

JOAQUIM AMILTON RIBEIRO GARCIA

EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS D'ÁGUA SOBRE A
CULTURA DA AVEIA IRRIGADA POR
INUNDAÇÃO TEMPORÁRIA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para obtenção do grau de «Mestre».

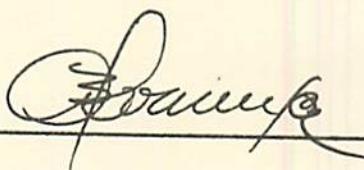
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS
1993

EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS D'ÁGUA SOBRE A CULTURA DA AVEIA
IRRIGADA POR INUNDAÇÃO TEMPORÁRIA

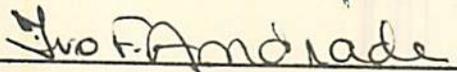
APROVADA: 18/08/1993



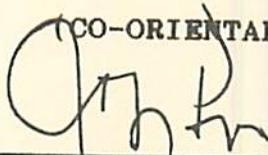
Prof. Dr. MANOEL ALVES DE FARIA
(ORIENTADOR)



Prof. Dr. AMAURI ALVES DE ALVARENGA
(CO-ORIENTADOR)



Prof. Dr. IVO FRANCISCO DE ANDRADE
(CO-ORIENTADOR)



Prof. Dr. ANTÔNIO MARCIANO DA SILVA

Aos meus pais, a minha esposa
e filhos e as minhas irmãs com
carinho

AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade de realização deste curso.

A CAPES pela bolsa concedida.

Ao Professor Jair Vieira pelo apoio e orientação inicial.

Ao Professor Manoel Alves de Faria, pela eficiente orientação e sobretudo pelo grande exemplo de profissionalismo.

Ao Professor Amauri Alves de Alvarenga pelo valioso auxílio e oportunas sugestões.

Ao Professor Ivo Francisco de Andrade, pela sua grande colaboração.

A todas as pessoas que de forma direta ou indireta contribuíram para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

JOAQUIM AMILTON RIBEIRO GARCIA, filho de Roberto Garcia Lima e de Eula Ribeiro Garcia, nasceu em Nepomuceno, Minas Gerais, em 03 de fevereiro de 1955.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica, em 16 de dezembro de 1978, na Escola Superior de Agricultura de Lavras. Em maio de 1979, iniciou suas atividades profissionais na ERPLAN Ltda, Empresa de Elaboração de Projetos Agropecuários e Assistência Técnica, onde permaneceu até agosto de 1983. Em setembro de 1983, foi contratado pela Fundação Rural Mineira - RURALMINAS e lotado na Unidade Operacional Hidroagrícola de Paracatu, onde veio exercer o cargo de chefia, passando a coordenar todas as atividades deste setor que abrangia a Região do Noroeste Mineiro.

Em julho de 1988, foi contratado pela Companhia Agrícola do Estado de Goiás, CAESGO, iniciando como chefe do Departamento de Recursos Hídricos onde coordenava e acessorava todas as atividades relacionadas ao setor de Irrigação e Drenagem da Companhia. Também foi responsável pela elaboração de um programa de Irrigação e

Drenagem para a CAESGO, além do plano operacional para o ano de 1989.

Em janeiro de 1990, iniciou o curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1.	Considerações gerais	4
2.2.	Cultivo da aveia irrigada	6
2.3.	Análise quantitativa de crescimento	10
3.	MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1.	Considerações gerais sobre a área experimental	13
3.2.	Variedades e práticas culturais	19
3.3.	Delineamento experimental	20
3.4.	Características estudadas	22
3.4.1.	Análise de crescimento das plantas	22
3.4.1.1.	Altura das plantas, área foliar e número de perfilhos	23
3.4.1.2.	Índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL)	24

3.4.2. Produção de forragem	25
3.4.3. Percentagem de proteína bruta	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1. Lâmina de irrigação	27
4.2. Altura das plantas	29
4.3. Número de perfilhos	32
4.4. Área foliar	33
4.5. Índice de área foliar (IAF)	34
4.6. Taxa assimilatória líquida e de crescimento relativo	39
4.7. Produção de matéria seca	48
4.8. Percentagem de matéria seca	50
4.9. Proteína bruta	52
5. CONCLUSÕES	55
6. RESUMO	56
7. SUMMARY.	58
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

LISTA DE QUADROS

QUADRO	Página
01 - Granulometria e densidade global do solo no local do experimento, conforme análise feita pelo DCS/ESAL, Lavras - MG.	15
02 - Resultados da análise química do solo feita pelo DCS/ESAL, Lavras - MG.	15
03 - Lâminas totais de água aplicadas em cada parcela, Turno de rega e valores de precipitação e ECA durante o desenvolvimento vegetativo da cultura.	29
04 - Percentagem de umidade do solo (base peso seco) antes e após cada irrigação para uma camada de 0 a 25 cm	30
05 - Alturas de plantas de aveia (cm) observadas nas épocas do primeiro e segundo corte, em função de diferentes lâminas d'água aplicadas.	30

06 - Número médio de perfilhos em planta de aveia observado nas épocas do primeiro e segundo corte, em função de diferentes lâminas d'água aplicadas. 33

07 - Área foliar total média de plantas de aveia (dm²) observadas nas épocas do primeiro e segundo corte, em função de diferentes lâminas d'água aplicadas. 34

08 - Produção de matéria seca (t/ha) de plantas de aveia no primeiro e segundo corte, e o total, em função de diferentes lâminas d'água aplicada. 49

09 - Percentagem da matéria seca de plantas de aveia no primeiro e segundo corte, em função de diferentes lâminas d'água aplicada. 52

10 - Valores médios das percentagem de proteína bruta, de plantas de aveia no primeiro e segundo corte, em função de diferentes lâminas d'água aplicada. 54

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
01 - Valores semanais de precipitação, evaporação no tanque "Classe A" e temperatura máxima e mínima no período entre o plantio (14/04) e o segundo corte (15/07)	14
02 - Curva de retenção de umidade para a camada de 0 - 20 cm	16
03 - Curva de retenção de umidade para a camada de 20 - 40 cm	17
04 - Curva de velocidade média de infiltração e infiltração acumulada	18
05 - Diagrama esquemático do experimento e detalhes da parcela experimental	21

- 06 - Valores médios de Índice de Área Foliar obtidos em plantas de aveia até o primeiro corte, em função das épocas de amostragens, para as diferentes lâminas de água aplicadas. 36
- 07 - Valores médios de Índice de Área Foliar obtidos em plantas de aveia no período compreendido entre o primeiro e o segundo corte, em função das épocas de amostragens, para as diferentes lâminas de água aplicadas. 37
- 08 - Valores médios de Índice de Área Foliar obtidos em plantas de aveia por ocasião dos cortes, em função das diferentes lâminas de água aplicadas. 38
- 09 - Valores médios de Taxa Assimilatória Líquida ($\text{g/dm}^2/\text{semana}$) obtidos em plantas de aveia até o primeiro corte, em função das épocas de amostragens, para as diferentes lâminas de água aplicadas. 41
- 10 - Valores médios de Taxa de Crescimento Relativo (g/g/semana) obtidos em plantas de aveia até o primeiro corte, em função das épocas de amostragens, para as diferentes lâminas de água aplicadas. 42

- 11 - Valores médios de Taxa Assimilatória Líquida ($\text{g}/\text{dm}^2/\text{semana}$) obtidos em plantas de aveia no período compreendido entre o primeiro e o segundo corte, em função das épocas de amostragens, para as diferentes lâminas de água aplicadas. 44
- 12 - Valores médios de Taxa de Crescimento Relativo ($\text{g}/\text{g}/\text{semana}$) obtidos em plantas de aveia no período compreendido entre o primeiro e o segundo corte, em função das épocas de amostragens, para as diferentes lâminas de água aplicadas. 45
- 13 - Valores médios de Taxa Assimilatória Líquida ($\text{g}/\text{dm}^2/\text{semana}$) obtidos em plantas de aveia por ocasião dos cortes, em função das diferentes lâminas de água aplicadas. 46
- 14 - Valores médios de Taxa de Crescimento Relativo ($\text{g}/\text{g}/\text{semana}$) obtidos em plantas de aveia por ocasião dos cortes, em função das diferentes lâminas de água aplicadas. 47
- 15 - Porcentagem de matéria seca para os dois cortes em plantas de aveia, em função das diferentes lâminas de água aplicadas. 51

1. INTRODUÇÃO

A aveia tem sua origem na Ásia antiga e hoje está adaptada à regiões temperadas e subtropicais, sendo seus maiores produtores, a Rússia e os Estados Unidos.

No Brasil, o Estado do Rio Grande do Sul, destaca-se como sendo o maior produtor de aveia seguido pelo Paraná e Santa Catarina (MUNDSTOCK, 1983).

A aveia forrageira é uma gramínea anual, cerealífera que possui folhas estreitas e compridas, colmos macios e suculentos, sistema radicular bem desenvolvido e porte médio de um metro de altura.

Apesar de adaptar-se bem à temperaturas baixas, pode ser prejudicada pela incidência de geadas repentinas. Comporta-se melhor em terrenos argilo-arenosos, com presença de matéria orgânica e pH igual ou superior a 5,5. Responde bem a adubações químicas e orgânicas. Não suporta baixadas encharcadas, adaptando-se melhor nas baixadas úmidas porém bem drenadas (PUPO, 1985).

A aveia vem sendo apontada como um excelente alimento para

vacas leiteiras, principalmente na época da seca em que as pastagens normalmente apresentam uma baixa disponibilidade de forragem, além de apresentarem uma baixa qualidade das mesmas (VILELA et alii, 1970).

Com uma dieta exclusiva de forragem de aveia, animais em lactação e de bom potencial podem produzir, diariamente, acima de 10 litros de leite/animal (CÓZER & GARDNER, 1981).

Além de reduzir sensivelmente o custo de produção do leite por substituir com vantagens a utilização de concentrados comerciais, o cultivo da aveia possibilita a utilização racional de solos situados nas encostas ou nas baixadas, quando se pode irrigar por gravidade através da derivação de mananciais d'água que se encontrem em alturas mais elevadas que as áreas a serem irrigadas.

A aveia é uma planta rica em proteína, cálcio e fósforo, essenciais para os rebanhos leiteiros, o que a coloca em condições de substituir com vantagens o capim elefante e a cana-de-açúcar, tradicionalmente utilizados na alimentação animal no "período da seca" (FLOSS, 1988).

Com o uso da irrigação, a aveia apresenta um bom desenvolvimento nas condições do Sul de Minas, podendo ser cultivada na entre-safra de outras culturas como milho e arroz.

Em áreas bem drenadas, à medida que as irrigações são mais freqüentes, a produção normalmente tende a ser maior, porém os custos da irrigação também aumentam.

Este trabalho teve como objetivo principal estudar a possibilidade de irrigar a cultura da aveia forrageira por

inundação temporária e verificar os efeitos de diferentes lâminas de irrigação sobre o seu rendimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações gerais

As principais espécies de aveia cultivadas no Brasil são a branca (Avena sativa L.), amarela (Avena byzantina C. Koch) e a preta (Avena strigosa Sckreb). As aveias branca e amarela são utilizadas para a produção de forragem e grãos, já a aveia preta é utilizada para a produção de forragem por ser menos vulnerável às moléstias e seus grãos não apresentarem valor industrial (FLOSS, 1988).

A aveia preta que será objetivo deste estudo, por se tratar de produção de forragem, apresenta colmos finos, fibrosos e folhas estreitas. Suas sementes são pequenas, finas e de coloração escura. Geralmente é de porte mais alto que as demais, colocando rapidamente sua região de crescimento sujeita ao corte, razão pela qual é comum proporcionar apenas o primeiro corte com boa produção de forragem (PEREIRA, 1983).

Com relação ao ciclo da cultura, DOREMBOS & PRUITT (1977), em

estudos sobre a evapotranspiração, dividiram o mesmo em quatro estádios. O inicial que vai da germinação até a cobertura de 10% do solo. O de desenvolvimento que inicia-se quando a cobertura do solo é de 10% e termina quando esta cobertura atinge 70 a 80%. O de meia estação inicia-se no limite superior do estádio anterior e vai até o início da maturação. O último estádio ou estádio final vai do início da maturação até à fase da colheita.

As produções de massa verde da aveia forrageira encontradas na literatura (CARDOSO, 1977), apresentam variações de 25 a 71 toneladas por hectare, enquanto que a de matéria seca varia de 6 a 8 toneladas por hectare.

Um dos fatores que pode provocar queda na produtividade da aveia é a temperatura, que quando elevada, intensifica a respiração afetando o crescimento da planta. Uma temperatura média do ar, igual ou inferior a 19°C, durante o estádio vegetativo parece ser suficiente para satisfazer às suas necessidades metabólicas e de crescimento (PEREIRA, 1983)..

VILELA et alii (1971), recomendam para a região de Igarapé - MG, que o plantio de aveia seja feito em fins de março e meados de abril, para que os dois cortes mais produtivos sejam praticados entre os meses de junho e agosto. A época de se efetuar o primeiro corte exerce grande influência sobre a rebrota da aveia e naturalmente, sobre o rendimento da forragem. Recomenda-se fazer o primeiro corte ou iniciar o primeiro pastejo entre 40 a 60 dias após a germinação, sendo que a altura ideal da planta para o corte é de 50 centímetros, e para o pastejo, é de 30 centímetros de haste

(LAMSTER, 1982).

PEREIRA (1983), cita que o intervalo mais adequado entre cortes está entre 35 a 45 dias, sendo possível três a quatro cortes e o último por apresentar um menor rendimento, poderá ser feito através de pastejo. Já CROWDER et alii (1967), trabalhando com aveia forrageira, obtiveram maior rendimento com um único corte efetuado na época da formação de grãos em relação a três cortes sucessivos.

Através de um trabalho com seis cultivares de aveia forrageira na região de São Carlos - SP, (GODOY & BATISTA, 1989), conseguiram produções de matéria seca variando de 6.828 a 8.802 kg/ha em dois cortes.

2.2. Cultivo da aveia irrigada

Se irrigada, fertilizada e manejada convenientemente, a aveia pode proporcionar boa quantidade e qualidade de forragem (VILELA et alii, 1970; BOTREL & NOVELLY, 1982). Trabalhos realizados em Minas Gerais, (MOZZER et alii, 1976 e COZZER & GARDNER, 1981), demonstraram que esta espécie através da irrigação pode ser utilizada durante o período seco do ano. Também VILELA et alii (1970), verificaram que a produção de aveia, em três cortes quando adubada e irrigada chegou a 50,4 toneladas de massa verde por hectare, enquanto que adubada sem irrigação ficou limitada em apenas 6,8 toneladas de massa verde por hectare. O período crítico de cultivo da aveia, em relação a umidade do solo, ocorre na

emergência da panícula e vai até o enchimento dos grãos (SALTER & GOODE, 1967).

A irrigação na cultura da aveia pode ser feita por qualquer dos métodos tradicionais (aspersão, sulcos ou inundação intermitente), desde que o sistema de drenagem seja suficiente para não permitir o encharcamento (SHANDS & CHAPMAN, 1961). Estes autores não caracterizaram bem o problema da cultura em relação ao encharcamento, entretanto, CRUCIANI & MINAMI (1984), demonstraram através de um trabalho realizado em Piracicaba (SP), que a saturação do solo por um período de dois dias pode ser prejudicial à cultura da aveia em qualquer fase de seu desenvolvimento, além de que esta não tolera nem um dia de saturação do solo aos 90 dias após a semeadura.

A deficiência de oxigênio no sistema radicular é o fator mais importante que determina danos às plantas quando submetidas ao excesso de umidade (KRAMER, 1983), o que segundo LEITE (1986), implica em redução no perfilhamento e na produção de massa verde.

Outros trabalhos foram realizados em casa de vegetação na Universidade de Passo Fundo (RS), visando-se determinar a influência de níveis do lençol freático sobre a cultura de aveia, bem como a influência da inundação do solo sobre esta cultura. COSTA et alii (1991a) estudaram a influência de níveis do lençol freático sobre a produção de matéria verde e matéria seca de dezesseis genótipos de aveia, e os resultados indicaram 10 e 30 centímetros como sendo as profundidades do lençol freático que proporcionaram os maiores rendimentos de matéria verde e matéria

seca, respectivamente.

