



AJUSTE DE EQUAÇÕES PARA ESTIMATIVA DE PARTIÇÃO DE MATÉRIA SECA DE FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DA NECESSIDADE TÉRMICA.

Vivian D. da S.Farias¹, Paulo J.O.P Souza², Marcus J. A. Lima³, Rosalva D. F. Brito¹,
Deborah A.L. da Silva¹.

¹Eng^a agrônoma estudante de mestrado em agronomia(UFRA) Belém-PA, viviandielly19@yahoo.com.br.; ²Meteorologista, Prof. Dr. Da UFRA-Belém-PA; ³Eng^o agrônomo estudante de Doutorado em Agronomia(UFRA)-Belém-PA.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de
Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos
Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA.

RESUMO: Quando se pretende simular o crescimento das plantas é essencial quantificar a distribuição da matéria seca formada pelos diferentes componentes. Diante dessa questão o principal objetivo é ajustar equações para a partição de matéria seca do feijão em função da necessidade térmica com o intuito de viabilizar trabalhos futuros sobre modelagem na região. Para isso a necessidade térmica foi identificada através da teoria do acúmulo de graus-dia. Os dados para análise de crescimento foram coletados durante a fase vegetativa e na fase reprodutiva e uma torre meteorológica de 3 m de altura foi instalada no centro da área experimental para medir as variáveis climáticas. Os modelos desenvolvidos foram ajustados avaliando o maior r^2 , teste F e a significância dos coeficientes de regressão pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade. As equações relacionadas à partição de matéria seca apresentaram bom ajuste.

PALAVRA CHAVE: Biomassa seca, Distribuição, Soma térmica.

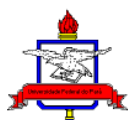
EQUATIONS FOR ESTIMATING OF DRY MATTER PARTITIONING IN COWPEA BASED ON THERMAL REQUIREMENT.

ABSTRACT: For the simulation of plant growth, it is essential to quantify the dry matter formed by the different components. Faced with this question, the main objective is to adjust equations for the partition of dry bean due to the need heat in order to facilitate future work on modeling the region. For that the need was identified through thermal theory of accumulation of degree-days. Data for growth analysis were collected during the vegetative and reproductive phase and a meteorological tower 3 m high was installed in the center of the experimental area to measure climatic variables. The developed models were adjusted evaluating the highest r^2 , F-test and the significance of the regression coefficients by t test at 5% probability. The equations related to dry matter partitioning showed good fit.

KEYWORD: Biomass dry, Distribution, Thermal time.

INTRODUÇÃO

A alta variabilidade climática, em diferentes tempos e escalas de espaço, exerce efeitos sobre a segurança alimentar e o desenvolvimento econômico da região. O feijão-caupi adapta-se razoavelmente bem às condições de solo, clima e sistemas de cultivo em relação a outras





leguminosas, porém, nem sempre com bons níveis de rendimento (SILVA & NEVES, 2011), pois o rendimento pode ser influenciado por fatores ambientais.

O crescimento de uma planta é a produção e distribuição de matéria seca ao longo da sua ontogenia (AUMONDE et al., 2011), esse processo depende do saldo de matéria seca acumulada pela fotossíntese portanto, encontra-se condicionado às restrições impostas pelo meio ambiente, principalmente à radiação solar e à temperatura do ar.

Quando se pretende simular o crescimento das plantas é essencial quantificar a distribuição da matéria seca formada pelos diferentes componentes. Diversos modelos vêm sendo desenvolvidos para simular o crescimento de inúmeras culturas (WANG et al., 2012)

Considerando que a implantação da cultura e as práticas de manejo podem ser melhoradas com auxílio de modelos matemáticos o principal objetivo é ajustar equações para a partição de matéria seca do feijão-caupi em função da necessidade térmica com o intuito de viabilizar trabalhos futuros sobre modelagem na região.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em agosto de 2011 na área experimental da Fazenda Escola de Castanhal (FEC-UFRA), situada no município de Castanhal-PA, sob as coordenadas, 1°19'24.48"S e 47°57'38.20"W. O clima da região segundo a classificação de Koppen é Af, (PEEL et al., 2007) com temperatura média anual de 26°C com máxima e mínima de 35 e 20°C, respectivamente. A umidade relativa do ar em média é de 80%, precipitação média anual, 2650 mm. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo com 12% de argila.

