (MS, %). Com os valores de PMV e MS, calculou-se o valor de produção de matéria seca (PMS, kg MS ha⁻¹) de cada corte. O número de dias até o primeiro corte foi contabilizado pelo somatório de dias a partir da data de semeadura até o dia em que foi efetuado o primeiro corte de cada espécie.

O período de utilização foi contabilizado através do somatório de dias a partir do primeiro corte até o último corte de cada espécie. Para determinação da taxa de acúmulo de matéria seca (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) fez-se a relação entre o número de dias que as plantas atingiram altura de corte entre um corte e outro e a produção de matéria seca (PMS, kg MS ha⁻¹) de cada corte. Foram coletados dados de radiação solar e temperatura média diária medidos na estação meteorológica automática da Universidade Federal do Pampa Campus Itaqui/RS, localizada a 200 m do local de cultivo. Foram realizados dois cálculos, onde se calculou a produção da massa seca total MST (kg MS/ha), que foi dividido pela temperatura média (°C) diária ao longo período desde a semeadura até o

primeiro corte e assim subsequente. Também se calculou a produção da massa seca total MST (kg MS/ha), pela média radiação solar (cal/cm²).

4.5 Análise estatística

Os dados de eficiência do uso da radiação (EUR, g MS/MJ) foram submetidos à análise de normalidade e então utilizou-se o PROC GLIMMIX do SAS (versão 9.4) para análise de variância, considerando 5% de probabilidade de erro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise dos resultados obtidos observou-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) no uso da eficiência da radiação solar (g de MS/MJ) comparando os anos de (2018 e 2019) na (tabela 1). Verificou-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os anos de semeadura 2018 e 2019. Já a interação dupla entre os fatores de variação ano de cultivo, época de semeadura, pode-se observar que não houve diferença significativa ($P < 0,05$).

Tabela 1 – Eficiência do uso da radiação (g de MS/MJ de energia) de trigo duplo-propósito em datas de semeadura e submetido a cortes em dois anos de avaliação

	Ano 2018				Média	Ano 2019			Média
	Semeadura		3 ^a	4 ^a		Semeadura		3 ^a	
	1 ^a	2 ^a					1 ^a		2 ^a
Cortes									
1°	0,3069	0,0684	0,0422	0,1553	0,1432	0,7531	0,2036	0,3717	0,3666
2°	2,0562	-	-	-	2,0562	4,0749	-	-	3,0656
3°	0,5770	-	-	-	0,5770	3,7556	-	-	2,1663
4°	-	-	-	-	-	0,7847	-	-	0,7847
Média	0,9800	0,0684	0,0422	0,1553		2,3420	0,2036	0,3717	
	Média 2018 - 0,3114					Média 2019 - 0,9724			
P		Ano			<0,0001				
		Semeadura			0,0065				
		Corte			0,1903				
		Ano*Semeadura			0,2549				

Para o trigo duplo-propósito apresentou na primeira época de semeadura no primeiro corte, do ano de (2018), teve uma média de 0,9800 g de MS/MJ de energia, com uso da radiação, tendo três cortes sendo esse o maior número de cortes comparado às demais épocas de semeadura. No ano de (2019) o trigo apresentou na primeira semeadura e no primeiro corte uma média de 2,3420 g de MS/MJ de energia, sendo que na primeira

época de semeadura do segundo ano obteve quatro cortes em ralação ao primeiro ano de experimento.

No ano de 2018, houve uma menor eficiência da radiação solar na produção de g de MS/MJ de energia na primeira época de semeadura, do primeiro corte voltando a crescer no segundo corte. No ano de 2019 a eficiência foi maior na primeira época de semeadura do primeiro corte que ocorreu em junho, a cultura está submetida em diferentes condições ambientais. O acumulado de precipitação no ano de 2018 de precipitação com a média de dias do primeiro corte de (3,8 mm dia-1) durante o ciclo da primeira semeadura do mês de junho. Já no ano de 2019 o índice de precipitação do primeiro corte da primeira semeadura (5,6 mm dia-1) foi no mês de maio.

