

# DETERMINAÇÃO DOS ÂNGULOS DAS RELAÇÕES TERRA-SOL PARA FINS DE ORIENTAÇÃO DE POMARES E PODA DE ÁRVORES EM MOSSORÓ-RN.

José ESPÍNOLA SOBRINHO<sup>1</sup>, Magna Soelma B. de MOURA<sup>2</sup>, Kelly Kaliane R. da PAZ<sup>3</sup>, Giulliana Mairana Morais de SOUSA<sup>4</sup>.

1 Eng. Agrônomo, Prof. Associado, Depto. de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Ufersa, Mossoró-RN, Fone: (0 xx 84) 3315-1798, [jespinola@ufersa.edu.br](mailto:jespinola@ufersa.edu.br); 2 Eng. Agrônoma, Pesquisadora, Embrapa-Semiárido, PE; 3 Aluna do curso de Agronomia, bolsista do CNPq, Ufersa, Mossoró-RN; 4 Aluna do curso de Agronomia, bolsista institucional, Ufersa, Mossoró-RN

**Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE.**

**RESUMO:** A disponibilidade de luz natural é a quantidade de luz em um determinado local, em função de suas características geográficas e climáticas, que se pode dispor por um período de tempo. Dados e técnicas para a estimativa das condições de disponibilidade de luz natural são importantes para a avaliação do desempenho final de um projeto em termos de conforto visual e consumo de energia. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi determinar alguns ângulos das relações Terra-Sol, necessários para uma melhor orientação dos pomares e poda das árvores na região de Mossoró-RN, a fim de que a utilização da luz solar seja otimizada ao longo do ciclo produtivo das culturas. Os resultados mostraram que os parâmetros estudados apresentaram pequena variação ao longo do ano, com destaque para o fotoperíodo que variou apenas 34,8 minutos entre o dia mais longo e o dia mais curto do ano.

**PALAVRAS CHAVES:** Ângulo zenital, Azimute solar.

**ABSTRACTS:** The readiness of natural light is the amount of light in a certain place, in function of their geographical and climatic characteristics, that it can she to dispose for a period of time. Data and techniques for the estimate of the conditions of readiness of natural light are important for the evaluation of the final acting of a project in terms of visual comfort and consumption of energy. This way, the objective of this work was to determine some angles of the relationships Earth-sun, necessary for a better orientation of the orchards and pruning of the trees in the area of Mossoró-RN, so that the use of the solar light is optimized along the productive cycle of the cultures. The results showed that the studied parameters presented small variation along the year, with prominence for the fotoperíodo that varied only 34,8 minutes between the longest day and the shortest day of the year.

**KEY WORDS:** Angle zenital, Solar azimuth.

**INTRODUÇÃO:** A luz natural que incide em qualquer ambiente é composta basicamente pela luz direta do sol e luz difundida pela atmosfera. O primeiro passo no desenvolvimento de um projeto, a nível de exploração comercial, que necessite de iluminação natural, consiste no conhecimento da disponibilidade de luz proporcionada por estas fontes. O desenvolvimento social, econômico e cultural de uma sociedade depende da

