

EFEITO DA DESFOLHA SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DE MATÉRIA SECA EM *VIGNA UNGUICULATA* (L.) WALP. CV. EPACE 10: UM ENFOQUE NA PERSPECTIVA DAS PRAGAS DESFOLHADORAS¹
[EFFECT OF LEAF REMOVAL ON DRY MATTER DISTRIBUTION IN *VIGNA UNGUICULATA* (L.) WALP. CV. EPACE 10: A PERSPECTIVE VIEW ON DEFOLIATING INSECT PESTS]

JOSÉ HIGINO RIBEIRO DOS SANTOS
Prof. Substituto, Escola Superior de Agricultura de Mossoró
Caixa Postal 137, 59600-970 - Mossoró/RN

SILVANA PIRES MENDES²
Mestre em Agronomia/Fitotecnia, CCA, Universidade Federal do Ceará
Caixa Postal 12.168, 60021-970 - Fortaleza/CE

SINOPSE – Este trabalho foi desenvolvido no campus do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, Brasil, a céu aberto, de abril de 1992 a setembro de 1993. Nesse período, plantas de caupi 'EPACE 10' foram cultivadas em jarros, individualmente e submetidas a três níveis de desfolha (25, 50 e 75%) em duas idades (25 e 50 dias após a germinação), estudando-se o seu efeito sobre a distribuição de matéria seca nas raízes, hastes, folhas e estruturas reprodutivas, o que ensejou as seguintes conclusões: 1) desfolhas de até 50%, sofridas por plantas de caupi durante a fase 2 do seu ciclo biofenológico, não afetam significativamente a produção de grãos, o que dispensa o controle das pragas desfolhadoras; 2) é possível, por meio de procedimento expedito, estimar a área foliar das plantas de caupi, durante a fase 2 do seu ciclo biofenológico, a partir da mensuração de folíolos mais a contagem ou estimação da quantidade de folhas; 3) os níveis de desfolha de 25 e 50% não alteram de forma relevante a distribuição de fotoassimilados entre as partes das plantas de caupi; 4) a quantidade de folhas apresentadas pela planta de caupi é superior à requerida para a produção normal de grãos, o que sugere trabalhos de seleção no sentido do melhoramento da sua arquitetura.

► Termos adicionais de indexação: caupi, biofenologia.

ABSTRACT – This research was conducted at the campus of the Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, Brazil, in an open field condition, from April 1992 to September 1993. During this time, cowpea plants of cultivar EPACE 10 were cultivated in individual pots and subjected to three levels of defoliation (25, 50 and 50%) in two ages (25 and 50 days after germination) to study its effects on the partition of dry matter in roots, stems, leaves, and reproductive structures. The study made it possible to draw the following conclusions: 1) defoliations up to 50% in phase 2 of the biophenological plant cycle do not influence significantly grain yield, which indicates that it is not advisable to control the defoliating insects; 2) it is possible, through expeditious procedures, to value plant leaf area in phase 2, by measuring the leaflets and counting or estimating the quantity of leaves; 3) defoliation levels of 25 and 50% do not influence markedly the photosynthate partitioning; 4) leaf number is higher than that required to a normal yield, which suggests breeding efforts to improve cowpea architecture.

► Additional index terms: cowpea, biophenology.

¹ Recebido em 11.03.1997.

² Bolsista do CNPq.

INTRODUÇÃO

Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, o caupi constitui uma das mais importantes culturas agrícolas, ocupando a maior área cultivada, entre as leguminosas. Além dessas regiões, o caupi é cultivado nas demais regiões do Brasil, como hortaliça, para a produção de grãos verdes e vagens, além da utilização de ramos e folhas na alimentação de animais. Ademais, por sua rusticidade e capacidade de se desenvolver bem em solos de baixa fertilidade, constitui ainda uma opção como fonte de matéria orgânica, sendo empregado como adubo verde, na recuperação de solos com fertilidade deprecada.

O cultivo do caupi nas regiões Norte e Nordeste, segundo QUINDERÉ & SANTOS (1985), é praticado, na quase totalidade dos casos, em sistema consorciado, conduzido por pequenos e médios agricultores e nessas regiões há insetos que o atacam em todos os estádios do seu ciclo biológico, bem como no armazenamento. Entre esses insetos estão os desfolhadores, merecendo destaque, pela importância, os lepidópteros *Spodoptera ornithogallii* e *Hedylepta indicata* e os coleópteros *Diabrotica speciosa* e *Cerotoma arcuata*. Havendo, segundo SANTOS & QUINDERÉ (1988), carência de informação no que concerne aos níveis de desfolha provocados pelas espécies mencionadas e os correspondentes reflexos na produção de grãos.

As desfolhas simuladas que têm sido aplicadas às plantas de caupi, objetivando compreender-lhe o comportamento face ao ataque de insetos desfolhadores, têm mostrado que estas plantas suportam até 50% de desfolha, sobretudo na fase 2 (de 21 a 50 dias após a germinação), sem perdas significativas na produção de vagens (MENDES, 1995). Essa autora praticou dois níveis de desfolha, 25 e 50%, apenas. Com o presente estudo, são avaliados os efeitos de três níveis de desfolha (remoção de 25, 50 e 75% das folhas) em duas épocas (25 e 50 dias após a germinação) do ciclo de vida das plantas da cultivar EPACE 10, de porte e ciclo interme-

diários, na produção e distribuição de matéria seca nas raízes, hastes, folhas e estruturas reprodutivas. Esta cultivar foi eleita para o trabalho, por ser descendente e bastante semelhante à Pitiúba, estudada por NOGUEIRA & SANTOS (1981).

ANTECEDENTES

Biofenologia do caupi — O ciclo biológico do caupi pode ser dividido em fases características bem definidas que compartimentem as principais respostas da planta, na perspectiva do manejo eficiente da cultura, com vistas ao controle de suas pragas (NOGUEIRA & SANTOS, 1981 e MAFRA, 1979). Segundo ARAÚJO *et alii* (1984), a duração das fases varia com as cultivares e com as condições ambientais e época de semeadura. As informações foram obtidas para o Nordeste brasileiro baseadas na cultivar Pitiúba, de ciclo e porte intermediários, e procedentes de NOGUEIRA & SANTOS (1981).

A primeira fase do ciclo biofenológico do caupi tem início com a germinação e a emergência das plântulas e termina quando as plantas estão, em média, com três folhas trifolioladas, o que ocorre cerca de 15 a 20 dias após a emergência. Durante os primeiros quatro dias, época em que as plantas só possuem as folhas primordiais, deve-se-lhes acompanhar rigorosamente o desenvolvimento, para o controle de pragas e/ou doenças e monitoramento de danos mecânicos. Essa atenção especial à planta se prende ao fato de a mesma contar com poucas reservas e ter uma área foliar muito pequena. Desse modo pode-se inferir que a ocorrência de qualquer dano às plantas quando não as leva à morte, torna-as com desenvolvimento deficiente.

