

TEMPERATURAS BASAIS E EXIGÊNCIA TÉRMICA PARA A MATURAÇÃO DE CAJU

BASAL TEMPERATURES AND THERMAL REQUERIMENT FOR THE MATURATION OF CASHEW

**Victor Arlindo Taveira de MATOS¹; Fernando PIVETTA²;
Severino de PAIVA SOBRINHO¹; Ana Silvia de Oliveira TISSIANI¹;
Ana Paula Meira Soares PEREIRA¹; Fabrício Tomaz RAMOS¹;
José Holanda CAMPELO JÚNIOR³**

1. Doutorando em Agricultura Tropical, Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical, Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, MT, Brasil. victor_arlindo@hotmail.com; 2. Mestrando em Agricultura Tropical, Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical - UFMT, Cuiabá, MT, Brasil. 3. Professor Titular; Departamento de Solos e Engenharia Rural - UFMT, Cuiabá, MT.

RESUMO: O objetivo neste trabalho foi identificar as temperaturas basais e a exigência térmica para completar o processo de maturação de frutos de três clones de cajueiro-anão: FAGA 1, FAGA 10 e FAGA 11. Entre agosto e novembro de 2010, abril e novembro de 2011 e abril e agosto de 2012, em função da disponibilidade foram marcados semanal e aleatoriamente até dez frutos e pseudofrutos por clone, medidos e classificados quanto ao estágio de maturação até amadurecerem. Após obter os períodos de maturação, foram determinadas as temperaturas basais para cada clone utilizando o método do menor coeficiente de variação para a soma térmica (ST) e para as unidades fototérmicas (UF) acumuladas nos períodos. Verificou-se que o número de dias necessários para completar a maturação dos cajus foi menor nos meses com temperatura média do ar acima de 28 °C e que as aproximações utilizando os métodos da ST foram mais úteis na previsão do tempo fisiológico necessário para completar a maturação do fruto do que a contagem do tempo cronológico em dias. As temperaturas basais inferiores determinadas pelo método da ST são iguais a 15,2; 13,8 e 10,0 °C para FAGA 1, FAGA 10 e FAGA 11, respectivamente enquanto suas exigências térmicas foram de 437,3; 493,8 e 639,0 °C dia. Devido o fotoperíodo não ter influenciado no tempo de maturação dos cajus, o método das unidades fototérmicas não foi ajustado.

PALAVRAS-CHAVE: *Anacardium occidentale*. Soma térmica. °C dia. Unidades fototérmicas. Fotoperíodo.

INTRODUÇÃO

O cajueiro-anão (*Anacardium occidentale* L.) é uma frutífera tropical, que se destaca no uso comercial entre as plantas da família Anacardiaceae. A cajucultura no Brasil apresenta grande importância socioeconômica por envolver cerca de 280 mil pessoas e ocupar uma área cultivada de 749 mil hectares (OLIVEIRA, 2008).

Apesar de ser adaptado às condições ambientais do Centro-Oeste, nesta região o cajueiro-anão em sua maior parte é explorado de maneira extrativista. Entre suas exigências climáticas segundo Oliveira (2002), é requerido um regime pluviométrico entre 800 e 1.500 mm anuais, distribuídos de cinco a sete meses do ano e uma temperatura média do ar igual a 27 °C para um adequado florescimento e desenvolvimento dos frutos.

A existência de uma estação seca bem definida e temperatura média do ar relativamente elevada são as principais características climáticas do bioma Cerrado, entretanto isto não se constitui

um fator limitante para o cultivo de frutíferas tropicais, já que o déficit hídrico provocado pela ausência de chuvas pode ser contornado utilizando irrigação.

Todavia mesmo que o déficit hídrico seja minimizado, esta região está sujeita a uma maior oscilação de temperatura do ar na época seca do ano, que pode ter efeitos significativos no tempo necessário à maturação de frutos (MASSIGNAM; ANGELOCCI, 1993; SENSHAN et al., 1995). Diante disso, o método da soma térmica, que se refere à soma de °C dia necessária para a planta completar parte ou todo seu ciclo, tem sido utilizado para caracterizar as fases fenológicas e/ou produção das plantas ao invés de uma média do número de dias do calendário civil (SOUZA et al., 2009).

A estimativa do tempo de maturação de um fruto por meio da soma térmica depende do conhecimento das temperaturas basais, inferior – Tb, temperatura abaixo da qual o crescimento dos frutos é desprezível ou nulo; e superior – TB, acima da qual o desenvolvimento dos frutos cessa.

