

IRRIGAÇÃO DE PASTAGENS

Adilson de Paula Almeida Aguiar ¹

Áthila Martins da Silva²

1. INTRODUÇÃO

A irrigação é uma tecnologia que vem sendo utilizada pelo homem desde 2.000 anos A C, pelos egípcios, às margens do rio Nilo (VIEIRA, 1995). No Brasil existe desde o século XVIII, mas teve a sua maior expansão a partir da década de sessenta do século XX em culturas agrícolas.

Na literatura podemos encontrar dados sobre a irrigação de pastagens em diferentes regiões do mundo. Existem dados na literatura sobre o entusiasmo dos produtores australianos pela irrigação de pastagens desde 1.900. Na Alemanha, desde a década de quarenta (KLAPP, 1971); na Nova Zelândia também já é uma prática antiga, principalmente nas regiões mais áridas. Na Austrália, no ano de 1965 era irrigado 1,21 milhão de hectares de pastagens e culturas para a produção de alimentos para os rebanhos de corte e leite explorados intensivamente (MYERS, 1973). Existem dados do uso da irrigação de pastagens nos Estados Unidos, na África do Sul, em Cuba, na Colômbia, na Venezuela e na Argentina.

¹Professor de Pastagens e plantas forrageiras I e Zootecnia III (Bovinocultura de corte e leite) da Faculdade de Agronomia e Zootecnia de Uberaba (FAZU), e de Agrostologia do curso de Medicina Veterinária da Universidade de Uberaba (UNIUBE) e consultor.

²Zootecnista e Especialista em Manejo da Pastagem pela FAZU; aluno do curso de Agronomia da FAZU e consultor.

Em todos estes países, técnicos, especialistas e produtores, inicialmente, usaram esta tecnologia na tentativa de solucionar o problema da estacionalidade de produção das pastagens, que é determinada pelo déficit dos fatores climáticos, temperatura, luminosidade e água. A irrigação da pastagem poderia reduzir custos de produção e tempo de trabalho para alimentar o rebanho quando comparada com outras alternativas de suplementação no outono-inverno, tais como as silagens e os fenos que demandam máquinas para o preparo, armazenagem e fornecimento. Ainda, segundo DOVRAT (1993), maior retorno líquido na produção animal quando comparado a sistemas que precisam usar forragens cortadas e grãos; usar menor área para a produção animal; usar água de baixa qualidade, proporcionar boa cobertura de solo em áreas com solos facilmente erodidos e em áreas com declive acentuado; prolongar o período de pastejo durante a estação seca;

E no Brasil? Os primeiros dados sobre o uso desta tecnologia em pastagens em nosso meio são das décadas de sessenta e setenta e são desanimadores.

ROLIM (1994) citou que em trabalhos realizados entre 1966 e 1978, os pesquisadores obtiveram um aumento de produção que variou entre 20 e 70% nas áreas irrigadas, em relação às áreas não irrigadas, durante um período de 150 dias, nas estações de outono-inverno da região do Brasil Central. E concluiu que estes aumentos não foram suficientes para o equilíbrio das produções de verão e inverno.

CORSI (1978) só conseguiu 1,50 cabeça/ha com adubação e irrigação, enquanto no verão foi possível obter 4 a 7,50 cabeças/ha apenas com manejo e adubação, mostrando que a irrigação no verão era mais vantajosa.

Ghelfi Filho (1972), citado por ROLIM (1994), em Piracicaba, obteve produções de 18,85 t, 18,44 t, 18,17 t de MS/ha.verão e 5,95 t, 6,03 t e 5,73 t de MS/ha.inverno, dando uma relação inverno/verão de 31%, 33% e 31%.

Com estes dados os pesquisadores ficaram desanimados já que era impossível equilibrar a produção da pastagem entre as estações de primavera-verão com as do outono-inverno, e, assim, solucionar o problema da estacionalidade de produção. Então, por que de meados da década de noventa, em diante, o uso de irrigação de pastagens começou a chamar a atenção de produtores e técnicos? Por que os produtores de leite e carne estão obtendo altas produtividades por área e por animal em pastagens irrigadas? Inicialmente, os agricultores desanimados com os ganhos com a agricultura irrigada, começaram a procurar uma alternativa melhor na produção de carne e leite em pastagens

irrigadas, mas atualmente também têm sido comum altos investimentos na aquisição de equipamentos novos para irrigação de pastagens. Alternativas de sistemas de irrigação têm sido desenvolvidos; a procura por informações sobre a resposta da pastagem e dos animais a esta tecnologia tem sido constante; as revistas especializadas têm trazido matérias de capa sobre o assunto com grande freqüência. Todo este quadro está fazendo com que instituições de ensino e pesquisa de renome desenvolvam trabalhos de pesquisa sobre o uso desta tecnologia, apesar de no passado já ter sido concluído que é inviável irrigar as pastagens no outono-inverno, pois não se conseguiria corrigir o problema da estacionalidade de produção. Entretanto, na atualidade, os produtores não estão mais preocupados somente em resolver o problema da estacionalidade de produção das pastagens, pois eles sabem que a irrigação da pastagem pode ser uma alternativa para a produção intensiva de carne e leite em pequenas áreas; em regiões semi-áridas e agrestes; para reduzir custos de produção e reduzir a mão-de-obra.

Pelo lado da pesquisa também têm aparecido resultados mais animadores que os dados do passado, com os pesquisadores demonstrando uma maior preocupação com o uso da irrigação como um componente dos sistemas intensivos de produção e o seu impacto não só na produção de inverno, mas também na produção anual total, na redução de custos e em comparação com outros sistemas de produção.

O objetivo deste trabalho é justamente o de fazer uma análise da situação atual do conhecimento do assunto (o estado da arte), sua potencialidade e seus principais problemas.

2. OS TRABALHOS DE PESQUISA DA DECADA DE NOVENTA

Nos dados dos trabalhos desenvolvidos entre 1966 e 1978 existem alguns pontos em comum, pois todos eles avaliaram a resposta da pastagem à irrigação no outono-inverno comparando a produção de forragem nestas estações com a produção total do ano. Desse modo, se chegou a respostas muito baixas. Entretanto, se considerarmos a produção da pastagem no outono-inverno, com a produção da primavera-verão, os números mudam. ALVIM et al., (1986) irrigou 11 espécies de forrageiras e conseguiu produção de inverno de 30,50% da produção anual, com produções de 5,6 t MS/ha e 18,33 t MS/ha.ano, respectivamente, mas, dividindo a produção de MS do inverno pela MS produzida no verão, e não no ano, teremos 5,6 t MS/ha e 12,734 t MS/ha, respectivamente, o que dará uma relação de 44%.

ALVIM et al., (1996) avaliando “Coast-Cross” irrigado na seca com 30 a 35 mm a cada 15 dias, sem adubação com N conseguiram no inverno 28% da produção da primavera-verão. Com irrigação + adubação com N (250 Kg; 500 Kg e 750 Kg de N/ha.ano) conseguiram de 38 a 43%.

BENEDETTI et al (2000) desenvolveram um trabalho em condições de cerrado em Uberlândia, com a cultivar Tanzânia submetida a diferentes intervalos de cortes, adubada com 1.300 Kg/ha/ano de 20-05-20 e irrigada durante o inverno e obtiveram os seguintes resultados da Tabela 1.

TABELA 1. Resultados de produção média de capim Tanzânia na primavera (sem irrigação) e no inverno (com irrigação) cortado 30 dias após o corte de nivelamento a 30 cm de altura

Variável	Primavera	Inverno
MS (%)	15,90	21,93
MSV/ha (t)	5,11	2,92
Taxa de acúmulo diário (kg MS/ha/dia)	170,00	97,00

Fonte: Adaptado de BENEDETTI et al. (2000)

Destes dados podemos concluir que o acúmulo de forragem no inverno correspondeu a 57% do acúmulo de forragem da primavera. Em termos de proporção ainda se podia concluir, como nos trabalhos do passado, que a prática da irrigação ainda não seria suficiente para equilibrar a produção de forragem entre as estações do ano. Mas se transformamos os dados da taxa de acúmulo diária de forragem em taxa de lotação com aproveitamento de 90% em pastejo e consumo de 12 Kg de MS/UA/dia veremos que seria possível ter quase 13 UA/ha na primavera e 7,27 UA/ha no inverno. Se a pastagem não fosse irrigada se esperaria taxas de lotação no inverno da ordem de 10 a 20% da alcançada na primavera, ou seja, entre 1,30 e 2,60 UA/ha. O restante teria que ser suplementado com outros volumosos.

Outro aspecto que chama a atenção nos trabalhos de pesquisa sobre irrigação de pastagem realizados no Brasil nas décadas de sessenta e setenta é o fato de que a maioria foi realizada em canteiros com corte mecânico da forragem; com longos intervalos

entre cortes (mais de 60 dias e alguns já no ponto de florescimento) e com baixos a médios níveis de adubação .

VILELA e ALVIM (1996) irrigaram o capim “Coast-Cross” somente durante a seca com 25 a 30 mm, a cada 15 dias, e conseguiram lotações de 5,9 e 3,0 vacas/ha, nos períodos de verão e inverno, respectivamente, dando uma relação inverno/verão de 51%. As vacas recebiam 3,00 Kg de concentrado/dia. Com o fornecimento de 6,00 Kg de concentrado/vaca/dia, as lotações foram de 6,40 e 3,7 vacas/ha, nos períodos de verão e inverno, respectivamente, dando uma relação de 57%. A área por vaca variou entre 50 m²/vaca no período chuvoso e 100 m²/vaca na seca. As vacas eram de produção de 4.500 Kg a 7.000 Kg de leite/lactação. O período de ocupação era de 1,0 dia; o período de descanso de 32 dias, entre maio e agosto, e, 26 dias, de setembro a abril. As adubações foram com 360 Kg de N; 80 Kg de P₂O₅ e 280 Kg de K₂O/ha.ano, parcelados em 10 vezes ao longo do ano.

Os pesquisadores que obtiveram sucesso com a irrigação de pastagens em outros países de clima tropical parecem ter influenciado os pesquisadores brasileiros a voltarem a dar uma atenção especial a esta tecnologia.

VILELA e ALVIM (1996) citaram alguns trabalhos sobre irrigação de pastagens em outros países. Na Austrália, se obteve com vacas holandesas produzindo 7 Kg de leite/dia, lotações de 3,70 e 7,50 vacas/ha, na seca e nas chuvas, respectivamente, em pastagens de Grama Estrela e de capim Rhodes irrigadas, dando uma relação inverno/verão de 49,30%. Citaram Martinez (1981), em Cuba, com 3,60 vacas/ha, produção de 4.125 Kg leite/vaca em 305 dias e produção de 14.800 Kg leite/ha.ano, em pastos de “Coast-Cross” adubados e irrigados. Eles também citaram, Jerez (1980) com 5,0 vacas/ha e 17.000 Kg leite/ha/ano em Estrela Roxa. Realmente, os dados dos pesquisadores cubanos eram animadores.

