

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

CASSIANO ALBINO LORENSETTI

**PRODUTIVIDADE DE AVEIA PRETA (*Avena strigosa* Schreb) SOB
DIFERENTES COEFICIENTES DE UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO
DE ÁGUA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS
2011

CASSIANO ALBINO LORENSETTI

**PRODUTIVIDADE DE AVEIA PRETA (*Avena strigosa* Schreb) SOB
DIFERENTES COEFICIENTES DE UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO
DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação,
apresentado ao curso de Zootecnia, da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Dois
Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do
Título de ZOOTECNISTA.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Sampaio
Henrique

DOIS VIZINHOS
2011

DEDICATÓRIA

Aos

Meus pais, Jair e Rosiléia, que foram o começo de tudo, que sempre me ajudaram em minhas decisões e que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos.

À

Minha esposa, Sheila, pelo amor, carinho, incentivo, afeto, companheirismo e compreensão em todos os momentos.

À

Minha querida irmã Cassieli.

À

Todos os meus familiares, em especial a minha vó Luiza e ao meu tio Vilson que sempre estiveram presentes e me apoiando nesse período de estudos.

Aos

Professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-
Campus Dois Vizinhos, em especial ao doutor Douglas
por toda a orientação durante a realização deste trabalho e pelas orientações
cedidas a mim no período do curso de Zootecnia.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela beleza, sabedoria e dom da vida.

A todos os que estão presentes em minha vida, minha mãe, meu pai, minha irmã, minha esposa, meus parentes e meus colegas, que, de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

Em especial a minha esposa Sheila pela sua dedicação e vontade em vencer, e, aos meus pais pelo amor e carinho.

Ao Professor Douglas Sampaio Henrique, pela sincera amizade, pelos ensinamentos profissionais, éticos e humanos, além da paciente orientação e confiança.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por ser um ambiente que comporta pessoas de caráter e, sendo estes responsáveis repassarem seus conhecimentos àqueles que têm vontade de crescer e aprender.

RESUMO

PRODUTIVIDADE DE AVEIA PRETA (*Avena strigosa* Schreb) SOB DIFERENTES COEFICIENTES DE UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA

LORENSETTI, Cassiano Albino. Produtividade de aveia preta (*Avena strigosa* schreb) sob diferentes coeficientes de uniformidade de aplicação de água. 2011, 18f. Trabalho (Conclusão de Curso) – Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2011.

O experimento foi desenvolvido em São Jorge D'Oeste. A semeadura da aveia preta foi realizada em 26 de abril, com uma densidade de semeadura de 80 kg ha⁻¹, adubação de base de 145 kg ha⁻¹, na fórmula 10-20-12 e adubação de cobertura foi de 75 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N). A irrigação é composta por um motor de 12,5 cv acoplado a uma bomba de dois estágios, instaladas em um depósito com capacidade para 780 m³. Para o manejo da irrigação, foi utilizado o método de evapotranspiração proposto por Priestley & Taylor (1972). Os dados de radiação solar diária, fluxo total diário de calor no solo e temperatura do ar, obtidos através da estação meteorológica automática localizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Câmpus Dois Vizinhos (UTFPR-DV). Para calcular a uniformidade de aplicação utilizou-se o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC). As amostras coletadas foram levadas ao laboratório de bromatologia da UTFPR-DV, para mensuração das análises propostas. A produção total de MS encontrada na área com 0% de uniformidade (sem irrigação) foi de 4.154 kg MS ha⁻¹, já a média na área irrigada (33, 66 e 100% de uniformidade) foi de 5.378 kg MS ha⁻¹. O teor de MS foi decrescente até o terceiro corte, depois tornou a aumentar. Teores de FDA e FDN variaram entre os cortes e não sofreram influência da irrigação. A produção de MS ha⁻¹ aumentou 22,75% no sistema irrigado. Os teores de FDN e FDA não variam com a utilização da irrigação. A variação no teor de MS não teve influencia da irrigação. Os teores de MM e MO também não variaram com a utilização da irrigação.

Palavras-chave: Composição bromatológica. Forrageiras de inverno. Sistemas de irrigação.

ABSTRACT

OAT (*Avena strigosa* Schreb) PRODUCTIVITY UNDER DIFFERENT UNIFORMITIES OF WATER APPLICATION COEFFICIENT.

LORENSETTI, Cassiano Albino. Oat (*Avena strigosa* Schreb) productivity under different uniformities of water application coefficient. 2011, 18f. Work (Course Completion) - Graduate Program in Bachelor of Animal Science, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2011.

The experiment was conducted in São Jorge D'Oeste. The sowing of oats was held on April 26, with a seeding rate of 80 kg ha⁻¹, basic fertilization of 145 kg ha⁻¹ in the formula 10-20-12 and topdressing was 75 kg ha⁻¹ nitrogen (N). Irrigation is composed of a 12.5 hp engine coupled to a two-stage pump, installed in a tank with a capacity of 780 m³. For the management of irrigation, we used the method proposed by evapotranspiration Priestley & Taylor (1972). The daily solar radiation data, total daily flow of heat in the soil and air temperature, obtained from the automatic weather station located on the Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus Dois Vizinhos (UTFPR-DV). To calculate the uniformity of application used the Christiansen uniformity coefficient (CUC). The samples were taken to the laboratory bromatology UTFPR-DV for the measurement of analysis proposed. The total production of DM found in the area with 0% uniformity (without irrigation) was 4154 kg DM ha⁻¹, since the average in the irrigated area (33, 66 and 100% uniformity) was 5378 kg DM ha⁻¹. The DM content was decresecente until the third cut, then turned to increase. ADF and NDF contents ranged from cuts and were not influenced by irrigation. The production of DM ha⁻¹ increased 22.75% in the irrigated system. The NDF and ADF did not vary with the use of irrigation. The variation in DM content had no influence on irrigation. The levels of MM and MO also did not vary with the use of irrigation.

Key Words: Nutritional composition. Winter forage. Irrigation systems.

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	8
2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.0 MATERIAL E MÉTODOS	13
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
5.0 CONCLUSÃO	22

1.0 INTRODUÇÃO

A irrigação foi, possivelmente, uma das primeiras modificações realizadas na natureza pelo homem primitivo. Dados históricos mostram que grandes civilizações conseguiram se desenvolver nas proximidades de grandes rios como o rio Nilo, no Egito, por volta de 6.000 a.C, no rio Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia, por volta de 4.000 a.C., no Rio Amarelo, na China, por volta de 3000 a.C. e na Índia, em 2.500 a.C., com a intenção de proporcionar e garantir a produção de alimentos durante o ano todo. Já na América, as tribos incas e maias foram as primeiras a dar indícios de construções ligadas ao processo de irrigação (MELLO & SILVA, 2007).