As produções inferiores, assim como, os menores números de cortes para o trigo estão relacionados com a temperatura média em torno dos 13°C entre os meses de junho a agosto. De acordo com Civiero (2010) as temperaturas excelentes para maior afilamento do trigo estão entre 15 e 20 °C são, enquanto para o desenvolvimento das folhas a temperatura ideal está entre 20 a 25 °C. Alberto (2009) afirma que a cultivar BRS Tarumã é altamente sensível a vernalização, fenômeno que faz com que quando expostas a baixas temperaturas, não congelantes, as plantas são induzidas a florescer o que por consequência diminui o período vegetativo.

Por 2019 ter ocorrido precipitação nas épocas de semeaduras poder ter ocasionado, a diminuição da produtividade observada, neste trabalho, pois, de acordo com Menéndez e Satorre (2007) os quais sugerem que a nebulosidade, leva à diminuição da radiação e conseqüentemente a diminuição da fotossíntese, afetando o rendimento. Pois intensidade da luz é um dos principais fatores que afetam a produção de fotoassimilados e a contribuição para o rendimento de grãos (WANG et al., 2003).

A produção de biomassa pela cultura está relacionada à quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, interceptada e absorvida pelas folhas, e à eficiência com que estas convertem a energia radiante em energia química, pela fotossíntese. CAVIGLIA & SADRAS (2001).

Na tabela 2 verifica-se a análise da eficiência do uso radiação solar para os anos 2018 e 2019 relativos aos dados ao que foi avaliado somente das primeiras semeaduras e avaliados nos três cortes obtidos. As medias obtidas teve variação comparando os dois anos de experimento.

Tabela 2 - Eficiência do uso da radiação (g de MS/MJ de energia) de trigo duplo-propósito da primeira data de semeadura e submetido a cortes em dois anos de avaliação

	Ano 2018	Ano 2019	Média	P - Anos
Cortes				
1°	0,3069	0,7531	0,5300	0,3403
2°	2,0562	4,0749	3,0656	0,0014
3°	0,5770	3,7556	2,1663	<0,0001
Média	0,9800	2,8612		
	Ano	<0,0001		
P	Corte	0,0001		
	Ano*Corte	0,0059		

Nota-se que nos resultados obtidos eficiência do uso da radiação quanto somente avaliadas as primeiras semeaduras comparação das médias dos cortes do cultivar BRS tarumã, que no primeiro corte dos dois anos não verificam-se diferenças significativas ($P < 0,05$), no segundo e terceiro corte dos anos de (2018 e 2019) houve diferença significativa ($P < 0,05$). Nas interações de ano e corte houve diferença significativa ($P < 0,05$). Do mesmo modo que Monteith (1977), Gallagher e Biscoe (1978) confirmam a resposta de linearidade de produção de MS frente a radiação absorvida, encontrando valores de EUR de 3 g MJ^{-1} para MS aérea de trigo e cevada. Ainda, tais autores verificaram que há diferenças na produção de MS, decorrente de diferenças no índice de área foliar. Gosse et al. (1986) demonstrou que os valores de EUR são relativamente constantes para espécies do mesmo grupo metabólico, $1,95 \text{ g MJ}^{-1}$ para espécies C3 e $2,5 \text{ g MJ}^{-1}$ para espécies C4, quando se utiliza a biomassa total. A radiação solar é a fonte de energia para a fotossíntese, sendo o processo inicial utilizado pelas culturas para converter água e dióxido de carbono em açúcares simples. Desse modo, a quantidade e duração da superfície do dossel fotossinteticamente ativo e a eficiência do uso da radiação são componentes importantes no crescimento e produtividade agrícola (OVIEDO et al., 2001). Apesar da radiação solar ser essencial para a fotossíntese, ela é somente um dos diversos fatores que interagem na produtividade agrícola.