RODRIGUEZ (1996), em Cuba, alcançou produção no inverno de 10 litros de leite/vaca/dia apenas com pasto adubado (350 Kg de N/ha.ano) e irrigado, com 3,50 vacas/ha em capim “Coast-Cross”, com oferta de forragem de 35 Kg de MS/vaca. Com capim Estrela Roxa, adubado e irrigado, alcançou 5,0 vacas/ha, com oferta de 15 a 20 Kg de MS/vaca.dia. Os períodos de descanso eram de até 18 dias quando o crescimento era rápido e os períodos de ocupação nunca eram acima de 5,0 dias.

DOVRAT (1993) apresentou dados até mais promissores vindos da Austrália. No estado de Queensland, parte tropical da Austrália, trabalhos com vacas leiteiras sem receberem suplementação concentrada, em pastagens irrigadas por irrigação de

superfície, em pastejo rotacionado com capim pangola, produziram em torno de 8 Kg/dia de leite e a produção/ha/ano foi de 19.851 Kg. Fornecendo 3,6 litros de melaço/vaca/dia, a produção/ha/ano foi de 25.164 Kg de leite. Com o fornecimento de 1,8 Kg de sorgo/vaca/dia e em pastagem de azevém anual manejada em faixas, a produção/vaca foi a mesma e a produção/há/ano foi de 20.890 Kg.

Um aspecto que chama a atenção nestes trabalhos realizados em outros países é que não é comum encontrar dados de irrigação de pastagens para bovinos de corte, o que contraria a realidade atual no Brasil diante da grande adoção da irrigação de pastagens pelos pecuaristas brasileiros de gado de corte, sendo que os dados disponíveis são de campo.

Alguns dados de trabalhos com gado de corte vêm também da Austrália, mas principalmente dos Estados Unidos. DOVRAT (1993), citou alguns trabalhos realizados nos estados de North Dakota, da Califórnia e do Oregon, na década de setenta, e tomei a liberdade de fazer um resumo das informações e obtive que em média a lotação em UA foi de 5 UA/ha, variando de 2,4 a 8 UA/ha; os ganhos diários foram em média 0,74 Kg, com uma variação desprezível, sem nenhuma suplementação. A produção média de peso vivo foi de 898 Kg/ha para períodos de 98 (460 Kg/ha) a 200 dias (1.155 Kg/ha). Na Austrália, em um trabalho da década de oitenta, animais com mais de um ano de idade, pastejando azevém anual com uma mistura de leguminosas, em pastejo rotacionado, ganharam em média 0,71 Kg/dia e a produção em peso vivo foi de 615 Kg/ha para um período de 109 dias.

Nas nossas condições, CORSI e MARTHA JUNIOR (1998) citaram que em uma fazenda de gado de corte em Penápolis, SP, com cv o Tanzânia, foi alcançado 3,50 UA/ha no inverno, lotação que representou 50% da obtida no verão.

Aguiar (dados não publicados) mediu o acúmulo de forragem de uma pastagem de capim Braquiarião adubada e irrigada por um ano em condições de campo na Fazenda Santa Ofélia, localizada no município de Selviria, MS e valores obtidos estão na Tabela 2.

Tabela 2. Acumulo de matéria seca (kg/ha) mensal, estacional e anual em uma pastagem de capim Braquiarião adubada e irrigada.

Mês	Acumulo mensal (kg MS/ha)	% da produção anual	Taxa de lotação (UA/ha)
Outubro	1.390,0	6,3	3,18
Novembro	1.570,0	7,2	4,49
Dezembro	1.920,0	8,8	5,71
Primavera	4.880,0	22,3	4,46 (media)
Janeiro	2.260,0	10,3	7,76
Fevereiro	2.680,0	12,3	10,40
Março	2.700,0	12,4	10,36
Verão	7.640,0	35,00	9,51 (media)
Abril	3.400,0	15,6	7,31
Maio	2.000,0	9,2	4,64
Junho	930,0	4,2	6,52
Outono	6.330,0	29,0	6,15 (media)
Julho	1.100,0	5,0	3,38
Agosto	620,0	2,8	3,67
Setembro	1.200,0	5,5	4,13
Inverno	2.920,0	13,3	3,70 (media)
Total	21.770,0	100	5,95

FONTE: Agropecuária Hugo Arantes (2001)

Observa-se que a participação da forragem acumulada na estação de inverno foi 38% da acumulada na estação de verão e se considerarmos o ano dividido em dois períodos, outono/inverno e primavera/verão a forragem acumulada nas estações de outono e inverno correspondeu a 74% daquela acumulada nas estações de primavera/verão e 42% da forragem acumulada em um ano. A taxa de lotação no período de outono/inverno variou de 7,31 a 3,38 UA/ha, respectivamente.

Destes números podemos concluir que parece ser possível conseguir no inverno manter a metade da lotação que a pastagem suporta na primavera-verão. Isto representa uma capacidade de suporte de no mínimo duas a até cinco vezes mais alta que em sistemas intensivos de produção que aproveitam mais de 60% da forragem disponível na pastagem na primavera-verão, e, no inverno, tem que suplementar de 70% a 90% do rebanho com cana, silagens e fenos, pois a pastagem só produz entre 10 a 25% da produção de forragem anual.

Outro ponto em comum nos trabalhos do passado é que todos eles foram desenvolvidos em locais entre os paralelos 18^o e 23^o de latitude sul, em Viçosa, Piracicaba e no Triângulo Mineiro. Não aparecem dados de trabalhos sobre o uso de irrigação de pastagens em regiões com temperaturas e luminosidade mais altas, que

estão localizadas mais ao norte, como em Goiás, Mato Grosso, norte de Minas, e, no Nordeste, onde, as condições para a resposta da pastagem à irrigação são melhores, devido à menor limitação de fatores climáticos. Acredita-se que nestas regiões seja possível obter taxas de lotação no inverno correspondentes a mais de 70% das lotações do verão e dados levantados em fazendas nestas regiões têm confirmado esta expectativa.

Outra pergunta que pode ser feita é de quanto de aumento só a irrigação pode trazer na produção anual. Na literatura revista, encontramos valores que variam entre 18% a até 200%, sendo que a maioria se situa em torno dos 30%.

Um bom manejo de irrigação significa fornecer a quantidade certa de água no momento certo. Muita água e dinheiro são perdidos por irrigação incorreta. A perda de minerais por lixiviação é alta e os danos causados à planta são severos. Nós precisamos manejar o solo e a pastagem eficientemente para assegurar a máxima produção por mm de água aplicada. A decisão de quando e o quanto irrigar só pode ser tomada com base no conhecimento da inter-relação do solo, da planta e do clima.

2.1 - A RELAÇÃO SOLO-PLANTA-ÁGUA-CLIMA NO ECOSISTEMA DE PASTAGENS

Em um projeto de irrigação devemos buscar aumento de produção; economia de trabalho e de água; redução da perda de nutrientes; evitar a deterioração do solo (BERNADO, 1995), e, por isso devemos conhecer a relação entre os fatores de produção.

2.1.1 - O fator clima

Segundo ROLIM (1994), as limitações para o crescimento de plantas no mundo se distribuem da seguinte forma: em 36% da terra o crescimento é limitado pela temperatura; em 31% da terra é limitado por déficit hídrico; em 24% é limitado por ambos; em 9% não sofre influência de temperatura e déficit hídrico.

a) A temperatura ambiente

Observa-se na Tabela 3 que a temperatura crítica para o crescimento de forrageiras tropicais está por volta de 15 ° C, quando a fotossíntese relativa é de apenas

20%. Abaixo desta temperatura não há fotossíntese líquida, e, portanto, não há crescimento da pastagem.

TABELA 3. A influência da temperatura sobre a fotossíntese líquida de pastos tropicais e temperados.

	Pasto tropical		Pasto temperado
Temperatura ° C	Fotossíntese líquida relativa	Temperatura ° C	Fotossíntese líquida relativa
35	1,00	32	1,00
28	0,80	22,50	0,80
24	0,60	21	0,60
20	0,40	19	0,40
15	0,20	17	0,20
	0,00		0,00

Fonte: ROLIM (1994)

Em um trabalho realizado por GOMIDE (1966), quando a uma temperatura constante de 10 °C, o capim pangola só produziu 21% da produção alcançada quando a temperatura foi de 30 °C. Já plantas temperadas apresentam fotossíntese ótima a 20 ° C e reduz muito entre 10 e 5 ° C. KLAPP (1971), na Alemanha, recomendou que a irrigação deveria ser feita somente quando a temperatura passasse de 16 ° C. RODRIGUES e RODRIGUES (1987) citaram temperaturas ótimas para fotossíntese como sendo de 20-25 ° C para as plantas C₃ (gramíneas temperadas e leguminosas em geral) e 30-35 ° C para as C₄ (gramíneas tropicais). As leguminosas tropicais são mais sensíveis às baixas temperaturas que as gramíneas (ROLIM, 1994).

RODRIGUEZ et al., (1993) citaram como temperaturas mínimas para espécies tropicais e temperadas como sendo de 15 e 5 ° C, respectivamente. Ainda citaram que as temperaturas máximas toleradas são entre 35-50 ° C para as tropicais e 30-35 ° C para as temperadas.

Via de regra as gramíneas tropicais suportam temperaturas mais altas do que as leguminosas tropicais. Mas as gramíneas tropicais são também menos sensíveis às baixas temperaturas que as leguminosas tropicais. Em gramíneas tropicais foi constatado que a temperatura ótima para o crescimento da folha era maior do que para o crescimento

do caule. O perfilhamento em gramíneas tropicais foi menos reduzido por esfriamento do que o crescimento dos afilhos, e, a diferenciação foliar foi menos reduzida pelo frio do que a expansão foliar. Plantas adultas são menos sensíveis ao frio que plântulas jovens, mas são mais sensíveis às geadas.

