

REFLECTÂNCIA DE UMA CULTURA DE SOJA IRRIGADA NAS CONDIÇÕES SEMI-ÁRIDAS DO NORDESTE DO BRASIL.

Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão (*)
Pedro Vieira de Azevedo (*)
José de Paulo Rocha da Costa (**)

(*) Departamento de Ciências Atmosféricas/UFPb
Av. Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó
58.100 - Campina Grande - Pb

(**) Departamento de Meteorologia/UFPa
Caixa Postal 1611
66.000 - Belém - Pa

RESUMO:

Este trabalho utilizou informações de experimento Agrometeorológico instalado na Estação Experimental do CPATSA/EMBRAPA, em Juazeiro-Ba, objetivando o estudo do comportamento diurno e estacional do albedo de um cultivo de soja (*Glycine max. (L.) merrill*, cultivar tropical) irrigada. O experimento de campo foi conduzido no período de agosto a dezembro de 1987, com soja plantada numa área de 1.100 m², obedecendo um espaçamento de 0,60 m entre fileiras e uma semeadura de 25 sementes por metro linear. A reflectância da vegetação foi medida a intervalos horários das 6:00 às 18:00 e estimada em função do ângulo zenital.

Observou-se uma variação estacional do albedo, indo de valores mínimos (12%) no início da fase de crescimento vegetativo até um máximo (25%) na fase de floração, decrescendo para 21% no término das observações. No período diurno a reflectância da vegetação comportou-se com valores mais elevados ao amanhecer e entardecer e mais baixos em torno do meio dia. O albedo para qualquer momento ou dia, foi estimado através de regressão linear com o ângulo zenital instantâneo ou diário, respectivamente. Os parâmetros dessa regressão foram: $a = 13,39$; $b = 0,179$ e $r^2 = 0,89$.

ABSTRACT:

This work used informations from an agricultural meteorology experiment installed in the Experimental Station of the CPATSA/EMBRAPA, at Juazeiro-Ba, in order to study the daily and seasonal behaviour of the albedo of an irrigated soybean (*Glycine max (L.) merrill*, variety tropical) crop. The field experiment was conducted in the period between august to december, 1987, with soybean planted in an area of 1,100 m² following a 0.60 m row spacing and a sown field of 25 seeds per linear meter. The crop reflectance was measured at hourly intervals from 6:00 to 18:00 and estimated as a function of the zenital angle.

It was observed an albedo seasonal change from minimum values (12%) at

the beginning of the vegetative growing phase to a maximum (25%) at the flowing phase decreasing to 21% at the end of the observations. During the daytime, the the crop reflectance showed higher values at sunrise and sunset and lower values around midday. The albedo for any time or day, was estimated by a linear regression with instantaneous or daily zenithal angle, respectively. The parameters of these regression were: $a = 13.39$; $b = 0.179$ and $r^2 = 0.89$.

INTRODUÇÃO:

A radiação solar refletida pela superfície é uma componente importante para o balanço de radiação solar à superfície. Tal componente é representada, no balanço de radiação, pelo coeficiente de reflectividade da superfície (albedo) dado pela razão entre os fluxos de radiação de ondas curtas refletido e incidente à superfície.

O albedo de uma superfície varia diurnamente com a elevação do Sol, atingindo valores máximos ao nascer e ocaso do sol e mínimos próximo ao meio dia (MONTEITH & SZEICZ, 1961; RIJKS, 1967; DAVIES & BUTTIMOR, 1969; PROCTOR et alii 1972; SHAW & DECKER, 1979). RIJKS (1967) observou também, valores da reflectância inferiores ao ocaso, comparados àqueles observados ao nascer do sol. Sobre superfícies vegetadas, esta diferença pode ser causada pela posição e teor de umidade das folhas. Outros pesquisadores encontraram resultados, com reflectâncias mais elevadas ao entardecer do que ao amanhecer (PROCTOR et alii, 1972; NKEMDIRIM, 1973; LOMAS et alii, 1974).