A segunda fase da cultura vai dos 21 dias depois da sua emergência até o início do florescimento, em média 50 dias após a germinação. Na Figura 1, reproduzida do trabalho de NOGUEIRA & SANTOS (1981), na parte correspondente ao desenvolvimento das estruturas re-

produtivas, mostra-se o que deve ser esperado da cultivar EPACE 10, em função dos procedimentos adotados na presente pesquisa.

A terceira fase inicia-se, aproximadamente, aos 51 dias decorridos da germinação, e encerra-se à época da colheita. O início dessa fase se caracteriza pelo aparecimento das primeiras flores. Por isso devem ser evitadas as capinas e, nos tratamentos fitossanitários, deve-se evitar o embate às plantas, para não lhes provocar a queda das flores. Esse é o período menos problemático em relação às pragas.

Desfolhadores do caupi — As espécies desfolhadoras, de um modo geral, atacam o caupi durante as segunda e terceira fases do seu ciclo biológico e normalmente no período chuvoso. Esses insetos estão distribuídos nas ordens Lepidoptera e Coleoptera.

— **Lepidópteros**:— Representados, tal como descritos no trabalho de SANTOS & QUINDERÉ (1988), por *Spodoptera* spp., *Anticarsia gemmatalis* e *Mocis latipes* (Noctuidae), *Hedylepta indicata* (Pyraustidae) e *Urbanus proteus* (Hesperiidae). São pragas, geralmente secundárias, com exceção, no Nordeste brasileiro, para *S. frugiperda* e *U. proteus*, sobretudo a primeira, quando ocorre simultaneamente com *M. latipes*. Essas espécies, embora ataquem geralmente no período chuvoso, seus grandes surtos acontecem quando há ocorrência de veranico. Nesse caso, as lagartas cortam as plantas recém germinadas, devorando-lhes as folhas e parte do caule.

— **Coleópteros**:— Integram este grupo as seguintes espécies: *Diabrotica speciosa* e *Cerotoma arcuata* (Chrysomelidae) e *Pantomorus glaucus* e *Aracanthus* sp. (Curculionidae). Essas espécies atacam o caupi, sobretudo durante as primeira e segunda fases do seu ciclo biofenológico. Os adultos de *D. speciosa* fazem inúmeros orifícios nas folhas. Quando o ataque é intenso os orifícios podem coalescer, tanto em folhas jovens, quanto nas mais velhas. Na região Norte

do Brasil, essas duas espécies são pragas muito importantes, ocorrendo o ano inteiro e podendo provocar desfolha quase total das plantas, por isto, os orifícios coalescem ficando apenas as nervuras e um pouco do limbo, segundo SILVA & MAGALHÃES (1980) e CARNEIRO (1983).

A prática de procedimentos fitossanitários, mediante a aplicação de agrotóxicos, representa um incremento nos custos de exploração das glebas agrícolas e, caso não seja bem planejada e executada, pode redundar em resposta tal em que se terá uma queda de receita e não seu acréscimo. Por essa razão, SANTOS (1993) propôs os conceitos seguintes, úteis nas tomadas de decisão, tanto a curto, quanto a médio e longo prazos:

1) **Injúria**: é todo grau de lesão, morfológica ou fisiológica, resultante da atividade do hospede, por exemplo, uma população de insetos sobre o hospedeiro, uma planta ou outro organismo, independentemente do ponto de vista da produção de utilidade.

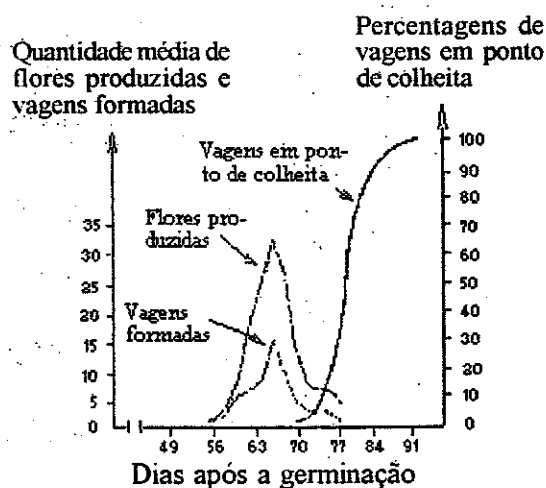


FIGURA 1 - Quantidades médias de flores produzidas, vagens formadas e porcentagens de vagens em ponto de colheita que se deve esperar, segundo os dias após a germinação [dados ajustados à cultivar EPACE 10 a partir de NOGUEIRA & SANTOS (1981)].

2) **Dano**: é todo grau de lesão resultante da atividade do hospede sobre o hospedeiro que redunde em perda mensurável da utilidade, em quantidade, qualidade e até mesmo em estética, não importando o caráter da perda, se econômica ou não.

3) **Perda econômica**: é a perda de utilidade que, convertida em valor monetário, iguala-se ou supera os custos de execução da(s) medida(s) suficiente(s) ao nível adequado de controle.

4) **Nível de dano econômico**: é a menor quantidade de injúria resultante de nível populacional do hospede, que ainda causa perda econômica.

5) **Nível adequado para controle (NAC)**: é a maior densidade populacional ou quantidade de injúria, nas quais processo(s) de controle deve(m) ser executado(s) para impedir que a população da praga atinja o nível de dano econômico.

6) **Fase da cultura**: período em dias, dentro do ciclo biológico da cultura, caracterizado por evento(s) biológico(s) ou biofenológico(s) visível(is), definido(s) com a finalidade de se adotar processos de manejo da cultura e/ou manejo de pragas, sobretudo.

7) **Fase crítica da cultura**: é toda fase no ciclo biológico da cultura, na qual os ataques de praga(s), por exemplo, praga-chave, apresenta(m) a maior probabilidade de atingir níveis de dano econômico.

8) **Compensação**: significa a capacidade das plantas para recuperarem o que foi perdido com a injúria, de tal modo a não revelarem dano econômico ao tempo da colheita da utilidade. A natureza da utilidade, a intensidade dos fatores ambientais que condicionam o vigor das plantas e a fase biofenológica em que a injúria é cometida, assim como os seus tipos e intensidade, são fundamentais para que esta capacidade seja externada eficientemente.

9) **Curva de resposta**: constitui o resultado mensurável sobre a produção de utilidade, decorrente da injúria, segundo os seus tipos e

intensidade, na dependência da fase biofenológica das plantas e dos fatores ambientais de cultivo. Essa segunda situação é a condição que interessa para o estabelecimento do NAC. Tendo-se em vista a curva de resposta (Figura 2), tal como proposta por SANTOS (1993), devem ser caracterizadas as seguintes faixas:

– **Faixa de tolerância inerente (a)** - faixa representada pelas quantidades de injúrias que não se refletem sobre a produção de utilidade, não há dano. Os principais condicionantes desta faixa são o tipo de injúria e sua intensidade, a fase biofenológica em que a injúria é cometida, a natureza da utilidade e a intensidade dos fatores ambientais que condicionam o vigor das plantas, propiciando a capacidade compensatória das mesmas. A curva de respostas, nesta faixa, é paralela ao eixo X_n .

– **Faixa de estimulação (b)** - faixa representada pelas quantidades de injúrias que se refletem sobre a produção, fazendo-a aumentar. Os principais fatores condicionantes desta faixa são o tipo de injúria, a sua intensidade e a natureza da utilidade em produção.