As espécies tropicais são menos resistentes ao frio devido à pequena capacidade de aclimação quando expostas a comprimentos do dia e a temperaturas progressivamente decrescentes. A baixa capacidade de aclimação em gramíneas tropicais pode ser devida à sua incapacidade de produzir novas folhas em baixas temperaturas. O potencial de produção mais elevado das espécies C_4 em baixa latitude é praticamente eliminado entre 40 e 50 ° de latitude.

b) A luz

RODRIGUEZ e RODRIGUEZ (1987) citaram que a redução na disponibilidade de luz provocou diminuição na produção de MS de forragem, na produção de raízes e rizomas e no teor de CHO de reserva na planta. Em *Cynodon dactylon* cv Coastal a produção de MS em t/ha foi de 15,50 para 100% de disponibilidade de luz; 14,10 para 64% de luz (queda de 10%); 10,60 para 42,80% de luz (queda de 46%) e 8,10 para 28,80% de luz (queda de 48%). Nas regiões tropicais é provável que o efeito da variação na luminosidade sobre a produção das pastagens tropicais seja em torno de 10% pois não é comum disponibilidade de luz abaixo de 64%.

c) A Água

As plantas C_4 “gastam” entre 250 a 350 g de H_2O por g de MS produzida (em média 300 g), enquanto que plantas C_3 gastam 550 a 750 (em média 650 g), PEDREIRA et al., 1998. Isto significa que, para cada 1,0 t de MS produzida, as gramíneas tropicais (plantas C_4) exigem entre 25 a 35 mm de água, enquanto que as gramíneas de clima temperado e as leguminosas em geral (plantas C_3) exigem entre 55 e 75 mm de água/t de MS.

O menor gasto de água das plantas C_4 se deve aos seguintes fatores: sua evolução está associada às condições de restrição hídrica e, por isso, faz uso mais eficiente da água transpirada e maior resistência estomática à perda de água (PEDREIRA et al., 1998).

O efeito prejudicial do estresse hídrico sobre as plantas forrageiras é manifestado pela redução no peso da MS; no retardamento no alongamento do caule e na emergência das panículas. Já o número de perfilhos não foi muito sensível à deficiência hídrica. A diminuição do crescimento celular é a resposta mais sensível da planta ao estresse hídrico, pois o crescimento da célula é quantitativamente relacionado à sua turgescência, a qual decresce com qualquer diminuição do potencial hídrico da célula induzida pela desidratação. O número de folhas novas diminui sob deficiência hídrica. Após a colheita, os carboidratos não-estruturais, foi, em média, 2,0 vezes maior, nas plantas sob regime de umidade no solo quando comparado com o regime seco. Sob regime de cortes a cada 7,0 dias, na condição de solo seco, o nível de carboidratos de reserva foi 59% menor que sob regime de cortes a cada 21 dias. Sob condição de umidade, o nível de CHO de reserva foi 62% maior sob regime de cortes a cada 21 dias. O número médio de folhas novas expandidas foi 2,50 e 3,80 vezes maior, na condição de umidade do solo, em relação ao regime seco. A taxa média de crescimento foi 42% maior sob condição de umidade com plantas de *Andropogon*, *Buffel Gayndah* e *Biloela*, e, para *B. humidícola*, cortadas a cada 56 dias. A produção de MS da rebrota destas forrageiras aos 46 dias foi 2 vezes maior sob regime de umidade no tratamento que não se irrigou após o corte. No tratamento que se irrigou logo após o corte, a produção da rebrota foi 38% maior no tratamento seco antes do corte, mostrando uma resposta compensatória das plantas (RODRIGUES et al., 1993).

No trabalho de PAEZ et al., (1995), na Venezuela, ficou demonstrado a influência do estresse hídrico sobre varias características de crescimento de *Panicum maximum* cv. Guiné. Houve uma grande redução na massa de folhas ativas, principalmente para plantas cortadas mais altas (40 e 60 cm de altura) do que aquelas cortadas a 20 cm; a biomassa de colmos também reduziu e, da mesma maneira, foi maior nas plantas cortadas mais alto; houve redução da biomassa foliar em todas as freqüências de cortes avaliadas, tendo sido maior nos cortes a cada 60 dias; já a biomassa de colmos foi menor aos 45 dias, mas houve redução em todas as freqüências. Após os períodos de estresse as plantas eram molhadas e se observou um aumento linear na biomassa de folhas ativas que se comparou a biomassa em plantas não estressadas, nos cortes a 20 e 40 cm de altura e uma menor recuperação naquelas plantas cortadas a 60 cm. A recuperação da biomassa de colmos seguiu a mesma tendência observada para a biomassa de folhas ativas. Plantas cortadas na menor altura, de 20 cm, se recuperaram melhor que plantas cortadas a 40 e 60 cm. Plantas cortadas com maior freqüência recuperaram mais rápido

que aquelas plantas cortadas numa menor frequência, principalmente na frequência de 60 dias.

CORSI e NASCIMENTO JUNIOR (1989) escreveram: “até plantas que crescem em solos na capacidade de campo podem desenvolver déficit hídrico quando as condições ambientes são favoráveis a elevada evapotranspiração. Nestas condições, o nível de água no solo só tem a finalidade de estabelecer os limites de recuperação da planta durante a noite”.

A água (vapor) escapa através dos estômatos, das folhas para a atmosfera e estabelece-se um gradiente de potencial hídrico entre os espaços intercelulares e as células do mesófilo foliar, provocando a saída de água dos mesófilos para o espaço intercelular. As células do mesófilo recebem água de outros tecidos da planta que apresentam potencial hídrico mais elevado, e, em seqüência, os tecidos e células vão comunicando a diminuição do potencial hídrico até chegar ao solo – a planta absorverá água se o seu potencial hídrico for menor que o do solo. O potencial hídrico é a força que regula a absorção e a perda de água das plantas.

Noventa e oito por cento da água que a planta retira do solo é transferida para a atmosfera (VIEIRA, 1995).

Lâmina d' água

Para que a lamina d'água seja determinada com precisão devemos levantar os seguintes dados: Capacidade de Campo, Ponto de Murcha Permanente, densidade, textura e profundidade do solo; profundidade efetiva do sistema radicular; espécie forrageira e seu coeficiente de cultura.

A seguir temos uma relação de uma coleta de dados sobre as lâminas d'água que têm sido usadas em pastagens em diferentes regiões.

Na região Sudeste: em Coronel Pacheco, MG, 2 mm/dia no inverno (30 mm a cada 15 dias), em pastagens de “coast-cross”; Governador Valadares, MG, turnos de rega a cada 15/20 dias, com 3 mm/dia, em pastagens diversas; em fazendas no norte de Minas, com 3 mm/dia, com turnos de rega a cada 3 dias. Na região Centro-Oeste, em fazendas no Mato Grosso, com 5 a 6 mm; ao norte do Estado de Goiás, com 5 a 7 mm. No Nordeste, na Bahia, com 7 mm/dia.

Na Tabela 4 estão os dados sobre a necessidade hídrica líquida de algumas culturas usadas para a produção de forragem e de pastagem, de acordo com as condições climáticas de cada região.

TABELA 4. Necessidade hídrica líquida máxima (ET_p máxima), em mm/dia segundo a cultura e tipo de clima da região.

Cultura	Frio	Moderado	Quente	Semi-árido	árido
Alfafa	5,10	6,40	7,60	8,90	10,20
Milho	5,10	6,40	7,60	8,90	10,20
Pastagem	4,60	5,60	6,60	7,60	8,90

Fonte: GOMES (1997)

MYERS (1973) citou que para regiões semi-áridas da Austrália era possível ter altas respostas com a irrigação se fossem feitos turnos de rega a cada 7 dias com aplicação de 51 a 76 mm de lâmina d'água, o que resulta em lâminas diárias de 7, 2 a 10,8 mm.

Na Tabela 5 temos alguns dados da tolerância ao déficit hídrico de diferentes culturas usadas na alimentação animal.

TABELA 5 - Déficit tolerável para diversos tipos de cultura

Cultura	Déficit Y (%)
Alfafa	60
Cana-de-açúcar	15
Milho	40
Pastos	35

Fonte: GOMES (1997)

GHELFHI FILHO (1972), em Piracicaba, não encontrou diferença na produção quando irrigou sempre que o solo atingia 75, 50 e 25% da capacidade de campo. As produções foram de 18,85 t, 18,44 t, 18,17 t de MS/ha no verão, e 5,95 t, 6,03 t e 5,73 t de MS/ha no inverno. A média dos tratamentos irrigados foi superior à testemunha em apenas 4,70 t de MS/ha.ano. Em outro trabalho realizado por GHELFHI FILHO (1976), nas estações de inverno e verão, com capim colômbio, quando a irrigação foi feita num nível que correspondia a 80% da evaporação do tanque classe A, a produção só sofreu

uma queda de 7% em relação a 100% e com 60% da evaporação do Tanque Classe A, a queda foi de 11%.

KLAPP (1971) citou que a falta de água faz se sentir no campo quando a Capacidade de Campo atinge 30% e que a completa satisfação da CC não parecia ser viável economicamente. Em torno de 50% da CC seria mais que suficiente.

Em um trabalho realizado em Cuba (Estação de Matanzas), foram testados turnos de rega a cada uma; a cada duas e a cada três semanas com a mesma lâmina diária, que foi de 2,57 mm/dia e não foi encontrada diferença significativa entre estas freqüências de irrigação, mas foram superiores em quase 80% em relação à produção da testemunha que não recebeu a irrigação. A adubação consistiu nos doses de 160 Kg/ha de N, 50 Kg/ha de P_2O_5 e 75 Kg/ha de K_2O (PÉREZ, 1986).

Coeficiente de cultura (Kc)

Ainda não se encontra definido em uma tabela que oriente o Kc que deveria ser usado para as diferentes espécies de plantas forrageiras tropicais, para as nossas condições e nas diferentes fases da rebrota da planta como podemos ver na Tabela 6 o Kc para diferentes plantas forrageiras na Austrália.

Tabela 6. Uso de água pela cultura em relação ao nível de evaporação do tanque classe A, para diferentes plantas e estágios de crescimento, expresso pelo fator de colheita.

Tipo de cultura e estágio de crescimento	Fator de colheita (Kc)
Alfafa com 20 cm de altura	0,40
Alfafa com 60 cm de altura	1,00
Milho em estágio jovem	0,40
Milho no crescimento máximo	1,20
Azevém perene após o pastejo	0,40
Azevém perene no crescimento máximo	0,70
Aveia no crescimento máximo	0,70
Aveia após o pastejo	0,40

Os dados disponíveis em nosso meio são escassos e para poucas espécies. Em condições tropicais temos um trabalho realizado na Colômbia (1.000 mm/ano; temperatura média de 23 °C) com cultivares de *Pennisetum purpureum*, no qual foram avaliados Kc variando de 0,5; 0,8 e 1,1 em relação à evaporação do Tanque Classe A e níveis de N de 50, 100 e 150 Kg. O autor concluiu que poderia ser recomendado o uso de 100 Kg de N/ha e Kc de 0,80 (ARARAT, 1990).

