

PARTIÇÃO DE NITROGÊNIO E DISTRIBUIÇÃO DA MATÉRIA SECA EM TRÊS CULTIVARES DE CAUPI¹

JOAQUIM A.G. DA SILVEIRA², PAULO R.C. CASTRO e ANTONIO R. DECHEN³

RESUMO - Realizou-se um experimento em vasos, sob condições naturais, utilizando-se três cultivares de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., possuidoras de distintas potencialidades para produção em condições naturais de cultivo: Epace-1 (1.600 kg.ha⁻¹), Epace-6 (1.200 kg.ha⁻¹) e Epace-8 (1.300 kg.ha⁻¹). As plantas foram colhidas aos 14, 28, 42, 56 e 70 dias após a germinação (DAG). O acúmulo de N, expresso em g.planta⁻¹.dia⁻¹, apresentou relação positiva com a produção de matéria seca, expressa na mesma unidade. Aos 70 DAG, as cultivares Epace-6 e Epace-8 apresentaram, respectivamente, 57% e 53% do N total da planta nas sementes + vagens, enquanto a cultivar Epace-1 apresentou somente 14%. No período de enchimento das sementes (56-70 DAG) das cultivares mais precoces, Epace-6 e Epace-8, ocorreu acentuado decréscimo nas quantidades relativas de N das folhas (64% e 58%), caules (65% e 61%) e raízes (32% e 36%), respectivamente. Epace-1, mais tardia, apresentou um decréscimo de 30% e 8% em folhas e raízes, respectivamente, e um acréscimo de 8% nos caules, no mesmo intervalo de tempo. É possível que a diferença de produtividade, apresentada pelas três cultivares, esteja relacionada com a duração do período de mobilização de N a partir dos órgãos vegetativos.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata*, órgãos vegetativos, sementes, culturas, legumes.

NITROGEN PARTITIONING AND DRY MATTER DISTRIBUTION IN THREE COWPEA CULTIVARS

ABSTRACT - The N - mobilization intensity from vegetative organs into growing seeds is a determinative factor on yield of legume crops. With the objective of studying this relationship, an experiment was carried out in pots, under natural conditions, using three cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivars with distinct yield potentials for production under tillage conditions: Epace-1 (1,600 kg.ha⁻¹) and Epace (1,200 kg.ha⁻¹) and Epace-8 (1,300 kg.ha⁻¹). The plants were harvested 14, 28, 42, 56, and 70 day after germination (DAG). The N accumulation, expressed by g.plant⁻¹ days showed a positive relationship with dry matter (DM) production. At 70 DAG, Epace-6 and Epace-8 cultivars presented 57% and 53%, respectively of total plant N into seeds plus pods, while Epace-1 cultivar yielded 14% only. During the seed-filling period (56 to 70 DAG) of the more precocious cultivars (Epace-6 and Epace-8) a pronounced decrease occurred in relative N content of leaves (64% and 58%), stems (65% and 61%) and roots (32% and 36%), respectively. Epace-1, later cultivar, presented 30% and 8% decrease in leaves and roots, respectively, and an 8% increase in stems for the same time interval. It is possible that the difference in yield among the three cultivars be associated with duration of the period of N mobilization from vegetative organs.

Index terms: *Vigna unguiculata*, vegetative organs, seeds, crops, legumes.

INTRODUÇÃO

O caupi, *Vigna unguiculata*, conhecido popularmente no Brasil como "feijão macassar", "feijão-decorda" e "feijão baiano", é o principal responsável pelo suprimento protéico de grande parte da população do Norte e Nordeste. Apesar disso, sua produ-

tividade média é muito baixa, sendo estimado, para o estado do Ceará, um valor em torno de 560 kg.ha⁻¹ (Tenório 1981).

O rendimento de culturas leguminosas, como feijoeiro e soja, é grandemente afetado pela assimilação e distribuição de N entre órgãos vegetativos e reprodutivos (Westermann et al. 1985). São observadas grandes diferenças entre cultivares, quanto às relações entre partição de N, produção de sementes e concentração de proteínas em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) (Wood et al. 1979) e em soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (Neyra 1986).

¹ Aceito para publicação em 27 de outubro de 1988.

² Eng. - Agr., Dr., Prof., Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz"/USP e Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA)/USP, Caixa Postal 9, CEP 13400 Piracicaba, SP.

³ Eng. - Agr., Dr., Prof., ESALQ.

