

ORIENTAÇÃO CARDIAL DE PARCELAS EXPERIMENTAIS
E RADIAÇÃO SOLAR*

Zilmar Z. Marcos**
Antonio Cadima Z.***
Nilson A.Villa Nova****

RESUMO

O efeito da orientação cardinal de uma parcela experimental sobre a variação de temperatura do solo foi estudado. Verificou-se que à latitude de 15°S, a parcela com uma inclinação de rampa de 5% apresentou diferenças mensuráveis entre as temperaturas do solo nas diversas faces de exposição, sendo mais salientes as diferenças entre as faces Norte e Sul. Os dados obtidos foram coerentes com as determinações de radiação solar recebida.

* Entregue para publicação em 20.12.1979.

Parte do trabalho de dissertação de Mestrado, apresentada à ESALQ/USP por A.Cadima Z., em 1977.

** Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

*** Centro de Pesquisas do Cacau, CEPLAC.

**** Departamento de Física e Meteorologia, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

INTRODUÇÃO

A orientação cardinal de parcelas, em experimentos de campo, deve receber especial atenção nos casos em que variações na temperatura do solo, balanços de energia e radiação solar sejam considerados de importância para os efeitos que se pretende observar. Esta orientação se refere não só às parcelas em si, como também às linhas de plantas nas parcelas.

Há espécies vegetais cujo ciclo vegetativo, desde a germinação até a frutificação, abrange mais de uma estação climática; conseqüentemente, estão sujeitas à variações térmicas, em função dos ângulos zenital e azimutal da radiação solar, durante seu crescimento e desenvolvimento. Estas variações são, por sua vez, afetadas pela situação geográfica e topográfica do local onde se encontra o experimento.

Os trabalhos sobre o efeito da orientação de parcelas sobre o regime térmico do solo, em condições de campo, são relativamente escassos na literatura, embora o método para a sua avaliação não seja complexo. VILLA NOVA *et alii* (1974) apresentaram uma programação, para análise em computador, das equações básicas que permitem determinar a energia solar recebida pela superfície do terreno, na ausência de atmosfera, no decorrer do ano. Nesse trabalho os autores apresentaram a tabulação completa da radiação solar mensal para latitudes de 5°N a 45°S, combinadas com declives de 0° a 90°.

No presente trabalho os autores relatam observações feitas em um experimento de campo com cacauzeiro (CADIMA & MARCOS, 1978), com o intuito de verificar o efeito da variação do ângulo de incidência da radiação solar sobre a variação de umidade do solo

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, descrito anteriormente por CADIMA & MARCOS (1978), foi conduzido em 1975, dentro da área do Centro

de Pesquisas de Cacau (CEPEC), situado no km 22 da Rodovia Ilhéus-Itabuna, Estado da Bahia, nos arredores do ponto em que o meridiano de 39° 11' intercepta o paralelo de 14°45'. O clima da região onde se localiza o CEPEC enquadra-se, segundo Lopes da Costa, citado por SILVA & MELO (1970), no tipo Af de Köppen, caracterizando-se por apresentar um clima de selvas, quente e úmido, sem estação seca.

O solo da área foi classificado por SILVA & MELO (1970) como pertencente à série Germoplasma, compreendendo solos com B textural, saturação de bases alta, argila de atividade alta, medianamente profundos, argilosos, bem drenados e de permeabilidade moderada.

O experimento constou, basicamente, de um bloco de terra com 6 cacauzeiros. Este bloco, tendo as dimensões de 6mx9mx2m, foi isolado do restante do terreno por uma valta de 0,70m, escavada ao seu redor. Foi, em seguida, irrigado até a saturação e recoberto com um lençol plástico de cor preta com as dimensões de 10mx13m. Foram colocados geotermômetros nas quatro faces verticais do bloco, às profundidades de 2cm e 10cm. A Figura 1 mostra, esquematicamente, as dimensões e orientação do bloco e disposição dos cacauzeiros com seus respectivos números de ordem.

As leituras de temperatura foram feitas durante o mesmo período em que foram efetuadas as amostragens para a determinação de umidade do solo, isto é, durante os meses de Agosto, Setembro e Outubro. Foram estabelecidos três horários para as leituras: 9, 12 e 15 horas.