Em um trabalho realizado na ESALQ, Piracicaba LOURENÇO et al., (2001) levantaram que o Kc do capim Tanzânia variou de 0,50 a 0,98 e 0,45 a 0,93 para os métodos de Penman Monteith e do tanque Classe A, respectivamente para valores médios de 7 dias e de 1,4 e 1,5 para valores diários no verão e concluíram que o uso racional da irrigação em pastagens rotacionadas implica em uma lamina de irrigação diferenciada de acordo com o IAF da forrageira. Estes mesmos autores citaram valores de Kc para Alfafa variando entre 0,5 a 1,25 (ETPM) e 0,3 a 1,3 (EPTTCA). Esta variação no consumo de água pela planta se dá pelo fato de logo após o pastejo, a área foliar ser pequena, significando menor transpiração, e, portanto, menor exigência de água. Próximo ao pastejo ocorre o contrário. Se mantivermos a mesma lâmina de água, haverá excesso no início e déficit no final (Corsi, citado por PITOMBO, 1998).

XAVIER et al., (2001) sugeriram um manejo de irrigação no qual o pivô é dividido em 4 quadrantes distintos para aplicar diferentes laminas como forma de racionalizar o uso da água.

Profundidade de irrigação (h) para algumas culturas forrageiras

Segundo VIEIRA (1995), as profundidades de irrigação são as seguintes: alfafa – 60 cm; cana de açúcar – 50 cm; milho – 40 cm; pastagem – 30 cm

HERRERA (1996) citou um resultado de que 70-75% das raízes das forrageiras das áreas irrigadas se encontraram a até 30 cm de profundidade, enquanto que nas áreas não irrigadas era de apenas 50-53% nesta profundidade. A profundidade máxima alcançada pelas raízes foi de 210 cm nas áreas não irrigadas contra 120 cm nas irrigadas.

Até 75% da água é absorvida com 50% da profundidade do sistema radicular e isso se dá o nome de “profundidade efetiva”.

Perdas de água do solo

As perdas de água das chuvas ou de irrigação podem ocorrer das seguintes formas: uma pequena parte se perde da evaporação direta das folhas; uma pequena parte se perde por escoamento superficial em pastagem bem manejadas com boa cobertura do solo. KLAPP citou perdas de apenas 8,40 a 77 mm em 7 anos, para índices pluviométricos de 470 a 1.160 mm.

As maiores perdas são por infiltração – solos argilosos 30%; solos argilo-arenosos 38% e solos arenosos 59%.

2.1-2 - Os nutrientes

ROLIM (1994) citou que Werner (1970) só conseguiu aumento de 21% na produção total aplicando 100 Kg de N/ha no inverno sem irrigar, conseguindo apenas 9,60 Kg de MS/Kg de N, o que é muito pouco se considerarmos que as plantas forrageiras tropicais produzem entre 40 e 70 Kg de MS/ Kg de N (CORSI e NUSSIO, 1992), demonstrando que somente a adubação na falta de água não é viável.

Em um trabalho realizado na Colômbia, no tratamento sem irrigação e sem N a produção de forragem alcançou 38 t de MV/há, enquanto que no tratamento com N e irrigação a produção foi 70 t MV/há, ou seja, um aumento de 84%.

A fertirrigação

A fertirrigação é a dissolução de fertilizantes solúveis em água e a aplicação da solução produzida através do sistema de irrigação. O uso da fertirrigação reduz os custos de aplicação de fertilizantes de 50 a 87% devido a economia de mão-de-obra, maquinário e equipamentos; reduz a compactação do solo já que ocorre uma redução muito grande na passagem de máquinas pela área; os adubos são aplicados de forma mais uniforme, principalmente os micronutrientes, que são aplicados em pequenas quantidades, o que impossibilita a regulação das máquinas convencionais encontradas no mercado (VALE et al., 1995). A principal desvantagem é a corrosão dos equipamentos de irrigação pelos fertilizantes, mas já existem, no mercado, os fertilizantes líquidos, que apresentam na sua composição, inibidores de corrosão.

Os fertilizantes utilizados na fertirrigação devem apresentar as seguintes características: alta solubilidade para não entupir os emissores e evitar a sua precipitação no interior dos tanques de mistura; não ser corrosivo; serem puros, sem contaminantes que possam obstruir os emissores. Os fertilizantes mais utilizados na fertirrigação são os seguintes:

- a) Fontes de N: Uréia (tem todas as boas condições para a fertirrigação e por isso é a mais utilizada), nitrato de amônio, nitrato de cálcio, nitrato de potássio e misturas com outros fertilizantes;
- b) Fontes de P: É pouco utilizado por esta via para agricultura convencional mas pode ser utilizado para pastagens porque os resultados são bons. A fonte mais utilizada é o ácido fosfórico, seguido pelo MAP e pelo DAP. Os superfosfatos não podem ser utilizados;
- c) Fontes de K: pode ser utilizado o KCl, o sulfato e o nitrato de potássio;
- d) Fontes de micronutrientes: utilizar os quelatos pois os óxidos e os sais de micronutrientes causam entupimento do sistema.

HERRERA (1996) numa comparação entre adubação com irrigação por fertirrigação conseguiu nas áreas fertirrigadas uma economia de N da ordem de 10 a 50%, quando comparado ao tratamento cujo N foi aplicado no solo.

Ter um sistema de irrigação e não aproveitar as vantagens da fertirrigação é um contra senso, pois, o aumento no custo da irrigação da pastagem, poderá ser compensado pela redução nos custos com adubação, devido ao melhor aproveitamento dos fertilizantes e da redução nos custos de aplicação.

MENEZES et al., (2001) avaliaram o efeito de diferentes épocas de aplicação do fertilizante nitrogenado em relação a desfolha, sobre a produtividade do capim Tanzânia irrigado. Os tratamentos consideraram o parcelamento do sulfato de amônio na dose de 45 kg/N/ha em diferentes datas: 100% da dose no dia 0 (imediatamente após a desfolha; T1), no dia 7 (T2) ou no dia 14 (T3) após a desfolha; 50% da dose de N no dia 0 e o restante nos dia 7 (T4) ou 14 (T5); 50% da dose de N no dia 7 e 50% no dia 14 (T6) e um terço da dose N nos dias 0, 7 e 14 (T7). Os autores concluíram que nos diferentes períodos avaliados e época de aplicação de fertilizantes em relação ao tempo após a desfolha, não resultou em diferença na produção de MS, apresentando resultados totalmente diferentes dos obtidos por Vicente-Chandler et al., 1995 e Corsi (1984) que deram suporte a recomendação da aplicação do N logo após o pastejo. MENEZES et al., (2001) concluíram que estes resultados contraditórios se devem às condições diferentes dos experimentos: Nos trabalhos de Vicente-Chandler et al., 1995 e Corsi (1984) a planta foi cortada rente ao solo e no experimento de MENEZES et al., o corte foi acima de 30 cm; o experimento de Vicente-Chandler et al., for em uma pastagem que não era irrigada e o de Corsi fora em casa de vegetação.

2.1.3 - A inter-relação entre os fatores água-temperatura-nutrientes

RODRIGUES e RODRIGUES (1987) citaram que o ecossistema de pastagem, na natureza, é basicamente regulado por três processos interagentes: assimilação e alocação de carbono, assimilação e alocação de nitrogênio e evapotranspiração. Em um trabalho, quando o N foi adicionado no sistema houve um pequeno aumento na produção de forragem. A adição de água dobrou a produção em vários anos de estudo. Porém, a adição conjunta de água e N aumentou a produção de MS em cerca de 5 a 8,0 vezes em relação ao tratamento controle.

TOSI (1973) citou que Ladeira et al., (1966) estudaram o efeito da irrigação e da adubação na produção de capins Gordura, Sempre-Verde e Pangola no período de 10 de maio a 7,0 de outubro e conseguiram: um aumento de 26% em relação à testemunha

quando só irrigou; um aumento de 32% em relação à testemunha quando só adubou (com 20 Kg de N/ha); um aumento de 65% quando irrigou e adubou.

Em um trabalho de PEREIRA et al (1966), em duas diferentes regiões do estado de Minas, só a adubação aumentou a produção em 56% em relação à testemunha; só com irrigação o aumento foi de 62 e 72% e com adubação e irrigação, os aumentos foram de 209 e 176%.

KLAPP (1971) citou um trabalho onde no tratamento com aplicação de N (520 Kg/ha) a produção de forragem aumentou 120% mas o consumo de água só elevou 8-11% em relação à testemunha, demonstrando que o N traz uma economia no uso da água.

SOARES et al., concluíram que houve uma interação significativa entre nível de N e teor de umidade sobre a taxa de fotossíntese, o número de perfilhos/planta, o número de folhas/perfilho e a altura das plantas de *Paspalum urvillei*. O número de perfilhos/planta foi a variável mais afetada pela interação água:nitrogênio, dobrando o número de perfilhos no maior nível de N em alto nível de umidade em relação ao baixo nível de umidade e de nitrogênio.

2.2 - Irrigação na produção de volumosos suplementares

Na Argentina se tem alcançado produções de 80 a 85 t/ha de forragem de milho para silagem. Nas áreas de sequeiro apenas 28 t/ha.

Na região de Governador Valadares, Carlos Brasileiro alcançou 300 t/ha/ano de cana (RENTERO, 1998).

Em uma fazenda no Norte de Minas foi alcançado 90 t/ha de silagem de sorgo em áreas irrigadas.

2.3 - Tipos de irrigadores que estão sendo usados na pastagem

a) Pivô central:

É um sistema de movimentação circular, auto-propelido a energia hidráulica ou elétrica com capacidade para irrigar entre 25 a 200 ha. No Brasil estão fabricando unidades com raio de 650 m e área útil irrigada até 120 ha/unidade. Hoje já tem para 250 ha.

Vantagens em relação à aspersão convencional, segundo BERNARDO (1995). A principal é a economia de mão-de-obra para efetuar a irrigação; economia de tubulações, quando se usa água subterrânea, pois não precisa de linha principal; mantém mesmo alinhamento e mesma velocidade de movimentação, em todas as irrigações; após completar uma irrigação, o sistema estará no ponto inicial para a outra irrigação; boa uniformidade de aplicação quando bem dimensionado. Como desvantagens foram citadas as seguintes: é muito difícil mudá-lo de área, para poder aumentar a área irrigada, por unidade de equipamento; perde 20% da área, aproximadamente (com um raio de 400 m irriga de 50 a 54 ha de cada 64 ha); tem uma alta intensidade de aplicação, na extremidade do pivô, variando entre 40 e 140 mm/h; por causa da alta intensidade de aplicação, na extremidade do pivô, precisa-se tomar cuidado com o escoamento superficial.

Este tipo irrigação tem sido mais usado em sistemas para gado de corte do que nos sistemas de gado de leite. Na Tabela 7 têm um exemplo do capital médio investido levantado a partir de 12 projetos de campo localizados nos Estados da Bahia, São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul e Mato Grosso em sistemas de pastagens irrigadas com pivô central.

