

## DISTRIBUIÇÃO DE ASSIMILADOS E ACÚMULO DE MASSA SECA EM RAÍZES E PARTE AÉREA DE CULTIVARES DE CAFEIROS

Dárlan Einstein do Livramento<sup>1</sup>, Evaristo Gomes Guerra Neto<sup>4</sup>, José Donizeti Alves<sup>5</sup>, Helbert Rezende de Oliveira Silveira<sup>2</sup>, Kamila Rezende Dázio de Souza<sup>2</sup>, Meline de Oliveira Santos<sup>2</sup>, Cíntia Aparecida Andrade<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Pesquisador PRODOC/UFLA/CAPES DBI, Fisiologia Vegetal, UFLA, Lavras – MG [delivramento@dbi.ufla.br](mailto:delivramento@dbi.ufla.br)

<sup>2</sup> Doutorando(a) DBI, Fisiologia Vegetal, UFLA, Lavras – MG.

<sup>3</sup> Bolsista IC-FAPEMIG, Centro Universitário de Lavras.

<sup>4</sup> Eng Agro MSc Tec. Nível Superior, Fisiologia Vegetal, UFLA, Lavras - MG.

<sup>5</sup> Professor Associado - DBI, Fisiologia Vegetal, UFLA, Lavras - MG.

**RESUMO:** O estudo objetivou avaliar o comportamento de características de crescimento e teores de carboidratos na parte aérea e raízes de diversas cultivares de cafeeiros, em função da época de amostragem, nas condições de Lavras, MG. O ensaio foi conduzido em viveiro permanente por 18 meses. Os tratamentos foram constituídos pelos 25 materiais genéticos em combinação com as três idades de avaliação (6, 12 e 18 meses). As plantas foram divididas em dois grupos de componentes: parte aérea e raízes. A parte aérea, por sua vez, foi dividida em folhas, ramos e caule. As raízes foram divididas em três grupos de acordo com a profundidade estudada, que eram de 0-20cm, 20-40cm e 40-60cm. As avaliações de acúmulo de massa seca foram realizadas em cada componente dos grupos de parte aérea e raízes. As características bioquímicas das plantas aos 6, 12 e 18 meses após a semeadura foram realizadas em folhas e raízes das plantas. Houve correlação entre o crescimento da parte aérea e raízes de cafeeiros, principalmente aquelas localizadas nos primeiros 20 cm de profundidade. Independente da época analisada houve um agrupamento das cultivares, para características de massa seca de raiz e parte aérea. Existe inter-relação entre os processos de acúmulo de massa seca da parte aérea e teores de amido nas raízes, ao longo das épocas de avaliação. As cultivares foram agrupadas em diferentes grupos ao longo do experimento, discriminados em função da combinação das características avaliadas.

**Palavras chaves:** *Coffea arabica* L, partição de assimilados, carboidratos.

## DISTRIBUTION ASSIMILATED AND ACCUMULATION DRY MASS IN ROOT AND AERIAL PART OF COFFEE CULTIVARS

**ABSTRACT:** This research aimed to evaluate the growth parameters and carbohydrate levels in aerial part and roots from various coffee cultivars in relation to sampling time, at Lavras-MG environmental conditions. The experiment was conducted by 18 months. The treatments were composed by 25 genotypes in combination with the three evaluation ages (6, 12 and 18 months). The plants were divided in two groups: roots and aerial part. The aerial part was divided in leaves, shoots and stems. The roots were divided in three groups according to the depth studied, that were 0-20 cm, 20-40 cm and 40-60 cm. The dry mass accumulation were realized in each component of the groups, considering aerial part and roots. The biochemical characteristics from plants at 6, 12 and 18 months after sowing were made in leaves and roots. The results showed a correlation between aerial part growth and root mainly that one located in the first 20 cm of depth. Independent of time analyzed there was a clustering of cultivars, for the root dry mass and aerial part characteristics. There was a relationship between the process of dry mass accumulation of aerial part and root starch levels, during the evaluation time. The cultivars were grouped into different groups throughout the experiment, categorized according to the combination of those characteristics.

**Key words:** *Coffea arabica* L, partition assimilates, carbohydrates.

## INTRODUÇÃO

O estudo do sistema radicular de cafeeiros é de especial importância, uma vez que existe um consenso que raízes profundas, bem ramificadas e distribuídas são essenciais para a formação de plantas produtivas (Rena & Guimarães, 2000). O conhecimento destas características pode orientar tanto pesquisadores quanto produtores nas práticas que são adotadas nas lavouras, como adubações, aplicações de inseticidas e fungicidas, escolha de espaçamentos de plantio, irrigação, cultivos intercalares e arborização (Morales & Beer, 1998).

