

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE DEZOITO LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS¹

SEBASTIÃO MANHÃES SOUTO² e SYLVIO ROMERO DE CARVALHO³

SINOPSE.— Foram determinados os parâmetros de crescimento de 18 leguminosas usando as seguintes forrageiras: 7 cultivares de *Phaseolus atropurpureus* D.C., 8 cultivares de *Glycine wightii*, mais 3 cultivares de *Stylosanthes gracilis* H.B.K., *Pueraria javanica* Benth e *Centrosema pubescens* Benth.

Foram encontradas reações diferentes entre as leguminosas quando se determinou o peso seco total da planta, área foliar, taxa de crescimento relativo e taxa de assimilação aparente para as três coletas estudadas.

As variedades de *Phaseolus atropurpureus* e cultivar Deodoro de *Centrosema pubescens* foram as que tiveram melhor comportamento durante a fase de estabelecimento de planta.

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista agrônômico, a medição e apresentação de um número para o peso seco pode ser suficiente, embora nos digam pouco sobre a fisiologia da planta. Foi também aumentado o interesse pelos problemas fisiológicos de como o crescimento se processava. Por esta razão, Watson (1952) desenvolveu a técnica conhecida como "análise do crescimento".

Jewiss (1965), por esta análise, achou que, com o envelhecimento do trevo (*Trifolium repens*), houve também redução da taxa de crescimento relativo (TCR) e da taxa de assimilação aparente (TAA) enquanto houve aumento na relação da área foliar (RAF). Segundo este mesmo autor, o aumento da RAF foi resultado direto do aumento da folha.

Ludlow e Wilson (1968) observaram os mesmos resultados para o Siratro (*Phaseolus atropurpureus* D.C.), em relação à variação de idade da planta.

Souto et al. (1970), à luz dos resultados da análise de crescimento, sugeriram a aplicação prática do Siratro em pastagem consorciada.

A finalidade do presente estudo foi a de verificar a influência dos parâmetros de crescimento de 18 leguminosas forrageiras tropicais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram feitos dois experimentos sob condições de campo. O delineamento experimental, para ambos os experimentos, foi o de blocos ao acaso, com três repetições e os seguintes tratamentos:

¹ Recebido 25 nov. 1971, aceito 17 fev. 1972.

Apresentado na VIII Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Rio de Janeiro, GB.

² Eng.^o Agrônomo do Setor de Nutrição Animal e Agrostologia do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul (IPEACS), Km 47, Campo Grande, GB, ZC-26, e bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas.

Espécies	Cultivares
Experimento 1: <i>Glycine wightii</i>	IRI n.º 1;
<i>Glycine wightii</i>	IRI n.º 2;
<i>Glycine wightii</i>	IRI n.º 3;
<i>Glycine wightii</i>	Tinaroo;
<i>Glycine wightii</i>	Deodoro;
<i>Glycine wightii</i>	IS 303;
<i>Glycine wightii</i>	IS 308;
<i>Glycine wightii</i>	Cooper;
<i>Centrosema pubescens</i> Benth	Deodoro;
Experimento 2: <i>Phaseolus atropurpureus</i> D.C.	CPI 33.823;
<i>Phaseolus atropurpureus</i> D.C.	CPI 18.556;
<i>Phaseolus atropurpureus</i> D.C.	N - 63-22;
<i>Phaseolus atropurpureus</i> D.C.	CPI 16.879;
<i>Phaseolus atropurpureus</i> D.C.	CPI 32.974;
<i>Phaseolus atropurpureus</i> D.C.	CPI 33.826;
<i>Phaseolus atropurpureus</i> D.C.	Siratro;
<i>Pueraria javanica</i> Benth	Deodoro;
<i>Stylosanthes gracilis</i> H.B.K.	IRI 1022;
<i>Centrosema pubescens</i> Benth	Deodoro.

Os três primeiros cultivares do Experimento 1 foram recebidos do IRI (I.B.E.C. Research Institute), Matão, São Paulo. Os outros cultivares de *G. wightii* o foram da Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Austrália, com exceção do cultivar Deodoro, que é oriundo de Deodoro, GB. O cultivar Deodoro de *C. pubescens*, que funcionou como testemunha, é um material nativo na região.