Cultivares de soja com elevada concentração de proteínas nas sementes apresentam uma partição de N mais rápida, com maior intensidade de alocação de matéria seca e N nas sementes, menor período de enchimento das sementes e menores rendimentos (Salado-Navarro et al. 1985). Outros trabalhos têm demonstrado que a duração do período de enchimento das sementes está positivamente relacionada com a produtividade final (Gay et al. 1980).

A hipótese da "auto-destruição" (Sinclair & Wit 1975) estabelece que a intensa demanda por N nas sementes de culturas como soja e feijoeiro provoca um rápido esgotamento no N de órgãos vegetativos, durante a fase de enchimento dos grãos. Tem sido postulado que esse processo de mobilização rápida de N pode limitar o estabelecimento de rendimentos elevados nessas culturas.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um modelo de distribuição de N e matéria seca em plantas de três cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), e relacioná-lo com a produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

Condições experimentais

O experimento foi conduzido em vasos de argila contendo aproximadamente 10 kg de terra proveniente da camada superficial (horizonte Ap) do Latossolo Roxo série Luiz de Queiroz, misturada previamente com esterco de gado (curtido) e areia, na proporção de 2:1:1, sob condições naturais, no horto experimental do Departamento de Botânica da ESALQ/USP, Piracicaba, SP, à latitude 22° 45' Sul, longitude 47° 38' Oeste e altitude de 560 m.

Material vegetal e delineamento

Foram utilizadas três cultivares, lançadas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará, denominadas Epace-1, Epace-6 e Epace-8, cujas características botânicas e agrônomicas são apresentadas na Tabela 1. Foi empregado o delineamento estatístico em faixas subdivididas, com três repetições, sendo as parcelas principais constituídas pelas três cultivares, e as subparcelas, pelas diferentes épocas de colheita: 14, 28, 42, 56 e 70 dias após germinação (DAG).

Condução do experimento

Após a germinação das sementes, foram selecionadas duas plantas por cada vaso, através de desbaste. Os vasos foram irrigados, diariamente, com água comum até a proximidade de capacidade de campo, não sendo necessária aplicação de nenhum tipo de fertilizante, com base no aspecto visual das plantas. Periodicamente, foi efetuada a eliminação manual das ervas daninhas. As principais ocorrências meteorológicas que se verificaram ao longo do período experimental (após germinação das sementes) encontram-se resumidas na Tabela 2 (dados coletados no Posto Meteorológico do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP).

Amostragem e mensuração do peso da matéria seca e concentração de N total

Nas cinco épocas pré-determinadas, foram coletadas amostragens destrutivas para mensuração do peso da matéria seca e concentração de N total em raízes, caules, sementes e vagens. O material foi coletado sempre pela manhã (9 hs), separando-se folhas, caules e ramos, vagens e raízes. Estas últimas foram separadas da terra, com uso de água corrente e auxílio de peneira de 1 mm de malha, até eliminação completa das partículas de solo. Em seguida, as partes foram colocadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 60°C - 70°C, durante 72 horas. Após a secagem, o material foi passado em moinho até 20 mesh. A concentração de N total foi determinada pelo método volumétrico de Kjeldahl, descrito por Sarruge & Haag (1974).

TABELA 1. Características botânicas de três cultivares de *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Característica	Epace-1	Epace-6	Epace-8
Floração média	41 dias	39 dias	40 dias
Ciclo	70 dias	68 dias	70 dias
Forma da folha	lanceolada	globosa	globosa
Porte	ereto semi-ramador	moita	ereto
Altura média	46 cm	40 cm	32 cm
Peso de 100 sementes	19 g	18 g	12 g
Cor da semente	creme	marrom	marrom claro
Rendimento	1.600 kg/ha	1.200 kg/ha	1.300 kg/ha
Número de sementes/legume	13	15	—
Forma das sementes	semi-esférica	reniforme	—
Nome original	TVx 289-4G	TVx 1836-013J	—
Procedência	Nigéria, IITA	Nigéria, IITA	—

Fonte: Castro et al. 1984

TABELA 2. Principais ocorrências meteorológicas verificadas ao longo do ciclo de três cultivares de *Vigna unguiculata*, em Piracicaba, SP, 1982. Médias de cinco dias.