Na modelagem do desenvolvimento de culturas ou em estudos do consumo hídrico de solos cultivados, é comum o uso de um valor constante do coeficiente de reflectividade, ao longo de todas as fases fenológicas do ciclo vegetativo. Entretanto, isso pode acarretar erros substanciais, uma vez que o albedo de solos sem vegetação ou com pouca cobertura vegetal é muito inferior àquele de solos totalmente cobertos por vegetação em plena atividade fisiológica. Assim, além da variação diária devida a elevação do sol, condições de umidade do ar e do solo, quantidade e tipo de cobertura de nuvens e tipo de cobertura vegetal, o albedo de superfícies vegetadas depende também do grau de cobertura do solo e do estágio de desenvolvimento das plantas. Valores típicos de albedo para várias culturas são apresentados por FRITSCHEN (1967); DAVIES & BUTTIMOR (1969) e NKEMDIRIM (1973).

O presente trabalho objetivou o estudo do comportamento diurno e estacional do coeficiente de reflectividade de uma cultura de soja irrigada, nas condições climáticas do semi-árido do Nordeste brasileiro.

MATERIAIS E MÉTODOS.

Utilizou-se informações meteorológicas, fenológicas e fisiológicas de experimento agrometeorológico conduzido na Estação Experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária - CPATSA da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, localizada no perímetro irrigado do projeto mandacari, Juazeiro-Ba. Uma área de 1.100 m², situada ao lado da estação meteorológica, foi plantada com soja (Glycine max (L.) merrill, cultivar tropical), obedecendo um espaçamento de 0,60 m entre fileiras e uma semeadura de 25 sementes por metro linear, perfazendo uma densidade aproximada de 400.000 plantas por hectare.

A reflectância da vegetação foi monitorada através de observações horárias (das 6:00 às 18:00 horas), obtidas por um albedômetro solar instalado acima da vegetação. O comportamento diurno do albedo foi analisado com base nas medições horárias para dias de céu claro. Tal comportamento diurno foi também modelado para a fase de completo desenvolvimento da cultura (solo totalmente coberto pelo dossel), pela relação (SUBRAHMANYAM & KUMAR, 1984):

$$\alpha = a + bz \tag{1}$$

onde α é o albedo horário em percentual e z é o ângulo zenital em graus.

RESULTADOS E DISCUSSÕES.

A figura 1 mostra a variação estacional da reflectância da cultura de soja irrigada nas condições semi-áridas nordestina. Observa-se que no início do experimento, quando o solo estava ainda quase que totalmente descoberto, o albedo alcançou os valores mais baixos (12%). Com o desenvolvimento da cultura e consequentemente cobertura progressiva do solo, o albedo foi aumentando até atingir um valor máximo (25%) na fase de floração, quando o índice de área foliar atingiu valores próximos de 6. Após essa data, o albedo reduziu lentamente para atingir o valor de 21% no término das observações. Observa-se ainda na figura 1, flutuações do albedo ao longo do experimento, principalmente após as irrigações.

A variação diurna do albedo, para dias representativos das fases de crescimento vegetativo, floração e maturação da cultura, é mostrada na figura 2A. Observa-se que na fase de crescimento vegetativo, o albedo apresentou valores superiores ao nascer do que ao pôr do sol. Já nos dias representativos das fases de floração e maturação observou-se o contrário. Como esperado, observou-se os valores mínimos do albedo em torno do meio dia, independentemente da fase de desenvolvimento da cultura. Observa-se ainda, pela curva do dia 05/10/87, uma variação bastante acentuada do albedo. A melhor assimetria foi observada no dia 13/12/87, representativo da fase de maturação. Valores de albedo mais altos ao

entardecer são atribuídos a um aumento da quantidade de partículas em suspensão e ao teor de vapor d'água na atmosfera nesse período (PROCTOR et alii, 1972).