Com relação a influência da inundação do solo sobre a cultura da aveia, a cultivar UPF 12 demonstrou-se resistente à inundação e alta capacidade de recuperação após a drenagem do solo, não sendo encontradas diferenças quanto à altura das plantas e matéria seca, quando foi mantida uma lâmina de água de 1 centímetro na superfície do solo, aos cinco e aos 15 dias após emergência, para os períodos de zero, dois, cinco, oito e doze dias (COSTA et alii, 1991b).

Também KORNELIUS & ZOB (1989), trabalharam com aveia e azevém em uma várzea drenada na região de Planaltina, Distrito Federal, fornecendo água por sub-irrigação que consiste na elevação do nível do lençol freático. Conseguiram produções de forragem com dois cortes, variando de 2.260 a 4.150 kg/ha de matéria seca.

Estudando o efeito da irrigação sobre a cultura da aveia, CÓZER & GARDNER (1981), aplicaram 25 mm de água em turno de duas semanas, e concluíram que esse valor foi insuficiente para a aveia coronado atingir o máximo de produção. Entretanto, FERREIRA (1988), demonstrou que a lâmina de irrigação deve ser menor no período de rebrotação da aveia por ser esta cultura altamente sensível ao excesso de umidade no solo, principalmente nos primeiros dias após o corte. Já SHARMA (1987), concluiu que a aplicação de menores lâminas de água (20 mm) no início da fase de crescimento da aveia, proporcionou melhor desenvolvimento das raízes em relação à aplicação de lâminas maiores (50 a 70 mm) em estádios tardios.

Em relação ao momento de irrigar, Correia & Ciliard (1955) citados por DAKER (1970) já diziam que o ideal é irrigar as

fornageiras todas as vezes que a umidade disponível do solo decrescer a 25%, apesar de que a maioria dos agricultores só esperam em média que ela desça a 50% . Porém MILLAR (1989), recomenda que as irrigações sejam efetuadas quando a umidade do solo estiver retida a uma tensão de 40 KPa, podendo ainda obter-se níveis de rendimentos da cultura superiores a 70% se estender até 300 KPa. Alguns trabalhos tem sido desenvolvidos com o propósito de se determinar um fator de conversão que possa ser aplicado diretamente sobre a evaporação acumulada do tanque "Classe A" (ECA) para se determinar a quantidade de água a ser aplicada quando se trabalha com um turno de rega preestabelecido, ou mesmo, para se determinar o momento de irrigar quando se trabalha com uma lâmina já definida. Desta forma FERREIRA (1988), em trabalho realizado com a cultura da aveia na região de Viçosa (MG), através da utilização de lisímetros de drenagem, avaliou o efeito das lâminas preestabelecidas de 0,6; 0,7; 0,8 e 0,9 da evaporação do tanque (ECA) para um intervalo entre as irrigações de cinco em cinco dias. O maior rendimento da aveia em termos de quantidade de forragem se deu para a lâmina de 0,6 ECA. Também TEODORO (1991), estudou os efeitos de lâmina de irrigação X adubação nitrogenada, avaliando o efeito das lâminas de 0,5; 1,0 e 1,5, aplicadas quando eram acumulados 30 mm de evaporação do tanque, e o efeito das doses de 80, 160 e 240 kg de N/ha. Encontrou os melhores resultados em termos de quantidade de forragem para a lâmina de 1,0 ECA e a dose de 160 kg de N/ha. Outros trabalhos realizados durante dois anos na Índia, estudaram o efeito de níveis de irrigação baseados na

evaporação do tanque "Classe A" (0,4; 0,6; 0,8; 1,0 e 1,2) aplicados quando eram acumulados 60 mm de evaporação do tanque e concluíram que as maiores produções de forragem verde ocorreram nos níveis de 0,8; 1,0 e 1,2, durante os dois anos de trabalho (LAL, 1987).

O efeito positivo de se utilizar um fator de conversão para a evaporação do tanque "Classe A" na determinação do momento de irrigar, desperta-se o interesse em encontrar o fator ideal para a cultura da aveia quando irrigada por inundação temporária em um solo de meia encosta.

2.3. Análise quantitativa de crescimento

A análise quantitativa do crescimento destina-se a avaliação da produção líquida das plantas derivadas do processo fotossintético, sendo o resultado do desempenho do sistema assimilatório durante um certo período de tempo (HUNT, 1978; PEREIRA & MACHADO, 1987; BENINCASA, 1988 e MEDEIROS et alii, 1990).

Segundo vários autores (BLACKMAN, 1919 e BRIGGS et alii, 1920), a análise quantitativa é considerada internacionalmente como método padrão para estimar a produtividade biológica ou primária de comunidades vegetais, quando se estuda o comportamento de plantas sob diferentes condições edafoclimáticas (ALVIM & ALVIM, 1969). Vários são os índices fisiológicos utilizados numa análise de crescimento. Segundo alguns autores (WALLACE & MUNGER, 1965; XAVIER, 1976 e BENINCASA, 1988), existem correlações estreitas

entre taxa assimilatória líquida (TAL) e índice de área foliar (IAF), que são índices decisivos na determinação da taxa de acumulação de matéria seca ou na taxa de crescimento da cultura.

Trabalhando com milho na região de Piracicaba (SP), MANFRON (1985), concluiu que a acumulação da matéria seca de um vegetal normalmente ocorre em dois períodos distintos, sendo um mais lento no qual a planta depende de uma reserva da semente e outra mais rápida com o desenvolvimento das raízes e a emergência das folhas até a planta atingir um tamanho definitivo, a partir do qual inicia-se a fase de senescência. Já AGGARWAL & SINHA (1983), trabalhando com a cultura do trigo, avaliaram a matéria seca e verificaram que esta aumentou com o tempo até a fase de pré-florescimento (75 a 90 dias após plantio) e a produção total de MS foi maior nas plantas irrigadas do que em situação de não irrigação.

Analisando o efeito da água sobre a acumulação de matéria seca e o crescimento das plantas, SCOTT et alii (1987), concluíram que a não disponibilidade de água (seca) é a causa primária do crescimento reduzido das culturas em escala mundial. Reforçando esta teoria, SINGH et alii (1987), quando trabalharam com a cultura do trigo, demonstraram que a disponibilidade de água em interação com as características intrínsecas da planta é o fator responsável pelo desenvolvimento das culturas. Já COSTA et alii (1991c), estudando o crescimento e os caracteres fisiológicos do feijão quando submetido a dois regimes hídricos e três níveis de nitrogênio, demonstraram que os regimes hídricos influenciaram

sobremaneira a expansão foliar, a fotossíntese, a participação de assimilados e o crescimento da cultura.

O "status hídrico do solo" em interação com as fases de crescimento da cultura influencia a resistência estomática, o potencial hídrico foliar e a fotossíntese (RENQUIST et alii, 1982; JONES et alii, 1983; GOLLAN et alii, 1986 e HARRISSON et alii, 1989). Ainda com relação à taxa de crescimento da cultura, JANUARIO (1992) estudando a cultura do trigo em relação aos balanços hídricos, conclui que esta foi pequena no início do desenvolvimento, aumentando até o máximo no florescimento, diminuindo rapidamente na maturação. Também concluiu que na complementação das análises do desempenho de cultivares, o importante seria dispor do índice de área foliar.

Um outro trabalho importante foi realizado na região de Viçosa (MG) com a cultura do morangueiro (IUCHI, 1993), em que foi estudado o crescimento da planta em diferentes regimes hídricos e concluiu-se que o déficit hídrico provocou redução na área foliar, na produção de matéria seca total, e ainda diminuição no diâmetro, volume e taxas de crescimento dos frutos de morango.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Considerações gerais sobre a área experimental

O experimento foi conduzido no período de abril a junho de 1992, na área experimental do Departamento de Engenharia da Escola Superior de Agricultura de Lavras, estado de Minas Gerais a 21° 14' LS e 45° 00' LO e altitude de 900 metros. A precipitação pluviométrica anual é de 1500 mm, apresentando clima temperado, mesotérmico, tipo de Koppen. A temperatura média anual é de 19,36°C, sendo 26°C a média nos meses mais quentes e 14,66°C o mais frio (VILELA & RAMALHO, 1979).

Os dados de precipitação, evaporação, temperatura máxima e mínima durante a realização do experimento são apresentados na Figura 01.

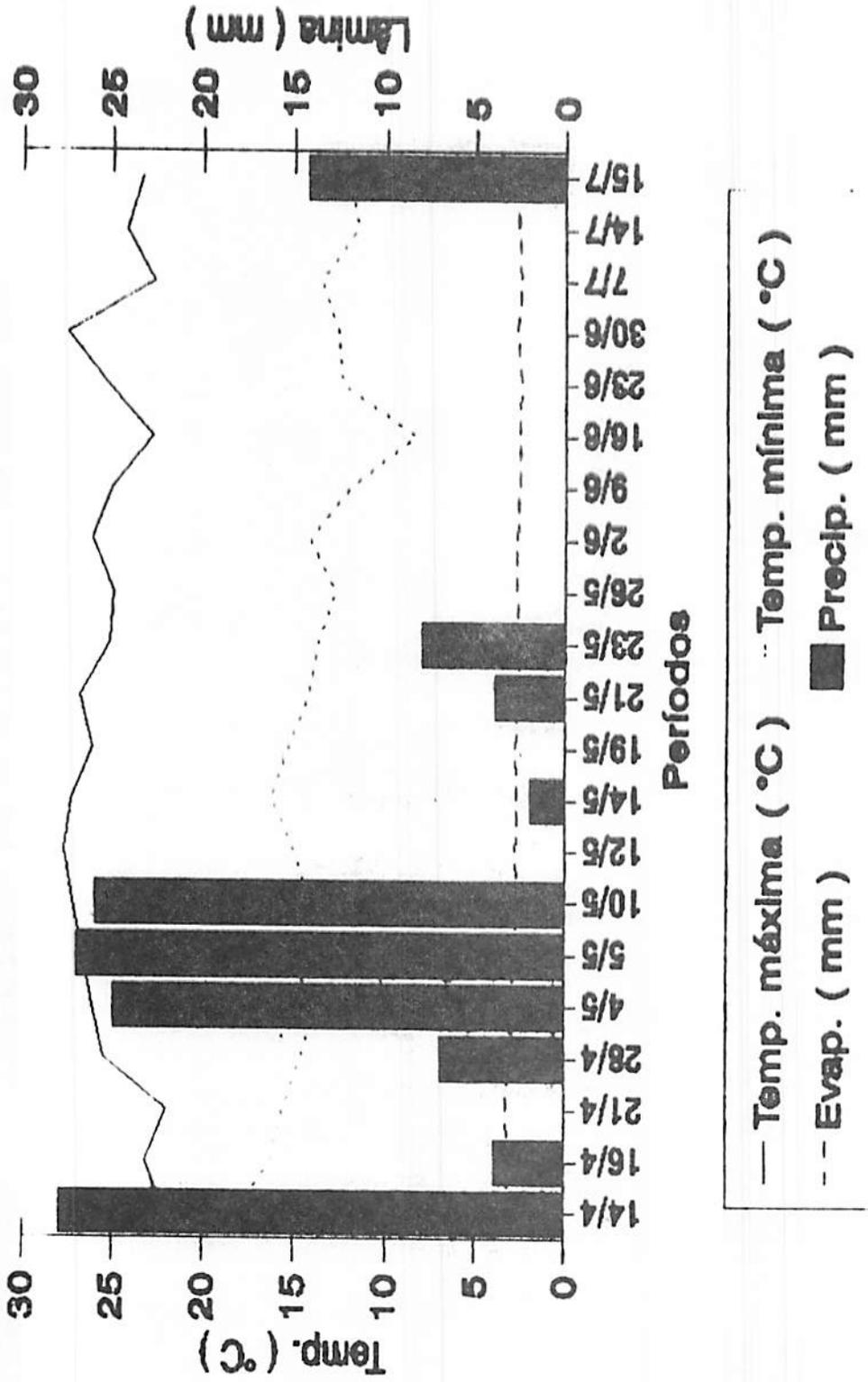


FIGURA 01 - Valores semanais de precipitação, evaporação no tanque "Classe A" e temperatura máxima e mínima, no período entre o plantio (14/04) e o segundo corte (15/07).

O experimento foi instalado no terço inferior de uma encosta, tendo esta sido anteriormente sujeita a cortes e aterros, apresentando três camadas diferentes de solo (0 - 14cm, 14 - 41 cm e 41 - 60 cm). Os resultados da análise física, química, curvas de retenção de umidade ajustadas segundo a equação de GENUCHTEN (1980) e velocidade de infiltração, encontram-se nos Quadros 01 e 02 e Figuras 02, 03 e 04 respectivamente.

QUADRO 01 - Granulometria e densidade global do solo no local do experimento, conforme análise feita pelo DCS/ESAL, Lavras - MG.

Camada (cm)	Granulometria			Densidade Global (g/cm ³)
	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	
0 - 20	47,0	20,0	33,0	1,49
20 - 40	47,0	17,0	36,0	1,51

QUADRO 02 - Resultados da análise química do solo feita pelo DCS/ESAL, Lavras - MG.

Camada (cm)	pH	Matéria Orgânica (%)	P (ppm)	K (ppm)	meq/100 cm ³ de TFSA*		
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺ + H ⁺
0 - 20	6,3	1,5	3,0	47	2,70	0,30	2,30

* Terra Fina Seca ao Ar

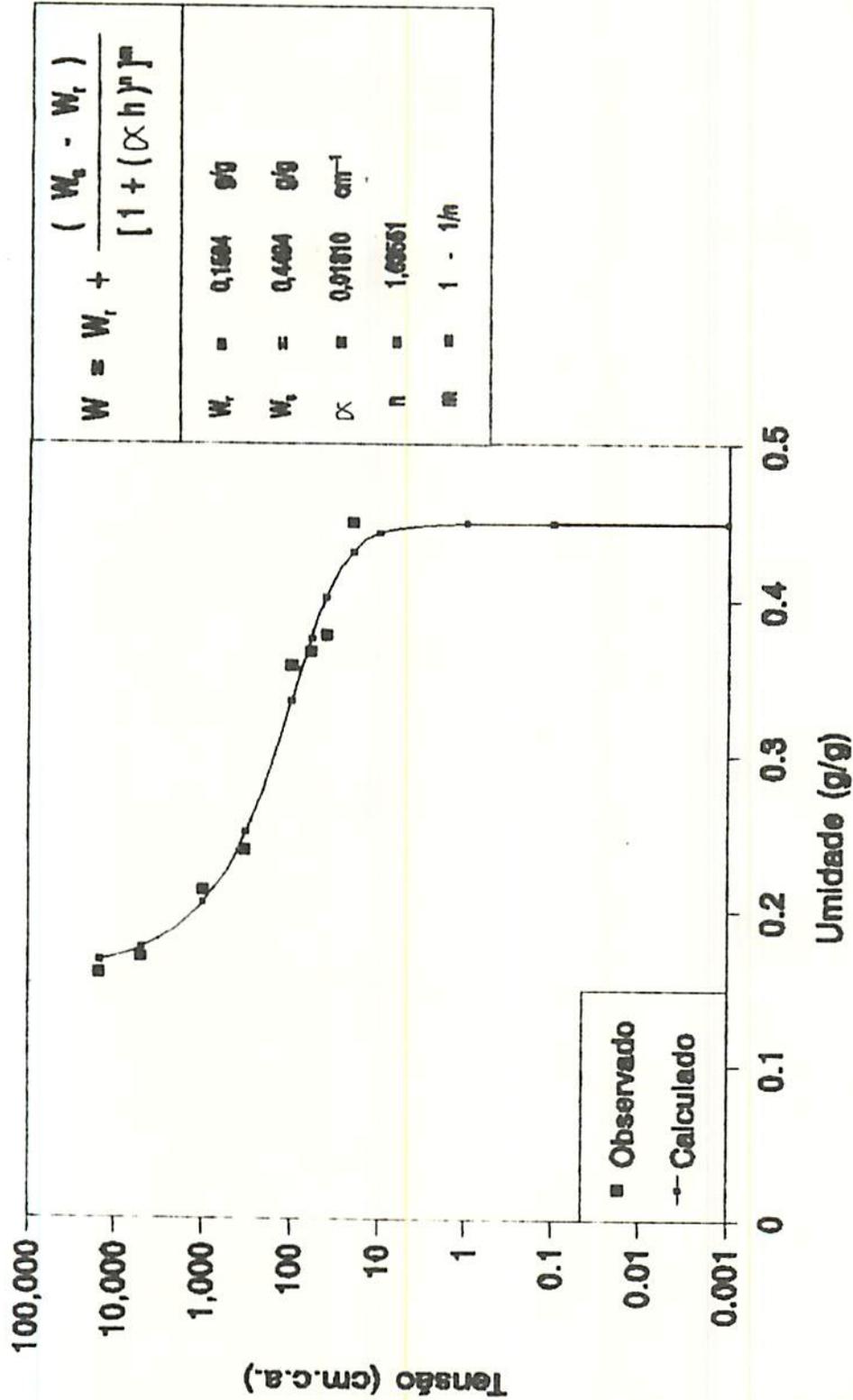


FIGURA 02 - Curva de retenção de umidade para a camada de 0 - 20 cm.