TABELA 7. Investimentos em uma área 100 ha irrigados com pivô central

Item de investimento	Valor total (R\$)	Valor/ha (R\$)
Equipamento de irrigação	260.000,00	2.600,00
Implantação da pastagem	42.250,00	422,50
Implantação das cercas	17.783,00	177,83
Bebedouros e saleiros	7.000,00	70,00
Rede de água	25.000,00	250,00
Total	465.033,00	4.650,33

Fonte: AGUIAR e DRUMOND (2001), site da VALMONT.

Indexadores em abril de 2001: @ do boi gordo = R\$ 42,0; US\$ = R\$ 2,0; Salário mínimo = R\$ 180,0

Usando estes valores foi elaborada a Tabela 8 para levantar os custos fixos do sistema irrigado por pivô central.

Tabela 8. Levantamento dos custos fixos para uma área de 100 ha irrigados com pivô central

Item de investimento	Valor (R\$)	Vida útil	Custo Fixo /ano (R\$)	Custo Fixo/ha/ano (R\$)	Custo Fixo/ha/ano (R\$) com juros
Equipamento *	260.000,0	10	23.400,0	234,0	254,4 (8,75%)
Implantação do pasto	42.250,0	30	1.408,3	14,0	15,68 (12%)
Implantação das cercas *	17.783,0	10	1.600,0	16,0	17,92 (12%)
Saleiros/bebedouros	7.000,0	10	700,0	7,0	7,84 (12%)
Curral, casas, galpão *	113.000,0	20	5.085,0	50,8	57,0 (12%)
Rede de água	25.000,0	30	833,0	8,3	9,3 (12%)
Total	465.033		33.026,3	330,1	362,0

O trabalho de Renato Weigand, citado por PITOMBO (1999) nos fornece dados interessantes sobre o uso da irrigação com pivô central em três regiões do Brasil. A seguir algumas conclusões do seu trabalho. Segundo ele, a irrigação exige um investimento fixo alto, sendo necessário trabalhar com 5 a 7,0 UA/ha e ganhos de 700 g a 1,0 Kg/dia. O maior retorno da irrigação de pastos ocorre nas regiões Centro-Oeste e Nordeste devido à condições ambientais favoráveis, o menor custo de mão-de-obra, de energia e de terra. No Nordeste precisa produzir 58,33 @/ha/ano para pagar o investimento do pivô e dura 2,65 anos para pagar o investimento. A produção chega a 80,49 @/ha/ano, deixando uma margem de 22,16 @/ha/ano.

Na região Centro-Oeste precisa de 56,65 @/ha/ano e 3,70 anos para pagar o investimento. A produção é de 75 @/ha/ano, e, a margem é de 18,33 @/ha/ano. Na região Sudeste precisa de 61,82 @/ha/ano e demora 22,60 anos para amortizar o investimento. A produção é de 60 @/ha/ano e não deixa margem. A melhor categoria é a de animais jovens durante a fase de crescimento. Na Tabela 9 estão os dados do seu trabalho

Tabela 9. Dados, investimentos e custos de pastos irrigados com pivô central (90 ha).

Dados	SE	CO	NE
Evapotranspiração (mm)	4,00	6,00	8,00
Meses de irrigação/ano	5,00	7,00	9,00
Rede elétrica (dist. em km)	1,50	5,00	10,00
Valor/km (R\$)	5.000,0	5.000,00	5.000,0
Tarifa Demanda Verde	2,4402	2,4402	2,4402
Turno de rega (h/dia)	20,00	20,00	20,00
Mão-de-obra (R\$/h)	1,80	1,00	0,80
Valor da terra (R\$/ha)	1.700,00	700,00	200,00
Tarifa noturna (% da tarifa normal)	30,0	20,00	10,00
Custos operacionais (R\$)			
Energia elétrica/ano	15.459,00	19.318,79	22.916,90
Energia elétrica/mês	171,76	214,65	254,63
Consumo médio (mês)	1.288,25	1.609,90	1.909,74
Custos irrigação (R\$/mês)			
Depreciação do equipamento	9.500,00	11.266,67	13.533,33
Juros do equipamento	11.400,00	11.830,00	14.210,00
Manutenção e reparos	2.850,00	3.380,00	4.060,0
Mão-de-obra	5.400,00	4.200,00	4.320,00
Eletricidade	15.459,00	19.318,79	22.916,90
Seguro	2.850,00	3.380,00	4.060,00
Subtotal	47.459,01	53.375,46	63.100,23
Subtotal/ha	527,33	593,00	701,11
Custo pastagem (R\$/ano)			
Custo total (ha)	732,48	732,48	732,48
Subtotal	65.923,56	65.923,56	65.923,56
Custo da terra	31.824,00	11.466,00	3.276,00
Custo final	145.206,57	130.765,02	132.299,79
Custo final/ha	1.613,41	1.452,94	1.470,00

Fonte: Weigand (1998), citado por PITOMBO (1999)

Maiores informações sobre pivô central podem ser encontradas na extensa revisão bibliográfica feita por AGUIAR e DRUMOND (2001).

b)Aspersão convencional:

Este sistema de irrigação tem sido mais usado em sistemas de produção de leite.

b.1) Sistema de irrigação com baixa pressão

Foi posto em prática e exaustivamente divulgado pelo Engenheiro Agrícola Carlos Brasileiro, do Leite Glória, da região de Governador Valadares. Neste sistema se usam canos PVC (3/4 e 1/4 de polegadas nas linhas secundárias e de 4 a 6,0 polegadas nas linhas principais), enterrados para distribuir a água pela pastagem. Em áreas de até 2,0 ha usa aspersores de baixa pressão. Em áreas maiores que 2,0 ha usa os alta pressão. Os aspersores são colocados a cada 18 metros. São usadas bombas do tipo submersas vibratórias, que puxam água de qualquer poço, com 0,50 CV/ha. Segundo Carlos Brasileiro, o sistema é simples e não precisa de manutenção. O emprego da mão-de-obra se restringe à troca diária de aspersores, que estão em pontos fixos (a cada 12 horas) e que leva em torno de 30 minutos para fazer 10 ha. O sistema segue os seguintes princípios: uso de materiais baratos; pouca mão-de-obra; fácil manuseio. Já as vantagens apontadas para este sistema são: baixo custo de implantação; baixo custo de energia; baixa vazão necessária; baixo custo com mão-de-obra.

Tabela 10 - Exemplo dado para uma área de 30 ha

Item	(R\$)	% do gasto
Moto-bomba, chave de partida, manômetro, registro, conexões, sucção e kit de adubação	2.700,00	15
Linhas principais e secundárias e conexões	6.300,00	35
Linhas laterais e conexões	8.100,00	45
Linhas laterais e conexões	900,00	5
Total	18.000,00	100

Indexador: US\$ = R\$ 1,20

No Quadro 1 encontram-se algumas diferenças entre sistemas adotados pela EMATER – MG e o sistema desenvolvido por Carlos Brasileiro, e que tem gerado alguma confusão nos produtores e técnicos em identificá-los.

Quadro 1 - Sistema de irrigação por aspersão

Projeto	Carlos Brasileiro	EMATER
Título	Sistema de irrigação Baixa Pressão	Sistema de irrigação Tubo Enterrado
Pressão de serviço	Baixa pressão	Media pressão
Potencia requerida	< 0,50 CV/ha	> 1,00 CV/há
Ponto de irrigação	Tampão CAP BR	Registro
Linha lateral	1/2 - 3/4 “	3/4 “
Tempo de irrigação/posição	12-24 horas	2 – 4 horas
Vazão do sistema	Pequena	Media-grande
Moto bomba vibratória tipo “sapo”	Usa	Não usa
Serviço de valas	Sulcador	Retro-escavadeira
Custo/ha (R\$)	600,00	1.200,0

Maiores informações sobre o sistema de irrigação em malha podem ser encontradas nas extensas revisões bibliográficas de AGUIAR e DRUMOND (2001) e de DRUMOND e FERNANDES (2001).

b-2) Aspersão convencional com canos superficiais

Os canos ficam na superfície do terreno porque precisam ser deslocados de um ponto para outro, ao longo da linha mestra. Neste momento é que se usa muita mão-de-obra. Os canos utilizados nas linhas secundárias medem cerca de seis metros, variando de 2 a 6 polegadas, com pesos entre 10 e 40 Kg. Por exemplo, para um trecho de 120 metros são precisos 20 canos e o funcionário precisa deslocar, no mínimo 200 Kg. Além disso, os canos são de zinco, que esquenta muito, quando expostos ao sol e podem provocar queimaduras nas mãos ou nas costas dos funcionários.

2.4 - Custos de produção e resultado econômico

A viabilidade econômica da irrigação de pastagens já era posta em dúvida na Alemanha há 31 anos atrás (KLAPP, 1971)

O custo de produção é influenciado pelos seguintes fatores: depreciação (10 a 20 anos); manutenção do sistema; seguros; tarifas de demanda (em média US\$ 2,44/CV) e de consumo (US\$ 0,023/CV/hora); tarifa noturna em relação tarifa normal (SE, 30%; CO, 20% e NE, 10%); custo de água (US\$ 0,03/m³); bomba exigida (0,5 a 2,5 CV/ha); correção do solo e adubação; preço dos animais; valor da terra; potencial de produção da planta forrageira, entre outros.

a) Para gado de corte

Segue abaixo uma comparação do custo de produção em @/ha/ano com o uso da irrigação por pivô central ou por um sistema de irrigação de baixa pressão em malha.

Tabela 11. Custos de produção em US\$* em sistemas de irrigação dos tipos pivô central e sistema de irrigação de baixa pressão em malha para uma lotação de 8 UA/ha.

Item de custo	Pivô central (1 há)	Sist. de baixa pressão (1 ha)
Custo Fixo		
Depreciação equipamentos	82,4	33,0
Depreciação pastagem	10,0	10,0
Rede elétrica	3,0	3,0
Instalações e moradias	10,0	10,0
Sub-total 1	105,4	56,0
Juros	13,0	6,7
Sub-total 2	118,4	62,3
Custo Operacional		
Energia	143,5	118,0
Manutenção do sistema	40,0	16,0
Água	50,0	50,0
Mão de obra	49,0	49,0
Adubação	500,0	500,0
Animais	160,0	160,0
Sub-total 3	942,5	893,0
Juros	113,0	107,0
Sub-total 4	1.056,0	1.000,0
Resumo		
Custo Fixo	118,4 (10%)	62,30 (6%)
Custo Operacional	1.056,0 (90%)	1.000,0 (94%)
Custo Total	1.174,0	1.062,3
Custo - @/ha/ano (US\$20)	58,70	53,0 (-10%)

Fonte: AGUIAR (2001)

*Indexadores: Dólar americano = R\$ 1,25; salário mínimo R\$ 130,00 e a @ do boi gordo cotação de São Paulo era R\$ 27,0 (em dezembro de 1998)

Como se observa, o custo de produção no sistema de aspersão de baixa pressão em malha é 10% menor quando comparado com o sistema de irrigação do tipo pivô central.