Todos os cultivares de *Phaseolus atropurpureus* do Experimento 2 foram recebidos da CSIRO, Austrália, com exceção do N - 63-22 que o foi do I.R.A.T., Bambeby, Senegal. O *Stylosanthes gracilis* "IRI 1022" foi de procedência do IRI, Matão, São Paulo. Os cultivares "Deodoro" de *P. javanica* e *C. pubescens* são nativos na região.

Souto (1970) selecionou as espécies de leguminosas forrageiras dos Experimentos 1 e 2 para os estudos de avaliação de seus cultivares, com vistas ao seu aproveitamento nas pastagens da região da Baixada Fluminense onde está situado o Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul (IPEACS). Esta seleção se baseou nas exigências feitas a uma leguminosa para a sua aplicação em pastagens.

O solo usado no Experimento 1 foi um solo de transição entre gray-hidromórfico e podzólico vermelho-amarelo, e o do Experimento 2 foi um gray-hidromórfico típico. Os solos usados nestes experimentos são muito arenosos (80-90% de areia), pobres, com uma camada argilosa impermeável, 50 a 150 cm de profundidade. A composição química média dos solos usados nos Experimentos 1 e 2 foi, respectivamente, a seguinte: P (extraído com 0,025N H₂SO₄ mais 0,050N HCl) 6,6 e 5,0 ppm; K (extraído como o fósforo) 53,0 e 24,5 ppm; Ca + Mg, 2,7 e 1,4 mE; Al, 0,3 e 0,0 mE; pH (H₂O), 5,1 e 5,7. Os solos estudados nos dois experimentos são carentes como fonte de nitrogênio (Mendes *et al.* 1954). Toxidez de manganês tem sido observada no solo gray-hidromórfico (Döbereiner 1966).

Foi determinada a curva de neutralização destes solos e feita uma calagem de 2 toneladas de calcário dolomítico por hectare para elevar o pH a 6,5.

Nos dois experimentos, foi feita uma adubação básica constituída de 100 kg de P₂O₅, 50 kg de K₂O e 0,5 kg de molibdato de sódio por hectare. Imediatamente antes do plantio foi feita mais uma adubação fosfatada no sulco na base de 17 kg de P₂O₅/ha.

Todas as sementes foram inoculadas com estirpes de *Rhizobium* selecionadas e semeadas no dia 2.10.68 em parcelas de 10 m², em linhas contínuas distanciadas de 1 m.

O aspecto vegetativo foi uniforme para as três repetições, para ambos os experimentos, em relação aos diferentes cultivares estudados.

Em ambos os experimentos foram feitas três coletas, aos 28, 42 e 56 dias após o plantio. A retirada das plantas, num total de 15 plantas/parcela, foi feita manualmente com enxadão, com todo o cuidado possível, de maneira a se obter cada planta com suas partes aérea e radicular intactas.

Foi determinada, imediatamente antes de cada coleta, a área foliar em cada parcela, pelo método da amostragem de área e peso foliar conhecidos. Este método consistiu em retirar uma amostra de folhas, separando-as da planta e fazendo em seguida, com um lápis de ponta fina, o seu contorno em um papel branco. Foi determinada a área foliar (a) desenhada, através de um planímetro, e também o peso seco (p) das folhas da amostra. Com o peso seco foliar total (P) de 15 plantas, pôde-se relacionar estas três variáveis e determinar para cada cultivar, a área total (A), pela seguinte fórmula:

$$A = \frac{a \times P}{p} \text{ (cm}^2\text{)}$$

As folhas e o resto da planta foram secados em estufa a 65°C.

