

NATHANE COLOMBO MENEGUCCI

**MANDIOCA PARA INDÚSTRIA: MATÉRIA SECA E NUTRIENTES EM PLANTAS
DE MANDIOCA COM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO**

Botucatu

2020

NATHANE COLOMBO MENEGUCCI

**MANDIOCA PARA INDÚSTRIA: MATÉRIA SECA E NUTRIENTES EM PLANTAS
DE MANDIOCA COM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

Orientadora: Prof.^a Dra. Magali Leonel

Coorientador: Prof. Dr. Adalton Mazetti Fernandes

Botucatu

2020

M541m Menegucci, Nathane Colombo
Mandioca para indústria: matéria seca e nutrientes em plantas de mandioca com diferentes estádios de desenvolvimento / Nathane Colombo Menegucci. -- Botucatu, 2020
93 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientadora: Magali Leonel
Coorientador: Adalton Mazetti Fernandes

1. Manihot esculenta Crantz. 2. Balança hidrostática. 3. Cultivares de indústria. 4. Fases de crescimento. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: MANDIOCA PARA INDÚSTRIA: MATÉRIA SECA E NUTRIENTES EM PLANTAS DE MANDIOCA COM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO

AUTORA: NATHANE COLOMBO MENEGUCCI

ORIENTADORA: MAGALI LEONEL

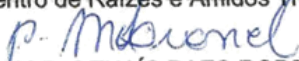
COORIENTADOR: ADALTON MAZETTI FERNANDES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:



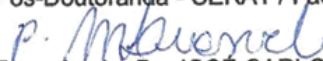
Dr.^a MAGALI LEONEL

Centro de Raízes e Amidos Tropicais / Universidade Estadual Paulista - UNESP



Prof.^a Dr.^a THAÍS PAES RODRIGUES DOS SANTOS

Pós-Doutoranda - CERAT / Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP



Pesquisador Dr. JOSÉ CARLOS FELTRAN

Divisão de Plantas Alimentícias Básicas / Instituto Agronômico de Campinas

Botucatu, 09 de outubro de 2020

*Aos meus pais, Regina e Valdeir, meu irmão Nelson, minha
filha Manuela e às minhas avós, Izabel e Lázara (in memoriam)
e avôs Leonino e Nelson (in memoriam), pelo amor e incentivo,
agora e sempre,*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida que Ele me concedeu, pelos seus dons que me permitiram chegar até o final do mestrado, e por ter me mantido na trilha certa durante a realização deste projeto.

Sou grata à minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha vida. Agradeço aos meus pais, Valdeir e Regina, por sempre me incentivarem e acreditarem que eu seria capaz de superar qualquer obstáculo que a vida me apresentasse, e por todo o esforço investido na minha educação. Ao meu irmão, Nelson, pela cumplicidade, companheirismo e pelo exemplo de ser humano que representa em minha vida. E minha filha, Manuela, por ter me ensinado o significado do amor incondicional, e pelo incentivo em me fazer vencer cada desafio.

A Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) pelo acolhimento desde a Residência, em 2016.

A Prof.^a Dra. Magali Leonel, pela sua orientação, seus ensinamentos, conselhos, dedicação, e principalmente, sua confiança para o desenvolvimento desta pesquisa, e ao Prof. Dr. Adalton Mazetti Fernandes, pela excelente coorientação.

Aos amigos Jason, Jéssica, Jesion, Gyslane, Ricardo, Natália Assunção, Nathalia Ribeiro, Luan e Hebert pela parceria e colaboração.

Aos funcionários do Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT) Luiz, Elder, Juliana, Danilo, Pâmela e Débora, pelo apoio e amizade.

A banca de qualificação, formada pelo Prof. Dr. Marco Antônio Martin Biaggioni e Dr. Emerson Loli Garcia, pelas contribuições e sugestões propostas.

A banca de defesa, formada pelo Pesquisador. Dr. José Carlos Feltran e Dra. Thaís Paes Rodrigues dos Santos, pelas correções e adequações sugeridas.

E a todos que, de algum modo, contribuíram e têm contribuído para a minha formação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

O cultivo de mandioca representa um importante papel para a economia do Brasil. Por sua característica perene, a mandioca pode crescer de maneira indefinida, em que se alternam períodos de crescimento vegetativo e de dormência. Frente à importância dessa cultura como matéria-prima industrial, e os diversos aspectos fisiológicos envolvidos no crescimento da mandioca de indústria, essa pesquisa teve como objetivo avaliar parâmetros de crescimento de 2 cultivares de mandioca, ao longo de 18 meses. O principal intuito foi o de avaliar os efeitos dos estádios de desenvolvimento no acúmulo de matéria fresca e matéria seca, índice de colheita e composição química das partes da planta. Buscou-se também com o estudo, verificar a eficácia da utilização da balança hidrostática, como método de determinação de matéria seca nas raízes. A condução do experimento ocorreu em área experimental e em condições de campo, no município de Lupércio, estado de São Paulo. O delineamento experimental foi executado em blocos casualizados, no esquema de parcela subdividida com 4 repetições. As parcelas foram representadas pelas variedades de mandioca (clones) IAC 118-95 e IAC 90 e as subparcelas foram representadas pelas épocas de colheita. A análise dos dados mostrou maior acúmulo de matéria seca nas raízes para a cultivar IAC 118-95, aos 18 meses após o plantio (MAP). Além disso, observou-se também que a melhor época de colheita para as 2 cultivares esteve entre os 16 e 18 MAP, ressaltado pelo maior acúmulo de matéria seca proveniente das raízes tuberosas. Os resultados foram divergentes entre a determinação de matéria seca pelos métodos laboratorial e balança hidrostática para a cultivar IAC 118-95. Em conclusão, os resultados obtidos mostraram que as fases dos ciclos vegetativos têm forte influência nos acúmulos de matéria fresca, matéria seca e nutrientes nas partes da planta. Para os componentes químicos das partes da planta, a época das colheitas teve efeitos diretos, decorrentes das variações de temperatura, luz e precipitação pluviométrica, independente da cultivar. Os maiores teores de cinzas, proteína, açúcares totais, matéria graxa e macronutrientes estão nas folhas de mandioca, independente da cultivar. As hastes acumulam os maiores teores de fibras e as raízes os maiores teores de amido.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz. Balança hidrostática. Cultivares de indústria. Fases de crescimento.

ABSTRACT

Cassava cultivation plays an important role for the economy of Brazil. Due to its perennial characteristic, cassava can grow indefinitely, in periods of vegetative growth and dormancy. In view of the importance of this crop as an industrial raw material, and the various physiological aspects involved in the growth of industrial cassava, this research aimed to evaluate growth parameters of 2 cassava cultivars, over 18 months. The main purpose was to evaluate the effects of the development stages on the accumulation of fresh and dry matter, harvest index and chemical composition of the plant parts. The study also sought to verify the effectiveness of using the hydrostatic balance as a method for determining dry matter in the roots. The experiment was conducted in an experimental area and under field conditions, in the municipality of Lupércio, state of São Paulo. The experimental design was performed in randomized blocks, in a split-plot scheme with 4 replications. The plots were represented by the cassava varieties (clones) IAC 118-95 and IAC 90 and the subplots were represented by the harvest seasons. The analysis of the data showed a greater accumulation of dry matter in the roots for the cultivar IAC 118-95, at 18 months after planting (MAP). In addition, it was also observed that the best harvest time for the 2 cultivars was between 16 and 18 MAP, highlighted by the greater accumulation of dry matter from the tuberous roots. The results were divergent between the determination of dry matter by laboratory methods and hydrostatic balance for the cultivar IAC 118-95. In conclusion, the results obtained showed that the phases of the vegetative cycles have a strong influence on the accumulation of fresh matter, dry matter and nutrients in the plant parts. For the chemical components of the plant parts, the harvest season had direct effects, resulting from variations in temperatures, light and rainfall, regardless of the cultivar. The highest levels of ash, protein, total sugars, grease and macronutrients are found in cassava leaves, regardless of the cultivar. The stems accumulate the highest fiber content and the roots the highest starch content.

Keywords: *Manihot esculenta* Crantz. Hydrostatic balance. Industry cultivars. Growing phases.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Temperaturas máximas, médias e mínimas e precipitações diárias ao longo do experimento, no período de novembro de 2017 a maio de 2019. Lupércio, SP.....	33
Figura 2 -	Plantio e colheita de plantas durante o experimento.....	36
Figura 3 -	Número de folhas por planta (A), diâmetro de haste principal (B) e altura de planta (C), de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	44
Figura 4 -	Matéria fresca (MF) de folha (A), haste (B), cepa (C), raiz (D) e planta inteira (E), de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	46
Figura 5 -	Acúmulo de matéria seca (MS) de folha (A), haste (B), cepa (C), raiz (D), planta inteira (E) e índice de colheita (F), de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	48
Figura 6 -	Porcentagem de matéria seca (MS) das raízes (A e B) e acúmulo de matéria seca nas raízes (C e D), de cultivares de mandioca, em função do método de determinação ao longo do ciclo da cultura.....	50
Figura 7 -	Teor de umidade das folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	53
Figura 8 -	Teor de cinzas nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	55
Figura 9 -	Teor de proteína nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	57
Figura 10 -	Teor de açúcares totais (AT) nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	58

Figura 11 - Teor de matéria graxa nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	60
Figura 12 - Teor de fibras nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	62
Figura 13 - Teor de amido nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	64
Figura 14 - Teor de nitrogênio nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	66
Figura 15 - Teor de fósforo nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	68
Figura 16 - Teor de potássio nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	70
Figura 17 - Teor de cálcio nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	72
Figura 18 - Teor de magnésio nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	74
Figura 19 - Teor de enxofre nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperatura média e precipitação pluviométrica no período do ensaio experimental. Lupércio, SP.....	34
Tabela 2 - Atributos químicos do solo do experimento anteriormente ao plantio da cultura da mandioca.....	35

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Matéria seca (peso específico).....	30
Equação 2 - Índice de colheita.....	38
Equação 3 - Matéria seca (laboratório).....	38
Equação 4 - Matéria seca (balança hidrostática).....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	23
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	25
2.1	Cultura da mandioca.....	25
2.2	Produção de mandioca.....	27
2.3	Matéria seca em raízes de mandioca.....	29
2.4	Cultivares de mandioca.....	30
2.4.1	IAC 118-95.....	30
2.4.2	IAC 90.....	31
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1	Localização e características da área experimental.....	32
3.2	Delineamento experimental.....	34
3.3	Instalação e condução do experimento.....	34
3.4	Avaliações das plantas de mandioca.....	37
3.4.1	Número de folhas, altura da planta e diâmetro de haste principal.....	37
3.4.2	Acúmulo de matéria fresca e matéria seca nas folhas, haste, cepa, raiz e planta inteira.....	37
3.4.3	Índice de colheita.....	37
3.4.4	Teor e acúmulo de matéria seca na raiz determinados pelos métodos laboratorial e hidrostático.....	38
3.5	Composição química das plantas de mandioca.....	38
3.5.1	Umidade.....	39
3.5.2	Cinzas.....	39
3.5.3	Proteína.....	39
3.5.4	Açúcares totais.....	39
3.5.5	Matéria graxa.....	40
3.5.6	Fibras.....	40
3.5.7	Amido.....	40
3.5.8	Macronutrientes.....	41
3.6	Análise estatística.....	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1	Características agronômicas das plantas de mandioca.....	42

4.1.1	Número de folhas por planta, diâmetro de haste principal e altura de planta.....	42
4.1.2	Matéria fresca de folha, haste, cepa, raiz e planta inteira.....	44
4.1.3	Acúmulo de matéria seca de folha, haste, cepa, raiz e planta inteira.....	47
4.1.4	Métodos de análise de matéria seca nas raízes de mandioca.....	49
4.2	Características químicas das plantas de mandioca.....	51
4.2.1	Teor de umidade nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca.....	51
4.2.2	Teor de cinzas nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca.....	54
4.2.3	Teor de proteína nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca.....	56
4.2.4	Teor de açúcares totais nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca.....	57
4.2.5	Teor de matéria graxa e lipídios nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca.....	59
4.2.6	Teor de fibras nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca.....	60
4.2.7	Teor de amido nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca.....	62
4.2.8	Teor de nitrogênio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca.....	64
4.2.9	Teor de fósforo nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca.....	66
4.2.10	Teor de potássio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca.....	68
4.2.11	Teor de cálcio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca.....	70
4.2.12	Teor de magnésio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca	72
4.2.13	Teor de enxofre nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca.....	74
5	CONCLUSÕES.....	76
	REFERÊNCIAS.....	77
	APÊNDICE A - Número de folhas por planta, diâmetro de haste principal e altura de planta, em função da cultivar de mandioca e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	85
	APÊNDICE B - Matéria fresca de folha, haste, cepa, raiz e planta inteira de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	85

APÊNDICE C - Produção de matéria seca de folha, haste, cepa, raiz e planta inteira de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	86
APÊNDICE D - Porcentagem de matéria seca e quantidade de matéria seca acumulada, em raízes de plantas de mandioca, em função da cultivar, método de determinação e época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	86
APÊNDICE E - Teor de umidade nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	87
APÊNDICE F - Teor de cinzas nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	87
APÊNDICE G - Teor de proteína nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	88
APÊNDICE H - Teor de açúcares totais nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	88
APÊNDICE I - Teor de matéria graxa nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	89
APÊNDICE J - Teor de fibras nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	89
APÊNDICE K - Teor de amido nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	90

APÊNDICE L - Teor de nitrogênio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	90
APÊNDICE M - Teor de fósforo nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	91
APÊNDICE N - Teor de potássio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	91
APÊNDICE O - Teor de cálcio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	92
APÊNDICE P - Teor de magnésio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	92
APÊNDICE Q - Teor de enxofre nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019.....	93

1 INTRODUÇÃO

A mandioca é responsável pelo provimento de energia alimentar, sendo uma das culturas mais importantes do Brasil. Utilizada na alimentação humana, as raízes são comercializadas sob a forma *in natura*, assim como da sua forma industrializada, a partir de produtos como farinhas, amido, polvilho azedo, massas e outros (CEREDA, 2005).

A produção de mandioca vem ganhando destaque no cenário internacional e nacional devido a sua facilidade de adequação e por sua enorme contribuição para a segurança alimentar e garantia nutricional, além de ser matéria-prima fundamental para diversas atividades industriais.

Seu crescimento é dividido em fases, que se inicia com a brotação da maniva, seguido do desenvolvimento do sistema radicular e parte aérea, enfolhamento, formação das raízes de armazenamento e tuberização, concluindo o desenvolvimento vegetativo e entrando em repouso em 300 a 360 dias após o plantio (DAP) (LORENZI et al., 1990; LEONEL et al., 2015).

No cultivo de mandioca destinado ao processamento industrial, procura-se obter maiores rendimentos de matéria seca por hectare, resultando em um ciclo de cultivo variável, em torno de 16 a 24 meses (dois ciclos vegetativos), com produção de 25 a 35 toneladas por hectare (LORENZI et al., 1990; LEONEL et al., 2015).

O cultivo da mandioca por meio de dois ciclos vegetativos é uma técnica de manejo propagada no Brasil, principalmente no cultivo destinado à indústria. Durante o crescimento, as plantas atravessam uma temporada de repouso fisiológico, o que ocorre entre os dois ciclos vegetativos. Na região Sudeste do país esse período coincide com os meses de julho a setembro, considerada a época mais fria e seca da referida região (OTSUBO; LORENZI, 2002).

As hastes da planta começam a rebrotar no segundo ciclo, estimuladas pelo aumento da temperatura e início do período de chuvas. Nesse momento, a cultura passa por um intenso período de crescimento vegetativo. Algumas pesquisas relatam que o cultivo por dois ciclos vegetativos da mandioca leva a grandes avanços quando considerada a produção de suas raízes.

A produtividade da mandioca apresenta alta quantidade de matéria seca por hectare, oriunda de suas raízes tuberosas se comparada a outras culturas agrícolas. O acúmulo dos nutrientes nas raízes tuberosas de mandioca sofre influência de

diferentes aspectos, entre eles a cultivar, as condições do clima, o estágio de desenvolvimento da planta e o manejo cultural, modificando a quantidade de matéria seca e nutrientes obtida (EI-SHARKAWY, 2006; AGUIAR et al., 2011; STRECK et al., 2014).

Ocorre um elevado número das bactérias diazotróficas *Klebsiella* sp., *Azospirillum lipoferum* e Bactéria E (*Burkholderia*), associadas às raízes, tubérculos, manivas e em solo rizosférico da mandioca, bem como espécies de fungos micorrízicos arbusculares, com predominância de *E. colombiana*, *A. scrobiculata*, *A. appendicula*, *S. pellucida* e *S. heterogama* (BALOTA et al., 1999).

O rendimento em matéria seca por hectare é de grande importância para a comercialização da mandioca de indústria. As empresas fazem o pagamento da mandioca recebida através da medida de matéria seca nas raízes, que é determinada pelo método hidrostático de Grossman e Freitas (1950), estimando-se por cálculo a matéria seca da mandioca. Apesar da rapidez e praticidade desse método, alguns questionamentos sobre a robustez e precisão são constantes na relação empresa/fornecedor (CEREDA et al., 2003).

O conhecimento das interferências decorrentes das fases fenológicas de crescimento da planta em cultivares de mandioca de maior expressão comercial e, o estabelecimento de relações com variações climáticas e métodos de determinação de matéria seca é de grande importância para os produtores de mandioca, contribuindo para a determinação de pontos de colheita mais vantajosos (escalonamento), o que poderá beneficiar tanto os produtores quanto as empresas.

Nesta linha, a realização desse trabalho teve por objetivo acompanhar o desenvolvimento de duas cultivares de mandioca de indústria, por dois ciclos vegetativos, e avaliar os efeitos dos estágios de desenvolvimento da planta no acúmulo de matéria seca em suas partes, composição química das raízes e, também, estabelecer relações entre os parâmetros avaliados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tem sua origem no continente americano, sendo pertencente à família das Euforbiáceas. A descrição da planta é de um arbusto, em torno de 2 a 3 metros de altura, possuindo raízes tuberosas, compridas e espessas. As folhas são membranáceas e lobuladas, e os pecíolos são mais compridos que as lâminas. O aspecto característico da planta de mandioca é a sua composição em dois tipos de raízes, sendo elas as fibrosas, que promovem a fixação e absorção de água e nutrientes, e as tuberosas, que são oriundas do processo de desenvolvimento e formação de tubérculos (DALLAQUA; CORAL, 2002).

A mandioca é produzida em 103 países, com produção mundial, no ano de 2017, da ordem de 292 milhões de toneladas. O continente africano é responsável por 60,9% dessa produção, tendo a Nigéria como principal produtora (59,4 milhões de toneladas). A produção da América do Sul representa 8,9% do total, com o Brasil como maior produtor (18,8 milhões de toneladas), ocupando a quinta posição na produção mundial (FAO, 2019).

Embora a mandioca seja cultivada em todos os estados brasileiros, a região Norte do país contribui com as maiores quantidades produzidas, sendo o Pará maior estado produtor, com números aproximados de 4,2 milhões de toneladas. Quando se trata da região Sudeste, o estado de São Paulo é o que mais produz, totalizando 1,0 milhões de toneladas. A produção na região é muito importante para a cadeia produtiva da mandioca, compreendendo os maiores índices de comercialização no Brasil (SEAB - PR, 2016).

A cidade de Lupércio, no estado de São Paulo, se destaca pela sua importância na produção de mandioca destinada a alimentação humana, animal e indústria, cultura essa que contribui com o desenvolvimento econômico do município, e vem sendo utilizada como matéria-prima para produção de produtos industrializados, como a farinha de mandioca.

Com base em dados apresentados pelo Censo Agropecuário do IBGE (2017) a região de Lupércio contava com 14 estabelecimentos agropecuários listados para a produção da mandioca. A quantidade da mandioca produzida durante a aplicação do referido censo resultou em um montante de 4.158 toneladas, mediante a uma área

colhida de 175 hectares.

O desenvolvimento da planta ocorre através de cinco fases fisiológicas principais, sendo quatro delas ativas e uma quinta de repouso vegetativo da cultura. Na primeira fase, entre 5 e 15 DAP, acontece a brotação da maniva. Em seguida, dos 15 aos 90 DAP advém o crescimento da parte aérea e das raízes fibrosas, sendo que a partir dos 70 DAP algumas se diferenciam em raízes de reserva. A partir da terceira fase, de 90 a 180 DAP, ocorre o maior crescimento da parte aérea, indicando a ramificação da planta e o aumento da tuberização das raízes. A seguir, na quarta fase, dos 180 aos 300 DAP, se estabelece uma ampla movimentação de fotoassimilados das folhas para as raízes tuberosas, aumentando o acúmulo de matéria seca nas mesmas. Na quinta e última fase, aos 300 e 360 DAP ocorre dormência da planta, ou seja, o período de repouso vegetativo, caracterizado por alterações de temperatura e chuvas em algumas regiões do país (ALVES, 2006).

Concluído o processo de repouso vegetativo, nota-se o reinício da fase de crescimento e de formação de novas ramas e folhas, em função do armazenamento do amido nas raízes e ramas no período anterior de crescimento (MAIEVES, 2010).

A mandioca é uma planta perene de ciclo longo, cerca de 12 meses, o que faz com que a cultura tenha a interferência das diversas condições climáticas no decorrer do ciclo de crescimento. A temperatura tem efeito sobre a brotação das manivas, a formação das folhas, bem como, o índice de área foliar e o decaimento dessas, afetando assim todo o crescimento da planta e acúmulo das reservas nas raízes. O crescimento das plantas de mandioca tem como temperaturas ideais aquelas entre 25 e 29 °C (ALVES, 2006; FAGUNDES et al., 2010). Com relação ao fotoperíodo, a mandioca é uma planta de dia curto, alcançando maior produção de 10 a 12 horas. Nos períodos de dias mais longos ocorrem maior crescimento da parte aérea e menor desenvolvimento das raízes de reserva, já em dias curtos, ocorre o inverso (TERNES, 2002; ALVES, 2006; FAGUNDES et al., 2010).

As raízes da mandioca são uma boa fonte de energia, enquanto as folhas fornecem proteínas, vitaminas e minerais. A composição básica das raízes da mandioca se dá pela presença de água e carboidratos, com o amido sendo o maior componente das raízes tuberosas. A composição das mesmas varia com o genótipo, fase de crescimento da planta, tipo de solo e práticas culturais. A composição média é de 63,4% de umidade; 32,0% de amido; 0,2% de açúcares totais; 0,7% de fibras;

1,0% de proteína; 0,4% de matéria graxa e 0,7% de cinzas (ALBUQUERQUE, 1969; OLIVEIRA; MORAES, 2009).

2.2 Produção de mandioca

A rusticidade é considerada uma característica principal da cultura da mandioca, além disso, a planta consegue se adaptar ao cultivo em diversos solos, desenvolvendo-se sob diversas condições climáticas do ambiente de instalação da lavoura (OLIVEIRA et al., 2009).