A irrigação é utilizada há muito tempo em outros países, tais como Austrália, Nova Zelândia, Estados Unidos, África do Sul, Cuba, Colômbia, Venezuela e Argentina (MENDONÇA et al., 2007). A China possui hoje a maior área irrigada do planeta, sendo esta superior a 52 milhões de hectares, enquanto o Brasil ocupa a 17ª posição no ranking, com mais de 2,6 milhões de hectares irrigados. A irrigação no Brasil, como no mundo inteiro, depende de fatores climáticos, no Nordeste, por exemplo, os níveis de chuva são insuficientes para suprir a demanda hídrica das culturas, enquanto nas regiões Centro-oeste, Sudeste e Sul, podem ser considerados como técnica complementar na produção de forragem (MELLO & SILVA, 2007), pois as chuvas são mais frequentes e a produção de massa de forragem (MF) é pouco variável. Porém, o uso de aplicação de água ainda se torna interessante no intuito de incrementar a produção de forragem.

Devido à necessidade de incrementar a produção agrícola e pecuária, cresce o interesse do produtor na automatização da operação e manejo da irrigação, para a aplicação de água em quantidades necessárias e tempo correto, contribuindo para a manutenção da produção e utilização eficiente dos recursos hídricos (GUIRRA & SILVA, 2010).

Segundo Gerdes et al., (2005a), hoje são várias as alternativas de métodos de pastejo, nas quais procura-se sempre obter, economicamente, a máxima produção de forragem com a maior qualidade possível e com distribuição regular durante o ano todo. Portanto, as técnicas de irrigação devem ser consideradas como ferramenta essencial para a manutenção da produção em épocas de escassez de chuvas. Segundo Mendonça et al., (2007), em vários países, o uso da irrigação tem como principal objetivo solucionar o problema de estacionalidade de produção das pastagens, provocado pelo déficit hídrico associado a outros fatores climáticos.

Regiões brasileiras com condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo de espécies forrageiras de alto potencial produtivo, além das extensões territoriais, vêm despertando interesse na implantação de sistemas de produção à base de pasto, por ser uma das alternativas de alimentação mais econômicas existentes (MISTURA, et al., 2007). Por outro lado, a estacionalidade de produção de forragem, durante os períodos de estiagem, nas diferentes regiões do Sul do Brasil, tem se tornado uma das principais causas dos baixos desempenhos zootécnicos dos rebanhos criados em sistema de pastejo. Portanto, cultivares de verão e de inverno utilizados nessas regiões podem ser ainda mais produtivos, se otimizado o processo de adubação e irrigação.

Flaresso; Gross; Almeida (2001) observaram que o primeiro corte da aveia preta pode ser antecipado e com uma produção maior de matéria seca (MS), de acordo com a época de semeadura, sendo que a melhor época de semeadura indicada pelos autores é o mês de março e abril. Este aspecto pode estar relacionado às condições de precipitação e antecipação do final do ciclo vegetativo, em semeaduras tardias. Segundo Lopes et al., (2005), a falta de água impõe limitações sobre a taxa de expansão de folhas, o número de folhas por perfilho e o número de perfilhos, que representam o aumento na produção de forragem.

No intuito de contribuir com informações que auxiliem no aumento da produção das forragens hibernais no Sul do Brasil, foi conduzido este trabalho com os objetivos de avaliar a produção de matéria seca ($MS\ ha^{-1}$) e o teor de matéria seca (%MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) do cultivar aveia preta comum (*Avena strigosa* Schreb), em sistema irrigado, sob diferentes coeficientes de uniformidade de lâminas de água.

2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Paraná possui em torno de 55 mil hectares irrigados, sendo 10 mil são por aspersão, 20 mil superficial, 20 mil por pivô central e cinco mil por irrigação localizada. Isso corresponde a 4,8 % do total da região Sul do país e a 2,1 % do total da área irrigada no Brasil (MELLO & SILVA, 2007).

Para a utilização da irrigação é interessante observar a distribuição das chuvas na região. Segundo o INMET (2007, 2008, 2009, 2010) as chuvas dos meses de maio, junho,

julho, agosto, setembro e outubro abastecem substancialmente a cultura da aveia preta em termos de água, porém no mês de abril o histórico médio de 31 mm, está bem abaixo dos outros meses (gráfico 01).

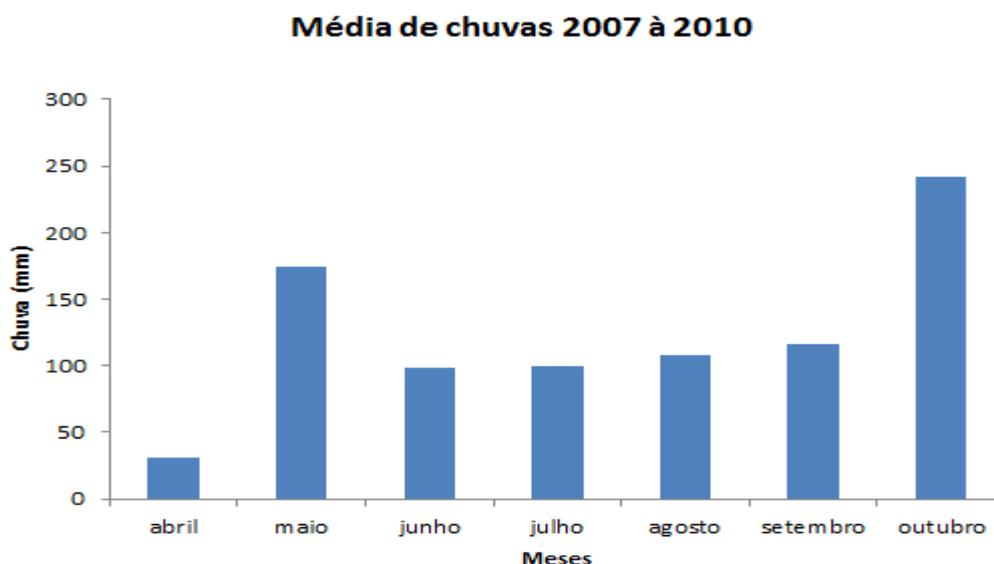


Gráfico 01: Média das chuvas dos meses de abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro, durante os anos de 2007 à 2010.

De acordo com as poucas chuvas no mês de abril, a irrigação se torna interessante na semeadura, com finalidade de aumentar percentagem de germinação e garantir a semeadura no momento ideal. Esse manejo não diminuirá o vazio forrageiro por completo, mas atuará de forma a manter uma produção de forragem maior, além de propiciar pastejos antecipados.