No caso do gado de corte, a categoria animal e seu peso são, importantes componentes do sistema, a influenciar a produtividade e daí o ganho econômico. Como se pode observar na Tabela 12, as maiores produtividades dadas em @/ha/ano são alcançadas com animais jovens, com peso médio em torno de 250 Kg e isso ocorre porque numero maior de animais desta categoria são colocados na mesma área. As taxas de lotação correspondem às lotações médias anuais e são variáveis de acordo com a variação dos fatores edafo-climáticos, principalmente a temperatura ambiente.

TABELA 12. Potenciais de produção de carne em pastagens irrigadas com ganho de 0,80 Kg/dia com diferentes taxas de lotação média.ano (Pivô) e para diferentes categorias animal.

Categoria animal	Peso médio (kg)	Lotação (UA/ha)	Lotação (cabeça/ha)	Produtividade (@/ha/ano)	Custo/ha/ano (Em @)	Lucro/ha/Ano (Em @)	Custo/@ (US\$)
Recria 1	250,0	4,0	7,0	70,0	51,0	19,0	14,5
Recria 2	350,0	4,0	5,0	50,0	49,0	1,0	20,0
Engorda	450,0	4,0	4,0	39,0	44,0	- 5,0	22,50
Recria 1	250,0	6,0	11,0	105,0	56,0	49,0	11,0
Recria 2	350,0	6,0	8,0	75,0	53,0	22,0	14,0
Engorda	450,0	6,0	6,0	58,0	51,0	7,0	17,5
Recria 1	250,0	8,0	14,0	136,0	64,0	72,0	9,4
Recria 2	350,0	8,0	10,0	97,0	60,0	37,0	12,3
Engorda	450,0	8,0	8,0	78,0	58,0	20,0	15,0

Fonte: Extraído de AGUIAR (2001)

A exploração de pastagens irrigadas e adubadas intensivamente com categorias mais jovens possibilita a obtenção de maiores produtividades da terra, com menores custos de produção por arroba e maiores margens de lucro, principalmente sob condições climáticas que possam limitar maiores produções de massa de forragem, como baixas temperaturas durante as estações de outono/inverno.

Recentemente Aguiar (dados não publicados) estabeleceu potenciais de produtividade para a produção de carne em pastagens de acordo com o nível de intensificação dos fatores de produção como se observa na Tabela 13.

TABELA 13. Potenciais de produtividade de carne por animal e da terra em pastagens exploradas com diferentes níveis de intensificação

Nível de intensificação	Taxa de lotação (UA/ha)	Taxa de lotação (Animais/ha)	Produtividade/animal GMD (Kg)	Produtividade da terra (kg peso vivo/ha/ano)
Pastagem degradada de gramínea	0,50	0,60	0,35	77,00
Pastagem nova de gramínea	1,00	1,30	0,41	194,00
Pastagem consorciada ou de gramínea com baixo nível de adubação com N	1,50	1,90	0,50	347,00
Pastagem intensiva de gramínea	4,00	5,00	0,65	1.186,00
Pastagem irrigada de gramínea	7,00	9,00	0,75	2.464,00

Segundo Corsi, citado por PITOMBO (1998), com aplicações de 0,60 a 1,00 t/ha/ano de N é possível ter 10 a 12 UA/ha e 60 a 80 @/ha/ano. O potencial é para 100 @/ha/ano com GMD de 1,00 a 1,20 Kg/ha.

Temos acompanhado sistemas com pastagem irrigada para gado de corte nos estados de SP, MG, BA e GO, nos quais os produtores estão alcançando índices de 4 a 6,0 UA/ha entre abril e agosto, e, 7 a 10 UA/ha entre setembro e março, com ganhos diários variando entre 0,70 Kg a 1,20 Kg e produções/ha.ano entre 60 e 80 @, com aplicações de 500 a 600 Kg de N/ha.ano. Destes dados podemos concluir que o potencial é ainda muito maior do que os índices que estão sendo alcançados pelos produtores

b) Para gado de leite:

AGUIAR e ALMEIDA (1998) demonstraram que com a introdução da irrigação foi possível manter quase o mesmo custo do leite durante as duas estações do ano e uma redução de 18% no custo total do leite durante a seca ao introduzir a irrigação das pastagens, o que possibilitou uma redução de 28,50% nos custos variáveis com as vacas

em lactação e uma redução de 46 % nos custos com alimentação no período da seca, demonstrando a viabilidade do uso desta técnica. Aqui ainda não foi considerado que a irrigação ainda contribui com o aumento da produção de forragem na época das chuvas quando ocorrem os períodos de veranico, com 15 ou mais de 20 dias sem chuvas; com dias muito quentes e com alta intensidade luminosa; condições ambientais muito favoráveis para a resposta de pastagens adubadas intensivamente e irrigadas; além da maior segurança de se obter realmente a quantidade de forragem necessária para este período, sem ter que ficar preocupado com a resposta às adubações por falta de chuvas. O aumento esperado na produção do pasto irrigado na primavera-verão é de 30% a mais que nos pastos não irrigados neste período. As adubações nitrogenadas e potássicas podem ser feitas por fertirrigação com custos muito menores, pois não envolveria máquinas e as perdas são menores. A Tabela 14 apresenta um resumo dos resultados desta comparação.

Tabela 14. Custos do litro de leite em sistemas com e sem irrigação nos períodos das chuvas e da seca em uma propriedade de 62 ha.

Item de custo	Período chuvoso sem irrigação (centavos/litro)	Período chuvoso com irrigação (centavos/litro)	Período da seca sem irrigação (centavos/litro)	Período da seca com irrigação (centavos/litro)
Custos fixos/litro	0,038	0,038	0,038	0,038
Custos de oportunidade (12%)	0,0063	0,0066	0,0063	0,0066
Impostos e taxas	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062
Sub-total	0,050	0,051	0,050	0,051
Mão-de-obra	0,021	0,021	0,021	0,021
Sanidade	0,018	0,018	0,018	0,018
Alimentação	0,074	0,074	0,108	0,078
Custo de oportunidade (6%)	0,0073	0,0073	0,0096	0,0073
Sub-total	0,120	0,120	0,156	0,124
Custo total	0,170	0,171	0,206	0,175

Fonte: AGUIAR e ALMEIDA (1998; 1999).

US\$ 1,00 = R\$ 1,20; Salário mínimo de R\$ 130,00 e preço médio do leite R\$ 0,24 (1998)

A seguir um resumo das conclusões dos autores sobre este trabalho:

1. O custo de produção total do leite aumenta em 18% no período da seca (R\$ 0,17 X R\$ 0,206) devido à introdução de mais alimentos concentrados e de cana com uréia, que são mais caros que a pastagem. Só o custo com alimentação aumentou em 46%.
2. A introdução do sistema de irrigação possibilitou manter quase o mesmo custo de produção do leite no período da seca (R\$ 0,17 X R\$ 0,175, aumento de 3%), e reduziu em 18% o custo total do leite. Os custos variáveis com as vacas diminuíram em 28,50%.
3. No sistema sem irrigação, a Margem Líquida possibilitou um salário mensal de R\$ 6.275,33. A margem líquida/litro de leite é de R\$ 0,095. A Margem Bruta possibilita um

salário de R\$ 9.185,88. O retorno sobre o capital circulante foi de 64%; o retorno sobre todo o capital investido sem incluir a terra foi de 12% e incluindo a terra foi de 11%, o que demonstra a viabilidade da atividade leiteira no Brasil quando conduzida com índices de produção adequados.

4. No sistema com irrigação, a Margem Líquida possibilitou um salário mensal de R\$ 7.281,61 (uma margem líquida 16% maior). A margem líquida/litro de leite foi de R\$ 0,11. A Margem Bruta possibilitou um salário mensal de R\$ 10.212,00 (11% maior). O retorno sobre o capital circulante foi de 84% (31% maior que no sistema sem irrigação); o retorno sobre todo o capital investido, sem incluir a terra, foi de 13,40% (12% maior que no sistema sem irrigação), e, incluindo a terra, foi de 12,24% (11% mais alto que no sistema sem irrigação), o que demonstra a viabilidade do uso dos sistemas de irrigação como alternativa para a redução de custos de produção do leite e aumento do lucro e da rentabilidade.

5. Na avaliação da produção de leite/ha é possível trabalhar com potenciais de 10.000 a 37.000 litros de leite/ha.ano. No exemplo dado a produção foi de 15.768,00 litros/ha.ano, dando uma receita total de R\$ 3.784,32/ha.ano. Os custos totais foram de R\$ 2.996,00/ha no sistema sem irrigação contra R\$ 2.712,09 no sistema com irrigação (um custo/ha 10,50% mais baixo), e, uma margem líquida de R\$ 788,04/ha/ano contra R\$ 1.072,24/ha/ano, respectivamente (um lucro 36% maior por área que o sistema não irrigado).

Dados de campo, coletados em algumas fazendas leiteiras, dão suporte ao assunto discutido acima. Produtores estão conseguindo 14.000 l/ha/ano na região de Governador Valadares (ALENCAR, 2001).

Recentemente AGUIAR estabeleceu potenciais de produtividade por animal e por área para sistemas de pastagens sob sequeiro e sob irrigação a partir de dados de campos de fazendas assistidas e os comparou com as produtividades medias de fazendas convencionais das duas principais bacias leiteiras brasileiras, nos Estados de Minas Gerais e Goiás.

TABELA 15. Dados de produtividade de leite de fazendas comerciais que usam sistemas intensivos e de fazendas comerciais nos estados de Minas Gerais e Goiás.

Sistema de produção	UA/ha	Lts/vaca/dia	Lts/ha/ano
Media sequeiro	4,90	12,00	11.793,00
Media irrigado	8,00	14,00	24.000,00
Goiás	0,70	3,40	844,00
Minas Gerais	0,40	4,90	651,00

Fonte: Extraído de AGUIAR (2001).

Estes dados coletados em fazendas estão muito próximos daqueles preconizados por Stobbs (1976) para condições da Austrália.