Mês	Dias	Temperatura (°C)			Umid. relativa (%)	Precip. (mm)	Precip. número dias
		Min.	Média	Máx.			
Setembro	01 - 05	14,2	21,7	24,1	74,5	1,4	1
	06 - 10	10,2	18,1	26,2	69,1	0,0	—
	11 - 15	13,6	22,3	31,0	57,9	0,0	—
	16 - 20	14,4	22,6	30,8	67,4	1,2	1
	21 - 25	12,4	19,1	25,8	69,7	0,2	1
	26 - 30	14,0	21,2	28,4	71,0	5,3	1
Outubro	01 - 05	14,5	20,9	27,3	81,3	62,1	4
	06 - 10	16,2	21,4	26,6	86,7	93,1	4
	11 - 15	13,6	20,1	26,6	77,7	54,8	2
	16 - 20	14,5	21,5	28,6	75,3	34,9	4
	21 - 25	18,4	24,8	31,1	75,9	1,4	1
	26 - 31	18,3	24,3	31,6	73,7	8,2	2
Novembro	01 - 05	18,9	26,0	33,1	68,3	8,7	2
	06 - 10	18,9	25,2	31,2	74,0	0,0	—

Cálculo da taxa de crescimento relativo (TCR) e da taxa de acúmulo relativo de N (TAR_N)

Os índices taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de acúmulo relativo de N (TAR_N) da planta foram calculados a partir das curvas de acúmulo de matéria seca e N (Fig. 1), su-

pondo que os parâmetros variaram segundo uma função exponencial, no período de 28 a 70 DAG. A TCR foi determinada através da relação $TCR = \ln W_2 - \ln W_1 / t_2 - t_1$, onde W_2 e W_1 representam o peso de matéria seca (g) acumulada no período $t_2 - t_1$ (14 dias), enquanto a TAR_N foi calculada a partir da relação: $TAR_N = \ln N_2 - \ln N_1 / t_2 - t_1$, onde N_2 e N_1

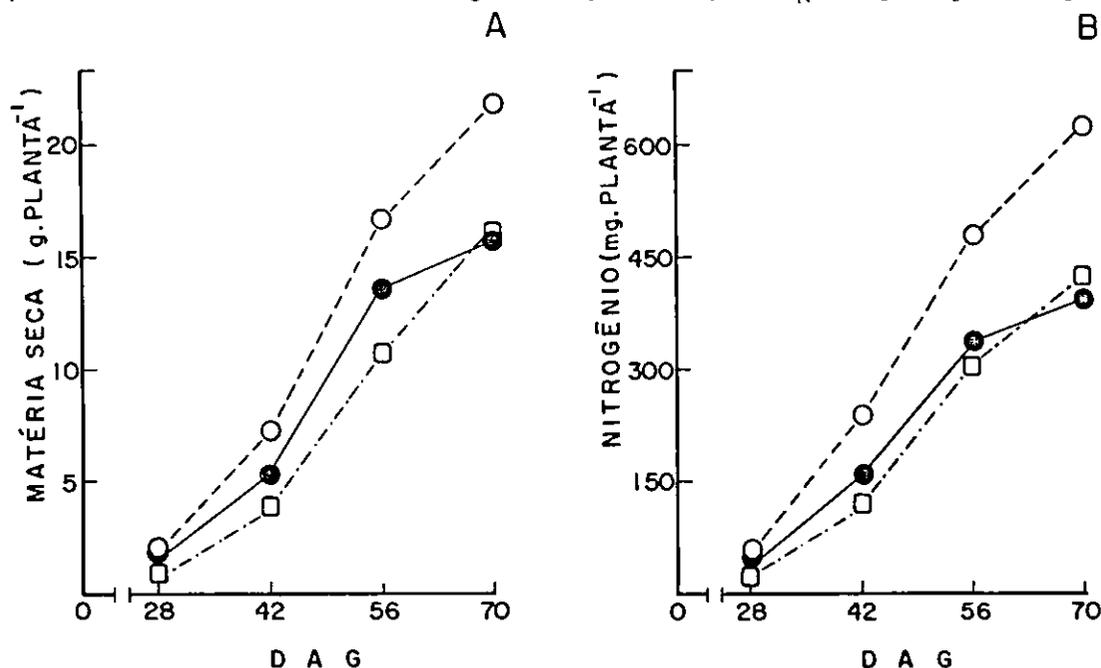


FIG. 1. Acúmulo de matéria seca (A) e de nitrogênio (B) na planta inteira de três cultivares de caupi: Epace-1 (○---○), Epace-6 (●---●) e Epace-8 (□-.-□), em diferentes dias após germinação (DAG).

representam a quantidade de nitrogênio presente no tempo t_2 e t_1 (14 dias) na planta integral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acúmulo de nitrogênio e produção de matéria seca

A Fig. 1 apresenta a variação de matéria seca (A) e de N (B) acumulado na planta inteira, das cultivares Epace-1, Epace-6 e Epace-8, nos diferentes estádios de crescimento. Os valores de taxa de crescimento relativo (TCR) e de taxa de acúmulo relativo de N na planta (TAR_N), calculados a partir desses resultados, são mostrados na Tabela 3.

