

ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DA CANA-DE-AÇÚCAR E SUA RELAÇÃO COM A PRODUTIVIDADE

* Edson José de Arruda LEME

** Miguel Angelo MANIERO

*** José Carlos GUIDOLIN

RESUMO

O presente trabalho tem o objetivo de avaliar a produção e o desenvolvimento vegetativo através de parâmetros biológicos e de área foliar em cultura de cana-de-açúcar irrigada.

O experimento foi instalado na Estação Central Sul do PLANALSUCAR, em Araras-SP, em ciclos de cana-planta, primeira e segunda soca, no período compreendido de 1973 a 1976. A variedade utilizada foi a CB47-355, considerada de maturação média a tardia.

Os parâmetros índice de área foliar (IAF) e "dewlap" foram efetivos na avaliação da produção final nos três ciclos: cana-planta, soca e ressoca. Os maiores índices de áreas foliares durante o ciclo da cultura corresponderam à maior produção final de colmos e açúcar por hectare. O tratamento não irrigado apresentou uma performance inferior em relação aos demais tratamentos.

INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar sempre ocupou lugar de destaque no cenário agrícola brasileiro, assentando-se nas melhores áreas agricultáveis sob o ponto de vista de clima e solo dos tradicionais centros canavieiros. Com a euforia para se obter energia por um custo acessível, as

fronteiras foram ultrapassadas e o cultivo da cana-de-açúcar foi se instalando em áreas onde jamais se pensara cultivá-la, algumas com sérias restrições edafo-climáticas.

A literatura referente aos estudos sobre desenvolvimento da cana-de-açúcar apresenta-se escassa de dados que possibilitem avaliar as características das variedades. Esses estudos elucidariam uma série de dúvidas referentes à cultura, tais como as diferenças de produtividade entre variedades, respostas das plantas às variações microclimáticas ocasionadas pelo emprego de técnicas como irrigação e a forma como os parâmetros fisiológicos de crescimento são influenciados pelos fatores desfavoráveis ao desenvolvimento da cana-de-açúcar.

Alguns trabalhos mostram que a produção vegetal está diretamente relacionada com o aproveitamento da energia solar pela cultura, que é transformada em energia química através da fotossíntese. As folhas são as responsáveis diretas por essa conversão, que é diferente de uma cultura para outra. A cana-de-açúcar é uma planta do ciclo C_4 , e apresenta um dos mais altos valores para saturação fotossintética; assim sendo, o estudo do comportamento do desenvolvimento foliar durante o ciclo da cultura é de extrema importância para os estudos de produção final.

VAN DILLEWIJN⁽⁹⁾ cita que além da intensidade luminosa, o comprimento do dia exerce grande influência no desenvolvimento da planta, pois além de estar relacionado com o período disponível para a atividade fotossintética, é responsável pelo florescimento. Embora a cana-de-açúcar praticamente não apresente saturação luminosa, NICKELL⁽⁶⁾ relata que a eficiência fotossintéti-

* Eng^o Agr^o, MS, Supervisor de Irrigação e Climatologia, Superintendência Geral do IAA/PLANALSUCAR.

** Eng^o Agr^o, MS, Supervisoria de Irrigação e Climatologia, Superintendência Geral do IAA/PLANALSUCAR.

*** Eng^o Agr^o, BS, Coordenador de Irrigação e Drenagem, Ruralminas.

ca (volume de CO₂ fixado por unidade de área e tempo) apresenta diferenças varietais.

Segundo Singh, citado por CHANG⁽¹⁾, a taxa fotossintética geralmente decresce com a idade da folha. Uma folha de cana-de-açúcar com um ano de idade, apresenta a metade da capacidade fotossintética das folhas novas, havendo um gradiente de atividade fotossintética do topo para as partes mais baixas da planta. HARTT⁽³⁾ questionou contra a seleção de cana-de-açúcar sob alta densidade, pois, conceitualmente, plântulas podem ser eliminadas no processo competitivo antes que seu mecanismo fotossintético tenha sido utilizado.

Para cada estágio de desenvolvimento da cultura, existem índices de área foliar ótimos. YOON⁽¹⁰⁾ verificou que o índice de área foliar da cana-de-açúcar é da ordem de 3,56 na maturação. CHANG⁽¹⁾ encontrou que a área foliar ótima está ao redor de 9 a 12 m²/m² de solo.

No processo de fotossíntese as plantas absorvem CO₂ da atmosfera e liberam O₂, que será repostado através da água originária da chuva ou da irrigação. Uma redução no teor de água das folhas, geralmente implica num decréscimo da taxa fotossintética.