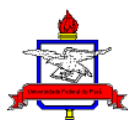
Foi preparado convencionalmente 1,5 hectare de solo e as plantas ficaram submetidas às condições naturais sem sistema de irrigação e aplicação de fertilizante foi feita junto com semeadura de acordo com a análise química de solo conforme o manual de recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará. A cultivar utilizada foi a BR3-Tracuateua. Os modelos desenvolvidos foram ajustados avaliando o maior r^2 , teste F e a significância dos coeficientes de regressão pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade.

Para determinar a massa seca total acima do solo (MSt) foi feito amostragens semanais, onde todas as plantas contidas em um metro (≈ 10 plantas) foram colhidas, seguindo um delineamento inteiramente ao acaso, com 6 repetições. O IAF foi determinado pelo método dos discos (BENINCASA, 2003), utilizando as mesmas amostras da MSt. Desta forma foi retirado três discos foliares de 1 cm de raio de cada planta, totalizando 30 discos por amostra, posteriormente todo material foi posto para secar em estufa à 70°C até peso constante.

A área foliar foi estimada através do método dos discos (BENINCASA, 2003). O método consiste em fazer uma relação entre um disco foliar de área e peso conhecido e o peso total do restante das folhas (MS). Para retirada dos discos foi utilizado um vazador de 2cm de diâmetro (3,14 cm²), sendo três discos de cada planta (30 discos por amostra) os quais foram secas em estufa junto com o resto do material. A área foliar foi estimada através das Equações 2 e 3.

$$A_f = \frac{A_d * (P_d + P_f)}{P_d} \quad (2)$$

$$A_d = (\pi \cdot r^2) * n_d \quad (3)$$



em que A_f é a área foliar; A_d , área dos discos; P_d , peso seco dos discos; P_f , peso seco do resto das folhas; e nd , número de discos.

A área foliar específica (AFE) foi estimada através e a razão entre área foliar e o peso seco das folhas (equação 4).

$$AFE = \frac{A_f}{(P_d + P_f)} \quad (4)$$

em que A_f é a área foliar; P_d , peso seco dos discos; P_f , peso seco do resto das folhas.

O índice de área foliar (IAF) foi estimado considerando o A_f e o espaçamento da cultura conforme a Equação 17 (FRANÇA et al. 1999).

$$IAF = MS_f * AFE \quad (5)$$

em que MS_f é a matéria seca da folha e AFE é a área foliar específica.

A fração de matéria seca nas folhas (FMS_f) é a razão entre a massa das folhas e a biomassa total da planta (equação 6).

$$FMS_f = \frac{MS_f}{MS_t} \quad (6)$$

A fração de matéria seca no legume (FMS_l) é a razão entre a massa do legume e a biomassa total da planta (equação 7).

$$FMS_l = \frac{M_g}{MS_t} \quad (7)$$

O caule, pecíolos e pedúnculo formaram as hastes. A fração de matéria das hastes é a razão entre a massa das hastes e a biomassa total da planta (equação 8).

$$FMS_h = \frac{MS_h}{MS_t} \quad (8)$$

Uma torre meteorológica de 3 m de altura foi instalada no centro da área experimental para medir a temperatura e a precipitação pluviométrica. As leituras dos sensores foram feitas a cada 10 segundos, com gravação das médias e dos totais a cada 10 minutos.

Foi feito o acompanhamento diário das fases fenológicas seguindo a metodologia de identificação das fases da cultura propostas por Gepts & Fernandez et al. (1982). Os valores diários de graus dia, foram calculados pela equação 1 descrita por Ometto (1981), pois foi a que abrangeu as condições térmicas no período do experimento, utilizando a temperatura basal inferior (T_b) de 10 °C (MOURA et al., 2011).

$$GD = \left[\frac{T_{\max} - T_{\min}}{2} \right] + (T_{\min} - T_b) \quad (9)$$

A escala fenológica ficou em função do tempo térmico normalizado (TTN). Assim a exigência térmica foi normalizada, seguindo a metodologia proposta Ferreira et al. (1997), para algumas fases específicas como: R5 (início do florescimento) (TTN = 1); R7 (Vagem canivete) (TTN = 2); R8 (Início do enchimento de grão) (TTN = 3), R9 (Maturação fisiológica) (TTN = 4) e Colheita (TTN = 5).