Tabela 16. Capacidade de carga e produção por hectare de vários pastos sem suplementação

Pastagens	Lotação (vacas/ha)	Produção de leite (kg/ha/ano)
Gramíneas sem adubação	0,80 – 1,5	1.000,00 – 2.500,00
Misturas gramíneas/leguminosas	1,30 – 2,5	3.000,00 – 8.000,00
Gramíneas adubadas	2,5 – 5,00	4.500,00 – 9.500,00
Gramíneas adubadas e irrigadas	6,90 – 9,0	15.000,00 – 22.000,00

Fonte: Stobbs, citado por ABRAHÃO (1989)

Mas o potencial de produzir leite em pastagens adubadas e irrigadas é ainda maior que estes índices acima, pois VILELA e ALVIM (1996) já estabeleceram em capim “Coast-Cross” produção de 37.000 Kg de leite/ha.ano para sistema exclusivo com vacas em lactação.

Em uma simulação feita por WEIGAND (1997), o lucro/ha/ano foi 3,18 vezes maior para a exploração leiteira em relação à exploração com gado de corte, comparando um mesmo nível tecnológico em pastagens irrigadas, o que é normal não só aqui no Brasil

como em tradicionais regiões e países produtores de leite. São comuns situações nas quais o faturamento chega a cinco vezes mais na exploração leiteira.

2.5 - A qualidade da planta forrageira

Alguns trabalhos evidenciam a possibilidade de explorarmos a melhor qualidade da forragem que é produzida no inverno em áreas irrigadas, como uma forma de recuperar um pouco a redução na produção que ocorre devido a diminuição do crescimento da pastagem e que resulta em uma menor lotação.

GHELPHI FILHO (1972), avaliando capim elefante encontrou uma produção de 83% de folhas na composição desta planta no inverno e somente 69% no verão, ou seja, no inverno, a produção de folhas foi 20% maior que no verão. O nível de proteína bruta foi de 13% no inverno e 9% no verão (44% maior no inverno) e a fibra bruta foi 25% e 30%, respectivamente nas duas estações (20% a menos de fibra bruta no inverno).

2.6 - Erros mais cometidos com a irrigação de pastagens

Muitas dúvidas ainda persistem em relação ao uso da irrigação da pastagem e por isso mesmo é que muitos erros estão sendo cometidos. Estas questões deverão ser respondidas rapidamente pela pesquisa para que se evite gastos desnecessários, maiores prejuízos, e a degradação dos recursos naturais, principalmente a água e o solo.

Já na década de setenta os erros no uso da irrigação de pastagens preocupava os pesquisadores na Alemanha. Segundo KLAPP (1971), a irrigação só deveria ser introduzida em sistemas onde os outros fatores de produção, tais como fertilização, aproveitamento intensivo, entre outros, já tivessem sido levados ao seu ótimo. Concordamos plenamente com este autor, pois temos visto muitos produtores querendo irrigar, ou já irrigando pastagens, sem ter passado por etapas básicas de uso racional da pastagem. A irrigação conduz a um aumento no consumo de nutrientes e aumenta a atividade da vida do solo que decompõe a matéria orgânica mais rapidamente. Isto significa que, se não houver uma reposição equilibrada de nutrientes via adubação, o sistema pode entrar em colapso. Sobre este problema, temos visto muitos produtores irrigando a pastagem sem fazer adubação ou então aplicando apenas nitrogênio. Este autor ainda citou outros erros cometidos: irrigação feita com tempo frio (2 a 4 °C no solo); irrigação feita com o solo já úmido; excessivo abastecimento de água deixando a planta

“mal habituada”; excesso de água também aumenta as perdas de nutrientes por lixiviação e diminui a aeração; irrigar de mais ou de menos.

Os principais erros que têm sido cometidos em nosso meio são os seguintes: aplicar a mesma lâmina de água durante todo o ciclo da planta. Logo após o pastejo, a área foliar é pequena, significando menor transpiração, e, portanto, menor exigência de água. Próximo ao pastejo ocorre o contrário. Se mantivermos a mesma lâmina de água, haverá excesso no início e déficit no final (Corsi, citado por PITOMBO, 1998). KLAPP (1971) manifestou-se de forma semelhante comentando que era errado irrigar logo após o pastejo porque não existe uma massa foliar necessária para assegurar a capacidade de transpiração e de assimilação. Sendo assim, é elevada a “evaporação improdutiva”. De qualquer modo, quando o período for muito seco, a irrigação é necessária, mesmo que não determine uma maior produção.

RODRIGUES e RODRIGUES (1987) citaram que a disponibilidade de água para as plantas na pastagem pode aumentar sob condições de pastejo, em decorrência da redução da superfície transpirante ser menor. Assim, como consequência da maior disponibilidade de água, a fotossíntese é estimulada.

Os baixos níveis de adubação e desequilíbrio entre nutrientes. Com a irrigação estamos exigindo muito da planta que passa a extrair mais nutrientes do solo e por isso ela deve estar bem nutrida.

Erros de manejo da pastagem com sub e super-pastejo.

Qualidade inferior dos animais. Fazer pesagens e eliminar os menos eficientes.

Aplicar muita água, condição que estimula um crescimento superficial do sistema radicular e necessidade de renovar a pastagem devido à degradação. KLAPP (1971) citou que é mais eficiente um menor número de irrigações, mas, com um maior volume (> 20 mm), do que irrigações mais freqüentes e com < de 20 mm. Nas condições do seu país citou que o mais comum era entre 20-30 mm, mas que em casos extremos de seca, e, em solos arenosos, era de 60-80 mm, para que assim, não obstante a forte evapotranspiração, a água possa atingir suficientemente a zona radicular.

O uso indiscriminado da água para fins de irrigação tem sido motivo de problemas entre produtores que usam uma mesma fonte de água. Cada vez mais o mundo enfrentará o problema da falta de água de qualidade para consumo humano e animal como também em quantidade para diversos usos. O uso da água para fins de irrigação já era motivo de preocupação do governo australiano já na década de sessenta, devido o alto consumo de água nos sistemas irrigados. Considerando que são necessários 200

litros de água/hab/dia, em uma área irrigada de 100 ha consome uma quantidade água equivalente ao consumo de uma população de 25.000 a 40.000 pessoas

No Brasil já existe a lei número 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e embora ainda não tenha sido regulamentada, isso deverá ocorrer em breve devido à pressão exercida pelos ambientalistas. A partir daí o produtor terá que pagar pelo uso da água e cuidar bem dos recursos hídricos dentro da sua propriedade. Diante dessa realidade, os técnicos terão que estar preparados para orientar o produtor que deverá ser conscientizado para usar os recursos naturais sem agredir o meio ambiente.

3. CONCLUSOES

No passado alguns trabalhos que compararam a produção da pastagem irrigada e não irrigada, nas estações de outono-inverno, chegaram à conclusão de que era inviável economicamente irrigar pastagens nesta época porque a baixa intensidade luminosa e as baixas temperaturas ambientes limitavam a resposta da planta forrageira à irrigação, haja vista que, a estacionalidade de produção de forragem não era alterada, e estes resultados levaram os produtores e técnicos a abandonarem o uso da irrigação de pastagens por muito tempo. Entretanto, recentemente, trabalhos como os citados por VILELA e ALVIM (1996); CORSI e MARTHA JUNIOR (1998); BENEDETTI et al., (2000) e Aguiar (Dados publicados neste trabalho) têm demonstrado a possibilidade de se conseguir manter em pastagens irrigadas, no período de outono/inverno, de 40 a 74% da taxa de lotação animal que é mantida na primavera-verão. Por exemplo, se a taxa de lotação da pastagem for de 5,00 UA/ha na primavera-verão, seria possível manter de 2,00 a 3,5 UA/ha no período da seca, índice muito bom se considerarmos que em pastagens não irrigadas somente se consegue manter de 10 a 20 % da taxa de lotação obtida no período das chuvas em pastagens manejadas intensivamente, o que significaria abaixar a taxa de lotação de 5,0 UA/ha para 0,50 a 1,00 UA/ha.

Para se ter resultados positivos com a irrigação de pastagens tropicais, a temperatura ambiente não pode estar abaixo de 15 °C, sendo este o fator ambiental que mais limita a resposta da planta forrageira à irrigação. A luminosidade tem uma menor influencia sobre a produção de forragem na área tropical do Brasil. A melhor resposta ocorre no verão, quando a temperatura é alta, possibilitando aumentos de 20 a 30% na

produção de forragem que já é alta. Nos Estados de MG, SP e MS, a produção no inverno é em média 50% da do verão. Nos Estados de Goiás, MT, Bahia, TO é possível manter no inverno até 70% da lotação do verão. Em São Paulo, a lotação chega a cair 60%, possibilitando a manutenção de 40% da taxa de lotação alcançada no verão.

AGUIAR e ALMEIDA (1998) demonstraram que com a introdução da irrigação, em uma fazenda leiteira, foi possível manter quase o mesmo custo do leite durante as duas estações do ano (R\$ 0,171 X R\$ 0,175/litro), e uma redução de 18% no custo total do leite durante a seca, ao introduzir a irrigação das pastagens, o que possibilitou uma redução de 28,50% nos custos variáveis com as vacas em lactação e uma redução de 46% nos custos com alimentação neste período, demonstrando a viabilidade do uso desta tecnologia. As adubações, principalmente nitrogenadas e potássicas podem ser feitas por fertirrigação com custos muito menores, pois não envolveria máquinas, além das perdas serem menores (sobre fertirrigação pode ser consultado o trabalho de AGUIAR, 2001).

Produtores de leite têm conseguido produções de 15.000 a 26.000 litros de leite/ha.ano, normalmente com sistemas de aspersão com canhões. O potencial em pastagens irrigadas pode ser ainda maior, pois já foi alcançada uma produção de 37.000 litros/ha.ano, na EMBRAPA-Gado de leite por VILELA e ALVIM, (1996).

Produtores de carne têm conseguido custos de produção de uma arroba variando entre US\$ 12,00 e US\$ 17,00 em sistemas de pastagens irrigadas com pivô central, com produção de 60 a 80 @/ha.ano. Mas o potencial é ainda maior e projetado para produções de mais de 100 @/ha.ano, com taxas de lotação de 10 a 12 UA/ha e ganhos/animal de 0,800 a 1,00 Kg/dia.

Entretanto, apesar de todo o potencial dos sistemas com pastagens irrigadas, mais uma vez uma tecnologia aparece como sendo milagrosa, atraindo muitos produtores, que na grande maioria das vezes não estão preparados para o uso deste sistema intensivo de produção. A irrigação deve ser usada somente quando o produtor já chegou no último nível de intensificação do uso da pastagem e agora a limitação para explorar ainda mais o potencial de produção da forrageira é a falta de água (ver Tabela.13). Muitos erros têm sido cometidos a campo, tais como a aplicação da mesma lâmina por todo o ciclo da planta, sendo freqüente irrigar muito ou pouco, o que causa sérios problemas na produção de forragem; o desconhecimento da evapotranspiração para a reposição de água; baixos níveis de adubação e desequilíbrio de nutrientes; erros em ajustar a taxa de lotação animal, entre outros.