Portanto, esse método parte do princípio que exista relação linear entre o desenvolvimento dos frutos e a temperatura média do ar (ARNOLD, 1959).

Contudo, há ocasiões em que a relação linear de dependência é baixa, e esta falta de linearidade pode ocorrer em razão do método da soma térmica não levar em consideração o efeito do fotoperíodo, mas apenas o da temperatura média do ar (BARROS et al., 2010). Villa Nova et al. (1983) desenvolveram um método alternativo, denominado unidade fototérmica – UF, que além da temperatura média do ar, incorpora o fotoperíodo. A utilização das UFs vem sendo abordada para determinar o estágio de maturação de diferentes culturas e os resultados obtidos foram satisfatórios (VILLA NOVA et al., 2007; BARROS et al., 2010).

O estágio de maturação final do caju é caracterizado pela alteração na cor da castanha que fica cinza, pela mudança da coloração do pseudofruto para amarelo ou vermelho alaranjado (de acordo com a cultivar), alteração na textura do pseudofruto e pela facilidade no desprendimento, quando tocado com as mãos. Desta maneira, uma das maiores causas de perdas na produção, principalmente para o consumo in natura, ocorre pela queda do pseudofruto no solo, pois quando maduro facilmente desprende-se da planta mãe devendo ser recolhido em pouco tempo.

Nesse contexto, o surgimento de informações referentes ao desenvolvimento de plantas de caju, entre elas a determinação do efeito de parâmetros meteorológicos sobre o tempo de maturação de frutos e de pseudofrutos em pomares irrigados nas condições de Cerrado poderá incentivar e criar perspectivas na elaboração de estratégias de manejo, que possibilitem obter uma produção mais adequada às exigências do mercado, no que diz respeito ao consumo in natura e ao uso agroindustrial.

Diante disso, o objetivo neste trabalho foi analisar o efeito da temperatura e do fotoperíodo sobre o desenvolvimento de frutos e pseudofrutos de caju, determinando suas temperaturas basais por meio dos métodos: da soma térmica proposto por Ometto (1981) e das unidades fototérmicas desenvolvido por Villa Nova et al. (1999), para determinar a exigência térmica necessária para completar a etapa de amadurecimento de três clone de cajueiro-anão: FAGA 1, FAGA 10 e FAGA 11.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no pomar da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, em Santo Antônio de Leverger - MT

(coordenadas 15°51'S e 56°04'O, altitude de 140 m, a 33 km de Cuiabá), em que o clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw, tropical úmido, caracterizado por uma estação chuvosa e outra seca, temperatura média anual em torno de 26°C, precipitação média de 1360 mm e umidade relativa do ar de 66% (MIRANDA; AMORIM, 2000). O solo da área experimental foi classificado como NEOSSOLO QUARTIZARÊNICO Órtico êutrico, A moderado, fase cerrado, relevo plano (EMBRAPA, 2006).

Para o estudo foram selecionadas três clones: FAGA 1, FAGA 10 e FAGA 11, plantas adultas de cajueiro-anão, plantadas em 2003 no espaçamento 7 x 8 m. Para cada cultivar foram selecionadas 10 plantas.

Durante os meses de agosto a novembro de 2010, abril a novembro de 2011 e abril a agosto de 2012, em função da disponibilidade de frutos jovens foram marcados semanal e aleatoriamente até dez por clone, devendo obrigatoriamente apresentar pseudofrutos com comprimento entre 9 e 15 mm, medidos e classificados quanto ao estágio de maturação semanalmente até amadurecerem. Foi considerado que o fruto e pseudofruto amadureceram na mesma data.

Foi elaborada uma escala para a identificação do estágio de maturação, sendo atribuídas as seguintes notas: 0 – o fruto e o pseudofruto estão rosados; 1 – o fruto e pseudofruto estão completamente verdes; 2 – o fruto começa a secar e o pseudofruto cede ao tato; 3 – o fruto está seco e pseudofruto maduro.

No período de agosto a novembro de 2010 e maio a outubro de 2011 as plantas foram irrigadas utilizando microaspersores e um turno de rega semanal com um volume aproximado de 334 L planta⁻¹. Entretanto, no ano de 2012 as plantas não foram irrigadas em virtude do período chuvoso ter se estendido até julho.

Os valores diários de temperatura mínima e máxima e umidade relativa do ar foram obtidos por meio do registro das observações meteorológicas efetuadas na Estação Agrometeorológica Padre Ricardo Remetter, que faz parte da rede do 9º DISME/INMET, instalada a aproximadamente 1 km do local do experimento.