Os dados revelam que os valores de TCR e de TAR_N variam de maneira proporcional nas três cultivares. Apesar de representarem variações médias, em intervalos de 14 dias, os incrementos de biomassa seca e de nitrogênio calculados sugerem um crescimento mais intenso no período de pré-florescência (28 - 70 DAG). Os valores de TCR e de TAR_N , no intervalo de 28 - 70 DAG, não são suficientes para explicar o maior crescimento e produtividade da cultivar Epace-1, em relação às duas outras. Conforme demonstrado anteriormente (Castro et al. 1984), é a duração de área foliar (DAF $cm^2/planta/70$ dias) o índice biométrico mais importante para essa finalidade.

Os resultados da Fig. 1 indicam a existência de uma relação positiva entre o acúmulo de N e a produção de matéria seca, na planta inteira. Esses dados evidenciam que as três cultivares de caupi não apresentaram período de crescimento com uma fase nítida de armazenamento de N nas partes vegetativas. Essa observação pode ser constatada através da variação da concentração de N total (%N) em raízes, caules e folhas, aos 28, 42, 56 e 70 DAG. Portanto, até o período de florescimento e início de formação de vagens (44 - 56 DAG), a aquisição de N é dire-

tamente proporcional à produção de matéria seca. No período de enchimento das sementes (56 - 70 DAG nas cultivares Epace-6, e Epace-8), observa-se uma intensa mobilização de N dos órgãos vegetativos para as sementes.

A aquisição contínua de N, ao longo do período de crescimento vegetativo das três cultivares de caupi, está de acordo com resultados obtidos com feijoeiro (Westermann et al. 1985) e soja (Salado-Navarro et al. 1985). Em feijoeiro, a inexistência de um período de armazenamento de N nas partes vegetativas contribui para maior dependência do suprimento deste nutriente, quer seja por simbiose com bactérias fixadoras de N, quer seja através de fertilizantes. Essa dependência torna-se crítica no período de florescimento, tendo em vista a acentuada diminuição na atividade da nitrogenase nos nódulos (Hungria & Neves 1986).

É interessante observar que em algumas culturas (fumo, algodoeiro, batata, cana-de-açúcar) se verifica uma fase nítida de armazenamento de N, geralmente anterior ao período de maior crescimento. Na fase seguinte, observa-se uma intensa redistribuição de N, com baixíssimas taxas de acúmulo (Raper Júnior et al. 1976, 1977, Pearson & Muirhead 1984, Silveira 1985). Desse modo, a intensa mobilização de N dos órgãos vegetativos para os reprodutivos, em curto espaço de tempo, em culturas como caupi, poderá limitar a obtenção de rendimentos elevados, como já observado para outras culturas (Sinclair & Wit 1975).

Distribuição de N e matéria seca entre os órgãos vegetativos

Os resultados referentes à distribuição de N e matéria seca entre raízes, caules e folhas das cultivares Epace-1, Epace-6 e Epace-8, nos diferentes estádios de crescimento, encontram-se nas Fig. 2, 3 e 4. Os valores estão expressos em percentagem (%)

TABELA 3. Valores de taxas de crescimento relativo (TCR) e de taxa de acúmulo relativo de N na planta (TAR_N), nas cultivares Epace-1, Epace-6 e Epace-8.

Período (DAG)	TCR ($g\ MS.g^{-1}\ MS.dia^{-1}$) $\times 10^{-3}$			TAR_N ($mg\ N.mg^{-1}\ N.dia^{-1}$) $\times 10^{-3}$		
	Epace-1	Epace-6	Epace-8	Epace-1	Epace-6	Epace-8
28 - 42	87	68	86	97	74	92
42 - 56	59	67	69	49	51	61
56 - 70	20	09	27	19	12	23