Pelo lado da pesquisa resta tentar responder e validar muitas perguntas, tais como dados específicos da necessidade de água (mm/t de matéria seca) de forrageiras; necessidade específica de água nas diferentes fases do ciclo da planta; eficiência das adubações comparado com um sistema de sequeiro; graus de adensamento do solo; modelos de gerenciamento da produção de leite e carne em sistemas irrigados e a sua viabilidade econômica, entre outros.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUIAR, A P A e ALMEIDA, B H P J F. Elaboração de projetos para a produção de leite a pasto – uma abordagem empresarial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS. 3., Uberaba, 29/11/98 a 03/12/98. **Anais ...** Uberaba: ABCZ – SEBRAE, 1998. 434 p.

AGUIAR, A P A e ALMEIDA, B. H. P. J. F. **Produção de leite a pasto:** uma abordagem empresarial e técnica. Viçosa: APRENDA FÁCIL, 1999. 170 p. p. 61-74.

AGUIAR, A P A. Benefícios e utilização da irrigação de pastagens para gado de corte. In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO E GERENCIAMENTO DA PECUÁRIA DE CORTE. 2., Belo Horizonte, 2001. **Anais ...** SILVA et al., M A e. (Ed.) Belo Horizonte: FEPMVZ, 2001. 208 p. p. 95 – 116.

AGUIAR, A P. A e DRUMOND, L. C. D. Pastagens Irrigadas. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MANEJO DA PASTAGEM. Apostila. Uberaba:FAZU, 2001.

AGUIAR, A P A. Fundamentos técnicos da exploração de leite a pasto. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE. 5., Belo Horizonte, 2001. **Anais ...** FONSECA, L. F. L. da, CARVALHO, M. P. de, SANTOS, M. V. dos. (Ed.). São Paulo: INSTITUTO FERNANDO COSTA, 2001. 136 p. p 44 – 58.

ABRAHÃO, J. J. S. Produção de leite a pasto. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM PASTAGEM. Cascavel, 1989. **Anais ...** Cascavel: OCEPAR, 1989. 266 p. p. 233-236.

ALENCAR, C. A B de. Sistema de produção de leite, cana-de-açúcar e pasto, irrigados por aspersão de baixa pressão. In: SIMPÓSIO SUSTENTABILIDADE DA PECUARIA

DE LEITE NO BRASIL. Goiânia, 1999. **Anais ...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL/SERRANA/CNPQ, 1999. 274 p. p. 75-84.

ALENCAR, C. A B de. Manejo de solo, água e forrageira, visando a intensificação dos sistemas de produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DE LEITE NO LESTE MINEIRO. Governador Valadares, 2001. **Anais ...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2001. 266 p. p. 69-87.

ALVIM, M. J., BOTREL, M A, NOVELLY, P. E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época da seca. **Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 15, n.5, p. 384-393, 1986

ALVIM, M. J., RESENDE, H., BOTREL, M. A Efeito da frequência de cortes e do nível de nitrogênio sobre a produção e qualidade da matéria seca do “coast-cross” In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *Cynodon*. Juiz de Fora, abril, 1996. **Anais ...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. 181 p. p. 45 - 56.

ARARAT, E. e TAFUR, H. Efectos de la interaccion riego, fertilizacion sobre la produccion de forraje em três pastos de corte. **Acta Agron**. Vol. 40 (1-2), p. 158-161, 1990.

BENEDETTI, E., DEMETRIO, R. A, COLMANETTI, A L. Avaliação da resposta da cultivar Tanzânia (*Panicum maximum*) irrigado em solo de cerrado brasileiro. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE LA LECHE. 7., La Havana, Cuba, 14 a 18 març., 2000. **Anais ...** La Habana:FEPALE, 2000. 179 p. P. 29.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. Ed. Viçosa: UFV, 1995. 675 p.

CORSI, M. e NASCIMENTO JÚNIOR, D. do. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo das pastagens. In: **Manejo de pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 1989. 159 p. p. 113 – 152.

CORSI, M. e NUSSIO, L. G. Manejo do capim elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. 10., Piracicaba, 1992. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1993. 329 p. p.87 – 117.

GHELFHI FILHO, H. **Efeito da irrigação sobre o capim colonião (*Panicum maximum*. Jacq.)**. Piracicaba: O Solo, n. 1, 1976.

GHELFHI FILHO, H. **Efeito da irrigação sobre a produtividade do capim elefante (*Pennisetum purpureum*. Schum)**. Tese de Doutor em Agronomia. ESALQ, Piracicaba, 1972.

CORSI, M. e MARTHA JÚNIOR, G. B. Manejo de pastagens para a produção de carne e leite. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15. Piracicaba, 1998. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1998. 296 p. p. 55 – 83.

DOVRAT, A **Developments in Crop Science 24**: Irrigated forage production. Amsterdam, ELSEVIER, 1993. 257 p.

DRUMOND. L. C e FERNANDES, A L. T. Irrigação por aspersão em malha. Uberaba:UNIVERSIDADE DE UBERABA, 2.001. 84 p.

GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação**: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento. 2 ed. Campinas Grande: UFPB, 1997. 390 p. p. 13 – 26, cap. 1: Aspectos agronômicos básicos.

GOMIDE, J. A et. al., Estudos sobre produção e irrigação dos capins pangola, sempre verde e gordura, durante o ano de 1965. **Ceres**. Viçosa, v. 13, n. 74, agos/set., 1966.

HERRERA, R. S. El genero *Cynodon* para la produccion de forraje en Cuba. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *Cynodon*. Juiz de Fora, abril, 1996. **Anais ...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. 181 p. p. 153-166.

KLAPP, E. **Prados e pastagens.** 2 ed. Lisboa: FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN, 1971. 872 p.

LOURENÇO, L. F et al., Coeficiente de cultura (K_c) do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) irrigado por pivô central. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 38., Piracicaba, 2001. Anais ... MATTOS, W. R. S. et al., (Ed.). Piracicaba: FEALQ, 2001. 1.544 p. p. 316 – 317.

MENEZES et al., Produtividade do capim Tanzânia irrigado em resposta a época de adubação nitrogenada após a desfolha. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 38., Piracicaba, 2001. Anais ... MATTOS, W. R. S. et al., (Ed.). Piracicaba: FEALQ, 2001. 1.544 p. p. 349 – 350.

MYERS, L. F. Water and irrigated pastures. In: MOORE, R. M (edit.). **Australian grasslands.** Canberra: AUSTRALIAN NATIONAL UNIVERSITY PRESS, 1973. 445 p. p. 260-273.

ONDEI, V. Abençoada água. **DBO Rural.** São Paulo, v. 17, n. 220, p. 44-52, fev. 1999.

PAEZ, A. et al., Water stress and clipping management effects on guineagrass: groth and biomass allocation. **Agronomy Journal.** 87: 698-706, 1995.

PEDREIRA, C. G. S., NUSSIO, L. G., SILVA, S. C. da. Condições edafo-climáticas para produção de *Cynodon* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. 15., Piracicaba.1998. **Anais** Piracicaba: FEALQ, 1998. 296 p. p. 85 – 114.

PÉREZ, A e ACOSTA, R. Influencia de la norma y la frecuencia del riego sobre el rendimiento y la calidad em quatro gramíneas. **Pastos y forrajes.** Matanzas, Cuba, 9:244, n. 3, 1986.

PITOMBO, L. No Mato Grosso, alta lotação com recria. **DBO Rural,** São Paulo, v. 17, n. 218, p. 54-58, dez. 1998.

- PITOMBO, L. Planilha mostra aonde é mais vantajoso irrigar. **DBO Rural**, São Paulo, v. 17, n. 218, p. 60-61, dez. 1998.
- PITOMBO, L. Dicas de especialista: melhor resposta no verão. **DBO Rural**, São Paulo, v. 17, n. 218, p. 62-64, dez. 1998.
- RENTERO, N. Irrigação significa novo potencial para exploração a pasto. **Balde Branco**. São Paulo, n. 402, p. 22-29, abr. 1998
- RODRIGUES, L. R. A e RODRIGUES, T. J. D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: **Ecofisiologia da produção agrícola**. CASTRO, P. R. C; FERREIRA, S. O; YAMADA, T. (Edit.) Piracicaba: POTAFOS, 1987. 245 p. p. 203-227.
- RODRIGUES, L. R. A, RODRIGUES, T. J. D., REIS, R. A Adaptação de plantas forrageiras às condições adversas. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS. 2., Jaboticabal, SP, 09 e 10 de nov., 1993. **Anais ...** Jaboticabal: FUNEP, 1993. 245 p. p. 17 – 61.
- RODRIGUEZ, M. M. Produccion de leche a partir de accesiones de especies del género *Cynodon* en Cuba. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *Cynodon*. Juiz de Fora, abril, 1996. **Anais ...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. 181 p. p. 167-181.
- ROLIM, F. A Estacionalidade de produção de forrageiras. In: **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. 908 p. p. 533 –566.
- SOARES, A B. et al., Água e nitrogênio como determinantes do crescimento de *Paspalum urvillei*. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 38., Piracicaba, 2001. Anais ... MATTOS, W. R. S. et al., (Ed.). Piracicaba: FEALQ, 2001. 1.544 p. p. 317 – 318.
- TOSI, H. Conservação de forragens como consequência do manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. 2., Piracicaba, 03 a 07 de dez., 1973. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ, 1973. 215 p. p. 118 – 140.

VALE, F. R., GUEDES, G A A , GUILHERME, L. R.G. **Manejo da fertilidade do solo.**
Lavras: UFLA/FAEPE, 1995. 206 p.

VIEIRA, D. B. **As técnicas de irrigação.** 2 ed. São Paulo: GLOBO, 1995. 263 p.

VILELA, D. e ALVIM, M. J. Produção de leite em pastagens de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Cv. "coast-cross". In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *Cynodon*. Juiz de Fora, abril, 1996. **Anais ...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. 181 p. p. 77-93.

XAVIER, A C., LOURENÇO, L. F., COELHO, R. Modelo matemático para manejo da irrigação por tensiometria em pastagens (*Panicum maximum* Jacq.) rotacionada sob pivô central. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 38., Piracicaba, 2001. Anais ... MATTOS, W. R. S. et al., (Ed.). Piracicaba: FEALQ, 2001. 1.544 p. p. 249 – 250.

WEIGAND. R. **Irrigação de pastagens.** Relatório de estagio supervisionado. Piracicaba, Departamento de engenharia – setor de irrigação, ESALQ. 24 p. dez., 1997.