O arranjo das folhas pode desempenhar um papel importante na determinação da eficiência fotossintética da cultura. Em plantas com pouca quantidade de folha por unidade de área de solo, não ocorrem altas taxas de assimilação. A razão entre área foliar e área de solo, índice de área foliar, é muito usada na determinação do padrão de crescimento dos vegetais.

Muitos estudos foram desenvolvidos, visando a obtenção de uma equação para determinar a área foliar das culturas.

FRANCIS et alii⁽²⁾, trabalhando com milho, estabeleceram um método rápido para a estimativa de área foliar, através de medidas de comprimento e largura das folhas, sendo a equação apresentada na forma:

$$AF = L \cdot W \cdot X$$

onde L é o comprimento das folhas, W é a largura das folhas e X é o fator de correção, estimado em 0,75 para adequar a equação, pois a mesma foi obtida para uma área hipotética retangular, a área real da folha de milho. Essa metodologia foi empregada por alguns autores na estimativa da área foliar de cana-de-açúcar, uma vez que essa cultura, que também é uma gramínea, tem folhas com formato idêntico às da cultura de milho.

IRVINE⁽⁴⁾, estudando área foliar em cana-de-açúcar, constatou que o índice de área foliar pode ser usado como indicador da eficiência da produção e do potencial de retirada de água do solo. O autor relata que culturas em condições de bom suprimento hídrico, mas com índice de área foliar menor que 3, apresentam ineficiência de absorção, ao passo que com índice de área foliar maior

que 3 apresentam boa eficiência na absorção de água, nutrientes e assimilações de luminosidade.

A produção da cultura de cana-de-açúcar está diretamente relacionada ao desenvolvimento da área foliar, altura e quantidade de colmos por unidade de área. SOUSA^(7 e 8) indica que o desenvolvimento da primeira aurícula visível ("dew-lap") é fator preponderante na produtividade da cana-de-açúcar, sendo que a cultura irrigada geralmente apresenta maior produtividade que a não irrigada. Essa diferença é acompanhada pelo maior crescimento em altura das áreas irrigadas.

LEME⁽⁵⁾ relatou que não só a altura das plantas é importante na produtividade final da cana-de-açúcar, como também a quantidade de colmos por área. O autor determinou que a quantidade de colmos por metro linear de sulco no final do ciclo para áreas irrigadas variou entre 14 e 16 e para áreas não irrigadas foi inferior a 12.

O presente trabalho tem o objetivo de avaliar a produção, o desenvolvimento vegetativo através de parâmetros biológicos e de área foliar em cultura de cana-de-açúcar irrigada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Efetou-se o plantio empregando-se o espaçamento de 1,50 m, com toletes de aproximadamente três gemas cada. A irrigação foi através de sistema de aspersão, sendo o controle efetuado por meio do tanque de evaporação classe "A". Em todas as parcelas irrigadas, as aplicações de água foram condicionadas a 30 mm de evaporação acumulada, obtida no tanque, e cessaram dois a três meses antes da colheita. Os aspersores utilizados apresentavam intensidade de precipitação de aproximadamente 10 mm/h.

A determinação da área foliar baseou-se no método de FRANCIS et alii⁽²⁾ - que empregam a equação: 0,75 x comprimento foliar x largura foliar - aplicado a todas as folhas das 10 plantas amostradas (parcela). As medidas de altura do "dew-lap" foram realizadas a intervalos variados, em 10 plantas/parcela, previamente demarcadas.

Os tratamentos foram: T_I - irrigado durante os primeiros seis meses; T_{II} - irrigado durante todo o ciclo e T_{III} - não irrigado.

Em todas as parcelas irrigadas, a aplicação de água cessou dois a três meses antes da colheita. A avaliação da produtividade em cana e açúcar foi realizada através de nove parcelas de 45 m² cada, distribuídas entre os tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de produção de colmos, açúcar e densidade de colmos por hectare em relação à quantidade

de de água aplicada para os tratamentos I, II e III nos ciclos de cana-planta, soca e ressoca estão na Tabela I, onde pode-se constatar que as produções nos tratamentos irrigados foram ligeiramente superiores às testemunhas.

Tabela I. Resultados de produção de cana e açúcar em t/ha, densidade de plantas em colmos/ha em relação à quantidade total de água aplicada para os tratamentos I, II e III durante os ciclos de cana-planta, soca e ressoca.

