

INCREMENTO PRODUTIVO E BIOMÉTRICO DA AVEIA PRETA FORRAGEIRA SOB CULTIVO IRRIGADO

Débora Pantojo de Souza¹, Amauri Cassio Prudente Junior², Fernando Campos Mendonça³,
Larissa Bretas⁴, Beatriz Sizilio dos Santos⁵, Danielle Moraes Amorim⁶

RESUMO: A produção de forrageiras de inverno em locais onde no mesmo período há baixa precipitação pluvial faz-se viável com o uso da irrigação. Esse trabalho comparou variáveis produtivas e biométricas da aveia preta forrageira em sistema irrigado e sequeiro ao longo de cinco ciclos produtivos em Piracicaba/SP no ano de 2018. Foram realizadas quatro coletas por ciclo onde foram avaliadas as produtividades de folha, colmo e total, altura do dossel, área foliar específica e índice de área foliar. Em todos os casos o teste t-Student demonstrou diferença entre as médias do sistema sequeiro e irrigado. Em sistemas irrigados, há aumento na produtividade de folha e maior expansão foliar, uma vez que os resultados demonstraram diferença média de 208,6 kg ha⁻¹ entre a produtividade do irrigado e a do sequeiro, além de um aumento médio de 35,8 cm² g⁻¹ nos parâmetros que refletem na estimativa de índice de área foliar e, conseqüentemente, em maior aproveitamento fotossintético das plantas.

PALAVRAS CHAVES: forrageira de inverno, IAPAR 61, irrigação

PRODUCTIVITY AND BIOMETRIC INCREASE OF BLACK OAT FORAGE UNDER IRRIGATED CULTIVATE

ABSTRACT: The winter forage productivity on places where in the same period was low rain has been necessary the use of irrigation. This work compared productivity and biometrics variables of black oat forage on the irrigated and rainfed system on five cycles in Piracicaba/SP in the year of 2018. Four collections were analyzed per cycle where measured

¹ Doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP.

² Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP.

³ Prof. Dr. Depto. de Engenharia de Biosistemas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP.

⁴ Engenheira Ambiental, mestranda em engenharia de sistemas agrícolas, Escola Superior de Agricultura- Universidade de São Paulo, Avenida Pádua Dias - 11, Caixa Postal 9, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. Fone (31) 987305100. E-mail:larissa.bretas@usp.br

⁵ Graduanda no curso de Engenharia Agrônômica Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP.

⁶ Doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP.

leaf, stem, and total productivity, crop height, specific leaf area, and leaf area index. As a result of the t-Student test, in all variables show differences in between mean of irrigated and rainfed system. In irrigated system increased on leaf productivity and more leaf expansion, since the results showed an average difference of 208.6 kg ha⁻¹ between irrigated and rainfed productivity, besides an average increase of 35.8 cm² g⁻¹ in the parameters that reflect the estimated area index and, consequently, in greater photosynthetic utilization of plants.

KEYWORDS: winter forages, IAPAR 61, irrigation

INTRODUÇÃO

A época de cultivo das forrageiras de inverno, principalmente nas regiões Sudeste e Sul do país, coincide com o período de estacionalidade de produção das forrageiras tropicais, época com baixo volume de chuvas, diminuição da temperatura e radiação solar incidente onde refletindo na redução na oferta de forragem (Pezzopane *et al.*, 2012, 2018; Sbrissia *et al.*, 2017). Desse modo, o cultivo das forrageiras de inverno torna-se oportuno, tendo em vista que essas espécies podem ser implantadas tanto em sistemas exclusivos quanto em sistemas de sobressemeadura.

Essa adoção fornece uma boa distribuição da produção de forragem ao longo do ano, porém ainda se torna necessário um planejamento para maximizar a oferta por alimento com a utilização dessas espécies para suprir a lacuna produtiva das espécies tropicais (Sbrissia *et al.*, 2017). Acrescenta-se isso, ao maior aporte de proteína bruta aos animais oriundo dessas forrageiras (Hoffmann *et al.*, 2014; Sbrissia *et al.*, 2017).