De posse das medidas, área foliar e peso seco total da planta, pôde-se calcular os parâmetros de crescimento: taxa de crescimento relativo (TCR), relação de área foliar (RAF) e taxa de assimilação aparente (TAA) através das seguintes fórmulas propostas por Watson (1952):

$$TCR = \frac{1_n P_2 - 1_n P_1}{t_2 - t_1} \text{ g.g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1};$$

$$RAF = \frac{1}{2} \left(\frac{A_1}{P_1} + \frac{A_2}{P_2} \right) \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1};$$

$$TAA = \frac{TCR}{RAF} \text{ g.cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1},$$

nas quais o P₂, P₁, t₂ e t₁ são, respectivamente, o peso seco total (g) e tempo (dia), em duas épocas consecutivas. A₂ e A₁ são as áreas foliares (cm²) determinadas nos tempos t₂ e t₁, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos experimentos são apresentados nos Quadros 1 e 2.

Experimento 1

No Quadro 1 notamos que, para o peso seco total, todas as coletas apresentaram *C. pubescens* cv. Deodoro e os cultivares australianos de *G. wightii* com melhor desenvolvimento que os demais.

A área foliar determinada foi maior para *Centrosema pubescens* cv. Deodoro, sendo que, aos 56 dias, o cultivar Cooper apresentou valores mais altos. Notamos que para as idades de 28 e 42 dias, *C. pubescens* apresentou valores altos para o peso seco total das plantas, o que demonstra a influência marcante do tamanho das folhas nestas determinações. Os cultivares australianos de *G. wightii* apresentaram também maiores valores em todas as coletas para a área foliar, quando comparados com os cultivares IRI n.º 1, 2, 3, e Deodoro.

Foram observadas correlações simples altamente significativas para área foliar x peso seco e comprimento da parte aérea e radicular da planta, independente dos cultivares e das idades estudadas.

A taxa de crescimento relativo (TCR) referente ao intervalo de crescimento da planta entre 28 e 42 dias após o plantio foi mais alta para o cultivar Tinaroo (0,044 g.g⁻¹.dia⁻¹), seguida pelo IS 308 (0,034 g.g⁻¹.dia⁻¹), *Centrosema pubescens* Deodoro (0,032 g.g⁻¹.dia⁻¹), Cooper (0,0027 g.g⁻¹.dia⁻¹) e IS 303 (0,024 g.g⁻¹.dia⁻¹), e valores mais baixos para os cultivares IRI 1, 2, 3 e Deodoro (Quadro 1).

Blackman e Black (1959) acharam o valor de 0,21 g.g⁻¹.dia⁻¹ para *Vigna unguiculata*.

Ludlow e Wilson (1968), em sua análise de crescimento com o Siratro, acharam valores máximos da TCR de 0,362 g.g⁻¹.dia⁻¹, correspondendo ao intervalo da 2.ª semana após o plantio.

Em relação ao intervalo de 42 a 56 dias, todos os cultivares aumentaram o TCR, com exceção dos cultivares Tinaroo e IRI n.º 1, que tiveram os seus TCR diminuídos. No cultivar IRI n.º 2 foi aumentado de 0,013 para 0,150 g.g⁻¹.dia⁻¹.

A relação de área foliar (RAF) no intervalo 28 a 42 dias foi pequena apenas para o cultivar IRI n.º 1, sendo que o cultivar Cooper teve o valor 422,8 cm².g⁻¹, mais alto que os demais. A variação para o RAF em relação ao intervalo 42 a 56 dias foi que houve aumento apenas para o cultivar IRI n.º 1, de 90,0 para 211,0 cm².g⁻¹. Souto *et al.* (1970) acharam, sob condições controladas de casa de vegetação, valores de RAF para Siratro que oscilam entre 97-111 cm².g⁻¹, correspondentes às fontes simbióticas e mineral, respectivamente.

A taxa de assimilação aparente (TAA), que mede a diferença entre a fotossíntese e a respiração, foi obtida neste experimento pela divisão do TCR pelo RAF. A

QUADRO 1. Diferenças entre cultivares de leguminosas forrageiras no peso seco total, área foliar, taxa de crescimento relativo (TCR), relação da taxa foliar (RAF) e taxa de assimilação aparente (TAA) durante a fase de estabelecimento (Experimento 1)