Como as raízes são o principal produto comercializado da planta de mandioca, o cultivo da planta ocorre principalmente em solos profundos, com boa drenagem, friáveis e de textura arenosa, favorecendo o crescimento de suas raízes, como também favorecendo a colheita. No manejo do solo a aração deve ser realizada em torno de 15 a 20 cm de profundidade, e as gradagens efetuadas no sentido cruzado, de forma a resultar no destorroamento adequado para a realização de sulcos e posterior plantio das manivas (SOUZA; SOUZA, 2000).

Tradicionalmente, a cultura é plantada na estação chuvosa no estado de São Paulo, que ocorre entre os meses de setembro e outubro. Contudo, a adoção do plantio antecipado, ocorrendo entre maio e junho, resulta em benefícios, principalmente em virtude de uma menor incidência de ervas daninhas, pragas e de erosões nos solos, assim como maior produtividade das raízes de reserva (LORENZI; DIAS, 1993).

A mandioca pode ser cultivada no sistema de fileiras simples ou duplas, tanto em sistema de cultivo solteiro ou consorciado com outras culturas de ciclo anual, como feijão, milho, arroz e amendoim (LEONEL et al., 2015).

Com relação às exigências nutricionais da mandioca, o sistema radicular da planta tem pouca eficiência na absorção, sendo esta deficiência compensada por associações simbióticas com micorrizas (HOWELER; CADAVID, 1983).

No estado de São Paulo, Leonel et al. (2015) relataram extração de macronutrientes de clones elites cultivados por um e dois ciclos, com valores médios em torno de 1,2 de nitrogênio (N); 0,5 de fósforo (P); 3,0 de potássio (K); 0,7 de cálcio (Ca); 0,6 de magnésio (Mg) e 0,3 de enxofre (S) kg t⁻¹.

De acordo com Lorenzi et al. (1981), a cultura exporta em torno de 6,2 kg de N; 0,6 kg de P; 4,2 kg de K; 3,8 kg de Ca e 1,0 kg de Mg para a produção de uma tonelada de raízes.

Através dos estudos de Mattos e Bezerra (2003), verificou-se a relação entre a produção e a quantidade de nutrientes. Segundo os autores, para uma produção média de 25 toneladas de raízes de mandioca e parte aérea da planta por hectare, foram confirmadas as extrações de 123 kg de N; 27 kg de P; 146 kg de K; 46 kg de Ca e 20 kg de Mg. Adicionalmente a isso, certificou-se que a faixa favorável de pH é de 5,5 a 7, sendo 6,5 o ideal, aspecto esse resultante de uma característica da cultura de ser pouco afetada pela acidez do solo.

Ferraro et al. (2016) relatam em revisão sobre a composição de mandioca as seguintes observações com relação aos minerais: Ca com variações de 19 a 176 mg 100 g⁻¹ nas raízes e 34 a 710 mg 100 g⁻¹ nas folhas; Mg de 30 a 80 mg 100 g⁻¹ nas raízes e 120 a 420 mg 100 g⁻¹ nas folhas; P de 6 a 150 mg 100 g⁻¹ nas raízes e 27 a 210 mg 100 g⁻¹ nas folhas e K de 250 a 720 mg 100 g⁻¹ nas raízes e 350 a 1.230 mg 100 g⁻¹ nas folhas.

O N é um nutriente capaz de influenciar as produções da parte aérea e raízes, sendo o mais extraído pela cultura e contribuindo para o desenvolvimento da planta. O nutriente em demasia pode acarretar na diminuição da porcentagem do amido nas raízes e o amarelecimento das folhas, resultando na redução da produção das raízes (CONCEIÇÃO, 1981; TERNES, 2002).

Outro nutriente fundamental para a cultura é o K, que é o responsável pela translocação dos carboidratos, cuja produção se dá por meio das folhas e que, posteriormente, são acumulados nas raízes, processo esse primordial para o rendimento da matéria seca total. A ausência desse nutriente resulta na excessiva ramificação, com folhas pequenas e necrosadas nas extremidades, além da diminuição produtiva de raízes (ALVES, 2003).

A redução na produtividade da parte aérea, resultando em ramas finas e folhas estreitas, é a consequência de uma baixa quantidade de P na cultura, nutriente esse responsável pela síntese do amido, através do processo de fosforilação ocorrido nas raízes da planta (GOMES, 1987).

A mandioca é caracterizada ainda por ser tolerante à seca, mas se o déficit hídrico ocorrer nos primeiros meses após o plantio, pode resultar em efeitos negativos para a sua produtividade e rentabilidade (LORENZI, 2012). Além disso, é primordial

que o agricultor tome ciência de que a disponibilidade dos nutrientes se dá em virtude da presença de água no campo, pois a sua ausência afeta os minerais das folhas e impede a absorção dos nutrientes pelas raízes. A correção desse contratempo é fundamental para o crescimento e desenvolvimento da cultura (MARSCHNER, 1995; GOTO et al., 2001). A planta mostra maiores produções em condições de precipitação anual maior que 600 mm e sob alta radiação solar (EL-SHARKAWY, 2006).

2.3 Matéria seca em raízes de mandioca

A produção de mandioca em larga escala demanda do produtor os conhecimentos necessários acerca das cultivares mais adaptáveis às condições do solo e clima local, assim como a resistência da cultura à incidência de pragas e doenças. Esses fatores, aliados ao manejo cultural correto, podem resultar em uma elevada produtividade de raízes, com alto teor de matéria seca.

O acúmulo de matéria seca nas raízes tuberosas é o fator que irá definir o pagamento ao produtor. Sua determinação adequada, de modo que não ocorra questionamentos quanto as medidas adotadas, garante o preço justo do produto, tanto para o comprador quanto para o fornecedor.

A verificação dos teores de matéria seca nas raízes varia em função das cultivares, condições de cultivo e das épocas de colheita, podendo oscilar de 17 a 47%. Dessa maneira reforça-se que esses dados são vistos como elevados para a cultura (TEYE et al., 2011).

O método científico tradicional de determinação de matéria seca em raízes de mandioca fundamenta-se na secagem em estufa de amostras frescas, com mesmo peso, em um período de 24 horas a 105 °C, estimando-se a porcentagem pela diferença de peso das amostras frescas e desidratadas. Devido ao tempo e infraestrutura laboratorial para o uso dessa metodologia, Grossman e Freitas (1950) relatam o uso de balança hidrostática na determinação de matéria seca. Os mesmos autores citam que o teor de amido pode ser estimado subtraindo-se do teor de matéria seca a constante 4,65. Essa metodologia tem sido aplicada pelas indústrias de mandioca no Brasil.

A estreita relação do peso específico com o teor de matéria seca também foi relatada por Teye et al. (2011), que analisando diversos materiais de mandioca, observaram estreita relação entre a gravidade específica, analisada em acordo com

Luther et al. (2004), e o teor de matéria seca pela metodologia laboratorial de secagem em estufa, propondo a equação abaixo para a predição do teor de matéria seca:

$$y = -175,46 + 188,61 x \quad (1)$$

Onde: y: Matéria seca da amostra; x: Gravidade específica.

LORENZI et al. (1981), observou que depois dos 300 dias, quando praticamente as plantas não têm mais folhas, as variedades continuam aumentando a matéria seca de raízes, talvez pela transferência de maior quantidade de assimilados acumulados na parte aérea, em virtude de seu maior volume.

2.4 Cultivares de mandioca

As cultivares de mandioca tem adaptações específicas conforme as regiões em que são cultivadas, principalmente em relação às características dos ecossistemas.

A divisão dos genótipos da mandioca em duas grandes classes é um aspecto típico da planta, separadas em função do teor de HCN, principal responsável pela toxicidade da mandioca, contido em suas raízes. A referida divisão segrega a mandioca em amarga ou brava (tóxica), com teor maior que 300 mg kg⁻¹ de HCN (base úmida), de utilização basicamente industrial, e a doce ou mansa (atóxica), de uso frequentemente culinário, com teor menor que 180 mg kg⁻¹. As cultivares com teores entre 180 e 300 mg kg⁻¹ são consideradas intermediárias (WESTBY, 2002; SÁNCHEZ, 2004; LEONEL et al., 2015).

2.4.1 IAC 118-95

O genótipo IAC 118-95 trata-se de um clone avançado caracterizado por uma haste única, que não apresenta sua primeira ramificação, não emitindo bifurcação.

Esse genótipo é considerado muito produtivo, possuindo raízes claras e renda intermediária¹. Além disso, ele é sensível ao superalongamento (*Sphaceloma*

¹Informação pessoal de José Carlos Feltran.

manihotica). Trata-se de uma cultivar muito plantada na região de Lupércio, sendo um dos motivos para utilizá-la neste experimento.

2.4.2 IAC 90

As plantas de mandioca da cultivar IAC 90 apresentam película suberosa lisa e de coloração clara, ramas de coloração verde-acinzentadas, porte médio e ramificação ereta. As raízes dessa cultivar produzem elevados teores de matéria seca. A cultivar IAC 90 é apropriada para solos de média a alta fertilidade, apresentando estabilidade produtiva em diferentes ambientes, sendo cultivada principalmente nos Estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul (LEONEL et al., 2015).

Seu cultivo apresenta boa cobertura do solo em virtude dos lóbulos largos, ostentando um aspecto ereto devido às ramificações no ponteiro, e suas raízes são curtas. Outro aspecto importante dessa cultivar é que a mesma manifesta tolerância à bacteriose e antracnose, além de apresentar sensibilidade ao superbrotamento (LEONEL et al., 2015). Também é muito difundida na região, e uma das mais procuradas por industriais para a produção de farinha.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e características da área experimental

A instalação do experimento ocorreu no mês de novembro de 2017, conduzido em área experimental, nas condições de campo do produtor, na cidade de Lupércio, estado de São Paulo. A cidade está situada a uma latitude de 22° 24' 54" Sul e longitude de 49° 49' 02" Oeste, e a altitude do município é de 661 metros.

O clima predominante da região de Lupércio é quente e temperado, com expressiva pluviosidade ao longo de todo o ano, com média anual de 1.295 mm. O clima do município é classificado como do tipo Cfa, ou seja, o clima é temperado e úmido, chegando a uma média anual de 20 °C durante o verão.

As informações climáticas da região de Lupércio, relacionadas à precipitação, e as temperaturas máxima e mínima, foram registradas durante todo o período de condução do experimento, com dados coletados através do site da CIIAGRO (Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas), e estão apresentadas na Figura 1 e Tabela 1.

Figura 1 - Temperaturas máximas, médias e mínimas e precipitações diárias ao longo do experimento, no período de novembro de 2017 a maio de 2019. Lupércio, SP

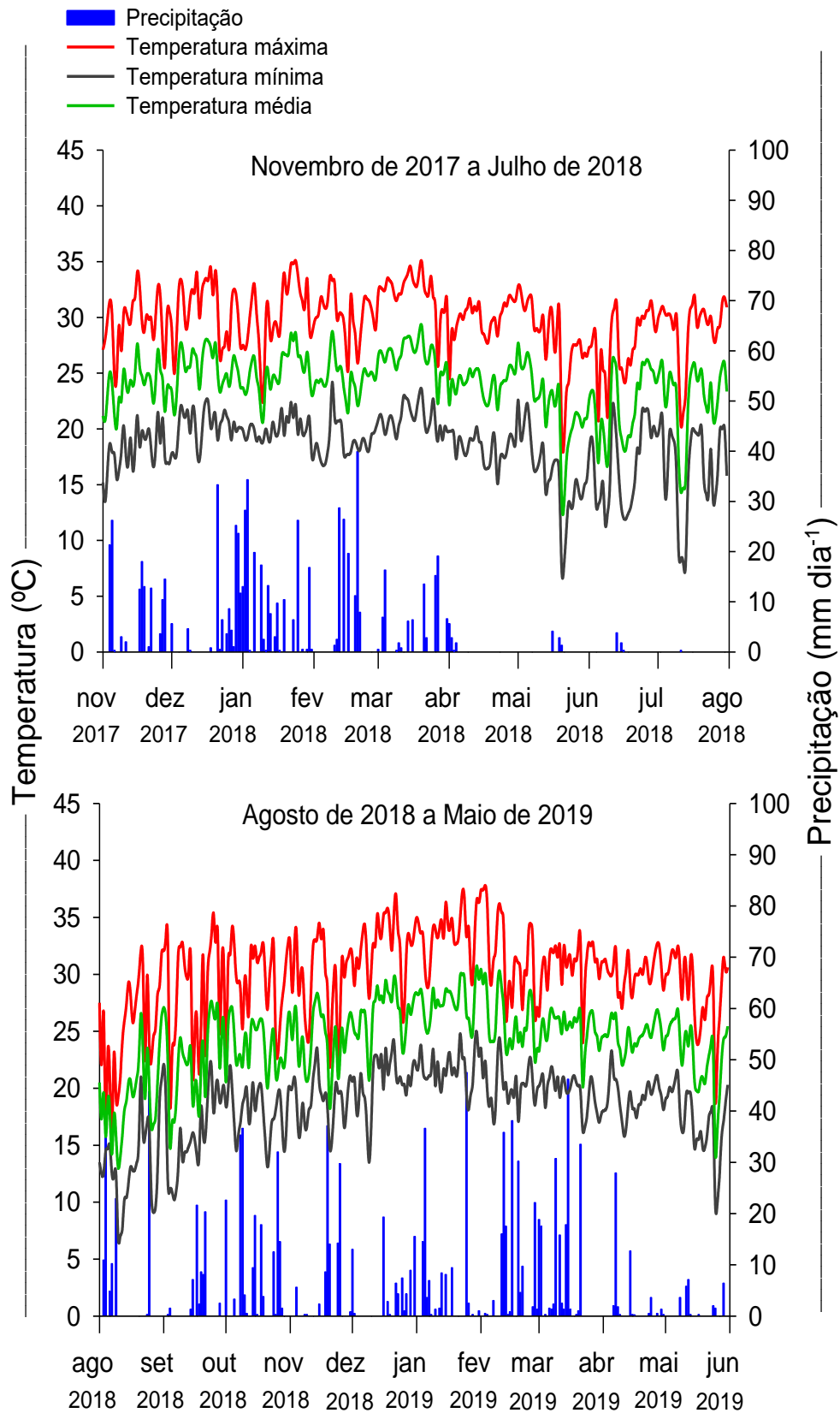


Tabela 1 - Temperatura média e precipitação pluviométrica no período do ensaio experimental. Lupércio, SP

Período de ensaio experimental	16/11/17 a	12/01/18 a	28/03/18 a	18/05/18 a	06/07/18 a	03/10/18 a	26/11/18 a	29/01/19 a	14/03/19 a
Precipitação acumulada (mm)	344,1	322,3	21,2	10	232,7	303,6	225,4	292,8	168,3
Temperatura média (°C)	24,94	25,72	24,17	21,67	21,43	23,96	26,86	26,12	24,83

Fonte: Compilação de dados do CIIAGRO (2020).

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, no esquema de parcela subdividida com 4 repetições. As parcelas foram representadas por dois cultivares de mandioca (IAC 118-95 e IAC 90) e as subparcelas foram representadas por nove épocas de colheita, realizadas ao 2º, 4º, 6º, 8º, 10º, 12º, 14º, 16º e 18º MAP.

Cada parcela experimental tinha 25 m de largura e 50 m de comprimento, e cada subparcela foi representada por seis plantas de mandioca, as quais foram colhidas em cada época de avaliação e as plantas adjacentes que não foram colhidas nas avaliações seguintes, ou seja, sempre foram colhidas plantas que tinham dos lados plantas competitivas (bordaduras). O espaçamento de plantio foi de 90 cm entre linhas e 65 cm entre plantas de acordo com a regulagem da plantadeira utilizada pelo produtor.

3.3 Instalação e condução do experimento

Anteriormente a instalação do experimento foi realizada a amostragem do solo na camada de 0 a 20 cm, para avaliação das características químicas (Tabela 2).

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo abrupto, apresentando boa fertilidade, e tendo como principal característica física, a diferença textural, entre a camada superficial que é arenosa e a camada inferior mais argilosa. Essa característica, aliada à topografia ondulada, torna-o extremamente susceptível aos processos erosivos, fato que limita o seu uso para algumas explorações agrícolas, principalmente para as culturas anuais que demandam alto grau de mecanização em seus processos produtivos, especialmente no preparo do

solo, tais como: milho, mandioca, soja e cana (IAC - SP, 2020).

Tabela 2 - Atributos químicos do solo do experimento anteriormente ao plantio da cultura da mandioca

Atributos	Profundidade (m)
	0-0,20
pH (CaCl ₂)	5,4
M.O. (g dm ⁻³)	9
P _{resina} (mg dm ⁻³)	32
Al ⁺³ (mmolc dm ⁻³)	-
H + Al (mmolc dm ⁻³)	19
K (mmolc dm ⁻³)	1,81
Ca (mmolc dm ⁻³)	25
Mg (mmolc dm ⁻³)	14
SB (mmolc dm ⁻³)	40
CTC (mmolc dm ⁻³)	59
V%	68
S (mg dm ⁻³)	3
B (mg dm ⁻³)	0,45
Cu (mg dm ⁻³)	8,0
Fe (mg dm ⁻³)	19
Mn (mg dm ⁻³)	2
Zn (mg dm ⁻³)	1,4

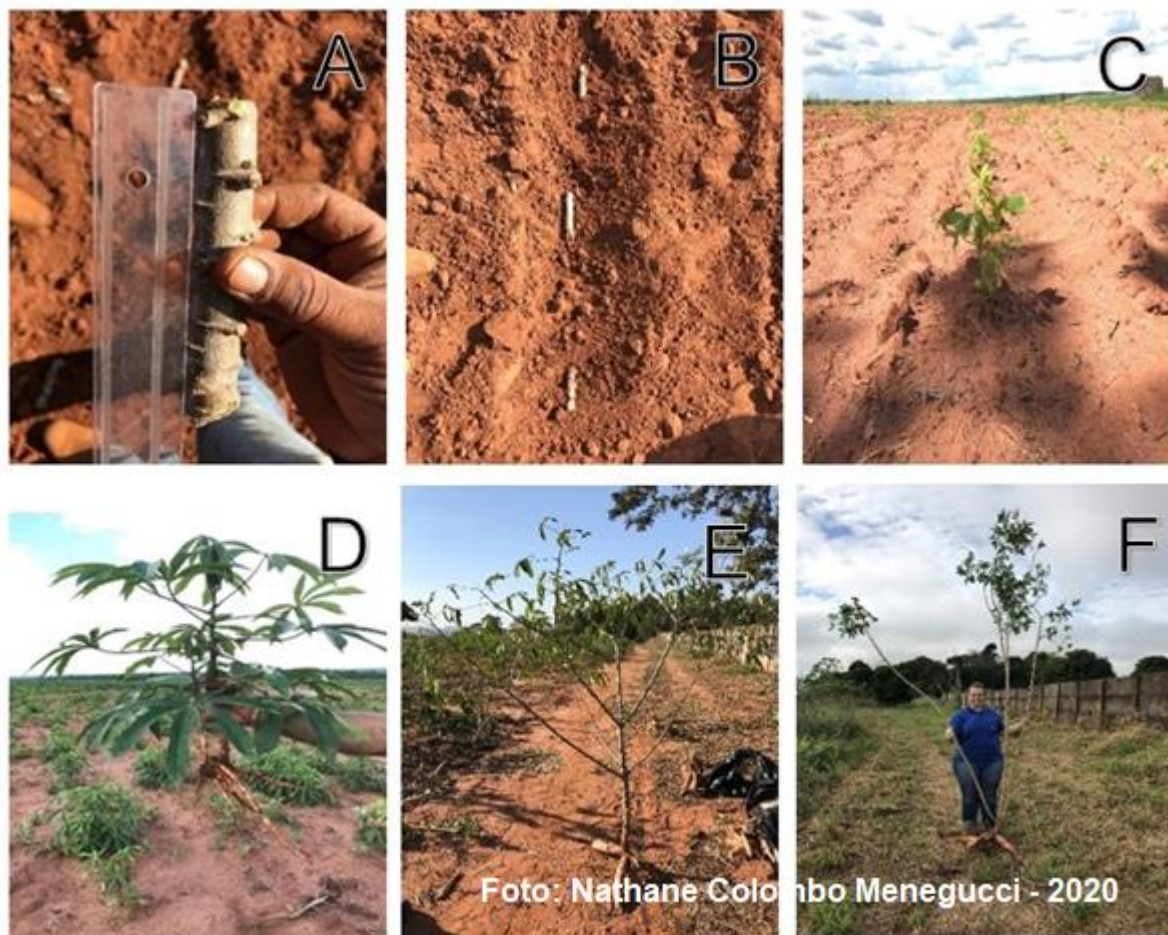
Sendo: MO representado pela matéria orgânica; CTC representando a capacidade de troca catiônica e V% sendo a saturação por bases.

A preparação do solo foi realizada através de gradagem, subsolagem, aração, terraceamento e nivelamento. Além disso, foi realizada adubação orgânica com 2,1 t ha⁻¹ de cama de frango e correção do solo, utilizando 1,7 t ha⁻¹ de calcário dolomítico. O preparo do solo, implantação, condução da cultura e todos os tratamentos culturais foram realizados de acordo com as práticas agrícolas adotadas pelo produtor. Anteriormente ao experimento, na mesma área, foi realizado também o cultivo de mandioca.

O plantio ocorreu no dia 16 de novembro de 2017, e para sua realização foi utilizada a plantadeira Planti Center com 4 linhas e trator New Holland 7630 110 CV, e adotados os seguintes parâmetros: manivas das cultivares IAC 118-95 e IAC 90 com cerca de 13 cm de comprimento, com 11 a 12 gemas por rama; e aplicação de 300 kg ha⁻¹ da formulação NPK 4-30-10 (12, 90, 30 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O,

respectivamente). Posteriormente ao plantio, foi realizada pulverização para controle de plantas daninhas, e uma adubação de cobertura foi feita aos 90 DAP com 124 kg ha⁻¹ de KCl (74 kg ha⁻¹ de K₂O). Foram realizadas colheitas periódicas (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 e 18 MAP) onde foram colhidas seis plantas sequenciais de cada parcela experimental para avaliação. A Figura 2 mostra a instalação e colheitas na área experimental.

Figura 2 - Plantio e colheita de plantas durante o experimento



Sendo: (A): maniva com cerca de 13 cm de comprimento; (B): distribuição das manivas no solo, com cerca de 65 cm entre plantas; (C): mandioca 1 MAP; (D): primeira colheita de plantas aos 2 MAP; (E): quarta colheita de plantas aos 8 MAP; (F): última colheita de plantas aos 18 MAP.

3.4 Avaliações das plantas de mandioca

3.4.1 Número de folhas, altura da planta e diâmetro da haste principal

O método da contagem direta foi utilizado para determinar o número de folhas por planta. A altura da planta foi determinada como sendo a distância entre a base da planta (solo) e o ponto mais alto da mesma, com o auxílio de uma régua graduada. O diâmetro da haste foi mensurado a uma altura de 5 cm acima da superfície do solo, utilizando-se de um paquímetro digital.