Na tabela 3 verifica-se os resultados relativos somente da semeadura dos anos 2018 e 2019. Em relação aos valores, obtidos no primeiro corte verificou-se grande variabilidade o que pode ter causado a falta de diferença estatística entre os dados de eficiência do uso da radiação.

Tabela 3 - Eficiência do uso da radiação (g de MS/MJ de energia) de trigo duplo-propósito em datas de semeadura e submetido ao primeiro corte em dois anos de avaliação

	Ano 2018	Ano 2019	Média
Semeaduras			
1 ^a	0,3069	0,7531	0,5300
2 ^a	0,0684	0,2036	0,1360
3 ^a	0,0422	0,3717	0,2070
4 ^a	0,1553	-	0,1553
Média	0,1432	0,4428	
	Ano	0,4694	
P	Semeadura	0,2283	
	Ano*Semeadura	0,0811	

Observou que nos anos de 2018 e 2019, na avaliação somente do primeiro corte do da primeira época de semeadura não houve diferença significativa ($P < 0,05$), quanto à eficiência de uso da radiação solar nem nenhum dos parâmetros avaliados.

Com relação aos acumulados para todo o ciclo se verifica que para a eficiência do uso radiação solar o primeiro e o segundo ano de avaliação apresentam medias de valores diferentes, com uma diferença entre o primeiro corte de (2018) de 0,1432 g de MS/MJ de energia, enquanto que no segundo anos de (2019) esta diferença se mostra valor maior, sendo a média de 0,4428 g de MS/MJ de energia na primeira época de semeadura. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2009), o crescimento de um cultivo de trigo é determinado pela capacidade fotossintética do dossel em interceptar radiação solar e sua eficiência de uso (conversão), que é variável ao longo do ciclo de desenvolvimento. No caso, a radiação solar é uma variável fundamental na definição do potencial de rendimento do cereal. A eficiência do uso da radiação (g MJ^{-1}) para produção de matéria seca ao longo do ciclo da cultura. Deve-se ao ciclo de duração da cultura foi estipulado no período que efetuava os cortes, entre a emergência até atingir a altura de cortes. O número de dias para atingir a altura de corte poderia variar de acordo com as condições climáticas. O conhecimento das características ecofisiológicas de uma cultivar é fundamental para se otimizar o uso dos recursos naturais que afetam a cultura, quando se busca aumento na produtividade. Dentre estes recursos, a radiação solar constitui-se numa fonte energética essencial para a manutenção básica de qualquer espécie cultivada. Assim, as interações da radiação solar com as plantas condicionam o microclima interno da cobertura vegetal. A atenuação da radiação na cobertura vegetal depende, principalmente, da densidade da folhagem, do arranjo das folhas no interior da vegetação, do ângulo existente entre a folha e a radiação incidente e do coeficiente de extinção (MONTEIH & UNSWORT 1990).

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho vêm contribuir no manejo do trigo principalmente para produção forragem, verificou-se grande variabilidade na eficiência do uso da radiação, no ano de 2018 foi maior que do ano de 2019, com efeito de semeadura.

