

# CONSEQUÊNCIAS DA REDUÇÃO DE ESPAÇAMENTOS SOBRE TEORES CAULINARES DE CARBOIDRATOS DE CAFEEIROS (*Coffea arabica* L.) CULTIVAR CATUAÍ<sup>1</sup>

Sérgio Parreiras PEREIRA<sup>2</sup>, José Donizeti ALVES<sup>3</sup>, Gabriel Ferreira BARTHOLO<sup>4</sup>, Paulo Tácito Gontijo GUIMARÃES<sup>5</sup>, Dárlan Einstein do LIVRAMENTO<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Parte da dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras (UFLA), pelo primeiro autor, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia na área de Fitotecnia. <sup>2</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> M.Sc., Pesquisador do Instituto Agronômico de Campinas (IAC); pereiracafes@yahoo.com.br <sup>3</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Dr., Professor do Departamento de Biologia (DBI) da UFLA. <sup>4</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Dr., Gerente geral da EMBRAPA – Café, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. <sup>5</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Dr., Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). <sup>6</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> M.Sc., Bolsista do CBP&D – Café / EPAMIG

## Resumo:

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental da EPAMIG em Machado, sul de Minas Gerais, em 1992, com o objetivo de avaliar as conseqüências da redução de espaçamentos entre as linhas e entre as plantas na linha de plantio sobre a produção e a fenologia do cafeeiro. O delineamento experimental utilizado foi um fatorial 4 x 3 com parcela subdividida, sendo quatro distâncias entre as linhas (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m) três distâncias entre as plantas na linha de plantio (0,5; 0,75; 1,0 m), e duas épocas de poda (uma precoce feita logo após a colheita no mês de julho 2002 e a outra tardia no mês de janeiro de 2003), em totalizando 24 tratamentos dispostos em blocos ao acaso em três repetições. Em julho de 2002 e em janeiro de 2003 foram realizadas as podas tipo "recepa", onde foram coletadas as amostras dos discos caulinares dos cafeeiros e analisados os teores de carboidrato acumulados no caule. De acordo com o resultado, a redução nos espaçamentos entre as linhas de plantio não influenciaram o acúmulo dos teores caulinares de carboidratos. A redução do espaçamento entre as plantas na linha de plantio refletiu em menor acúmulo dos teores caulinares de carboidratos.

Palavras chave : Cafeeiro, espaçamento, teores de carboidrato

## CONSEQUENCES OF THE REDUCTION OF SPACINGS ON THE STEM CARBOHYDRATE CONTENTS OF 'CATUAÍ' COFFEE PLANTS (*Coffea arabica* L).

### ABSTRACT

The experiment was established in the EPAMIG Experimental Farm, located in the city of Machado, south of the Minas Gerais state, in Brazil, in the year of 1992, with the objective of evaluating the consequences of the reduction on the planting spaces among the rows and among plants, over the yield and phenology of the coffee plants. The experimental design used was a factorial of 4x 3 with split plot parcels of four distances among the planting rows (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m) and three distances among the plants in the planting row (0,5; 0,75 e 1,0 m), and two different pruning times (one precociously conducted just after the harvest, on July 2002, and the other latter on January 2003), making a total 24 treatments disposed in randomized blocks with three replicates. On July 2002 and on January 2003 a drastic pruning type was conducted, when the example of stem disks was collected and analysed the carbohydrate contents accumulated in the stem. According to the result, the reducing spacing among rows did not influence in the carbohydrates contents. The reducing spacing among plants in the planting row reflected in smaller accumulation of carbohydrates contents.

Key Words : Coffee plant, spacing, carbohydrates contents

## INTRODUÇÃO

Nos últimos quarenta anos, várias pesquisas foram realizadas sobre o sistema de plantio adensado de cafeeiros nos principais países produtores de café do mundo. Entretanto, a grande parte destes trabalhos contemplava somente o estudo das conseqüências da redução de espaçamento de plantio sobre a produção individual e a produtividade dos cafeeiros, não considerando o manejo diferenciado que a lavoura adensada requer, bem como o estudo do comportamento fisiológico das plantas submetidas a esse sistema de produção (Rena & Maestri, 1984).

As várias partes das plantas crescem em diferentes ritmos e em diferentes épocas do ano por causa da interação entre os fatores genéticos, nutricionais, hormonais e ambientais. O cafeeiro, semelhante às outras plantas, tem grande capacidade de adaptar-se às variações ambientais (alterações do espaçamento dentre outras), mediante modificações morfológicas, bioquímicas ou fisiológicas (Rena et al., 1994).