– **Faixa de sensibilidade progressiva (c)** - o intervalo de sensibilidade progressiva é representado pelas quantidades de injúria, para as quais as perdas de utilidade são crescentes e mais que proporcionais às injúrias. Para cada acréscimo de uma unidade no eixo das injúrias ter-se-á uma redução sempre maior que a unidade no eixo das utilidades (Y_n).

– **Faixa de respostas lineares (d)** - espaço representado pelas quantidades de injúrias, para as quais as perdas de utilidade são proporcionais e constantes. Para cada acréscimo de uma unidade no eixo das injúrias, ter-se-á a redução de uma unidade no eixo das utilidades (eixo da produção).

– **Faixa de sensibilidade regressiva (e)** - representada pelas quantidades de injúria, para as quais as perdas de utilidade são decrescentes, isto é, para cada acréscimo de uma unidade no eixo das injúrias, ter-se-á uma redução no eixo das utilidades, sempre menor que a unidade.

– **Faixa de impunidade inerente (f)** - representada pelas quantidades de injúrias que não mais se refletem sobre a produção de utilidades, devido à exaustão das plantas. A curva de resposta é paralela ao eixo das intensidades de injúria. Esta faixa, para

diversas culturas, pode ter um fator condicionante bem diferente das demais, qual seja, o mercado da utilidade e o seu grau de satisfação. A faixa pode ocorrer como uma resposta do valor de mercado da utilidade em razão da sua forma de uso. Como exemplo, pode ser citada a produção de laranjas atacadas pelo ácaro do bronzeado, comercializadas para a indústria de sucos e, em muitos mercados, até para consumo *in natura*.

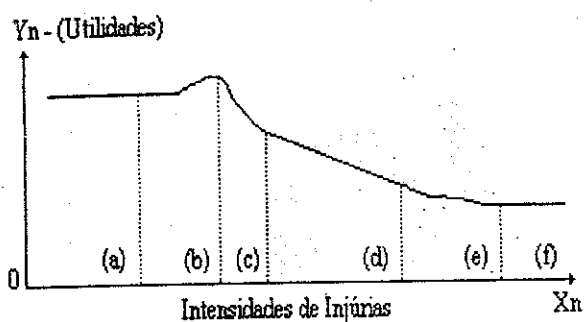


FIGURA 2 - Curva de respostas ao ataque de pragas (SANTOS, 1993).

Desfolha vs. produção — BEEVERS & COOPER (1965) sugeriram que plantas crescendo em regiões de clima quente produzem muitas folhas, as quais, na maior parte, quando maduras, podem reduzir a capacidade fotossintética, mantendo, entretanto, a respiração, reduzindo deste modo o substrato energético. Essa sugestão concorda com a afirmação de MENDES (1995), citando Ezedinma, segundo a qual, folhas de plantas anuais mostram um declínio na taxa fotossintética com a idade, assim, a contribuição de folhas velhas para a produção final pode ser desprezível ou negativa. Em caupi, segundo EZEDINMA (1973), a produção poderia ser incrementada através da remoção das folhas mais velhas ou ainda por uma desbrota do eixo apical, no início do florescimento, ou por ambos os procedimentos feitos simultaneamente.

Os efeitos da desfolha sobre a produtividade de várias culturas vêm sendo estudados há bastante tempo. No entanto, respostas conclusivas ainda não foram obtidas, provavelmente em razão de vários fatores envolvidos nesse tipo de

trabalho. Segundo McEWEN (1972), informações inequívocas raramente podem ser esperadas de experimentos envolvendo desfolha, porque os efeitos na produção podem derivar de várias outras causas. A elevação do nível de nutrientes no solo, as perdas de nutrientes (principalmente nitrogênio) e a possibilidade de substâncias endógenas do crescimento, presentes nas folhas e potencialmente transferidas para as vagens, podem aumentar as perdas, aparentemente causadas pela diminuição da capacidade fotossintética.

Estudando a distribuição da matéria seca entre os órgãos aéreos de algumas cultivares de feijão, WALLACE & MUNGER (1966) observaram que os índices de colheita das cultivares flutuavam entre 53 e 67%. A cultivar de maior rendimento em sementes teve um alto índice de colheita, acompanhado de uma alta relação entre peso das sementes e peso da palha das vagens. Informaram, ainda que o índice de colheita não está relacionado com a duração do período vegetativo e nem com o hábito de crescimento das plantas e que o rendimento depende da quantidade de matéria seca acumulada pela planta. A produção de sementes de feijão, por unidade de área, mostrou relação positiva e altamente significativa com a produção de matéria seca vegetativa (MOSJIDIS, 1975).

EZEDINMA (1973) afirmou que desfolhas controladas (33 e 50%) no estágio de pré-florescimento não reduziram significativamente a produção de grãos de caupi, mas desfolhas severas, em qualquer estágio antes da maturidade, reduziram drasticamente a produção. Produções satisfatórias de caupi poderiam ser obtidas pela manutenção de 1/2 a 2/3 do potencial da área foliar das plantas. Sugeriu ainda que uma redução no número e na área das folhas, acompanhada de uma melhor distribuição das folhas, poderia tornar o caupi mais produtivo. Salienta, contudo, haver poucas informações acerca dos efeitos do crescimento vegetativo controlado sobre a absorção de CO_2 em caupi.

BEGUM & EDEN (1965) testaram remoções de 1/3, 2/3 e total das folhas em plantas de

soja nos estádios de florescimento, fase intermediária do crescimento e fase de maturação dos grãos. Constataram que a remoção de 1/3 das folhas no estágio de florescimento não afetou significativamente a produção de grãos, porém, 2/3 de desfolha afetaram a produção. Os efeitos foram mais fortes quando os grãos estavam na fase intermediária de crescimento. Já ROSAS (1967) não encontrou nenhum efeito sobre a produção de grãos, quando os desfolhamentos de 8,3, 16,7, 33,3 e 50,0% foram feitos aos 15, 30, 45 e 75 dias após a germinação.

TODD & MORGAN (1971) observaram que continuadas desfolhas em diversas intensidades reduziram drasticamente a produção e o peso das sementes em todos os estádios de crescimento da soja.

MENDES (1995), trabalhando com duas cultivares de caupi, CE-670 (porte ereto) e Pitiúba (semi-ramador), obteve as respostas sumariadas nas Figuras 3 e 4.

Manipulação vs. demanda — A evolução da agricultura tem proporcionado aumentos em produtividade através do tempo. No entanto, estes aumentos em produtividade não estão relacionados, obrigatoriamente, a aumentos na taxa fotossintética. Provavelmente, a ausência de aumento na taxa fotossintética de algumas plantas cultivadas seria explicada pela relação inversa entre taxa fotossintética e índice de área foliar (IAF). Como o IAF aumentou com a evolução das plantas em cultivo, a primeira tendeu a diminuir ou não aumentar.

Não só os fatores ambientais, mas também a demanda por assimilados, exercem uma grande influência nas taxas de fotossíntese. Após a expansão total, as folhas podem ter a fotossíntese aumentada ou diminuída através de manipulações na demanda.