disponibilidade de energia em quantidade e qualidade suficientes para suprir suas necessidades. O conhecimento da intensidade e da qualidade da radiação solar incidente em uma superfície, tem aplicabilidade nas mais diversas áreas, como engenharia, arquitetura, agricultura etc. (NICÁCIO *et al.*, 2002). Os produtores de frutas do Rio Grande do Norte têm enfrentado grandes problemas para exportar seus produtos, em função do não preenchimento dos requisitos exigidos pelos importadores, considerando-se que a qualidade dos frutos sofre influência direta da variação dos parâmetros climáticos reinantes no local. A cidade de Mossoró-RN, inserida no semi-árido nordestino e próximo ao equador, apresenta elevado potencial de energia solar, altas temperaturas e baixos índices de umidade do ar durante todo o ano, fatores estes que, se aproveitados adequadamente, proporcionam condições bastante favoráveis ao desenvolvimento da fruticultura tropical (ESPÍNOLA SOBRINHO, 2003). O objetivo deste trabalho foi determinar os ângulos necessários para uma melhor orientação dos pomares e poda das árvores, a fim de que a utilização da luz solar seja otimizada ao longo do ciclo produtivo das culturas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Este trabalho foi desenvolvido com dados coletados na Fazenda Empresa Mossoró Agroindustrial S/A MAISA ( Lat: 5° 20' S; Long: 36° 50' W; Alt: 10m ), localizada a cerca de 30 km de Mossoró-RN. Os parâmetros estimados foram: ângulo zenital (Z), fotoperíodo (N), hora de nascer (HNS) e por do Sol (HPS) e azimute solar (A), para horários de seis às dezoito horas do dia e ao longo do ano. As equações usadas nos cálculos foram:

Ângulo zenital:

$$\cos Z = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cosh$$

Onde:

Z é o ângulo zenital (graus);

$\phi$  a latitude local (graus);

$\delta$  a declinação solar (graus);

h é o ângulo horário (graus), calculado pela equação:

Fotoperíodo:

$$N = \left[ \frac{2[\text{arc. cos}(-\text{tg}\phi.\text{tg}\delta)]}{15^\circ} \right]$$

Hora de nascer e pôr do Sol:

$$HNS = \left[ \frac{[\text{arc. cos}(-\text{tg}\phi.\text{tg}\delta)]}{15^\circ} \right]$$

$$HPS = HNS + N$$

Azimute Solar:

$$\cos A = \frac{(\sin \delta - \cos Z \sin \phi)}{(\sin Z \cos \phi)}$$

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados encontrados para o ângulo zenital (Z) estão apresentados na Figura 1, onde percebe-se que os maiores valores ocorrem próximo ao nascer e pôr do Sol, aproximadamente 90°, e diminuem à medida que nos aproximamos do meio dia. Reveste-se de grande importância, a variação durante o ano, do ângulo zenital

ao meio dia local, uma vez que este valor indicará o deslocamento do Sol para Norte ou para Sul do zênite local ao longo do ano. Este valor variou de  $0^\circ$  nos equinócios locais (09 de março e 06 de outubro) a  $18,47^\circ$  e  $28,39^\circ$  nos solstícios de 23 de dezembro e 23 de junho, respectivamente. A Figura 1 mostra apenas os valores de hora em hora, de 6 às 12 horas, uma vez que os mesmos são simétricos para os horários após o meio dia local.

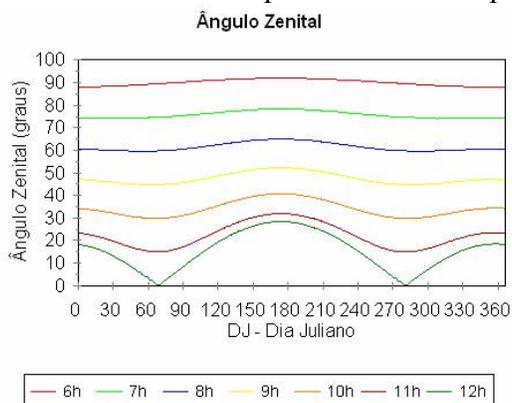


Figura 1. Variação anual do ângulo zenital (Z) de 6 às 12 horas (hora local), em função do dia Juliano em Mossoró-RN (Lat:  $4^\circ 57' 36''$  S; Long:  $37^\circ 31' 25''$  W).

O fotoperíodo (N) está diretamente ligado à fisiologia vegetal, de maneira que cada espécie necessita de um determinado número mínimo ou máximo de horas de brilho solar, para que a mesma possa desenvolver a contento suas funções vitais, e possa, assim, maximizar sua eficiência de uso da radiação solar disponível no local. Na Figura 2 observa-se a variação anual de N em Mossoró-RN.