REFERÊNCIAS

- ALBERTO, C. M. et al. Resposta à vernalização de cultivares brasileiras de trigo. *Bragantia*, v. 68, n. 2, p. 535-543, 2009.
- ANDRADE, A. M. D. et al. Radiação fotossinteticamente ativa incidente e refletida acima e abaixo do dossel de floresta de mata atlântica em Coruripe, Alagoas. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 29, n. 1, p. 68-79, 2014.
- ANGELOCCI, L. R. Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera. Piracicaba: L. R. Angelocci, 2002. 272p.
- BALDISSERA, T. C. Modelagem do crescimento de azevém anual sob pastejo. Curitiba: UFPR, 2010. 78p. (Dissertação de Mestrado).
- BERGAMASCHI, H. Fotoperiodismo. Disponível em: . Acesso em: 24 set. 2013.
- BONHOMME, R. Beware of comparing RUE values calculated from PAR vs. solar radiation or absorbed vs. intercepted radiation. *Field Crops Research*, v.68, p.247–252, 2000.
- CARVALHO PCF et al. 2014. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. *Revista Ciência Agronômica* 45: 1040-1046
- CIVIERO, J. C. Efeito de épocas de semeadura no desenvolvimento e produtividade do trigo (*Triticum aestivum* L.) na região de Pato Branco-PR. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2010.
- CONAB. 2016. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Sétimo levantamento 4: 1-162
- COSTA, N.L., DESCHAMPS, C. e MORAES, A. Estrutura da pastagem, fotossíntese e produtividade de gramíneas forrageiras. *PUBVET*, Londrina, V. 6, N. 21, Ed. 208, Art. 1387, 2012.
- CAVIGLIA, O. P.; SADRAS, V. O. Effect of nitrogen supply on crop conductance, water- and radiation-use efficiency of wheat. *Field Crops Research*, Amsterdam, v.69, n.3, p.259-266, 2001.
- FEDRIGO, J. K.; STELLA, L. A.; AZAMBUJA-FILHO, J. C. R.; NABINGE, C. Controle da desfolha como estratégia de recuperação de pastagens naturais degradadas IV Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável. Anais...Agosto. 2012. UFRGS
- FERRAZZA, J.M.; SOARES, A.B.; MARTIN, T.N. et al. Dinâmica de produção de forragem de gramíneas anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura. *Ciênc. Rural*, v.43, p.1174-1181, 2013.
- FONTANELI, R.S. Trigo de duplo propósito na integração lavoura-pecuária. *Rev. Plantio Direto*, v.99, 2007. Disponível em: http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int &id=799. Acesso em: 13 de julho de 2017.

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. et al. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos, *Rev. Bras. Zootec.*, v.38, p.2116-2122, 2009.

FONTANELI, R.S. Trigo de duplo propósito na integração lavoura-pecuária. *Rev. Plantio Direto*, v.99, 2007.

GALLAGHER, J.N.; BISCOE, P.V. Radiation absorption, growth and yield of cereals. *Journal of Agri. Sci.* v.91, p.47-60.,1978.

GEAS – GRUPO DE ESTUDOS EM ÁGUA E SOLO <https://geasunipampa.wordpress.com/dados-meteorologicos/>

GOSSE, G.; VARLET-GRANCHER, C.; BONHOME, C.; CHARTIER, M.; ALLIRAND, J.M.; LEMAIRE, G. Production maximale de matière sèche et rayonnement solaire intercepté par un couvert végétal. *Agronomie*, v.6, p.47-56, 1986.

HASTENPFLUG, M. Desempenho de genótipos de trigo duplo propósito sob diferentes doses de adubação nitrogenada com cortes simulando pastejo. 2009. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

HASTENPFLUG, M.; BRAIDA, J.A.; MARTIN, T.N. et al. Cultivares de trigo duplo propósito submetidos ao manejo nitrogenado e a regimes de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.63, p.196-202, 2011.

HOOGENBOOM, G. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its applications. *Agricultural and forest meteorology*, v.103, p.137-157, 2000. DOI: 10.1016/S0168-1923(00)00108-8

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola / organizador José Eduardo B. A Monteiro. - Brasília, DF: INMET, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola / organizador José Eduardo B. A Monteiro. - Brasília, DF: INMET, 2009.

LOPES, J. et al. Exigências térmicas, duração e precocidade de estados fenológicos de castas da coleção ampelográfica nacional. *Ciência e Técnica Vitivinícola, Dois Portos*, v. 23, n. 1, p. 61-71, 2008.

KERBAUY, G. B. Fisiologia vegetal. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. cap. 5.

KUNZ, J. H. et al. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1511-1520, nov. 2007.