A parte aérea de cafeeiros é fonte de todos os compostos orgânicos e as raízes a fonte principal de nutrientes, água e fitormônios, indispensáveis ao crescimento normal da planta como um todo (Kramer & Boyer 1995). Durante os ciclos de desenvolvimento do cafeeiro, em condições normais de crescimento, frações específicas de metabólitos são dirigidas às raízes e à parte aérea. Entretanto, se houver qualquer distúrbio em um desses órgãos, a planta inicia um processo que é chamado de crescimento compensatório. Então, novas correlações são estabelecidas, sendo dirigidas por fitormônios sintetizados tanto na parte aérea quanto na raiz. Portanto, o crescimento adequado das plantas depende de

um equilíbrio no crescimento e na função entre raízes e na parte aérea, de forma que não haja limitações na contribuição de substâncias essenciais (Rena & Guimarães, 2000).

Assim, o presente estudo foi realizado com o objetivo de estudar o acúmulo de massa seca e teores de carboidratos na parte aérea e raízes de diversas cultivares de cafeeiros, em função da idade, nas condições de Lavras, MG.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em viveiro permanente, localizado no Setor de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram utilizadas 25 cultivares de café (Quadro 1), cultivadas em sacos plásticos com capacidade de 45 litros ( $\varnothing = 35\text{cm} \times h = 60\text{cm}$ ). Os tratamentos foram constituídos pela combinação das 25 cultivares com as três idades de avaliação (6, 12 e 18 meses após semeadura) formando um fatorial  $25 \times 3$ , e dispostos em um delineamento em blocos casualizados, sendo cada repetição constituída de 4 plantas.

**QUADRO 1:** Cultivares de cafeeiros, segundo o porte e a resistência à ferrugem, utilizadas no estudo. Lavras, MG, 2007.

Cultivar				
M. Novo 379/19	Bourbon 100anos	Obatã	Sacramento	IAC44
Icatu 3282	Mundo Novo376/4	Paraíso	Catucaí 6-30	IAC 62
Acaiaí Cerrado	Acaiaí 474/19	Acauã	Catucaí 2 SL	IAC 15
Icatu 3686	Araponga	Pau Brasil	Rubi	IAC 99
Bourbon LCJ 6	Catiguá	Palma II	Topázio	IAC 144

Nos períodos de 6, 12 e 18 meses após a semeadura, as plantas foram coletadas e divididas em parte aérea e em raízes. A parte aérea, por sua vez, foi dividida em folhas (F), caule e ramos (C,R) e as raízes em três grupos, de acordo com a profundidade estudada, de 0-20cm (R1), 20-40cm (R2) e 40-60 cm (R3). Após a separação dos componentes da plantas, realizaram-se as seguintes avaliações: massa seca, teor de açúcares solúveis totais e amido. Os dados coletados foram submetidos a análises multivariadas de correlações canônicas, análise de variância multivariada (MANOVA), “clusters” e discriminante ( $p < 0,05$ ). Essas análises foram realizadas com auxílio do sistema SAS<sup>®</sup> (SAS Institute, 1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo estudo de correlações canônicas, observou-se que, para os grupos analisados, variáveis de massa seca de parte aérea (caule/ramos – CR e folhas – F) com variáveis de acúmulo de massa seca de raiz (R1, R2 e R3) (Tabela 1) e variáveis de acúmulo de massa seca de parte aérea (caule/ramos – C,R e folhas – F) com variáveis bioquímicas de raiz (ASTR e AmR) (Tabela 2), houve correlação significativa, entre grupos, de 0,75 ( $p < 0,0001$ ) e 0,25 ( $p < 0,0168$ ), respectivamente. Portanto, existe alta correlação de componentes de crescimento de parte aérea com crescimento de raízes de cafeeiros (Tabela 1). Apesar da menor correlação entre os grupos de variáveis de massa seca de parte aérea e variáveis bioquímicas de raiz, a mesma foi significativa, a de 5% de probabilidade. Nesse caso, sugere-se uma inter-relação do metabolismo de carboidratos no sistema radicular, no âmbito do acúmulo ou da utilização com o crescimento de parte aérea.

**TABELA 1** Correlações canônicas para o grupo formado pelas variáveis de acúmulo de massa seca de parte aérea (C,R e F) versus grupo formado pelas variáveis da análise de acúmulo de massa seca de raiz em gramas (R1, R2 e R3) – correlação canônica n<sup>o</sup> 3.