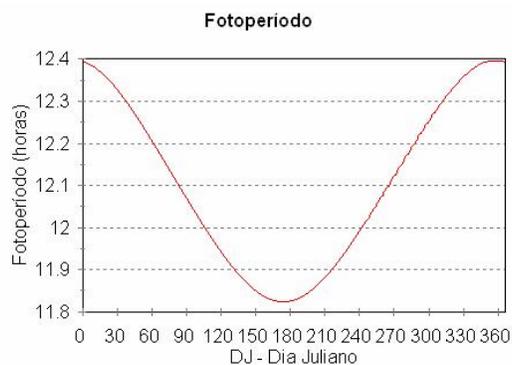


Figura 2. Variação anual do fotoperíodo em Mossoró-RN (Lat:  $4^\circ 57' 36''$  S; Long:  $37^\circ 31' 25''$  W).

O gráfico da Figura 2 destaca o dia 22 de dezembro como o dia mais longo do ano, para a localidade, com  $N = 12,4$  horas, contrastando com o dia 22 de junho no qual  $N$  é  $11,82$  horas. Percebe-se que como a localidade encontra-se próximo ao equador terrestre, os dias são praticamente iguais às noites ( $\cong 12$  horas), com uma amplitude anual de apenas 34,8 minutos. Dois parâmetros de extrema importância no estudo da quantidade de luz disponível para uma cultura durante o dia, é a hora de nascer (HNS) e pôr do Sol (HPS) ao longo do ano. O gráfico da Figura 3 mostra que o dia em que o Sol nasce mais cedo no local, é 22 de junho às 5:54 horas, enquanto que no dia 22 de dezembro isto só ocorre às 6:12 horas, com uma amplitude anual de aproximadamente 17 minutos. Na Figura 4 fica

claro que os extremos para a hora de pôr do Sol durante o ano, são: 17:44 horas para o dia em que o Sol se põe mais cedo (23 de junho) e 18:36 horas para 23 de dezembro como o dia de pôr do Sol mais tarde. Isto representa em termos de amplitude anual, aproximadamente 52 minutos. O azimute solar ( $A$ ) é o ângulo formado entre a projeção do raio vetor do astro no plano do horizonte local e a linha norte-sul. Este ângulo é contado a partir do Norte, tendo valores negativos ou positivos quando o Sol estiver a leste ou a oeste da linha norte-sul, respectivamente. Sua variação anual para o local estudado pode ser vista na Figura 5. O azimute solar serve para determinar a trajetória do Sol através da abóbada celeste em um dado local e data. A figura 5 apresenta as variações dos valores do azimute do sol, ao longo do ano. Para a localidade em estudo, apresenta seus valores extremos nas passagens dos solstícios de inverno (mínimo) e de verão (máximo), para o Hemisfério Sul. Tomando-se como base os valores de 6 horas, que são, simetricamente, os mesmos às 18 horas (próximo ao nascer e pôr do Sol), teremos o maior valor em: 23 de dezembro  $\Rightarrow D = 357$  ( $A = 113,05^\circ$ ), ao passo que o menor valor foi registrado próximo ao solstício de inverno: 23 de junho  $\Rightarrow D = 174$  ( $A = 66,64^\circ$ ). No gráfico da Figura 5, os valores de  $A = 0^\circ$  indicam o período em que o Sol esteve, ao meio dia, à Norte do local, enquanto que  $A = 180^\circ$  significa o Sol, ao meio dia, à Sul do local em estudo.