A manipulação de uma planta, de forma a alterar-lhe a distribuição de fotoassimilados, pode levar à mudança na taxa de fotossíntese, mesmo que as condições ambientais não sejam alteradas (STOY, 1969). A remoção de tubérculos

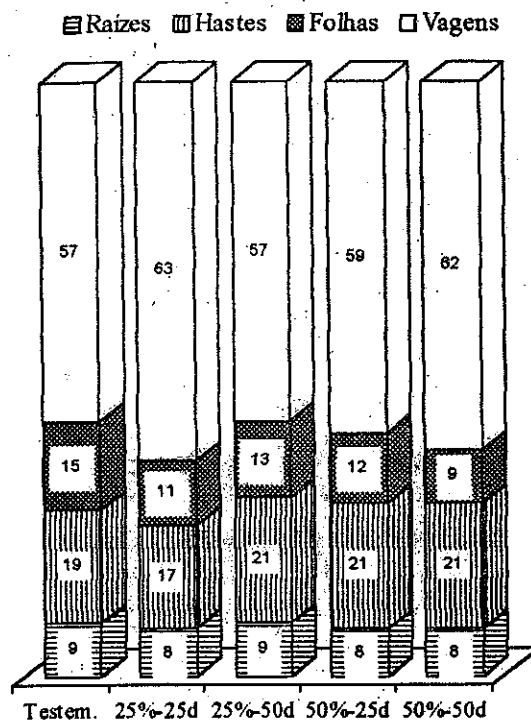


FIGURA 3 - Percentagens da matéria seca total, na cultivar CE-670, aos 70 dias após a germinação (MENDES, 1995).

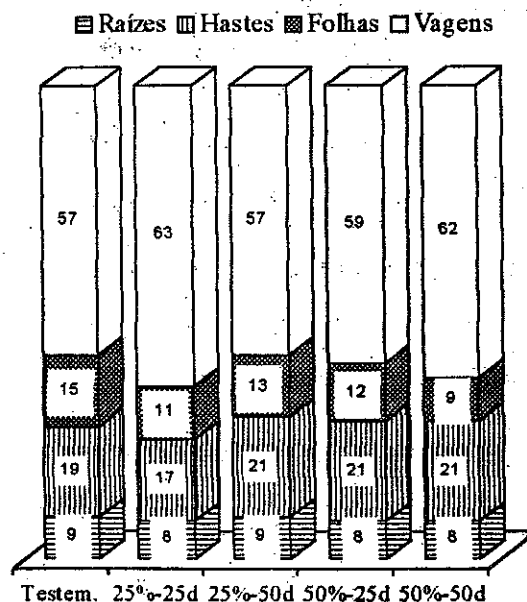


FIGURA 4 - Percentagens da matéria seca total, na cultivar Pitiúba, aos 70 dias após a germinação (MENDES, 1995).

de batata (BURT, 1964 e NOSBERGER & HUMPHRIES, 1965), grãos de trigo (KING *et alii*, 1967), frutos de maçã (MAGGS, 1963 e HANSEN, 1969) e frutos de tomate (MOSS, 1962) causou uma significativa redução na taxa de fotossíntese nas folhas dessas plantas.

A remoção de parte das folhas de milho causou marcante aumento na taxa de fotossíntese das folhas remanescentes (WAREING *et alii* 1968). O aumento tenderia a compensar a perda de parte da área fotossintetizante, sendo, assim, considerado como resposta da fonte às necessidades da demanda.

Apesar de muitos estudos terem documentado um incremento na produção da planta após cada dano real (ou simulado) causado por insetos, relativamente poucos estudos têm demonstrado as bases da compensação da planta por cada injúria (MARTENS & TRUMBLE, 1987). Uma hipótese que toma corpo modernamente é a de que a demanda, sob condições normais, produz uma certa quantidade de hormônios, que translocados às folhas, determinariam um aumento na taxa fotossintética. Caso haja distúrbios na demanda que impliquem em redução nas necessidades, a quantidade de hormônio liberada decresceria e, conseqüentemente, a taxa de fotossíntese seria reduzida (SWEET & WAREING, 1966).

Segundo TÁVORA (1992), além de desenvolver uma boa área foliar (tamanho e estrutura), com um rápido crescimento e cobertura precoce do solo para evitar desperdício da radiação solar, impõe-se, para otimizar ou maximizar a produção, que a planta apresente demandas fortes nos órgãos de importância econômica capazes de bem drenar os assimilados e, assim, estimular o processo fotossintético.

MATERIAL E MÉTODO

O trabalho foi realizado no campus do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizado no município de

Fortaleza, sob condições de campo, durante os anos de 1992 e 1993.

Utilizou-se, nos experimentos, a cultivar EPACE 10 (semi-ramador). As desfolhas simuladas aconteceram aos 25 ou 50 dias após a germinação das plantas, combinados com a remoção de 0, 25, 50 e 75% das folhas. Os tratamentos ficaram distribuídos da seguinte forma: em 1992, duas repetições de cada um; em 1993, mais três repetições.

Nos ensaios mencionados, as plantas foram cultivadas individualmente em jarros com capacidade para 15 litros. O substrato de plantio dos jarros consistiu de uma mistura de 85% de areia de rio e 15% de vermiculita (v/v). Os jarros foram adubados segundo recomendação para o caupi, mediante a análise da fertilidade da areia utilizada na mistura. A areia foi previamente peneirada, para remoção de seixos rolados e material orgânico tal como restos de raízes e folhas.

Foram semeadas quatro sementes em cada jarro e, aos 12 dias após a germinação, efetuou-se o desbaste, deixando-se apenas uma planta por jarro. Após o plantio, os jarros foram regados diariamente, duas vezes ao dia, mantendo-se o substrato próximo à capacidade de campo. Durante o ciclo da cultura foram feitas vistorias diárias às plantas, com imediata aplicação de inseticida, a todas, ao se detectar a presença de pragas.

Por ocasião da desfolha, os folíolos foram selecionados e removidos ao acaso, até se atingirem os diversos níveis de desfolha. Os folíolos removidos de cada planta foram acondicionados em sacos de papel e secados em estufa a 60 °C, até acusarem peso constante, para a determinação da matéria seca.

Foram recolhidos, de cada planta-parcela, individualmente, os seguintes componentes: folhas que caíram ao longo do ciclo biológico, partes florais (pétalas e sépalas) e estruturas reprodutivas (botões e flores) que caíram até a época de colheita, determinando-se-lhes as matérias secas, como já descrito. À época da colheita, aos 70 dias após a germinação, determinou-se a

matéria seca, separadamente, para cada planta-parcela, às estruturas reprodutivas, a todas as folhas, às hastes (ramos laterais e haste principal) e às raízes, sendo estas separadas do solo com o auxílio de uma peneira e jatos d'água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação do sistema radicular — As desfolhas ao nível de 75% reduziram significativamente o sistema radicular das plantas, mais aos 50 dias que aos 25 (Tabela 1, a; Tabela 2, a). Em face do que foi proposto por SANTOS (1993), e apresentado na curva de respostas ao ataque de pragas (Figura 2), fica reforçado o que foi encontrado por MENDES (1995). Assim sendo, pode-se concluir que, pelo menos no intervalo que medeia dos 25 aos 50 dias de vida das plantas, uma perda de até 50% das folhas situa-se na faixa de tolerância inerente. Injúrias provocadas por pragas desfolhadoras, nesta fase da vida das plantas, no nível mencionado, não afetam o desenvolvimento do seu sistema radicular. Ademais, comparando-se a matéria seca média das raízes das plantas desta cultivar com as das que foram estudadas por MENDES (1995), verifica-se um valor mais do que duas vezes maior.