O cafeeiro metaboliza água, gás carbônico e energia luminosa em carboidratos. Os principais fatores que controlam a eficiência deste metabolismo são aqueles que afetam o tamanho da superfície foliar disponível. Portanto, cafeeiro eficiente é aquele capaz de formar um extenso dossel, com alta taxa fotossintética, capaz de produzir muitos grãos e de mobilizar grandes quantidades de carboidratos para o seu enchimento, ano após ano (Cannel, 1976).

Entretanto, Carvalho (1985), ao estudar alguns aspectos da nutrição orgânica e inorgânica e da fenologia e suas conexões com relação à seca de ramos do cafeeiro, mostrou que a redução das reservas de amido das folhas e dos caules não estava relacionada somente com a formação de frutos. Concluiu ainda que a fotossíntese corrente exerce um papel importante para o desenvolvimento dos frutos, diminuindo a importância das reservas de carboidratos das plantas.

Bartholo (2001) não observou qualquer influência na variação sazonal dos teores de amido da matéria seca do caule de cafeeiros, em função de diferentes épocas de parcelamento da adubação, sugerindo ser esta variação controlada por fatores endógenos da própria planta e pelas temperaturas mínimas. Observou, ainda, que a acumulação de amido caulinar decresceu de agosto a fevereiro voltando a crescer até agosto, período em que as temperaturas e precipitações diminuíam, fazendo com que o crescimento vegetativo fosse mínimo e promovesse uma acumulação das reservas de amido.

Para o desenvolvimento dos frutos do cafeeiro, como em qualquer planta lenhosa, é necessária uma determinada quantidade de amido. A redução na acumulação de amido caulinar na época de florescimento e desenvolvimento dos frutos resulta numa diminuição da eficiência na produção e crescimento dos componentes vegetativos, já que a concentração de amido, principalmente no período de florescimento, está altamente relacionada com o rendimento que se obtém posteriormente (Cooil, 1960).

Livramento (2003), demonstrou que a presença de frutos proporcionou um aumento nos teores de açúcares totais no caule e amido nas folhas e, ainda, que os teores de amido do caule diminuíram. As plantas que sofreram desbaste dos frutos, simulando uma baixa produção, apresentaram, após a poda, um menor número de brotos, porém, com o mesmo vigor daquele observado nas plantas que estavam com frutos ou não sofreram desbaste.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido por doze anos na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Machado, sul de Minas Gerais, de janeiro de 1992 até julho de 2002, quando foram feitas as últimas avaliações.

O delineamento experimental utilizado foi um fatorial 4 x 3 com parcela subdividida, sendo quatro distâncias entre as linhas (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m) e três distâncias entre as plantas na linha de plantio (0,5; 0,75; 1,0 m), e duas épocas de poda (uma precoce feita logo após a colheita no mês de julho 2002 e a outra tardia no mês de janeiro de 2003), em totalizando 24 tratamentos dispostos em blocos ao acaso em três repetições.

As parcelas mediam doze metros de comprimento, possuindo três linhas de plantio com distância variável entre essas (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m) em função do tratamento aplicado. Entre as plantas na linha foi aplicado o segundo fator (0,5; 0,75; 1,0 m) totalizando 24, 16 e 12 plantas por parcela, respectivamente. A parcela útil considerada foi a linha interna, pois essa sofreu influência tanto do adensamento entre as linhas quanto entre as plantas na linha. Estas parcelas de 12 m de comprimento foram subdivididas em duas, passando, a partir de então, a ser constituído de um arranjo fatorial 4 x 3, constituído na parcela de quatro distâncias entre as linhas (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m) e três distâncias entre as plantas (0,5; 0,75; 1,0 m) e a subparcela constituída por duas épocas de poda, uma precoce e a outra tardia.

Em julho de 2002, realizou-se a recepção a 40 cm de altura do solo das subparcelas da primeira época de poda. Em janeiro de 2003 realizou-se a recepção daquelas subparcelas referentes à segunda época. Imediatamente após a recepção nas duas épocas de poda, foram coletados discos caulinares de seis plantas por subparcela.