Dentre as forrageiras de inverno mais utilizadas no Brasil, em cultivos exclusivos ou consorciadas, estão a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.). São culturas de alto potencial produtivo e qualidade nutricional (Sbrissia *et al.*, 2017). No entanto, para o cultivo dessas espécies nas regiões com inverno seco é necessário inserir a irrigação nos sistemas produtivos, uma vez que em condições de sequeiro mesmo com a aplicação de nitrogênio a produtividade alcança limites inferiores a produtividades padrões de cultivo (Salvador *et al.*, 2014).

Dado o contexto, o objetivo deste estudo foi demonstrar o incremento produtivo e nas variáveis biométricas da aveia preta (*Avena strigosa*) cv. IAPAR 61 Ibiporã cultivada sob irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em área experimental na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em Piracicaba – SP. Os ciclos de crescimento e os cortes ao final de cada um foram compreendidos entre os meses de maio e outubro de 2018.

A *Avena strigosa* Schreb cv. IAPAR 61 Ibitiporã (doadas pelo Instituto Agronômico do Paraná-IAPAR) foi semeada no dia 28 de abril de 2018, em linhas espaçadas em 0,20 m, com taxa de semeadura de 70 kg ha⁻¹. O estudo foi conduzido com dois tratamentos: irrigado por aspersão convencional (API) e sem irrigação (APS). Para germinação e emergência da cultura no tratamento APS, foram aplicadas lâminas de irrigação no total de 22,81 mm, além de 7,9 mm decorrentes da precipitação pluvial.

Antes da instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo para análise química, nas profundidades de 0 a 0,40 m, com o objetivo de realizar a correção da fertilidade do solo. A adubação nitrogenada de manutenção da aveia preta foi realizada com ureia logo após o corte em cada ciclo de crescimento, na dose de 50 kg ha⁻¹ de N, valor dentro da faixa de 20 a 62 kg ha⁻¹ de N (Kunrath *et al.*, 2014; Ojeda *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2019).

O manejo da irrigação foi realizado por meio do monitoramento da umidade do solo, com o auxílio de uma sonda capacitiva FDR (*Frequency Domain Reflectometry*), medindo-se a umidade na camada de 0 – 0,70 m, com duas repetições por tratamento. Adicionalmente, foram instalados tensiômetros na área irrigada, a fim de comparar leituras de umidade com a sonda FDR. Os tensiômetros foram instalados em três profundidades (0,15; 0,30 e 0,60 m), com quatro repetições. Todas as medições foram realizadas a cada quatro dias. Em cada sistema (SI e I) foram alocadas quatro parcelas de área individual de 9 m², somando a área de bordadura um total de aproximadamente 420 m².

Para irrigação considerou-se a profundidade de 0,50 m e o fator de depleção igual a 30% da capacidade de água disponível por se tratar de condições ótimas ao crescimento da cultura (Allen *et al.*, 1998). Os limites de umidade extraídos da curva de retenção da água no solo, realizada em laboratório, foram: capacidade de campo (θ_{CC}) = 44% e ponto de murcha permanente (θ_{PMP}) = 33%. As lâminas d'água de irrigação foram calculadas para que a umidade retornasse à capacidade de campo.

Os ciclos de crescimento de corte foram conduzidos com número variável de dias, conforme o crescimento da cultura. Foram considerados apenas os estádios iniciais até a emissão de panícula. O primeiro ciclo de estabelecimento foi maior, com duração de 47 dias. A duração dos ciclos subsequentes foi de 32 dias.

As avaliações foram realizadas em 4 períodos ao longo do ciclo, com medição de altura até a última folha expandida, área foliar e da produtividade, a qual foi realizada a partir da simulação de um sistema de pastejo com lotação intermitente, com a altura do resíduo de 0,07 m para culturas. O material foi cortado acima da altura do resíduo, no interior de quatro retângulos de amostragem com área individual de 0,25 m². Após o corte, as amostras foram levadas ao laboratório para realizar a separação morfológica, pesagem em balança de precisão e secagem por 72 h a 65°C.

Também foi medida a área foliar com o integrador LI-3100C (Li-Cor[®]), determinada nas quatro coletas durante o ciclo, separando 0,05 kg de folhas de cada repetição por meio da qual foi estimada a Área Foliar Específica (AFE) e o Índice de Área Foliar (IAF) utilizando a produtividade de folhas. Ao final de cada ciclo de corte, a área total das parcelas foi rebaixada com roçadeira até a altura de resíduo predefinida.