A figura 2B, por outro lado, mostra a variação diurna média e o desvio padrão do albedo da cultura, para o período de completo desenvolvimento vegetativo (soja cobrindo totalmente o solo). Observa-se devido ao fato do meio dia solar se dá em torno de 11:30 horas local, uma tendência para valores superiores do albedo no período da manhã, comparados àqueles da tarde. Nota-se também uma variação acentuada do albedo entre 16 e 17 horas, com desvio padrão às 17:00 horas maior do que o dobro daquele observado para qualquer outro horário. A ocorrência de valores altos do albedo no nascer e no pôr do sol, tem sido atribuída também a possíveis reflexões dentro da própria cúpula hemisférica do albedômetro (FRITSCHEN, 1967 e IDS0 et alii, 1969).

A estimativa do coeficiente de reflectividade, obtida pela equação (1) é mostrada na figura 3, indicando os valores de 13,39 e 0,179 para as constantes a e b, respectivamente. Este resultado permite a determinação do albedo para qualquer momento, em função do ângulo zenital assumido naquele instante, ou para um dia, em função do ângulo zenital médio do mesmo dia.

A tabela 1 mostra os valores do albedo obtido por três procedimentos: a) aplicando a razão $R_s^\downarrow/R_s^\uparrow$ para todos os dias de observações; b) considerando-se os valores horários de R_s^\downarrow e R_s^\uparrow apenas nos dias de céu claro; e c) aplicação da regressão linear entre α e z apenas para o período de cobertura completa do solo. Os resultados da tabela 1 indicam que o procedimento B apresentou valores superiores em até 3% àqueles obtidos pelo procedimento A. O procedimento C, por outro lado, exceto para o dia 13.12.87, apresentou valores inferiores àqueles obtidos pelos procedimentos A e B.