Porém, de acordo com o gráfico 02, é interessante observar que as chuvas não se distribuem uniformemente em cada mês, no decorrer dos anos, verificando que há necessidade de irrigar em alguns meses, na tentativa de fornecer capacidade de campo (CC) para a cultura instalada. Pode-se observar ainda que nos anos de 2007, 2008 e 2010 a média de chuvas nos meses foi menor que no ano de 2009. Ainda é interessante destacar que essa chuva durante os meses pode ter ocorrido durante poucos dias, ou ainda, com um intervalo de distribuição muito grande. Esse é um fator interessante para a utilização da irrigação, que aliada com a radiação solar e a temperatura podem incrementar a produção de forragem.

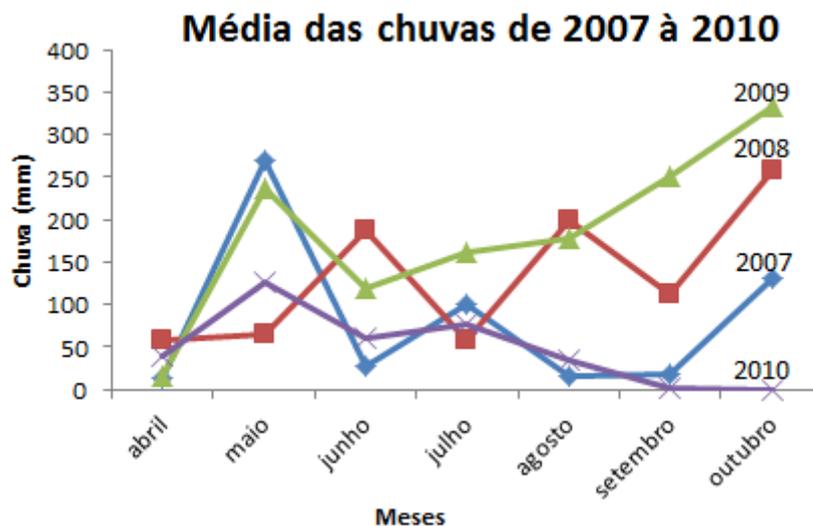


Gráfico 02: Variação observada na distribuição das chuvas nos meses de abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro de 2007, 2008, 2009 e 2010.

Avaliando a intensidade e distribuição das chuvas na região em que será instalada a irrigação, parte-se para a escolha do tipo de irrigação a ser utilizada. Sabe-se, portanto, que não há método de irrigação ideal para todas as situações e culturas, porém há métodos que se adaptam melhor às condições locais de topografia, de solo e de manejo da cultura a ser irrigada (DRUMOND & AGUIAR, 2005).

Para Mendonça & Rassini (2005) a implantação da irrigação deve levar em consideração as seguintes etapas:

- Levantamento de dados básicos: vazão e fonte disponível de água, tipo de solo, que influencia na infiltração e armazenamento de água e evapotranspiração máxima da cultura.
- Estimativa da demanda da lâmina d'água e da periodicidade de aplicação de água no terreno.
- Dimensionamento do sistema a ser utilizado, para atender a demanda e a periodicidade estimadas na primeira etapa.

A estimativa de demanda de água a ser aplicada pode ser feita com o auxílio de cálculos de balanço hídrico, no qual se calcula o déficit hídrico. O valor do déficit é a diferença entre a evapotranspiração e a água da chuva, em períodos regulares de tempo. Para efeito de irrigação, aconselha-se utilizar períodos semanais ou menores (MENDONÇA et al., 2007), o que mantém um nível de água no solo e conseqüentemente um maior desenvolvimento e rendimento da cultura implantada.

Dentre os fatores de maior relevância para o crescimento de espécies vegetais, podemos destacar a precipitação, a temperatura e a radiação solar, em que a ordem de

importância desses fatores varia de um local para outro e entre as estações do ano. A evapotranspiração (produto dos componentes de transpiração e evaporação) também é um importante fator em pastagem irrigada, pois estabelece o consumo de água e a lâmina de água a ser aplicada no sistema (ALENCAR et al., 2009).

Em se tratando de fatores que afetam a uniformidade de distribuição da água, estes podem ser classificados em climáticos e não-climáticos, sendo este relacionado aos equipamentos (pressão de operação do emissor, velocidade e alinhamento da linha lateral do equipamento, e altura do emissor) e aquele relacionado à evaporação, temperatura do ar, umidade relativa e condições locais do vento. A redução da altura do emissor em relação à cultura é uma técnica muito utilizada para reduzir as perdas por evaporação e deriva, porém provoca um decréscimo na uniformidade de distribuição da água. (HEINEMANN et al., 1997). Em se tratando de distâncias entre aspersores Rezende et al., (1998) verificaram que quanto maior a distância entre aspersores menor o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), acima e abaixo do solo.

O vento tem influencia na uniformidade de aplicação de lâmina de água, sendo que quanto maior a velocidade do vento, maior o arraste da gota d'água que será aspergida, diminuindo a uniformidade de distribuição de água e afetando a eficiência de aplicação. A pressão de serviço é outro fator que tem influência na uniformidade da lâmina de água. Um aspersor que funciona com o dobro de pressão de serviço fornecerá uma vazão 40% superior ao outro (ALENCAR et al., 2009).

Segundo Mendonça et al., (2007), em áreas que serão destinadas ao pastejo, é interessante irrigar toda a área uniformemente e com um tipo de equipamento que não dificulte o manejo e o deslocamento dos animais nos piquetes. Portanto, os sistemas de irrigação por aspersão são os mais adequados a essa função.

No objetivo de reduzir a estacionalidade da produção de forragem e aumentar a quantidade de massa forrageira durante o ano, a irrigação, mesmo nas épocas em que as condições climáticas são favoráveis, em que a temperatura e taxa de radiação solar favorecem o crescimento vegetativo, pode possibilitar acréscimos consideráveis de MS produzida em função de se contornar a escassez hídrica, causada pela má distribuição das chuvas, principalmente a causada pelos chamados veranicos (CARDOSO, 2001).

Além da irrigação, a semeadura de forrageiras hibernais em diferentes épocas pode ajudar a diminuir a estacionalidade e o vazio forrageiro no inverno. Observa-se que em Alto Itajaí-SC, o ciclo da aveia preta é precoce, sendo que a primeira utilização da pastagem leva em torno de 45 a 60 dias, em semeadura antecipada, realizada de março a abril. Destaca-se

também, que nessa época é maior o número de cortes, proporcionando um período mais prolongado de utilização da cultivar. Com relação épocas de semeadura mais tardias como maio e junho, observa-se um período mais longo, até o primeiro corte e um menor período de utilização, o que implica em um menor número de cortes e menor produção de massa de forragem (FLARESSO, GROOS, ALMEIDA, 2001).