Após a obtenção dos períodos de amadurecimento foi determinada a temperatura basal inferior – Tb e superior – TB de cada clone utilizando os métodos: da soma térmica (OMETTO, 1981) e das unidades fototérmicas (VILLA NOVA et al., 1999). Como o cajueiro-anão é uma frutífera de clima tropical, as temperaturas basais foram

selecionadas estimando, a priori, temperaturas entre 1 e 20 °C para Tb e entre 30 e 40 °C para TB.

A soma térmica expressada em °C dia foi calculada diariamente utilizando uma das seguintes fórmulas:

$$\text{Se } TB \geq Tb \geq TM \geq Tm: GD = 0; \quad (1)$$

$$\text{Se } TB \geq TM \geq Tm \geq Tb: GD = \left(\frac{TM+Tm}{2}\right) - Tb; \quad (2)$$

$$\text{Se } TM \geq TB \geq Tm \geq Tb: GD = \quad (3)$$

$$\left(\frac{TM+Tm}{2}\right) - Tb - \frac{(TM-TB)^2}{2(TM-Tm)} GD = \left(\frac{TM+Tm}{2}\right) - Tb - \frac{(TM-TB)^2}{2(TM-Tm)}; \quad (4)$$

$$\text{Se } TB \geq TM \geq Tb \geq Tm: GD = \frac{(TM-Tb)^2 (TM-Tb)^2}{2(TM-Tm)2(TM-Tm)}; \quad (4)$$

$$\text{Se } TM \geq TB \geq Tb \geq Tm: GD = \frac{(TM-Tb)^2 - (TM-TB)^2}{2(TM-Tm)} \quad (5)$$

Em que:

GD: °C dia;

Tm: Temperatura mínima diária do ar (°C);

TM: Temperatura máxima diária do ar (°C);

Tb: Temperatura basal inferior do clone (°C) e

TB: Temperatura basal superior do clone (°C).

Para o cálculo das unidades fototérmicas foi utilizada a Equação 6:

$$UF = \frac{\left(\frac{n}{2} \times GD\right)^{\frac{Nf}{Ni}+1}}{\frac{Nf}{Ni}+1} \quad (6)$$

Em que:

UF: Unidades fototérmicas;

n: Número de dias no período de uma semana;

GD: °C dia acumulados no período;

Ni: Duração astronômica do dia (horas e décimos de horas) no início do período, e

Nf: Duração astronômica do dia (horas e décimos de horas) no final do período.

Sendo que Nf e Ni serão determinadas por:

$$Nf \text{ ou } Ni = 0,133 \times \arccos(-Tg\phi \times Tg\delta) \quad (7)$$

$$\delta = 23,45 \times \text{sen}\left[\left(\frac{360}{365}\right) \times (DJ-80)\right] \quad (8)$$

Nas Equações 7 e 8, ϕ corresponde a latitude do local, δ corresponde a declinação solar na latitude local, e DJ o dia juliano.

Para realizar a simulação das temperaturas-basais nos dois métodos utilizou-se uma ferramenta de otimização disponível no Excel® e denominada Solver, na qual, através de uma estimativa inicial, foi iniciado um processo interativo até alcançar o critério estabelecido, respeitando as restrições impostas a cada variável. Foram selecionadas as temperaturas basais que apresentaram menor coeficiente de variação- CV para completar a etapa de amadurecimento.

Após a determinação das temperaturas basais foi verificada a exigência térmica de cada clone somando-se a quantidade de °C dia exigida ao amadurecimento.

A dispersão dos valores da soma térmica e das unidades fototérmicas acumuladas foram analisadas comparando os CVs obtidos em relação ao do determinado pela contagem do tempo cronológico em dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo, 52 frutos e pseudofrutos de caju chegaram à maturação final, sendo 17 da FAGA 1, 20 oriundos da FAGA 10 e 15 pertencentes à FAGA 11. Observou-se que a temperatura média do ar no local sempre permaneceu acima de 24 °C (Figura 1).

A duração dos períodos de maturação foi variável entre os três clones e dentre os cajus de cada clone, sendo o menor, de 35 dias para atingir a

maturação, verificado em um caju da FAGA 10 e o maior de 56 dias para um da FAGA 1.