A comparação entre as médias obtidas das variáveis referentes a cada tratamento foi realizada a cada ciclo de crescimento e corte por meio do Teste t – Student utilizando o RStudio[®] para análise e obtenção dos gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema irrigado (API) recebeu uma lâmina total de 332,08 mm oriundos da irrigação. Durante o período dos cinco ciclos produtivos o acumulado de precipitação pluvial foi de 283,30 mm com temperatura média do ar de 20,32°C, apresentados na Figura 1.

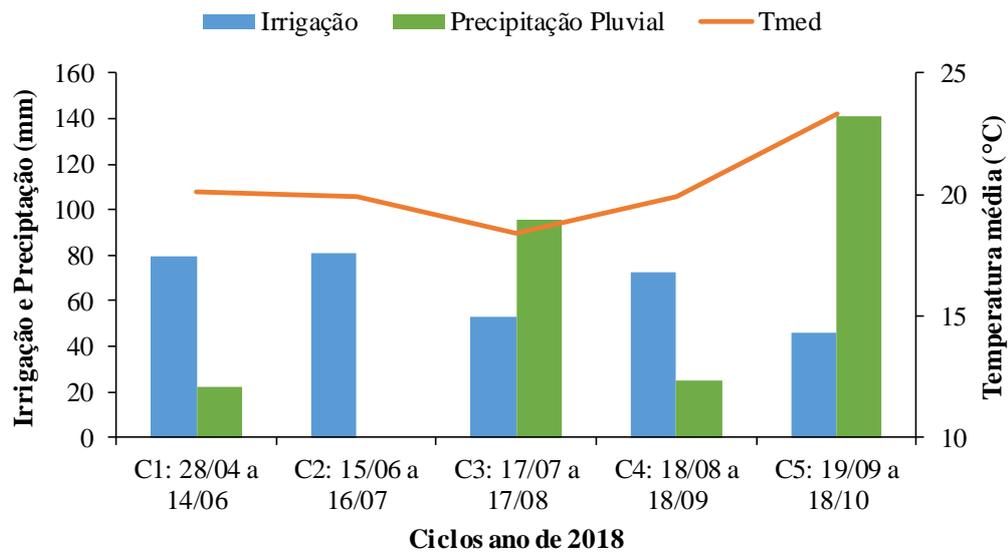


Figura 1. Lâmina total de irrigação e precipitação pluvial e temperatura média ao longo dos cinco ciclos de crescimento da aveia preta, Piracicaba/SP, 2018.

Para análise estatística foram retirados os *outliers* do conjunto de dados para todas as variáveis, o que não modificou a resposta de significância entre os sistemas API e APSI. A análise estatística pelo Teste t – Student mostrou diferenças significativas entre os tratamentos para todas as variáveis testadas, como mostrado na Tabela 1 e nos gráficos das Figura 2, 3 e 4.

Na Tabela 1 são mostrados os resultados da média entre as coletas realizadas para cada sistema. Em todas as variáveis as médias foram maiores para o sistema API. A diferença da média na produtividade de folha (PF), colmo (PC) e total (PT) foi de 208,6; 99,0 e 332,7 kg ha⁻¹, respectivamente, entre os sistemas produtivos. Luz *et al.*, (2008) compararam o sistema irrigado e o sequeiro na produção de dois ciclos da aveia preta e observaram o mesmo comportamento desse experimento. Nas Figuras 2.A e B e 3.A estão apresentadas a média das produtividades de folha colmo e total, a média entre os tratamentos não foi tão alta quanto ao observado por Luz *et al.*, (2008), isso é pelo fato que para avaliação desse experimento foi considerado as quatro coletas ao longo do ciclo de crescimento, o que faz com que a média geral diminua.

A maior produtividade total alcançada para aveia preta foi de 2421,07 kg ha⁻¹ considerando a retirada dos dados dispersos. Quando se consideram os dados reais, a maior PT da aveia preta irrigada foi de 3481,2 kg ha⁻¹ no final do primeiro ciclo, para o sistema em sequeiro, o quinto ciclo foi o mais produtivo com média de 1683,6 kg ha⁻¹ resultado da maior precipitação pluvial nesse ciclo (141,2 mm). No sistema irrigado a produtividade tende a

diminuir após o terceiro ciclo, resultado do aumento da temperatura do ar (Salvador *et al.*, 2014).