3.4.2 Acúmulo de matéria fresca e matéria seca nas folhas, haste, cepa, raiz e planta inteira

Posteriormente à colheita, as plantas foram separadas em folhas, hastes, cepas e raízes. As amostras frescas foram então pesadas para que se pudesse obter o acúmulo de matéria fresca nas partes das plantas e a produtividade de raízes frescas por planta. As quantidades de matéria fresca acumuladas em cada parte da planta e a produtividade de raízes frescas por planta foram multiplicadas pela população de plantas ($17.094 \text{ plantas ha}^{-1}$) para a obtenção dos acúmulos de matéria fresca e produtividade de raízes por hectare.

Em seguida, foram coletadas subamostras de cada parte da planta, lavadas e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a $65 \text{ }^\circ\text{C}$, até peso constante. Depois de finalizada a secagem, as subamostras foram pesadas para a obtenção do peso seco. Com os dados de peso fresco e peso seco das subamostras foi calculado o teor de matéria seca em cada parte da planta. Com os dados de teor de matéria seca nas partes da planta e dos acúmulos de matéria fresca nas partes da planta e as produtividades de raízes frescas, foram calculadas as quantidades de matéria seca acumuladas nas folhas, hastes, cepas, raízes e na planta inteira por hectare.

3.4.3 Índice de colheita

O cálculo do índice de colheita foi realizado através da relação entre o acúmulo de matéria seca das raízes e o acúmulo de matéria seca da planta inteira, de acordo com a equação 1:

$$\text{Índice de colheita} = \text{Acúmulo de MS raízes} / \text{Acúmulo de MS planta inteira} \times 100 \quad (2)$$

3.4.4 Teor de matéria seca na raiz determinados pelos métodos laboratorial e hidrostático

A determinação do teor de matéria seca (método laboratorial) nas raízes de mandioca nos diferentes tempos de colheita seguiu a metodologia descrita no item 3.4.2 para a determinação do teor matéria seca (AACCI, 2016). O teor de matéria seca foi calculado pela equação 2:

$$\text{Matéria seca} = (\text{MS} \times 100) / \text{MF} \quad (3)$$

Onde: MS: Massa seca da amostra; MF: Massa fresca da amostra.

O cálculo do teor de matéria seca pela balança hidrostática foi realizado de acordo com Grossmann e Freitas (1950), como mostra a equação 3:

$$\text{Matéria seca} = 15,75 + 0,0564 \times R \quad (4)$$

Onde: R: Massa de 3 kg de raízes frescas mergulhadas em água.

Na comparação dos métodos laboratorial e hidrostático as determinações foram realizadas a partir dos 4 MAP, devido à ausência de raízes na primeira colheita, aos 2 MAP.

3.5 Composição química das plantas de mandioca

As plantas de mandioca colhidas nos diferentes tempos de colheita foram analisadas em acordo com a *Association of Official Analytical Chemists - AOAC* (2005) e *American Association of Cereal Chemists - AACCI* (2016) para os teores de umidade, cinzas, proteína, açúcares totais, matéria graxa, fibras, amido e

macronutrientes. As avaliações foram feitas nas folhas, hastes, cepas e raízes tuberosas.

3.5.1 Umidade

A porcentagem de umidade foi determinada utilizando três repetições de aproximadamente 3 g de cada amostra e secas em estufa a 105 °C até a obtenção de peso constante. Após esse período foram retiradas da estufa e colocadas em dessecador e novamente pesadas, seguindo o método da AOAC (2005).

3.5.2 Cinzas

Para a determinação do teor de cinzas, conteúdo que representa o total de sais minerais na amostra (substâncias não voláteis até 550 °C), foram usadas três repetições de aproximadamente 3 g de amostra submetida em mufla a 550 °C por 2 horas até a calcinação completa. Após esse período as amostras foram colocadas em dessecador e pesadas, seguindo a metodologia da AOAC (2005). Os resultados foram expressos na base úmida em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$.

3.5.3 Proteína

Para o teor de proteína, que representa o conteúdo total de protídeos na amostra, foram utilizadas três repetições de aproximadamente 200 mg de amostra, as quais foram submetidas em bloco digestor de proteína e posteriormente a destilação, seguindo a metodologia da AOAC (2005), cujo fator utilizado para conversão do teor de N em proteína bruta foi de 6,2. Os resultados foram expressos na base úmida em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$.

3.5.4 Açúcares totais

Para determinar o teor de açúcares totais, que representa o conteúdo total de açúcares redutores, mais a sacarose e outros possíveis açúcares solúveis presentes na amostra, foram pesadas três repetições de aproximadamente 500 mg de cada amostra. Foram colocadas em um Erlenmeyer de 250 mL, em seguida foram

acrescentados 30 mL de etanol absoluto P.A. e 30 mL de água destilada, e levados ao banho-maria com temperatura entre 60 e 65 °C por 1 hora. Após esse tempo, acrescentou-se 1mL de HCl P.A. concentrado, seguido de leve agitação, e levou novamente a banho-maria, por mais 1 hora, na mesma faixa de temperatura. Os teores açúcares totais foram determinados e os resultados foram expressos na base úmida em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$.

3.5.5 Matéria graxa

Para o teor de matéria graxa, foram utilizadas três repetições de aproximadamente 3 g de cada amostra. A extração foi realizada em extrator Soxhlet, utilizando éter de petróleo, seguindo a metodologia da AOAC (2005). Os resultados foram expressos na base úmida em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$.

3.5.6 Fibras

O teor de fibra foi obtido por hidrólise ácida (H_2SO_4 1,2%) seguida de hidrólise alcalina (NaOH 1,2%). Para determinação foram utilizadas 3 g de amostra processadas em digestor de fibras, seguindo a metodologia proposta pela AACCI (2016). Os resultados foram expressos na base úmida em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$.

3.5.7 Amido

O teor de amido foi baseado no método adaptado pela AACCI (2016). Foram transferidos 200 mg de amostra para Erlenmeyer de 125 mL, adicionado 42 mL de água destilada, 100 μL de enzima alfa-amilase e 1 mL de solução tampão Acetato de Sódio 2 mol L^{-1} em pH 5,35. As amostras foram acomodadas em banho-maria com agitação à temperatura de 90 °C por duas horas. Em seguida foram resfriadas a temperatura ambiente e adicionado 100 μL de enzima Amiloglucosidase, retornando-as ao banho-maria com aquecimento por mais duas horas sob agitação constante a temperatura de 55 °C. Após o referido tempo, as amostras foram resfriadas e transferidas para balão volumétrico de 250 mL e o volume foi ajustado. Alíquota de 5 mL foi transferida para balão volumétrico de 100 mL, o pH foi ajustado entre 7 a 9 com hidróxido de sódio 4 mol L^{-1} e o volume foi ajustado com água destilada. A seguir, uma

alíquota de 1 mL do extrato foi transferida para tubo de ensaio e adicionado 1 mL do reativo de trabalho Somogyi (1945), então os tubos condicionados em banho-maria em ebulição por 10 minutos. Posteriormente, os tubos foram resfriados em temperatura ambiente e adicionado 1 mL do reativo de trabalho de Nelson (1944) e 7 mL de água deionizada. Os tubos foram homogeneizados e as absorvâncias medidas em espectrofotômetro a 535 nm. Os resultados foram expressos na base úmida em $g\ 100\ g^{-1}$.

3.5.8 Macronutrientes

Nas amostras secas da planta foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S de acordo com metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

3.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância. Aplicou-se o teste F ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Quando houve significância pelo teste F, as médias referentes aos fatores qualitativos foram comparadas pelo teste t (DMS, $p < 0,05$). Os efeitos de época de avaliação ao longo do ciclo da cultura foram avaliados por meio de análise de regressão, adotando-se como critério para a escolha do modelo, a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a 5% de probabilidade pelo teste F ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características agrônômicas das plantas de mandioca

Em relação aos dados analisados, verificou-se que os períodos em que ocorreram os índices mais elevados de chuvas foram nos meses de novembro, dezembro e janeiro, totalizando 344,1 mm, seguidos dos meses de fevereiro e março, com 322,3 mm. Em contrapartida, o período entre maio e julho apresentou os menores índices de chuva na amostra analisada, com 10 mm.

O pico da temperatura média registrada ocorreu no período de 26/11/18 a 29/01/19, com temperaturas médias de 26,9 °C, diferentemente do que ocorreu no período de 06/07/18 a 03/10/18, onde a média variou em torno de 21,4 °C.

As variações nas condições climáticas, como a temperatura média e os índices de chuva, influenciam os períodos de crescimento vegetativo da planta, e seus períodos de repouso fisiológico. Condições ambientais como baixas temperaturas e déficit hídrico levam a planta de mandioca a um período dormente ou de repouso (ALVES, 2006).

4.1.1 Número de folhas por planta, diâmetro de haste principal e altura de planta

O sistema de produção e a produtividade da cultura são influenciados pelos genótipos e o ambiente no qual as plantas serão inseridas. Dessa forma, torna-se importante avaliar a produtividade de raízes e da parte aérea, assim como os diâmetros e alturas das plantas.

Foi observado na análise de variância efeito significativo da época de colheita para os parâmetros número de folhas por planta, diâmetro de haste e altura de planta, não havendo efeito da cultivar de mandioca para os parâmetros avaliados (Apêndice A).

O enfolhamento das plantas de mandioca seguiu modelos quadráticos nos dois ciclos de crescimento, com decréscimo acentuado no 8º e no 18º MAP (Figura 3a). O decréscimo acentuado no enfolhamento das plantas coincidiu com os meses onde ocorreram os menores índices de precipitação na região do experimento, assim como, esse foi um período no qual prevaleceu as temperaturas mais baixas (Figura 1).

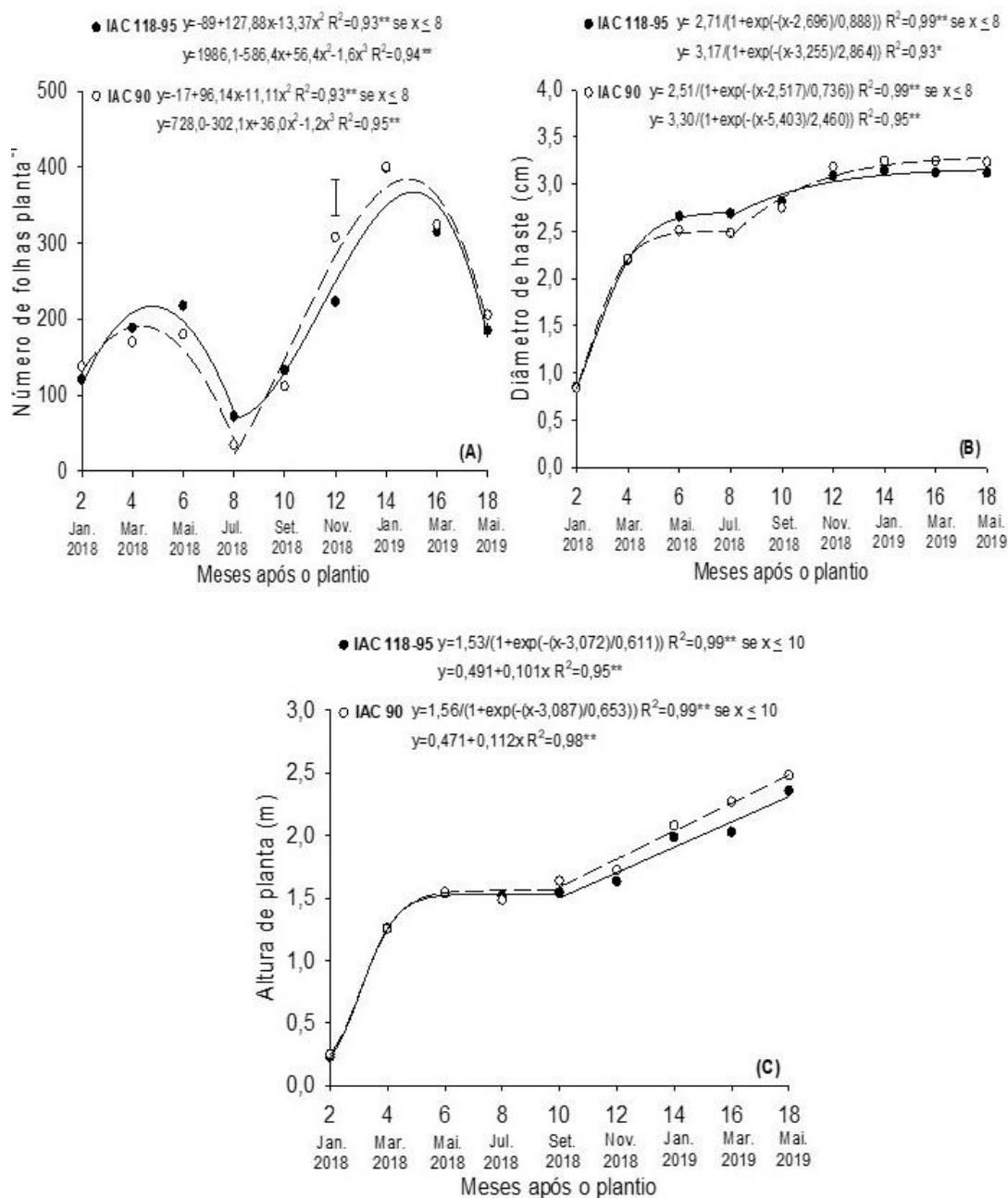
O decréscimo das folhas das cultivares foi devido à senescência das folhas, processo esse que se intensificou a partir dos 150 dias após a emergência (DAE). Essa senescência ocorre devido à diminuição da temperatura e do autossombreamento das folhas no interior do dossel (GABRIEL et al., 2014).

Para o diâmetro de haste (Figura 3b) ocorreu um crescimento maior no início dos dois ciclos vegetativos (maior fluxo de fotoassimilados entre parte aérea e raiz), com estabilização nas fases de finalização do crescimento da parte aérea e início da fase de engrossamento das raízes, o que indica remobilização de fotoassimilados para o novo ciclo de crescimento (ALVES, 2002).

As plantas de mandioca tiveram o mesmo modelo de crescimento em altura, caracterizado por um crescimento inicial exponencial até os 4 MAP no primeiro ciclo, seguido por uma estabilização, e crescimento exponencial no segundo ciclo até os 18 MAP (Figura 3c).

Os resultados obtidos para a altura de plantas no primeiro ciclo de crescimento vegetativo foram semelhantes aos observados por Silva et al. (2012), que analisando parâmetros produtivos de cultivares de mandioca, relataram alturas médias de 1,96 m para a IAC 118-95 e 1,88 m para a IAC 90, aos 11 MAP.

Figura 3 - Número de folhas por planta (A), diâmetro de haste principal (B) e altura de planta (C), de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. * e ** são, respectivamente, significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



4.1.2 Matéria fresca de folha, haste, cepa, raiz e planta inteira

Foi observado na análise de variância conjunta de matéria fresca de folha, haste, cepa, raiz e planta inteira efeito significativo da época de colheita. Houve efeito

de cultivar para folha, haste, cepa e raiz. Também houve efeito de interação para folha, haste e cepa (Apêndice B).

Ainda analisando os dados (Apêndice B), observou-se que a cultivar IAC 118-95 apresentou maior acúmulo de matéria fresca nas raízes em comparação a cultivar IAC 90, e menores acúmulos nas folhas, hastes e cepas da planta.

A matéria fresca de folha permaneceu crescente até o 4º MAP (Março), e depois diminuiu até o 8º MAP, marcando o fim do primeiro ciclo. Após o 8º MAP (Julho), a matéria fresca de folha aumentou até o 14º MAP, e seu decréscimo se deu do 14º ao 18º MAP, finalizando o segundo ciclo da cultura. Pode-se observar que a cultivar IAC 118-95 permaneceu a maior parte do tempo abaixo se comparada a IAC 90 (Figura 4a).

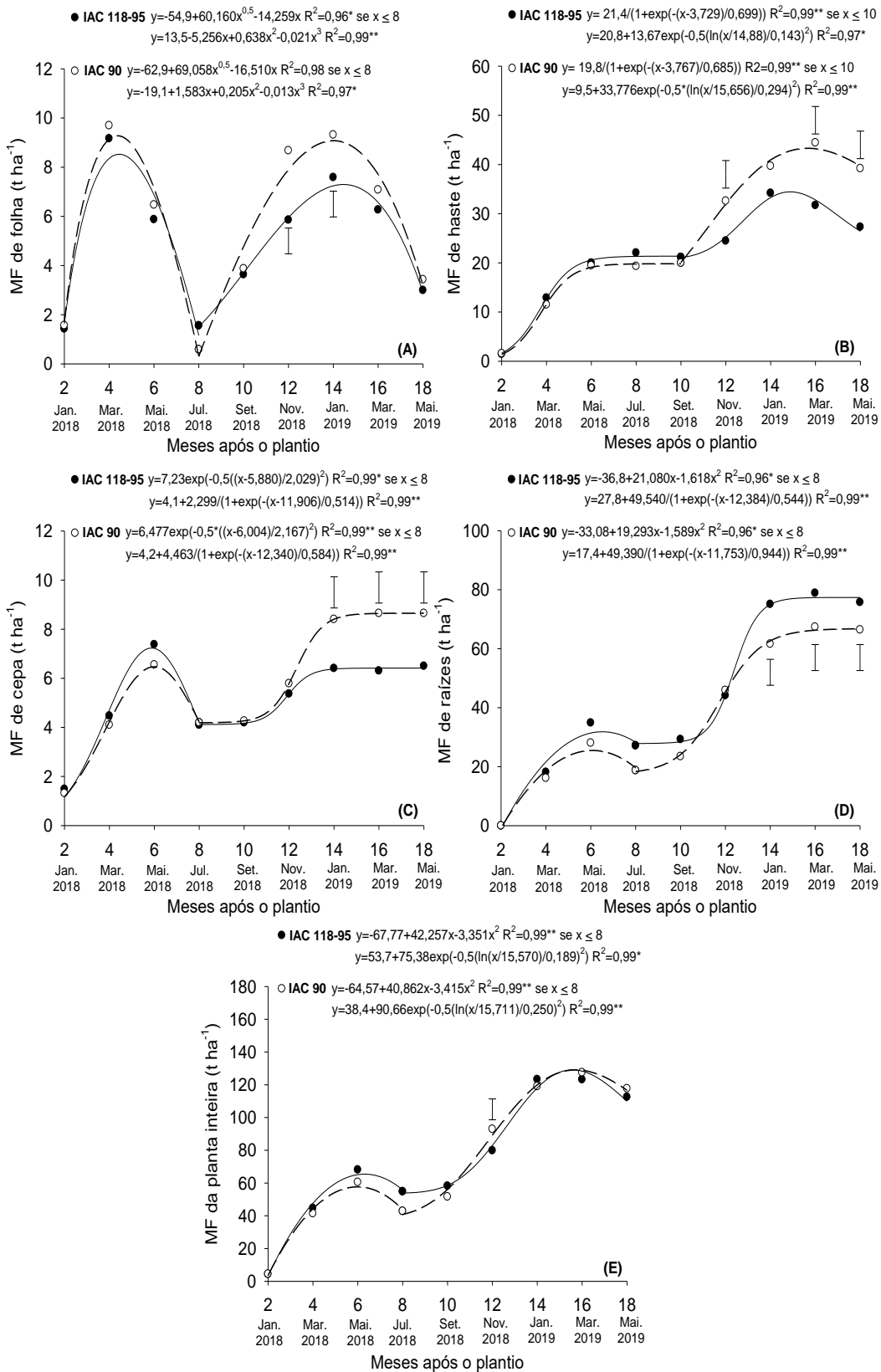
Para matéria fresca de haste, pode-se observar crescimento constante até os 6º MAP para ambas as cultivares. Do 6º ao 10º MAP, a matéria fresca permaneceu constante. O aumento pode ser observado a partir do 10º MAP até o 14º MAP para IAC 118-95, e até o 16º MAP para IAC 90 (Figura 4b).

As hastes da planta começam a rebrotar no segundo ciclo, estimuladas pelo aumento da temperatura e do período de chuvas. Nesse momento a cultura passa por um intenso período de crescimento vegetativo (TAKAHASHI, 2002; OTSUBO; LORENZI, 2002).

Para matéria fresca de cepa verificou-se um crescimento expressivo até o 6º MAP, seguido de um período de queda para ambas as cultivares, que se manteve até, aproximadamente, o 11º MAP. Após esse período, as cultivares voltaram a apresentar crescimento, especialmente a cultivar IAC 90, que apresentou crescimento superior a IAC 118-95 (Figura 4c).

No caso da matéria fresca de raízes, ambas as cultivares apresentaram crescimentos estáveis até, aproximadamente, o 11º MAP. No segundo ciclo vegetativo as cultivares apresentaram um crescimento expressivo até o 14º MAP, posteriormente foi estabilizado até o 18º MAP, com destaque para a IAC 118-95 (Figura 4d).

Figura 4 - Matéria fresca (MF) de folha (A), haste (B), cepa (C), raiz (D) e planta inteira (E), de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. * e ** são, respectivamente, significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



Silva et al. (2012) também analisaram as cultivares IAC 90 e IAC 118-95, quanto ao teor de matéria fresca da parte aérea, da cepa e das raízes, aos 11 MAP.

Os autores citados encontraram teores de matéria fresca da parte aérea de 19,6 t ha⁻¹ e 13,9 t ha⁻¹, respectivamente, para as cultivares IAC 90 e IAC 118-95. Enquanto para a matéria fresca da cepa, os resultados apresentados pelos autores foram de 6,7 t ha⁻¹ e 7,4 t ha⁻¹, respectivamente, para as cultivares IAC 90 e IAC 118-95. Por fim, para a matéria fresca das raízes os resultados foram de 40,3 t ha⁻¹ e 35,7 t ha⁻¹, respectivamente, para as cultivares IAC 90 e IAC 118-95.

Em relação ao teor de matéria fresca da planta inteira, notou-se um crescimento estável até o 6º MAP, seguido de uma pequena queda, que perdurou até aproximadamente o 10º MAP. Posteriormente a esse período, as cultivares tiveram crescimentos expressivos que perduraram até o 15º MAP, voltando a uma queda até o 18º MAP (Figura 4e). Essa afirmação coincidiu com os dados obtidos neste experimento, onde verificou-se que a partir do mês de maio houve um declínio expressivo no índice pluviométrico na região, assim como a ocorrência de queda nas temperaturas médias, que perduraram até setembro.