Os discos caulinares de aproximadamente 1 cm de largura foram cortados com o auxílio de uma motosserra dos ramos ortotrópicos após a recepção no sentido perpendicular. Esses foram envoltos em papel alumínio, etiquetados e armazenados em nitrogênio líquido, para se obter uma completa e imediata paralisação do metabolismo celular (Figura 1).

No laboratório, as amostras foram colocadas para secar em estufa de circulação forçada, à temperatura de 70°C, até peso constante. Posteriormente as amostras foram trituradas em moinho tipo Wiley, com peneira de 20 mesh e armazenadas em sacos plásticos e congeladas até o início das análises. No laboratório de Qualidade do Café "Dr. Alcides de Carvalho" da EPAMIG em Lavras, MG, foram efetuadas análises de açúcares totais e amido, extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1990) e quantificados pela técnica proposta por Somogy e adaptada por Nelson (1944).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A redução dos espaçamentos, tanto entre as linhas de plantio quanto entre as plantas na linha, afetou diferencialmente os teores de carboidratos ou fotoassimilados (açúcares totais e de amido) das plantas estudadas.

Aumentos de 0,5 m entre as linhas do cafeeiro, dentro do intervalo de 2,0 a 3,5 m, não provocaram variações na produção individual de cada planta, bem como nos teores caulinares de amido e de açúcares solúveis totais analisados no dia da poda, logo após a colheita em julho de 2002 e seis meses depois, em janeiro de 2003 (Tabela 1).

Esses resultados demonstram que os diferentes ambientes, resultantes da variação da densidade de plantio, foram homogêneos entre si para a produção de cada planta, teores de amido e de açúcares totais, uma vez que as plantas produziram, individualmente, as mesmas quantidades de café beneficiado e que a intensidade do dreno de carboidratos a partir do caule foi a mesma para todas as plantas.

Esta ausência de diferenças significativas, ao se considerar o espaçamento crescente entre fileiras nessa lavoura de 10 anos de idade, reflete em parte, o estado vegetativo da lavoura em seu respectivo talhão. Pereira (2004) trabalhando com os reflexos da redução de espaçamentos sobre a arquitetura da plantas cita que, à medida que se diminui a distância entre as fileiras do cafeeiro de 3,5 para 2,0 m, as plantas apresentam-se mais altas e com maior altura da "saia". A análise conjunta desses resultados permite concluir que, no espaçamento mais adensado entre as linhas, a maior altura das plantas leva a um maior auto-sombreamento e, com isso, um menor diâmetro de saia e uma maior morte dos ramos plagiotrópicos inferiores, devido à deficiência de incidência de radiação naquelas partes das plantas. Por outro lado, a menor altura das plantas cultivadas entre fileiras mais distantes é compensada por ramos plagiotrópicos inferiores maiores e mais baixos em relação ao nível do solo.

TABELA 1. Produção em sacas por hectare e gramas por planta da safra de 2002 e teores de amido e de açúcares solúveis totais no caule de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as linhas de plantio.

Espaçamento entre linhas (m)	Produtividade (sc/ha)	Produção (g/Planta)	Amido (%)		Açúcares solúveis Totais (%)	
			Julho 2002	Janeiro 2003	Julho 2002	Janeiro 2003
			<b>2,00</b>	81 a	733 a	7,79 a
<b>2,50</b>	80 a	888 a	8,90 a	15,68 a	1,70 a	1,29 a
<b>3,00</b>	67 b	887 a	8,36 a	16,13 a	1,78 a	1,29 a
<b>3,50</b>	56 b	899 a	9,88 a	16,29 a	1,58 a	1,43 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade

Já no terço inferior da planta, a produção é significativamente inferior aos demais e, por isso mesmo, não interfere na produção total da planta seja pela insuficiência de radiação fotossinteticamente ativa, como no caso dos cafeeiros cultivados em fileiras mais adensadas, ou pela presença de frutos somente nas pontas dos ramos de plantas de linhas distanciadas. Portanto, independentemente do espaçamento adotado entre as linhas de plantio, ambos os lados das plantas na parte produtiva recebem a mesma quantidade de radiação. Com isso, é de se esperar que as folhas pertencentes a essa parte do dossel fotossintetizem a mesma quantidade de assimilados e portanto, se comportem como fonte de carboidratos de mesma intensidade e capacidade. Já que a manutenção e o enchimento dos frutos do cafeeiro dependem, em um primeiro momento, da fotossíntese corrente, e partindo da premissa de que ela foi igual para em todos os tratamentos, é lícito esperar uma mesma produção das plantas, e, portanto, com a mesma força de dreno, tal como ocorreu, em todos os tratamentos (Tabela 1).