Avaliação das hastes — As desfolhas, nos níveis e idades em que foram praticadas, não afetam a quantidade de matéria seca que as plantas da cultivar em estudo acumulam em suas hastes (eixo principal e ramos laterais) (Tabela 1, b; Tabela 2, b). Resultados iguais foram encontrados por MENDES (1995), estudando as cultivares Pitiúba e CE 670, submetendo-as a 25 e 50% de desfolha, nas mesmas idades utilizadas no presente trabalho. Os resultados foram semelhantes até no prenúncio de estimulação da matéria seca para o nível de 25% de desfolha, sobretudo na idade de 50 dias. Outrossim, este resultado contraria o que foi encontrado por ENYL (1975), segundo o qual plantas de caupi,

quando desfolhadas, apresentam redução de matéria seca nas partes vegetativas, especialmente nos ramos. Desse modo, conclui-se que, pelo menos no intervalo que medeia dos 25 aos 50 dias de vida das plantas, uma perda de até 50% das folhas situa-se na faixa de tolerância inerente. Portanto, injúrias provocadas por pragas desfolhadoras, nessa fase da vida das plantas, no nível mencionado, não afetam o desenvolvimento das suas hastes. Ainda no que concerne à matéria seca das hastes, há que se destacar que a cultivar em estudo a apresentou em maior quantidade do que as estudadas por MENDES (1995), porém, segundo uma diferença não tão avultada quanto a constatada para as raízes. Outrossim, as hastes foram as partes de maior contribuição para as estruturas vegetativas, concordando com o encontrado por SINGH & STOSKOPF (1971), para os cereais, de um modo geral.

Avaliação do sistema foliar — A cultivar EPACE 10 quando tem as suas plantas desfolhadas nos níveis de 50 ou 75%, aos 50 dias após a germinação, apresenta significativa redução na matéria seca total das folhas aos 70 dias (Tabela 1, c; Tabela 2, c). Esse resultado foi um pouco diferente do encontrado por MENDES (1995), que encontrou diferença estatisticamente significativa no nível de 50% de desfolha, até mesmo para a idade de 25 dias, o que não foi constatado no presente trabalho. Essa discrepância da cultivar em estudo, em relação aos estudados por aquela autora pode ser explicada pela pujança do seu sistema vegetativo, posto que, pela quantidade de matéria seca nas folhas, o duplo do apresentado pelos anteriormente mencionados, seguramente, é admissível poder perder uma maior quantidade de área foliar sem maiores conseqüências, tal como foi constatado.

As plantas não desfolhadas (testemunhas) perderam naturalmente uma quantidade de folhas significativamente maior que as submetidas à desfolha (Tabela 1, e). Essa constatação só não é mais contundente devido a sua grande varia-

bilidade dentro dos tratamentos, o que é tornado claro pelo alto coeficiente de variação, da ordem de 76% (Tabela 2, e).

Fisiologicamente, o que foi apontado no parágrafo anterior contraria FERRI *et alii* (1979), pois, segundo estes autores, a produção de etileno aumenta nos órgãos feridos (folhas cortadas), e este hormônio induziria a abscisão prematura das folhas e flores, levando, desse modo, as plantas que sofreram lesão (desfolha), em maior ou menor grau, a terem uma maior perda de folhas. Entretanto, os dados mostraram justamente o inverso. Desse modo, pode-se julgar que, pelo menos para as condições do presente ensaio e em termos de média, as plantas testemunhas diferenciaram uma quantidade de folhas maior do que necessitavam ou podiam manter, daí a maior perda. Por outro lado, as desfolhadas apresentaram uma perda menor, por haver-se-lhe removido o excesso de folhas.

A maior perda de folhas nas testemunhas é aceita como um mecanismo conservador de energia, pois segundo a sugestão de BEEVERS & COOPER (1965), as plantas que se desenvolvem em regiões de clima quente produzem muitas folhas, as quais, quando maduras, podem ter reduzida a capacidade fotossintetizante, mantendo, entretanto, a respiração, sendo, por via de consequência, apenas consumidoras. Outrossim, havendo muitas folhas, uma certa quantidade delas será sombreada por outras, podendo ficar abaixo do ponto de compensação, no que se tornam consumidoras líquidas de fotossintatos e não produtoras.

No que diz respeito ao comprimento e à largura dos folíolos imparipinados das terceiras folhas, contadas a partir do ápice das plantas, aos 42 dias após a germinação (Tabela 1, h, i; Tabela 2, h, i), não houve diferenças significativas entre os tratamentos, pelo que se pode concluir que as desfolhas não afetam as dimensões destas folhas, na idade mencionada. Portanto, as folhas mencionadas, em idades das plantas que não sejam muito apartadas da que foi

estudada, podem ser utilizadas em procedimentos expeditos, tal como o proposto por SANTOS *et alii* (1991), para estimar-se a área foliar, tanto em plantas sadias, quanto nas que hajam sofrido desfolha.

Em razão do que se colocou no parágrafo anterior, há que se lembrar que os coleópteros desfolhadores têm sua maior atividade na fase 2 da cultura, a qual abrange os 42 dias após a germinação.

Avaliação da parte reprodutiva — As mais baixas produções médias de matéria seca em estruturas reprodutivas, foram colhidas das plantas que receberam os tratamentos representados pelas desfolhas de 50 e 75%, aos 50 dias (Tabela 1, g; Tabela 2, g). Esses tratamentos diferiram significativamente do representado pela desfolha de 50% aos 25 dias, sendo inferiores a este último.

Os resultados deste trabalho discrepam dos encontrados por MENDES (1995), que não constatou diferenças significativas para o efeito da desfolha sobre a matéria seca das estruturas reprodutivas, embora tenha trabalhado com outras cultivares. Considerando-se a Figura 1, aos 70 dias após a germinação é que se inicia o período de surgimento das vagens em ponto de colheita na cultivar Pitiúba, e a cultivar estudada no presente trabalho, a despeito de ser do tipo semi-ramador, pode ser um pouco mais tardia, como de fato aconteceu, pois foram obtidas pouquíssimas vagens em ponto de colheita, no momento da coleta dos dados. A maior parte das estruturas reprodutivas colhidas constituiu-se de vagens verdes, em início de desenvolvimento, bem como de botões florais.

Outro aspecto a se examinar, no tocante à influência das desfolhas sobre a produção de estruturas reprodutivas, diz respeito à queda de estruturas reprodutivas. Houve efeitos estatisticamente significativos das desfolhas sobre a queda de estruturas reprodutivas (Tabela 1, g; Tabela 2, g).