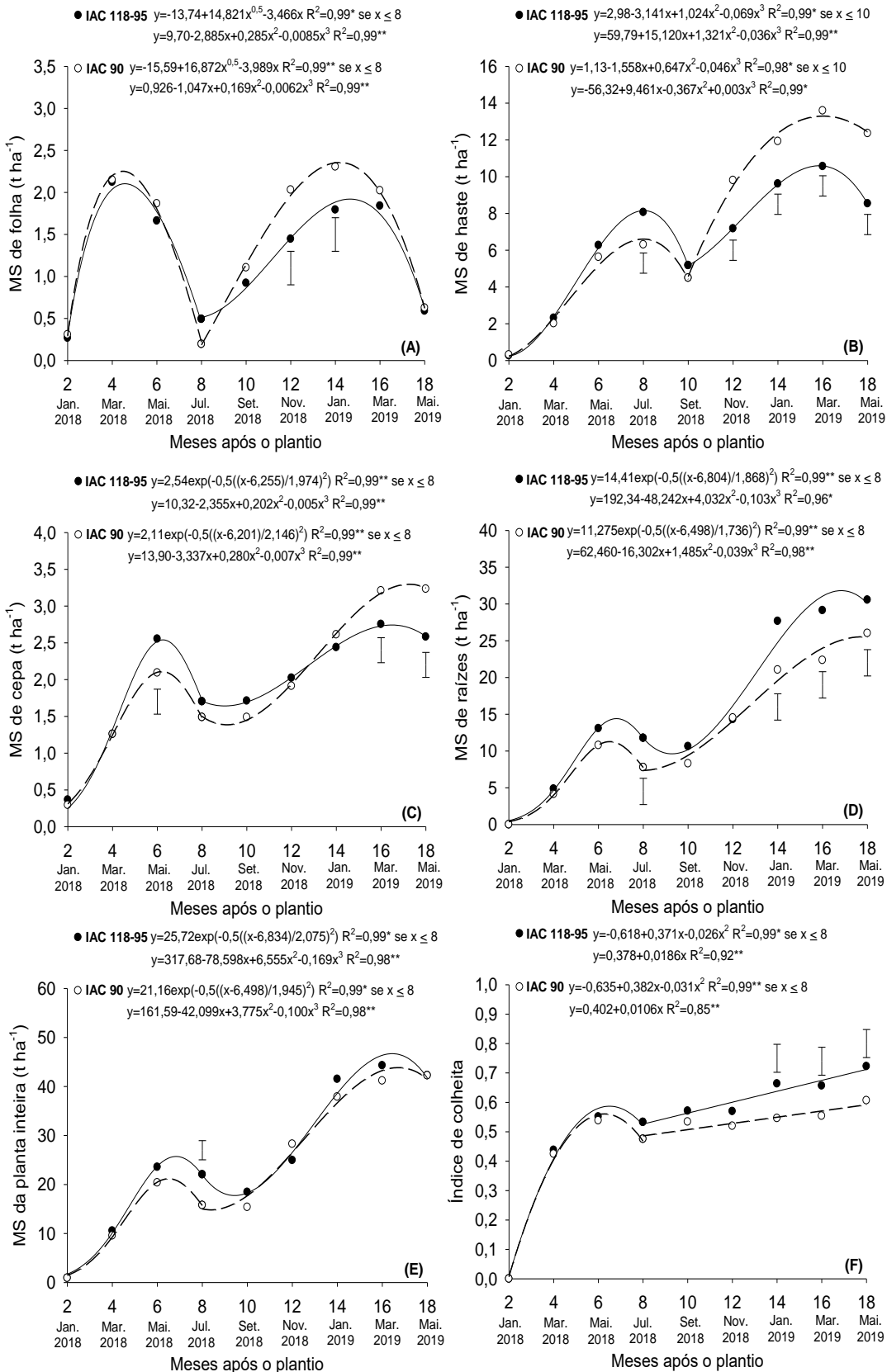
A ocorrência de baixas temperaturas entre maio e setembro, e em seguida, o aumento na temperatura e da precipitação nos meses seguintes, contribuíram para o período de dormência da planta e permitiu a retomada de seu desenvolvimento.

4.1.3 Acúmulo de matéria seca de folha, haste, cepa, raiz e planta inteira

Pode ser observado na análise de variância conjunta de matéria seca de haste, raiz e planta inteira, e do índice de colheita, efeito significativo das cultivares (Apêndice C). Também pode-se notar que houve efeito da época para todos os parâmetros avaliados.

Mediante aos dados apresentados, a cultivar IAC 118-95 obteve os melhores índices quando analisados os critérios de matéria seca das raízes e planta inteira, além do índice de colheita da mandioca. Em contrapartida, a cultivar IAC 90 obteve melhores resultados quanto aos índices de acúmulo matéria seca das folhas, hastes e cepa, avaliados ao longo do ciclo da planta.

Figura 5 - Acúmulo de matéria seca (MS) de folha (A), haste (B), cepa (C), raiz (D), planta inteira (E) e índice de colheita (F), de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. * e ** são, respectivamente, significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



A matéria seca das raízes para época apresentou um crescimento estável até o 6º MAP, seguido de uma ligeira queda que se estendeu até o 10º MAP (Figura 5d). No período entre 180 e 300 dias, verifica-se a ocorrência da translocação expressiva dos carboidratos para as raízes da planta, aumentando também o acúmulo de matéria seca nas raízes (BOERBOOM, 1978; TÁVORA et al., 1995; PERESSIN et al., 1998).

Posteriormente ao período do 10º MAP, as cultivares analisadas tiveram crescimentos expressivos que perduraram até o 16º MAP, voltando a terem uma queda até os 18 MAP, especialmente se tratando da cultivar IAC 118-95 (Figura 5e).

A análise do índice de colheita representa a razão do acúmulo de matéria seca das raízes e o acúmulo de matéria seca total da planta. O resultado dessa análise mostrou maiores valores para a cultivar IAC 118-95, com índices superiores a 60% a partir do 8º MAP, o que é considerado adequado (CONCEIÇÃO, 1983; VIDIGAL-FILHO et al., 2000).

Sagrilo et al. (2006) avaliando 14 cultivares de mandioca em três municípios do estado do Mato Grosso do Sul, observaram variação de 10,2 a 25,6 t ha⁻¹ na produção de raízes da cultivar IAC 90 e o índice de colheita variou de 49,2 a 59,6%.

4.1.4 Métodos de análise de matéria seca nas raízes de mandioca

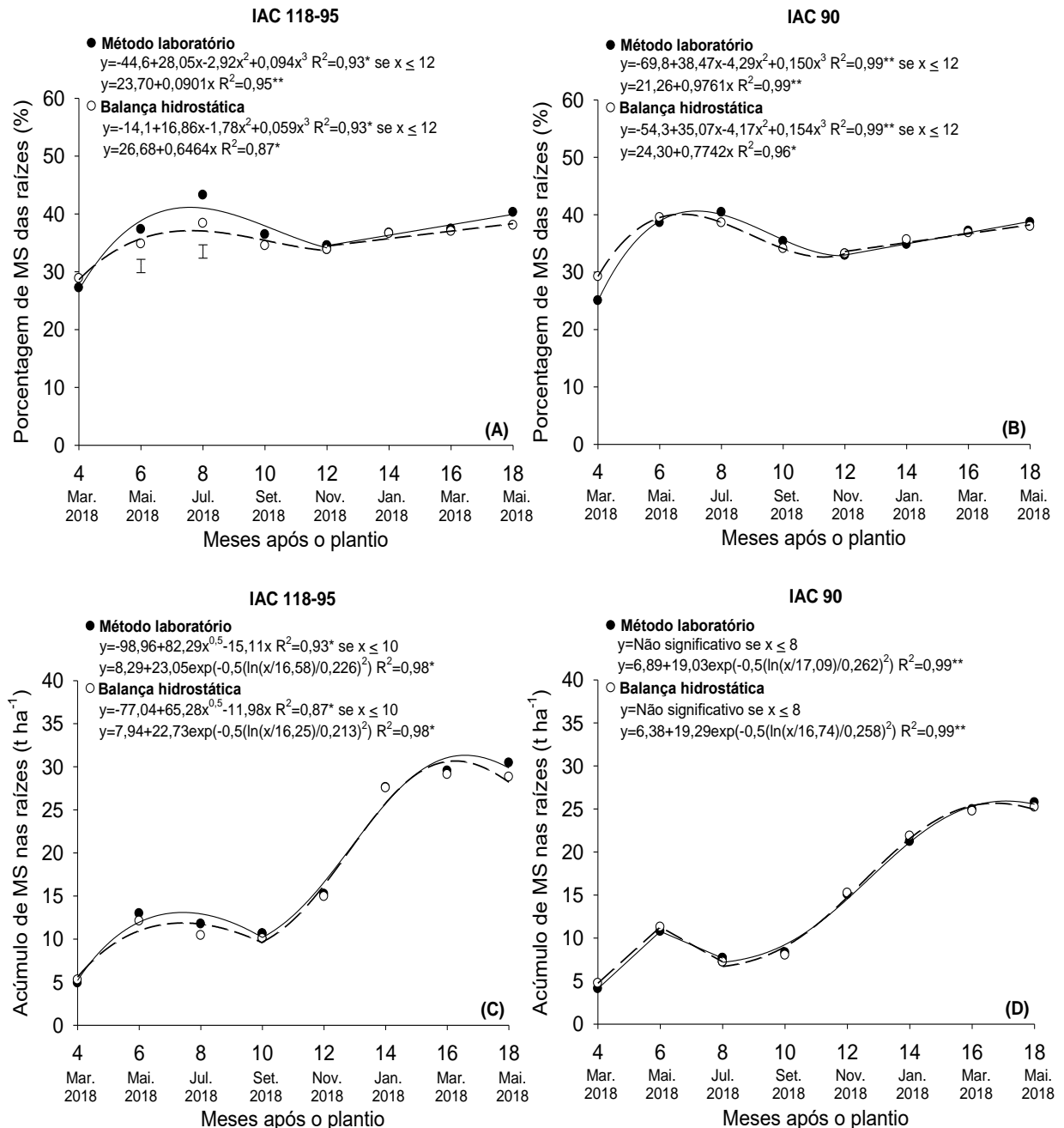
Geralmente é no final do segundo ciclo que está a melhor época de colheita. É nesse período que as cultivares atingem o ponto máximo de acúmulo de matéria seca nas raízes, obtendo melhor renda. Nesse sentido, o produtor consegue aumentar seu lucro, e a indústria, por sua vez, compra uma matéria-prima que vai gerar maior rendimento de farinha.

Quanto ao percentual de matéria seca, foi observado na análise de variância, que a cultivar IAC 118-95 mostrou efeito significativo dos métodos de determinação (Apêndice D). Para a época de colheita, as duas cultivares apresentaram efeito para porcentagem e quantidade de matéria seca acumulada nas raízes.

Nota-se que o método laboratorial obteve índices ligeiramente melhores quando comparados ao método hidrostático, ao longo do ciclo da cultura da mandioca (Figura 6).

Observou-se que para a porcentagem de matéria seca da cultivar IAC 118-95, houve um crescimento até o 8º MAP, e um decréscimo até os 12 MAP para ambas as metodologias (Figura 6a). O aumento foi retomado no 14º MAP.

Figura 6 - Porcentagem de matéria seca (MS) das raízes (A e B) e acúmulo de matéria seca nas raízes (C e D), de cultivares de mandioca, em função do método de determinação ao longo do ciclo da cultura. * e ** são, respectivamente, significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



Para a porcentagem de matéria seca da cultivar IAC 90, os dois métodos obedeceram ao mesmo modelo, caracterizado por um crescimento inicial até o 6^o MAP, seguido por uma queda até os 12 MAP, sendo estabilizado até o 18^o MAP (Figura 6b).

Para o acúmulo de matéria seca, ambas as cultivares obedeceram ao mesmo modelo, com crescimento inicial até os 6 MAP e um decréscimo ao fim do primeiro ciclo. A partir do 10^o MAP o crescimento aumentou gradativamente até os 16 MAP.

A determinação da matéria seca das raízes é fator primordial para a verificação do teor de amido. De acordo com os estudos de Fukuda et al. (2006), é comum as raízes de mandioca apresentarem um índice de 30% de matéria seca encontrada em suas raízes, sob condições climáticas favoráveis e com ausência de pragas (Figura 6).

4.2 Características químicas das plantas de mandioca

A caracterização de variedades de mandioca quanto aos componentes químicos traz informações benéficas na seleção de variedades de mandioca para as diversas aplicações industriais.

A composição química das partes da planta de mandioca é dependente das cultivares, idade da planta, local de cultivo, práticas de fertilização e condições ambientais (MORGAN; CHOCT, 2016).

4.2.1 Teor de umidade nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca

Observa-se na análise de variância conjunta de umidade em folha, haste, cepa e raiz efeito significativo da época de colheita. Para cultivar, houve efeito apenas na haste, no qual a cultivar IAC 90 apresentou média superior, e o maior teor de umidade foi encontrado nas folhas (Apêndice E).

A análise dos dados de umidade demonstrou um decréscimo em todas as partes da planta, no período de 4 a 8 MAP (Figura 7), com maiores teores em todas as partes no início dos ciclos vegetativos, aos 4 e 10 MAP, e tendência de estabilização a partir dos 14 MAP.

Verificou-se que nos períodos em que ocorreram os maiores índices de pluviosidade coincidiram com maiores teores de umidade nas partes da planta, conforme verificado nos dados climáticos ao longo do ciclo das cultivares de mandioca (Figura 1).

As raízes de mandioca apresentaram menores teores de umidade, ou seja, maiores teores de matéria seca aos 8 MAP (Julho), sendo o mesmo observado aos

16 MAP (Março), o que permite evidenciar os maiores acúmulos de nutrientes nas raízes nos períodos anteriores ao início do declínio final dos ciclos vegetativos (Figura 7d).

Oliveira e Moraes (2009) relatam que, além da cultivar de mandioca, a umidade das raízes está relacionada com a idade de colheita das raízes tuberosas, com decréscimos nas fases iniciais de crescimento da planta e estabilização entre os 9 até os 12 MAP, marcado pelo fim do 1º ciclo, no qual ocorre a dormência da planta, ou seja, o período de repouso vegetativo.

Fernandes et al. (2019) avaliando os efeitos do tempo de colheita em mandioca IAC 14 cultivada em Botucatu - SP, relataram um aumento exponencial do teor de matéria seca nas raízes tuberosas no primeiro ciclo vegetativo, com pico em 286 dias após o plantio, que corresponderia a 9,5 MAP.

O decréscimo observado neste estudo para o teor de umidade nas raízes entre os 12 e 16 MAP também foram relatados por Feniman (2004), que encontrou teor de umidade de 67% quando as raízes de mandioca foram colhidas aos 12 MAP, e 65% quando colhidas aos 15 MAP.

A interferência da cultivar e da fertilização nos teores de umidade das raízes também são ressaltados em estudos com mandioca.

Magolbo (2019) trabalhando com adubação fosfatada em mandioca de indústria, obteve teores médios de umidade nas raízes tuberosas de 56%.

Grizotto e Menezes (2003) avaliaram a composição centesimal de raízes das variedades IAC Mantiqueira e IAC 576-70, sendo que os valores obtidos para umidade (57,6 a 58,2%) foram próximos aos das variedades deste estudo.

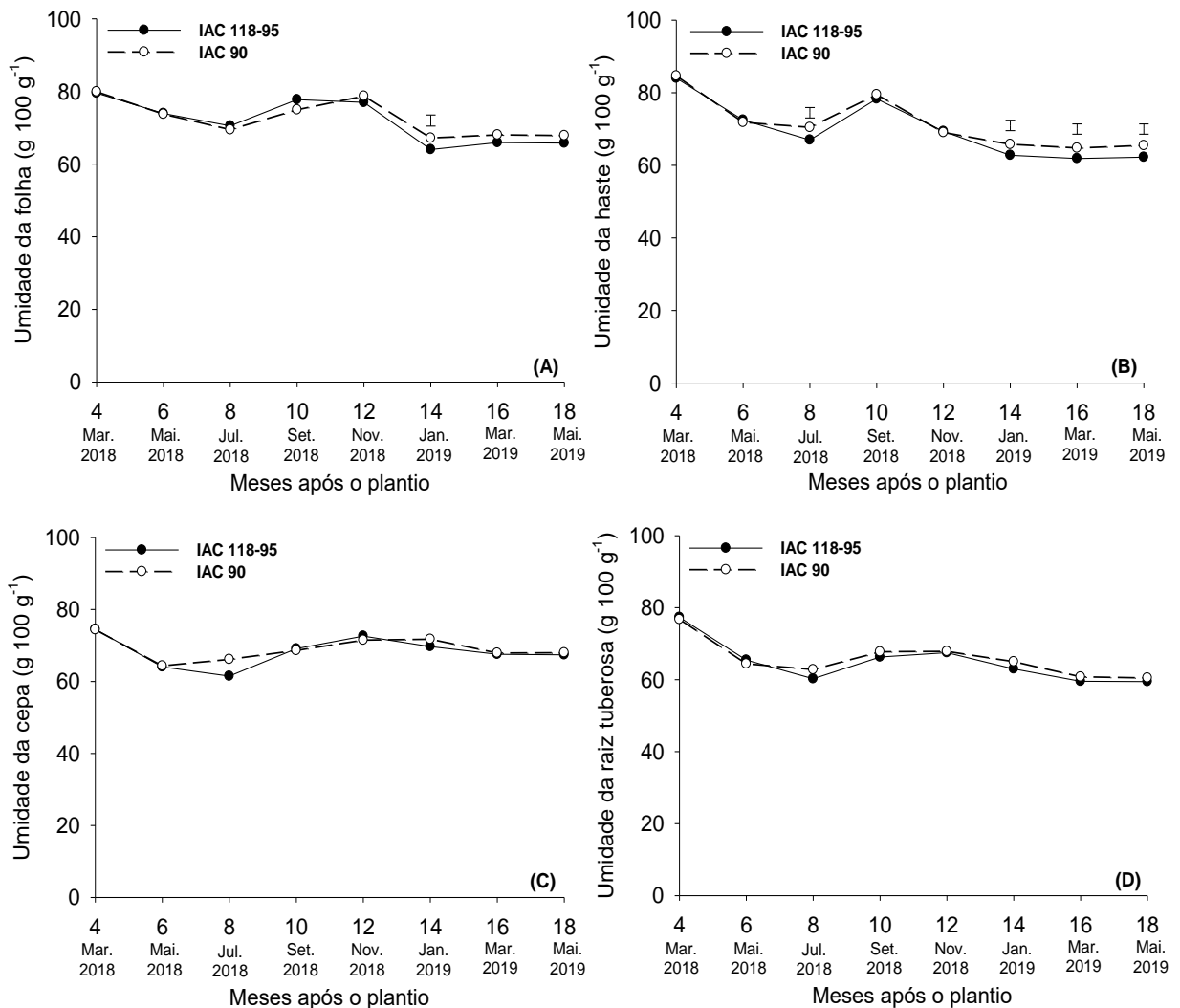
Conforme os experimentos realizados por Araújo et al. (2012), as raízes de mandioca apresentaram valores de umidade que variaram de 60,1 a 72,6% no genótipo CPATU 514 e, para o genótipo CPATU 462, a média geral foi de 65,9%. Segundo esses dados, as raízes de mandioca apresentaram altos teores de umidade, aspecto esse que pode vir a influenciar em seu armazenamento e também em seu rendimento.

De acordo com Guimarães et al. (2002) e Carvalho et al. (1982), o teor de umidade é um fator importante para a conservação de raízes pela influência direta na durabilidade das mesmas, de forma que as cultivares resistentes à deterioração fisiológica são aquelas que apresentam os maiores teores de umidade, visto que o

período de armazenamento da mandioca é muito curto, e durante o armazenamento o produto sofre deterioração fisiológica e microbiológica.

A caracterização físico-química da polpa *in natura* de mandioca brava apresentada por Ceballos et al. (2006) apresenta teor umidades de 65,9%.

Figura 7 - Teor de umidade das folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



4.2.2 Teor de cinzas nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca

O teor de cinzas representa a quantidade de minerais totais presentes nas partes da planta de mandioca. A análise dos dados mostra que no primeiro ciclo de cultivo as plantas de mandioca acumularam maiores teores de cinzas nas folhas, hastes, cepas e raízes tuberosas, sendo que as folhas apresentaram maiores teores (Figura 8).

Não houve interações significativas entre os fatores cultivar e época estudados para o teor de cinzas nas folhas, hastes, cepas e raízes tuberosas (Apêndice F). Para o teor de cinzas nas folhas e raízes tuberosas, houve efeito isolado do fator cultivar e época, em média a cultivar IAC 90 apresentou teor de cinzas nas folhas e raízes tuberosas de 6 a 9% mais elevados, quando comparado com a cultivar IAC 118-95, sendo que para o teor de cinzas na haste e cepa, houve efeito isolado apenas do fator época.

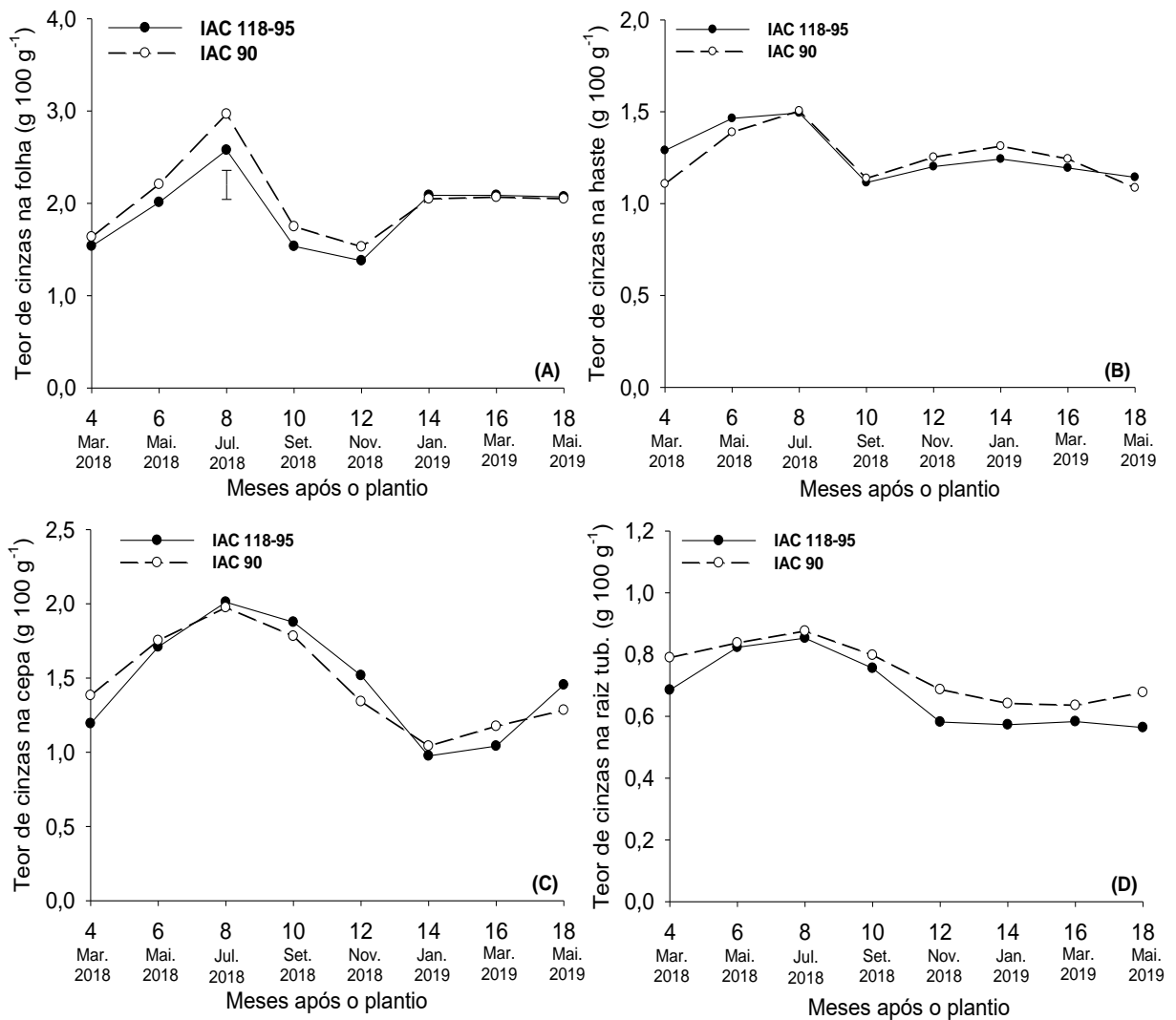
Houve efeito significativo do fator época de colheita para o teor de cinzas nas folhas, hastes, cepas e raízes tuberosas, onde o maior teor de cinzas foi observado na colheita realizada aos 8 MAP (Figura 8).