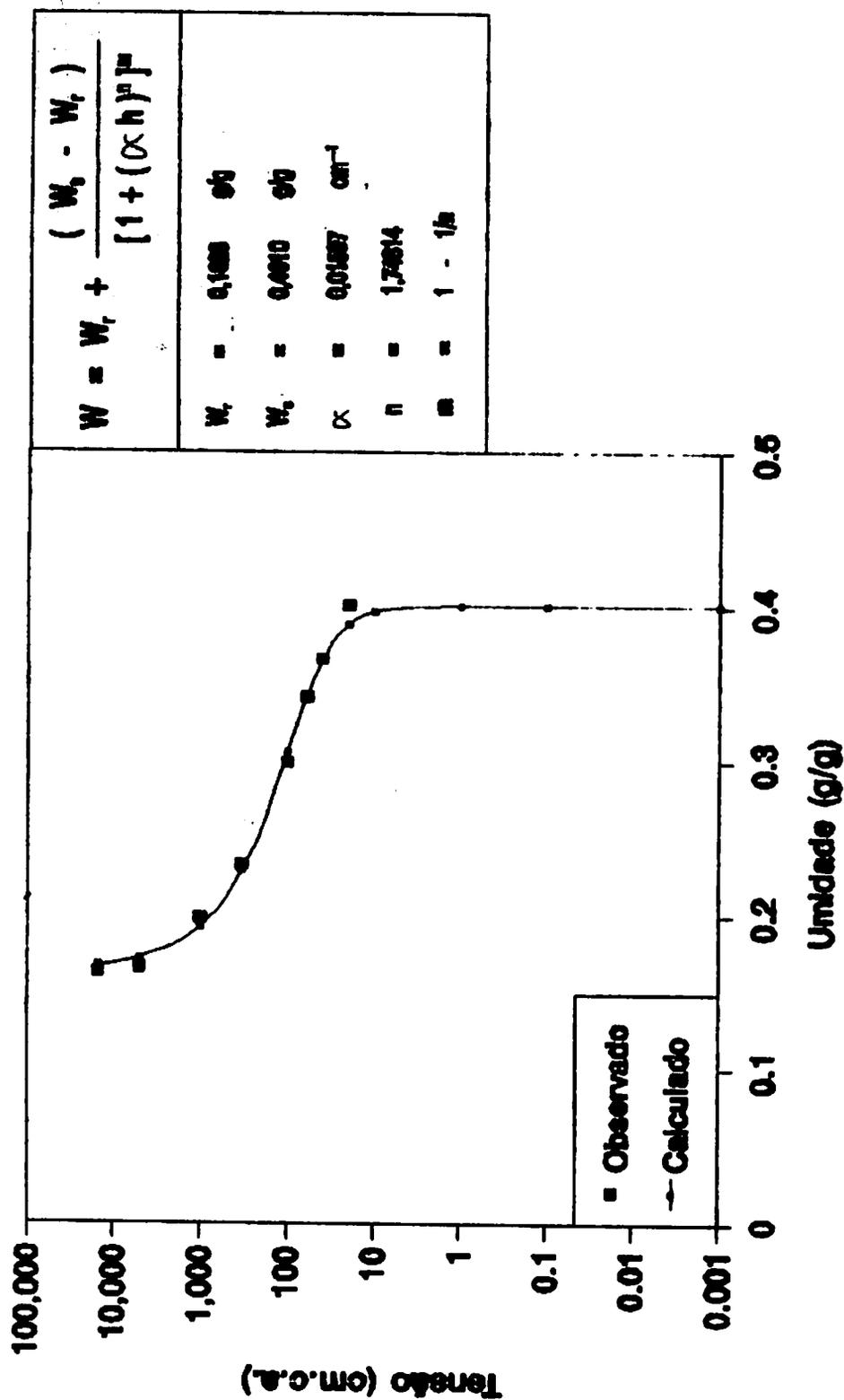


FIGURA 03 - Curva de retenção de umidade para a camada de 20 - 40 cm.

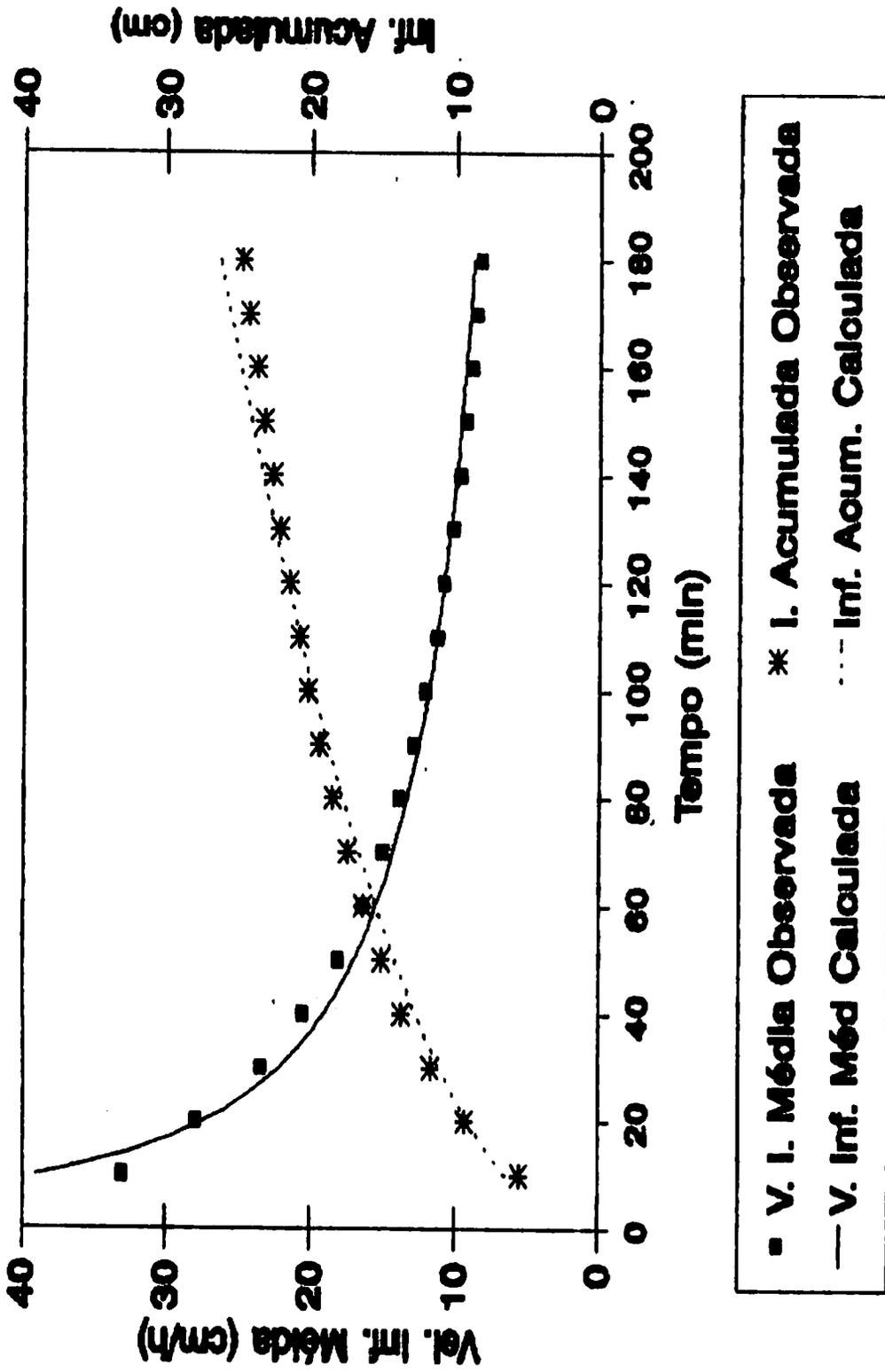


FIGURA 04 - Curva de Velocidade Média de Infiltração e Infiltração Acumulada.

3.2. Variedades e práticas culturais

Foi utilizada a aveia preta (*Avena strigosa* Sckreb) e o preparo do solo constou de uma aração profunda e duas gradagens. A operação de calagem foi realizada manualmente com distribuição a lanço da quantidade equivalente a três toneladas de calcário por hectare, visando elevar a saturação de base a 60%.

A semeadura foi realizada manualmente no dia 14 de abril, no espaçamento de 0,20 m entre linhas e 80 sementes por metro linear. Realizou-se adubação no sulco de plantio, na base de 80 kg/ha de P_2O_5 na forma de superfosfato simples e 60 kg/ha de K_2O na forma de cloreto de potássio. A adubação nitrogenada foi feita utilizando sulfato de amônio, sendo que a dose de nitrogênio usada foi na base de 120 kg/ha. Esse nitrogênio foi parcelado em três vezes, sendo 1/3 na semeadura, 1/3 aos 30 dias e 1/3 após o primeiro corte.

A quantidade de adubo foi colocada de acordo com os resultados da análise química do solo (Quadro 02) e com base na recomendação da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1989).

A cultura foi mantida livre de plantas daninhas, mediante pequenas capinas manuais. Não houve necessidade de controle fitossanitário.

3.3. Delineamento experimental

O delineamento usado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. A Figura 05 apresenta o diagrama esquemático do experimento e detalhes da parcela experimental.

A área útil de cada parcela foi de $5,76 \text{ m}^2$, contendo 12 linhas de plantas, espaçadas de 0,20 m.

Os tratamentos constaram de cinco lâminas de água (L_i), as quais foram aplicadas com base na percentagem da evaporação acumulada no tanque "Classe A" (ECA). Quando a evaporação acumulada atingiu 26 mm ou próximo deste valor foram realizadas irrigações baseando-se nas percentagens: L₀ = 0% ECA; L₁ = 60% ECA; L₂ = 80% ECA; L₃ = 100% ECA; L₄ = 120% ECA. A lâmina de 26 mm corresponde a lâmina de água armazenada na camada de 25 cm e retida a uma tensão inferior a 40 KPa. Segundo recomendações de MILLAR (1989), esta é a tensão indicativa do momento de irrigar quando se objetiva obter produção máxima da aveia.

A aplicação da água foi feita manualmente em parcelas individuais através de uma mangueira de polietileno, distribuindo-se a água uniformemente na parcela, sendo o controle do volume aplicado feito com base no tempo de aplicação e na vazão disponível. Tão logo era feita a aplicação de água nas parcelas, estas permaneciam inundadas por um curto espaço de tempo, o qual conforme a equação que descreve a infiltração acumulada d'água no solo era em torno de dois a cinco minutos.

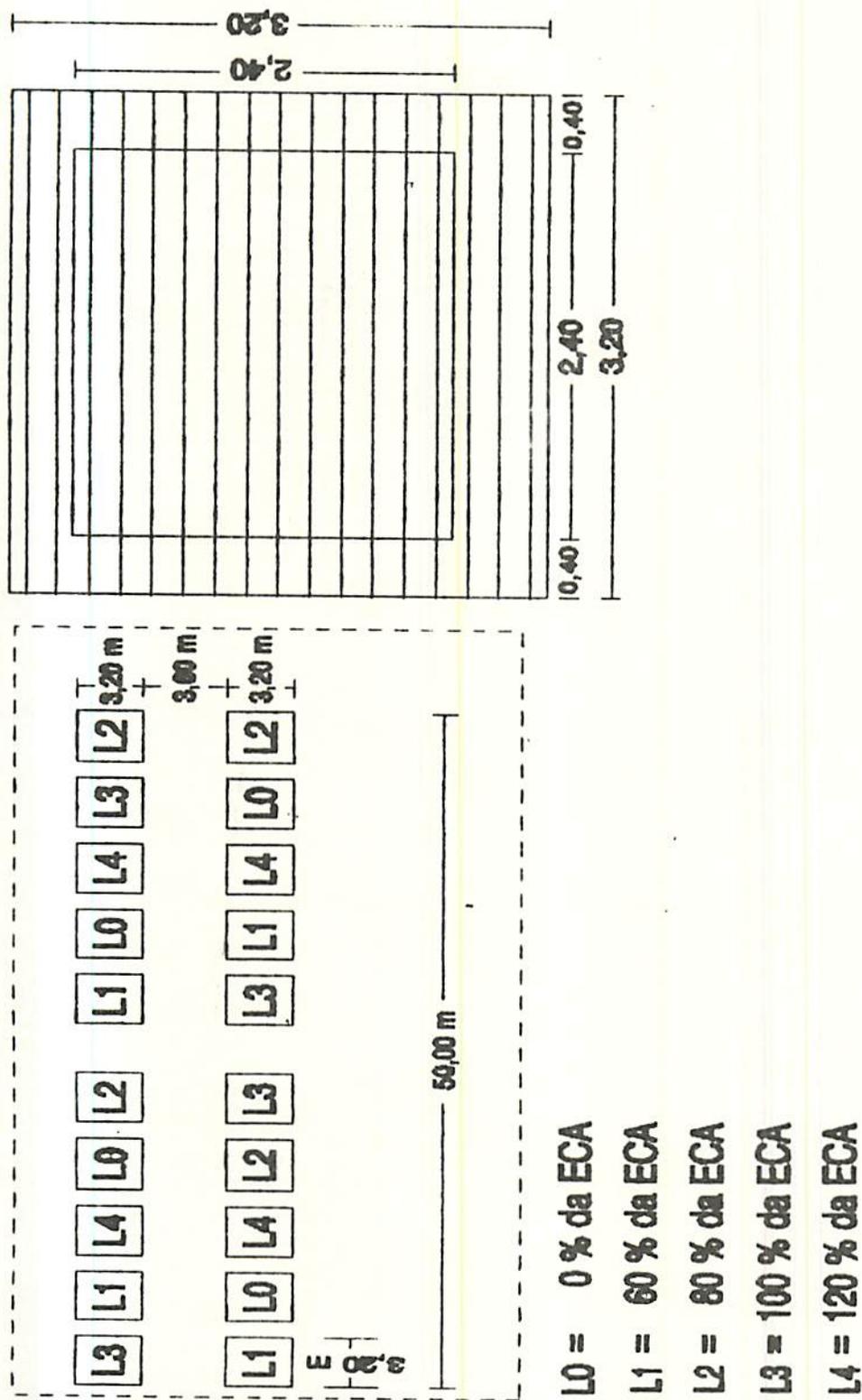


FIGURA 05 - Diagrama esquemático do experimento e detalhes da parcela experimental.

O controle das lâminas de irrigação diferenciadas só iniciou-se no dia 03/05/92, 18 dias após a sementeira, sendo que até esta data a irrigação foi realizada de forma a manter-se a mesma condição de umidade em todas as parcelas e fornecer condições adequadas para o desenvolvimento inicial da cultura até as plantas atingirem uma altura de aproximadamente 10 cm.

O acompanhamento da umidade do solo foi realizada através de coletas de amostras a dois segmentos de perfil (0 - 20 cm e 20 - 40 cm) em um bloco escolhido ao acaso, antes e após cada irrigação.

3.4. Características estudadas

3.4.1. Análise de crescimento das plantas

Foram analisadas algumas características de crescimento como altura de plantas, área foliar e número de perfilhos. Também foram avaliados alguns índices fisiológicos determinantes do crescimento tais como taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL), e índice de área foliar (IAF), segundo metodologias propostas por BIGGS et alii (1920); WATSON (1952); RADFORD (1967); HUNT (1978) e informações de PEREIRA & MACHADO (1987) e MEDEIROS et alii (1990).