RESULTADO E DISCUSSÃO

A cultivar BR3 Tracuetea obteve rendimento de grãos de aproximadamente 1.300 kg há⁻¹. A fração de matéria seca alocada para as folhas (FMS_f), hastes e legumes em relação ao TTN

está representada na Figura 1. A fração de matéria seca seguiu a tendência, onde o crescimento das folhas foi o mais afetado, pois verifica-se que inicialmente após 10 dias da emergência, aproximadamente 71% da matéria seca produzida foi direcionada para as folhas, porém ocorre um decréscimo nesse valor no decorrer do ciclo da cultura. Borges et al. (2012), estudando a distribuição da matéria seca em feijão-caupi inoculados com rizóbio, também observou que aproximadamente 71% da razão da peso foi direcionada para as folhas após 15 dias da emergência na cultivar BR3267.

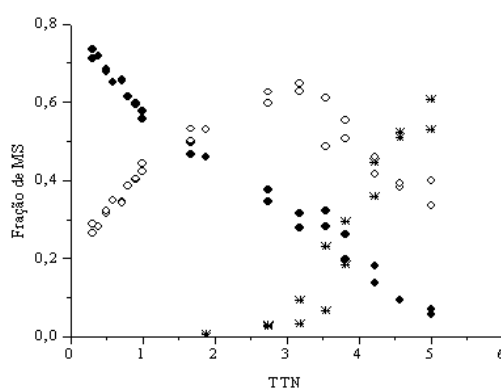


Figura 1-Fração de matéria seca das folhas (●), das hastes(○) e dos legumes(*) do feijão caupi em relação ao tempo térmico normalizado (TTN).

Para ajuste dos dados de matéria seca total MS_t observou-se que a equação logística foi a que apresentou melhor desempenho (Tabela 1). O máximo acúmulo de biomassa seca (MS_t) do feijão caupi, cultivar BR3-Tracuateua, obtida neste ensaio foi de 530,1 g/m².

A AFE do feijão caupi foi descrita por uma função polinomial de quarta ordem.

A AFE mostrou um padrão cíclico de evolução ao longo do ciclo cultural. Os valores de AFE decresceram desde o início do ciclo cultural até a antese da primeira flor. Posteriormente verificou-se um acréscimo notório desses valores até cerca do estado de desenvolvimento normalizado próximo de quatro, seguido de um novo decréscimo. Esse comportamento foi semelhante à área foliar específica encontrado por Vieira et al (2009) na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.), onde obtiveram um $r^2=0,58$ na fase de calibração.

A variação da fração de massa seca alocada nas folhas (FMS_f) foi descrita por uma função linear negativa, pois, no início a biomassa é direcionada a formação do aparelho fotossintetizante e posteriormente com o aparecimento dos outros órgãos há redução da FMS_f até o fim do ciclo.

A fração de matéria seca das hastes foi descrita por uma função exponencial. Houve maior translocação de fotoassimilados (63%) para as hastes até o TTN=2,74, pois, posteriormente inicia-se o período de enchimento de grãos, onde ocorre forte concorrência por assimilados.

Ocorreu lenta ampliação na matéria seca dos legumes, do TTN=2 até o 3, tendo ocorrido, após esse período, maior acúmulo até TTN≈4,7, com posterior tendência à estabilização. Este crescimento lento inicial ocorreu devido ao investimento MSF e à formação de estruturas de sustentação anexas ao caule, como hastes florais, que atingiram seus picos perto do TTN=3. O crescimento e a estabilização verificados posteriormente ocorreram principalmente porque o feijão-caupi passou a investir os fotoassimilados na produção de MS_t, que passa a ser o dreno



principal até sua maturação. A tendência de maior percentagem de massa seca dos frutos nessa época em relação aos demais órgãos também foi constatada por; Lopes et al. (2011). A presença de vagens foi constatada na coleta realizada aos 42 DAS no período do TTN=2, mesmo período verificado por Freitas (2012) no feijão caupi no tratamento sem veranico. Em seguida, as plantas apresentaram, após o TTN=3, um pico de acúmulo de biomassa das vagens, apresentando um padrão exponencial, também encontrado por Freitas (2012).