Variáveis originais	Variáveis canônicas de raízes		Variáveis canônicas de parte aérea	
	*V1	V2	**W1	W2
R1	0,9858	-0,0040	0,7399	-0,0006
R2	0,8823	0,2584	0,6622	0,0405
R3	0,6438	0,7417	0,4832	0,1163
CR	0,7499	0,0066	0,9991	0,0418
F	0,2095	0,1506	0,2792	0,9602

\* V1 = 0,8120 R1 + 0,2991 R2 – 0,0998 R3

\*\* W1 = 1,0132 CR – 0,0441 F

- Correlação canônica entre V1 e W1 é de 0,7506 ( $p < 0,0001$ ), e V2 e W2 é de 0,2503 ( $p < 0,0168$ )

Neste caso, avaliando-se as possíveis relações lineares entre os conjuntos de variáveis (parte aérea e raiz), nota-se que o crescimento de raízes foi fortemente influenciado pelas raízes localizadas nos primeiros 20 cm de profundidade, seguidas pelas raízes localizadas a 40 e 60 cm. Esse comportamento de uma maior concentração de raízes nos primeiros 20 cm de profundidade está em conformidade com o relatado por diversos autores (Alves & Livramento, 2003; Rena et al., 1998). Parece que esta resposta é resultante do somatório de fatores genéticos, ambiente e estágio de desenvolvimento do cafeeiro, e qualquer alteração na razão massa da parte aérea/massa das raízes também pode alterar a razão entre a aérea externa destes órgãos. Assim, taxas de crescimento de parte aérea maiores podem ser favorecidas pelo sistema radicular (Rena & Guimarães, 2000).

Para o estudo de correlação canônica de variáveis de massa seca de parte aérea (caule/ramos – CR e folhas – F), com variáveis bioquímicas de raiz (ASTR e AmR), observa-se que (Tabela 2), apesar da baixa correlação (0,2587),

novamente fica evidenciada a interdependência dos processos de crescimento da parte aérea com o da raiz. Isso porque as plantas de café apresentavam parte aérea vigorosa, o que sugere não haver limitações, do ponto de vista fisiológico, no fornecimento de carboidratos e, em contrapartida, o fornecimento de água, sais minerais e fitormônios também não foi comprometido. Ainda pelos dados da Tabela 2, observa-se que a correlação entre características de crescimento de parte aérea e os teores de carboidratos de raízes foi inversa, sugerindo que pode ter ocorrido uma mobilização de carboidratos das raízes para os tecidos de sustentação da parte aérea prioritariamente.

**TABELA 2** Correlações canônicas para o grupo formado pelas variáveis de acúmulo de massa seca de parte aérea, em gramas (CR e F) X o grupo formado pelas variáveis bioquímicas da raiz, em mg/g massa fresca (ASTR e AmR).

Variáveis originais	Variáveis canônicas de raízes		Variáveis canônicas de parte aérea	
	*V1	V2	*W1	W2
CR	-0,9757	0,2192	-0,2524	0,0245
F	-0,1036	0,9946	-0,0268	0,1110
ASTR	0,0542	0,1091	0,2095	0,9778
AmR	0,2572	0,0122	0,9940	0,1091

\* V1 = - 1,0495 CR + 0,2312 F

\* W1 = - 0,1150 ASTR + 1,0302 AmR

• Correlação canônica entre V1 e W1 é de 0,2587 (p=0,0168)

Avaliando-se as relações lineares, observa-se que o teor de amido nas raízes foi a característica que mais influenciou positivamente a massa seca de folhas e caules e ramos (0,99), sugerindo um efeito de dependência com os processos fotossintéticos da parte aérea, expresso em crescimento. Os teores de carboidratos das raízes foram influenciados tanto pelo crescimento de caule como de ramos e folhas, entretanto, de maneira inversa. Neste caso, é importante notar que o acúmulo de massa seca de folhas influenciou de forma positiva os teores de carboidratos nas raízes, ao contrário do crescimento de estruturas de sustentação. Pelas duas relações lineares, nota-se que o crescimento de parte aérea, no caso, principalmente as folhas e os teores de carboidratos das raízes, na forma de amido, está de associado ao comportamento normal de cafeeiros, ou seja, as taxas de crescimento da parte aérea são favorecidas, relativamente ao sistema radicular, pelo aumento da disponibilidade de água e sais minerais e algum composto orgânico que possa contribuir para o crescimento normal de ambas as partes (Rena & Guimarães, 2000).

A análise de variância multivariada (MANOVA) foi realizada a orientada pelas correlações canônicas significativas. Observou-se que houve efeito significativo para variedade e épocas, não havendo efeito significativo para a interação variedade x época (Tabela 3).