Alencar et al., (2009) relataram, no sentido de se calcular a necessidade de água exigida pela planta, um coeficiente de cultura (K_c) prático, único e constante para pastagens, igual a 0,80, para estágio de desenvolvimento entre ciclos de pastejos. Já para Luz et al., (2008) utiliza-se um K_c para a aveia de acordo com o estágio de desenvolvimento, em que para o ciclo de 0-15 dias é de 0,5, de 15-35 dias é de 0,8 e de 35-60 dias é de 1,0.

Ferreira et al., (1991), avaliaram a evapotranspiração da cultura de aveia preta utilizando lisímetro e encontraram valores da ordem de 1mm dia^{-1} para a fase inicial do desenvolvimento (1 à 10 dias) e de 4mm dia^{-1} para a fase de pleno desenvolvimento vegetativo (51-60 dias), com produções de MS em torno de 4 t ha^{-1} . Já Bacchi et al., (1996) na região de São Carlos-SP, encontraram aos 40 dias após o plantio e entre 30 e 60 dias após o corte valores na ordem de 5 e 6 mm dia^{-1} . Em estágio de idade de 60 e 120 dias observa-se um consumo de aproximadamente 240 e 450 mm, respectivamente.

Em pastagens perenes tropicais Mistura et al., (2006) relatam que a irrigação contribui para elevar os teores de FDN e FDA em lâminas foliares de capim-elefante, não alterando os teores de proteína bruta e minerais da planta.

Em se tratando de taxa de lotação animal em tifton-85 irrigada, é observada uma taxa de lotação de 3,0 a $6,4\text{ UA ha}^{-1}$, enquanto na pastagem de tifton-85 manejada em sistema de sequeiro suporta uma taxa de lotação de 1,2 a $2,3\text{ UA ha}^{-1}$ no mesmo período, com disponibilidade de forragem na ordem de 7% do peso vivo (PV) (SENE et al., 2009). Portanto, ao aumentar a taxa de lotação consegue-se maximizar a produção por hectare, conseqüentemente o lucro, sendo esse o maior benefício do sistema de pastejo irrigado.

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em São Jorge D'Oeste, município localizado na região Sudoeste do estado do Paraná a 520 m de altitude com clima subtropical úmido mesotérmico

(Cfa) sem estação seca definida, com verão quente com temperaturas médias de 22°C e inverno frio com temperaturas médias inferiores a 17°C.

A semeadura da aveia preta foi realizada com semeadora de plantio direto, em 26 de abril, com uma densidade de semeadura de 80 kg ha⁻¹ de sementes fiscalizadas, adubação de base de 145 kg ha⁻¹ na fórmula 10-20-12 e adubação de cobertura de 75 kg ha⁻¹ de N, aplicado entre o segundo e terceiro cortes.

O conjunto de irrigação é composto por um motor de 12,5 cv acoplado a uma bomba de dois estágios, instaladas em um depósito com capacidade para 780 m³ de água. O cano de sucção possui um diâmetro de quatro polegadas, sendo que na saída da bomba está inserido um registro com função de manter a pressão de serviço ideal para o sistema. A linha principal é constituída por uma tubulação de três polegadas e as linhas laterais de duas polegadas, sendo que a linha principal possui registros para ramificação a cada 36 m, possuindo um comprimento total de 630 m. O equipamento lateral de irrigação será disposto em 30 m entre aspersores e 36 m entre linhas de aspersores.

Para o manejo da irrigação, será utilizado o método de evapotranspiração proposto por Priestley & Taylor (1972), que é uma simplificação da equação proposta por Penman (1948). A equação utilizada determina a evapotranspiração da cultura, que avalia as perdas de água evaporada pelo solo e transpirada pela cultura, o que ajuda na determinação do tempo de irrigação, que atua mantendo uma capacidade de campo (CC) ideal. Para realizar os cálculos serão utilizados os dados de radiação solar diária, fluxo total diário de calor no solo e temperatura do ar, obtidos através da estação automática de Dois Vizinhos, estação localizada próxima à área do experimento. A equação de Priestley & Taylor (1972) é baseada na radiação solar, expressa como: $E_{to} = \frac{1,26W(Rn - G)}{2,45}$, em que: E_{to} é evapotranspiração de referência, Rn representa a radiação líquida total diária (MJm⁻²d⁻¹), G representa o fluxo total diário de calor no solo (MJm⁻²d⁻¹) e W é igual ao fator de ponderação depende da temperatura e do coeficiente psicrométrico, sendo calculado pela seguinte equação: $W = 0,483 + 0,01T$.

O cálculo do fluxo total diário de calor no solo (G) é calculado pela equação proposta por Wright & Jensen (1972) em função da temperatura do ar $G = 0,38(T_d - T_{-3d})$, sendo: T_d igual à temperatura média do ar do dia, e T_{-3d} representa a temperatura média do ar nos três dias anteriores.

Para as medidas de uniformidade de aplicação de água no terreno serão dispostos 121 coletores com diâmetro igual a 10 cm a três metros de distância entre si, fixadas em estacas a um metro altura do solo ao longo da área experimental irrigada. O método escolhido para

calcular a uniformidade é o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) (1942), sendo expresso pela equação: $CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^N |L_i - L_m|}{N L_m}\right) 100$, onde CUC é o coeficiente de uniformidade, N é o número de coletores, L_i é a lâmina coletada no ponto “i”, em mm e L_m é a lâmina média de todas as observações, em mm (CHRISTIANSEN, 1942).

Os dados de radiação solar diária, fluxo total diário de calor no solo e temperatura do ar, foram observados diariamente e digitalizados. Os dados de precipitação foram mensurados na área experimental, através de pluviômetro. Em planilha eletrônica foram calculadas as necessidades de aplicação de água e tempo de irrigação do sistema.

A aplicação de nitrogênio (N) na pastagem foi realizada na fase de entre cortes, totalizando 75 kg ha⁻¹. A coleta de forragem para as mensurações foram realizadas com intervalo de 27 dias, sendo utilizado um quadrado de 0,25 m² e uma tesoura de poda para fazer o corte. As amostras coletadas foram pesadas e posteriormente levadas a estufa a 55° C para uma pré-secagem, após esta é levada à uma estufa a temperatura de 105° C para a determinação da matéria seca (MS), assim por diferença de peso entre a massa verde (MV) em relação a MS, se obtém o teor de MS. Após a determinação de MS, as amostras foram levadas ao laboratório de bromatologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Câmpus Dois Vizinhos, para mensuração do teor de FDN e FDA pelo método de Van Soest (1965), MM pelo método descrito pela AOAC (1984) e MO, calculada por diferença entre a MS e a MM.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado e os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA bifatorial) com nível de significância $\alpha = 0,05$.