Tabela 1. Funções de AFE, FMSf, Mst, FMSl e FMSH e seus respectivos coeficientes de regressão e coeficientes de determinação.

Função	r ²
$AFE = 0,081 - 0,07 * TTN + 0,03 * TTN^2 - 0,0037 * TTN^3 + 0,00004 * TTN^4$	0,72
$FMSf = 0,74 - 0,13 * TTN$	0,99
$Mst = \frac{a}{(1 + (TTN/1,5)^{-2,45})}$	0,99
$FMSl = \frac{0,56}{(1 + \exp(-2,96 * (TTN - 3,89)))}$	0,96
$FMSH = 0,29 + \left(\frac{0,93}{(2,06 * \sqrt{\frac{3,14}{2}})} \right) * \exp - 2 \left(\frac{TTN - 2,79}{2,06} \right)$	0,99

CONCLUSÕES

Os resultados mostram que durante os dois anos a fração de matéria seca seguiu a mesma tendência e as equações relacionadas à partição de matéria seca apresentaram bom ajuste.

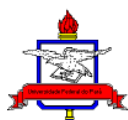
REFERENCIAS

AUMONDE, T.Z., PEDÓ,T., LOPES, N.F, MORAES, D.M., PEIL, R.M.N. Partição de matéria seca em plantas do híbrido de mini melancia Smile® enxertada e não enxertada **Revista Brasileira de Biociências.**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 387-391, jul./set. 2011.

BENINCASA, M. P. **Análise de crescimento de plantas** (noções básicas). Jaboticabal: Funep. 2003.

BORGES P.R.S., SABOYA R.C.C., SABOYA L.M. F, SANTOS E. R., SOUZA S.E. A. Distribuição de massa seca e rendimento de feijão-caupi inoculadas com rizóbio em gurupi, **TOI Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 37-44, jan.-mar., 2012.

FRANÇA, S.; BERGAMASCHI, H.; ROSA, L.M.G. Modelagem de crescimento de milho em função da radiação fotossinteticamente ativa e do acúmulo de graus-dia, com e sem irrigação. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 59-66, 1999.





FREITAS, R.M.O. **Crescimento e produção de feijão caupi sob efeito de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional.** 2012.83 p.Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2012.

GEPTS, P.; FERNÁNDEZ, F. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali: CIAT, 1982. 10 p. (Mimeografado) HAAG, H.P.; MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 26, n. 30, p. 380- 391, 1967.

LOPES, W. A. R.; NEGREIROS, M. Z.; DOMBROSKI, J. L. D.; RODRIGUES, G. S. O.; SOARES, A. M.; ARAÚJO, A. P. Análise do crescimento de tomate SM-16 cultivado sob diferentes coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 29, 554-561, 2011.

MOURA J.Z.; PÁDUA L.E.M.; MOURA S.G.; TORRES J.S.; SILVA P.R.R. Escala de desenvolvimento fenológico e exigência térmica associada a graus-dia do feijão-caupi. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 66-71, jul-set., 2012.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L. and MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, 11, 1633–1644, 2007.

SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A. Produção de feijão-caupi semi-prostrado em cultivos de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 6, núm. 1, enero-marzo, pp. 29-36 Universidade Federal Rural de Pernambuco Pernambuco, Brasil. 2011.

VIEIRA, M.I., DE MELO J.P., FERREIRA M.E., MONTEIRO A.A. Dry matter and área partitioning, radiation interception and radiation- use efficiency in open-field Bell pepper. **Scientia horticultrae** 121 p.404-409, 2009.

WANG J., GAO S., YUAN J, MA F. Simulation of dry matter accumulation, partitioning and yield prediction in processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Australian Journal of crop Science**, issn:1835-2707, p 93-100, 2012.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425p.