Tratamento	Produção (t/ha)			Volume de água (mm)		
	Cana	Açúcar	Colmos	Irrigação	Precipitação	
Cana-planta	I	131,6	21,7	80.000	285	1.566
	II	158,8	25,8	93.333	529	1.566
	III	111,5	18,4	71.334	-	1.566
Cana-soca	I	70,4	11,7	71.533	191,6	1.183,8
	II	76,3	12,6	73.267	390,6	1.183,8
	III	64,4	11,1	68.730	-	1.183,8
Ressoca	I	79,2	12,2	68.667	29,0	1.923,2
	II	80,9	12,8	73.334	161,0	1.923,2
	III	77,8	11,8	69.333	-	1.923,2
Média	I	93,7	15,2	73.400	-	-
	II	105,3	17,1	79.978	-	-
	III	84,6	13,7	69.800	-	-

Entre os tratamentos irrigados I e II, este último apresentou produção um pouco acima do primeiro, em virtude

de o tratamento I receber aplicação de água por irrigação em apenas seis meses de seu ciclo.

As figuras 1, 2 e 3 destacam o desenvolvimento do índice de área foliar em função da idade da cultura e do volume de água aplicado para os ciclos de cana-planta, soca e ressoca, respectivamente, onde se nota diferença entre os tratamentos irrigados e não irrigados, sendo mais evidenciada no ciclo de cana-planta (Figura 1). Nos ciclos de cana-soca e ressoca as diferenças entre os tratamentos foram pequenas, provavelmente devido a uma melhor distribuição das chuvas nas fases de máximo crescimento para os dois ciclos (figuras 2 e 3). O índice de área foliar mostrou-se maior para cana-planta, evidenciando um maior vigor vegetativo do que na soca e na ressoca.

Durante o ciclo de cana-planta os tratamentos irrigados apresentaram a partir do quarto mês de idade, valores de índice de área foliar acima de 4,0, atingindo o máximo entre o quinto e o oitavo mês. Para os ciclos de cana-soca e ressoca nos tratamentos irrigados o índice de área foliar esteve acima de 4,0 a partir do terceiro mês, porém mantendo com esse índice por um curto período de tempo (um mês).