CÁLCULO DE ÂNGULOS ZENITAIS

Os ângulos zenitais para o local do experimento foram calculados para o 15º dia dos meses de Agosto, Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro, por meio da equação astronômica básica:

$$\cos Z_n = \sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos h \quad (1)$$

onde, Z_n = ângulo zenital da hora

δ = declinação do dia

ϕ = latitude do local

h = ângulo horário

Os valores de δ , ϕ e h para a situação da parcela neste trabalho foram os seguintes:

- a) declinação do dia - fornecidos por tabelas astronômicas, os valores de δ foram os seguintes para o 15º dia de cada mes do período experimental:

15 de Agosto = +14,06°

15 de Set. = + 3,07°

15 de Out. = - 8,48°

15 de Nov. = - 8,45°

15 de Dez. = -23,25°

- b) latitude do local - para a parcela experimental
= - 14,75°

- c) ângulo horário - para os horários de observação, 9, 12 e 15 horas têm os valores de 45°, 0° e 45°, respectivamente.

Substituindo os valores apropriados na Equação 1, foram obtidos os valores dos ângulos zenitais apresentados na Tabela 1.

ENERGIA SOLAR RECEBIDA

Os valores da energia solar recebida ao nível do solo ao longo do ano por rampas com inclinação variando entre 0° a 90° foram determinados por VILLA NOVA *et alii* (1974). As tabelas apresentadas por esses autores para a latitude de 15° e orientações Norte e Sul são reproduzidas na Tabela 2.

Tabela 1 - Valores dos ângulos zenitais para o 15º dia dos meses de Agosto a Novembro, nos horários considerados

Hora	15 de Agosto	15 de Setembro	15 de Outubro	15 de Novembro
9	53,02°N	47,98°N	44,03°N	43,17°S
12	28,81°N	17,82°N	6,27°N	3,70°S
15	53,02°N	47,98°N	44,03°N	43,22°S

Os dados de VILLA NOVA *et alii* (1974) foram obtidos em termos de cal/cm²/dia e correspondem à radiação direta ao nível do solo, desprezando-se o efeito da atmosfera. Embora o efeito amortecedor da atmosfera tenha sido desprezado, os dados permitem ter uma idéia relativa da disponibilidade de energia para as diversas exposições de superfícies de terrenos ao longo do ano.

RESULTADOS

Os dados médios de temperatura do solo obtidos são apresentados na Tabela 3. Estes dados correspondem à média de duas leituras.

Comparando os dados de temperatura da Tabela 3 com os relacionados na Tabela 2, observa-se que para a inclinação de 5º a energia solar recebida durante o mes de Agosto é maior para a orientação Norte (769) do que para a orientação Sul (677). Coincidentemente a temperatura do bloco experimental para esse mes foi maior na face Norte em todos os três horários de observação e nas duas profundidades estudadas. Esta mesma observação é válida para os meses de Setembro e Outubro. A soma da temperatura dos três horários para a face Norte excede a soma da face Sul em cerca de 10º para os três meses considerados.

Tabela 2 - Energia solar em cal/cm²/dia, recebida na ausência de atmosfera ao longo do ano em função da inclinação da rampa e da face de exposição (norte e sul) para a latitude de 15°S (segundo VILLA NOVA *et alii*, 1974)

Mes	Inclinação da rampa (graus)									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	90
Janeiro	949	967	978	981	977	966	947	921	888	250
	948	923	890	851	805	754	696	633	565	-
Fevereiro	935	937	933	920	901	876	843	804	759	65
	935	926	909	886	856	820	777	728	674	66
Março	882	863	838	806	768	724	675	621	562	-
	882	894	899	898	889	874	852	824	790	177
Abril	782	740	693	641	583	522	456	387	315	-
	782	817	847	970	886	895	898	894	883	441
Maio	682	626	566	501	432	360	286	209	131	-
	682	733	778	817	849	876	895	908	914	609
Junho	631	569	502	432	359	283	205	125	44	-
	631	688	740	786	826	860	887	908	922	882
Julho	648	589	524	456	385	311	234	155	75	-
	648	703	752	796	833	864	889	906	917	655
Agosto	726	677	624	565	502	436	366	293	218	-
	726	769	806	837	862	880	892	896	894	525
Setembro	827	798	763	721	674	623	566	505	440	-
	827	851	867	877	881	877	867	851	828	301
Outubro	905	898	884	864	837	804	765	720	669	37
	904	904	897	883	863	835	802	762	717	37
Novembro	939	952	958	956	947	931	907	877	840	187
	939	920	893	859	818	772	720	662	599	-
Dezembro	944	966	981	988	987	979	964	941	911	292
	944	915	879	836	787	732	671	606	535	-

Obs.: Para cada mes a primeira linha refere-se à orientação sul e a segunda linha à orientação norte.