As variáveis produção de MS, teor de FDN, teor de FDA e teor de MS foram analisadas utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + I_i + C_j + IC_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

em que, Y_{ijk} representa a k-ésima repetição, submetida a j-ésima uniformidade de irrigação no i-ésimo corte, k variando de 1 a 4; μ é a média geral; I_i se refere à uniformidade de irrigação, com $i = 1$ para o nível não irrigado (0%), $i = 2$ para o nível de irrigação suplementar 33% de uniformidade, $i = 3$ para nível de irrigação suplementar 66% de uniformidade e com $i = 4$ para nível de irrigação suplementar 100% de uniformidade; C_j corresponde aos sucessivos cortes, em que $j = 1, 2, 3$ e 4 representam: o primeiro, segundo, o terceiro e o quarto cortes, respectivamente; IC_{ij} é o efeito da interação entre uniformidade de irrigação e

cortes e ε_{ijk} indica o erro aleatório associado a cada observação, com distribuição supostamente normal e independente NID $(0, \sigma^2_j)$.

As médias foram comparadas pelo teste de tukey com nível de significância $\alpha = 0,05$.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A produção total de matéria seca (MS) encontrada na área com 0% de uniformidade (sem irrigação) foi de 4.154 kg MS ha⁻¹, já a média na área irrigada (33, 66 e 100% de uniformidade) foi de 5.378 kg MS ha⁻¹, representando uma diferença média de produção de 1.224 kg MS ha⁻¹ (22,75% a mais de produção) do sistema irrigado para o não irrigado.

Essas produções foram superiores às encontradas por diversos autores, assim como o número de cortes. Luz et al., (2008), na região de Pirassununga-SP, encontrou em área não irrigada, com dois cortes, uma produção de 1.447 kg MS ha⁻¹ e de 3.589 kg MS ha⁻¹ em área irrigada, com adição de diferentes doses de N. Moreira et al., (2007), mensuraram produções de MS, em aveia preta irrigada de 3.650 e 4.260 kg MS ha⁻¹ em dois pastejos, na região de Jaboticabal – SP. Já Flaresso, Gross, Almeida, (2001) observaram uma produção média de 2.243 kg MS ha⁻¹, com quatro cortes e com semeadura realizada no mês de abril, na região de Alto Itajaí-SC.

A melhor produção de MS é obtida com um coeficiente de uniformidade da lâmina de água aplicada de 66% (tabela 01) e, não diferindo estatisticamente do coeficiente de uniformidade da lâmina de água aplicada de 100%, porém difere estatisticamente do coeficiente de uniformidade da lâmina de água aplicada de 33% e 0%. Ao se avaliar a produção de MS nos cortes, observou-se que no coeficiente de uniformidade 0% a produção do segundo corte diferiu estatisticamente dos demais. Na avaliação do coeficiente de uniformidade 33% e 66%, observou-se que não houve diferença entre os cortes. Já no coeficiente de uniformidade 100% a produção do segundo corte diferiu estatisticamente dos demais.

Tabela 01: Produção de MS nos cortes da aveia preta nos diferentes coeficientes de uniformidade de aplicação de água.

Corte	Uniformidade da lâmina de água aplicada (%)				Média
	0	33	66	100	
1º - 09/06/11	1.103bA	1.061bA	1.535aA	1.418abA	1.279
2º - 06/07/11	652aB	1.040aA	1.069aA	986aB	937
3º - 05/08/11	1.265aA	1.588aA	1.643aA	1.906aA	1.600
4º - 31/08/11	1.133aA	1.181aA	1.436aA	1.265aA	1.253
Média	1.038	1.217	1.420	1.393	1.267

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey.

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey.

O valor superior de produção nos coeficientes de uniformidade 66 e 100%, durante o primeiro corte, podem estar relacionados à maior incidência de irrigação neste período, sendo que a precipitação foi de 101 mm e a irrigação de 70,7 mm. No segundo e terceiro cortes a precipitação foi maior, permitindo a redução do volume de irrigação suplementar nesse período (gráfico 03). A temperatura (gráfico 04) e a radiação solar (gráfico 05) permaneceram altas no primeiro corte, quando comparadas ao restante do inverno, as quais atuam aumentando a necessidade de água da planta, devido a evapotranspiração.

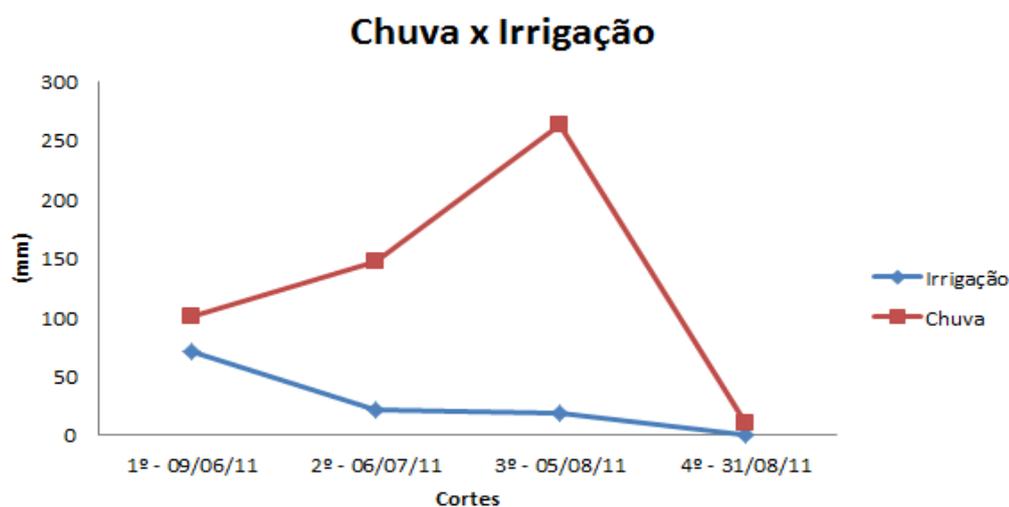


Gráfico 03: Comparação entre a precipitação e irrigação ocorridas nos períodos dos cortes.