A altura média do dossel também foi maior para o sistema API com 31,4 cm em comparação a 25,4 cm valores menores do observado por Luz *et al.*, (2008), porém o intervalo entre ciclos adotado nesse experimento foi menor e dessa forma não houve alongamento de colmo para formação da inflorescência.

Tabela 1. Resultado do Teste t – Student para Produtividade de folha (PF), Produtividade de colmo (PC), Produtividade total (PT), Altura (A), Área Foliar Específica (AFE) e Índice de Área Foliar (IAF), significante ($P < 0,05$) no dois sistemas produtivos de aveia preta irrigada (API) e aveia preta em sequeiro (APSI) Piracicaba/SP, 2018.

Parâmetro	PF		PC		PT		A		AFE		IAF	
	API	APS	API	APS	API	APS	API	APS	API	APS	API	APS
Unidade	-----kg ha ⁻¹ -----						cm		cm ² g ⁻¹		m ² m ⁻²	
Média	662.1	453.5	257.4	158.7	980.1	647.4	31.4	25.4	184.5	148.7	1.02	0.70
p-valor*	0.0002322		0.001706		0.0001766		1.92E-07		2.13E-05		0.0001204	

A disponibilidade de água no sistema produtivo influencia o aumento da área foliar e a altura das plantas (Meirelles *et al.*, 2011; Lopes *et al.*, 2014), o que foi observado também para a cultura da aveia preta, pois a mesma obteve um aumento médio de 35,8 cm² g⁻¹. O aumento da altura das plantas se refletiu na diferença de PC entre os sistemas irrigado e sequeiro. O índice de área foliar (IAF) foi bastante alterado com a irrigação (Figura 4.B.), o qual em APS obteve seu máximo em 1,65 em relação a 2,34 do API (considerando o grupo de dados sem *outliers*).

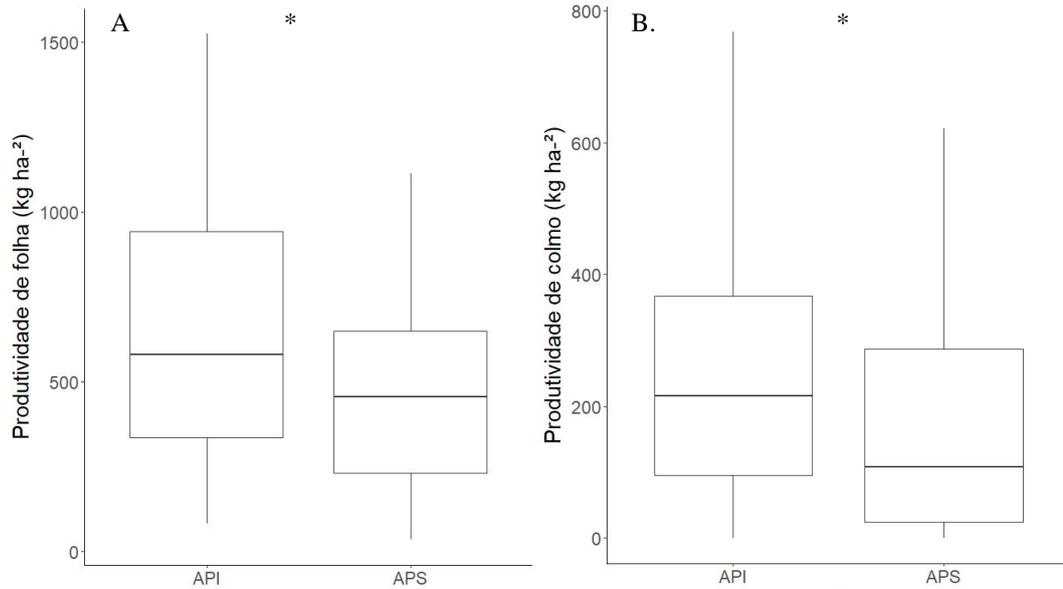


Figura 2. Comparação de médias pelo teste t-Student em cinco ciclos de crescimento entre o sistema de cultivo de aveia preta irrigada (API) e aveia preta em sequeiro (APSI) para as seguintes variáveis: A. Produtividade de folha (kg ha⁻¹); B. Produtividade de colmo (kg ha⁻¹), * = Significante (P<0,05), Piracicaba/SP, 2018.