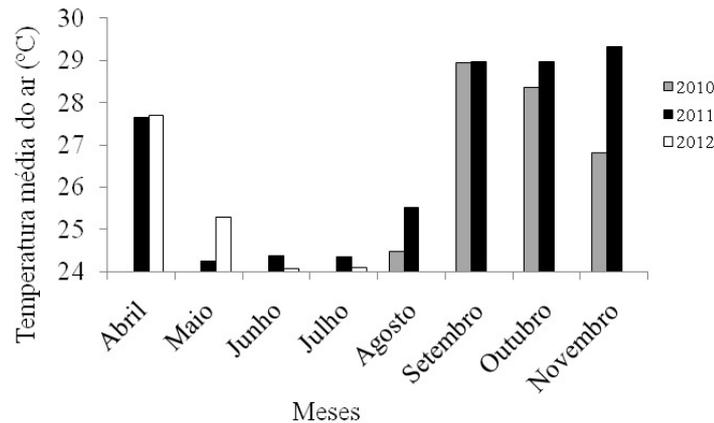


Figura 1. Temperaturas médias do ar em Santo Antônio de Leverger – MT, de 2010 a 2012.

Os meses com temperaturas mais amenas, de maio a julho em 2011 e 2012, apresentaram médias de aproximadamente 24 °C e justamente os cajus marcados integralmente ou que tiveram uma coleta de medidas nesse período, necessitaram de mais tempo para chegarem à maturação.

Essa diferença no tempo de maturação entre os meses com temperaturas mais elevadas foi notória nos três clones. Na FAGA 1, os frutos marcados no período de abril a julho necessitaram em média de aproximadamente 48 dias para alcançar a maturação, enquanto nos meses de agosto a novembro foi necessária uma média entorno de 38 dias. Resultado semelhante foi verificado na FAGA 10, cujo número médio de dias exigidos, no período de abril a julho, foi de 46 dias, entretanto de agosto a novembro foi de aproximadamente 36 dias. Na

FAGA 11 nos meses do primeiro semestre do ano, os frutos amadureceram em aproximadamente 44 dias e para os meses com as temperaturas médias acima ou igual a 28 °C por volta de 36 dias.

As médias termais mais elevadas reduziram o tempo necessário para os frutos amadurecerem, provavelmente pelo cajueiro-anão ser uma planta tropical e requerer temperaturas próximas de 27 °C para o seu ótimo desenvolvimento (ALMEIDA et al., 2002). Esta diferença entre o número de dias exigidos à planta em função da temperatura do ar justificou o uso do somatório de unidades térmicas para estimar o tempo de maturação de cajus em relação ao número de dias do calendário civil.

Levando em consideração a soma térmica, as temperaturas basais determinadas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Temperatura-base inferior (Tb), temperatura-base superior (Tb) e coeficiente de variação (CV) dos períodos de maturação de caju pelos métodos da soma térmica em Santo Antônio de Leverger – MT, de 2010 a 2012.

Clone	Método	Tb (°C)	TB (°C)	CV (%)
FAGA 1	Soma térmica	15,2	30,0	5,67
FAGA 10	Soma térmica	13,8	30,0	4,36
FAGA 11	Soma térmica	10,0	30,7	3,73

A Tb em cada um dos clones abordado neste estudo encontra-se dentro ou próximo da faixa estipulada por Cooper; Tainton (1968), de 10 a 15 °C para frutíferas tropicais. Além disso, o valor da Tb da FAGA 11 foi idêntica às obtidas para manga (*Mangifera indica* L.), fruta da família Anacardiaceae, por Silva (1996) e Chaudhri (1976), que obtiveram um valor igual a 10 °C, sendo este empregado por Lucena (2006) quando utilizou

mangas da cultivar Tommy Atkins no Vale do São Francisco – CE.

Carpentieri-Pípolo et al. (2008) no município de Londrina no Estado do Paraná desenvolveram uma pesquisa com acerola, outra fruta tropical e determinaram uma Tb de 10 °C, análoga à alcançado para FAGA 11. Utilizando mamão, outra fruta tropical, Nakasone (1988) no município de Linhares no Espírito Santo encontrou

uma Tb igual a 15 °C, valor perto do determinado para FAGA 1 pelo método da soma térmica.

Em trabalhos envolvendo banana (*Musa spp.*), pseudofruto tropical originária da Ásia, Umber et al. (2011) utilizaram duas variedades e determinaram Tb de 17,0 °C para variedade F916, valor superior aos obtidos para os três clones de caju avaliadas neste estudo e 13,9 °C para a variedade F918, valor próximo ao da FAGA 10 e intermediário aos da FAGA 1 e FAGA 11. Em outro trabalho com banana, Tixier et al. (2010) obtiveram uma Tb igual a 19,8 °C para a variedade Figue Rose Naine, valor superior à todos determinados para aos três clones de cajueiros abordadas neste estudo.