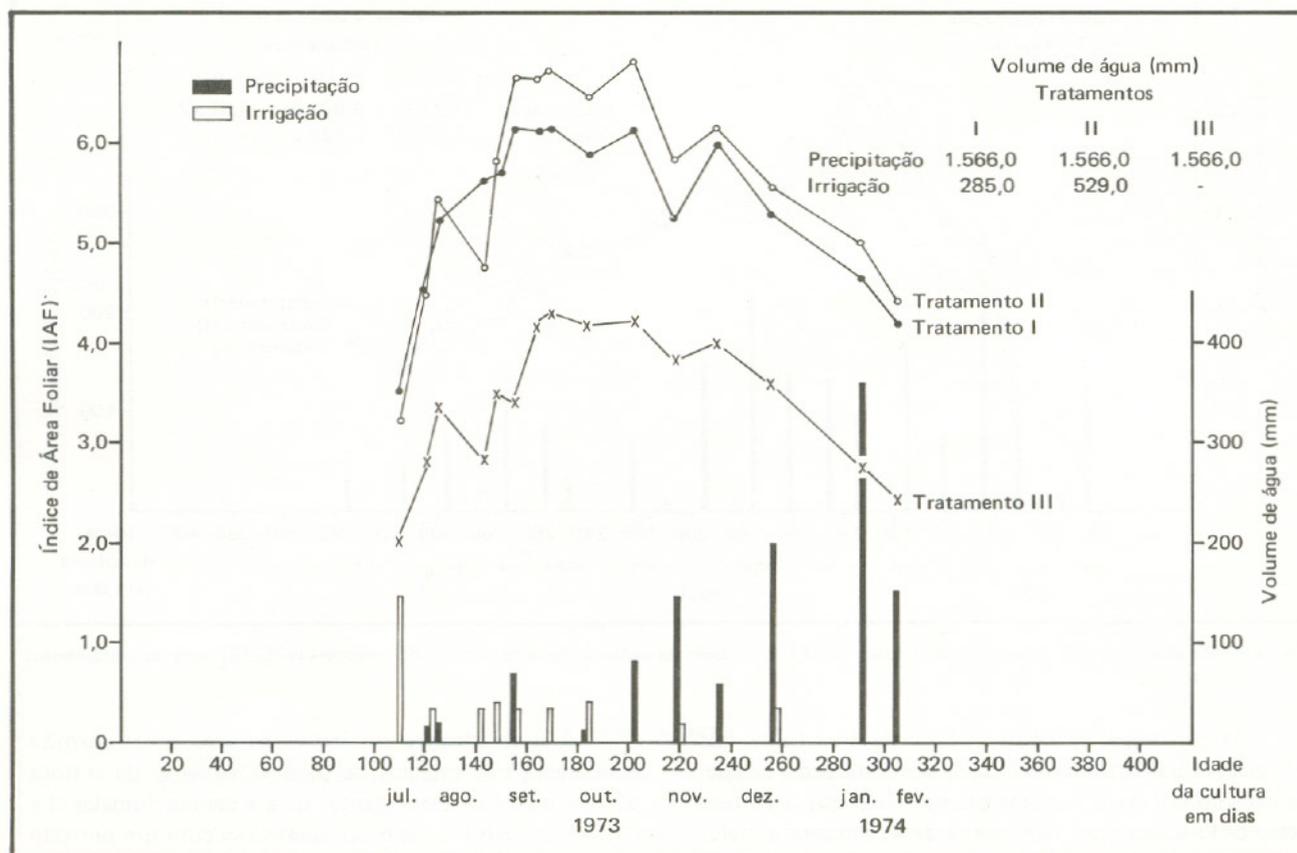


Figura 1. Relação entre o índice de área foliar (IAF) e a idade da cultura durante o ciclo de cana-planta (1973/74) para os tratamentos I, II e III.

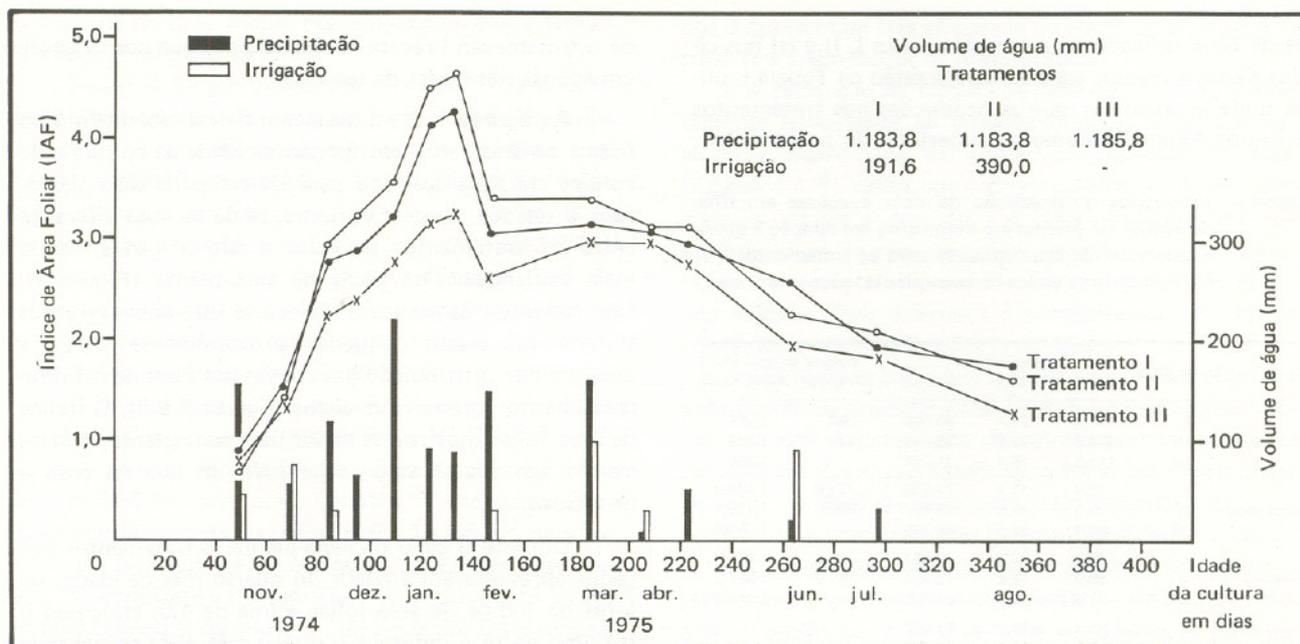


Figura 2. Relação entre o índice de área foliar (IAF) e a idade da cultura durante o ciclo de cana-soca (1974/75) para os tratamentos I, II e III.