**TABELA 3** Análise de variância multivariada para as características de crescimento de raiz e da parte aérea, para as fontes de variação: cultivares, idade e a interação cultivares \* idade.

FV	Crítérios	Estatística	F	GL	Pr >F
Bloco	Wilks	$\Lambda=0,6148$	7,93	V1 = 10 V2 = 288	<0,0001
	Traço de Pillai	V=0,4072	7,41	V1 = 10 V2 = 290	<0,0001
	Traço de Hotelling	U=0,5906	8,45	V1 = 10 V2 = 213,27	<0,0001
	Raiz máxima de Roy	$\Theta=0,5219$	15,13	V1 = 5 V2 = 145	<0,0001
Cultivar	Wilks	$\Lambda=0,2562$	1,90	V1 = 120 V2 = 712	<0,0001
	Traço de Pillai	V=1,0956	1,73	V1 = 120 V2 = 740	0,0002
	Traço de Hotelling	U=1,7653	2,09	V1 = 120 V2 = 712	<0,0001
	Raiz máxima de Roy	$\Theta=1,0523$	6,19	V1 = 24 V2 = 150	<0,0001
Idade	Wilks	$\Lambda=0,2672$	26,92	V1 = 10 V2 = 288	<0,0001
	Traço de Pillai	V=0,7953	19,15	V1 = 10 V2 = 290	<0,0001
	Traço de Hotelling	U=2,5084	35,87	V1 = 10 V2 = 286	<0,0001
	Raiz máxima de Roy	$\Theta=2,4114$	59,48	V1 = 5 V2 = 147	<0,0001

Todos os critérios utilizados rejeitaram a hipótese de igualdade dos vetores de efeitos de variedade e época (p < 0,05) e indicaram não existir interação entre esses fatores.

Portanto, quando se analisa a interdependência do processo de acúmulo de massa seca entre os órgãos (parte aérea e raiz) em função da idade das plantas, observa-se que não há interação entre esses fatores. A conformação do sistema radicular depende, em primeiro lugar, da sua constituição genética e, depois, dos fatores de solo, fertilidade, teor de umidade, arejamento e resistência do solo, entre outros (Fournier, 1988).

Para a análise multivariada entre o comportamento das características de crescimento da parte aérea e os teores de carboidratos das raízes (Tabela 4), observa-se que houve diferença significativa para cultivares, épocas e um efeito de interação entre a idade das plantas e cultivar, para todos os critérios utilizados.

**TABELA 4** Análise de variância multivariada para as características de crescimento de parte aérea e características bioquímicas de raiz para as fontes de variação cultivares, idade e a interação cultivares \* idade.

FV	Crítérios	Estatística	F	GL	Pr >F
Bloco	Wilks	$\Lambda=0,6753$	7,86	V1 = 8 V2 = 290	<0,0001
	Traço de Pillai	V=0,3255	7,09	V1 = 8 V2 = 292	<0,0001
	Traço de Hotelling	U=0,4797	8,64	V1 = 8 V2 = 288	<0,0001
	Raiz máxima de Roy	$\Theta=0,4773$	17,42	V1 = 4 V2 = 146	<0,0001
Cultivar	Wilks	$\Lambda=0,2287$	2,71	V1 = 96 V2 = 576	<0,0001
	Traço de Pillai	V=1,1621	2,53	V1 = 96 V2 = 592	<0,0001
	Traço de Hotelling	U=1,9429	2,90	V1 = 96 V2 = 574	<0,0001
	Raiz máxima de Roy	$\Theta=1,0296$	6,35	V1 = 24 V2 = 148	<0,0001
Idade	Wilks	$\Lambda=0,2158$	41,78	V1 = 8 V2 = 290	<0,0001
	Traço de Pillai	V=0,8214	25,44	V1 = 8 V2 = 292	<0,0001
	Traço de Hotelling	U=3,4602	62,28	V1 = 8 V2 = 288	<0,0001

	Raiz máxima de Roy	$\Theta=3,4095$	124,45	$V1 = 4 \quad V2 = 146$	<0,0001
C*1	Wilks	$\Lambda=0,2033$	1,49	$V1 = 192 \quad V2 = 581$	<0,0001
	Traço de Pillai	$V=1,2799$	1,45	$V1 = 192 \quad V2 = 592$	<0,0001
	Traço de Hotelling	$U=2,0422$	1,53	$V1 = 192 \quad V2 = 574$	<0,0001
	Raiz Máxima de Roy	$\Theta=0,9664$	2,98	$V1 = 48 \quad V2 = 148$	<0,0001

Todos os critérios utilizados rejeitaram a hipótese de igualdade dos vetores de efeitos de variedade e época ( $p < 0,05$ ) e indicaram existência de interação entre esses fatores.