Como a fonte e o dreno, independentemente do espaçamento das fileiras, foram quantitativamente iguais, supõe-se que o excesso de fotoassimilados foi drenado em quantidades semelhantes para o tronco e armazenados na mesma capacidade. Essa hipótese pode ser confirmada, ao se observar que os teores de amido e açúcares solúveis totais no caule das plantas não apresentaram diferenças significativas para todos os tratamentos (Tabela 1).

Quando a produção foi expressa em sacas de café beneficiado por hectare, observa-se que as maiores e menores produtividades foram alcançadas para os espaçamentos entre as fileiras de 2,0 e 2,5 m e de 3,0 a 3,5 m, como reflexo do maior e menor número de plantas por área, respectivamente. Ao se comparar, então os dados de produtividade com os teores de teores de amido e de açúcares solúveis totais nos caules das plantas, logo após a colheita - em julho - (Tabela 1), observa-se que embora a produtividade tenha variado significativamente de 56 a 81 sacas por hectare, as concentrações dos carboidratos permaneceram semelhantes entre si.

Até a década de 1980, acreditava-se que os teores de carboidratos se correlacionavam negativamente com a produtividade da planta (Cooil, 1960; Rena et al., 2003a) e que a bianalidade de produção poderia ser função da quantidade de reservas nas raízes (Navarrete, 1954). Entretanto, Carvalho (1985) mostrou que a fotossíntese corrente exerce um importante papel para o desenvolvimento dos frutos, o que diminui a importância das reservas de carboidratos presentes em ramos e caules relacionadas com esse evento. Mais recentemente, Livramento et al. (2002), ao estudarem a influência da produção nos níveis de carboidratos das plantas de café, mostraram que uma elevada produção de frutos não é um fator que se apresenta relacionado com o esgotamento das reservas de carboidratos em cafeeiro.

O presente trabalho corrobora aqueles encontrados por Livramento et al. (2002), uma vez que ficou evidenciado que os teores de carboidratos não variaram em função da carga da planta. A manutenção das reservas orgânicas no caule sugere que, independentemente do espaçamento das linhas e, mediante o desenvolvimento e a manutenção de uma superfície foliar fotossinteticamente ativa nos terços médio e superior das plantas, foi o fator responsável pela sustentação de uma elevada carga de frutos, produzindo fotoassimilados “extras” para o armazenamento.

Outro aspecto importante a ser discutido se refere aos níveis de carboidratos encontrados nos caules dos cafeeiros em janeiro de 2003, relativamente aos de julho de 2002. Verifica-se que, enquanto os teores de açúcares solúveis totais caíram ligeiramente, os de amido aumentaram em aproximadamente duas vezes. Essas variações refletem as condições climáticas, bem como o manejo adotado entre as duas épocas. Neste aspecto, tem sido observada uma retomada do crescimento vegetativo do cafeeiro a partir do início da primavera, em função de aumentos na temperatura e do reinício da estação chuvosa (Amaral, 1991; Freitas, 2004). Esse novo ritmo de enfolhamento da planta, de maneira geral, tem sido potencializado pela adoção de práticas de manejos culturais como adubação, controle de pragas e doenças, próprias para esta estação, conforme recomendado por Livramento et al. (2002). Desse modo, ao fim da primavera, é comum encontrar lavouras bem vigorosas e bem enfolhadas, o que, associado às condições climáticas favoráveis, proporcionam altas taxas fotossintéticas. Com isso, uma boa parte dos carboidratos recém-sintetizados, como os açúcares solúveis totais, são exportados para atender o crescimento de novos ramos, folhas e frutos e o restante armazenado no caule, como tais ou na

forma de amido. Portanto, o aumento nos níveis de amido observado em janeiro de 2003 reflete uma alta taxa fotossintética no período antecedente.

Os dados obtidos pela variação do espaçamento entre fileiras, relacionados à produção vegetativa e reprodutiva do cafeeiro, levam a concluir que, para lavouras de até 10 anos de idade, cultivadas nessas condições, pode-se permitir uma perda de saia de até 1,0 m de altura, desde que o comprimento da copa da planta de situe por volta de 2,0 m. Nessas condições, a saia, se existente, iria contribuir muito pouco para a produção total da planta, pela escassez de radiação na parte inferior da planta. Por outro lado, uma copa nessa dimensão seria suficientemente grande para captar a radiação incidente e transformá-la em energia química, essencial para o atendimento das necessidades do fruto em crescimento. Obviamente, para lavouras mais jovens, esse raciocínio não se aplica, já que copa formada ainda é insuficiente para a captação de toda a energia da radiação e, por conseguinte, deve ser preservada ao máximo.