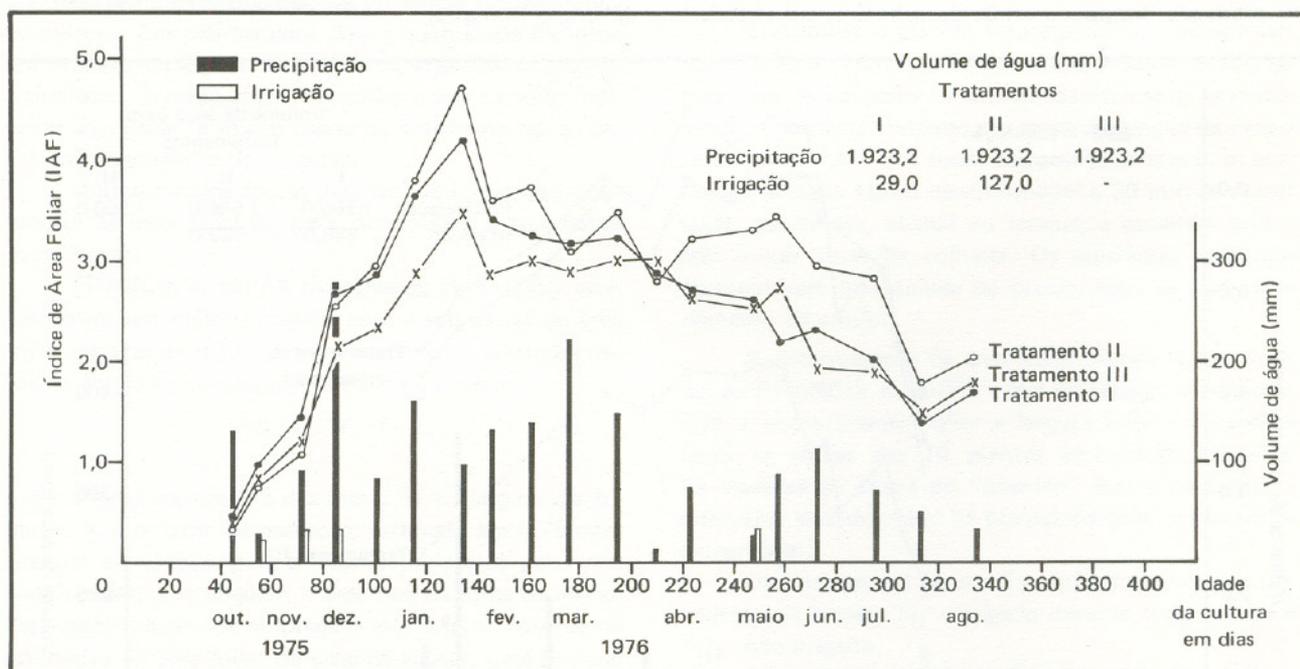


Figura 3. Relação entre o índice de área foliar (IAF) e a idade da cultura durante o ciclo de ressoça (1975/76) para os tratamentos I, II e III.

As diferenças entre os índices de área foliar nos três ciclos caracterizam uma maior sensibilidade à umidade do solo por parte da cana-planta, visto que a cultura nesse ciclo apresentou IAF acima de 4, durante a maior parte do ciclo. Esse resultado coincide com as observações de IRVINE⁽⁴⁾, na Louisiana, EUA.

A determinação do índice de área foliar permite estabelecer três estágios de desenvolvimento da cultura para os ciclos de cana-planta, soca e ressoça (tabelas II e III). O primeiro estágio apresentou-se com um período de aproximadamente quatro meses com um aumento rápido do IAF, atingindo valores acima de 4,0; o segundo

é mais longo e abrange toda a fase de máximo crescimento vegetativo. O valor máximo de IAF permaneceu constante durante um certo intervalo de tempo, aproximadamente dois meses e meio para a cana-planta e um mês para canas-socas e rессocas. O terceiro estágio teve um decréscimo rápido do IAF até a colheita, atingindo valores em torno de 2,0 a 2,5. Os dados obtidos no presente trabalho assemelham-se aos de YOON⁽¹⁰⁾, com exceção do terceiro estágio, onde o referido autor encontrou valores de 3,56 para índice de área foliar.

Tabela II. Desenvolvimento do IAF em relação à idade da planta, para o ciclo de cana-planta, variedade CB47-355.

Estágio	Idade da cultura (meses)	Variação do IAF
1	0 - 4	Valores do IAF podendo atingir até 3,5
2	4 - 12	Com IAF variando entre 4 a 6,8
3	12 - 18	Com valores do IAF menores que 3,0

Tabela III. Desenvolvimento do IAF em relação à idade da planta, para o ciclo de cana-soca e rессoca, variedade CB47-355.

Estágio	Idade da cultura (meses)	Variação do IAF
1	0 - 3	Valores do IAF até 3,0
2	4 - 8	Entre 3,0 a 4,5
3	9 - 12	Valores abaixo de 3,0

A análise de crescimento baseada em medidas periódicas de altura do "dew-lap" está nas figuras 4, 5 e 6. Pode-se notar uma diferença entre os tratamentos irrigados e não irrigado para os três ciclos cana-planta, soca e rессoca, sendo que no primeiro ciclo a diferença entre os tratamentos é bem acentuada, o que não ocorre com os demais ciclos, provavelmente devido à melhor distribuição das chuvas nos períodos. Entre os tratamentos irrigados as diferenças foram pouco acentuadas nos três ciclos.