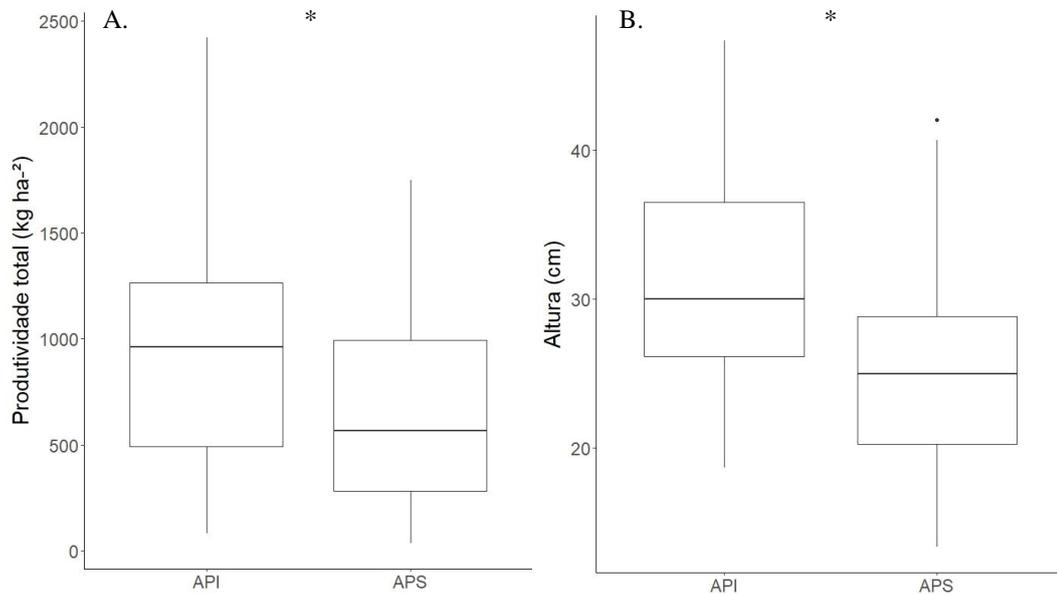


Figura 3. Comparação de médias pelo teste t-Student em cinco ciclos de crescimento entre o sistema de cultivo de aveia preta irrigada (API) e aveia preta em sequeiro (APSI) para as seguintes variáveis: A. Produtividade total (kg ha⁻¹); B. Altura (cm), * = Significante (P<0,05), Piracicaba/SP, 2018.

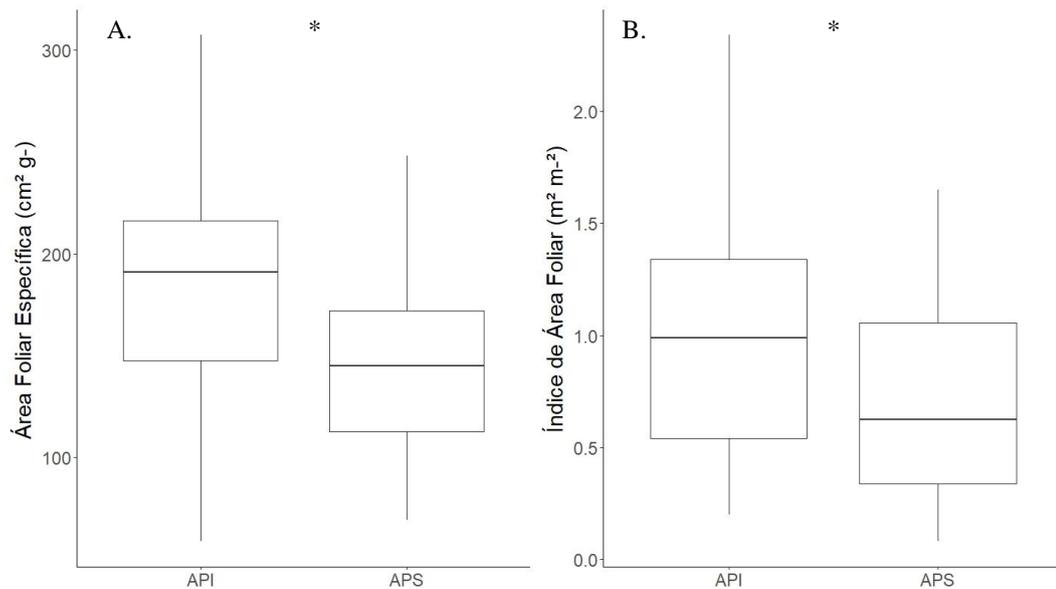


Figura 4. Comparação de médias pelo teste t-Student em cinco ciclos de crescimento entre o sistema de cultivo de aveia preta irrigada (API) e aveia preta em sequeiro (APSI) para as seguintes variáveis: A. Área Foliar Específica (cm² g⁻¹) e B. Índice de Área Foliar; * = Significante (P<0,05), Piracicaba/SP, 2018.