Espécies	Cultivares	Peso seco total (g/50 plantas)			Área foliar (cm ² /50 plantas)			TCR (10 ⁻³ g.g ⁻¹ .dia ⁻¹)		RAF (cm ² .g ⁻¹)		TAA (10 ⁻⁶ g.cm ⁻² .dia ⁻¹)	
		28	42	56 ^a	28	42	56 ^a	28-42	42-56 ^b	28-42	42-56 ^b	28-42	42-56 ^b
<i>Glycine javanica</i>	IRI n.º 1	1,0	6,8	11,5	240	1220	2790	19	13	90,9	211,0	209,0	61,6
<i>Glycine javanica</i>	IRI n.º 2	0,8	4,2	14,2	210	680	2810	13	150	212,0	179,8	61,2	834,0
<i>Glycine javanica</i>	IRI n.º 3	0,9	4,4	13,7	290	830	3070	11	26	255,4	206,8	43,0	126,0
<i>Glycine javanica</i>	Tinaroo	3,0	9,4	33,5	650	1830	6740	44	25	206,6	197,8	214,0	126,0
<i>Glycine javanica</i>	Deodoro	1,5	7,5	44,8	450	1500	8930	19	73	250,0	200,0	76,0	265,0
<i>Glycine javanica</i>	IS 303	1,8	10,3	49,4	360	2220	9100	24	74	207,7	199,8	115,0	370,0
<i>Glycine javanica</i>	IS 308	2,5	14,4	51,6	630	2360	10420	34	61	207,9	138,8	163,0	331,0
<i>Glycine javanica</i>	Cooper	2,3	10,3	75,5	1530	1860	15380	27	96	422,8	192,1	63,8	494,0
<i>Centrosema pubescens</i>	Deodoro	2,6	13,5	66,6	660	2680	10910	32	78	226,1	181,1	141,0	430,0
	Médias ^c	1,8 ^c	8,9 ^b	40,0 ^a	557 ^c	1696 ^b	7794 ^a	24 ^b	66 ^a	230,0 ^a	194,2 ^a	120,0 ^b	337,4 ^a

^a 28, 42 e 56 dias após o plantio.

^b Intervalo de tempo.

^c Médias com letras diferentes na mesma linha são estatisticamente diferentes ao nível de 5% (a > b > c).

QUADRO 2. Diferenças entre cultivares de leguminosas forrageiras no peso seco total, área foliar, taxa de crescimento relativo (TCR), relação da taxa foliar (RAF) e taxa de assimilação aparente (TAA) durante a fase de estabelecimento (Experimento 2)

Espécies	Cultivares	Peso seco total (g/50 plantas)			Área foliar (cm ² /50 plantas)			TCR (10 ⁻³ g.g ⁻¹ .dia ⁻¹)		RAF (cm ² .g ⁻¹)		TAA (10 ⁻⁶ g.cm ⁻² .dia ⁻¹)	
		28	42	56 ^a	28	42	56 ^a	28-42	42-56 ^b	28-42	42-56 ^b	28-42	42-56 ^b
<i>Phaseolus atropurpureus</i>	CPI 38823	6,2	28,9	190,6	1280	3860	37470	51	120	169,0	160,6	390,0	747,0
<i>Phaseolus atropurpureus</i>	CPI 13556	6,4	19,4	164,7	1500	2260	23370	32	120	175,3	126,1	182,0	951,0
<i>Phaseolus atropurpureus</i>	N 63-22	6,2	23,3	134,4	1160	3080	18830	50	105	159,5	136,1	313,0	772,0
<i>Phaseolus atropurpureus</i>	CPI 16879	4,4	30,6	117,7	740	3660	24700	61	130	143,8	164,7	424,0	739,0
<i>Phaseolus atropurpureus</i>	CPI 32974	3,1	6,5	66,8	810	3300	91210	140	98	384,4	936,5	364,0	104,0
<i>Phaseolus atropurpureus</i>	CPI 33826	3,3	27,7	60,0	1290	3520	11230	60	44	258,9	157,0	231,0	280,0
<i>Phaseolus atropurpureus</i>	Siratro	3,9	7,3	40,5	890	2790	8250	18	67	305,1	292,2	58,0	228,0
<i>Pueraria javanica</i>	Deodoro	1,0	2,4	23,3	290	1010	53930	5	710	355,4	1367,6	16,3	519,0
<i>Stylosanthes gracilis</i>	IRI 1022	0,6	3,0	10,4	40	510	26970	9	23	118,3	1333,5	76,8	17,2
<i>Centrosema pubescens</i>	Deodoro	1,8	3,8	26,8	530	2000	60220	83	57	410,3	1200,0	20,2	47,5
	Médias ^c	3,4 ^c	14,8 ^b	83,9 ^a	853 ^c	2599 ^b	34518 ^a	51 ^a	147 ^a	247,6 ^b	587,1 ^a	198,4 ^b	445,4 ^a