Nas raízes tuberosas de mandioca, os teores de cinzas foram abaixo de 1% independentemente do tempo de cultivo. Feniman (2004), caracterizando raízes de mandioca, observou que em sua composição, as raízes tuberosas apresentam teores de 0,7% de cinzas, resultado próximo ao encontrado no presente trabalho, no qual os teores médios de cinzas foram 0,6 e 0,7% para as cultivares IAC 118-95 e IAC 90, respectivamente. Os teores de cinzas relatados em trabalhos com mandioca são bastante variáveis, com relatos de maiores valores em variedades de “mesa”. Araújo et al. (2012) relatam que o teor de cinzas variou de 1,5 a 2,8% no genótipo CPATU 514, e para o genótipo CPATU 375 a média foi de 2,1%. Os teores de cinzas relatados por Manano et al. (2018) em estudo com as cinco principais variedades de mandioca de indústria em Uganda são superiores aos obtidos neste estudo (1,0 a 2,3%), evidenciando não somente a influência do genótipo, mas também do local de cultivo e época de colheita.

Para o teor de cinzas nas hastes, observou-se aumento no teor até os 8 MAP, com decréscimo na fase final do primeiro ciclo vegetativo e pequeno aumento no segundo ciclo vegetativo. Para o teor de cinzas na cepa observou-se aumento nas fases iniciais do primeiro ciclo vegetativo, com pico aos 8 MAP, seguido de declínio

acentuado, com os teores no segundo ciclo vegetativo tendo tendência ao aumento aos 16 MAP e 18 MAP (Figuras 8b e 8c).

Figura 8 - Teor de cinzas nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



4.2.3 Teor de proteína nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca

Houve efeito significativo da época de colheita para os parâmetros folha, haste, cepa e raiz, não havendo efeito da cultivar de mandioca para os parâmetros avaliados (Apêndice G).

A análise dos dados para teores de proteínas nas partes da planta de mandioca mostrou a folha como a parte da planta com maior teor de proteína, com variação durante o tempo de cultivo e apresentando maiores teores a partir dos 14 MAP (Figura 9a).

O declínio no teor de proteína nas folhas na época de menor precipitação pode estar relacionado ao estresse pelo déficit hídrico, ocorrendo diminuição do fluxo de água e N para as folhas.

As maiores concentrações de proteína na haste e na cepa foi no 8º MAP para as duas cultivares (Figuras 9b e 9c).

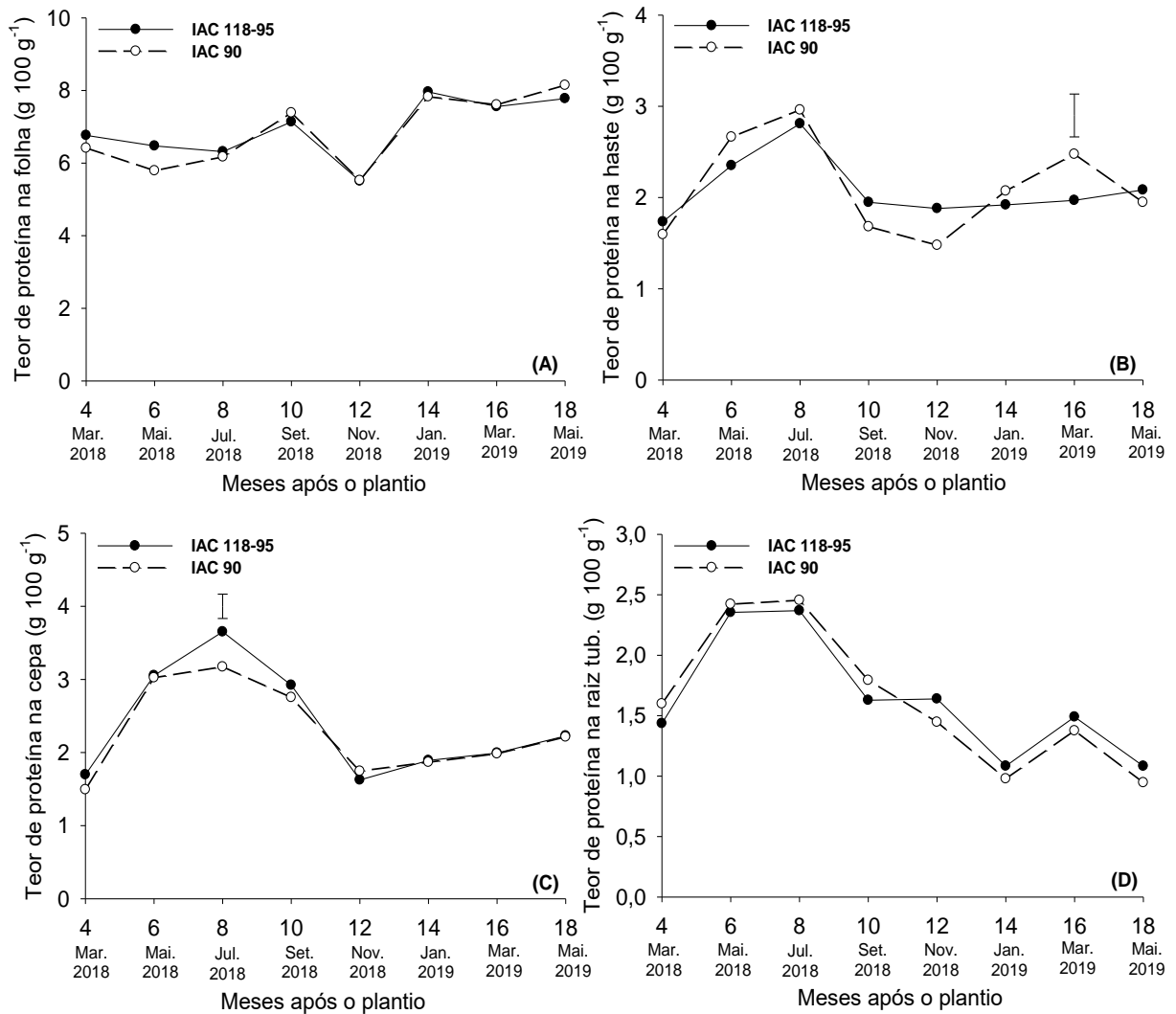
O teor de proteína nas raízes não sofreu efeito das cultivares, com os maiores teores no primeiro ciclo vegetativo (Figura 9d). Segundo Gómez et al. (1985) a composição química das raízes de algumas variedades de mandioca apresenta decréscimo no teor de proteína.

Na última colheita, aos 18 MAP, o teor de proteína nas raízes foi de aproximadamente 1,0% para as duas cultivares. Como a raiz de mandioca é considerada fonte de energia em função do baixo teor de proteína e elevado teor de carboidrato, esse resultado já era esperado, principalmente, para variedades de mandioca de indústria.

Estudos mostraram que a variação de teor de proteína das raízes, diferem entre os materiais genéticos, variando de 1,1 a 2,8% (SANTOS et al., 2004; BARBOSA et al., 2007). Estes resultados conferem com os dados obtidos no trabalho.

A proteína também foi estudada por Ceballos et al. (2006) no trabalho sobre caracterização físico-química da polpa *in natura* de mandioca brava, apresentando teor de 1,12%.

Figura 9 - Teor de proteína nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



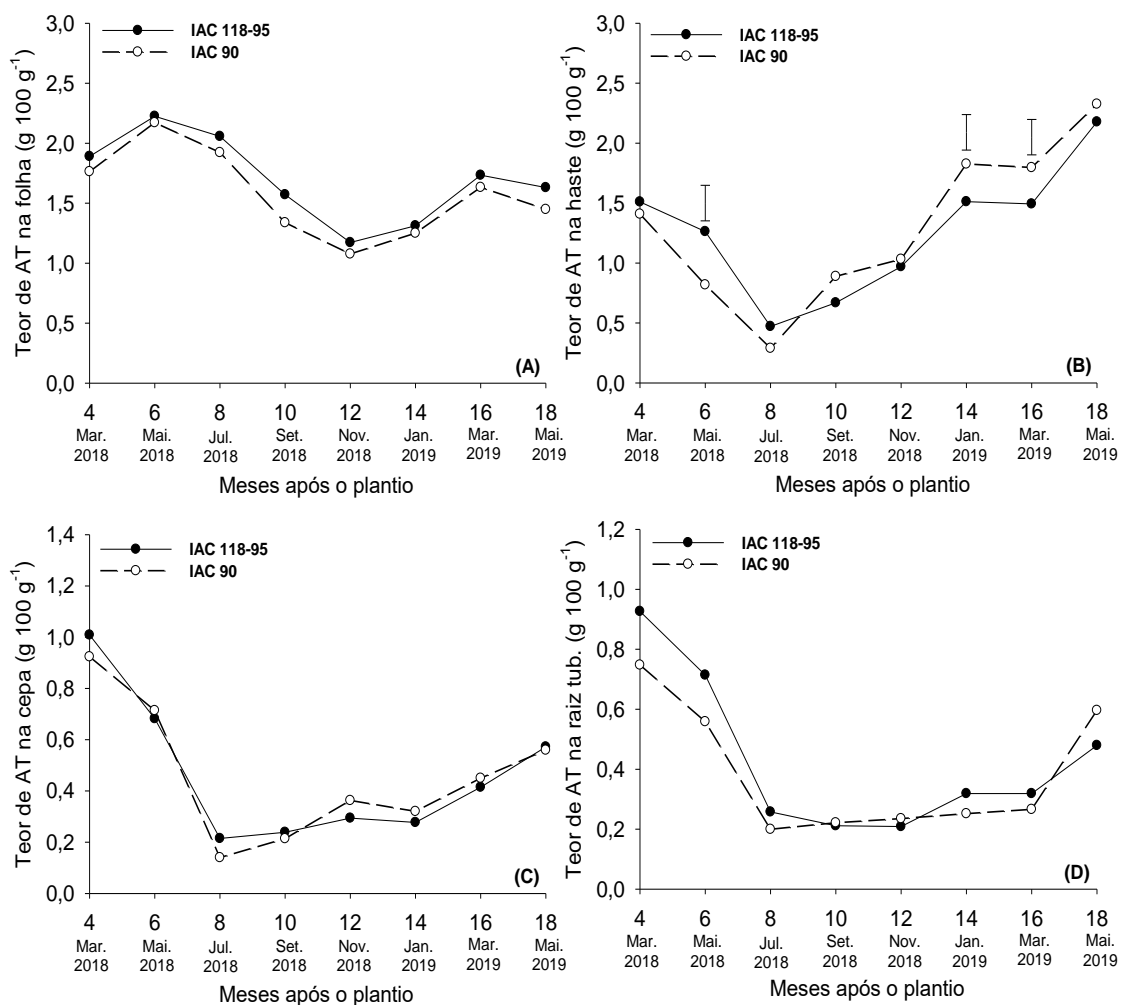
4.2.4 Teor de açúcares totais nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca

Para o teor de açúcares totais houve efeito de interação entre os fatores cultivar e época somente na haste. Observa-se que o teor de açúcares totais foi afetado pelo efeito da época em todas as partes da planta (Apêndice H). Os teores de açúcares totais foram maiores nas folhas no primeiro ciclo vegetativo (Figura 10a) com incremento desde o plantio até os 6 MAP.

Nas fases iniciais do primeiro ciclo vegetativo das plantas de mandioca foram observados declínios acentuados nas hastes, cepas e raízes dos teores de açúcares totais, com a manutenção de menores valores no segundo ciclo, exceto nas hastes, que com a rebrota e enfolhamento no segundo ciclo ocorreu novo incremento dos açúcares (Figuras 10b, 10c e 10d).

As raízes de mandioca apresentaram baixo teor de açúcares totais, o que já era esperado devido ao maior acúmulo de amido a partir dos 6 MAP. Os maiores teores de açúcares em raízes de mandioca são observados nas mandiocas “açucaradas”, as quais apresentam como característica elevada umidade (90 a 93%) e açúcares totais (3,9 a 5,8%), com a glicose como principal açúcar (SOUZA et al., 2013).

Figura 10 - Teor de açúcares totais (AT) nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



4.2.5 Teor de matéria graxa nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca

A análise dos dados mostrou ter ocorrido efeito do tempo de colheita sobre o teor de matéria graxa para todas as partes da planta e, da cultivar, para as haste e raízes. Foi observado efeito da interação entre cultivar e época para haste, cepa e raiz (Apêndice I).

Conforme mostra a Figura 11, a matéria graxa nas partes das plantas de mandioca oscilou ao longo dos ciclos vegetativos das plantas, com os maiores teores observados nas folhas.

No primeiro ciclo vegetativo as folhas jovens apresentavam maior teor de matéria graxa, com diminuição nas fases finais, onde ocorreu menor precipitação pluviométrica e menores temperaturas. Enquanto no segundo ciclo ocorreu aumento mais expressivo após os 14 MAP (Figura 11a). Os lipídios são os principais componentes das membranas celulares e, como tal, têm sido relacionados às respostas dos órgãos das plantas às condições ambientais (Lalaguna e Agudo, 1988).

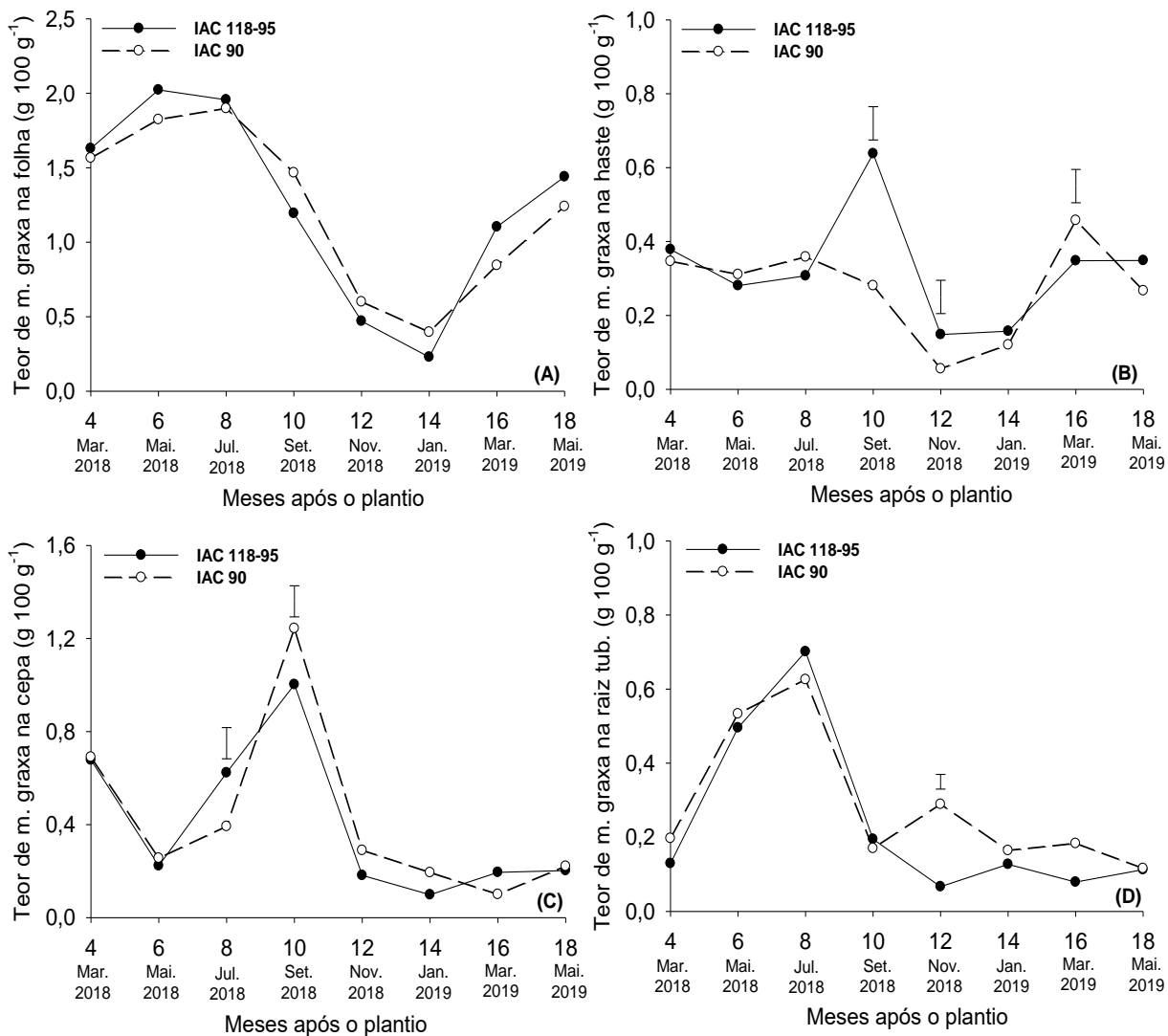
Nas hastes e cepas foram observadas diferenças entre as cultivares após os 8 MAP, sendo que aos 10 MAP a cultivar IAC 118-95 mostrou maior teor na haste e menor na cepa, ocorrendo o inverso para a IAC 90 (Figuras 11b e 11c).

Para a raiz tuberosa (Figura 11d) o teor de matéria graxa teve maior concentração nos 8 MAP, e aos 10 MAP o teor aumentou nas raízes da cultivar IAC 90, passando a ter maior concentração de matéria graxa. Na última colheita, o teor de matéria graxa estava aproximadamente 0,2%, estando na faixa de variação relatada por Machado (1980) e Lalaguna e Agudo (1988).

Quanto aos tipos de lipídios na mandioca, Hudson e Ogunsua (1974) relataram em seus estudos que somente 50% dos lipídios são extraídos com solventes convencionais, sendo principalmente de natureza polar, os diglicerídeos, como principal componente, e os ácidos graxos presentes na mandioca são relativamente saturados, comparados com a estrutura lipídica da batata.

Já para a variação temporal, foi observado por Pereira e Beléia (2004) um decréscimo em relação aos lipídios ao longo dos anos na cultura da mandioca.

Figura 11 - Teor de matéria graxa nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



4.2.6 Teor de fibras nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca

A análise dos dados mostrou não terem ocorrido diferenças entre as cultivares para os teores de fibras em todas as partes da planta de mandioca, porém, com efeito do tempo de colheita (Apêndice J). O teor de fibras seguiu a seguinte ordem decrescente: haste>cepa>folha>raiz.

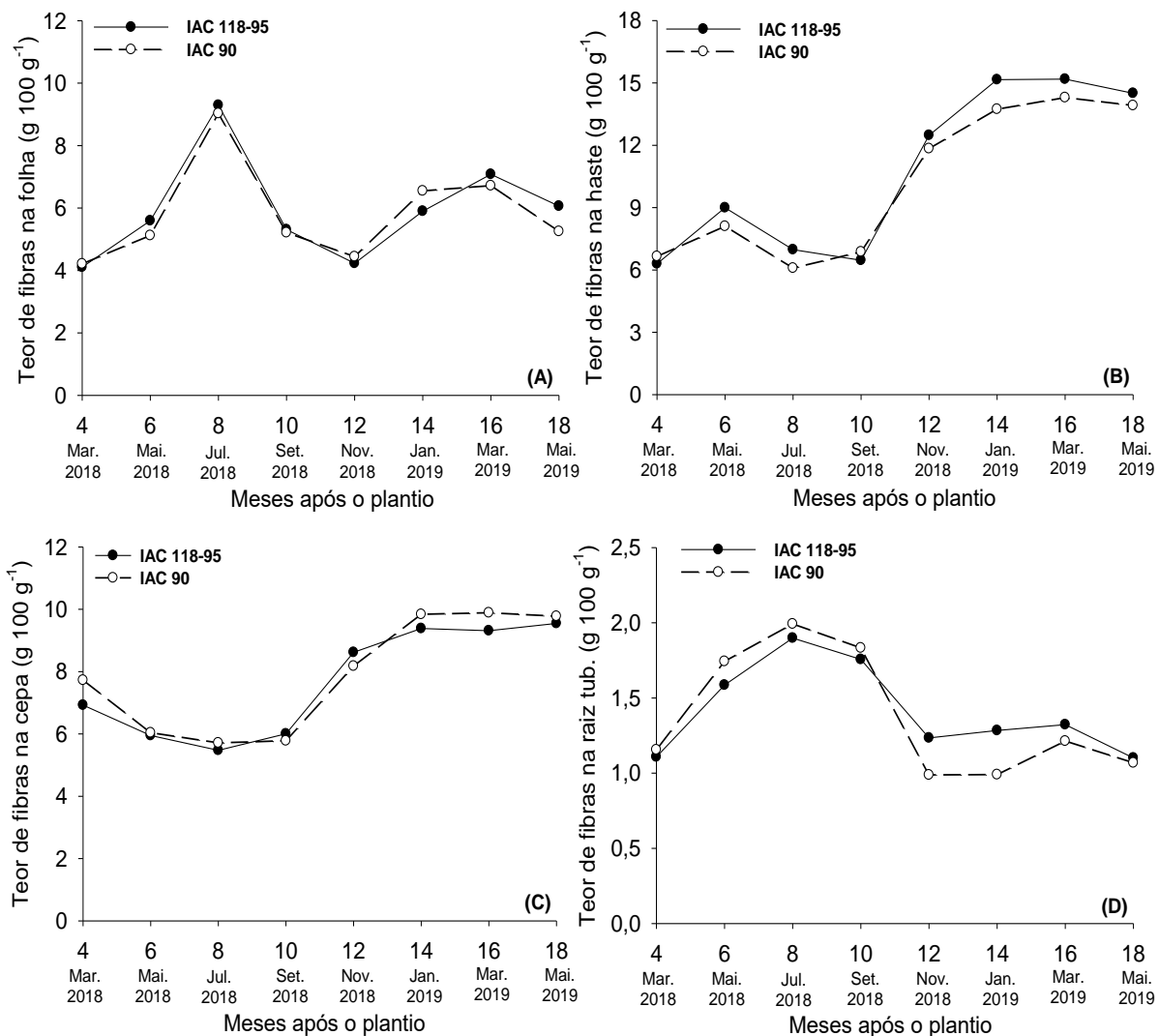
Com relação ao tempo de colheita, os teores de fibras nas folhas (Figura 12a) e nas raízes tuberosas (Figura 12d) atingiram sua maior média aos 8 MAP, que

coincide com o período de secas. Por sua vez, os maiores teores de fibras encontrados nas hastes (Figura 12b) e nas cepas (Figura 12c) foram observados na época das cheias, entre os 12 e 14 MAP.