A produção individual de cada planta aumentou significativamente, em média, 59% e 15%, quando a distância entre as plantas na linha passou de 0,5m para 0,75m e de 075m para 1,0 m, respectivamente (Tabela 2). Nos extremos desse intervalo de espaçamento, a análise bioquímica revelou, logo após a colheita em julho de 2002, que os teores caulinares de amido permaneceram inalterados, enquanto que os de açúcares solúveis totais aumentaram significativamente.

Considerando esses resultados, e sabendo-se que os açúcares solúveis totais refletem, de maneira geral, a fotossíntese líquida corrente, o maior teor desses componentes nos caules das plantas de maior espaçamento (1,0 m) revela um microclima mais favorável, possivelmente em função da maior radiação incidente. A observação de uma maior eficiência no metabolismo do carbono, nessa condição, pode ser corroborada ao se observar uma maior produção de frutos nessas plantas, sem gastos da reserva de carboidratos, aqui representada pelo teor de amido.

TABELA 2. Produção em sacas por hectare e gramas por planta da safra de 2002 e teores de açúcares solúveis totais e de amido no caule de cafeeiros submetidos a diferentes espaçamentos entre as plantas nas linhas de plantio.

Espaçamento Entre plantas (m)	Produtividade (sc/ha)	Produção (g/Planta)	Amido (%)		Açúcares solúveis Totais (%)	
			Julho 2002	Janeiro 2003	Julho 2002	Janeiro 2003
0,50	72 a	577 c	8,21 a	14,67 c	1,50 b	1,12 b
0,75	75 a	915 b	8,68 a	15,90 b	1,80 a	1,24 b
1,00	66 a	1056 a	9,30 a	16,93 a	1,72 a	1,59 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

Recentemente, Livramento et al. (2002) investigou a influência da produção nos teores de carboidratos. Os resultados desse experimento mostraram que os teores de açúcares solúveis totais no caule e os de amido nas folhas, ramos e, principalmente, nos caules, determinados após a colheita, mostraram-se mais elevados nas plantas que obtiveram maiores cargas de frutos. Os teores de açúcares solúveis totais nas folhas e ramos não variaram com a produtividade da lavoura. Diversos autores relatam que uma elevada produção de frutos é um fator relacionado com o esgotamento das reservas de carboidratos em cafeeiro (Cooil, 1960; Cannel, 1976). Entretanto, o que se observou neste trabalho é que os frutos não se comportaram como drenos suficientemente fortes, a ponto de esgotarem as reservas de carboidratos nas diversas partes da planta. Eles se valem, prioritariamente, da fotossíntese corrente (Livramento et al., 2003).

Observa-se relação crescente entre a produção das plantas e os teores de amido no caule, seis meses após a colheita (Tabela 2). Para Cannel (1976), a presença dos frutos aumenta a taxa fotossintética das folhas do cafeeiro e estas fornecem assimilados para os frutos localizados em sua base. No presente caso, essas plantas, mediante o desenvolvimento e a manutenção de uma superfície foliar fotossinteticamente ativa mínima, conseguiram sustentar sua elevada produção de frutos, produzindo fotoassimilados “extras” para o armazenamento.

E interessante notar que os teores de amido no caule praticamente dobraram em janeiro de 2003, relativamente àqueles verificados em julho de 2002 (Tabelas 1 e 2). Esses maiores teores de amido poderiam estar relacionados às adubações recebidas por este último grupo de plantas. Bartholo (2001) constatou aumentos nos teores de amido justamente nos períodos que sucederam as adubações. É possível que a manutenção de um bom nível de fertilidade no solo, mediante adubações equilibradas, aliadas a temperaturas e condições hídricas favoráveis, tenha aumentado as reservas de carboidratos dessas plantas. De acordo com Livramento et al. (2003), resultados semelhantes a esses sugerem uma relação positiva entre níveis de produtividade e teores de carboidratos no caule, refletindo com isso, uma condição particular em que as plantas se encontravam vigorosas, em razão de manejo adequado da lavoura. Para esses autores, em lavouras depauperadas deve prevalecer um esgotamento dessas reservas, principalmente com produções elevadas. Portanto, cafeeiros que recebem tratamentos culturais adequados e bem-enfolhados sintetizam quantidades de carboidratos suficientes para assegurar elevada carga de frutos e manutenção de bom aparato vegetativo.