Em frutas de clima temperado como, a uva, Roberto et al. (2004) e Nagata et al. (2000) afirmaram que a Tb de 10 °C é a mais adequada à

espécie, enquanto Souza et al. (2009), utilizando figueira encontraram uma Tb igual a 8°C.

As TBs determinadas pelo método da soma térmica foram iguais a 30 °C para FAGA 1 e FAGA 10 e 30,7 °C para FAGA 11.

Os valores obtidos para as temperaturas basais encontram-se próximos aos obtidos para outras culturas, no entanto no presente trabalho verificou-se que os resultados de Tb e TB podem ser diferentes dentro de uma espécie, incentivando assim, sempre que possível, o uso de mais de uma variedade para determinação das temperaturas basais de uma espécie.

A exigência térmica média em °C dia para completar a maturação dos cajus, foi igual a 437,3; 493,8 e 639,0 °C dia para FAGA 1, FAGA 10 e FAGA 11, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Período de observação, número de dias do período (N), quantidade frutos observados (Qtde), média da temperatura do ar (Tmed) e soma térmica acumulada (Σ GD) para cada caju que completou a maturação, Santo Antônio de Leverger – MT, de 2010 a 2012.

Clone	Marcação		N	Qtde	Tmed (°C)	Σ GD (°C dia)
	Inicial	Maduro				
FAGA 1	20/08/2010	24/09/2010	36	1	27,9	400,3
	15/04/2011	27/05/2011	43	1	25,6	435,5
	29/04/2011	10/06/2011	43	1	24,5	392,2
	24/06/2011	18/08/2011	56	1	24,4	487,4
	01/07/2011	18/08/2011	49	1	24,8	440,1
	15/07/2011	30/08/2011	47	3	25,5	438,9
	05/08/2011	16/09/2011	43	1	27,1	454,0
	18/08/2011	23/09/2011	37	1	27,5	404,9
	18/08/2011	29/09/2011	43	1	27,7	477,8
	26/08/2011	29/09/2011	35	2	28,9	422,8
	02/09/2011	07/10/2011	36	1	29,0	437,8
	16/09/2011	21/10/2011	36	1	29,3	453,2
	07/10/2011	11/11/2011	36	1	29,0	453,6
	28/05/2012	16/07/2012	50	1	24,2	434,1
FAGA 10	03/09/2010	08/10/2010	36	1	28,4	480,0
	17/09/2010	22/10/2010	36	1	29,2	500,2
	15/04/2011	24/05/2011	40	1	25,7	478,5
	29/04/2011	10/06/2011	43	1	24,5	467,7
	06/05/2011	17/06/2011	43	1	24,8	481,7
	26/08/2011	29/09/2011	35	1	28,9	484,8
	02/09/2011	07/10/2011	36	1	29,0	501,6
	09/09/2011	14/10/2011	36	3	29,2	512,4
	16/09/2011	21/10/2011	36	2	29,3	517,0
	14/10/2011	18/11/2011	36	1	28,8	514,7
	21/10/2011	25/11/2011	36	1	29,0	519,4
	07/05/2012	21/06/2012	46	1	25,0	524,8
	21/05/2012	02/07/2012	43	1	24,6	473,5
	11/06/2012	28/07/2012	48	1	24,5	494,0
25/06/2012	15/08/2012	52	3	24,0	533,3	
FAGA 11	20/08/2010	24/09/2010	36	1	27,9	599,8

03/09/2010	08/10/2010	36	1	28,4	616,3
10/09/2010	15/10/2010	36	2	29,1	633,0
17/09/2010	22/10/2010	36	3	29,2	637,9
15/10/2010	19/11/2010	36	1	27,4	606,4
06/05/2011	17/06/2011	43	1	24,8	637,1
15/07/2011	26/08/2011	43	1	25,1	620,6
15/07/2011	30/08/2011	47	1	25,5	692,3
16/09/2011	21/10/2011	36	2	29,3	654,1
29/09/2011	04/11/2011	37	1	29,0	668,6
21/10/2011	25/11/2011	36	1	29,0	655,7

Observou-se maior CV quando a estimativa da maturação foi determinada pela contagem do tempo cronológico em dias para a FAGA 1 (15,11%), FAGA 10 (15,61%) e FAGA 11 (9,36%), chegando a apresentar uma relação próxima de 1:3 em detrimento ao CV encontrado pela média de °C

dia acumulados pelo método da soma térmica para cada clone, e portanto tem-se maior confiabilidade neste método.