A variação com a idade da planta para o teor de fibras nas raízes de mandioca também foi observada por outros autores. Pereira e Beléia (2004) observaram decréscimo no teor de fibra bruta das raízes com o aumento da idade das plantas de mandioca dos 7 aos 19 MAP, confirmando os resultados obtidos nesta pesquisa. Já Feniman (2004) analisando mandiocas em segundo ciclo de cultivo relata variação de 1,2 a 1,9% de fibras em raízes de mandioca colhidas aos 12 e 15 MAP. Porém, independente da cultivar e tempo de colheita, os teores de fibras nas raízes de mandioca foram abaixo de 2,0%, com teores inferiores 1,5% no segundo ciclo.

Kato et al. (1987) observaram acréscimo dos teores de fibra bruta das raízes com o envelhecimento das plantas, como consequência, notaram a modificação da sua textura.

Figura 12 - Teor de fibras nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



4.2.7 Teor de amido nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca

Todas as partes da planta apresentaram consideráveis teores de amido, seguindo a ordem de concentração de raiz>cepa>haste>folha (Figura 13). A análise dos dados mostrou não ter havido efeito da cultivar, com a época de colheita sendo a responsável pelas variações observadas nos teores de amido nas diferentes partes da planta (Apêndice K).

Nas folhas, o maior acúmulo de amido no primeiro ciclo ocorreu aos 6 MAP, fase de maior translocação de carboidratos na planta, com maior acúmulo

apresentado pela cultivar. No segundo ciclo vegetativo o pico ocorreu aos 16 MAP, com teores próximos a 16% para as duas cultivares estudadas (Figura 13a).

Nas hastes, os teores de amido variaram entre 5 e 21% com o decorrer dos 549 dias de cultivo das plantas de mandioca. Os maiores teores foram observados aos 8 MAP para as duas cultivares. Foi observado aumento dos teores de amido nas hastes, sendo que aos 16 MAP a cultivar IAC 118-95 teve um pico diferindo da IAC 90 com início de declínio neste tempo (Figura 13b).

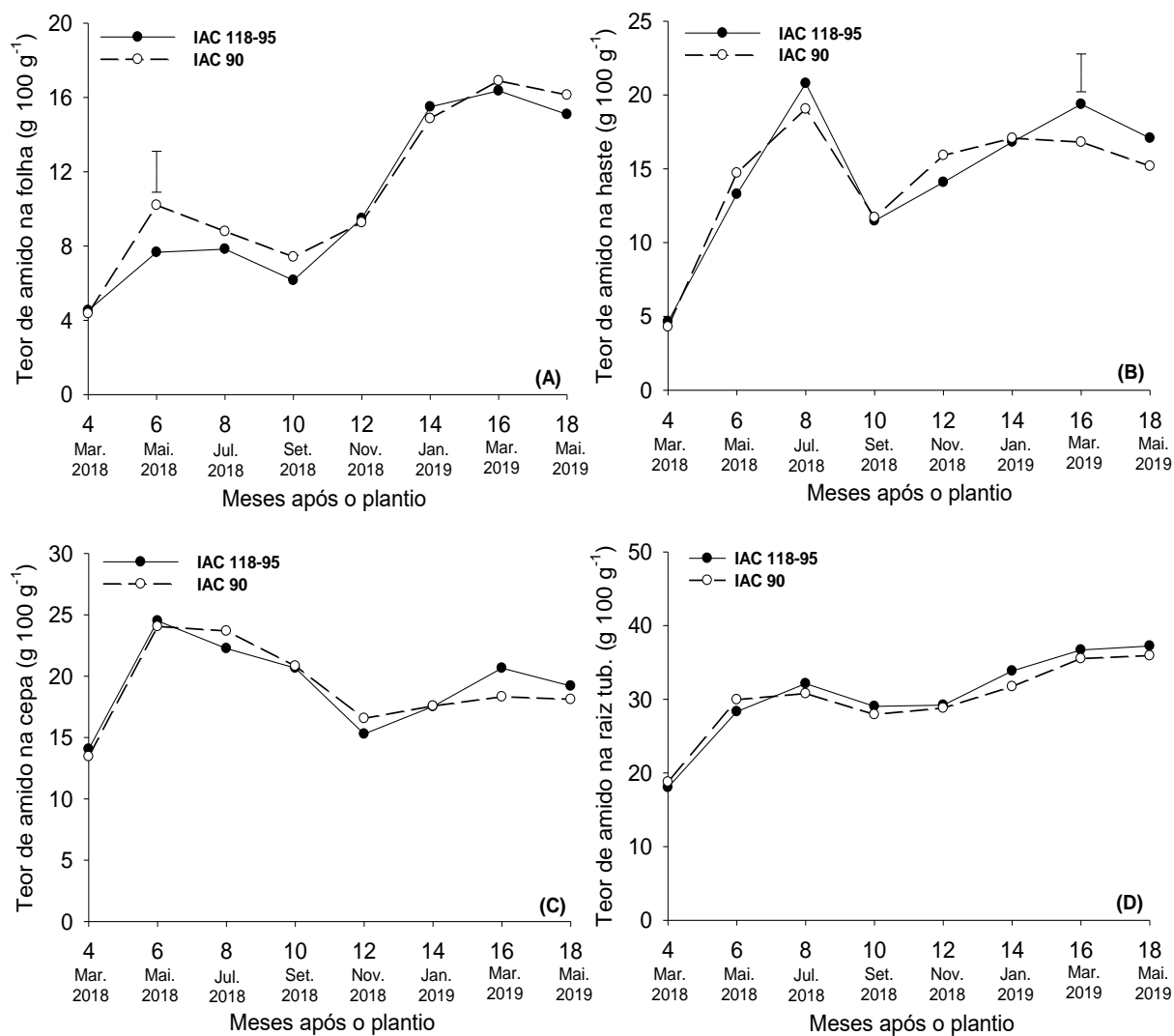
As cepas da mandioca acumulam grande quantidade de amido, com aumento expressivo entre os 4 MAP e 6 MAP alcançando 24% e, depois, mostrando declínio constante até os 12 MAP, independente da cultivar estudada. No segundo ciclo vegetativo entre os 12 e 14 MAP ocorre novo incremento no teor de amido nas cepas, contudo, ao final dos 18 MAP as cepas apresentavam em média 18% de amido (Figura 13c).

O teor de amido nas raízes tuberosas de mandioca aumentou significativamente com o decorrer do tempo de cultivo das cultivares de mandioca, variando de 18% aos 4 MAP a 37% aos 18 MAP (Figura 13d). Fernandes et al. (2019) em estudo com mandioca IAC 14, observaram variação no teor de amido no primeiro ciclo vegetativo de 22 a 34%, com pico atingido aos 9MAP.

Sarmento (1997) estudando raízes de quatro cultivares de mandioca, encontrou maiores teores de amido (32,3 a 36,3%) em plantas de 10 MAP, durante o período de repouso, e menores teores (30,2 a 34,8%) em plantas aos 14 MAP, durante o período vegetativo.

Os teores de amido observados no final do segundo ciclo são similares aos encontrados por Magolbo (2019), que também trabalhou com mandioca de indústria (IAC 14), e observou teor médio de amido de 32% nas raízes tuberosas. Mota (2019) verificou que no plantio realizado no período das águas, o teor de amido nas raízes tuberosas variou de 37 a 41%, resultado esse que se assemelha aos teores encontrados no final do segundo ciclo.

Figura 13 - Teor de amido nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



4.2.8 Teor de nitrogênio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca

A extração pelas plantas dos nutrientes do solo, não se faz nas mesmas quantidades durante seus vários estádios de crescimento. O nitrogênio (N) é o nutriente mineral mais exigido pelas plantas, com variações de 2 a 5% da matéria seca nas diferentes partes das plantas, apresentando-se como componente estrutural de macromoléculas e constituinte de enzimas. O N absorvido pelas raízes é transportado para a parte aérea da planta através dos vasos do xilema, via corrente transpiratória

e, é facilmente redistribuído via floema. Quando o suprimento de N é insuficiente, o N das folhas velhas é mobilizado para os órgãos e folhas mais novas (FAQUIN, 2005).

Os teores de N nas diferentes partes das plantas de mandioca não diferiram entre as cultivares ao longo dos ciclos vegetativos (Figura 14). Não foram observados efeitos das cultivares para este nutriente em todas as partes da planta e em todos os tempos de colheita (Apêndice L).

Nas folhas (Figura 14a), os teores de N apresentaram um leve aumento ao longo do ciclo da cultura, exceto por volta dos 12 MAP quando eles diminuíram. As folhas de mandioca são importantes fontes de N, com maiores teores de N observados no 2º ciclo.

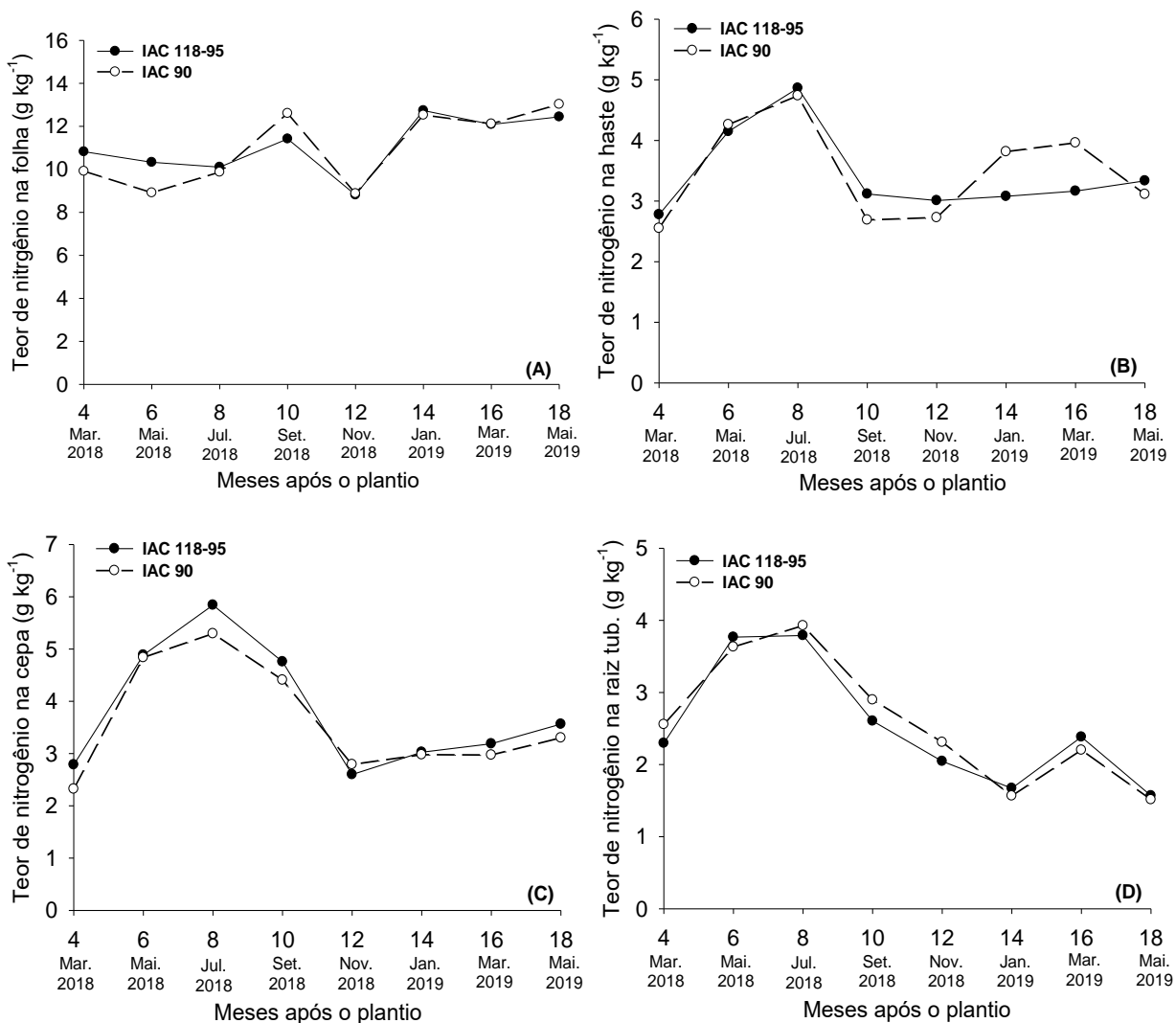
Nas hastes, os teores de N aumentaram até os 8 MAP e depois diminuíram expressivamente no período entre 8 e 10 MAP. Nos períodos seguintes, os teores de N das hastes da cultivar IAC 90 apresentaram um aumento maior do que nas hastes da cultivar IAC 118-95, mas sem diferir estatisticamente entre eles (Figura 14b).

Nas cepas, os teores de N aumentaram dos 4 aos 8 MAP e depois diminuíram expressivamente até os 12 MAP (Figura 14c), mas apresentaram um pequeno aumento posteriormente até a colheita final.

Nas raízes tuberosas, os teores de N aumentaram até os 8 MAP e depois diminuíram até o final do ciclo da cultura (Figura 14d).

Conforme já relatado por Howeler e Cadavid (1983), os teores de N nas partes das plantas de mandioca nos dois ciclos vegetativos, seguiram a ordem decrescente de folhas>haste>cepa>raiz em seu experimento.

Figura 14 - Teor de nitrogênio nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



4.2.9 Teor de fósforo nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca

O fósforo (P) não é o nutriente mais absorvido pela mandioca, mas como essa planta é geralmente cultivada em solos pobres, ela responde mais fortemente ao P do que a outros nutrientes. Em condições de baixa fertilidade, o P tem sido o elemento mais importante para aumentar a produtividade das raízes. Cai et al. (2013) demonstraram que os genes relacionados à fotossíntese e à síntese de sacarose alteram sua expressão após a deficiência de P, indicando seu envolvimento no crescimento das plantas.

A análise dos dados mostrou que houve efeito significativo da época de colheita para os parâmetros folha, haste, cepa e raiz, não havendo efeito da cultivar de mandioca para os parâmetros analisados (Apêndice M).

Os maiores teores de P foram observados nas folhas, com aumento nas colheitas do segundo ciclo vegetativo, sendo que aos 14 MAP a cultivar IAC 118-95 teve o maior teor (Figura 15a). Ferraro et al. (2016) encontraram teores de 0,27 a 2,10 g kg⁻¹ de P em folhas de mandioca.

Em geral, os teores de P nas folhas e nas hastes se mantiveram relativamente constantes até os 12 e 10 MAP, respectivamente. Porém, após esse período, os teores de P nas folhas e hastes aumentaram até o final do ciclo da cultura, o que mostra que houve absorção de P do solo e acúmulo do nutriente nestas partes das plantas (Figuras 15a e 15b).

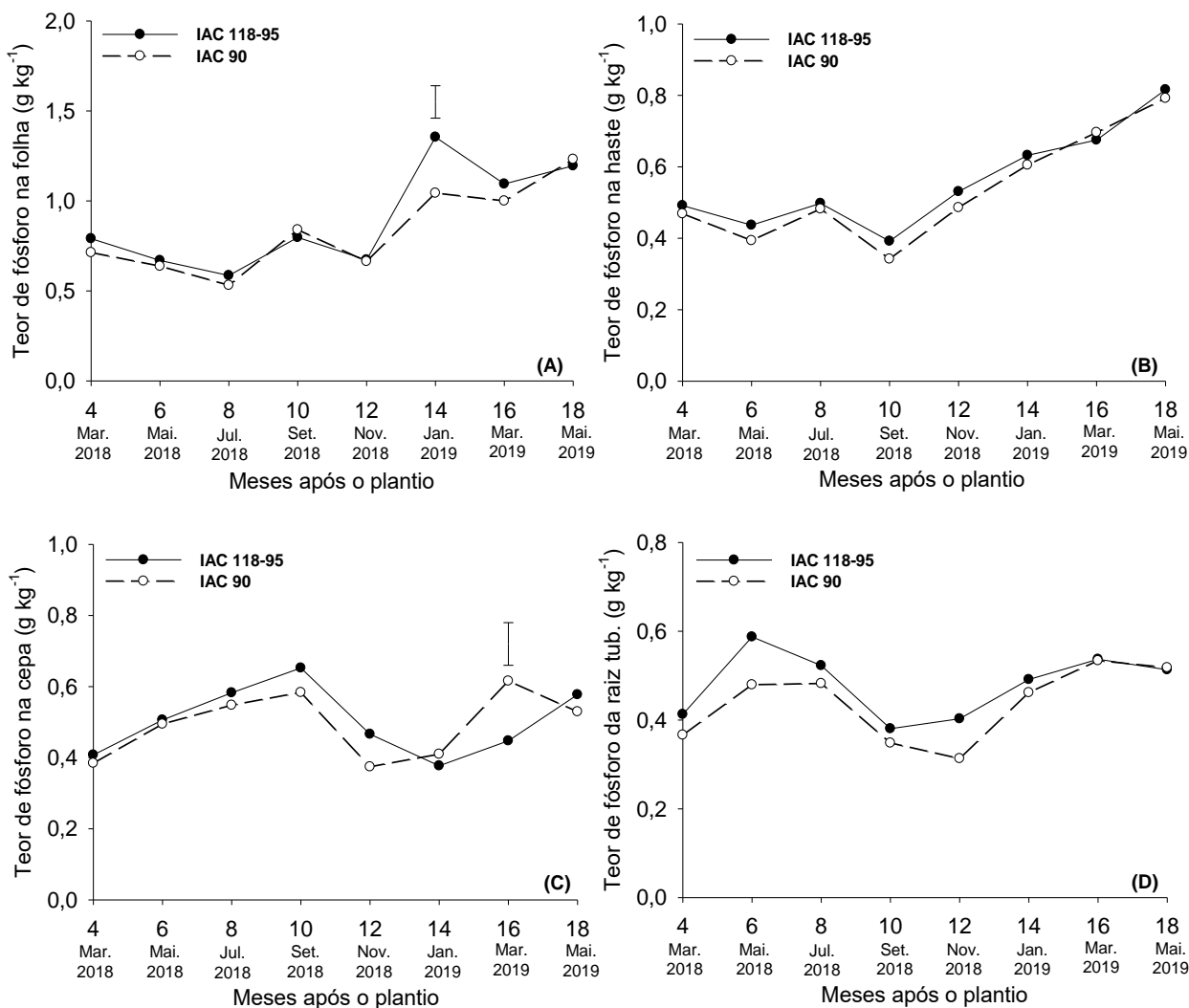
Nas cepas, os teores de P aumentaram até os 10 MAP e depois diminuíram dos 10 aos 14 MAP para depois aumentar nas fases finais do ciclo da cultura (Figura 15c). Nas raízes tuberosas, houve um comportamento similar aos das cepas, ou seja, os teores de P aumentaram até os 6 MAP e depois diminuíram principalmente dos 8 MAP aos 12 MAP, mas nos períodos seguintes eles voltaram a aumentar (Figura 15d).

Wobeto et al. (2006), estudando a concentração de nutrientes nas folhas de diferentes cultivares de mandioca, demonstraram que a concentração nos teores de nutrientes possui taxa de variação de acordo com características genéticas das cultivares e maturidade vegetal, sendo encontrado maiores teores de P a partir dos 12 MAP, o que corrobora com os resultados apresentados nessa pesquisa.

Howeler e Cadavid (1983) mostraram que as concentrações de P foram maiores nas folhas, seguido de caule, pecíolos e raízes, também visto neste trabalho.

Verifica-se que práticas agrícolas de calagem e de adubação fosfatada interferem na propagação dos fungos no solo e da micorriza arbuscular, ocorrendo aumento do número de esporos no solo por causa da correção da acidez (MIRANDA et al., 2005).

Figura 15 - Teor de fósforo nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



4.2.10 Teor de potássio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca

O potássio (K) não faz parte de nenhum composto orgânico na planta, portanto, não tem função estrutural. É um dos nutrientes mais importantes para o crescimento das plantas de mandioca, por intensificar o desenvolvimento da parte aérea, utilização da água, entre outros fatores que beneficiam significativamente a cultura (GIERTH; MASER, 2007; SILVA et al., 2017).

A análise dos dados mostrou ter ocorrido influência da época de colheita para o teor de K em todas as partes da planta, ocorrendo apenas diferença entre as

cultivares nas cepas aos 16 e 18 MAP, com a cultivar IAC 90 com maiores teores (Apêndice N)

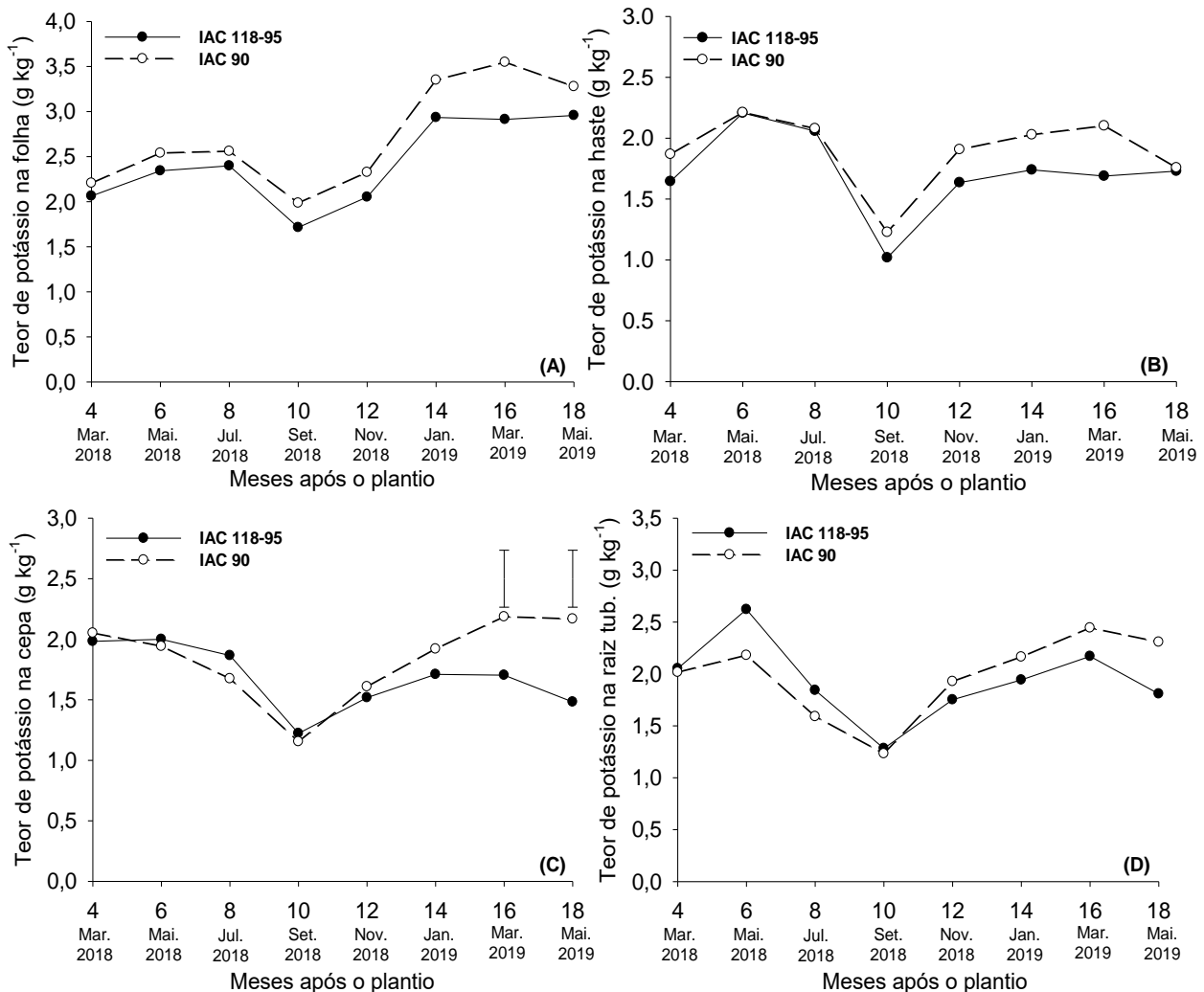
Nas folhas de mandioca os teores de K variaram de 2,0 a 3,5 g kg⁻¹, com maiores teores observados no segundo ciclo vegetativo (Figura 16a).