Pelo que foi discutido até esse momento, verificou-se que o adensamento das plantas, na linha de plantio, interferiu negativamente na produção individual de frutos. Pereira (2004) apresenta o mesmo resultado ao se analisar a influência do adensamento de plantio sobre o comportamento dos componentes vegetativos dos cafeeiros. O menor espaçamento entre as plantas aumentou a altura das mesmas e da saia, diminuindo o diâmetro da copa e do caule, refletindo um possível déficit de radiação, relativamente ao espaçamento tradicional.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste ensaio, pode-se afirmar que a redução nos espaçamentos, entre as linhas de plantio não influenciou o acúmulo dos teores caulinares de carboidratos. A redução do espaçamento entre as plantas na linha de plantio refletiu em menor acúmulo dos teores caulinares de carboidratos. O manejo nutricional e fitossanitário da lavoura aliado ao início da estação chuvosa influenciou positivamente o acúmulo dos teores caulinares de carboidratos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J. A. T. **Crescimento vegetativo e estado nutricional do cafeeiro e suas interações com fontes de nitrogênio, fotoperíodo, fotossíntese e assimilação do nitrogênio.** 1991. 139 p. Tese (Doutorado em ..... ) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analyses of the association of official analytical chemists.** 15. ed. Washington, 1990. 684 p.

BARTHOLO, G. F. **Desenvolvimento fenológico e produtividade de cultivares de *Coffea Arabica L.*, sob parcelamentos de adubação.** 2001. 56 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BARTHOLO, G. F.; MELO, B.; MENDES, A. N. G. Evolução na adoção de espaçamentos na cultura do Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 61-70, 1998.

CANNELL, M. G. R. Crop physiological aspects of coffee bean yield: a review. **Kenia Coffee**, Nairóbi, v. 41, n. 484, p. 245-253, 1976.

CARVALHO C. H. S. **Relação entre a seca de ramos e produção, teor de minerais, teor de amido e morte de raízes da progênie de Catimor UFV – 13359 (*Coffea arabica L.*).** 1985. 43 p. Tese (Doutorado em . . . ) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

COOIL, J. B. **La composición de la hoja en relación al crecimiento y al rendimiento del café en Kona.** San José: Costa Rica, 1960. 24 p.

FREITAS, R. B. **Adubação do cafeeiro com nitrato de potássio via solo e folha no outono – inverno e primavera – verão.** 2004. 66 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LIVRAMENTO, D. E.; ALVES, J. D.; BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G.; MAGALHÃES, M. M.; FRIES, D. D.; PEREIRA, T. A. Efeito da pulverização com solução de sacarose nos níveis de carboidratos e produtividades de cafeeiros. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA CAFEIEIRA DO SUL DE MINAS GERAIS, 3., 2002, Lavras. **Anais....** Lavras: Editora da Universidade Federais de Lavras, 2002. v. 3, p. 107-111.

LIVRAMENTO, D. E.; ALVES, J. D.; BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G.; MAGALHÃES, M. M.; FRIES, D. D.; PEREIRA, T. A. Influência da produção nos teores de carboidratos e na recuperação de cafeeiros após a poda. **Revista CERES**, Viçosa, 2003.

NELSON, N. **A photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose.** Journal of Biological Chemists, Baltimore, v. 153, n. 1, p. 375-384, 1944.

PEREIRA, S.P. **Caracterização fenológica e reprodutiva de cafeeiros em diversos espaçamentos, antes e após a poda.** 2004. 105 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. **Fisiologia do cafeeiro.** In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: POTAFÓS, 1984. p. 13-85.

RENA, A. B.; NACIF, A. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Fenologia, produtividade e análise econômica do cafeeiro em cultivos com diferentes densidades de plantio e doses de fertilizantes. In: ZAMBOLIM, L. (Ed. ) **Produção Integrada de Café**, Viçosa: UFV, DFP, 2003b. p. 133-196

RENA, A. B.; NACIF, A. P.; GUIMARÃES, P. T. G.; PEREIRA, A. A. Fisiologia do cafeeiro em plantios adensados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1., Londrina- PR. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1994. p. 71-85.