Para este estudo de discriminante, observou-se que as características de massa seca de parte aérea e raízes formaram dois grupos semelhantes, ou seja, com o mesmo comportamento de crescimento, levando em consideração todas as características estudadas: raízes em três profundidades (R1, R2, R3) e parte aérea (caule/ramos e folhas) (Tabela 5). A análise do grupo 1 mostra que as cultivares de porte alto, predominantemente, foram localizadas neste grupo, influenciadas, principalmente, pelo componente de raízes crescidas nos primeiros 20 cm de profundidade (R1), e pelos ramos e caules.

Para o grupo 2, nota-se que as cultivares de porte baixo, predominantemente, foram inseridas neste grupo. O crescimento de raízes, nos primeiros 20 cm de profundidade, também foi diferente ao crescimento em outras profundidades, mas não tão proeminente quanto para as cultivares de porte alto. Um aspecto é que as cultivares de porte alto investem mais em crescimento nas raízes nos primeiros 20 cm, ao contrário das cultivares de porte baixo.

As características de parte aérea foram mais equilibradas entre as partes analisadas, caule/ramos e folhas, quando comparadas com as do grupo de porte baixo. Na análise de massa seca de folhas entre os dois grupos, observa-se que o comportamento deles foi semelhante, independente do porte da variedade. Entretanto, ao se analisar a massa seca das estruturas de sustentação da folhagem, para as cultivares de porte alto, observam-se maiores para estas, quando comparadas com as cultivares de porte baixo. Em cafeeiros, por se tratar de uma cultura perene, este tipo de comportamento enquadra a espécie no tipo acumulativo, quanto à forma de vida e à utilização de fotoassimilados. Isso, principalmente, para as cultivares de porte mais elevado, cujas plantas utilizam grandes quantidades de fotoassimilados na construção de tecidos de sustentação e dos tecidos condutores nos primeiros anos de vida (Larcher, 2000).

**TABELA 5** Grupos de cultivares, em função das características do acúmulo de massa seca (gramas) de raízes (R1, R2, R3) e parte aérea (C,R e F).

CULTIVAR	Grupo	Porte*	Resist**	R1	R2	R3	CR	F
M.N.379/19	1	A	Não	11,86	4,26	3,41	36,09	25,32
Catucaí 2SL	1	B	Sim	9,01	3,33	3,02	31,91	27,83
Icatu 3282	1	A	Sim	13,12	4,92	3,61	35,81	27,75
Acaiaí Cerrado	1	A	Não	12,42	5,01	3,03	38,18	26,21
Icatu 3686	1	A	Não	10,40	4,44	2,84	28,34	23,79
Bourbon LCJ 6	1	A	Não	11,70	4,65	2,99	38,76	22,26
B. 100 anos	1	A	Não	8,98	3,97	3,23	34,87	20,44
M.N. 376/4	1	A	Não	10,68	4,47	3,87	36,45	22,58
Acaiaí 474/19	1	A	Não	13,69	4,88	3,54	40,36	30,28
Araponga	2	B	Sim	9,78	4,21	4,43	24,78	25,87
Catiguá	2	B	Sim	7,92	3,29	2,67	24,18	25,58
Topázio	2	B	Não	7,62	2,88	3,14	22,02	26,35
Palma II	2	B	Sim	8,09	3,19	3,88	23,79	26,70
IAC 62	2	B	Não	10,12	3,73	2,65	23,14	21,79
IAC 15	2	B	Não	8,47	4,05	4,93	22,20	30,99
IAC 99	2	B	Não	9,80	5,85	4,15	24,16	30,05
Obatã	2	B	Sim	7,92	3,90	3,66	21,77	29,06
Acauã	2	B	Sim	8,16	3,77	4,05	22,40	28,02
IAC 144	2	B	Não	9,19	4,31	4,40	22,44	29,19
Catucaí 6-30	2	B	Sim	6,04	2,99	2,14	19,91	25,10
Paraíso	2	B	Sim	6,53	2,66	2,25	16,03	23,27
Rubi	2	B	Não	5,59	2,43	2,38	14,96	22,24
IAC44	2	B	Não	6,50	3,16	3,12	16,64	25,62
Pau Brasil	2	B	Sim	5,12	2,46	2,23	13,05	24,63
Sacramento	2	B	Sim	4,66	1,73	1,75	13,46	23,14

R1 = raízes na profundidade 0 a 20 cm, R2 = raízes na profundidade 20 a 40 cm, R3 = raízes na profundidade 40 a 60 cm, C,R = caule e ramos, F = folhas. \*Porte : Alto (A) ; Baixo (B), \*\* Resistência à ferrugem