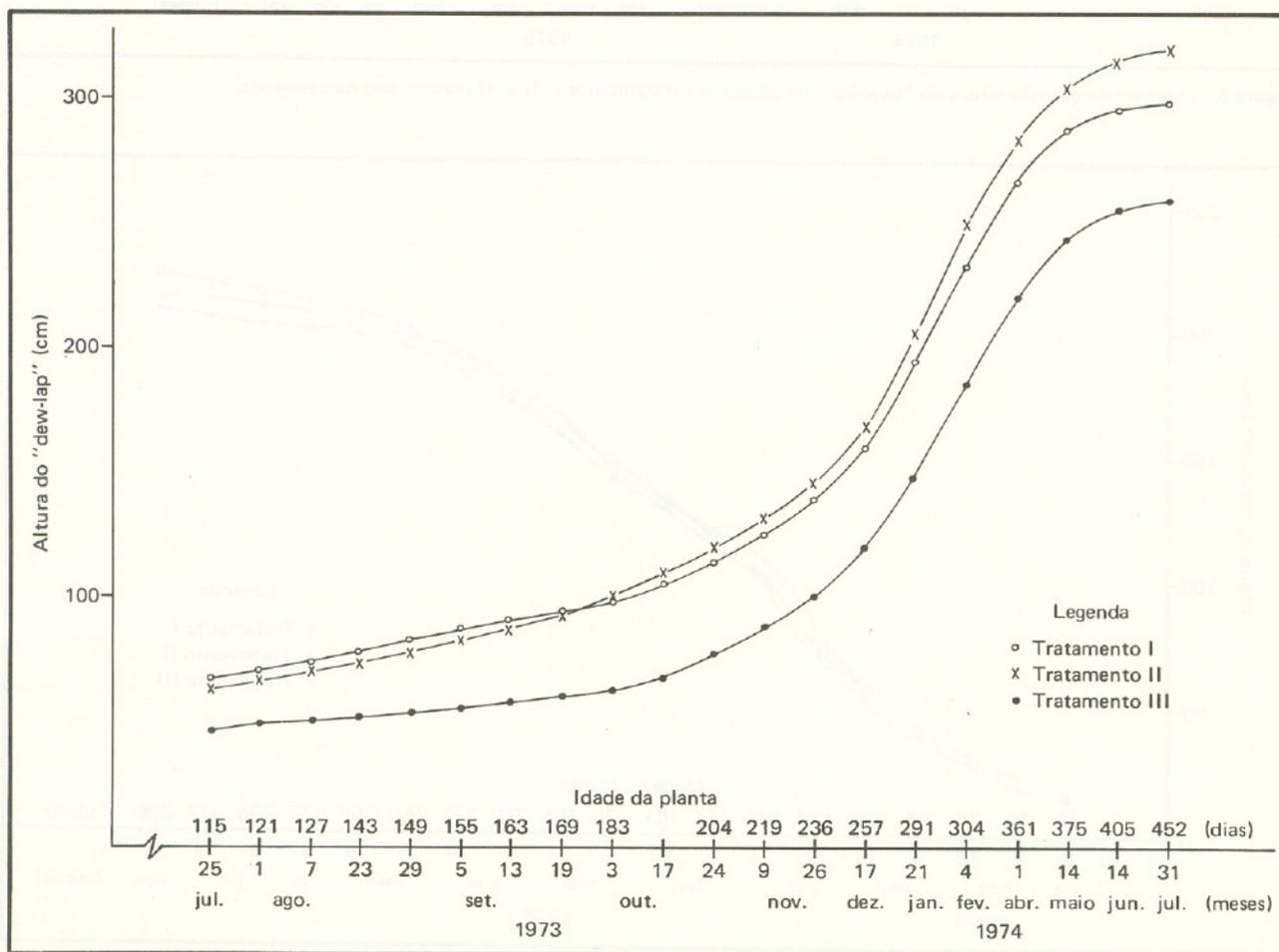


Figura 4. Desenvolvimento da altura do "dew-lap" da planta nos tratamentos I, II e III para o ciclo de cana-planta.