Estes índices fisiológicos foram avaliados semanalmente a partir de amostras tomadas em cada sub-área experimental contendo seis linhas de plantas, após cada parcela ter sido dividido em duas

sub-áreas. Foram tomadas 20 plantas aleatoriamente em segmentos de linha de 35 cm de comprimento. Após cada coleta, as plantas foram separadas em caule e folhas, sendo procedida em seguida a secagem dos materiais em estufa a 70°C por 48 horas.

3.4.1.1. Altura das plantas, área foliar e número de perfilhos.

Para a determinação da altura foram feitas medições, utilizando-se uma régua graduada. A altura da planta foi medida a partir do 1º entrenó visível de cima para baixo até o ponto de encontro da parte aérea com a raiz, ou seja, o colo. O resultado final foi obtido pela média de 20 plantas medidas em cada amostragem (sub-área), conforme descrito no item 3.4.1..

A área foliar foi obtida tomando-se sub-amostras de cinco plantas retiradas ao acaso entre as 20 plantas retiradas em cada segmento de linha de 35 cm nas sub-áreas. Após destacadas das plantas, as folhas foram passadas em um integrador de área foliar, modelo LI-3000.

Com relação ao número de perfilhos, a contagem foi realizada em amostras de 20 plantas tomadas aleatoriamente em cada segmento de linha de 35 cm correspondente a cada sub-área, obtendo-se finalmente o valor médio por planta.

3.4.1.2. Índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL).

O IAF foi obtido através da relação entre a área foliar total e a área do solo ocupada pelas plantas, definida pelo espaçamento estabelecido para a cultura.

A TCR foi obtida pela relação do incremento de matéria seca acumulada com o intervalo de tempo prefixado, conforme a seguinte expressão:

$$TCR = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{T_2 - T_1}$$

Onde: Ln = Logaritmo neperiano

P_2 e P_1 representam o peso da matéria seca nos tempos T_2 e T_1 , respectivamente.

O intervalo de tempo considerado foi de uma semana.

A TAL foi obtida pela relação entre a matéria seca acumulada pela planta por unidade de superfície foliar, dentro de um intervalo de tempo prefixado, conforme a seguinte expressão:

$$TAL = \frac{P_2 - P_1}{A_2 - A_1} \times \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{T_2 - T_1}$$

Em que: P_2 e P_1 representam o peso da matéria seca e A_2 e A_1 , representam a área foliar, nos tempos T_2 e T_1 , respectivamente

3.4.2. Produção de forragem

A determinação desta característica foi possível através da realização de dois cortes, sendo o primeiro aos 55 dias após o plantio (DAP), e o segundo, 35 dias após o primeiro. Para tanto, em cada sub-área constituída de 6 linhas de plantio, as plantas foram cortadas a uma altura de 10 cm da superfície do solo de acordo com a recomendação de PEREIRA (1983), utilizando-se de um cutelo. Após os cortes, a forragem foi imediatamente pesada no campo, com o objetivo de se determinar a matéria fresca ou verde. Destes materiais frescos, foram tomadas amostras representativas de cada parcela, as quais foram acondicionadas em sacos de papel para o procedimento da pré-secagem em estufa com circulação forçada de ar à 65°C por cerca de três dias. Posteriormente, o material foi pesado em balança semi-analítica com precisão de um miligrama. A etapa seguinte, constituiu da moagem das amostras e o conseqüente acondicionamento das mesmas em frascos de vidro com tampas de polietileno, para as realizações das análises sub-sequentes. A secagem definitiva foi obtida tomando-se sub-amostras de cinco gramas do material pré-seco e transferidas para a estufa a 105°C por 24 horas, seguindo recomendação de LENKEIT & BECKER (1956), e procedida a pesagem após uma hora, utilizando-se de balança analítica com aproximação de 0,1 mg. Desta maneira, chegou-se à

percentagem da matéria seca.

3.4.3. Percentagem de proteína bruta

As mesmas amostras utilizadas para determinação da matéria seca foram analisadas em laboratório visando a determinação da proteína bruta.

Para tanto, utilizou-se o método de KJELDAHL (AOAC, 1970), no qual o nitrogênio da amostra foi transformado em amônio (NH_4) por meio de uma digestão ácida, posteriormente separado por destilação e finalmente dosado por titulação. A percentagem de proteína bruta foi calculada multiplicando-se o teor de nitrogênio pelo fator 6,25.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Lâmina de irrigação

Foram aplicados através da irrigação, lâminas totais de água de 15; 106,7; 137,3; 167,8 e 228,3 mm, respectivamente nos tratamentos L0, L1, L2, L3 E L4, perfazendo um total de 7 irrigações.

Computando-se a precipitação acumulada durante o período de produção de forragem (114,3 mm), as lâminas totais aplicadas foram, 128,3; 220,0; 250,6; 281,1 e 311,6 mm respectivamente nos tratamentos L0, L1, L2, L3 e L4. O valor médio de turno de rega foi de 12 dias.

Durante o período (82 dias) em que foi controlada a irrigação, a evaporação acumulada no tanque "Classe A" foi de 224,8 mm.

No Quadro 03, encontram-se os valores da lâminas de irrigação (Li), a evaporação acumulada no tanque "Classe A" (ECA) e a

precipitação acumulada (PREC). Observa-se que o maior intervalo entre duas irrigações sucessivas foi 17 dias e ocorreu entre o 9º e o 26º dias após o início dos tratamentos com irrigação. Por outro lado, o menor intervalo ocorreu entre o 1º e o 9º dias após o início dos tratamentos, com oito dias entre duas irrigações sucessivas.

Observa-se no Quadro 03 que a precipitação pluviométrica acumulada durante o período experimental ficou em torno de 50% em relação a evaporação acumulada. A maior concentração da chuva, conforme é mostrado neste Quadro se deu até o 16º dia após o início dos tratamentos, que corresponde a 26 dias decorridos após a data do plantio.

No Quadro 04 apresenta-se os valores médios da umidade do solo antes e após cada irrigação, em uma camada de zero (0) a 25 cm de profundidade. Estes dados, juntamente com os dados da irrigação e precipitação pluviométrica, deveriam ser usados para estimar a evapotranspiração da cultura, através de um balanço hídrico do solo. Entretanto, em função de problemas verificados no funcionamento de tensiômetros instalados nas parcelas e das precipitações ocorridas, não foi possível estimar a evapotranspiração visto que não houve condições de avaliar as perdas por percolação que certamente ocorreram em função das precipitações pluviométricas terem atingido valores superiores ao armazenamento estipulado na camada, em dias seguidos.

4.2. Altura das plantas

Os valores médios de altura das plantas para os dois cortes, em função das lâminas de água, são apresentados no Quadro 06. Observa-se que nos dois cortes, a altura das plantas aumentou com o aumento das lâminas de água, atingindo 45,9 cm no primeiro corte com o tratamento L3 e 25,4 cm no tratamento L0. Fato praticamente semelhante ocorreu no 2º corte, onde as plantas atingiram alturas médias respectivamente de 40,4 cm em L4 de 15,7 cm no tratamento L0 (controle).

QUADRO 03 - Lâminas totais de água aplicadas em cada parcela, Turno de rega e valores de precipitação e ECA durante o desenvolvimento vegetativo da cultura.

Dias após início dos tratamentos	Data	Prec. no período (mm)	ECA no período (mm)	Lâminas de irrigação (mm)					Turno de rega (dias)
				L0	L1	L2	L3	L4	
0	24/04	-	-	15	15	15	15	15	-
09	03/05	7,0	28,0	0	12,5	16,8	21,8	25,2	09
10	04/05	25,0	2,9						-
11	05/05	27,0	2,8						-
16	10/05	26,0	14,1						-
26	20/05	2,0	28,0	0	15,6	20,8	26,0	31,2	17
40	03/06	12,0	38,0	0	15,6	20,8	26,0	31,2	14
50	13/06	0,0	26,7	0	16,0	21,4	26,7	32,0	10
60	23/06	0,0	27,0	0	16,2	21,6	27,0	32,4	10
70	03/07	0,0	26,1	0	15,7	20,9	26,1	31,3	10
82	15/07	14,3	31,2						12
Totais	-	113,3	224,8	15	106,7	137,3	167,8	198,3	
Li = Li + Prec.				128,3	220,0	250,6	281,1	331,6	

QUADRO 04 - Percentagem de umidade do solo (base peso seco) antes e após cada irrigação para uma camada de 0 a 25 cm

Datas de amostragens	Umidade do solo (%)							
	L1		L2		L3		L4	
	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após
24/04	25,98	29,34	26,37	29,06	26,66	28,97	26,28	28,93
03/05	24,35	28,10	24,08	29,16	24,52	29,32	23,37	29,34
20/05	22,29	27,16	22,77	28,15	23,13	29,54	23,02	29,26
03/06	21,03	26,30	22,01	27,94	23,18	29,02	23,12	29,40
13/06	20,05	25,20	21,80	27,15	23,10	29,04	23,35	29,47
23/06	19,11	24,44	21,53	27,24	23,07	29,12	23,25	29,50
03/07	18,23	23,41	21,16	27,00	23,09	29,21	23,40	29,61

QUADRO 05 - Alturas de plantas de aveia (cm) observadas nas épocas do primeiro e segundo corte, em função de diferentes lâminas d'água aplicadas.

Lâminas de água	1º Corte	2º Corte
L0	25,4 c	15,7 d
L1	32,4 b	26,4 c
L2	33,6 b	31,6 b
L3	45,9 a	39,3 a
L4	45,7 a	40,4 a
CV (%)	2,29	2,99

Os valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Comparando-se a altura das plantas nos dois cortes, observa-se que as plantas atingiram valores inferiores por ocasião do 2º corte. Resultados divergentes foram encontrados por TEODORO (1991) trabalhando também com aveia em relação a irrigação e adubação nitrogenada, onde a altura máxima das plantas na época do 2º corte superou a do 1º corte. Os valores máximos e mínimos obtidos foram de 40,75 e 25,87 cm respectivamente no 1º corte e de 52,63 e 26,25 cm respectivamente no 2º corte. Esta divergência provavelmente tenha sido devido ao fato dele ter trabalhado com maiores lâminas d'água e a aveia, conforme já foi demonstrado pela literatura, é bastante sensível ao excesso de umidade durante o seu período de rebrota. Também devemos considerar o fato de que as suas medidas de altura foram tomadas até a extremidade superior da planta, enquanto que o presente trabalho considerou-se estas medidas, do colo até o último entrenó formado e visível.

Há relato na literatura de que a aveia (cultivar UPF-12) não apresenta diferenças quanto a altura das plantas, quando estas foram mantidas com uma lâmina d'água de um centímetro na superfície do solo aos cinco e aos quinze dias após a emergência, para os períodos de zero, dois, cinco, oito e doze dias (COSTA et alii, 1991b).

Os resultados obtidos no presente trabalho vem confirmar resultados de literatura que mostram a importância da água para o desenvolvimento da cultura (SCOTT et alii, 1987 e SINGH et alii, 1987).

4.3. Número de perfilhos

Os resultados apresentados no Quadro 06 indicam que as plantas submetidas a uma lâmina de água correspondente a L3 respondem positivamente ao perfilhamento nas duas épocas de corte, muito embora o número de perfilhos no 1º corte tenha sido superior em 25% ao 2º corte. Deve-se ressaltar que as plantas submetidas a L3 superam o tratamento controle (L0) em 91,3% e 260% respectivamente no 1º e 2º corte.

Estes resultados estão em consonância com VILELA (1984) que demonstrou também o efeito positivo da água na capacidade de perfilhamento, quando utilizou níveis de água variando entre 46,4 e 68,8% do volume total de poros (VTP).

Outros autores também demonstram a importância da água para a planta em um contexto geral, o que nos faz entender que poderia incluir também a capacidade de perfilhar (RENQUIST et alii, 1982; JONES et alii, 1983).

QUADRO 06 - Número médio de perfilhos em planta de aveia observado nas épocas do primeiro e segundo corte, em função de diferentes lâminas d'água aplicadas.

Lâminas de água	1º corte	2º corte
L0	2,3 b	1,0 d
L1	2,8 b	2,0 c
L2	2,8 b	2,7 b
L3	4,5 a	3,6 a
L4	4,4 a	3,6 a
C.V. (%)	10,19	3,50

Valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.4. Área foliar

Os resultados contidos no Quadro 07 demonstram de maneira inequívoca o efeito favorável da água no incremento da superfície foliar, atingindo valores máximo e mínimo no 1º corte de 0,68 e 0,59 dm^2 respectivamente. A mesma tendência de resultados foi observada no 2º corte, entretanto, as plantas apresentaram uma redução bastante acentuada na sua superfície foliar em relação ao 1º corte. As plantas apresentaram no segundo corte, valores de 40,68%; 52,54%, 68,85% e 73,53%, respectivamente para as lâminas L0, L1, L2, L3 e L4, quando comparadas com o 1º corte. A

importância da água na expansão da área foliar também foi demonstrada por GOLLAN et alii (1986) e HARRISSON et alii (1989), quando estudavam a interação do "status hídrico do solo" com as fases de crescimento da planta.

QUADRO 07 - Área foliar total média de plantas de aveia (dm²) observadas nas épocas do primeiro e segundo corte, em função de diferentes lâminas d'água aplicadas.

Lâminas de água	1º corte	2º corte
L0	0,59 b	0,24 d
L1	0,59 b	0,31 c
L2	0,61 b	0,42 b
L3	0,68 a	0,49 a
L4	0,68 a	0,50 a
C.V.(%)	2,75	3,31

Valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.5. Índice de área foliar (IAF)

As Figuras 6 e 7 mostram o comportamento semanal desta característica para as plantas submetidas a diferentes lâminas d'água até as épocas correspondentes ao 1º e 2º corte. Independente dos tratamentos aplicados, os maiores valores de IAF foram

alcançados por ocasião dos cortes, ou seja aos 55 e 90 dias após plantio (DAP) respectivamente para o 1º e 2º corte. Os resultados apresentados nas Figuras 7 e 8 estão de acordo com ALVIM & ALVIM (1969), os quais mencionaram que sob condições normais de desenvolvimento vegetativo, a área foliar tende a aumentar com a idade cronológica da planta. A importância de se estudar o índice de área foliar foi demonstrada por JANUÁRIO (1992) quando estudou a resposta fisiológica da cultura do trigo em relação a balanços hídricos. Também COSTA et alii (1991c) reforçou a importância da água na expansão da área foliar quando estudou o comportamento do crescimento e de alguns caracteres fisiológicos para a cultura do feijão, quando submetida a dois regimes hídricos e três níveis de nitrogênio.

Analisando-se a 1ª fase vegetativa da cultura, ou seja, até a época do 1º corte, verifica-se um maior incremento deste índice fisiológico entre os 41 e 48 dias após plantio (DAP) em todas as lâminas d'água aplicadas. Os resultados obtidos devem-se provavelmente a um efeito sinérgico da água com a adubação nitrogenada, uma vez que a terça parte do nitrogênio total recomendado foi aplicado aos 35 DAP.

A Figura 08 mostra o comportamento deste índice fisiológico em função das diferentes lâminas d'água aplicadas nas épocas dos dois cortes. Observa-se uma estabilização do IAF a partir da lâmina L3 para ambos os cortes, embora no 2º corte tenha havido redução em relação ao 1º corte.