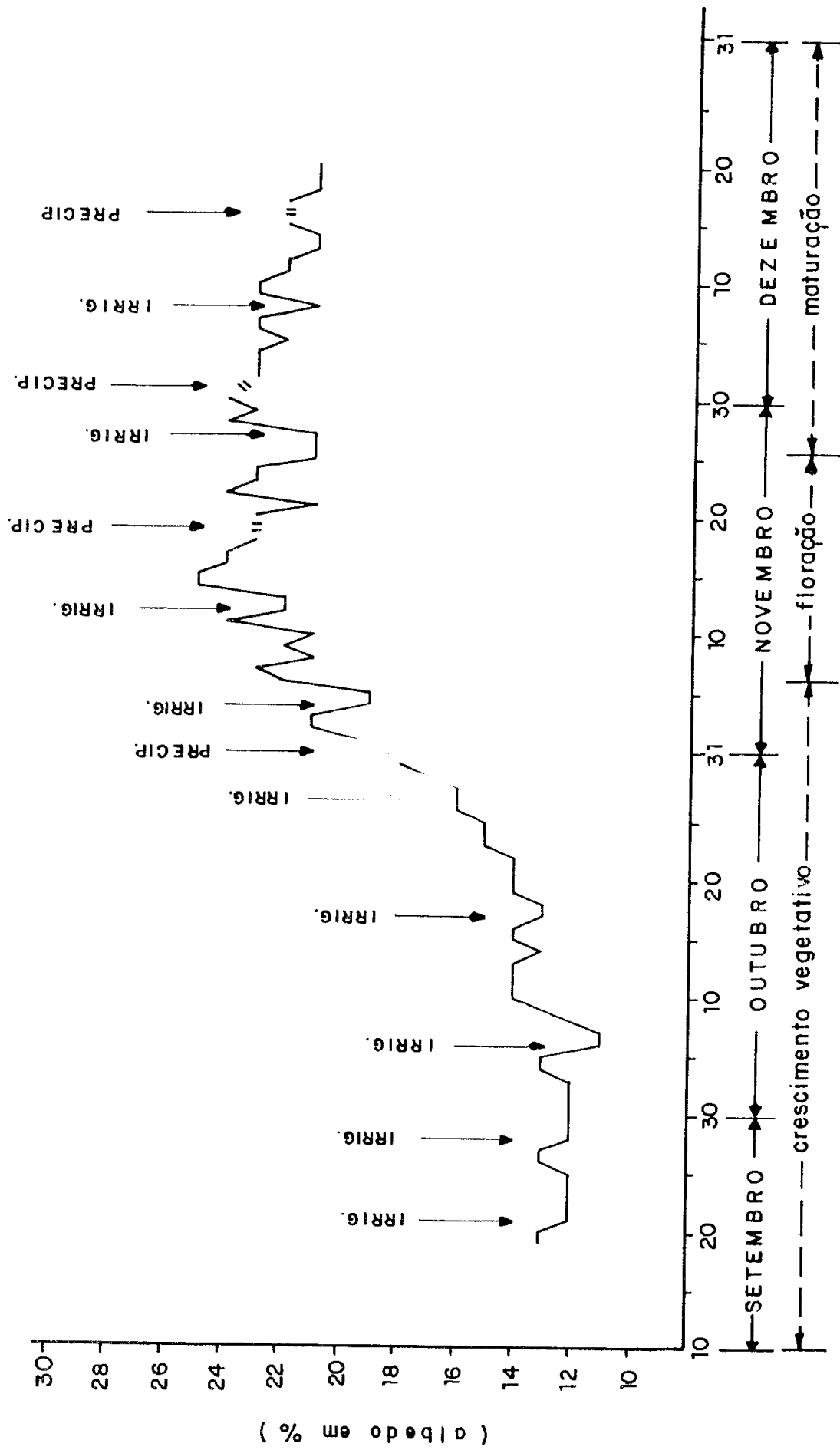
T A B E L A - 1

COEFICIENTES DE REFLEXÃO DIÁRIOS, OBTIDOS PELOS PROCEDIMENTOS A, B e C.

D A T A	PROCEDIMENTOS		
	A	B	C
05.10.87	0,13	0,15	—
07.10.87	0,11	0,13	—
11.10.87	0,14	0,16	—
19.10.87	0,14	0,16	—
29.10.87	0,17	0,19	—
06.11.87	0,22	0,23	0,21
07.11.87	0,23	0,24	0,21
09.11.87	0,22	0,23	0,21
12.11.87	0,22	0,25	0,21
13.12.87	0,21	0,21	0,22

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- DAVIES, J.A. & BUTTIMOR, P.H. Reflection coefficients, heating coefficients an net radiation at simcoe, Southern Ontario. *Agric. Meteorol.*, 6:373-386, 1969.
- FRITSCHEN, L.J. Net and solar radiation relations over irrigated field crops. *Agric. Meteorol.*, 4:55-62, 1987.
- IDSO, S.B., BAKER, D.G. & BLAD, B.L. Relations of radiation fluxes over natural surfaces. *Quart. J. R. Meteorol. Soc.*, 95:244-257, 1969.
- LDMAS, J., SCHLESINGER, E. & LEWIN, J. Effects of environmental and crop factors on the evapotranspiration rate and water use efficiency of maize. *Agric. Meteorol.*, 13:239-251, 1974.
- MONTEITH, J.L. & SZEICZ, G. The radiation balance of bare soil and vegetation. *Quart. J.R. Meteorol. Soc.*, 87:159-170, 1961.
- NKEMDIRIM, L.C. Radiative flux relations over crops. *Agric. Meteorol.*, 11: 229-242, 1973.
- PROCTOR, J.T.A., KYLE, W.J. & DAVIES, J.A. The radiation balance of an apple tree. *Canadian J. Bot.*, 50:1731-1740, 1972.
- RIJKS, D.A. Water use by irrigated cotton in Sudan, I: reflection of short-wave radiation. *J. Appl. Ecology*, 4: 561:568.
- SHAW, R.H. & DECKER. The general heat budjet of canopies. In: BARFIELD, B.J. & GERBER, J.F. (eds.). *Modification of the aerial environment of crops.* ASAE, 1979.
- SUBRAHMANYAM, V.P. & KUMAR, K.K. Studies of energy budjet of finger millet crop. PART I: Short-wave reflectivity. *Tropical Ecology*, Vol. 25, No. 1: 23-28. 1984.