Nas hastes os maiores teores foram observados aos 6 MAP (2,2 g kg⁻¹). No período de 8 a 10 MAP a redução nos teores de K foram maiores, possivelmente porque as plantas estavam usando as reservas de K das hastes para promover a formação de novas brotações e recomposição da área foliar, ou seja, essa redução ocorreu no início do 2º ciclo vegetativo. Após os 10 MAP os teores de K nas hastes aumentaram até a colheita final (Figura 16b).

Nas cepas (Figura 16c), os teores de K diminuíram desde os 4 MAP até os 10 MAP e depois aumentaram até a colheita final, mas entre os 16 e 18 MAP as cepas da cultivar IAC 90 apresentaram teores de K, significativamente, maiores do que na cultivar IAC 118-95.

Nas raízes, ocorreu um decréscimo significativo na fase de maior tuberização e acúmulo de amido nas raízes no primeiro ciclo, com aumento nas fases iniciais do segundo ciclo vegetativo e outro declínio aos 18 MAP (Figura 16d). Isso pode ser correlacionado ao período das secas em que coincidiu com baixo teor de K nas partes da planta, enquanto por outro lado, no período das chuvas, houve maior incremento do K. Também está relacionado com maior acúmulo nesses órgãos, uma vez que estes funcionaram como dreno, absorvendo o K, haja vista que esse elemento é facilmente redistribuído das folhas mais velhas para as mais novas e para as regiões em crescimento (MALAVOLTA, 2004; MARSCHNER, 2012).

Figura 16 - Teor de potássio nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



4.2.11 Teor de cálcio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca

O cálcio (Ca) é um importante nutriente para a cultura da mandioca, sendo que a sua deficiência causa o crescimento reduzido da planta, folhas superiores pequenas, com amarelecimento, queima e deformação dos ápices foliares, além da escassa formação de raízes.

Observando a análise de variância as cultivares, houve diferença significativa apenas para raiz. A cultivar IAC 118-95 apresentou maiores teores de Ca em todas as partes (Apêndice O).

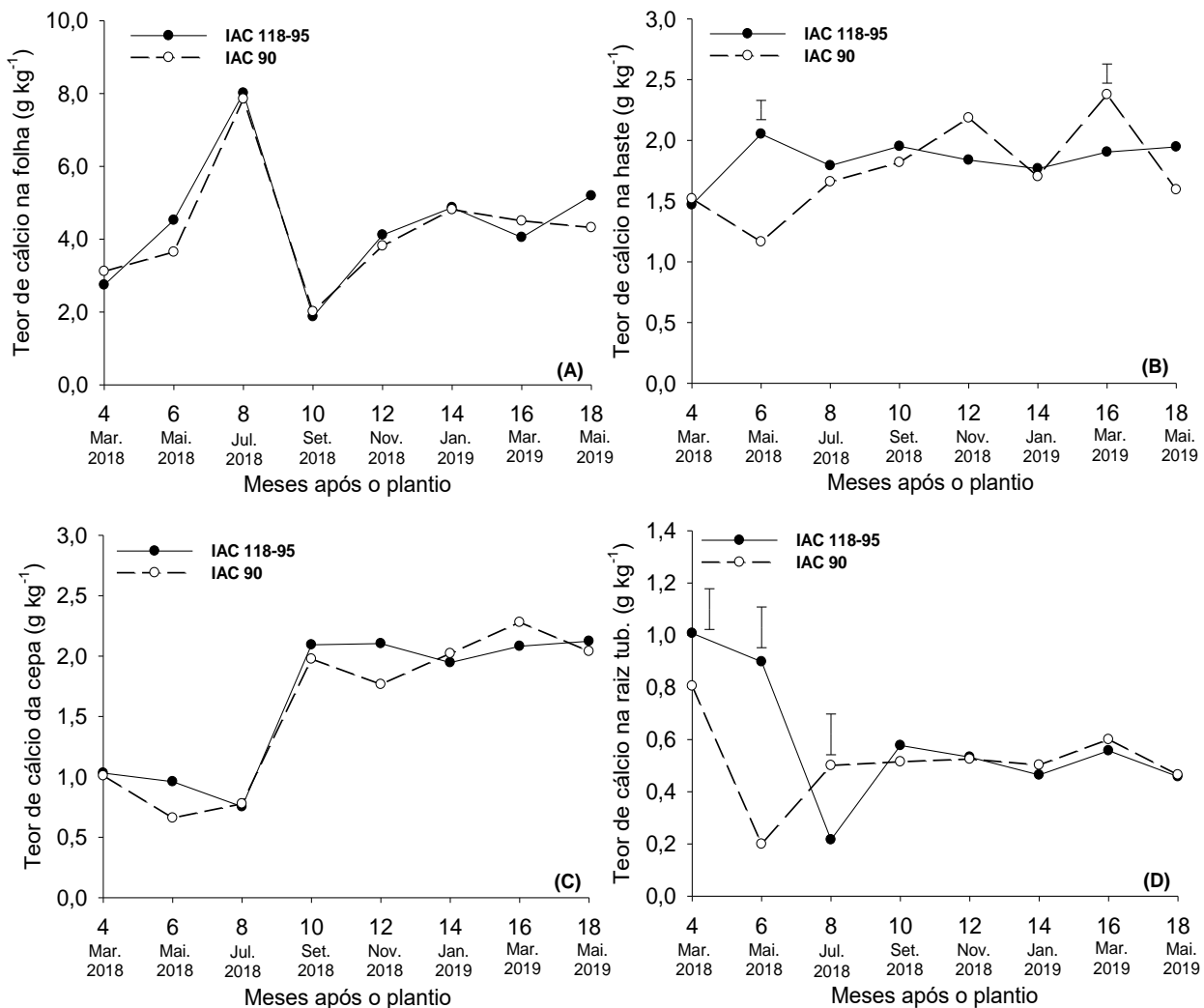
Nas folhas e nas cepas os teores de Ca não diferiram entre as cultivares ao longo do ciclo de desenvolvimento (Figuras 17a e 17c). Nas folhas, os teores de Ca aumentaram até os 8 MAP e depois diminuíram expressivamente até os 10 MAP. Após os 10 MAP, os teores foliares de Ca aumentaram até o final do ciclo. Nas cepas ocorreu o contrário, ou seja, os teores de Ca tiveram uma leve redução até os 8 MAP e depois aumentaram significativamente até os 10 MAP, mas mantiveram-se relativamente estáveis a partir daí até o final do ciclo da cultura.

Nas hastes (Figura 17b) os teores de Ca na cultivar IAC 118-95 aumentaram até os 6 MAP e mantiveram-se estáveis a partir desse período até o final do ciclo. No entanto, nessa cultivar os teores de Ca nas hastes aos 6 MAP foram maiores do que na cultivar IAC 90, mas aos 16 MAP ocorreu o contrário. Na cultivar IAC 90 os teores de Ca das hastes diminuíram nos primeiros 6 MAP, mas depois apresentaram uma tendência de aumento até os 16 MAP.

Nas raízes tuberosas, os teores de Ca diminuíram até os 6 MAP na cultivar IAC 90 e até os 8 MAP na cultivar IAC 118-95, mas depois desses períodos os teores de Ca nas raízes das duas cultivares tiveram um leve aumento e se mantiveram estáveis dos 8 aos 10 MAP. Contudo, nos primeiros 6 MAP do primeiro ciclo vegetativo as raízes da cultivar IAC 118-95 apresentaram maiores teores de Ca, mas aos 8 MAP esse comportamento se inverteu e a cultivar IAC 90 manteve os teores de Ca nas raízes superiores aos obtidos nas raízes da cultivar 118-95 (Figura 17d).

Pode-se relacionar tal comportamento do teor de Ca, em todas as partes da planta ao longo das colheitas, com o clima, pois as chuvas cessaram aos 8 MAP, marcando o fim do 1º ciclo da cultura, e retomaram aos 9 e 10 MAP, juntamente com o início do 2º ciclo da mandioca (Figura 1).

Figura 17 - Teor de cálcio nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



4.2.12 Teor de magnésio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca

O magnésio (Mg) é outro importante nutriente absorvido pela cultura da mandioca, sendo que sua deficiência resulta na clorose internerval marcante nas folhas inferiores, iniciando nos ápices ou bordas das folhas e avançando até o centro. Nos casos de deficiência severa, as margens foliares podem tornar-se necróticas, além de ocorrer pequenas reduções na altura da planta.

Observa-se que houve diferença significativa entre as cultivares quanto ao teor de Mg nas folhas, hastes e cepas de mandioca (Apêndice P). A cultivar IAC 118-

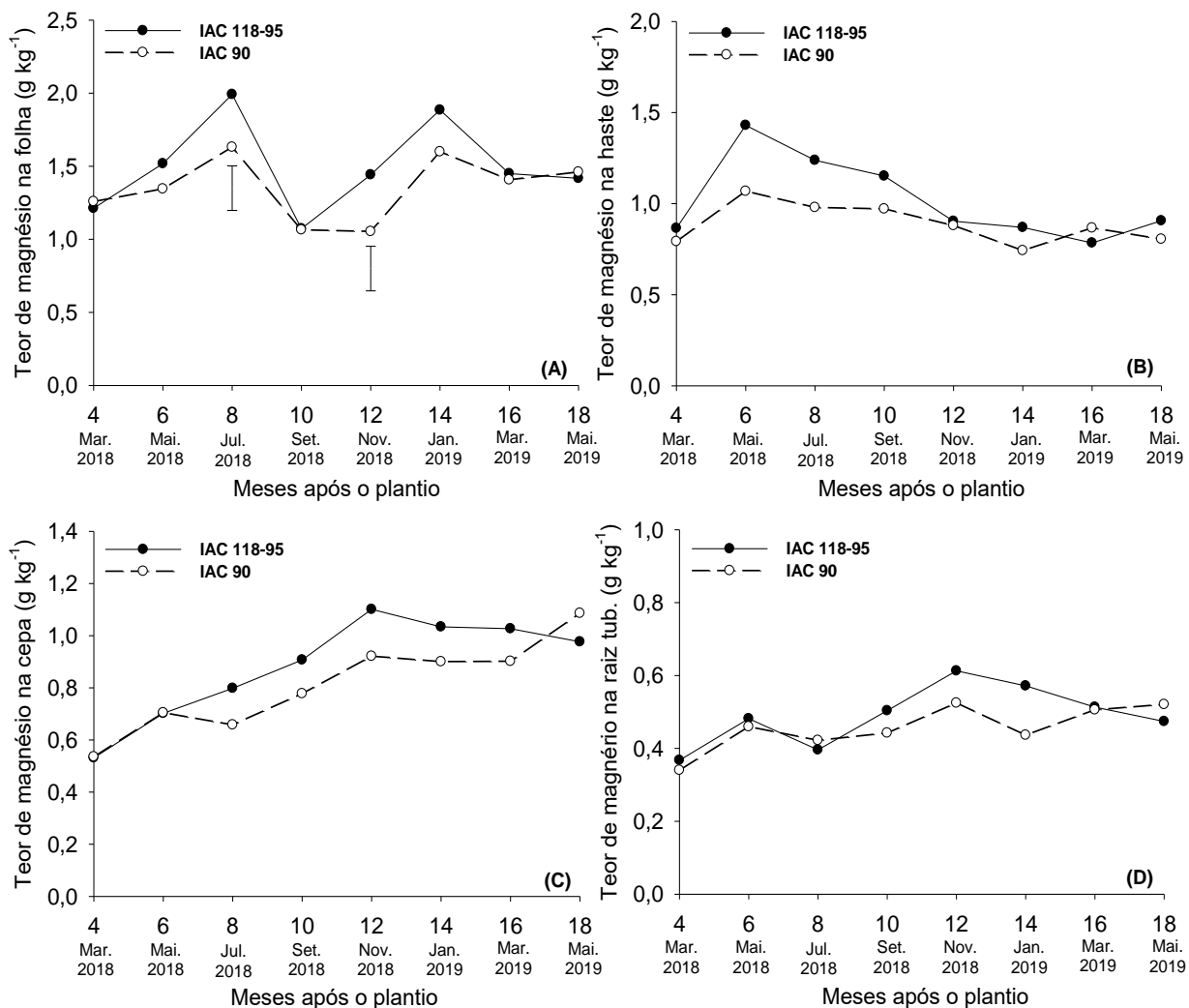
95 apresentou maiores teores de Mg nos constituintes da planta. O maior teor deste nutriente foi obtido nas folhas de mandioca, seguido pela haste e cepa. Essa maior concentração de Mg na folha da planta de mandioca pode estar relacionada a função deste nutriente na molécula de clorofila, responsável pela fotossíntese.

Houve diferença significativa também para o fator época em todas as partes da planta de mandioca. Apesar de haver um maior teor de Mg na cultivar IAC 118-95 em todas as épocas de avaliação, observa-se uma tendência de teor semelhante entre as cultivares ao longo do tempo. Porém, vale ressaltar que a composição química pode variar com a cultivar, idade da planta, ambiente e fatores genéticos (CENI et al., 2009).

Os maiores teores de Mg foram observados nas folhas de mandioca, parte em que também foram observadas diferenças entre as cultivares aos 8 e 12 MAP, com maiores teores na IAC 118-95 (Figura 18a).

Os teores de Mg nas hastes e cepas foram superiores aos das raízes com incrementos ao longo dos ciclos nas cepas e raízes, e menores valores observados no segundo ciclo nas hastes (Figuras 18b e 18c).

Figura 18 - Teor de magnésio nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



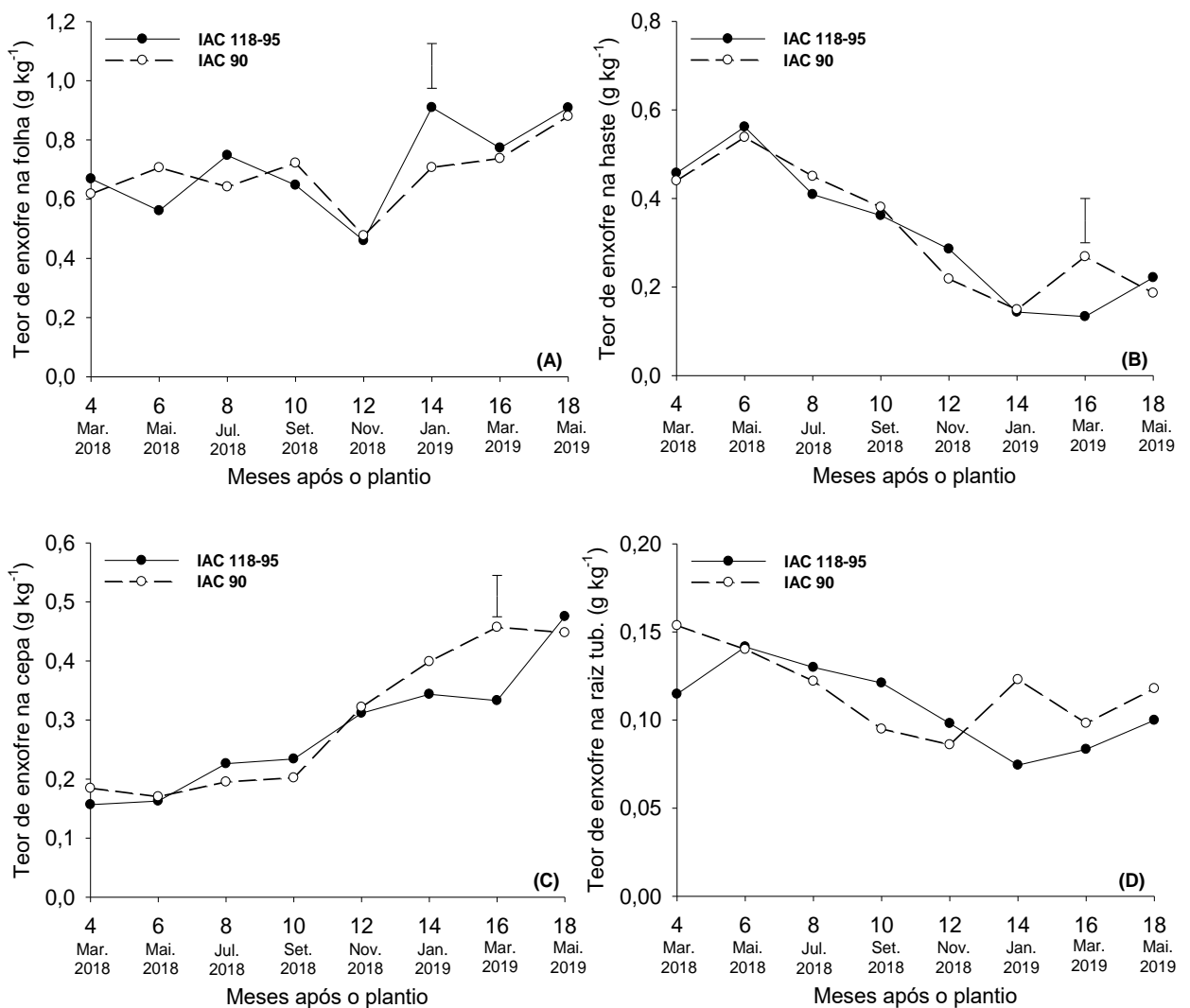
4.2.13 Teor de enxofre nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca

A mandioca também extrai enxofre (S) do solo, nutriente esse importante para o desenvolvimento da cultura. Sua deficiência resulta no amarelecimento uniforme das folhas superiores, similar ao produzido pela deficiência de N, além de observar-se sintomas similares ocorridos em menor frequência nas folhas inferiores.

Os teores de S nas diferentes partes das plantas de mandioca variaram de 0,6 a 0,9 g kg⁻¹ nas folhas; 0,1 a 0,5 g kg⁻¹ nas hastes; 0,1 a 0,5 g kg⁻¹ nas cepas e 0,0 a 0,1 g kg⁻¹ nas raízes durante os ciclos vegetativos (Figura 19). Nas folhas e cepas os maiores teores foram observados no segundo ciclo. Já nas hastes e raízes

ocorreram decréscimos no final do 1º ciclo, com aumento no final do 2º ciclo. Não houve diferenças entre as cultivares para as raízes, e nas demais partes as diferenças aconteceram nas fases de maior tuberização das raízes no segundo ciclo (Apêndice Q).

Figura 19 - Teor de enxofre nas folhas (A), hastes (B), cepas (C) e raízes tuberosas (D) de cultivares de mandioca ao longo do ciclo da cultura. A presença de barra vertical (valor de DMS) na época indica diferença significativa entre as cultivares de acordo com o teste t (DMS, $p < 0,05$)



5 CONCLUSÕES

1. Os resultados obtidos nesse estudo mostraram que as fases dos ciclos vegetativos da mandioca têm forte influência nos acúmulos de matéria fresca, matéria seca e nutrientes nas partes das plantas de mandioca.
2. A cultivar IAC 118-95 apresentou maior acúmulo de matéria seca nas raízes aos 18 MAP.
3. A melhor época de colheita foi dos 16 aos 18 MAP para a IAC 90 e IAC 118-95.
4. Os métodos de determinação de matéria seca nas raízes foram equivalentes na colheita final.
5. Os maiores teores de cinzas, proteína, açúcares totais, matéria graxa e macronutrientes estão nas folhas de mandioca independente da cultivar.
6. As hastes acumulam os maiores teores de fibras.
7. As raízes acumulam os maiores teores de amido.

REFERÊNCIAS

- AACC INTERNATIONAL. **Approved Methods of Analysis**. 2016, 11 th. Ed. Disponível em: <<http://methods.aaccnet.org/toc.aspx>>. Acesso em: 29 de jul/2019.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 18 th. Edition, Gaithersburg, 3000 p., 2005.
- AGUIAR, E. B.; VALLE, T. L.; LORENZI, J. O.; KANTHACK, R. A. D.; MIRANDA FILHO, H.; GRANJA, N. P. Efeito da densidade populacional e época de colheita na produção de raízes de mandioca de mesa. **Bragantia**, v. 70, n. 3, 2011, p. 561-569.
- ALBUQUERQUE, M. **A mandioca na Amazônia**. Belém: SUDAM, 222 p. 1969.
- ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA, 2006. Cap. 7, p. 138-169.
- ALVES, A. A. C.; SILVA, A. F. **Cultivo da mandioca para a região semi-árida**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, BA, 2003.
- ALVES, A. A. C. Cassava: botany and physiology. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. (Ed.). **Cassava: biology, production and utilization**. Wallingford: CAB, 2002. p. 67-89.
- ARAÚJO, F. C. B.; CUNHA, R. L.; MOURA, E. F.; FARIAS NETO, J. T. **Caracterização e variabilidade físico-química de raízes de mandioca**. Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2, 2012, Belém, PA. Anais. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012.
- BALOTA, E. L.; LOPES, E. S.; HUNGRIA, M.; DÖBEREINER, J. Ocorrência de bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares na cultura da mandioca. **Pesq. Agropec. Bras.** vol. 34, n. 7, Brasília, jul, 1999.
- BARBOSA, C. Z. R.; ALVES, J. M. A.; SCHWENGBER, D. R.; SOUSA, R. C. P.; SILVA, S. M.; UCHÔA, S. C. P.; SMIDERLE, O. J.; ALBUQUERQUE, J. A. A. (2007). **Caracterização de dez clones de mandioca cultivados no estado de Roraima**. Revista Agro@mbiente, vol. 1, n. 1, p. 24-27.
- BOERBOOM, B. W. J. A model of dry matter distribution in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Netherlands Journal of Agricultural Science**. Wageningen, v. 26, 1978, p. 267-277.
- CAI, H. M.; XIE, W. B.; LIAN, X. M. **Comparative analysis of differential expressed genes in rice under nitrogen and phosphorus starvation stress conditions**, Plant Molecular Biology Reporter 31 (2013). 160-173.