A análise de agrupamento para massa seca de parte aérea (CR e F) e teores de carboidratos das raízes (ASTR e AmR) mostrou a formação de três grupos de semelhança, em função das idades estudadas e das cultivares (Tabelas, 6,7 e 8). Observa-se que, aos 6 meses de idade, as cultivares de porte baixo, à exceção da cultivar Mundo Novo 376/4 (porte alto), foram agrupadas separadamente das cultivares de porte alto (grupo 3) (Tabela 1). No grupo 1, notou-se a presença predominante de cultivares resistentes à ferrugem, enquanto, no grupo 2, a predominância é de cultivares de porte baixo, susceptíveis à ferrugem. Ainda analisando os resultados do grupo 1, os valores de massa seca para caule e ramos foram menores, quando comparados com os outros grupos, o mesmo acontecendo para folhas. Para as cultivares de porte baixo e susceptíveis à ferrugem, observa-se efeito inverso, tendo os valores de massa seca de caule e ramos sido superior aos das cultivares de porte baixo resistente e inferior às cultivares de porta alto (grupo 3). Para o acúmulo de massa seca nas folhas, os valores foram maiores para as cultivares de porte alto, seguidas pelas de porte baixo, susceptíveis à ferrugem e de porte baixo resistentes.

Analisando-se as características bioquímicas de raiz, entre os três grupos, os teores de açúcares totais, globalmente, apresentaram valores semelhantes entre as cultivares e dentro dos níveis adequados para cafeeiros (Pereira, 2004). Para os teores de amido, as cultivares de porte baixo não resistentes à ferrugem e de porte alto, globalmente, apresentaram teores de amido superiores, fato este que as discriminaram entre si, e em grupos diferentes do grupo 1. A presença de um maior teor de amido nestas cultivares (grupo 2 e 3), possivelmente, é reflexo de um maior

desenvolvimento dos órgãos fotossintetizantes. Provavelmente, esta maior reserva de carbono nas raízes, associada à parte aérea, tenha contribuído para que as plantas de porte alto apresentassem maiores valores de massa seca de raízes, quando comparadas com as outras cultivares (Tabela 5).

**TABELA 6** Grupos de cultivares em função das características de crescimento de parte aérea (gramas) e bioquímica (AST e amido – mg/g massa fresca) de raiz, 6 meses após plantio.

CULTIVAR	Grupo	Porte*	Resist**	CR	F	ASTR	AmR
Rubi	1	B	Não	7,38	14,05	6,64	1,20
Araponga	1	B	Sim	7,53	15,30	7,91	1,22
Catucaí 2SL	1	B	Sim	7,73	15,47	11,22	1,46
Acauã	1	B	Sim	7,53	14,98	9,11	1,14
Catucaí 6-30	1	B	Sim	7,67	14,07	7,65	1,25
Paraíso	1	B	Sim	9,56	16,23	10,52	1,35
Pau Brasil	1	B	Sim	8,55	17,48	10,45	1,12
Catiguá	1	B	Sim	8,83	17,80	10,25	1,18
Palma II	1	B	Sim	10,97	16,90	8,48	1,32
Sacramento	1	B	Sim	8,07	17,05	9,07	1,23
M. N. 376/4	1	A	Não	12,51	12,78	10,70	1,29
IAC 44	2	B	Não	10,55	20,29	9,09	1,52
Topázio	2	B	Não	9,97	19,39	6,67	1,24
Obatã	2	B	Sim	10,07	20,57	12,47	1,54
IAC 62	2	B	Não	9,30	19,62	7,26	1,77
IAC 15	2	B	Não	13,51	26,72	10,38	1,28
IAC 99	2	B	Não	13,63	27,13	7,86	1,13
IAC 144	2	B	Não	12,31	21,91	9,04	1,44
Icatu 3686	3	A	Sim	18,77	20,24	8,82	1,05
Icatu 3282	3	A	Sim	16,62	19,94	8,44	1,75
Acaiaí Cerrado	3	A	Não	20,04	19,95	10,93	1,62
B. 100 anos	3	A	Não	20,23	19,45	7,62	1,66
M. N. 379/19	3	A	Não	14,40	14,96	7,89	1,31
Bourbon LCJ 6	3	A	Não	18,31	14,70	11,03	1,42
Acaiaí 474/19	3	A	Não	15,99	18,17	11,43	1,40

CR = caule e ramos, F = folhas, ASTR = açúcares solúveis totais de raízes, amido de raízes. \*Porte : Alto (A) ; Baixo (B), \*\* Resistência à ferrugem