A determinação das temperaturas basais através das UFs também foi simulada e os resultados estão apresentados na Figura 2.

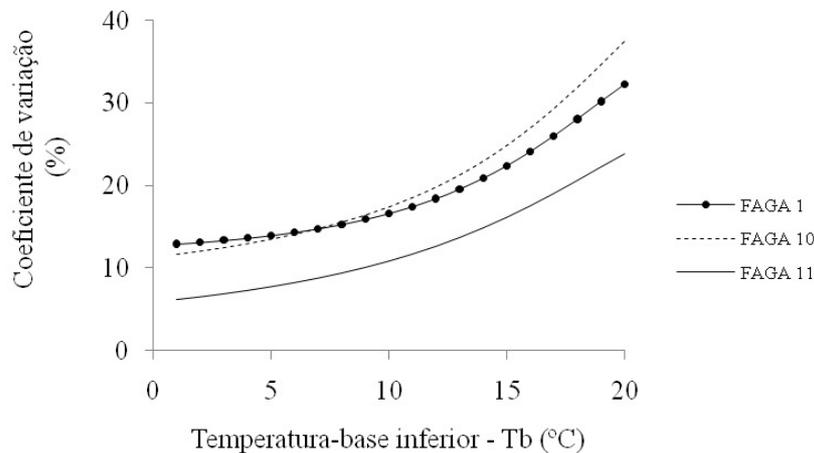


Figura 2. Coeficiente de variação das unidades fototérmicas simulando diferentes valores de temperatura-base inferior para FAGA 1, FAGA 10 e FAGA 11 em Santo Antônio de Leverger – MT, de 2010 a 2012.

Nota-se que o CV das UFs foi reduzindo na medida em que eram utilizadas Tb amenas, atingindo o valor de 12,92% para a FAGA 1, de 9,63 % para FAGA 10 e 6,17 % para FAGA 11 quando utilizada a menor temperatura considerada, de 1 °C. Ainda assim, os CVs obtidos para UFs foram maiores que os encontrados pela soma térmica.

Pelo fato do cajueiro-anão ser uma frutífera tropical, era esperado que a Tb fosse superior a 1 °C, e provavelmente próxima às obtidas com a soma térmica. Utilizando unidades fototérmicas em mangas da variedade Alpha, Barros et al. (2010) determinaram uma Tb de 10 °C, superior à determinada para cajus neste trabalho utilizando o mesmo método.

Em pesquisas com maracujá, frutífera tropical, Souza et al. (2010) afirmaram que o uso das UFs não foi adequado em estimar o crescimento

de partes vegetativas do maracujazeiro, provavelmente pela extensão relativamente curta do período de observação (cinco meses), associada à variação relativamente estreita do fotoperíodo na latitude do local no período de estudo. No presente trabalho, embora as avaliações tenham ocorrido ao longo do ano, o fotoperíodo não interferiu no tempo de desenvolvimento dos cajus, todavia neste caso o motivo pode estar relacionado ao curto período necessário para os frutos e pseudofrutos de caju chegar à maturação.

Para analisar se o efeito do fotoperíodo interferiu nos períodos de desenvolvimento de cajueiros foram observados os estádios fenológicos da planta ao longo do ano citado por Mesquita et al. (2002) para a localidade de Fortaleza, no estado do Ceará e contrastados com os encontrados neste estudo em Santo Antônio de Leverger – MT, e, diante disso, foi elaborado um gráfico comparando a

duração astronômica do dia nas duas localidades (Figura 3).

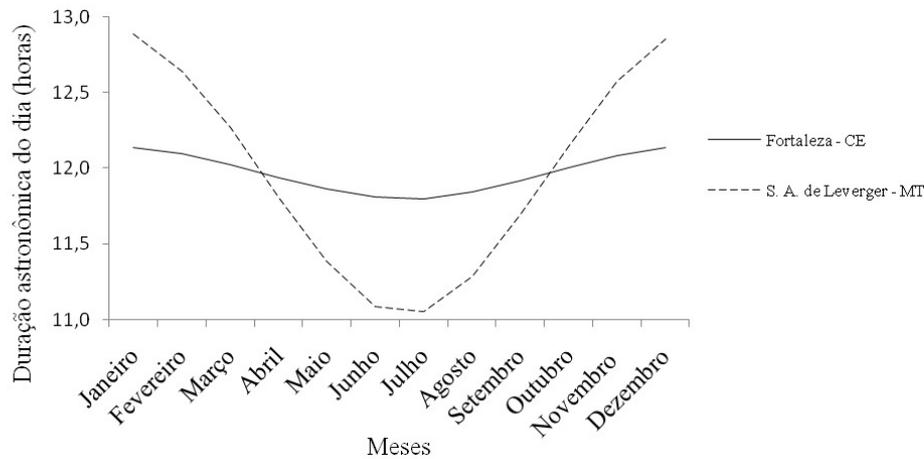


Figura 3. Duração astronômica do dia (horas e décimo de horas) de um ano para os municípios de Fortaleza – CE e de Santo Antônio de Leverger – MT.