(PERÍODO DE OBSERVAÇÕES)

Figura 1 - Comportamento estacional da reflectância da cultura de soja.

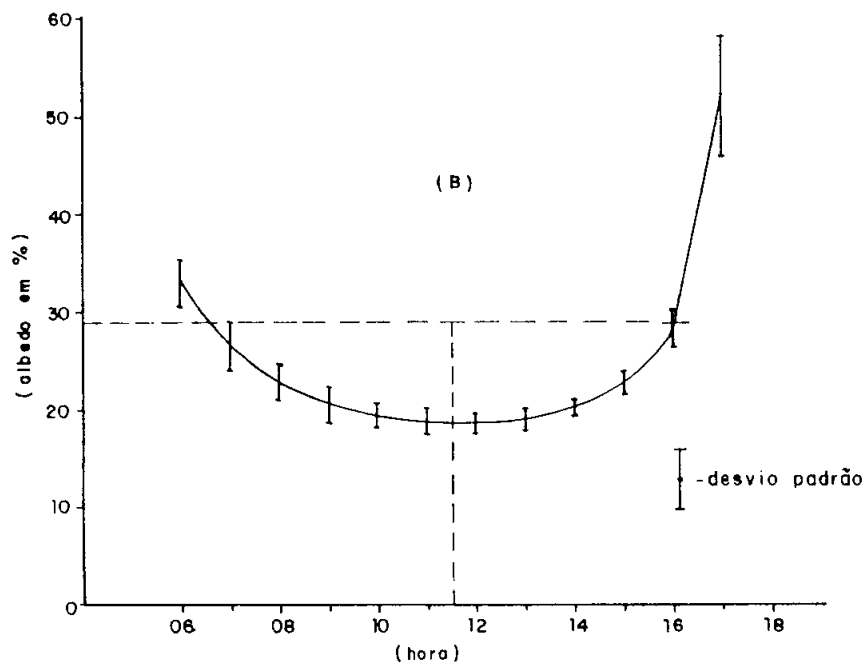
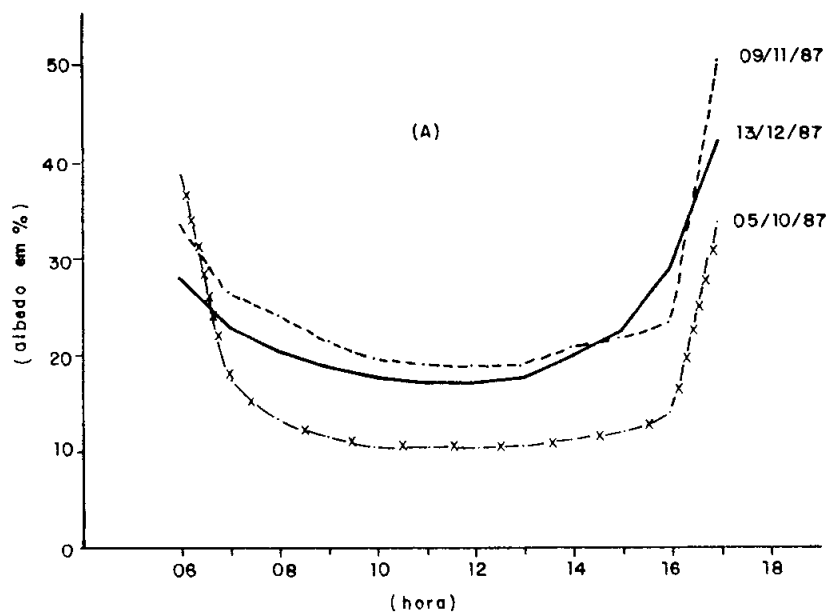


Figura 2 - Variação diurna da reflectância: (A) para dias representativos das fases de crescimento vegetativo, floração e maturação; (B) média com desvio padrão para o período de completo desenvolvimento vegetativo da cultura.