Nas plantas aos 12 meses de idade, nota-se que o número de agrupamentos foi mantido, entretanto, ocorreram algumas alterações, possivelmente em virtude da idade. Neste caso, houve um agrupamento geral das plantas de porte baixo no grupo 2, mais generalizado, incluindo variedades resistentes e não resistentes. Esta inclusão das plantas resistentes à ferrugem no grupo 2 foi em virtude de os valores de massa seca de folhas, conforme observado na Tabela 6 e do conseqüente aumento nos teores de amido radicular. A saída das cultivares Icatu 3686 e Bourbon 100 anos do grupo 3, que é um grupo com características de plantas de porte alto, foi devido ao fato de os valores de massa seca de caule, ramos e folhas não terem acompanhado aos valores do grupo. Entretanto, os teores de açúcares solúveis totais e de amido do grupo 1 foram considerados semelhantes aos dos grupos 2 e 3.

Após 6 meses, é considerável o ganho de massa seca das cultivares resistentes à ferrugem, ao ponto de alcançar valores semelhantes aos das cultivares não resistentes (grupo 2). Ainda nesta época, nas cultivares de porte alto, à exceção das supracitadas, a quantidade de acúmulo de massa seca continuou a aumentar, para caule e ramos, entretanto, em maior intensidade para folhas, quando comparada com os seis primeiros meses.

**TABELA 7** Grupo de cultivares em função das características de crescimento de parte aérea e bioquímica (AST e amido – mg/g massa fresca) de raiz, 12 meses após plantio.

CULTIVAR	GRUPO	Porte*	Resist**	CR	F	ASTR	AmR
Icatu 3686	1	A	Sim	28,18	24,29	10,54	1,72
Palma II	1	B	Sim	26,75	25,97	10,55	1,63
B. 100 Anos	1	A	Não	24,98	15,45	8,99	3,95
Acauã	2	B	Sim	19,03	29,71	7,72	2,01
Catucaí 6-30	2	B	Sim	15,74	30,76	7,94	0,84
Paraíso	2	B	Sim	17,68	26,92	8,39	2,35
IAC 144	2	B	Não	20,57	31,40	8,07	1,52
IAC 15	2	B	Não	16,44	27,29	6,77	1,26
Rubi	2	B	Não	10,54	21,56	6,90	1,93
Araponga	2	B	Sim	12,69	24,24	6,48	1,57
IAC 44	2	B	Não	12,17	21,59	9,98	1,64
Pau Brasil	2	B	Sim	11,14	21,76	9,02	1,75
Catiguá	2	B	Sim	14,22	20,34	7,68	1,55
Topázio	2	B	Não	12,09	22,79	9,26	2,85
IAC 62	2	B	Não	15,10	22,90	8,43	1,95
Sacramento	2	B	Sim	12,27	24,79	10,11	2,19
IAC 99	2	B	Não	15,60	26,83	6,15	1,50
Obatã	2	B	Sim	15,59	26,13	6,38	1,35
M. N. 379/19	3	A	Não	36,88	29,59	11,91	3,06
Catucaí 2SL	3	B	Sim	34,26	32,69	9,64	1,14
Bourbon LCJ 6	3	A	Não	41,72	27,45	10,87	2,36
Acaiaí 474/19	3	A	Não	43,73	31,36	10,89	2,02
Icatu 3282	3	A	Não	37,27	30,72	9,29	1,89
Acaiaí Cerrado	3	A	Não	39,41	28,38	6,29	0,87
M. N. 376/4	3	A	Não	31,95	29,66	9,59	1,68

CR = caule e ramos, F = folhas, ASTR = açúcares solúveis totais de raízes, amido de raízes. \*Porte : Alto (A) ; Baixo (B), \*\* Resistência à ferrugem

Aos 18 meses após o plantio, as cultivares continuaram distribuídas em três grupos, podendo-se observar o grupo 3, com a maioria das cultivares de porte baixo e caracterizado por maiores valores de massa seca de folhas. As cultivares de porte alto foram agrupadas no grupo 2, em sua maioria, e a principal característica que influenciou o agrupamento foi a massa seca de caule e ramos. Novamente, aqui, nota-se o comportamento destas cultivares, em maiores valores de caule e ramos, seguidas pelas cultivares do grupo 1. Também nesta época é possível observar um maior equilíbrio entre caule/ramos e folhas para as cultivares do grupo 3, entretanto, esta razão mais equilibrada não influenciou os teores de amido, a ponto de agrupar as mesmas no grupo 2. As cultivares do grupo 2 apresentaram uma relação de estruturas de sustentação e folhagem maior, mas isso que não alterou os teores de carboidratos das raízes, a ponto de formar agrupamentos diferentes.