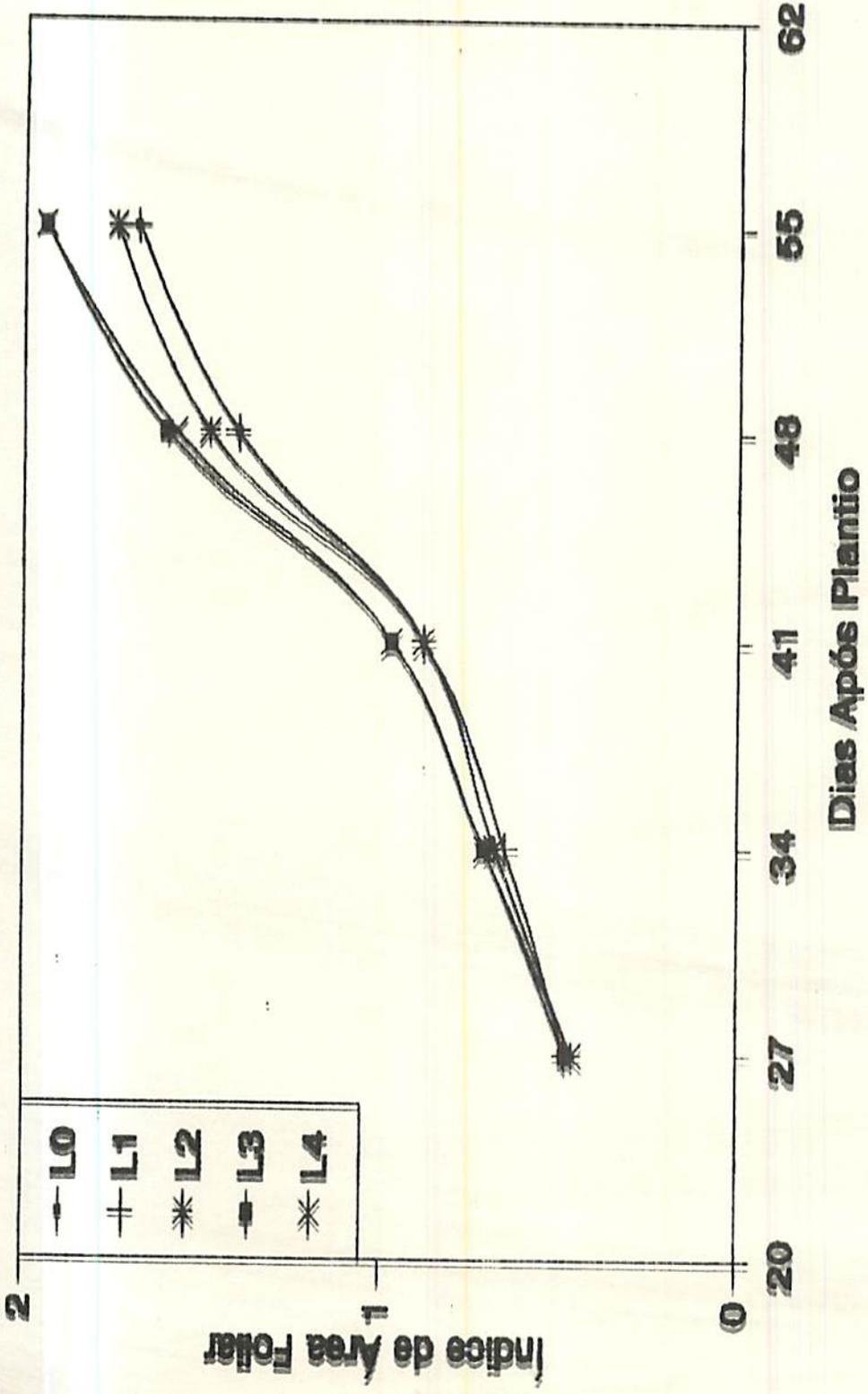


FIGURA 06 - Valores médios de Índice de Área Foliar obtidos em plantas de aveia até o primeiro corte, em função das épocas de amostragens, para as diferentes lâminas de água aplicadas.

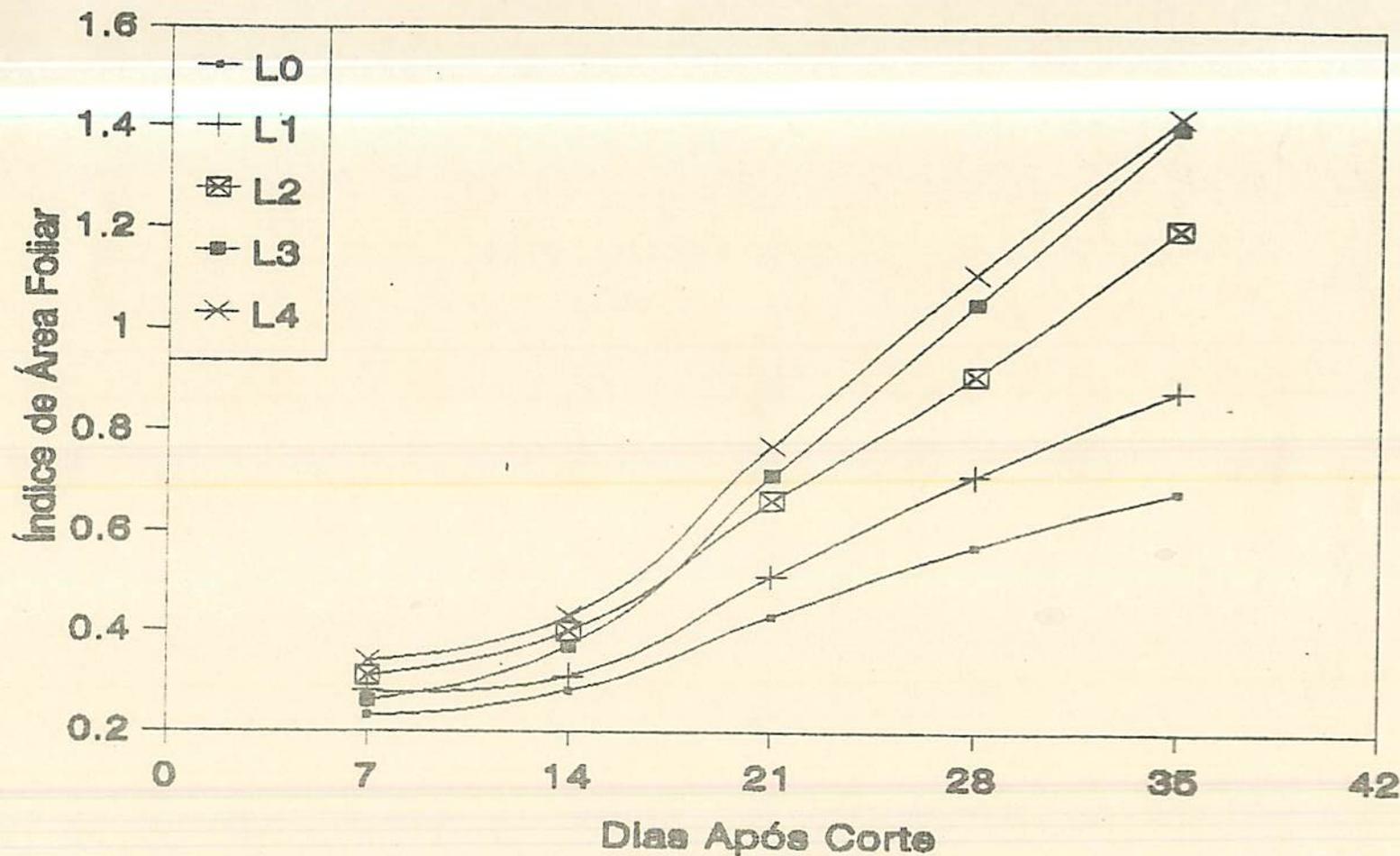


FIGURA 07 - Valores médios de Índice de Área Foliar obtidos em plantas de avela no período compreendido entre o primeiro e o segundo corte, em função das épocas de amostragens, para as diferentes lâminas de água aplicadas.

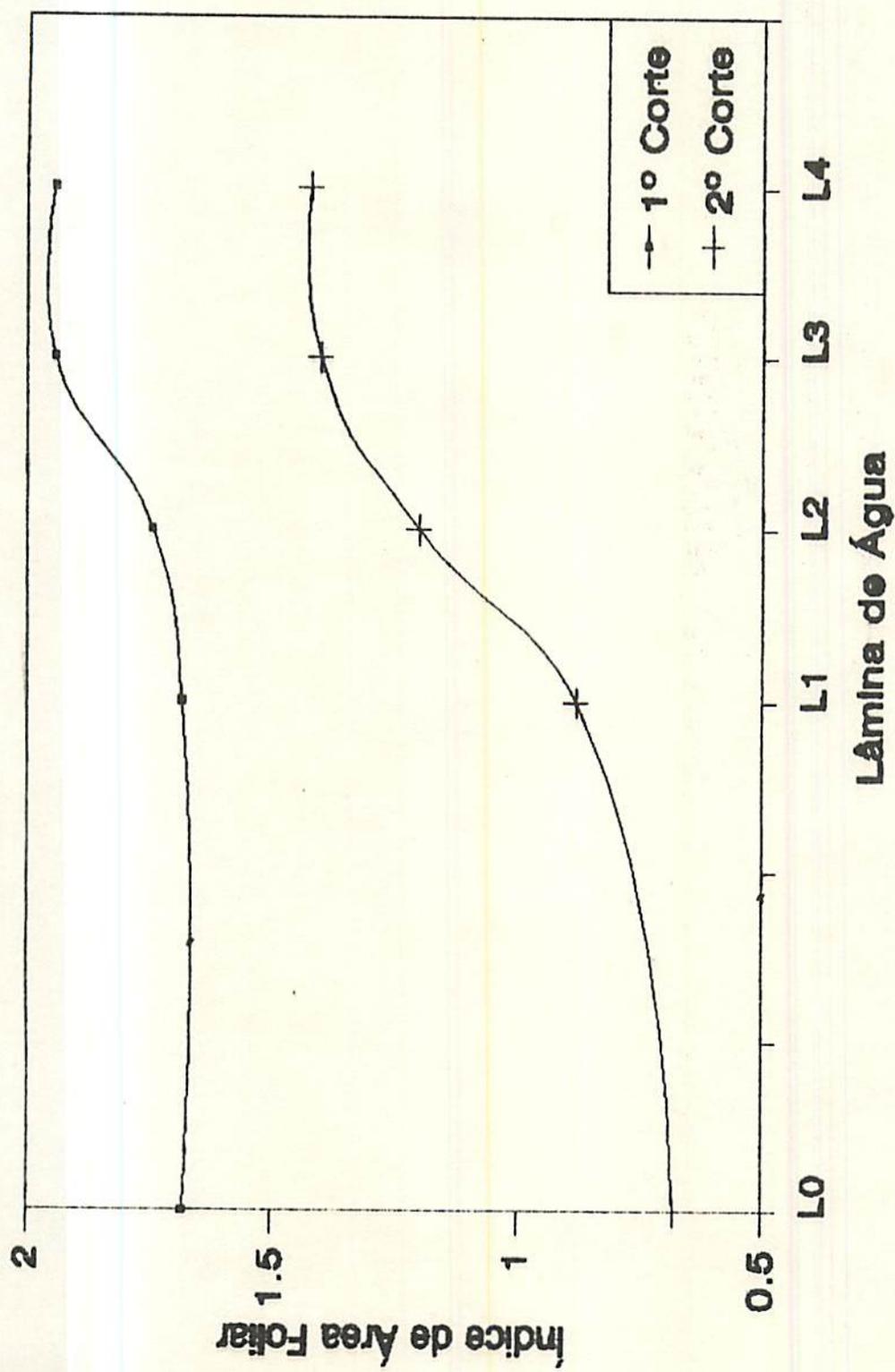


FIGURA 08 - Valores médios de Índice de Área Foliar obtidos em plantas de aveia por ocasião dos cortes, em função das diferentes lâminas de água aplicadas.

A redução observada no IAF poderá ocasionar diminuição na produção final de forragem, conforme será discutido posteriormente. Esta redução pode, em parte, ser considerada normal, uma vez que durante o 1º corte houve uma remoção quase que total da superfície foliar fotossinteticamente ativa fundamental para a retomada da 2ª fase de crescimento onde novas folhas serão formadas, e além do que, o período entre o 1º e o 2º corte foi de apenas 35 dias.

Foi verificada ainda através das Figuras 06 e 07 que para o período compreendido entre o 1º e o 2º corte o comportamento evolutivo da IAF apresentou uma maior resposta aos tratamentos aplicados, apesar dos valores dos índices terem sido menores. Isto se deve provavelmente ao fato de que neste período não houve influência das chuvas como ocorreu no período que antecede ao 1º corte.

4.6. Taxa assimilatória líquida e de crescimento relativo

A Figura 09, exibe o comportamento assimilativo líquido, ou seja, a capacidade fotossintética das plantas de acordo com sua idade cronológica sob diferentes tratamentos hídricos no período antecedente ao 1º corte. Os resultados obtidos demonstraram que as plantas submetidas a L3 atingiram valores de TAL máximos aos 41 DAP, época em que verificaram-se também as maiores taxas de crescimento (Figura 10). No entanto, a TAL como a TCR sofreram quedas substanciais até a época do 1º corte, o que teoricamente não

era de se esperar, pois o IAF continuou em ascensão até a época do corte (Figura 6). Entretanto deve-se considerar que toda a planta quando cultivada sob condições normais de ambiente apresenta um IAF ótimo que permitirá um melhor desempenho do aparelho fotossintetizante, proporcionando um valor máximo de TAL. No presente trabalho, embora o IAF tenha experimentado aumentos significativos a partir do 27º DAP até a época do 1º corte, não houve correspondências de incrementos na TAL e nem na TCR, muito pelo contrário, observaram-se quedas substanciais nestes dois índices fisiológicos a partir do 41º DAP, a exceção das plantas submetidas aos tratamentos L0 e L1. Estes resultados sugerem provavelmente que a partir desta época, poderia ter sido criada uma condição de autossombreamento pelo aumento progressivo do IAF (Figura 6), o que levaria as plantas a uma redução na sua capacidade fotossintética pela má utilização da energia radiante, e conseqüentemente redução na produção final de biomassa. Ao analisar comparativamente as Figuras 9 e 10, observa-se comportamentos semelhantes tanto da TAL como da TCR, o que vem demonstrar que a taxa de acumulação de matéria seca que promove o crescimento é dependente da TAL e esta por sua vez, depende do IAF. Os resultados obtidos no presente trabalho estão em consonância com a literatura que mostra a estreita dependência da TAL para com IAF (WATSON, 1952; EVANS, 1972 e DALE et alii, 1980).

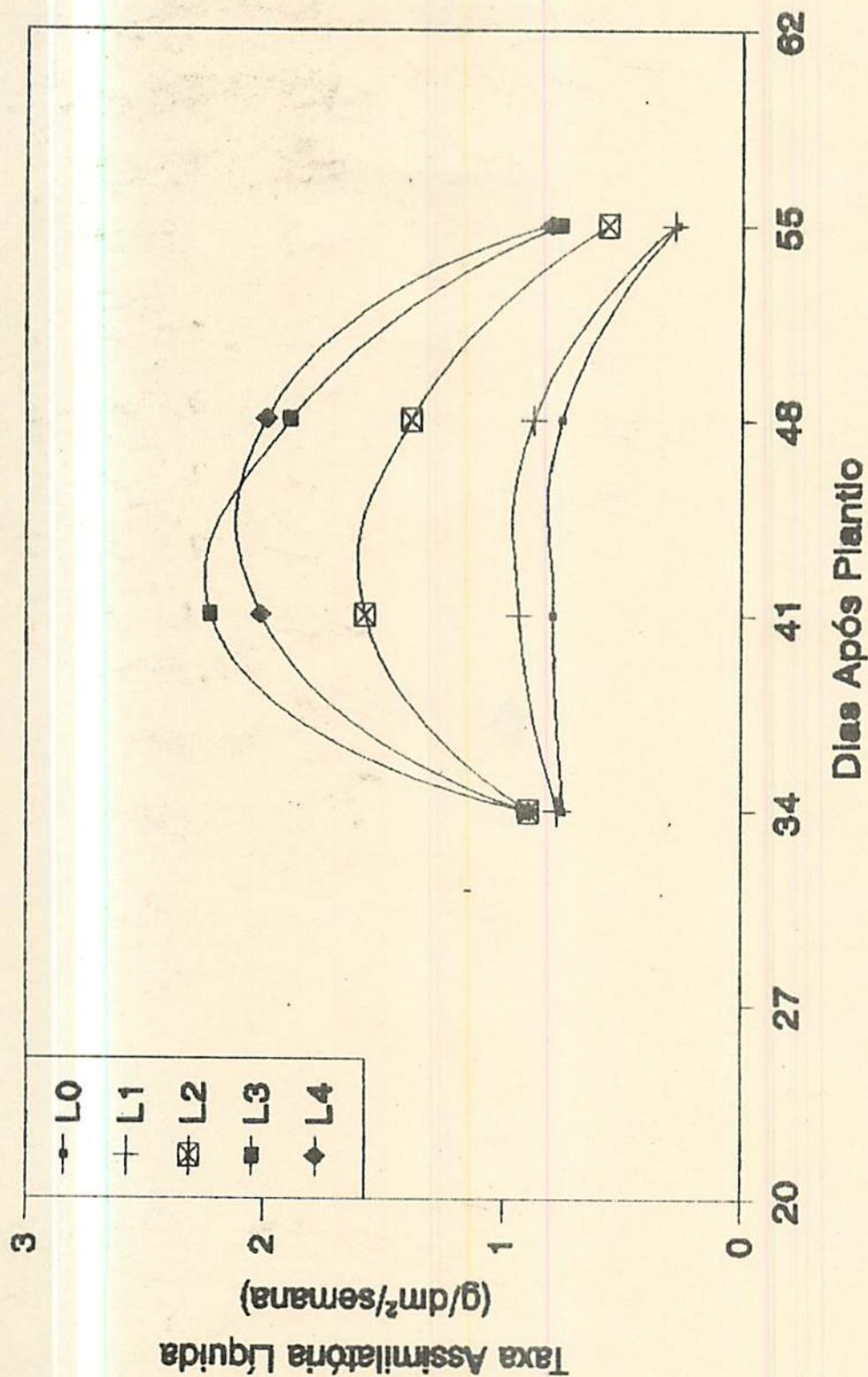


FIGURA 09 - Valores médios de Taxa Assimilatória Líquida (g/dm²/semana) obtidos em plantas de aveia até o primeiro corte, em função das épocas de amostragens, para as diferentes lâminas de água aplicadas.