Tabela 3 - Dados médios mensais de temperatura a 2 profundidades para cada face do bloco experimental, obtidos nas horas escolhidas para observação

Orient. da face	Prof. (cm)	Agosto			Setembro			Outubro		
		9h	12h	15h	9h	12h	15h	9h	12h	15h
		Leste	2	20,94	21,91	22,71	21,53	22,42	23,33	23,08
	10	20,92	21,32	22,01	21,52	22,13	22,48	23,09	23,50	24,11
Norte	2	21,03	22,65	24,57	21,84	23,47	25,59	23,58	25,01	26,57
	10	21,02	21,63	23,04	21,84	22,30	23,54	23,29	23,86	24,80
Oeste	2	20,40	22,44	23,47	21,41	22,73	23,99	23,02	23,94	25,16
	10	19,98	20,87	22,26	20,88	21,77	22,96	22,70	23,90	24,33
Sul	2	20,08	20,85	21,50	20,81	21,28	21,91	22,50	23,10	23,60
	10	20,16	20,49	21,04	20,87	21,11	21,58	22,56	22,82	23,21

A Figura 2 mostra uma representação esquemática da variação do ângulo zenital em relação ao plano da superfície do bloco experimental. Observa-se que durante os três meses em que as leituras de temperatura do solo foram feitas (Agosto, Setembro e Outubro), os ângulos localizam-se no quadrante Norte. Considerando-se que a rampa da parcela experimental tinha uma inclinação de 5%, que corresponde a $2,86^\circ$, os ângulos zenitais tomados em relação à normal da superfície de reflexão teriam um valor menor que os calculados (diminuídos de $2,86^\circ$). Ainda assim a declinação seria para o Norte. Consequentemente a face Norte à latitude de 15° aquece mais que a face Sul até o mês de Outubro. Como se pode deduzir das Tabelas 2 e 3, a face Sul aquece mais que a face Norte a partir do mês de Novembro.

Estas considerações explicam as variações de temperatura observadas entre as faces do bloco experimental.

As observações relatadas neste trabalho permitiram explicar em parte, as variações de umidade do solo do experimento original descrito por CADIMA & MARCOS (1978). O efeito da radiação solar é considerado de importância para a correta interpretação dos dados de umidade do solo.

CONCLUSÕES

Os dados apresentados permitem concluir que há uma relação direta entre a orientação cardinal de parcelas experimentais e a quantidade de radiação solar recebida à sua superfície. Esta relação é variável durante o decorrer do ano. Além disso verifica-se que a face que recebe radiação mais intensa pode mudar de norte para sul durante o ano e que a significação desta mudança para a interpretação de resultados experimentais está relacionada à latitude do local onde se situa a parcela. Esses efeitos são particularmente importantes em terrenos inclinados como se observou neste trabalho em que a parcela tinha uma inclinação de 5%. Para terrenos com inclinações maiores deve-se esperar que as diferenças de radiação recebida entre as faces de exposição sejam mais acentuadas.

*SUMMARY*ORIENTATION OF EXPERIMENTAL PLOTS AS RELATED
TO SOLAR RADIATION

The effects of cardinal orientation of experimental plots on soil temperature were studied. The results indicated that the experimental plot located at 15°S latitude, with a 5% slope, had distinct soil temperatures in the north face as compared with the south face. The soil temperature data was coherent with previously published soil radiation measurements.

LITERATURA CITADA

CADIMA, Z.A.; MARCOS, Z.Z., 1979. Absorção de água pelo caueiro. Revista Theobroma, Itabuna (aceito para publicação).

SILVA, L.F.; MELO, A.A.A.de, 1970. Levantamento detalhado dos solos do Centro de Pesquisas do Cacau. Itabuna, Bahia, CEPLAC, 86 p. (Boletim Técnico nº 1).