^a 28, 42 e 56 dias após o plantio.

^b Intervalo de tempo.

^c Médias com letras diferentes na mesma linha são estatisticamente diferentes ao nível de 5% (a > b > c).

taxa de assimilação aparente (TAA), no intervalo 28 e 42 dias, foi inferior para o cultivar australiano Cooper (63,8 x 10⁻⁶ g.cm⁻².dia⁻¹) e para os cultivares IRI n.º 2, 3 e Deodoro, sendo que para o IRI n.º 1 foi alta (209 x 10⁻⁶). Para o intervalo 42 a 56 dias, houve uma queda no TAA para os cultivares IRI n.º 1 (209 x 10⁻⁶ para 61,6 x 10⁻⁶) e Tinaroo (214,0 x 10⁻⁶ para 126,0 x 10⁻⁶) e um acréscimo para outros cultivares, inclusive com valores altos para o cultivar Cooper (494,0 x 10⁻⁶) e para *Centrosema pubescens* cv. Deodoro (430,0 x 10⁻⁶). O aumento do TCR aos 56 dias foi devido aos acréscimos do TAA para os cultivares IRI

n.º 2 e 3, Deodoro, IS 303 e 308, Cooper e *Centrosema pubescens* cv. Deodoro. Para os cultivares IRI n.º 2, IS 308 e "Deodoro", o RAF não teve influência no seu maior TCR, ao passo que, para os cultivares IRI n.º 3 e Deodoro, a relação de área foliar até decresceu. Para os cultivares IRI n.º 1 e Tinaroo, o decréscimo da taxa de crescimento relativo foi acompanhado também pela queda dos valores de TAA, porém, a RAF pouco influenciou no caso de Tinaroo, ao passo que ela foi até aumentada para o cultivar IRI n.º 1, o que indicou um aproveitamento da energia solar por estes dois cultivares, neste intervalo de idade.

Experimento 2

O peso seco total e a área foliar (Quadro 2) de todos os cultivares de *P. atropurpureus* mostraram-se superiores às outras espécies, aos 28 e 42 dias de idade, sendo que CPI 33823 teve, aos 56 dias de idade, até 5 vezes mais peso seco total que o Siratro. O cultivar CPI 32974 foi o que mostrou maior área foliar aos 56 dias. *Centrosema pubescens* e *Pueraria javanica* tiveram o dobro da área foliar de *S. gracilis*, nesta idade.

A taxa de crescimento relativo (TCR) no período 28 a 42 dias mostrou-se alta para CPI 32974 (0,140 g.g⁻¹. dia⁻¹), e menor para *S. gracilis* (0,009) e *P. javanica* (0,005). Esta mesma taxa, no intervalo 42 a 56 dias, mostrou para *P. javanica* resultado bem acima da média (0,710).

O acréscimo da taxa de crescimento relativo teve influência somente na taxa de assimilação aparente (TAA), taxa que mede a eficiência fotossintética da planta e cujos valores foram os seguintes: cultivar CPI 18556, 182 x 10⁻⁶ para 951 x 10⁻⁶ g.cm².dia⁻¹; cultivar CPI 33823, 300 x 10⁻⁶ para 747 x 10⁻⁶; cultivar N-63-22, 313 x 10⁻⁶ para 776 x 10⁻⁶; cultivar CPI 16879, 424 x 10⁻⁶ para 789 x 10⁻⁶; e cultivar Siratro, 58,9 x 10⁻⁶ para 228 x 10⁻⁶. Ludlow e Wilson (1968) já haviam encontrado este resultado para o Siratro, em condições controladas.