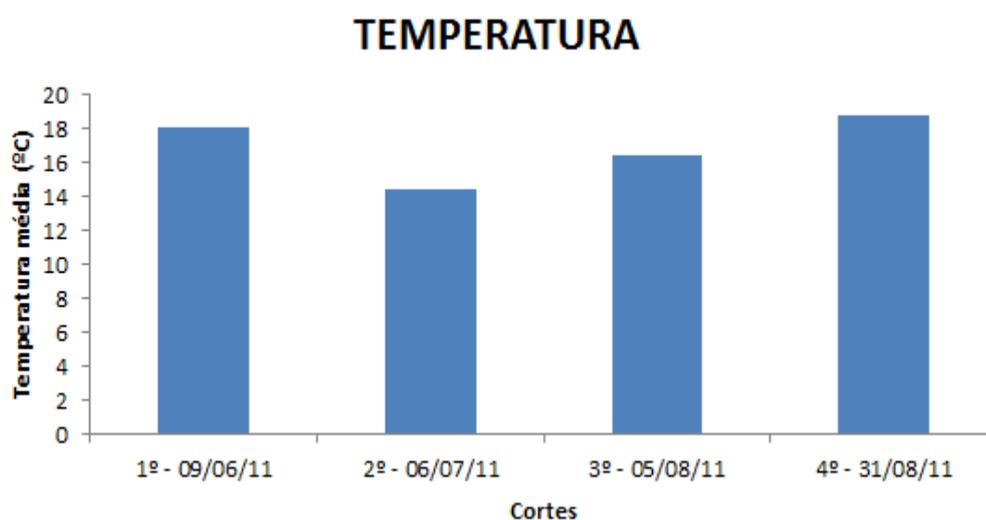


Gráfico 04: Média da temperatura (°C) durante os cortes.

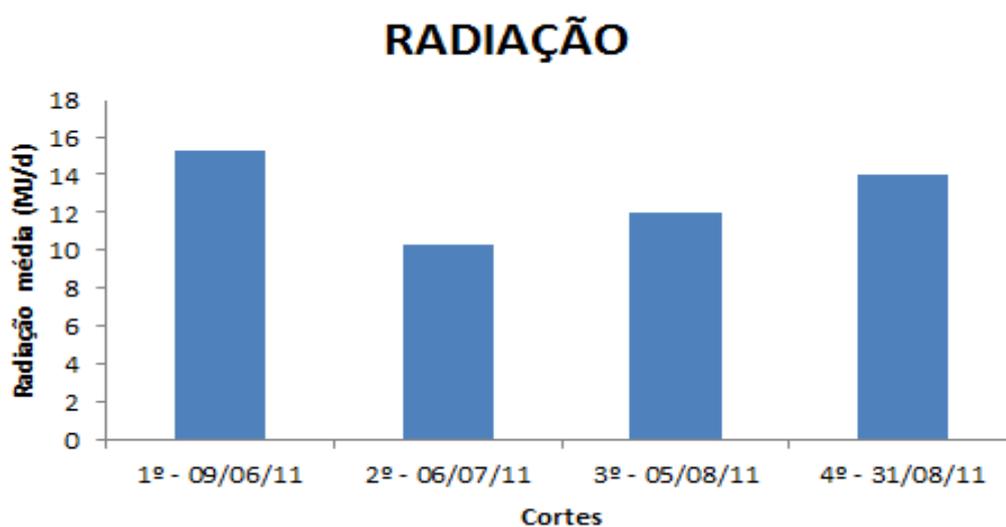


Gráfico 05: Média da radiação solar (MJ d^{-1}) durante os cortes.

A ETo (gráfico 06) também foi maior neste período, pois a mesma é calculada em função dos fatores precipitação, radiação e temperatura. Aumentos na radiação e temperatura e decréscimo na precipitação provocam uma maior evapotranspiração, aumentando a necessidade de irrigação suplementar.

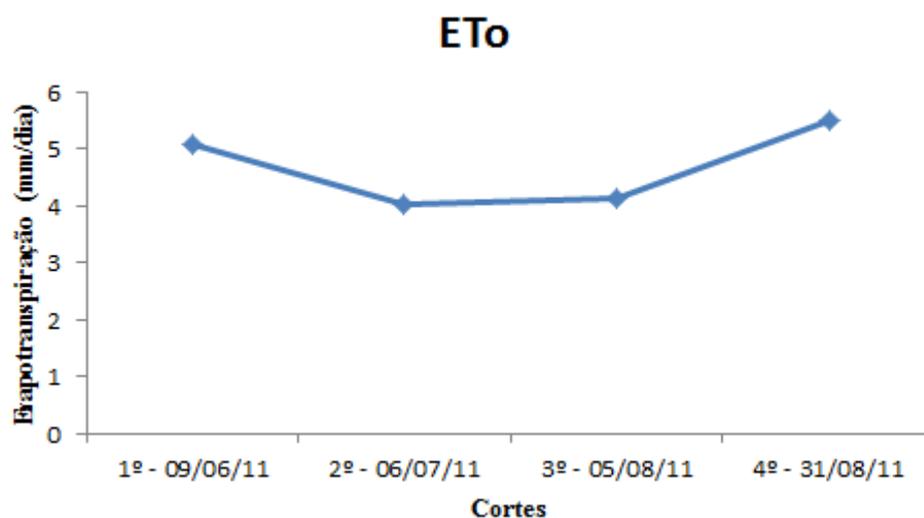


Gráfico 06: Valores da evapotranspiração de referência calculada no decorrer dos cortes.

O teor de MS encontrado por Luz et al., (2008) testando aveia preta com e sem irrigação, com crescentes doses de nitrogênio (N) em dois cortes, na região de Pirassununga-SP, observaram que em sistema irrigado um teor de MS médio de 18,65%. Na aveia preta sem irrigação observou-se um teor de MS médio 24,75%.

Valores obtidos por Luz et al., (2008) para teores de MS, não corroboram com os encontrados neste trabalho, sendo que no primeiro corte da aveia preta observou-se que o nível de irrigação 0% obteve o maior teor de MS, em relação ao nível 66%, porém não diferiu dos níveis 33 e 100%, o que não aconteceu nos demais cortes avaliando os diferentes coeficientes de uniformidade de irrigação suplementar (tabela 02).

A variação dos teores de MS entre os cortes variaram de forma decrescente até o terceiro corte, e tornou a aumentar novamente no quarto corte, sendo que o primeiro corte não diferiu estaticamente do quarto corte em todos os coeficientes de uniformidade de irrigação suplementar. No coeficiente de uniformidade de irrigação suplementar 33%, o segundo corte não diferiu estatisticamente do terceiro corte, já nos demais coeficientes de uniformidade de irrigação suplementar diferiu (tabela 02).

Tabela 02: Teor de MS (%) nos cortes da aveia preta sob os diferentes coeficientes de uniformidade de aplicação de água.