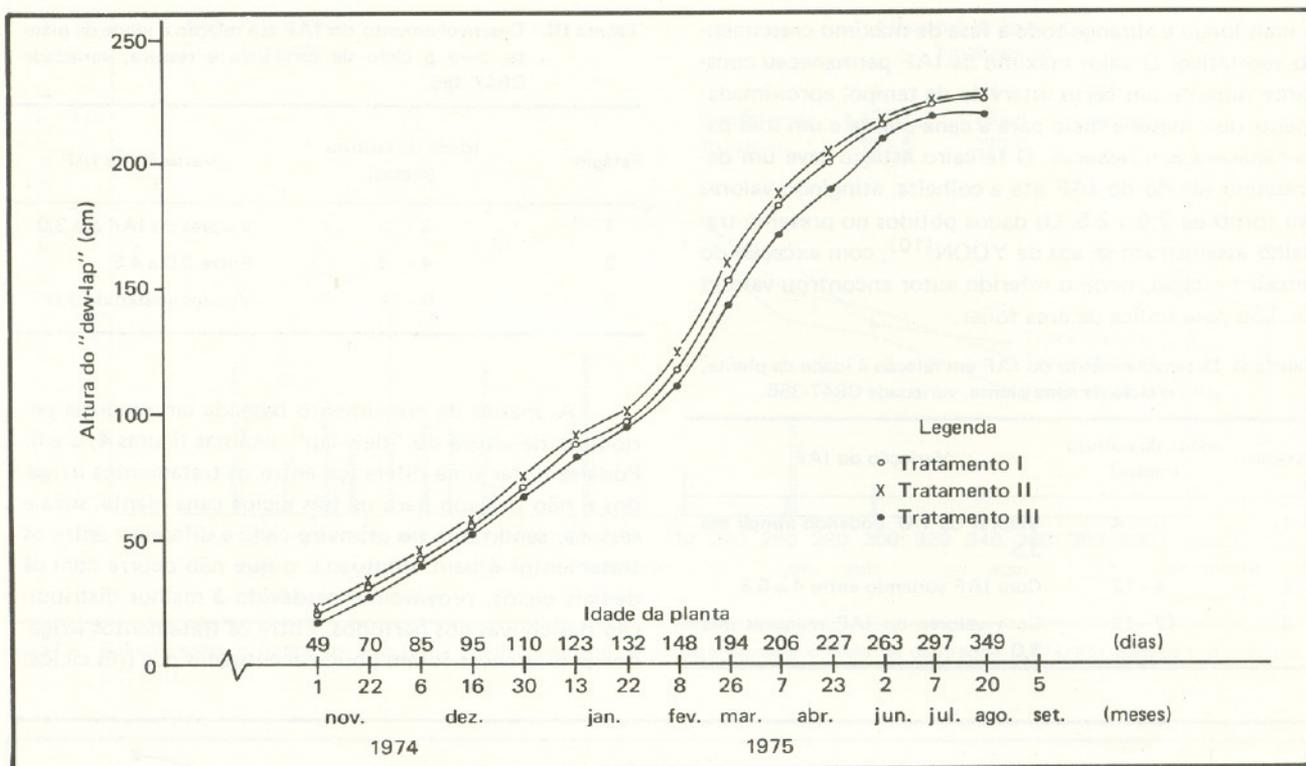


Figura 5. Desenvolvimento da altura do "dew-lap" da planta nos tratamentos I, II e III para o ciclo de cana-soca.