TABELA 1 – Matéria seca de diversas partes da planta aos 70 dias após a germinação e comprimento e largura dos folíolos terminais das primeiras folhas a partir dos ápices das plantas aos 42 dias após germinação em caupi cv. EPACE 10. Fortaleza-CE, 1992/93.

| Tratamentos | Matéria seca (g) ¹ | | | | | | | Folíolos terminais (cm) | |
|------------------------------|-------------------------------|------------|------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------|
| | Raízes (a) | Hastes (b) | Folhas (c) | Folhas removidas (d) | Folhas caídas (e) | Estruturas reprodutivas (f) | Estruturas reprodutivas caídas (g) | Comprimento (h) | Largura (i) |
| A - Testemunha | 7,45a | 11,03 | 7,13a | 0,00 | 0,56a | 14,56ab | 0,24a | 10,18 | 7,60 |
| B - 25% desfolha aos 25 dias | 6,64a | 12,25 | 7,25a | 0,30 | 0,16 b | 10,99ab | 0,44a | 10,84 | 7,96 |
| C - 25% desfolha aos 50 dias | 5,59ab | 9,19 | 13,34a | 1,87 | 0,23 b | 14,88ab | 0,24a | 10,52 | 7,92 |
| D - 50% desfolha aos 25 dias | 7,67a | 11,66 | 7,05a | 0,66 | 0,22 b | 17,13a | 0,28a | 10,22 | 7,84 |
| E - 50% desfolha aos 50 dias | 6,62a | 10,78 | 9,44ab | 3,18 | 0,19 b | 10,52 b | 0,23a | 10,04 | 7,72 |
| F - 75% desfolha aos 25 dias | 5,46ab | 8,69 | 12,27a | 1,17 | 0,11 b | 11,33ab | 0,10 b | 9,80 | 7,32 |
| G - 75% desfolha aos 50 dias | 4,19 b | 7,83 | 6,44 b | 4,48 | 0,11 b | 9,77 b | 0,28a | 10,58 | 7,80 |

¹ Médias seguidas pela mesma letra, ou nenhuma, na coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

TABELA 2 – Resumo das análises de variâncias concernentes às variáveis referidas na Tabela 1.

| Causas da variação | gl | Matéria seca (g) ¹ | | | | | | | Folíolos terminais (cm) | |
|------------------------------|----|-------------------------------|------------|------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------|
| | | Raízes (a) | Hastes (b) | Folhas (c) | Folhas removidas (d) | Folhas caídas (e) | Estruturas reprodutivas (f) | Estruturas reprodutivas caídas (g) | Comprimento (h) | Largura (i) |
| Tratamentos | 6 | 7,55* | 13,55* | 11,47* | - | 0,12* | 38,25* | 0,052* | 0,63ns | 0,24ns |
| Resíduo | 28 | 1,44 | 5,06 | 2,00 | - | 0,02 | 9,69 | 0,013 | 0,67 | 0,44 |
| Coefficiente de variação (%) | | 19 | 22 | 23 | - | 76 | 24 | 44 | 8 | 9 |
| DMS _{Tukey} | | 2,31 | 4,34 | 2,72 | - | 0,31 | 6,00 | 0,23 | - | - |

F_{crítico} (5%) = 2,53.

Os dados da Tabela 1(g), embora indiquem que o tratamento representado por 75% de desfolha aos 25 dias haja diferido significativamente dos demais e a eles pareça superior, por representar uma menor perda de matéria seca, ou diversamente, que o tratamento representado pela desfolha no nível de 25% aos 25 dias, haja sido o de maior perda, na prática, isto pode não ter sido verdadeiro, devido às seguintes razões: primeiro, não foi praticada uma separação dos botões das sépalas e das pétalas, e estes dois últimos não podem ser considerados como perdas, desde que o ovário se desenvolva e origine uma vagem; segundo, as plantas mais produtivas, assim se considerando as que produzem a maior quantidade de vagens a serem colhidas, deixarão cair, por via de consequência, uma maior quantidade de pétalas e sépalas.

Súmula da avaliação — Na Tabela 3 são apresentados os dados médios, para a matéria seca total das plantas da cultivar de caupi EPACE 10, colhida aos 70 dias após a germinação. A Figura 5 foi construída mediante a transformação dos dados da Tabela 3 em porcentagens, tomando-se os totais de cada tratamento como 100%.

Comparando-se a Figura 5 com as suas correspondentes (Figs. 3 e 4), percebe-se claramente que a cultivar EPACE 10, agora estudada, apresentou um padrão geral de respostas às desfolhas bem diferente das cultivares CE-670 e Pitiúba, estudadas por MENDES (1995). Todavia, é possível que a diferença geral mencionada deva-se muito à posição relativa no ciclo biofenológico em que os dados foram tomados, isto é, a cultivar EPACE 10 foi colhida, em um momento do seu ciclo biofenológico, quando não havia ainda formado e/ou translocado para as estruturas reprodutivas a quantidade de matéria seca que nessas estruturas estaria alocada alguns dias mais tarde. Desse modo, a colheita aos 70 dias foi precoce, na perspectiva do que se pretendia avaliar, tendo em vista a comparação com as outras duas cultivares, que pelas figuras

mencionadas, exibem maiores porcentagens de matéria seca sob a forma de vagens. No caso da EPACE 10, parte dos fotossintatos que provavelmente iriam para as estruturas reprodutivas, enquanto vagens em ponto de colheita (tal como aludido na Figura 1), ainda estavam nas folhas, e talvez nas raízes também, daí as mais altas porcentagens verificadas para estas partes, na comparação com as outras duas cultivares. Essa é uma explicação plausível, admitindo-se ser a cultivar em menção de ciclo um pouco mais longo que as duas outras empregadas na comparação. Também há uma outra explicação igualmente plausível, pelo que se tem observado ao caupi, ao milho e ao sorgo, e que foi publicado para o coentro por SANTOS & ALVES (1992). Segundo essa outra explicação, a cultivar EPACE 10 pode ser de ciclo idêntico ao da Pitiúba, porém as diferenças biofenológicas ocorreram devido às diferenças no mês em que a germinação teve lugar.

Finalmente, há a possibilidade de os níveis de desfolha haverem afetado em um certo grau a resposta das plantas, pois a literatura registra muitos desses casos, dentre os quais podem ser citados os trabalhos de MOSS (1962) com tomate; MAGGS (1963) e HANSEN (1967) com macieira; BURT (1964) e NOSBERGER & HUMPHRIES (1965) com batatinha; BEGUM & EDEN (1965), TODD & MORGAN (1971) e ENYL (1975) com soja; SWEET & WAREING (1966), estudando o crescimento das plantas; WALLACE & MUNGER (1966), WAREING *et alii* (1968) e MOSJIDIS (1975) com feijão; KING *et alii* (1967) com trigo; STOY (1969), estudando o desenvolvimento das plantas; WAREING *et alii* (1968) com milho; EZEDINMA (1973) e ENYL (1975) com caupi; ENYL (1975) com amendoim; MARTENS & TRUMBLE (1987) com feijão-lima sob ataque de agromizídeos; e TÁVORA (1992), estudando a fisiologia da produção.