Corte	Uniformidade da lâmina de água aplicada (%)				Média
	0	33	66	100	
1° - 09/06/11	19,84 aA	18,02 abA	15,97 bA	16,52 abA	17,59
2° - 06/07/11	12,44 aB	12,18 aB	13,04 aB	12,74 aB	12,60
3° - 05/08/11	10,12 aC	9,66 aB	9,07 aC	9,40 aC	9,56
4° - 31/08/11	17,98 aA	17,47 aA	17,32 aA	15,94 aA	17,18
Média	15,10	14,34	13,85	13,66	14,24

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey. Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey.

Os valores médios encontrados para o teor de FDA na pastagem de aveia preta para o primeiro e segundo corte foram de 25%, e de 40 e 41% para o terceiro e quarto corte, respectivamente. Em relação aos coeficientes de uniformidade 33, 66 e 100%, foram encontrados valores de 33% de FDA, porém em sistema não irrigado o teor de FDA encontrado foi de 32% (tabela 03).

Tabela 03: FDA nos cortes da aveia preta sob os diferentes coeficientes de uniformidade de aplicação de água.

Corte	Uniformidade da lâmina de água aplicada (%)				Média
	0	33	66	100	
1° - 09/06/11	24,64 aB	24,60 aB	25,14 aB	25,75 aB	25,03
2° - 06/07/11	23,33 bB	26,49 aB	25,62 aB	25,40 aB	25,21
3° - 05/08/11	38,27 aA	41,45 aA	41,16 aA	39,60 aA	40,12
4° - 31/08/11	42,34 aA	40,53 aA	38,83 aA	40,62 aA	40,58
Média	32,15	33,27	32,69	32,84	32,74

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey. Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey.

Moreira et al., (2005) obtiveram valores de 27,8% de FDA para aveia preta. Gerdes et al., (2005b), obtiveram teores de 28,4% em aveia irrigada. Moreira et al., (2007) mensuraram valores de 28 % de FDA, representando valores médios inferiores aos encontrados neste trabalho.

Ao se comparar os teores de FDA encontrados nos diferentes coeficientes de uniformidade (tabela 03), observou que não há diferença entre si, com exceção do coeficiente de uniformidade 0%, no segundo corte. Testando os teores de FDA nos diferentes cortes

observou-se que no primeiro e segundo cortes os teores de FDA foram menores, diferindo significativamente do terceiro e quarto cortes, os quais foram maiores.

Gerdes et al., (2005b), em trabalho realizado na região de Nova Odessa – SP, mensuraram teores os de FDN 56,5, 60,2 e 65,8%, no primeiro, segundo e terceiro pastejo, respectivamente. Enquanto que, Moreira et al., (2007) mensuraram teores médios de FDN em aveia preta irrigada de 52,18% e 51,76% em dois períodos de pastejo. Os valores de FDN encontrados por Moreira et al., (2007), se encontram próximos aos encontrados neste trabalho, já os encontrados por Gerdes et al., (2005b), são maiores.

Os teores médios de FDN (tabela 04) foram 38, 42, 59 e 66% para o primeiro, segundo, terceiro e quarto corte, respectivamente. Isso era esperado, já que no decorrer do desenvolvimento da planta e ao aumento no número de cortes, os tecidos de sustentação (celulose, hemicelulose e lignina) aumentam sua proporção. Diferente de autores como Mistura et al., (2006) e Lopes et al., (2005), que afirmam o aumento dos teores de FDN em pastagens tropicais irrigadas, os teores de FDN da pastagem hibernal, não variam com a aplicação dos diferentes coeficientes de uniformidade de água suplementar. Isso é interessante, pois não há interferência da irrigação na qualidade da pastagem, mas sim na produção de MS ha⁻¹.

Tabela 04: FDN nos cortes da aveia preta sob os diferentes coeficientes de uniformidade de aplicação de água.

Corte	Uniformidade da lâmina de água aplicada (%)				Média
	0	33	66	100	
1° - 09/06/11	37,09 aC	36,45 aD	39,33 aC	38,14 aC	37,76
2° - 06/07/11	39,71 aC	43,19 aC	43,32 aC	41,61 aC	41,96
3° - 05/08/11	57,72 aB	59,03 aB	60,61 aB	59,16 aB	59,14
4° - 31/08/11	65,96 aA	67,06 aA	66,12 aA	65,18 aA	66,09
Média	50,13	51,44	52,35	51,03	51,24

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey.

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey.

Os teores de MM (tabela 05) obtidos não variaram, sendo que, poderia haver uma possível relação com uma menor absorção de minerais no sistema irrigado, do que no não irrigado, pois a taxa de crescimento é maior, assim havendo uma exigência mineral maior por parte da planta, porém não ocorreu nenhuma mudança, devido o solo estar, possivelmente, bem nutrido. Os teores de MO (tabela 05) foram obtidos por diferença entre a MS e a MM e, também não apresentaram mudanças.

Tabela 05: Valores de MM e MO nos diferentes coeficientes de uniformidade de aplicação e nos progressivos cortes da aveia preta.

		Matéria Mineral	Matéria Orgânica
Corte	1° - 09/06/11	11,52	88,48
	2° - 06/07/11	11,42	88,58
	3° - 05/08/11	13,56	86,44
	4° - 31/08/11	11,62	88,38
Média		12,03	87,97

Uniformidade de lâmina de água aplicada (%)	0	12,40	87,60
	33	12,00	88,00
	66	11,88	88,12
	100	11,85	88,15
Média		12,03	87,97

Devemos levar em consideração que, não é somente a água da irrigação que aumenta a produção das forragens, mas também a radiação solar e a temperatura, que aumentam o metabolismo e o crescimento da planta, sendo que estes fatores variam em ordem de importância de região para região.

Ainda são poucos os estudos em irrigação de forrageiras hibernais, portando é necessário a realização de novos estudos na área, e que comprovem ou não, se o uso da irrigação é viável em condições de boas precipitações, temperatura e radiação solar.

5.0 CONCLUSÃO

A produção de MS ha⁻¹ aumentou 1.224 kg ha⁻¹ na média geral no sistema irrigado em comparação com a área sem irrigação, isso representa 22,75% a mais de produção de MS ha⁻¹.

Os teores de FDN, FDA, MS, MM e MO não sofreram variação com a utilização da irrigação. Isto é interessante, visto que ao aumentar a produção de MS ha⁻¹, sem alterar a qualidade bromatológica da planta, poderemos aumentar a produção animal por hectare.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, Carlos Augusto Brasileiro de; CUNHA, Fernando França da; MARTINS, Carlos Eugênio. et al. Irrigação de pastagem: Atualidade e recomendações para uso e manejo. **R. Bras. Zootec.**, v.38, p.98-108, 2009 (supl. especial).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. Washington D.C., ed.14, p.1141, 1984.