MARTINS F. B.; SILVA J. C. DA; STRECK N. A. Estimativa da temperatura-base para emissão de folhas e do filocrono em duas espécies de eucalipto na fase de muda. *Rev. Árvore* vol.31 no.3 Viçosa 2007. Disponível em: . Acesso em: 11 de setembro 2018.

MENÉNDEZ, Fernando J.; SATORRE, Emilio H. Evaluating wheat yield potential determination in the Argentine Pampas. *Agricultural Systems*, 2007.

- MONTEIRO, J. E. B. A. Agrometeorologia dos Cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. 1.ed. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2009. 530p.
- MONTEITH, J.L. Climate and the Efficiency of Crop Production in Britain. R. Soc. Lond. v.281, p.277-294, 1977.
- MONTEITH, J. L.; UNSWORTH, M. H. Principles of environmental physics. 2. ed. London: Edward Arnold, 1990.
- OLIVEIRA, A. S. et al. Determinação do tempo térmico para o desenvolvimento de mudas de eucalipto na fase de enraizamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 11, Campina Grande, nov, 2012a.
- OVIDO, Antonio F. P.; HERZ, Renato; RUDORFF, Bernardo, F.T. Efeito do Estresse Hídrico e da Densidade de Plantio no Uso da Radiação e Produtividade da Cultura do Trigo (*Triticum aestivum* L.). Rev. biociênc.Taubaté, v. 7, n. 1, p. 23-33, 2001.
- PEREIRA, L. E. T., BUENO, I. C. S. HERLING, V. R., ALMEIDA, O. J. I. A dinâmica do crescimento de plantas forrageiras e o manejo das pastagens. Pirassununga. 2016.
- PORTA, F.; DALCIN MEUS, L.; RODRIGUES LANDSKRON, G.; ALMEIDA KOTULSKI, C.; MAUS ALBERTO, C. EFICIÊNCIA DO USO DA RADIAÇÃO SOLAR DE ARROZ DE TERRAS BAIXAS IRRIGADO POR ASPERSÃO. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 8, n. 2, 28 fev. 2020.
- WENDT, W.; DEL DUCA, L.J.A.; CAETANO, V.R. Avaliação de cultivares de trigo de duplo propósito, recomendados para cultivo no estado do Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 2.p. (Comunicado Técnico, 137).
- RITTER, A. F. S.; FELDMANN, N. A.; MÜHL, F. R.O uso do trigo duplo propósito como alternativa forrageira. In.: II AGROTEC – Simpósio de agronomia e tecnologia em alimentos, 2. 2015, Itapiranga. **Resumos expandidos**. Faculdades de Itapiranga, 2015.
- RODRIGUES, O. Trigo no Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011 p.115-131.
- ROCHA, M. G.; QUADROS, F. L. F.; GLIENKE, C. L.; CONFORTIN, A. C. C.; COSTA, V. G.; ROSSI, G. E. Avaliação de espécies forrageiras de inverno na Depressão Central do Rio Grande do Sul. R. Bras. Zootec., v.36, n.6, p.1990-1999, 2007 (supl.).
- SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. Cereais de inverno de duplo propósito para integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. Passo Fundo: Embrapa, 2006. 104p.
- SHEEHY, J. E.; COOPER, J. P. Light interception, photosynthetic activity, and crop growth rate in canopies of six temperate forage grasses. Journal of Applied Ecology, v.10, p.239-250, 1973.
- STRECK, N. A. et al. Estimating leaf appearance rate and phyllochron in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.12, n.2, p.355-358, 2004.
- WANG, Z. et al. Allocation of photosynthates and grain growth of two wheat cultivars with different potential grain growth in response to pre- and post-anthesis shading. J. Agronomy & Crop Science, v. 189, p. 280-285, 2003.

WENDT W et al. 2006a. Manejo na cultura do trigo com finalidade de duplo propósito – forragem e grãos. Embrapa Trigo. (Comunicado Técnico online, 141)