Como Fortaleza está localizada próxima à linha do Equador com latitude igual a $3^{\circ}43' S$ e pela latitude representar o principal fator na duração do fotoperíodo, nota-se pequena flutuação na duração astronômica do dia ao longo do ano. Por outro lado, Santo Antônio de Leverger – MT está mais abaixo da linha do Equador, apresentando uma latitude de $15^{\circ}47' S$ e, havendo assim uma diferença maior em alguns dias de até duas horas na duração astronômica do dia entre os solstícios de inverno e verão.

Durante todo o período de coleta das informações os cajueiros floresceram e tiveram em quase todas as semanas frutos jovens marcados, todavia os meses com maior produção foram os de agosto até meados de outubro, por combinar o período de ausência de chuvas e baixa umidade relativa do ar. O período mais produtivo do cajueiro, conforme Mesquita et al. (2010) ocorre nos meses de agosto a novembro, e o florescimento ocorre entre os meses de abril a novembro, semelhante aos encontrado neste experimento.

Analisando o fotoperíodo nas cidades de Fortaleza – CE e Santo Antônio de Leverger – MT, observou-se que a maturação dos frutos e pseudofrutos do cajueiro-anão não foi influenciada por esse parâmetro, ou nas localidades onde os resultados foram comparados, todas as exigências fotoperiódicas dos respectivos materiais genéticos

foram atendidas. Portanto o método das unidades fototérmicas não pôde ser utilizado na determinação das temperaturas basais no local de estudo.

CONCLUSÕES

As temperaturas basais inferiores determinadas pelo método da soma térmica para completar a maturação de cajus são iguais a 15,2; 13,8 e 10,0 °C para FAGA 1, FAGA 10 e FAGA 11, respectivamente.

Os valores encontrados para as temperaturas basais superiores são de 30 °C para a FAGA 1 e FAGA 10 e 30,7 °C para FAGA 11.

A exigência térmica em °C dia para completar a maturação dos cajus é de 437,3; 493,8 e 639,0 °C dia para FAGA 1, FAGA 10 e FAGA 11, respectivamente.

O fotoperíodo não teve influência no tempo de maturação dos cajus, portanto o método das unidades fototérmicas não pôde ser ajustado.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Ensino Superior – CAPES pela concessão das bolsas de Mestrado e Doutorado e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso – FAPEMAT pelos recursos obtidos pelo projeto.

ABSTRACT: The objective of this study was to identify the base temperatures and the thermal requirements needed to complete the fruits maturation process of three clones of dwarf cashew trees: FAGA 1, FAGA 10 and FAGA 11. Between August and November 2010, April and November 2011, and April and August 2012, due to availability issues,

up to ten fruits and pseudo fruits were tagged weekly and randomly until mature, measured and classified according to their maturity stage. After obtaining the periods of maturation, base temperatures were determined for each clone using the lower variation coefficient method for the thermal sum (TS) and for the photothermal units (FU) accumulated in the cycles. It was found that the number of days required to complete the cashew maturation was lower on months in which the mean air temperature was above 28 °C and that the approximations using the TS methods were more useful in predicting the physiological time required to complete the fruit maturation than the chronological time counted in days. The lower base temperatures determined by the TS method were 15.2, 13.8 and 10.0 °C for FAGA 1, FAGA 10, and FAGA 11, respectively, while its thermal requirements were 437.3, 493.8, and 639.0 °C day. Due to the fact that the photoperiod did not influence the cashews maturation time, the photothermal units method was not adjusted.