O *Stylosanthes gracilis* também aumentou o TCR pelo acréscimo da relação de área foliar (118,3 para 1.333,5 g/cm²) e decréscimo do TAA (76,8 x 10⁻⁶ para 17,2 x 10⁻⁶ g.cm².dia⁻¹).

O decréscimo do TCR para *Centrosema pubescens* é diferente do resultado obtido no Experimento 1 para esta espécie. Comparando os resultados das taxas de crescimento para *Centrosema pubescens*, notamos que a queda do TCR no Experimento 2 foi devido ao aumento de sua relação foliar, pelo melhor desenvolvimento da planta neste solo. A eficiência da fotossíntese na

planta neste experimento foi acrescida, porém, menos do que no Experimento 1. Pouca influência teve o TAA no decréscimo da taxa de crescimento relativo para o cultivar CPI 33826, porém, a relação da área foliar foi diminuída de 258,9 para 157,0 cm².g⁻¹. No caso da *P. javanica*, a eficiência fotossintética foi marcante no aumento da TCR, havendo também, aumento do RAF nesta espécie.

REFERÊNCIAS

- Blackman, G.E. & Black, S.M. 1959. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. XII. The role of the light factor in limiting growth. *Ann. Bot. (N.S.)* 23: 131-145.
- Döbereiner, J. 1966. Manganese toxicity effects on nodulation and nitrogen fixation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.), in acid soils. *Pl. Soil* 14:153-166.
- Jewiss, O.R. 1965. The physiology of forage plants. *Grassl. Res. Inst., Hurley, Engl. (Notes for courses of lecture at "Universidade Rural do Brasil")*
- Ludlow, M.M. & Wilson, G.L. 1968. Studies on the productivity of tropical pasture plants. I. Growth analysis, photosynthesis, and respiration of Animal grass and Siratro in a controlled environment. *Aust. J. agric. Res.* 19:35-45.
- Mendes, W., Lemos, P.O.C., Lemos, R.C., Carvalho, L.G.O. & Rosenburg, R.J. 1954. Contribuição ao mapeamento em séries dos solos do Município de Itaguaí. *Boim 12, Inst. Ecol. Exp. Agrícolas, Min. Agric., Rio de Janeiro.*
- Souto, S.M. 1970. Metodologia da introdução e avaliação de plantas forrageiras tropicais. In *As Leguminosas na Agricultura Tropical*, p. 249-273. *Anais Sem. Metodologia e Planejamento Pesq. Leg. Tropicais, Inst. Pesq. Agropec. Centro-Sul, Rio de Janeiro.*
- Souto, S.M., Franco, A.A. & Döbereiner, J. 1970. Influência da intensidade de luz solar na simbiose e desenvolvimento de "Siratro" (*Phaseolus atropurpureus* D.C.). *Anais V Reun. Lat. Am. Rhizobium, Rio de Janeiro*, p. 55-77.
- Watson, D.J. 1952. The physiological basis of variation in yield. *Adv. Agron.* 4:101-145. (Citado por Jewiss 1965)

ABSTRACT.- Souto, S.M. & Carvalho, S.R. de 1972. *Growth analysis of 18 tropical legumes*. *Pesq. agropec. bras., Sér. Zootec.*, 7:71-74. (Inst. Pesq. Agropec. Centro-Sul, Km 47, Rio de Janeiro, GB, ZC-26, Brazil)

The estimates of growth parameters of 18 tropical legumes were determined utilizing 7 cultivars of *Phaseolus atropurpureus* D.C., 8 cultivars of *Glycine wightii* (formerly *G. javanica* L.), one cultivar of *Stylosanthes gracilis* H.B.K., one of *Pueraria javanica* Benth, and one of *Centrosema pubescens* Benth.

The results showed differences among the legumes for the total plant dry weight, leaf area, relative growth rate, and apparent assimilation rate for all three collected samples.

The cultivars of *Phaseolus atropurpureus* and the cultivar "Deodoro" of *Centrosema pubescens* presented the best performance during the period of establishment.