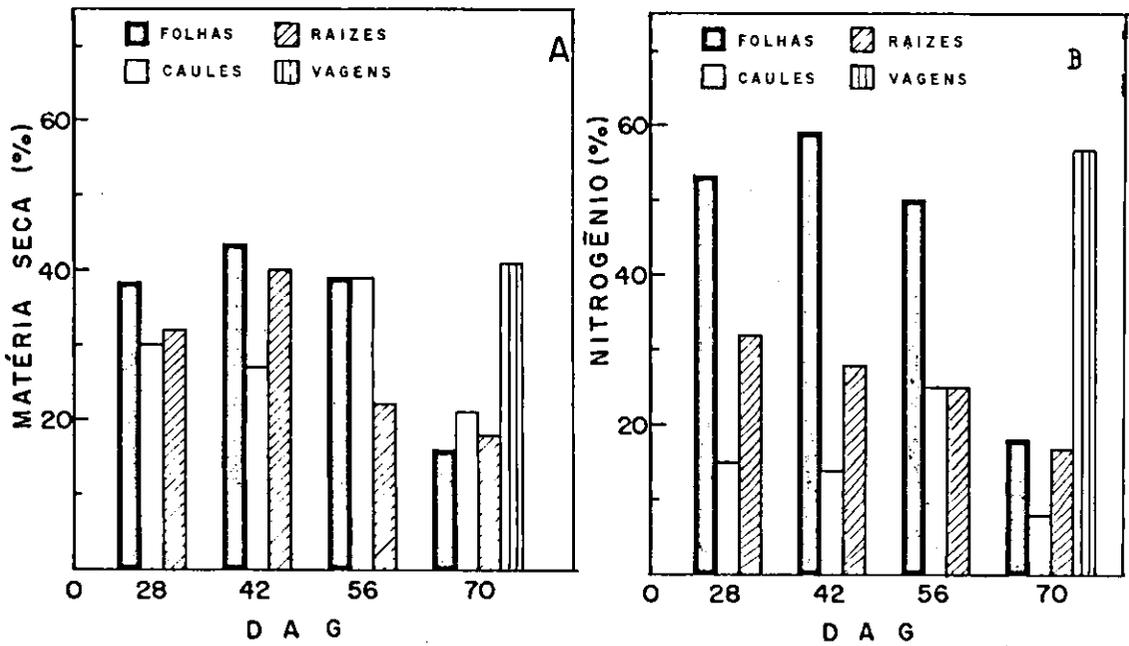


FIG. 2. Distribuição relativa de matéria seca (A) e de nitrogênio (B), expressos como % em relação ao total acumulado na planta, em folhas, caules, raízes e vagens e em diferentes dias após germinação (DAG), na cultivar Epace-6.

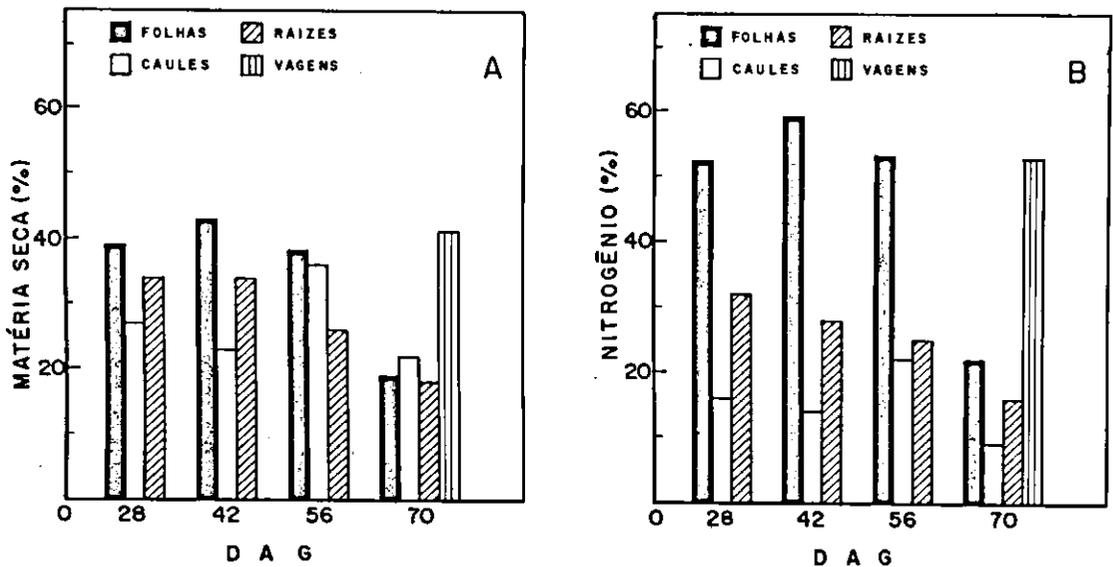


FIG. 3. Distribuição relativa de matéria seca (A) e de nitrogênio (B), expressos como % em relação ao total acumulado na planta, em folhas, caules, raízes e vagens e em diferentes dias após germinação (DAG), na cultivar Epace-8.