CARVALHO, V. D. de; CHALFOUN, S. M.; JUSTE JÚNIOR, E. S. G. **Armazenamento pós-colheita da mandioca: II. Efeito das alterações no grau de deterioração fisiológica e na composição físico-química e química de seis cultivares de mandioca.** Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas, v. 1, n. 1, p. 23-34, 1982.

CEBALLOS, H. **Variation in crude protein content in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) roots.** Journal of Food Composition and Analysis. n.19. 2006. p. 589-593.

CENI, G. C. Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 107-111, 2009.

CEREDA, M. P. Produtos e subprodutos. In: SOUZA, L. da S. et al. (Eds.). **Processamento e utilização da mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005, p. 547.

CEREDA, M. P.; VOLPOUX, O. & TAKAHASHI, M. **Balança hidrostática como forma de avaliação do teor de massa seca e amido.** In CEREDA, M. P. & VOLPOUX, O. Tecnologia, usos e potencialidade de tuberosas amiláceas latino-americanas. São Paulo - Fundação Cargill, v. 3. n. 2, 2003, p. 30-47.

CONCEIÇÃO, A. J. **A mandioca.** São Paulo: Nobel, 1983, 382 p.

CONCEIÇÃO, A. J. da. **A mandioca.** São Paulo: Nobel, 1981, 382 p.

DALLAQUA, M. A. M.; CORAL, D. J. Morfo-anatomia. In: CEREDA, M.P. (coord). **Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas**, v. 4. São Paulo: Fundação Cargill, 2002, p. 48-65.

EL-SHARKAWY, M. A. International research on cassava photosynthesis, productivity, eco-physiology, and responses to environmental stresses in the tropics. **Photosynthetica**, v. 44, 2006, p. 481-512.

FAGUNDES, L. K.; STRECK, N. A.; ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; ZANON, A. J.; LOPES, S. J. **Desenvolvimento, crescimento e produtividade de mandioca em diferentes datas de plantio em região subtropical.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 40, n. 12, p. 2460-2466, dez. 2010.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** FAOSTAT: Production-Crops. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em: 29 de jul/2019.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**, Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 186 p.

FENIMAN, C. M. **Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita.** Dissertação, 83 p. Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, Piracicaba - SP, 2004.

FERNANDES, D. S.; SANTOS, T. P. R.; FERNANDES, A. M.; LEONEL, M. **Harvest time optimization leads to the production of native cassava starches with different properties**, International Journal of Biological Macromolecules, v. 132, p. 710-721, 2019.

FERRARO, V.; PICCIRILLO, C.; TOMLINS, K.; PINTADO, M. M. E. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and Yam (*Dioscorea* spp.) Crops and Their Derived Foodstuffs: Safety, Security and Nutritional Value, **Food Science and Nutrition**. 56:16, 2714-2727, 2016.

FUKUDA, W. M. G.; FUKUDA, C.; DIAS, M. C.; XAVIER, J. J. B. N.; FIALHO, J. F. Variedades. In: **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Editor: Luciano da Silva Souza. [et al.]. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006, p. 433-454.

GABRIEL, L. F.; STRECK, N. A.; ROBERTI, D. R.; CHIELLE, Z. G.; UHLMANN, L. O.; SILVA, M. R.; SILVA, S. D. (2014). **Simulating cassava growth and yield under potential conditions in Southern Brazil**. Agronomy Journal, 106, 1119-1137, 2014.

GIERTH, M.; MASER, P. Potassium transporters in plants - Involvement in K⁺ acquisition, redistribution and homeostasis. **FEBS Letters**, v. 581, p. 2348-2356, 2007.

GOMES, J. de C. **Considerações sobre adubação e calagem para a cultivar de mandioca**. Revista Brasileira de Mandioca, v. 6, n. 2, p. 99-107, 1987.

GÓMEZ, G.; VALDIVIESO, M.; NOMA, A. T. **The influence of cultivar and plant age on the chemical composition of field-grown cassava leaves and roots**. Plant Foods of Humany Nutricion, v. 35, n. 2, p. 109-119, Feb. 1985.

GOTO, R.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. de M. **Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas**. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C. do; RESENDE, R. S. (Coord.) **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Agropecuária, v. 2, p. 241-268, 2001.

GROSSMANN, J.; FREITAS, A. C. Determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em raízes de mandioca. **Revista Agrônômica**, v. 160/162, n. 4, 1950, p. 75-80.

GRIZOTTO, R. K.; MENEZES, H. C. Avaliação da aceitação de "Chips de Mandioca". **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 23 (Suplemento), p. 79-86, 2003.

GUIMARÃES, H. M. A. et al. **Deterioração pós-colheita da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) mansa da cultivar cacau**. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de alimentos, 18, 2002, Porto Alegre, RS. Anais... Porto Alegre: [s.n.], 2002.

HOWELER, R. H.; CADAVID, L. F. Accumulation and distribution of dry matter and nutrients during a 12-month growth cycle of cassava. **Field Crops Research**, St. Paul, v. 7, 1983, p. 123-139.

HUDSON, B. J. F.; OGUNSUA, A. O. Lipids of cassava tubers (*Manihot esculenta* Crantz). **J. Sci. Food Agr.** v. 25, n. 2, p. 1503-1508, 1974.

IAC - SP. **Solos do Estado de São Paulo**. Instituto Agrônomo IAC, São Paulo. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/solossp/pdf/Argissolos.pdf>>. Acesso em: 09 de maio/2020.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017** - Lupércio, SP. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/lupercio/pesquisa/24/27745>>. Acesso em: 23 de maio/2020.

KATO, M. S. A.; CARVALHO, V. D.; CORREIA, H.; PINTO, J. E. B. P. **Efeito da poda na deterioração fisiológica e na qualidade de raízes de mandioca**, *Ciência Prática*, v. 11, nº 1, p. 75-84, 1987.

LALAGUNA, F.; AGUDO, M. **Lipid Classes of Fresh Cassava Roots (*Manihot esculenta* Crantz). Identification and Quantification**. *JAOCS*, vol. 65, n. 11, p. 1808-1811, 1988.

LEONEL, M.; FELTRAN, J. C.; AGUIAR, E. B.; FERNANDES, A. M.; PERESSIN, V. A.; BICUDO, S. J. Mandioca. In: LEONEL, M.; FERNANDES, A. M.; FRANCO, C. M. L. (Eds.). **Culturas Amiláceas: batata-doce, inhame, mandioca e mandioquinha-salsa**. 1ª ed. Botucatu: CERAT/UNESP, 2015, p. 183-326.

LORENZI, J. O. **Mandioca**. 2 Ed. Campinas, SP: CATI, 2012. 129 p. il.; color. (Boletim Técnico CATI, 245).

LORENZI, J. O.; DIAS, C. A. C. **Cultura da mandioca**. Campinas: Coord. De Assistência Técnica Integral (Boletim técnico 211), 1993, 41 p.

LORENZI, J. O.; PEREIRA, A. S.; VALLE, T. L. **Mandioca: *Manihot esculenta* Crantz**. In: JORGE, J. A.; LOURENÇO, A. L.; ARANHA, C. (Eds). *Instruções agrícolas para o estado de São Paulo*. Campinas: IAC (Boletim 200), 1990, p. 136-7.

LORENZI, J. O.; GALLO, J. R.; MALAVOLTA, E. Acumulação de matéria seca e macronutrientes por dois cultivares de mandioca. **Bragantia**, Campinas, v. 40, n. 1, 1981, p. 145-156.

LUTHER, R. W., DWAYNE A. S.; BRUSEWITZ G. H. **Food and process engineering technology**. America Society of Agricultural Engineers ASAE 2950 Niles Road St. Joseph Michigan, USA. 2004, p. 28.

MACHADO, J. E. **Quantificação da deterioração da mandioca durante a secagem em barçaça por conversão forçada de ar aquecido com coletor solar**. 1980. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.

MAGOLBO, L. A. S. **Efeito da adubação fosfatada no crescimento, produtividade e acúmulo de fósforo e amido em mandioca para indústria**. Dissertação

(Mestrado) - Curso de Agronomia, Agricultura, "Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2019. 63 p.

MAIEVES, H. A. **Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de novas cultivares de mandioca**. 2010. Efeito de diferentes formas de congelamento sobre raízes de mandioca. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MALAVOLTA, E. Potássio: absorção, transporte e redistribuição na planta. **Informações Agronômicas**, v. 108, p. 1-16, 2004.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional as plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997.

MANANO, J.; OGWOK, P.; BYARUGABA-BAZIRAKE, G. W. Chemical Composition of Major Cassava Varieties in Uganda, Targeted for Industrialisation, **Journal of Food Research**, v. 7, n. 1, 2018.

MARSCHNER, P.; RENGEL, Z. Nutrient availability in soils. In: **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Academic Press. p. 315-330, 2012.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. London: **London Academic Press**, 1995.

MATTOS, P. L. P.; BEZERRA, V. S (2003). **Cultivo de mandioca para o estado do Amapá**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_a_mapa/adubacao.htm>. Acesso em: 20 de maio/2019.

MIRANDA, J. C. C. de; FIALHO, J. de F.; MIRANDA, L. N. de. Importância da micorriza arbuscular para o cultivo da mandioca na região do cerrado. **Comunicado Técnico**, 119, Planaltina, DF, dez., 2005.

MORGAN, N. K.; CHOCT, M. **Cassava: Nutrient composition and nutritive value in poultry diets**. Animal Nutrition, v. 2, p. 253-261, 2016.

MOTA, L. H. S. O. **Aplicação de nitrogênio e potássio no segundo ciclo da mandioca manejada com e sem poda da parte aérea**. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Agricultura, "Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2019. 101 p.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v. 153, n. 2, p. 375-380, 1944.

OLIVEIRA, M. A.; MORAES, P. S. B. Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 837-843, 2009.

OTSUBO, A. A.; LORENZI, J. O. **Cultivo da mandioca na região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Campinas: IAC; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002, 116 p.

PEREIRA, L. T. P.; BELÉIA, A. del P. **Isolamento, fracionamento e caracterização de paredes celulares de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 24, n. 1, p. 59-63, jan/mar. 2004.

PERESSIN, V. A.; MONTEIRO, D. A.; LORENZI, J. O.; DURIGAN, J. C.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Acúmulo de matéria seca na presença e na ausência de plantas infestantes no cultivar de mandioca SRT 59 - Branca de Santa Catarina. **Bragantia**, Campinas, v. 57, 1998, p. 135-148.

SAGRILO, E.; VIDIGAL FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; VIDIGAL, M. C. G.; SCAPIM, C. A.; KVITSCHAL, M. V.; MAIA, R. R.; RIMOLDI, F. Effect of harvest period on foliage production and dry matter distribution in five cassava variedades during the second plant cycle. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, São Paulo, v. 49, 2006, p. 1007-1018.

SÁNCHEZ, T. **Evaluación de 6000 variedades de yuca**. Cali: CIAT, 2004 (Programa de mejoramiento de yuca).

SANTOS, R. P.; CARMO, M. G. F. do; PARRAGA, M. S.; MACAGNAN, D. e LOPES, C. A (2004) - **Avaliação de cultivares de mandioca para consumo in natura quanto à resistência à mancha parda da folha**. Horticultura Brasileira, vol. 22, n. 2, p. 232-237.

SARMENTO, S. B. S. **Caracterização da fécula de mandioca (*Manihot esculenta* C.) no período de colheita de cultivares de uso industrial**, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SEAB - PR. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - Paraná. Mandioca - **Análise da Conjuntura Agropecuária**. Outubro/2016. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Mandioca_2016_17.pdf>. Acesso em: 29 de jul/2019.

SILVA, D. C. O.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; SOUSA, A. de A.; BARRETO, G. F.; SILVA, C. N. da. Curvas de crescimento de plantas de mandioca submetidas a doses de potássio, **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 60, n. 2, p. 158-165, abr./jun. 2017.

SILVA, J. V.; MIGLIORANZA, E.; KANTHACK, R. A. D. **Aspectos produtivos de cultivares mandioca na região de Presidente Prudente - SP**. VI Workshop Agroenergia. Ribeirão Preto, 2012.

SOMOGYI, M. Determination of blood sugar. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, n. 160, p. 69-73, 1945.

SOUZA, H. L. de; BENTES, Á. de S.; LADEIRA, T. M. S.; LOPES, A. S.; PENA, R. da S. **Propriedades físico-químicas de três acessos de mandiocaba**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 43, n. 5, p. 792-796, mai, 2013.

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. S. Clima e solo. In: MATTOS, P. L. P.; GOMES, J. C. (coord.). **O cultivo da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura (Circular Técnica nº 37), 2000, p. 11-13.

STRECK, N. A., PINHEIRO, D. G., JUNIOR, Z. A., GABRIEL, L. F., ROCHA, T. S. M., SOUZA, A. T. D., SILVA, M. R. D. Effect of plant spacing on growth, development and yield of cassava in subtropical environment. **Bragantia**, v. 73, n. 4, 2014, p. 407-415.

TAKAHASHI, M. Cultivo comercial na região centro-sul do Brasil. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v. 2, 2002, p. 258-273.

TÁVORA, F. J. A. F.; MELO, F. I. O.; PINHO, J. L. N. de; QUEIROZ G. M. de. Produção, taxa de crescimento e capacidade assimilatória da mandioca no Litoral do Ceará. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Carlos, v. 7, 1995, p. 81-88.

TERNES, M. **Fisiologia da planta**. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Agricultura: tuberosas amiláceas latino-americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, p. 448-504, 2002.

TEYE, E., ASARE A. P., AMOAH R. S. AND TETTEH J. P. Determination of the dry matter content of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) tubers. **ARPJ Journal of Agricultural and Biological Science**. v. 6, n. 11, 2011, p. 23-28.

VIDIGAL-FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; VIDIGAL, M. C. G.; MAIA, R. R.; SAGRILLO, E.; SIMON, G. A.; LIMA, R. S. **Avaliação de cultivares de mandioca na região noroeste do Paraná**. *Bragantia*, Campinas, v. 59, n. 1, p. 69-75, 2000.

WESTBY, A. Cassava utilization, storage and small-scale processing. In HILLOCKS, R. J.; THRESH, J.M.; BELLOTI, A.C. (Eds), **Cassava: Biology, Production and Utilization**. CAB International Publishing, Wallingford, UK, pp. 281-300, 2002.

WOBETO, C.; CORRÊA, A. G.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. D.; ABREU, J. R. Nutrientes na farinha de folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em três idades da planta. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 4, p. 865-869, 2006.

APÊNDICE A - Número de folhas por planta, diâmetro de haste principal e altura de planta, em função da cultivar de mandioca e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Número de folhas	Diâmetro de haste	Altura de planta
Cultivar	— (nº planta ⁻¹) —	— (cm) —	— (m) —
IAC 118-95	205,5a	2,63a	1,56a
IAC 90	207,5a	2,63a	1,64a
ANOVA	(Probabilidade de F)		
Cultivar (C)	0,806	0,995	0,172
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001
C × E	0,021	0,986	0,967
CV (%)	16,3	13,9	13,8

Valores acompanhados da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE B - Matéria fresca de folha, haste, cepa, raiz e planta inteira de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Acúmulo de matéria fresca				
	Folha	Haste	Cepa	Raiz	Planta inteira
Cultivar	(t ha ⁻¹)				
IAC 118-95	4,93b	21,68b	5,13b	42,58a	74,32a
IAC 90	5,63a	25,30a	5,77a	36,58b	73,10a
ANOVA	(Probabilidade de F)				
Cultivar (C)	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	0,568
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
C × E	<0,001	<0,001	0,002	0,221	0,187
CV (%)	14,0	16,9	16,5	15,8	12,2

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE C - Produção de matéria seca de folha, haste, cepa, raiz e planta inteira de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Acúmulo de matéria seca					Índice de colheita
	Folha	Haste	Cepa	Raiz	Planta inteira	
Cultivar	(t ha ⁻¹)					
IAC 118-95	1,24a	6,44b	1,93a	15,77a	25,38a	0,52a
IAC 90	1,40a	7,38a	1,95a	12,77b	23,50b	0,47b
ANOVA	(Probabilidade de F)					
Cultivar (C)	0,062	<0,001	0,738	<0,001	0,005	<0,001
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
C x E	0,402	<0,001	0,007	0,042	0,061	0,439
CV (%)	27,5	11,2	14,6	17,7	11,3	13,5

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE D - Porcentagem de matéria seca e quantidade de matéria seca acumulada, em raízes de plantas de mandioca, em função da cultivar, método de determinação e época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Porcentagem de matéria seca das raízes		Quantidade de matéria seca acumulada nas raízes	
	IAC 118-95	IAC 90	IAC 118-95	IAC 90
Método	(%)		(t ha ⁻¹)	
Hidrostático	35,26b	35,38a	17,28a	14,73a
Laboratório	36,64a	35,64a	17,88a	14,79a
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Método (M)	0,002	0,725	0,289	0,924
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
M x E	0,016	0,581	0,989	0,999
CV (%)	4,6	8,2	12,7	16,9

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE E - Teor de umidade nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Teor de umidade			
	Folha	Haste	Cepa	Raiz
Cultivar	(g 100 g ⁻¹)			
IAC 118-95	71,8a	69,8b	68,3a	64,8a
IAC 90	72,5a	71,4a	69,1a	65,7a
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Cultivar (C)	0,218	0,002	0,388	0,231
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
C x E	0,130	0,242	0,801	0,911
CV (%)	2,9	2,8	5,1	4,4

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE F - Teor de cinzas nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Teor de cinzas			
	Folha	Haste	Cepa	Raiz
Cultivar	(g 100 g ⁻¹)			
IAC 118-95	1,91b	1,27a	1,48a	0,68b
IAC 90	2,03a	1,25a	1,47a	0,74a
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Cultivar (C)	0,034	0,799	0,943	0,025
Época (E)	<0,001	0,004	<0,001	<0,001
C x E	0,508	0,928	0,883	0,972
CV (%)	11,2	16,2	20,1	15,9

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE G - Teor de proteína nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Teor de proteína			
	Folha	Haste	Cepa	Raiz
Cultivar	(g 100 g ⁻¹)			
IAC 118-95	6,94a	2,09a	2,38a	1,64a
IAC 90	6,86a	2,11a	2,28a	1,63a
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Cultivar (C)	0,683	0,797	0,092	0,895
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
C x E	0,908	0,119	0,305	0,753
CV (%)	11,1	15,7	10,0	16,1

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE H - Teor de açúcares totais nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Teor de açúcares totais			
	Folha	Haste	Cepa	Raiz
Cultivar	(g 100 g ⁻¹)			
IAC 118-95	1,70a	1,26a	0,46a	0,43a
IAC 90	1,58a	1,30a	0,46a	0,38a
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Cultivar (C)	0,075	0,428	0,934	0,121
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
C x E	0,998	0,007	0,864	0,220
CV (%)	16,5	16,2	26,1	28,2

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE I - Teor de matéria graxa nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Teor de matéria graxa			
	Folha	Haste	Cepa	Raiz
Cultivar	(g 100 g ⁻¹)			
IAC 118-95	1,26a	0,33a	0,40a	0,24b
IAC 90	1,23a	0,27b	0,42a	0,28a
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Cultivar (C)	0,714	0,002	0,333	0,025
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
C x E	0,459	<0,001	<0,001	0,024
CV (%)	22,4	20,9	23,0	29,8

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE J - Teor de fibras nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Teor de fibras			
	Folha	Haste	Cepa	Raiz
Cultivar	(g 100 g ⁻¹)			
IAC 118-95	5,95a	10,76a	7,65a	1,41a
IAC 90	5,82a	10,19a	7,87a	1,37a
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Cultivar (C)	0,582	0,131	0,503	0,443
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
C x E	0,851	0,915	0,983	0,266
CV (%)	15,9	14,2	16,5	14,5

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE K - Teor de amido nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Teor de amido			
	Folha	Haste	Cepa	Raiz
Cultivar	(g 100 g ⁻¹)			
IAC 118-95	10,33a	14,70a	19,27a	30,57a
IAC 90	10,99a	14,34a	19,07a	29,93a
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Cultivar (C)	0,122	0,438	0,791	0,354
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
C x E	0,651	0,167	0,933	0,888
CV (%)	15,8	12,4	15,6	8,9

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE L - Teor de nitrogênio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Teor de nitrogênio			
	Folha	Haste	Cepa	Raiz
Cultivar	(g kg ⁻¹)			
IAC 118-95	11,1a	3,4a	3,8a	2,5a
IAC 90	10,9a	3,5a	3,6b	2,6a
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Cultivar (C)	0,727	0,757	0,044	0,647
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
C x E	0,582	0,309	0,699	0,951
CV (%)	11,5	17,4	11,3	20,3

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE M - Teor de fósforo nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Teor de fósforo			
	Folha	Haste	Cepa	Raiz
Cultivar	(g kg ⁻¹)			
IAC 118-95	0,83a	0,56a	0,50a	0,48a
IAC 90	0,90a	0,53a	0,49a	0,44a
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Cultivar (C)	0,052	0,159	0,659	0,055
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
C x E	0,169	0,985	0,107	0,913
CV (%)	14,7	13,0	17,0	19,0

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE N - Teor de potássio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Teor de potássio			
	Folha	Haste	Cepa	Raiz
Cultivar	(g kg ⁻¹)			
IAC 118-95	2,42b	1,72b	1,69a	1,93a
IAC 90	2,72a	1,90a	1,84a	1,98a
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Cultivar (C)	0,030	0,024	0,075	0,596
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
C x E	0,989	0,866	0,165	0,241
CV (%)	21,0	17,4	18,9	18,7

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE O - Teor de cálcio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Teor de cálcio			
	Folha	Haste	Cepa	Raiz
Cultivar	(g kg ⁻¹)			
IAC 118-95	4,42a	1,84a	1,64a	0,59a
IAC 90	4,26a	1,75a	1,57a	0,51b
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Cultivar (C)	0,375	0,273	0,308	0,008
Época (E)	<0,001	0,004	<0,001	<0,001
C x E	0,464	0,004	0,549	<0,001
CV (%)	16,7	17,6	17,3	19,8

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE P - Teor de magnésio nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Teor de magnésio			
	Folha	Haste	Cepa	Raiz
Cultivar	(g kg ⁻¹)			
IAC 118-95	1,50a	1,02a	0,88a	0,49a
IAC 90	1,35b	0,89b	0,81b	0,46a
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Cultivar (C)	0,009	0,012	0,048	0,062
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
C x E	0,221	0,453	0,456	0,201
CV (%)	15,0	20,8	16,8	14,9

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).

APÊNDICE Q - Teor de enxofre nas folhas, hastes, cepas e raízes de mandioca, em função da cultivar e da época de avaliação ao longo do ciclo. Lupércio, SP, 2017, 2018 e 2019

Tratamentos	Teor de enxofre			
	Folha	Haste	Cepa	Raiz
Cultivar	(g kg ⁻¹)			
IAC 118-95	0,71a	0,32a	0,28a	0,11a
IAC 90	0,69a	0,33a	0,30a	0,12a
ANOVA	(Probabilidade de F)			
Cultivar (C)	0,380	0,711	0,177	0,309
Época (E)	<0,001	<0,001	<0,001	0,019
C × E	0,076	0,188	0,042	0,425
CV (%)	15,2	21,7	17,3	30,2

Valores seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais (DMS, $p < 0,05$).