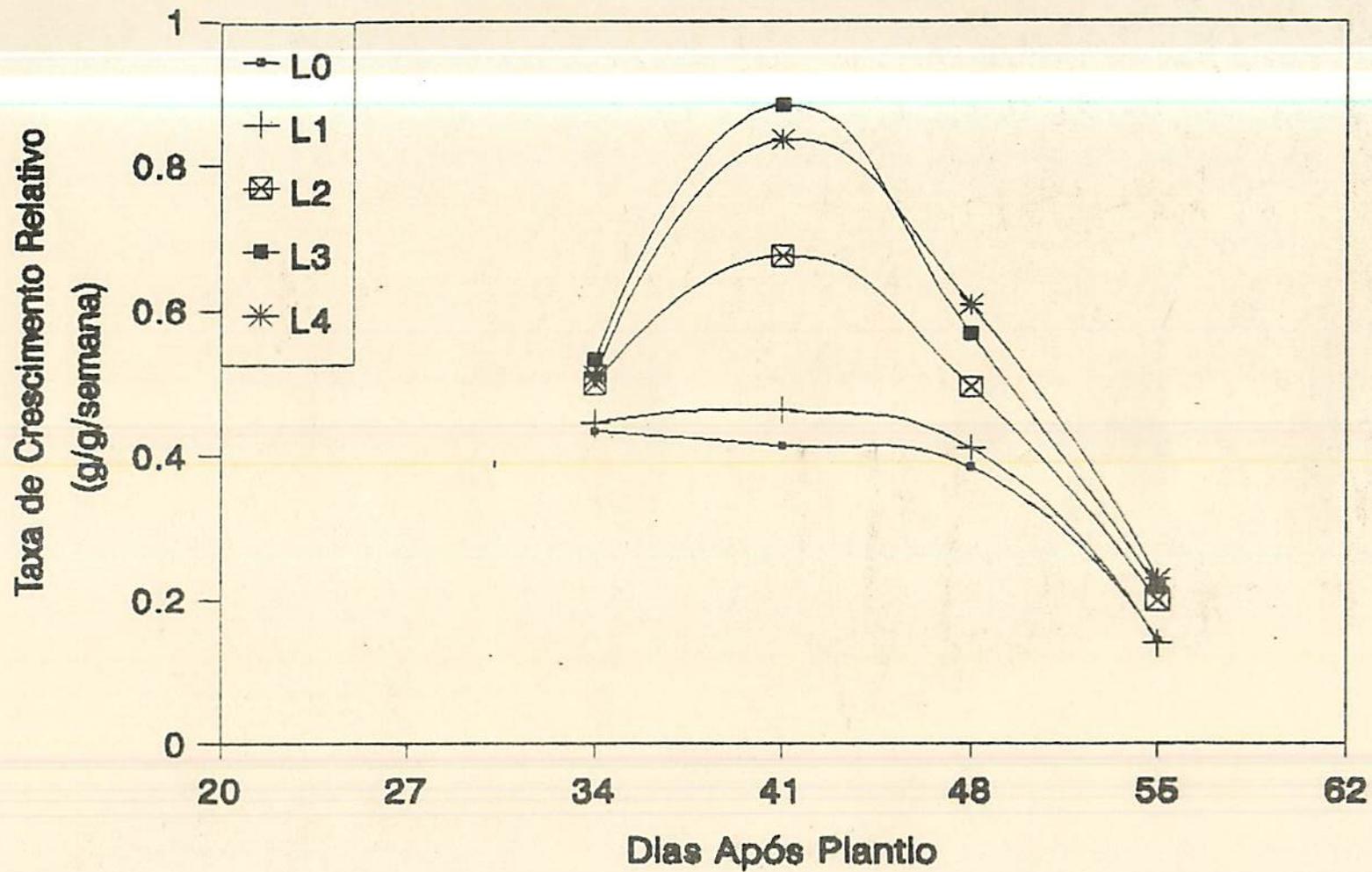


FIGURA 10 - Valores médios de Taxa de Crescimento Relativo (g/g/semana) obtidos em plantas de aveia até o primeiro corte, em função das épocas de amostragens, para as diferentes lâminas de água aplicadas.

Com relação ao período entre o 1º e 2º corte, verificou-se também uma melhor performance das plantas no que se refere a taxa assimilatória líquida, quando submetidas a L3 (Figura 11). Resultados semelhantes podem ser notados com relação as taxas de crescimento relativo (Figura 12), considerando-se três semanas após o 1º corte. Por outro lado, ambos os índices sofreram redução apreciáveis a partir do 21º dia após corte (DAC) até a época do 2º corte, o que da mesma forma não era de se esperar, pois o IAF continuou em ascensão até a época do corte (Figura 7), entretanto a mesma justificativa observada no 1º corte pode também ser considerada para o 2º corte.

Analisando-se comparativamente as Figuras 13 e 14, verifica-se de forma inequívoca que as taxas assimilatórias líquida e de crescimento relativo atingiram valores máximos no tratamento L3 para ambos os cortes.

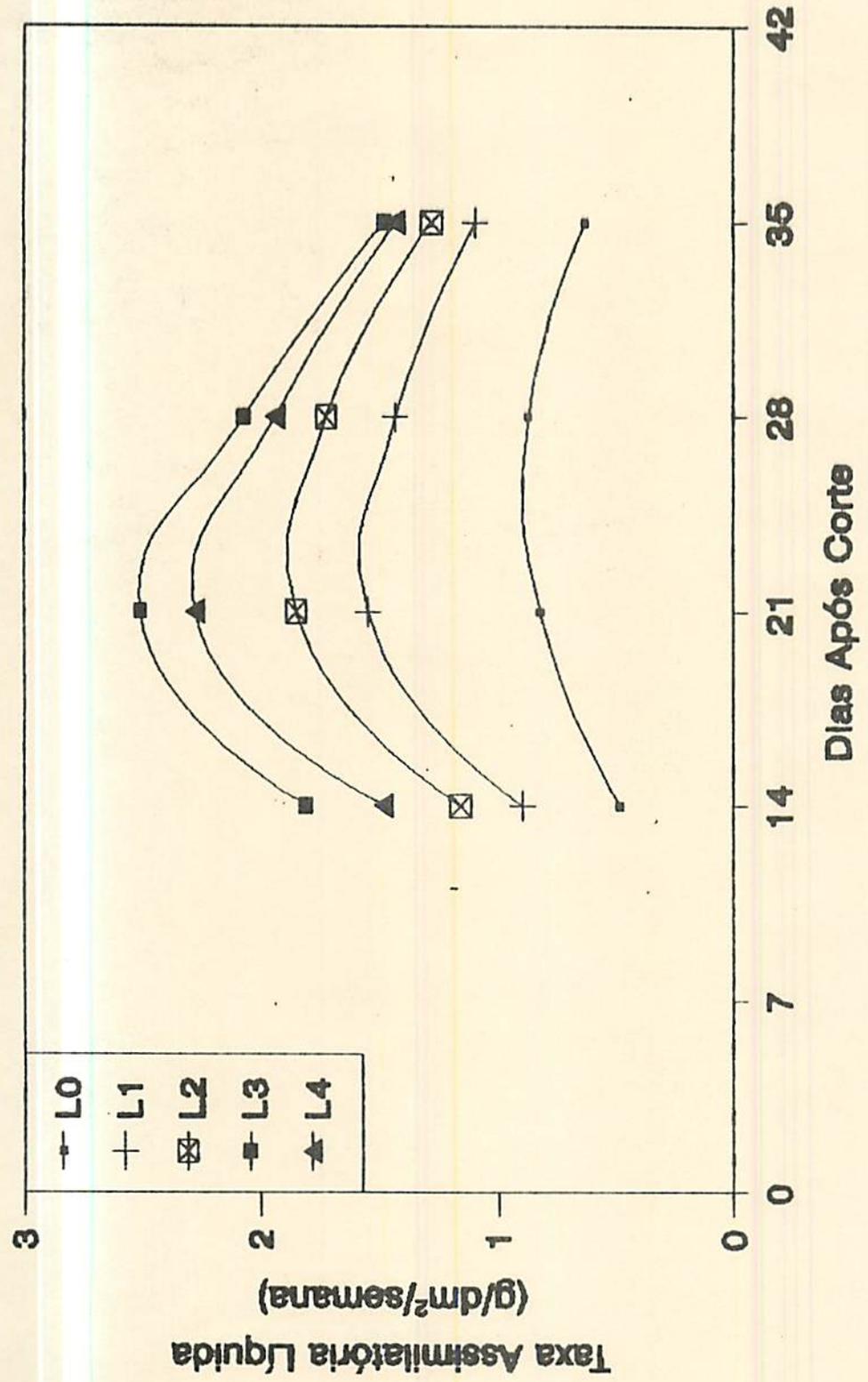


FIGURA 11 - Valores médios de Taxa Assimilatória Líquida (g/dm²/semana) obtidos em plantas de aveia no período compreendido entre o primeiro e o segundo corte, em função das épocas de amostragens, para as diferentes lâminas de água aplicadas.

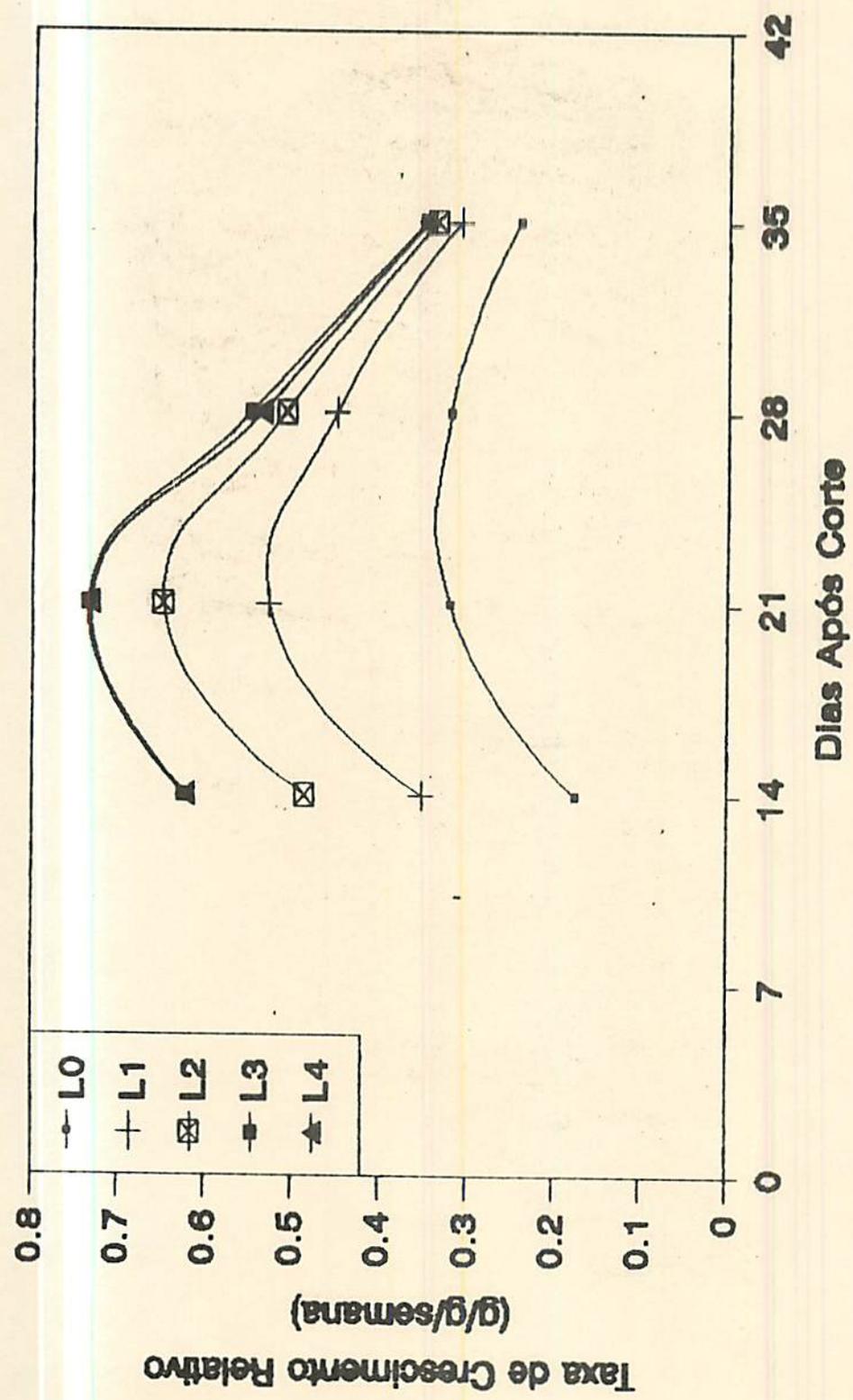
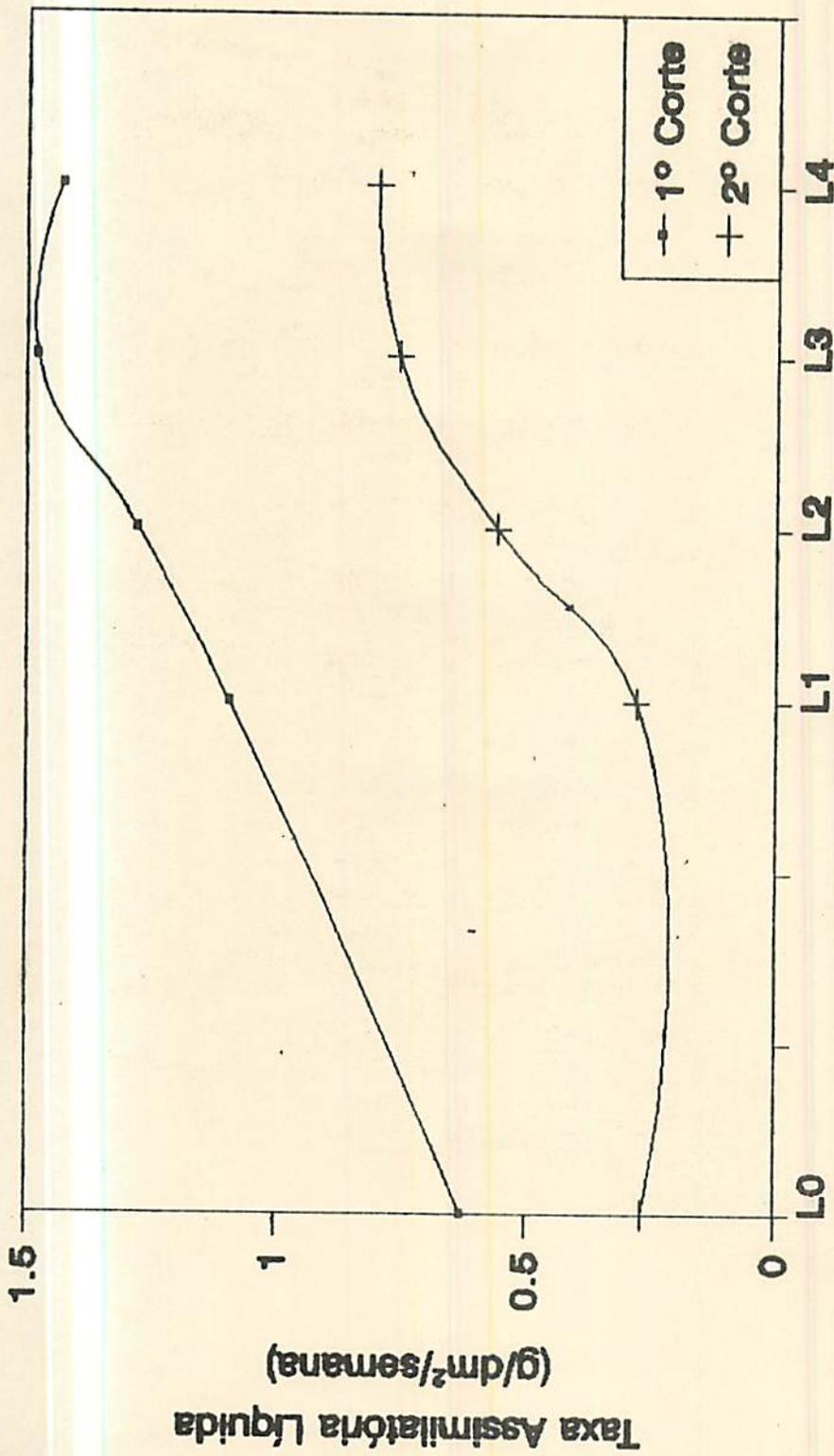


FIGURA 12 - Valores médios de Taxa de Crescimento Relativo (g/g/semana) obtidos em plantas de avela no período compreendido entre o primeiro e o segundo corte, em função das épocas de amostragens, para as diferentes lâminas de água aplicadas.