Para forrageiras tropicais, observaram aumentos médios em sistemas irrigados da produção de matéria seca, da ordem de 41,6%, 45,7% e 52,1% para *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã e cv. Marandu, *Megathyrus maximus* cv. Mombaça, respectivamente (Dupas *et al.*, 2010; Antoniel *et al.*, 2016). Nesse trabalho foi observado aumento médio de 34,25 % em matéria seca total da aveia preta irrigada, considerando todas as quatro coletas realizadas ao longo dos ciclos produtivos.

Para alcançar produtividade economicamente viáveis é necessário o uso da irrigação em localidade com regime de chuvas semelhante a Piracicaba/SP. Salvador *et al.*, (2014) observaram produtividades em limites mínimos para a mesma cultura em condições de sequeiro em Piracicaba/SP.

CONCLUSÃO

Em sistemas produtivos irrigados de aveia preta forrageira durante o outono/inverno há aumento da produtividade de matéria seca da (*Avena strigosa*) cv. IAPAR 61 Ibiporã, principalmente na produção de folhas, dada pelo aumento da expansão foliar das mesmas. Com o alongamento de colmo e aumento da altura há conseqüentemente aumento da produtividade de colmos. Em suma, é essencial o uso da irrigação para produção de aveia preta forrageira em locais com baixa precipitação pluvial nessa época do ano.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G. et al. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. **Irrigation and Drainage Paper No. 56**, FAO, n. 56, p. 300, 1998. Disponível em: <<http://www.kimberly.uidaho.edu/water/fao56/fao56.pdf>>.
- ANTONIEL, L. S. et al. Pasture production under different irrigation depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 6, p. 539–544, 2016.
- DUPAS, E. et al. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2598–2603, 2010.
- HOFFMANN, A. et al. Produção de Bovinos de Corte no Sistema de Pasto-Suplemento no Período Seco. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 119–130, 2014. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/254-nativa/v02n02/1662-v02n02a10.html>>.
- KUNRATH, T. R. et al. Management targets for continuously stocked mixed oat × annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop – livestock system. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 71–76, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.013>>.
- LOPES, M. N. et al. Fluxo de biomassa e estrutura do dossel em capim-braquiária manejado, sob lâminas de irrigação e idades de crescimento. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 2, p. 490–500, 2014.
- LUZ, P. H. de C. et al. Resposta da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) à irrigação por aspersão e adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 421–426, 2008.
- MEIRELLES, M. L. et al. Evapotranspiration and plant-atmospheric coupling in a *Brachiaria brizantha* pasture in the Brazilian savannah region. **Grass and Forage Science**, v. 66, n. 2, p. 206–213, 2011.

OJEDA, J. J. et al. Evaluation of the agricultural production systems simulator simulating Lucerne and annual ryegrass dry matter yield in the Argentine Pampas and south-eastern Australia. **Agricultural Systems**, v. 143, p. 61–75, 2016.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. **Zoneamento de aptidão climática para os capins Marandu e Tanzânia na região Sudeste do Brasil**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2012.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. An integrated agrometeorological model to simulate Marandu palisade grass productivity. **Field Crops Research**, v. 224, n. May, p. 13–21, 2018.

SALVADOR, M. M. S.; LIBARDI, P. L.; NEIVERTH, C. A. Demanda hídrica da aveia-preta: variabilidade espacial sob condições de sequeiro. **Irriga**, v. 19, n. 3, p. 500–511, 2014.

SBRISSIA, A. F. et al. Animal production on cultivated pasturelands in regions of temperate climate of Latin America. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 25(1):2017, n. January, 2017.

ZHANG, Y. et al. Optimized sowing time windows mitigate climate risks for oats production under cool semi-arid growing conditions. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 266–267, n. January, p. 184–197, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.12.019>>.