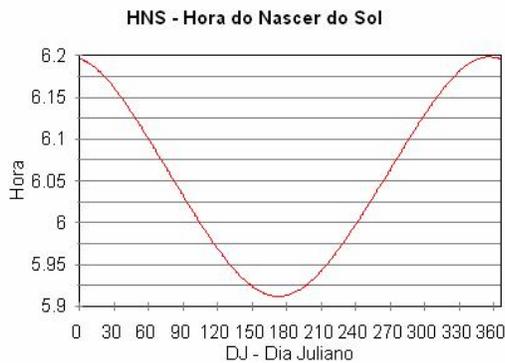


Figura 3. Variação anual da hora de nascer do Sol em Mossoró-RN (Lat:  $4^\circ 57' 36''$  S; Long:  $37^\circ 31' 25''$  W).

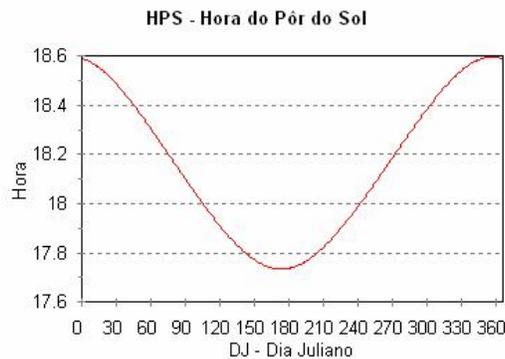


Figura 4. Variação anual da hora de pôr do Sol em Mossoró-RN (Lat:  $4^\circ 57' 36''$  S; Long:  $37^\circ 31' 25''$  W).

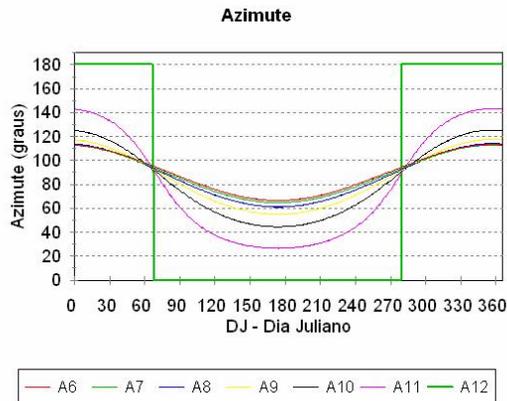


Figura 5. Variação anual do azimute do Sol no horário de 6 às 12 horas em Mossoró-RN (Lat: 4° 57' 36" S; Long: 37° 31' 25" W).

A mudança de um valor para outro marca exatamente a passagem por 90° que representa o ângulo azimutal ao meio dia, quando o Sol culminou zenitalmente sobre o local em questão.

**CONCLUSÃO:** De acordo com os dados obtidos e discutidos anteriormente, conclui-se que: como a localidade encontra-se próximo ao equador terrestre (Lat: 4,95° S), o ângulo zenital ao meio dia e o fotoperíodo despontam como os elementos mais importantes em termos de aproveitamento da radiação solar disponível no local, uma vez que o ângulo zenital apresentou uma variação anual de 0° nos equinócios locais a 28,39° no solstício de inverno, enquanto que o fotoperíodo, por sua vez, apresentou, também, uma variação anual muito pequena, 34,8 minutos entre o dia mais longo e o dia mais curto do ano. A amplitude anual no horário de nascer e pôr do Sol em Mossoró, correspondem a aproximadamente 17 e 52 minutos, respectivamente. O azimute solar ao nascer e pôr do Sol variou apenas 47,05° entre junho e dezembro.

#### LITERATURA CITADA:

ESPÍNOLA SOBRINHO, J. **Influência do tipo de arquitetura do dossel na absorção de radiação solar, na produtividade e na qualidade do fruto da mangueira.** CCT/UFPB. 258p. Campina Grande, 2003. (Tese de Doutorado).

NICÁCIO, R. M.; SOUZA, J. L. de; BERNARDO, S. O.; SILVA, P. R. T. da. **Variabilidade da irradiância solar global e difusa em Maceió – Alagoas.** In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, *Anais...* Sociedade Brasileira de Meteorologia, p. 502-510, 2002.