VILLA NOVA, N.A.; GODOI, C.R.de Melo; FERRAZ, E.S.B.; OMETTO, J.C.; DECICO, A.A.; PEDRO JUNIOR, M.J., 1974. Radiação solar disponível a diferentes exposições na ausência da atmosfera (radiação direta). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, Laboratório de Energia Solar, Ano I.

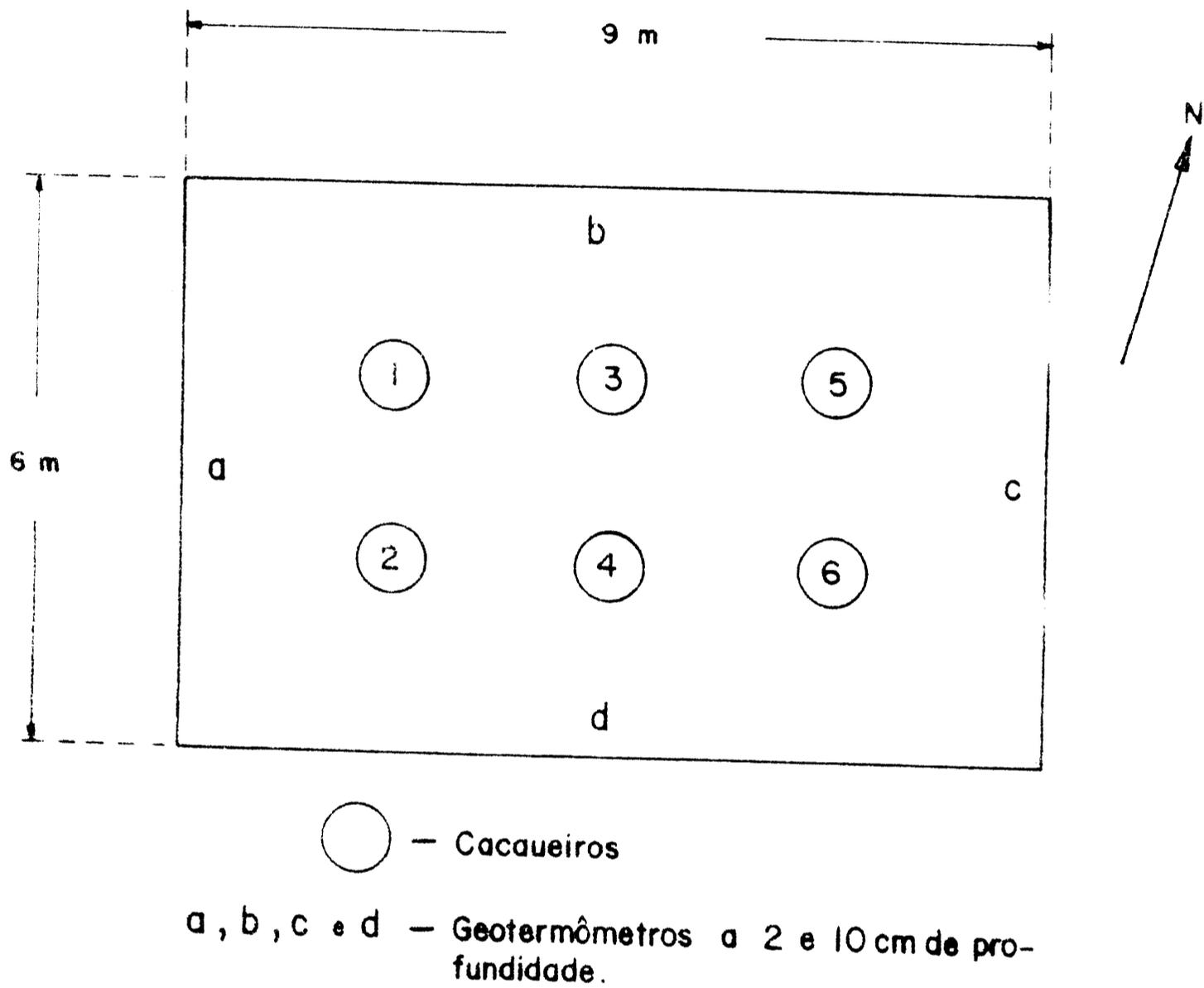


Figura 1 - Dimensões e orientação do bloco experimental

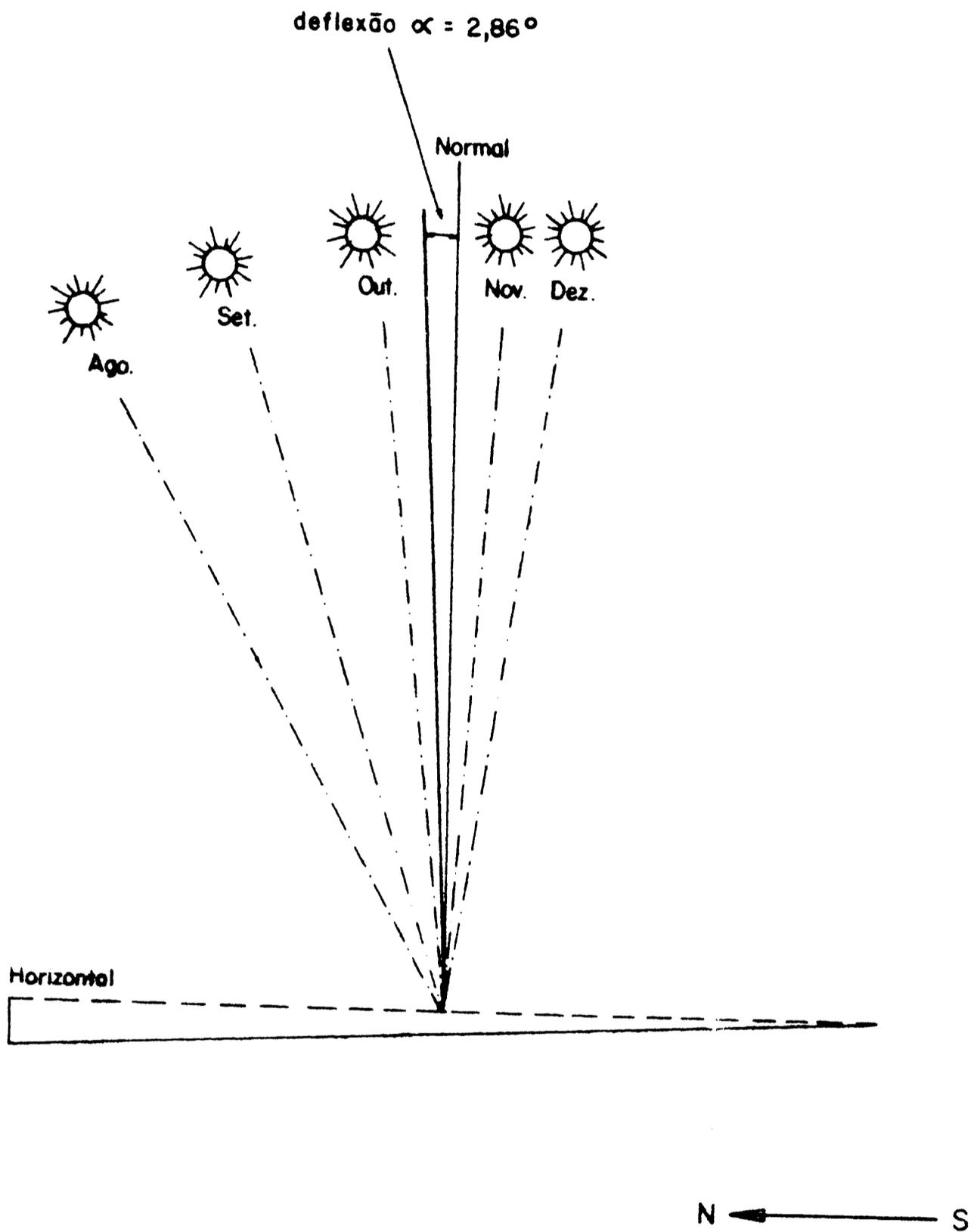


Figura 2 - Valores do ângulo horário às 12 horas no 15º dia dos meses de Agosto a Dezembro e ângulo de deflexão para a rampa de 5% de declive.