BACCHI, O.O.S.; GODOY, R.; FANTE JUNIOR, L. et al. Balanço hídrico em cultura de aveia forrageira de inverno na região de São Carlos-SP. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.53, n.1, 1996.

CARDOSO, Gláucun César. Alguns fatores práticos da irrigação de pastagens. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 2. **Anais...** 2001, p.243-260.

CHRISTIANSEN, E.J. Irrigation by sprinkling. **Berkeley: University of California, (Bulletin,670)**, p.142, 1942.

INMET. **Dados pluviométricos de 2007**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/dspDadosCodigo.php?QTg0Mw==>>. Acesso em: 07 de maio de 2011.

INMET. **Dados pluviométricos de 2008**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/dspDadosCodigo.php?QTg0Mw==>>. Acesso em: 07 de maio de 2011.

INMET. **Dados pluviométricos de 2009**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/dspDadosCodigo.php?QTg0Mw==>>. Acesso em: 07 de maio de 2011.

INMET. **Dados pluviométricos de 2010**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/dspDadosCodigo.php?QTg0Mw==>>. Acesso em: 07 de maio de 2011.

DRUMOND, L. C. D.; AGUIAR, A. P. A. **Irrigação de pastagem**. In: Uberaba: L. C. D. Drumond (Ed.) p. 210, 2005.

FERREIRA, E.J.; BERNARDO, S.; SEDIYAMA, G.C. et al. Evapotranspiration (ETc) and crop coefficient (kc) of irrigated black oats (*Avena strigosa*, Schreb). **Revista Ceres**, v.38, n.215, p.25-35, 1991.

FLARESSO, Jefferson Araújo; GROSS, Celomar Daison; ALMEIDA, Edison Xavier de. Época e Densidade de Semeadura de Aveia Preta (*Avena strigosa* Schreb.) e Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6S, p.1969-1974, 2001.

GERDES, Luciana; MATTOS, Herbert Barbosa de; WERNER, Joaquim Carlos et al. Características do Dossel Forrageiro e Acúmulo de Forragem em Pastagem Irrigada de Capim-Aruana Exclusivo ou Sobre-Semeado com uma Mistura de Espécies Forrageiras de Inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1088-1097, 2005a.

GERDES, Luciana; MATTOS, Herbert Barbosa de; WERNER, Joaquim et al. Composição Química e Digestibilidade da Massa de Forragem em Pastagem Irrigada de Capim-Aruana Exclusivo ou Sobre-Semeado com Mistura de Aveia Preta e Azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1098-1108, 2005b.

GUIRRA, Ana Paula P.M.; SILVA, Elcides Rodrigues da. **Automação em Sistemas de Irrigação**. Faculdades Associadas de Uberaba, Comunicado Técnico 08, Uberaba, MG, 2010.

HEINEMANN, Alexandre Bryan; FRIZZONE, José Antônio; PINTO, José Maria et al. **Influência da altura do emissor na uniformidade de distribuição da água de um sistema pivô central**. Disponível em: <[webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/.../\\$FILE/pab273_96.doc](http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/.../$FILE/pab273_96.doc)>. Acesso em 29 de maio de 2011.

LOPES, Rogério dos Santos; FONSECA, Dilermando Miranda da; OLIVEIRA, Rubens Alves de. et al. Efeito da Irrigação e Adubação na Disponibilidade e Composição Bromatológica da Massa Seca de Lâminas Foliaves de Capim-Elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.20-29, 2005.

LUZ, Pedro Henrique de Cerqueira; HERLING, Valdo Rodrigues; BRAGA, Gustavo José. et al. Resposta da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) à por aspersão e adubação nitrogenada. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.30, n.3, p.421-426, 2008.

MELLO, Jorge Luiz Pimenta; SILVA, Leonardo Duarte Batista da. **Irrigação**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia do Departamento de Engenharia, Apostila, 2007.

MENDONÇA, Fernando Campos; CAMARGO, Artur Chinelato de; STIVARI, Adalberte. et al. **Dimensionamento de sistemas de irrigação para pastagens em propriedades de agricultura familiar**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 10, EMBRAPA de São Carlos, SP, 2007.

MENDONÇA, C.F.; RASSINI, J.B. **Curso teórico-prático de manejo e projetos de irrigação em pastagens**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, Apostila, p.59, 2005.

MISTURA, Cláudio; FAGUNDES, Jailson Lara; FONSECA, Dilermando Miranda da. et al. Disponibilidade e qualidade do capim-elefante com e sem irrigação adubado com nitrogênio e potássio na estação seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.2, p.372-379, 2006.

MISTURA, Cláudio; FONSECA, Dilermando Miranda da; MOREIRA, Luciano de Melo. et al. Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição químico-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira de capim-elefante sob pastejo. *Revista brasileira de zootecnia*, v.36, n.6, p.1707-1714, 2007.

MOREIRA, Andréia Luciane; RUGGIERI, Ana Cláudia; REIS, Ricardo Andrade. et al. Avaliação da aveia preta e de genótipos de aveia amarela para produção de forragem. *Ars Veterinaria*, Jaboticabal, SP, Vol. 21, Suplemento, 175-182, 2005.

MOREIRA, Andréia Luciane; REIS, Ricardo Andrade; RUGGIERI, Ana Cláudia. et al. Avaliação de forrageiras de inverno irrigadas sob pastejo. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, n.6, p.1838-1844, 2007.

PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil, and grass. **Proceedings of the Royal Society**, v.193, p.120-146, 1948.

PRIESTLEY, C.H.B.; TAYLOR, R.J.. On the assessment of surface heat flux and evaporation, using large scale parameters. **Monthly Weather Review**, v.100, n.2, p.81-92, 1972.

REZENDE, Roberto; FRIZZONE, José Antonio; GONÇALVES, Antônio Carlos Andrade. et al. Influência do espaçamento entre aspersores na uniformidade de distribuição de água acima e abaixo da superfície do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.257-261, 1998.

SENE, G.A.; JAYME, D.G.; BARRETO, A.C. et al. Taxa de lotação em pastagem de tifton 85 sob manejo de irrigação e sequeiro no período da seca. In: Seminário Iniciação Científica – IFTM, 2. **Anais...2009**, Campus Uberaba, MG.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal Animal Science**, v.24, n.3, p.834-843, 1965.

WRIGHT, J.L.; JENSEN, M.E.. Peach water requirements of crops in southern Idaho. **Journal Irrigation and Drainage Division, ASCE**, p.96-193, 1972.