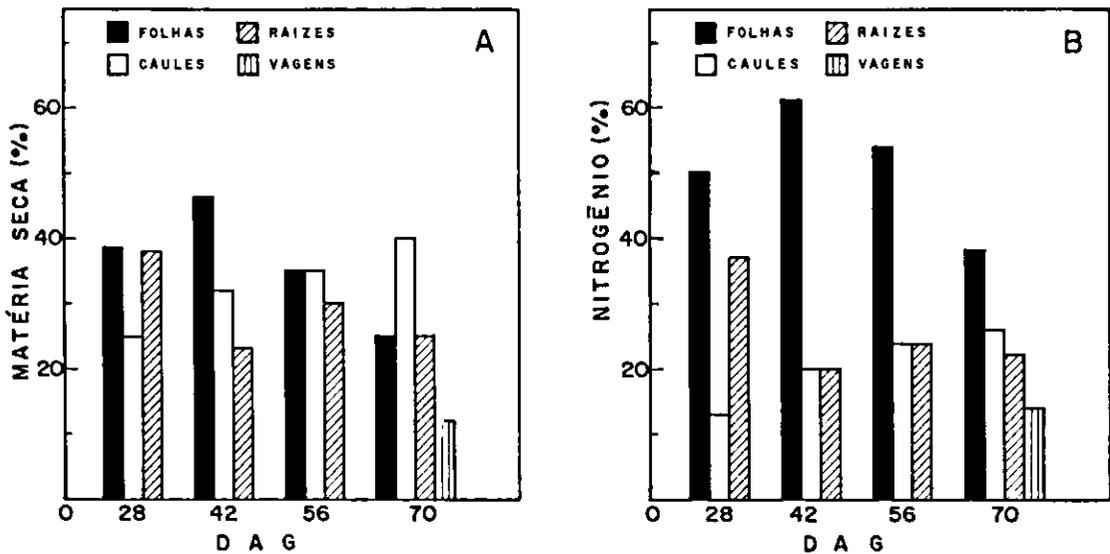


FIG. 4. Distribuição relativa de matéria seca (A) e de nitrogênio (B), expressos como % em relação ao total acumulado na planta, em folhas, caules, raízes e vagens e em diferentes dias após germinação (DAG), na cultivar Epace-1.

em relação ao total acumulado na planta inteira, dentro de um determinado período de crescimento (DAG). Com relação à concentração de N total (%N), verificou-se que as folhas apresentaram maiores concentrações, seguidas pelas raízes e caules. Não se verificaram diferenças significativas entre cultivares quanto à percentagem de N nos órgãos vegetativos, apesar de a cultivar Epace-6 apresentar valores ligeiramente inferiores aos das demais, em folhas e caules. Os valores médios encontrados, até o período de florescimento, nas cultivares Epace-1, Epace-6 e Epace-8, foram, respectivamente:

folhas = 4,22; 3,94; 4,12.

caules = 1,81; 1,52; 1,77.

raízes = 2,48; 2,73; 2,73.

Quanto à variação da percentagem de N durante as fases de crescimento, observou-se um aumento, no período de 28 a 42 DAG, praticamente com a mesma intensidade nas três cultivares, nas folhas e caules. O aumento médio verificado foi: folhas = de 3,83 para 4,31%; caules = de 1,55 para 1,84%. Nas raízes, a variação foi de 2,79 para 2,72%. No período de 56 a 70 DAG, verificou-se uma diminuição na percentagem de N apenas nas cultivares mais precoces (Epace-6 e Epace-8), as quais se encontravam em fase de enchimento - maturação de sementes,

enquanto a cultivar Epace-1, que estava em início de enchimento das sementes, não apresentou diminuição na percentagem de N, mostrando, inclusive, pequenos incrementos no caule e raízes. A variação neste período foi:

Epace-6: folhas = 3,94 a 3,42%; caules = 1,58 a 0,90%; raízes 2,73 a 2,43%

Epace-8: folhas = 4,25 a 3,45%; caules = 1,74 a 1,07%; raízes = 2,77 a 2,48%.

Epace-1: folhas = 4,43 a 4,28%; caules = 1,85 a 1,94%; raízes = 2,32 a 2,59%.

No mesmo período, as folhas totalmente senescentes apresentaram percentagem de N (média das três cultivares) de 2,12%, o que representa uma redução de cerca de 50% em relação às folhas verdes.