Lâmina de Água (% ECA)

FIGURA 13 - Valores médios de Taxa Assimilatória Líquida (g/dm²/semana) obtidos em plantas de aveia por ocasião dos cortes, em função das diferentes lâminas de água aplicadas.

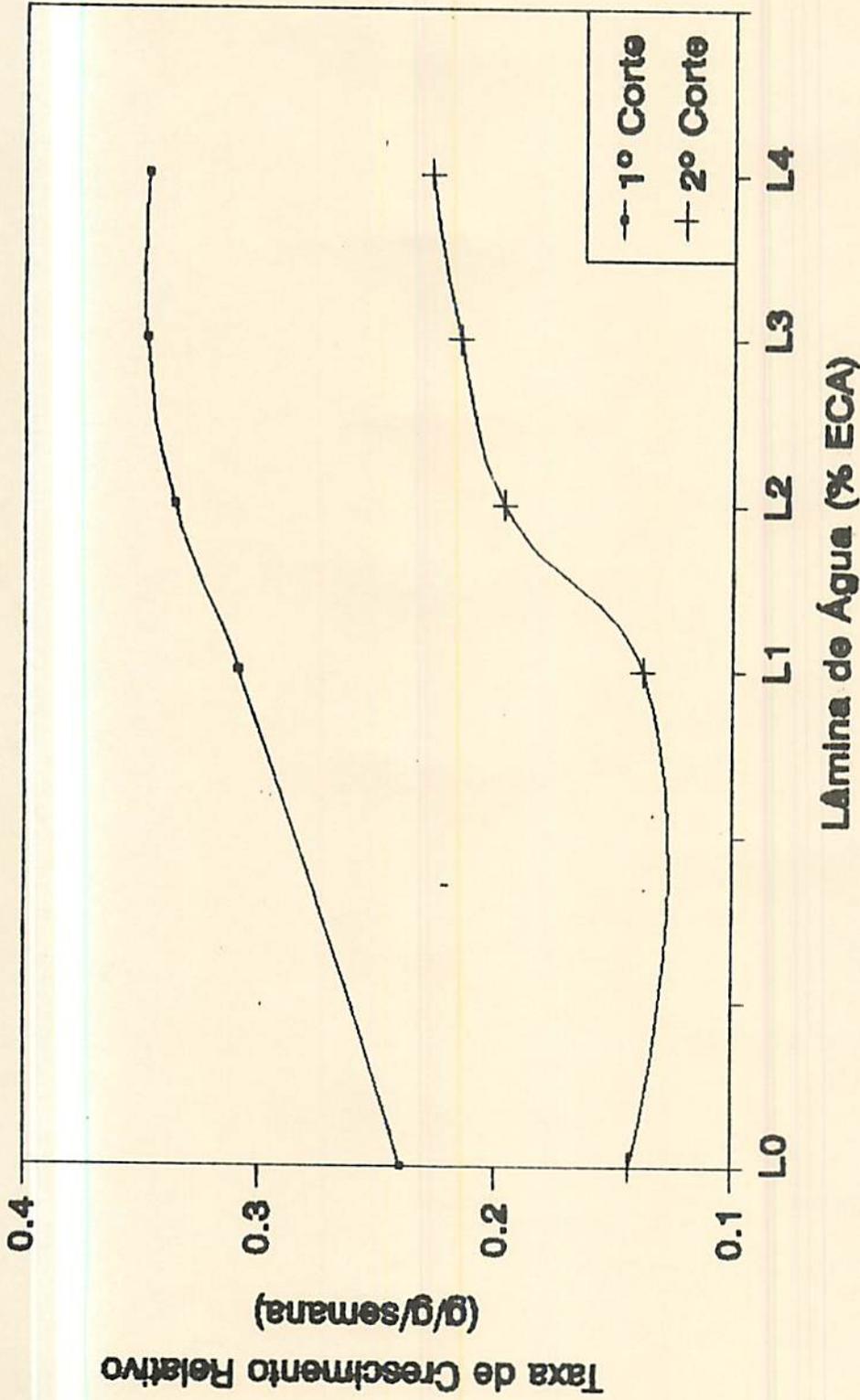


FIGURA 14 - Valores médios de Taxa de Crescimento Relativo (g/g/semana) obtidos em plantas de aveia por ocasião dos cortes, em função das diferentes lâminas de água aplicadas.

4.7. Produção de matéria seca

No Quadro 08 são apresentados os valores médios relativos às produções de matéria seca em cada corte realizado, bem como, a total.

Para ambos os cortes, verificou-se maior capacidade das plantas em produzir e acumular matéria seca ou assimilados quando submetidas ao tratamento L3. A produção no 1º corte foi de 3,207 t/ha, superando-se em 92% a do 2º corte, considerando-se a mesma lâmina de irrigação.

Com relação a produção total de matéria seca, observou-se o mesmo tipo de comportamento, onde as plantas atingiram um máximo de 4,874 t/ha no tratamento L3 e um mínimo de 3,255 t/ha no tratamento controle. Dentro deste contexto, deve ser considerado que os dados obtidos para produção de matéria seca em geral, estão em consonância com o comportamento das plantas com relação a TAL (Figura 9 e 11) e TCR (Figura 10 e 12) cujos valores máximos foram atingidos quando as plantas foram submetidas ao tratamento L3. LAL (1987) trabalhando com aveia e algumas forrageiras leguminosas também obteve produção máxima de matéria seca nas plantas submetidas a uma lâmina de irrigação equivalente a 100% da evaporação do tanque "CLASSE A".

QUADRO 08 - Produção de matéria seca (t/ha) de plantas de aveia no primeiro e segundo corte, e o total, em função de diferentes lâminas d'água aplicada.

Lâminas de água	Matéria seca (t/ha)		
	1 ^o	2 ^o	Total
L0	2,614 c	0,641 d	3,255 c
L1	2,748 bc	0,914 c	3,662 b
L2	2,729 bc	1,153 b	3,882 b
L3	3,207 a	1,668 a	4,874 a
L4	3,167 ab	1,633 a	4,799 a
C.V. (%)	5,99	4,16	3,50

Valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A redução no acúmulo de matéria seca observada na parte aérea da aveia sob condições de baixa disponibilidade de água no solo, deve-se provavelmente a um direcionamento maior de fotoassimilados para o sistema radicular, visando o seu maior desenvolvimento no sentido de explorar com maior eficiência a água disponível para os processos fisiológicos, o que está de acordo com os resultados obtidos também em aveia por SHARMA (1987). Comportamentos semelhantes foram encontrados por AGGARWAL & SINHA (1983), trabalhando com trigo e IUCHI (1993), trabalhando com morango.

4.8. Porcentagem de matéria seca

Os resultados apresentados na Figura 15 mostram que sob condições de maior suprimento d'água ocorre reduções substanciais nos percentuais da matéria seca dos tecidos. Este fato, fez-se notar sobretudo durante o 2º corte da aveia, época em que as plantas controle chegaram a atingir valores superiores a 60% em relação às submetidas ao tratamento L3 (Quadro 09). Os resultados obtidos seguem uma lógica, porquanto os tecidos com maior conteúdo hídrico tendem sofrer um efeito de diluição, trazendo como consequência redução nesta característica. Analisando-se comparativamente a porcentagem de matéria seca (Quadro 09) com a produção total de matéria seca (Quadro 08), verifica-se uma correlação inversamente proporcional, visto que plantas cultivadas sob o tratamento L3 apresentaram as maiores produções de matéria seca.

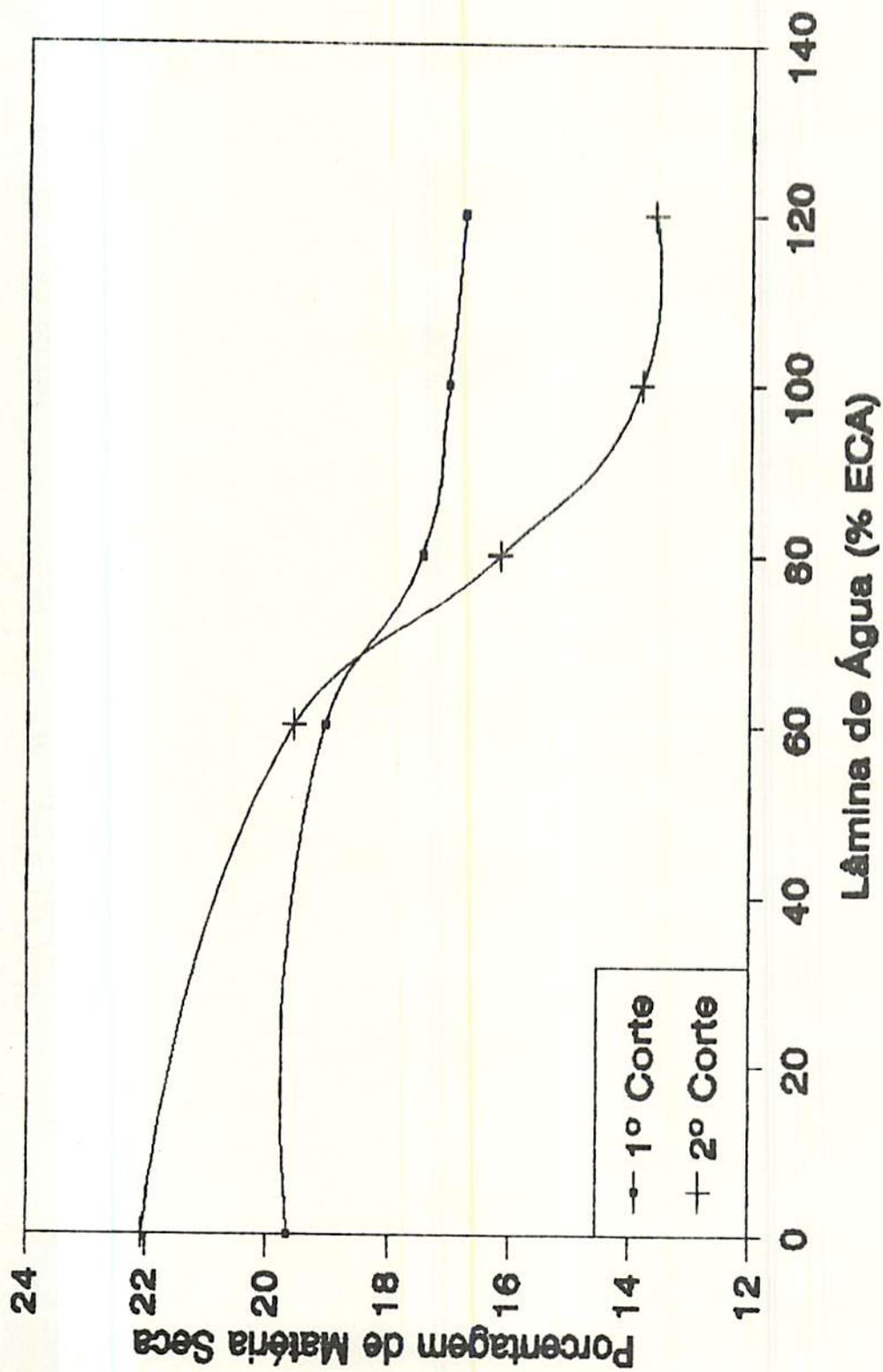


FIGURA 15 - Porcentagem de matéria seca para os dois cortes em plantas de aveia, em função das diferentes lâminas de água aplicadas.

QUADRO 09 - Percentagem da matéria seca de plantas de aveia no primeiro e segundo corte, em função de diferentes lâminas d'água aplicada.

Lâmina de água	1º Corte	2º Corte
L0	19,65 a	22,06 a
L1	19,04 a	19,55 b
L2	17,46 b	16,16 c
L3	17,03 b	13,81 d
L4	16,77 b	13,59 d
C.V. (%)	2,78	2,88

Valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.9. Proteína bruta

Como pode se observar pelo Quadro 10 as plantas de aveia apresentaram um comportamento diferente para os diferentes tratamentos hídricos, quanto aos percentuais médios de proteína bruta para os dois cortes realizados. Igualmente em relação à outras características estudadas, a água constituiu-se num fator essencial à biossíntese protéica, sobretudo durante a 1ª fase vegetativa da cultura, que a levou ao 1º corte. TEODORO (1991) trabalhando com aveia, também encontrou maiores níveis protéicos com o aumento das lâminas d'água.

O percentual protéico contido na matéria seca das plantas submetidas a uma lâmina de irrigação correspondente a L3 superou em cerca de 27,08% ao das plantas controle, no 1º corte, enquanto que no 2º, foi de 23,86%. Os resultados apresentados no Quadro 10 mostram que o melhor valor nutricional da forragem em termos protéicos foi obtido na época do 2º corte. Resultados contrastantes foram observados por GODOY & BATISTA (1989) também em aveia forrageira, cujo valor protéico foi maior no 1º corte. Além de outros fatores, o teor de proteína bruta está na dependência da altura da planta quando se realiza o corte. Segundo CROWDER et alii (1967), a proteína bruta da aveia pode variar entre 15 e 20% e de 6 a 10%, quando as plantas são cortadas entre 30/38 cm de altura ou quando os grãos se encontrarem na fase leitosa.

QUADRO 10 - Valores médios das percentagem de proteína bruta, de plantas de aveia no primeiro e segundo corte, em função de diferentes lâminas d'água aplicada.

Lâmina de água	1º Corte	2º Corte
L0	14,77 d	17,35 b
L1	15,27 cd	18,71 ab
L2	16,77 bc	19,96 ab
L3	17,47 ab	20,75 a
L4	18,77 a	21,49 a
C.V. (%)	3,99	5,62

Valores seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, chegou-se as seguintes conclusões:

- É possível irrigar a cultura da aveia forrageira por inundação temporária, utilizando-se de um fator de conversão entre a evapotranspiração da cultura e a evaporação no tanque "Classe A".

- O tratamento L3 (100% ECA) foi o que proporcionou maior produtividade, melhor qualidade da forragem em termos de proteína bruta e também o melhor desempenho quanto aos caracteres fisiológicos.