A despeito de qual explicação dentre as três apontadas seja a mais aceita ou verdadeira,

TABELA 3 – Matérias secas¹ das partes da planta de caupi cv. EPACE 10 obtidas aos 70 dias após germinação no ensaio de desfolha simulada. Fortaleza-CE, 1992/93.

| Partes observadas | Intensidade de desfolha | | | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| | 0% | aos 25 dias | | | aos 50 dias | | |
| | | 25% | 50% | 75% | 25% | 50% | 75% |
| Raízes | 7,45 | 6,64 | 7,67 | 5,46 | 5,59 | 6,62 | 4,19 |
| Hastes | 11,03 | 12,25 | 11,66 | 8,69 | 9,19 | 10,78 | 7,83 |
| Folhas | 7,13 | 7,25 | 7,05 | 6,14 | 6,67 | 4,72 | 3,22 |
| Estrut. reprodutivas | 14,56 | 10,99 | 17,13 | 11,33 | 14,88 | 10,52 | 9,77 |
| Total | 40,17 | 37,13 | 43,51 | 31,62 | 36,33 | 32,64 | 25,01 |

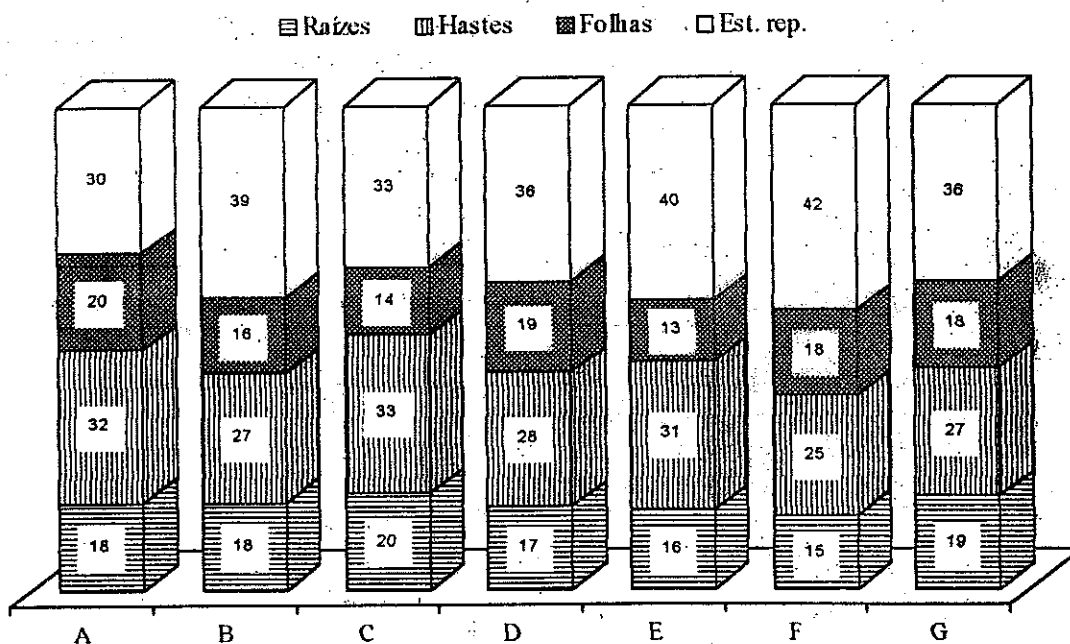
¹ Médias de cinco plantas

FIGURA 5 - Percentagens das matérias secas totais em plantas do cultivar EPACE 10 aos 70 dias após a germinação. Médias de cinco plantas. Fortaleza, 1992/93.

ou até mesmo um misto de todas, pelos dados apresentados e discutidos, na perspectiva do seu objetivo maior, qual seja contribuir com informações que permitam a compreensão e encaminhamento das situações de ataques de insetos desfolhadores aos cultivos de caupi; dentre as

diversas conclusões que se pode inferir, duas são julgadas as mais importantes, a saber: a) as cultivares de caupi, durante a segunda fase do seu ciclo biofenológico, suportam, sem perdas significativas na produção de grãos, níveis de desfolha de até 50%; b) como pode ser confir-

mado no trabalho de SINGH *et alii* (1990), no transcurso da segunda fase do ciclo biofenológico das plantas de caupi, o lapso que medeia do seu início aos 35 dias após a germinação, é o mais significativo do ponto de vista do ataque das pragas desfolhadoras. Para este lapso, que pode chegar até aos 42 dias, a área foliar das plantas pode ser estimada pela função $Y = 2,83nX - 80,64$. Dos 42 dias após a germinação até aos 54 dias do ciclo da planta, a estimação da área foliar pode ser procedida pelo emprego da função $Y = 3,09nX - 182,51$. Nessas funções, definidas por SANTOS *et alii* (1991), X representa a soma das maiores larguras dos folíolos laterais de três folhas, sendo uma da parte superior, outra da parte média e a terceira da parte inferior da planta; n é a quantidade de folhas da planta, a qual pode ser contada, ou estimada pela equação definida por NOGUEIRA & SANTOS (1981), em que $n = 3,19 + 0,37t$, onde t representa a idade da planta em dias, contados a partir da germinação.

As equações apresentadas no parágrafo anterior foram definidas com coeficiente de determinação (R^2) igual ou superior a 95%, principalmente para cultivares ramadores ou semiramadores, pelo que devem ser adotadas preferencialmente para plantas com portes destes tipos. No caso das cultivares de porte ereto, pode haver a necessidade de se estabelecer equações específicas.

CONCLUSÕES

Desfolhas de até 50% sofridas por plantas de caupi durante a fase 2 do seu ciclo biofenológico não afetam significativamente a produção de grãos, o que dispensa o controle das pragas desfolhadoras, ao longo da fase mencionada, enquanto os seus danos forem iguais ou inferiores ao nível apontado.

É possível, por meio de procedimento expedito, estimar a área foliar das plantas de caupi, durante a fase 2 do seu ciclo biofenológico, a

partir de mensuração de folíolos e contagem ou estimação da quantidade de folhas.

Os níveis de desfolha de 25 e 50% não alteram de forma relevante a distribuição de fotoassimilados entre as partes das plantas de caupi.

A quantidade de folhas apresentadas pela planta de caupi é superior à requerida para a produção normal de grãos, o que sugere trabalhos de seleção no sentido de melhorar-lhe a arquitetura, objetivando formar demandas fortes nos órgãos de importância econômica capazes de bem drenar os assimilados e assim estimular o processo fotossintético.