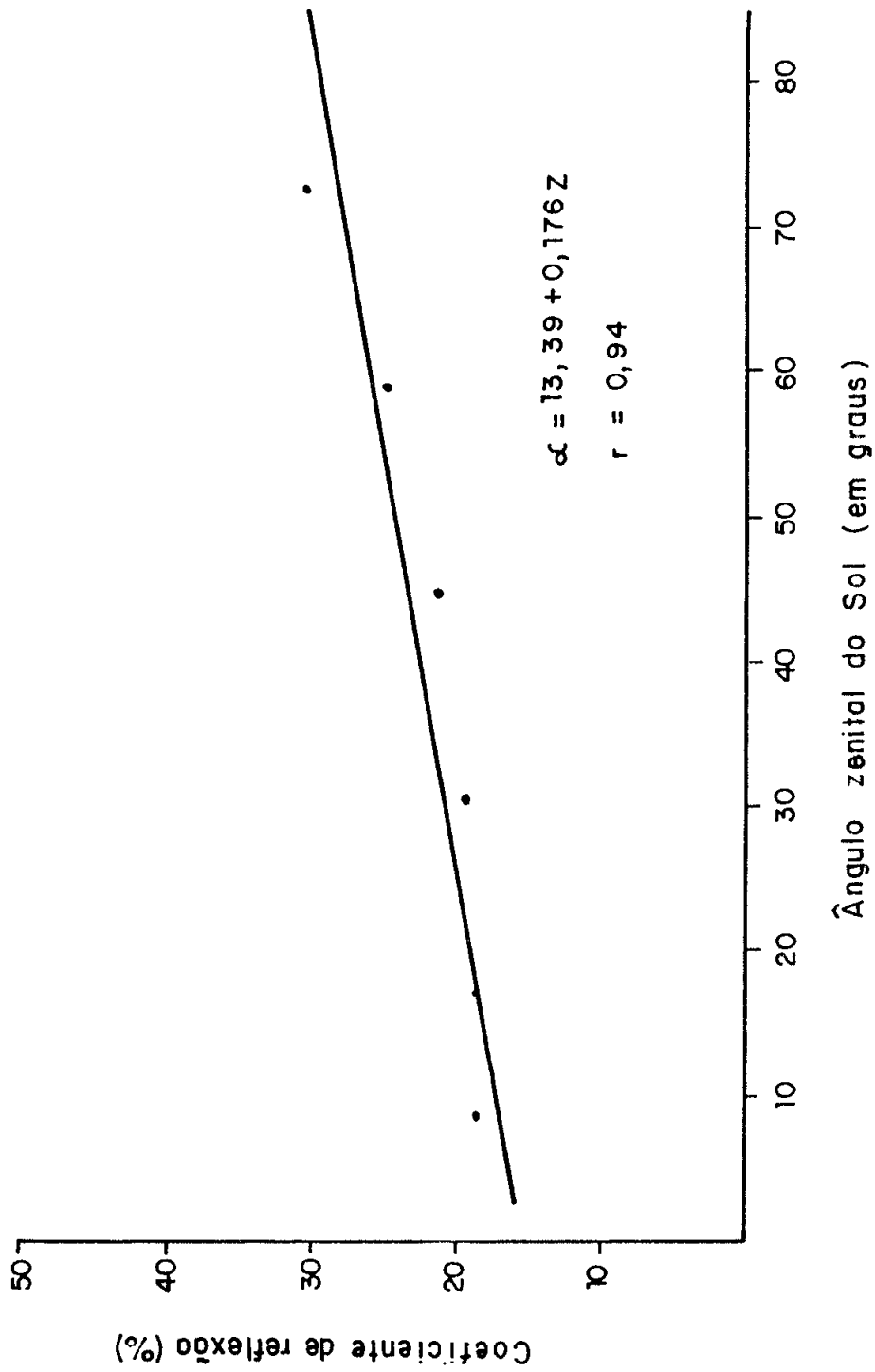


Figura 3 - Correlação entre o coeficiente de reflectância da cultura e o ângulo zenital do sol.