KEYWORDS: *Anacardium occidentale*. Thermal sum. Degree-day. Photothermal units. Photoperiod.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, C. Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings America Society for Horticulture Science**, Geneva, v. 74, p. 430-445, 1959.
- ALMEIDA, F. A. G.; JUNIOR, W. M.; ALMEIDA, F. C. G. Fenologia comparativa de dois clones enxertados de cajueiro anão em condições de irrigação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, 2002.
- BARROS, M. P.; ZANETTI, V. B; FRAGA, C. I. M.; NINCE, P. C. C.; CAMPELO JÚNIOR, J. H.; LOBO, F. A. Unidades fototérmicas e temperatura-base inferior de frutos de mangueira alfa, na Baixada Cuiabana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, p. 479-485, 2010.
- CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; NEVES; C. S. V. J.; BRUEL, D. C.; SOUZA, S. G. H.; GARBÚGLIO; D. D. Frutificação e desenvolvimento de frutos de aceroleira no Norte do Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 1871-1876, 2008.
- CHAUDHRI, S. A. Mango. In: GARDNER, R. S.; CHAUDHRI, S. A. **The propagation of tropical fruits trees**. England: CAB International, 1976. p. 403-474.
- COOPER, J. P.; TAINTON, N. M. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. **Herbage Abstracts**, Farnham Royal, v. 38, p. 167-176, 1968.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (BRASIL). Sistema Brasileiro de Classificação de Solo. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.
- LUCENA, E. M. P. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga ‘Tommy Atkins’ no Vale do São Francisco**. 2006. 152 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- MASSIGNAM, A. M.; ANGELOCCI, L. R. Determinação da temperatura-base e de °C dia na estimativa da duração dos subperíodos de desenvolvimento de três cultivares de girassol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, p. 71-79, 1993.
- MIRANDA, L.; AMORIM L. **Mato Grosso: atlas geográficos**. Cuiabá: Entrelinhas, 2000.
- MESQUITA A. L. M.; BRAGA SOBRINHO, R.; OLIVEIRA, V. H. de. **Monitoramento de pragas na cultura do cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 36 p.
- NAGATA, R. K.; SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A.; NOVA, N. A. V. Temperatura-base e soma térmica (°C dia) para videiras ‘Brasil’ e ‘Benitaka’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, p. 329-333, 2000.

- NAKASONE, H. Y. Produção de mamão nos trópicos e subtropicais. In: RUGGIERO, C. (ed.) **Mamão**. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1988. p. 19–42.
- OLIVEIRA, V. H. de. **Cultivo do cajueiro anão precoce**. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2002. 40 p. (EMBRAPA Agroindústria Tropical. Sistema de Produção, n. 1).
- OLIVEIRA, V. H. de. Cajucultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, p. 1-3, 2008.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 435 p.
- ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; BRENNER, É. A.; SANTOS, C. E.; GENTA, W. Fenologia e soma térmica (°C dia) para a videira 'Isabel' (*Vitis labrusca*) cultivada no Noroeste do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, p. 273-280, 2004.
- SENSHAN, Y.; LOGAN, J.; COFFEY, D. L. Mathematical formulae for calculating the base temperature for growing degree days. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 74, p. 61-74, 1995.
- SILVA, J. S. O. **Produção de manga: manual**. Viçosa: CPT, 1996. 34 p.
- SOUZA, A. P.; SILVA, A. C.; LEONEL, S.; ESCOBEDO, J. F. Temperaturas basais e soma térmica para a figueira podada em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 314-322, 2009.
- SOUZA, F. E. F.; CHIG, L. A.; COSTA, R. H. A. M. C.; LENZA, J. B.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. Relação entre acúmulo de graus dia e de unidades fototérmicas e crescimento vegetativo do maracujazeiro roxo. **Uniciências (UNIC)**, Cuiabá, v. 14, p. 3-13, 2010.
- TIXIER, P.; SALMON, F.; BUGAUD, C. Green-life of pink banana (*Musa spp.*, CV. 'Figue Rose Naine'): **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 85, p. 167–170, 2010.
- UMBER, M.; PAGET, B.; HUBERT, O.; SALAS, I.; SALMON, F.; JENNY, C.; CHILLET, M.; BUGAUD, C. Application of thermal sums concept to estimate the time to harvest new banana hybrids for export. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 129, p. 52-57, 2011.
- VILLA NOVA, N. A.; CARRETEIRO, M. V.; SCARDUA, R. Um modelo de avaliação do crescimento de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em termos da ação combinada do fotoperíodo e da temperatura média do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1983, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1983. p. 31-48.
- VILLA NOVA, N. A.; BARIONI, L. G.; PEDREIRA, C. G. S.; PEREIRA, A. R. Modelo para a previsão da produtividade do capim-elefante em função de temperatura do ar, fotoperíodo e frequência de desfolha. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, p. 75-79, 1999.
- VILLA NOVA, N. A.; TONATO, F.; PEDREIRA, C. G. S.; MEDEIROS, H. R. Método alternativo para cálculo da temperatura base de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 545-549, 2007.