LITERATURA CITADA

- ARAÚJO, J. P. P.; RIOS, G. P.; WAT, E. E.; NEVES, B. P.; FAREGIA, N. K.; OLIVEIRA, I. P.; GUIMARÃES, C. M. & SILVEIRA FILHO, A. (1984). *Cultura do caupi. Vigna unguiculata (L.) Walp.; descrições e recomendações técnicas de cultivo*. Goiânia: EMBRAPA/CNPq. 82p. (EMBRAPA. Circular Técnica. 18).
- BEEVERS, L. & COOPER, J. P. (1965). Influence of temperature on growth and metabolism of ryegrass. I - Seedling growth and yield components. *Crop Science*, Madison. 4: 39-143.
- BEGUM, A. & EDEN, W. G. (1965). Influence of defoliation on yield and quality of soybeans. *Journal of Economic Entomology*, Lanham. 58(3):591-592.
- BURT, R. L. (1964). Carbohydrate utilization as a factor in plant growth. *Australian Journal of Biological Sciences*. Melbourne. 17: 867-877.
- CARNEIRO, J. S. (1983). *Reconhecimento e controle das principais pragas de campo e de grãos armazenados de culturas temporárias no Amazonas*. Manaus: EMBRAPA-UEPAE. (EMBRAPA. Circular Técnica. 17).
- ENYI, B. A. C. (1975). Effects of defoliation on growth and yield in groundnut (*Arachis hypogea*), cowpea (*Vigna unguiculata*), soybean (*Glycine max*) and green

- gram (*Vigna aurens*). *Annals of Applied Biology*. Warwick. 79:55-66.
- EZEDINMA, F. O. C. (1973). Effects of defoliation and topping on semi-upright cowpeas *Vigna unguiculata* (L.) Walp. in a humid tropical environment. *Experimental Agriculture*. New York. 9:203-207.
- FERRI, M. G. (1986). *Fisiologia Vegetal*. São Paulo: EPU, v. 2.
- HANSEN, P. (1967). ¹⁴C-studies on apple tree. I. The effect of the fruit on the translocation and distribution of photosynthates. *Physiologia Plantarum*. Copenhagen. 20:382-391.
- KING, R. W. WARDLA, I. E. & EVANS, L. T. (1967). Effect of assimilate utilization on photosynthetic rate in wheat. *Planta*. New York. 77: 261-276.
- MAFRA, R. C. (1979). Contribuição ao estudo da cultura do "feijão macassar" fisiologia, ecologia e tecnologia da produção. In: *Cursos de treinamento para pesquisadores de caupi*. I. Goiânia. 1979. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF.
- MAGGS, D. H. (1963). The reduction in growth brought about by fruiting. *Journal of Horticultural Science*. Ashford. 38:119-28.
- MARTENS, B. & TRUMBLE, J. T. (1987). Structural and photosynthetic compensation for leafminer (Diptera: Agromyzidae) injury in lima beans. *Environmental Entomology*, Lanham. 16(2):374-377.
- McWEN, J. (1972). Effects of defoliating different zones on the plant in field beans (*Vicia faba*). *Journal of Agricultural Science*. Port Chester. 78(3):487-490.
- MENDES, S. P. (1995). Efeito da desfolha sobre a distribuição de matéria seca em *Vigna unguiculata* (L.) Walp: um enfoque na perspectiva das pragas desfolhadoras. Fortaleza: UFC. 44p. (Tese de mestrado).
- MOSJIDIS, J. (1975). Distribución de la materia seca entre los órganos aéreos de varios cultivares de frejol (*Phaseolus vulgaris* L). *Fitotecnia Latinoamericana*. San José. 11(1):29-33.
- MOSS, D. N. (1962). Photosynthesis and bareness. *Crop Science*. Madison. 2:366-367.
- NOGUEIRA, R. S. A. & SANTOS, J. H. R. (1981). Avaliação do ataque de pragas segundo fases da biologia do feijão-de-corda, cv. 'Pitiúba'. *Ciência Agromômica*. Fortaleza. 12(1/2):1-16.
- NOSBERGER, J. & HUMPHRIES, E. C. (1965). The influence of removing tubers on dry matter production and net assimilation rate of potato plants. *Annals of Botany* (N.S). London.. 29:579-588.
- QUINDERÉ, M. A. W. & SANTOS, J. H. R. (1985). Índice de diversidade da entomofauna em caupi consorciado com milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 20(10):1119-1123.
- ROSAS, G. S. (1967). Influencia de la defoliación parcial en plantas de soja (*Glycine max*). *Turrialba*, San José, 17(1):93-97.
- SANTOS, J. H. R. (1993). Componentes de um modelo para avaliação de danos provocados por pragas de insetos: manejo do caupi. Mossoró: ESAM.
- SANTOS, J. H. R. & ALVES, J. M. (1992). Biofenologia do coentro. *Acta Botanica Brasilica*, Brasília, 6(1):73-78.
- SANTOS, J. H. R.; ARAGÃO, F. A. S.; SOUZA, R. C. S.; SALES, P. V. P. & ANDRADE, D. C. V. (1993). Dados sobre a planta de caupi em diversos lapsos do ciclo fenológico. *Revista de la Facultad de Agronomía*. Maracay. 19:301-317.
- SANTOS, J. H. R.; BARBOSA, P. G.; CORREA, M. C. M.; ANDRÉ, C. M. G. & LAVOR, C. (1991). Desfolhasimulada do caupi. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI. 3. Fortaleza, 1991, *Resumos* Fortaleza.
- SANTOS, J. H. R. & QUINDERÉ, M. A. W. (1988). Distribuição, importância e manejo das pragas do caupi no Brasil. In: *O caupi no Brasil*. Brasília: EMBRAPA. p. 607-649.
- SILVA, A. B. & MAGALHÃES, B. P. (1980). Insetos nocivos à cultura do feijão caupi (*Vigna unguiculata*) no Estado do Pará. Belém: EMBRAPA-CPATU. (Boletim de pesquisa).

- SINGH, I. D. & STOSKOPF, N. C. (1971). Harvest index in cereals. *Agronomy Journal*, Madison, 63:224-226.
- SINGH, S. R.; JACKAI, L. E. N.; SANTOS, J. H.R. & ADALLA, C. B. (1990). Insect pests of cowpea. In: SINGH, S. R. *Insect pests of food legumes*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., p. 43-89.
- STOY, V. (1969). Interrelationships among photosynthesis, respiration and movement of carbon in developing crops. In: EASTIN, J. D.; HASKINS, F. A.; SULLIVAN, C.Y. & VAN BAVEL, C. H. M. (eds). *Physiological Aspects of Crop Yield*. Madison: ASA-CSSA, p. 185-202.
- SWEET, G. B. & WAREING, P. F. (1966). Role of plant growth in regulating photosynthesis. *Nature*, London, 210:77-79.
- TÁVORA, F. J. A. F. (1992). *Cadernos de fisiologia da população, distribuição e assimilados e produtividade das plantas*. Fortaleza: CCA/UFC.
- TODD, J. W. & MORGAN, L. W. (1972). Effects of hand defoliation on yield and seed weight of soybeans. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, 65(2): 567-570.
- WALLACE, D. H. & MUNGER, H. M. (1966). Studies of the physiological basis for yield differences. II - Variations in dry matter distribution among aerial organs for several dry bean varieties. *Crop Science*, Madison, 6:503-507.
- WAREING, P. F.; KHALIFA, M. M. & TREHARNE, K. J. (1968). Rate-limiting processes in photosynthesis at saturating light intensities. *Nature*, London, 220:453-457.