Os resultados acima estão dentro do esperado para culturas produtoras de legumes e de acordo com diversos trabalhos realizados com caupi, feijoeiro e soja (Eaglesham et al. 1977, Oliker et al. 1978, Westermann et al. 1985). É importante observar o papel dos caules (na realidade, caules, ramos e pecíolos) no acúmulo e partição de N. No período de enchimento das sementes (56 - 70 DAG), nas culti-

vares Epace-6 e Epace-8, a concentração de N é drasticamente reduzida (cerca de 40%) nestes órgãos, apresentando, inclusive, redução maior que a de folhas (cerca de 15%), no mesmo período. Levando-se em consideração o papel metabólico fundamental das folhas, principalmente quanto à fotossíntese e assimilação de N, seria interessante desenvolver cultivares de caupi com potencial para armazenar significativas quantidades de N (proteínas, aminoácidos, NO_3^-) nos caules, para posteriormente mobilizá-las para as sementes.

Distribuição de N e matéria seca entre órgãos vegetativos e sementes

Os resultados referentes à distribuição de N e matéria seca, nas três cultivares, já foi apresentado nas Fig. 2, 3 e 4. De modo geral, as folhas contêm maior proporção relativa de N e matéria seca no período de maior crescimento vegetativo (28 - 55 DAG), do que os caules e as raízes. Aos 56 DAG, os valores relativos de N acumulado em folhas, caules e raízes foram, respectivamente (média das três cultivares), 52%, 24% e 24%. No mesmo período, os valores de matéria seca foram de, respectivamente, 37%, 37% e 26%. Os modelos de distribuição de N e matéria seca são bastante semelhantes entre si, nas três cultivares. As proporções relativas são praticamente idênticas nas cultivares Epace-6 e Epace-8, enquanto o caráter mais tardio de Epace-1 é nitidamente indicado pelo modelo de distribuição.

As proporções relativas de cada fração (raízes, caules, folhas, sementes e vagens) variam amplamente com o estágio de crescimento (Fig. 2, 3 e 4), sendo possível visualizar nitidamente a partição de N e C (matéria seca) dos órgãos vegetativos para as sementes. As cultivares Epace-6 e Epace-8 apresentaram, aos 70 DAG, respectivamente, 57/46% e 53/41% do total de N e matéria seca acumulado na planta, dentro das partes reprodutivas (sementes e vagens), enquanto a cultivar Epace-1 apresentou somente 14/12%, no mesmo período. Esses resultados evidenciam a precocidade das duas primeiras cultivares, em relação à Epace-1. Tendo em vista que a contribuição da casca é bastante baixa, em relação ao total de N acumulado em sementes e vagem (Oliker et al. 1978, Hungria & Neves 1986), pode-se afirmar que as cultivares Epace-6 e Epace-8 encontram-se em término de maturação. Westermann et al. (1985) obtiveram valores de 68% e 53% para N e matéria seca, respectivamente, acumulados em sementes de feijoeiro.

Alguns trabalhos têm relatado a necessidade da aquisição de N (fixação de N_2 ou N proveniente de solo/fertilizantes) e de C (na fotossíntese) durante o período de florescimento e início de enchimento de sementes em feijoeiro e soja (Williams et al. 1981, Westermann et al. 1985, Hungria & Neves 1986). Os resultados aqui apresentados indicam um acúmulo contínuo de N nas plantas e um período, de curta duração, com intensa mobilização de N e C para as sementes. Supondo que essa rápida partição de N poderá limitar a obtenção de rendimentos elevados, conforme a hipótese da auto-destruição (Sinclair & Wit 1975), poder-se-ia conjecturar que os maiores rendimentos observados em Epace-1 sob condições de cultivo (Tabela 1) estão positivamente relacionados com a maior duração do período de partição de N, quando se compara com as cultivares Epace-6 e Epace-8. Esta idéia está de acordo com conclusões obtidas por Salado-Navarro et al. (1985), trabalhando com soja.

Nesse contexto, estudos mais detalhados, envolvendo partição de C e N, poderão contribuir decisivamente para a compreensão dos mecanismos de produtividade de legumes, inclusive caupi.