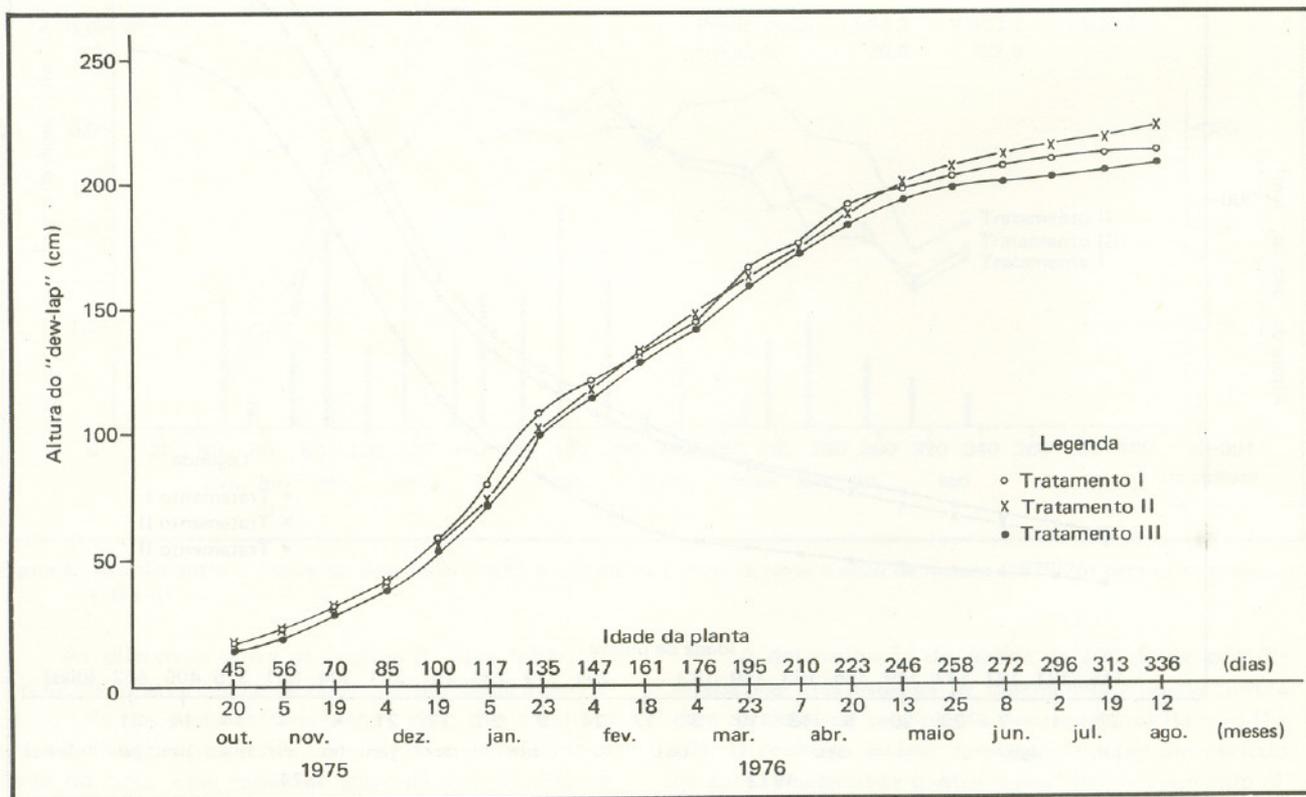


Figura 6. Desenvolvimento da altura do "dew-lap" da planta nos tratamentos I, II e III para o ciclo de ressoca.

CONCLUSÕES

O tratamento III apresentou-se com uma performance inferior aos tratamentos I e II nos três ciclos, com maior evidência para o ciclo de cana-planta, quanto à produção de colmos e açúcar em toneladas por hectare.

Os parâmetros índice de área foliar e "dew-lap" foram efetivos na avaliação da produção final nos três ciclos cana-planta, soca e ressoca.

Os maiores índices de áreas foliares, durante o ciclo, corresponderam a maior produção final de colmos e açúcar por hectare.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHANG, J. Climate and agriculture: an ecological survey. Chicago, Aldine, 1968. 304p.
2. FRANCIS, C.A.; RUTGER, J.N.; PALMER, A.F.E. A Rapid Method for Plant Leaf Area Estimation in Maize (*Zea mays* L.). *Crop. Science*, 9:537-539, 1969.
3. HARTT, C.E. Translocation of sugar in the cane plant. *Rept. Hawaiian Sugar Technol.*, 151-167, 1963.
4. IRVINE, J.E. Estimating the Total Leaf Area in Sugarcane Varieties. In: *Proceedings American Society of Sugar Cane Technologists*. 3:121-123, 1973.
5. LEME, E.J.A. Estudo da Variação das Características Hidráulicas dos Sulcos de Infiltração em Cana-de-Açúcar (*Saccharum* spp.). Piracicaba, 1978. (Tese de Mestrado - ESALQ/USP).
6. NICKELL, L.G. Ecophysiology of sugarcane. In: *International Symposium on Ecophysiology of Tropical Crops*, Manaus, 1:1-52, 1975.
7. SOUSA, J.A.G.C. Efeito da Tensão da Água do Solo na Cultura da Cana-de-Açúcar (*Saccharum* spp.). Limeira, 163p. (Tese de Doutorado - Faculdade de Engenharia de Limeira-SP), 1976a.
8. SOUSA, J.A.G.C. Estudo do Consumo de Água pela Cultura da Cana-de-Açúcar (*Saccharum* spp.). Piracicaba, 82p. (Tese de Mestrado - ESALQ/USP), 1976b.
9. VAN DILLEWIJN, C. Botany of sugar cane. *Waltham, The Chronica Botanica*, 371p., 1950.
10. YOON, C.N. Growth Studies on Sugarcane. *The Malaysian Agricultural Journal*, 48(2):47-59, 1971.