- Embora os melhores resultados tenham sido verificados no tratamento L3 (100% ECA), não se pode afirmar que este seja o melhor fator de conversão da evaporação do tanque "Classe A" em evapotranspiração da cultura, devido à ocorrência de chuvas. Entretanto, pode-se afirmar que o melhor fator está compreendido entre 100 e 125%.

6. RESUMO

Com o objetivo de se estudar a possibilidade de irrigar a cultura da aveia forrageira por inundação temporária e também os efeitos de lâminas de irrigação sobre o seu rendimento, conduziu-se este trabalho utilizando-se a aveia preta (Avena strigosa Sckreb) em um campo experimental da Escola Superior de Agricultura de Lavras, no período de 14/04 a 16/07/1992.

O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de cinco lâminas de água (Li) as quais foram aplicadas com base na porcentagem da evaporação acumulada do tanque "Classe A" (ECA) (L0 = 0% ECA; L1 = 60% ECA; L2 = 80% ECA; L3 = 100% ECA e L4 = 120% ECA).

A aplicação da água foi feita toda vez que a evaporação acumulada no tanque "Classe A" atingia 26 mm, lâmina esta correspondente à lâmina armazenada a uma profundidade de 25 cm e retida sob tensão inferior a 40 KPa.

A adubação foi feita na base de 80 kg/ha de P_2O_5 na forma de

superfosfato simples e 60 kg/ha de K_2O na forma de cloreto de potássio no plantio e a de nitrogênio na base de 120 kg/ha na forma de sulfato de amônio foi parcelada em três vezes, sendo 1/3 sementeira, 1/3 os 30 dias e 1/3 após o primeiro corte.

Foram efetuadas coletas semanais das plantas para as determinações de algumas características de crescimento tais como altura, número de perfilhos, área foliar, taxa de crescimento relativo, taxa assimilatória líquida e índice de área foliar. Foram ainda avaliados o percentual e a produção de matéria seca em dois cortes.

Através das análises dos resultados obtidos, concluiu-se que:

- É possível irrigar a cultura da aveia forrageira por inundação temporária, utilizando-se de um fator de conversão entre a evapotranspiração da cultura e a evaporação no tanque "Classe A".

- O tratamento L3 (100% ECA) foi o que proporcionou maior produtividade, melhor qualidade da forragem em termos de proteína bruta e também o melhor desempenho quanto aos caracteres fisiológicos.

- Embora os melhores resultados tenham sido verificados no tratamento L3 (100% ECA), não se pode afirmar que o melhor fator de conversão entre a evaporação do tanque "Classe A" e a evapotranspiração da cultura seja de 100%, devido a ocorrência de chuvas. Entretanto, pode se afirmar que o melhor fator deva estar entre 100 e 125%.

7. SUMMARY

This research was carried out to evaluate the possibilities for irrigating oats by temporary flooding as well as to study the effects of applying different water depths on forage yield. The variety used was black oat (Avena strigosa Sckereb), planted at the experimental field of Escola Superior de Agricultura de Lavras from April 14th to July in 1992.

The experiment was designed as random blocks, with five replications. Treatments were set as five different depths of water applied (Li). These depths were set as zero, 60, 80, 100 and 120% of the water evaporated from a "class A" evaporation pan.

Water was applied every time the cumulative evaporation at pan reached 26 mm. Such depth refers to the water that can be stored in the upper 25 cm of soil, and remains there retained by suction pressure forces lower than 40 KPa.

Fertilizers were applied with 80 kg/ha of P_2O_5 as superphosphate and 60 kg/ha of K_2O as calucium chloride. Nitrogen was applied with 120 kg/ha as ammonium sulfate distributed as one third during the planting phase, one third at thirty days after planting and the remaining one third just after the first cut.

Plant samples were harvested weekly to determine height, number of shoots, leaf area, growth rate, liquid assimilative rate and leaf area index. The dry matter productin obtained from two cuts was also evaluated.

According to the results obtained it was possible to conclude that it is possible to irrigate forage oat plants by temporary flooding (intermittent flooding) using as a parameter a constant that can transform water evaporated from pan into evapotranspirated water. The treatment where 100% of water evaporated from "class A" pan was applied resulted in the best yield, best forage quality when gross protein was considered, and also best performance when physiological characteristics were evaluated.

Even though the best results were obtained when 100% of water evaporated from the "class A" pan was applied, the occurence of rains allows to conclude that the reposition of water should be some percentage of the water evaporated from "class A" pan, probably between 100 and 125%.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ALVIM, R. & ALVIM, P. de T. Efeito da densidade de plantio no aproveitamento da energia luminosa pelo milho (Zea mays) e pelo feijão (Phaseolus vulgaris) em culturas exclusivas e consorciadas. Turrialba, Turrialba, 19:389-93, 1969.
02. AGGARWAL, P.K. & SINHA, S.K. Water stress and water use efficiency in field grow wheat: a comparison of its efficiency with that of C₄ plants. Agricultural Metereology, Amsterdam, 29:159-67, 1983.
03. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis. 12. ed. Washington, 1970. 1094p.
04. BENINCASA, M.M.P. Análise de crescimento de plantas. Jaboticabal, FUNEP, 1988. 42p.

05. BLACKMAN, V.H. The compormd interest law and plant growth. Annals of Botany, New York, 33:353-60, 1919.
06. BONNETT, O.T. Morphology and development. In: OAST AND OAT IMPROVEMENT. Madison, American Society of Agronomy, 1961. p.41-62. (Agronomy, 8).
07. BOTREL, M.A. & NOVELLY, P.E. Produção estacional de matéria seca de aveia e azevém irrigados na Zona da Mata de Minas Gerais. Coronel Pacheco, EMBRAPA - CNPGL, 1982. 18p. (EMBRAPA - CNPGL. Boletim de Pesquisa, 8).
08. BRIGGS, G.E.; KIDD, F.A. & WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. Annals of Applied Biology, London, 7:202-23, 1920.
09. CARDOSO, M.R. Aveia Forrageira. Viçosa, UFV. 1977. 57p. (Boletim de Extensão)
10. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 4ª Aproximação. Lavras, 1989. 179p.

11. COSTA, C.; RICHTER, L.A.; ZINN, D.M.; EICHLER, L.; FONTANELI, R.S.; PEDROSO, B.A.; SCIPIONI, C. & MIOLA, G. Influência do lençol freático sobre a produção de matéria verde e matéria seca de genótipos de aveia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, Londrina, 1991. Anais... Londrina, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1991a. p.550-8.
12. _____; _____; _____; _____; _____; _____; _____ & _____. Resposta da cultivar de aveia UPF 12 (Avena sativa L.) à duração e período de incubação do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, Londrina, 1991. Anais... Londrina, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1991b. p.541-8.
13. COSTA, R.C.L., LOPES, N.F. & OLIVA, M.A. Crescimento, morfologia, partição de assimilados e produção de matéria seca de Phaseolus vulgaris L. submetido a três níveis de nitrogênio e dois regimes hídricos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 26:1453-65, 1991c.
14. COZER, L.A. & GARDNER, A.L. Desempenho de animais sob pastejo continuo. Coronel Pacheco, CNPGL, 1981. 9p.

15. CROWDER, L.V.; LOTERO, J.; FRANSEN, J. & KRUK, C.F. Oats forage production in cool tropics as represented by Colombia. Agronomy Journal, Madison, 59(1):80-2, 1967.
16. CRUCIANI, D.E. & MINAMI, K. Efeitos do excesso de água no solo na produção de aveia. Item, Brasília, 16:31-3, 1984.
17. DALE, R.F.; COELHO, D.T. & GALLO, K.P. Prediction of daily green leaf area index for corn. Agronomy Journal, Madison, 72:999-1005, 1980.
18. DAKER, A. A água na agricultura, irrigação e drenagem. 3.ed. Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos, 1970. 453p.
19. DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. Guidelines for predicting crop water requirements. Roma, FAO, 1977. 144p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 24).
20. EL-MONAYERI, M.O.; HEGAZI, A.M.; EZZAT, N.H.; SALEM, H.M. & TAHOUN, S.M. Growth and yield of some wheat and barley varieties grown under different moisture stress levels. Annals of Agricultural Science Moshtohs, Cairo, Egypt, 18:353, 1982. In: FIELD CROP ABSTRACTS, London, 36(11):915, abst. 9102, Nov. 1983.

21. EVANS, G.C. The quantitative analysis of plant growth. London, Blackweel Scientific Publications, 1972. 734p.
22. FERREIRA, E.J. Determinação da evapotranspiração e do coeficiente de cultura (Kc) para a aveia preta. (Avena strigosa Sekreb), irrigada. Viçosa, UFV., 1988. 70p. (Tese MS).
23. FLOSS, E.L. Aveia. In: BAIER, E.L.; FLOSS, E.L. & AUDE, M.I.S. As lavouras de inverno. Rio de Janeiro, globo, 1988. p.16-74.
24. GENUCHTEN, M. T.H. Von. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of American Journal, Madison, 41:892-8, 1980.
25. GODOY, R. & BATISTA, L.A.R. Recomendação de cultivar de aveia forrageira para região de São Carlos. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 26., Porto Alegre, 1989. Anais... Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1989. p.35.
26. GOLLAN, T.; PASSIOURA, J.B. & MUNNS, R. Soil water status affects the stomatal conductance of fully wheat and sunflower leaves. Australian Journal of Plant Physiology, Victoria, 13:459-69, 1986.

27. HARRISSON, R.D.; DANIEL, J.W.S. & CHESHIRE Jr., J.M. Net photosynthesis and stomatal condutance of peach seedlings and cuttings in response to change in soil water potential. Journal of the American Society for Horticultural Science, Mount, 114:986-90, 1989.
28. HUNT, R. Plant growth analysis. London, Edward Arnold, 1978. 69p.
29. IUCHI, T. Crescimento da planta e do fruto de morangueiro (*Fragaria ononossa* Duch.) em diferentes regimes hídricos. Viçosa, UFV, 1983. 187p. (Tese Doutorado).
30. JANUARIO, M. Balancos hídricos e de energia e a resposta fisiológica para a cultura de trigo. Piracicaba, USP. 1992. 111p. (Tese MS).
31. JONES, H.G.; LUTON, M.T.; HIGGS, R.H. & HAMER, P.J.C. Experimental control of water status in apple orchard. Journal Horticultural Science, Ashford, 58:301-16, 1983.
32. KIRKHAM, M.B.; GARDNER, W.B. & GERLLOF, G.C. Regulation of all division and all enlargement by turgor pressure. Plant Physiology, washington, 40:961-62, 1972.

33. KORNELIUS, E. & ZOBY, J.L.F. Produção de forragem e sementes de centeio, aveia e azevém em várzea no cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 26, Porto Alegre, 1989. Anais... Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1989. p.48.
34. KRAMER, P.J. Water relations of plants. London, Academic Press, 1983. p.48.
35. LAL, M. Studies on irrigation scheduling in mixed stands of forage oat and legumes. Indian Agronomy Journal, New Delhi, 32(1):71-3, 1987.
36. LAMSTER, E.C. Aveia na várzea. In: PROVARZEAS NACIONAL. Brasília, Ministério da Agricultura, 1982. p.7-9. (Informação Técnica, 22).
37. LEITE, N. Culturas forrageiras não convencionais e sua utilização. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8., Piracicaba, 1986. Resumos... Piracicaba, FEALQ, 1986. p.49-75.
38. LENKEIT, W. & BECKER, M. Inspeção e apreciação de forragens. Lisboa, Ministério da Economia de Portugal, 1956. 152p. (Boletim Pecuário, 2).

39. MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; FAHI, J.E.; ARRUDA, H.V.; SILVA, W.J. da & TEIXEIRA, J.P.F. Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho em três densidade de plantio através de função matemática. Pesquisa Pecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 17:825-33, 1982.
40. MANFRON, P.A. Análise quantitativa do crescimento do cultivar AG 401 sob diferentes sistemas de preparo do solo e população de plantas. Piracicaba, ESALQ/USP, 1985. (Tese MS)
41. MEDEIROS, J.G.; PEREIRA, W. & MIRANDA, J.E.C. Análise de crescimento em duas cultivares de batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam). Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Brasília, 2(2):23-9, 1990.
42. MEYER, R.F. & BOYER, F.S. Sensitivity of all division and all elongation to low water potentials in soybean hypocotyls. Planta, New York, 108:77-87, 1982.
43. MILLAR, A.A. Manejo racional da irrigação uso de informações básicas sobre diferentes culturas. Brasília, PRONI/IICA, 1989. 57p.

44. MOZZER, O.L.; SOUZA, R.M. de; ALVIM, M.J. & SANTOS, H.L. Idade de corte em aveia forrageira, na Zona da Mata de Minas Gerais. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 12, Salvador, 1976. Anais..., Salvador, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1976. p.245-7.
45. MUNDSTOCK, K.C. Cultivos de cereais de estação fria. Porto Alegre, NBS, 1983. 265p.
46. PEREIRA, A.R. & MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais. Campinas Instituto Agrônomico de Campinas, 1987. 114p. (Boletim Técnico, 114).
47. PEREIRA, P.J. Aveia forrageira nas várzeas. In: PROVARZEAS NACIONAL. 2.ed. Brasília, Ministério da Agricultura, 1983. p.66-78. (Informação Técnica, 1).
48. PUPO, N.I.H. Manual de pastagens. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985. 276p.
49. RADFORD, P.J. Growth analysis formulae their use and abuse. Crop Science, Madison, 7:171-5, 1967.

50. RENQUIST, A.R.; BREEN, P.J. & MARTIN, G.W. Effect of black polyethylene, mulch on strawberry elongation and diurnal leaf water potential. Journal of the American Society for Horticultural Science, Mount, 107:640-3, 1982.
51. SALTER, P.J. & GOODE, J.E. Crop responses to water at different stages of growth. England, Common Wealth Agriculture. Bucks, 1967. 246p.
52. SCOTT, H.D.; FERGUSON, J.A. & WOOD, L.S. Water use, yield and dry matter accumulation by determinate soybean grown in a humid region. Agronomy Journal, Madison, 79(5):870-5, 1987.
53. SHANDS, H.L. & CHAPMAN, W.H. Culture and production of oats in North America. In: OATS AND OAT IMPROVEMENT. Madison, America Society of Agronomy, 1961. p.465-516.
54. SHARMA, B.K. Effect of time and amount first irrigation on the root distribution and fodder yield of roots. Journal Agricultural Science, London, 8:299-303, 1987.

55. SINGH, P.; WOLKEWITZ, J. & KUMAR, R. Comparative performance of different crop production functions for wheat (Triticum aestivum L.). Irrigation Science, New York, 8:273-90, 1987.
56. TEODORO, R.E.F. Irrigação e adubação nitrogenada na produção de forragem e grãos de aveia (Avena sativa L.). Botucatu, UNESP, 1991. 137p. (Tese Doutorado).
57. VILELA, E. de A. Efeito de níveis de água no solo e do stress hídrico nos estádios de perfilhamento e floração em cultivares de trigo. Universidade de São Carlos, 1984. 101p. (Tese de Doutorado).
58. _____ & RAMALHO, M.A.P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. Ciência e Prática, Lavras, 3(3):71-9, jan/jun, 1979.
59. VILELA, H.; BARBOSA, A.S.; CAVALCANTE, S.S.; ANDRADE, V.J. & VELOSO, J.A.F. Aveia (Avena sativa L.) como forrageira de inverno: Efeito de três épocas de plantio sobre a produção. Arquivos da Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 23:59-66, 1971.

60. VILELA, H.; MOREIRA, H.A.; VELOSO, J.A.F. & PEREIRA, C.S. Aveia (Avena sativa L.) como forrageira de inverno: Efeito da adubação e irrigação em solo de cerrado. Arquivos da Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 22:103-11, 1970.
61. WALACE, D.H. & MUNGER, H.M. Studies of the physiological basic for yield differences - I. Growth analysis of six dry bean varieties. Crop Science, Madison, 5:343-8, 1965.
62. WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. Advances in agronomy, New York, 4:101-46, 1952.
63. XAVIER, F.E. Análise de crescimento de quatro cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.) em duas épocas de plantio, em Viçosa, Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1976. 26p. (Tese MS).