**TABELA 8** Grupo de cultivares em função das características de crescimento de parte aérea e bioquímica (AST e amido – mg/g massa fresca) de raiz, 18 meses após plantio.

CULTIVAR	GRUPO	Porte*	Resist**	CR	F	ASTR	AmR
Acauã	1	B	Sim	19,52	23,87	8,17	2,69
Rubi	1	B	Não	26,95	31,10	8,20	1,08
IAC 44	1	B	Não	27,21	34,99	5,81	2,16
Pau Brasil	1	B	Sim	19,44	34,66	8,70	3,50
Sacramento	1	B	Sim	20,04	27,59	3,62	1,13
Araponga	2	B	Sim	54,12	38,08	8,33	2,84
M. N. 379/19	2	A	Não	57,00	31,41	6,81	1,99
Catucaí 2SL	2	B	Sim	53,73	35,33	6,53	2,45
LCJ 6	2	A	Não	56,25	24,64	6,55	1,42
Acaia 474/19	2	A	Não	61,37	41,29	9,73	2,63
Icatu 3282	2	A	Sim	53,54	32,60	10,31	3,85
Acaia Cerrado	2	A	Não	55,10	30,29	9,73	1,66
IAC 62	2	B	Não	45,02	22,86	6,00	3,08
B. 100 Anos	2	A	Não	59,39	26,43	6,03	1,55
M. N. 376/4	2	A	Não	64,89	25,31	7,57	1,71
Icatu 3686	3	A	Sim	38,07	26,84	6,87	1,48
IAC 15	3	B	Não	36,65	38,97	4,55	1,25
IAC 99	3	B	Não	43,24	36,17	7,83	3,17
Topázio	3	B	Não	43,99	36,87	6,64	2,59
Obatã	3	B	Sim	39,65	40,46	6,95	4,80
Catucaí 6-30	3	B	Sim	43,92	38,32	6,32	0,75
Palma II	3	B	Sim	33,67	37,23	8,67	1,34
Paraíso	3	B	Sim	34,37	34,31	7,47	3,21
IAC 144	3	B	Não	34,46	34,25	8,99	1,52
Catiguá	3	B	Sim	49,47	38,59	7,49	2,85

CR = caule e ramos, F = folhas, ASTR = açúcares solúveis totais de raízes, amido de raízes.

## CONCLUSÕES

Foi evidenciada correlação entre o crescimento da parte aérea e as raízes de cafeeiros, tendo as cultivares de porte alto, ao contrário das cultivares de porte baixo, investido, preferencialmente, no crescimento do sistema radicular, nos primeiros 20 cm de profundidade. Foi também observada, nas cultivares resistentes à ferrugem, uma inter-relação entre os processos de acúmulo de massa seca da parte aérea e teores de amido nas raízes, evidenciando a importância da manutenção da área foliar fotossintetizante. Estes equilíbrios entre fonte e dreno, envolvendo as partes, aérea e subterrânea do cafeeiro, estão diretamente relacionado com o porte da planta e a área foliar.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo apoio financeiro para participação no VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J. D.; LIVRAMENTO, D. E. **Morfologia e fisiologia do cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE. 46 p. 2003. 46 p. (Especialização em Cafeicultura Empresarial: Produtividade e Qualidade).
- FOURNIER, A. Fundamentos ecomorfofisiológicos de importância em la nutrición mineral del café. In: CURSO REGIONAL SOBRE NUTRICION MINERAL DEL CAFÉ, 1988, San José, Costa Rica. **Anais...** San José: IICA, 1988. p.1-23.
- KRAMER, P.J.; BOYER, J.S. **Water relations of plants and soils**. Orlando: Academic, 1995. 495 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, SP: Rima, 2000. 550 p.
- MORALES, E.; BEER, J. Distribución de raíces finas de *Coffea arabica* y *Eucalyptus deglupta* en cafetales del Valle Central de Costa Rica. **Agroforesteria en las Americas**, Turrialba, Costa Rica, v. 5, n. 17-18, p. 44-48, ene./jun. 1998.
- PEREIRA, S. P. **Caracterização fenológica e reprodutiva de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em diversos espaçamentos, antes e após “recepa”**. 2004. 105 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- RENA, A.B.; GUIMARÃES, P.T.G. **Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 80 p. (Série Documentos, 37).

RENA, A. B.; NACIF, A. P.; GUIMARÃES, P. T. G.; PEREIRA, A. A. Poda do cafeeiro: aspectos morfológicos, ecofisiológicos agrônômicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 19, p. 61-70, 1998.  
SAS INSTITUTE. **SAS/ETS**® user's guide 6.2. Cary, 1995.