CONCLUSÕES

1. Os órgãos vegetativos (raízes, caules e folhas) exercem importante papel na mobilização de N e matéria seca (carbono) para as sementes de caupi em crescimento.
2. Os caules (+ pecíolos) são de fundamental importância nesse processo, tendo em vista a necessidade de manutenção da atividade metabólica das folhas, durante e após o período de florescimento. Quantitativamente, os caules podem apresentar redução de até 40% nos teores de N, durante o período de enchimento das sementes, que corresponde a uma diminuição de 75% no conteúdo total de N.
3. Os modelos de partição de N e de matéria seca, ao longo da ontogênese, são semelhantes entre si, nas três cultivares. A cultivar mais tardia e de maior produtividade, Epace-1, apresenta maior duração de área foliar e maior período de tempo na redistribuição de N dos órgãos vegetativos para as sementes, comparada com as cultivares mais precoces, Epace-6 e Epace-8.

REFERÊNCIAS

- CASTRO, P.R.C.; BERGAMASCHI, H.; SILVEIRA, J.A.G.; MARTINS, P.F.S. Desenvolvimento comparado de três cultivares de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *An. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz*, 41:555-84, 1984.

- EAGLESCHAM, A.R.J.; MINCHIN, F.R.; SUMMERFIELD, R.J.; DART, P.J.; HUXLEY, P.A.; DAY, J.M. Nitrogen nutrition of cowpea (*Vigna unguiculata*). III. Distribution of nitrogen within effectively nodulated plants. *Exp. Agric.* **13**:369-80, 1977.
- GAY, S.; ENGLI, D.B.; REICOSKY, D.A. Physiological aspects of yield improvement in soybeans. *Agron. J.*, **72**:387-91, 1980.
- HUNGRIA, M. & NEVES, M.C.P. Efeito da manipulação de fotossintatos na fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, **21**(1):9-24, 1986.
- NEYRA, C.A. Nitrogen nutrition of grain legumes. In: NEYRA, C.A., ed. *Biochemical basis of plant breeding*. Boca Raton, Florida, CRC Press Inc., 1986. v.2, p.131-43.
- OLIKER, M.; POLJAKOFF-MAIYBER, A.; MAYER, A.M. Chances in weight, nitrogen accumulation, respiration and photosynthesis during growth and development of seeds and pods of *Phaseolus vulgaris*. *Am. J. Bot.*, **65**:636-71, 1978.
- PEARSON, C.J. & MUIRHEAD, W.A. Nitrogen uptake. In: PEARSON, C.J. ed. *Control of crop productivity*. s.l., Academic Press, 1984. 315p.
- RAPER JÚNIOR, C.D.; PARSONS, L.R.; PATTERSON, D.T.; KRAMER, P.J. Relationships between growth and nitrogen accumulation for vegetative cotton and soybean plants. *Bot. Gaz.*, **138**:129-37, 1976.
- RAPER JÚNIOR, C.D.; PATTERSON, D.T.; PARSONS, L.R.; KRAMER, P.J. Relative growth and nutrient accumulation rates for tobacco. *Plant Soil*, **46**:473-86, 1977.
- SALADO-NAVARRO, L.R.; HINSON, K.; SINCLAIR, T.R. Nitrogen partitioning and dry matter allocation in soybeans with different seed protein concentration. *Crop. Sci.*, **25**(7):451-55, 1985.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, Departamento de Química, ESALQ/USP, 1974. 56p.
- SILVEIRA, J.A.G. *Interações entre assimilação de nitrogênio e crescimento de cana-de-açúcar (Saccharum spp) cultivada em condições de campo*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1985. p.153. Tese Doutorado.
- SINCLAIR, T.R. & WIT, C.T. Comparative analysis of photosynthate and N requirements in the production of seeds by various crops. *Science*, **189**:465-567, 1975.
- TENÓRIO, Z. *Crescimento e concentração de nutrientes e de sódio em Vigna sinensis (L.) end. "Seridó" cultivada em solução nutritiva com variação no fornecimento de potássio, cálcio, magnésio e sódio*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1981. 85p. Tese Doutorado.
- WESTERMANN, D.T.; PORTER, L.K.; O'DEEN, W.A. Nitrogen partitioning and mobilization patterns in bean plants. *Crop. Sci.*, **25**(2):225-29, 1985.
- WILLIAMS, L.F.; DE JONG, T.M.; PHILLIPS, D.A. Carbon and nitrogen limitations on soybean seedling development. *Plant Physiol.*, **68**:1206-9, 1981.
- WOOD, D.R.; NORWICK, E.A.; FABIAN, H.J., Mc CLEAN, P.E. Genetic variability and heritability of available methionine in the Colorado dry bean breeding programme. In: SEED protein improvement in cereals and grain legumes. Vienna, International Atomic Energy Agency, 1979. v. 2, p.69-85.