

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**ESTUDO DA PODA DA MANDIOCA**  
*(Manihot esculenta Crantz)*

**EDUARDO BARRETO AGUIAR**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para a obtenção de título de Doutor em Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU – SP

Março – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**ESTUDO DA PODA DA MANDIOCA**  
*(Manihot esculenta Crantz)*

**EDUARDO BARRETO AGUIAR**

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Silvio José Bicudo

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para a obtenção de título de Doutor em Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU – SP

Março – 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO -  
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA  
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

A282e Aguiar, Eduardo Barreto, 1977-  
Estudo da poda da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) / Eduardo Barreto  
Aguiar. - Botucatu : [s.n.], 2011  
xvi, 144 f. : il., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Fa-  
culdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011  
Orientador: Sílvio José Bicudo  
Inclui bibliografia

1. Densidade de plantio. 2. Densidade populacional. 3. Época de poda. 4.  
*Manihot esculenta* Crantz. 5. Produção de raízes. 6. Produção de parte  
aérea. 7. Variedades de mandioca. I. Bicudo, Sílvio José. III.  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de  
Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS**  
**CAMPUS DE BOTUCATU**  
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**


**TÍTULO: ESTUDO DA PODA DA MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)**

**ALUNO: EDUARDO BARRETO AGUIAR**

**ORIENTADOR: PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO**

Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO

  
\_\_\_\_\_  
PROF.ª DR.ª TERESA LOSADA VALLE

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. JOSÉ CARLOS FELTRAN

  
\_\_\_\_\_  
PROF.ª DR.ª MARINA APARECIDA DE MORAES DALLAQUA

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. RICARDO AUGUSTO DIAS KANTHACK

Data da Realização: 28 de março de 2011.

*“Todo movimento da vida é aprender.  
Não há tempo no qual não exista o aprender.  
Toda ação é um movimento de aprender  
e todo o relacionamento é aprender.”*

J. Krishnamurti

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

Ao Buda e a Sangha. Minha eterna gratidão.

Aos meus pais, Ana Maria e Eloel pelo amor, educação e apoio incondicionais. Sem vocês nada disso seria possível.

A minha avó Elza, irmãos Eloel Jr. e Elza Maria e sobrinha Julia pelo amor, apoio e amizade constantes. Obrigado por existirem.

A Sergianne Frison pelo amor, carinho e companheirismo. Obrigado por estar ao meu lado.

A Faculdade de Ciências Agronômicas FCA/UNESP campus de Botucatu, e ao Departamento de Agricultura e Produção Vegetal por oferecer este curso de pós-graduação.

A CAPES, pela concessão de bolsa de estudos.

Ao prof. Dr. Silvio José Bicudo pelo exemplo, amizade e orientação na execução deste trabalho.

Aos pesquisadores Teresa Losada Valle e José Osmar Lorenzi, pelo auxílio no planejamento experimental e pela amizade.

Ao Sr. Antônio Yamamoto pela doação das ramas de mandioca.

Aos funcionários da FCA UNESP: Fazenda Experimental Lageado, Mário, Luciano, José Batista, Galhardo, José Felício, Antônio Delbone, Dirceu, Manoel, Jesus, Antônio Rodrigues, Clóvis, Antônio de Andrades, João de Campos, Dorival, Josias, Carlos, Aparecido, Estevão, Nelson e Milton; Fazenda Experimental de São Manuel, Nilton, Antônio Pascoto, Geraldo, Wesley, José Roberto, Mário Beato, Antônio Luiz Batista, Luiz Antônio da Silva, Adélio, Benedito e José Carlos; Departamento de Produção Vegetal, Célio, Milton, Aparecido, Casimiro, Valdemir e Antônio Camargo, pela indispensável mão de obra.

Aos colegas de pós-graduação Felipe Cucelli, Priscila, Camillo, Simério, Elizeu, Magno, Francisco Rafael, e aos estagiários Felipe Parise, Adriana, Jonas, Bruno, Débora, Janaína,

Gabriel, Gabriela, Murilo, Caio e Renan pela colaboração nas avaliações e colheita deste experimento.

A professora Maria Cristina Stolf Nogueira, pela orientação nas análises estatísticas.

As bibliotecárias da FCA/UNESP campus de Botucatu, Janaína e Célia, e aos técnicos Denise, Solange, Airton, Nilson e Ermete.

Aos demais professores do curso de pós graduação, pelos conhecimentos transmitidos.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram para a realização desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

1. RESUMO .....	1
2. SUMMARY .....	2
3. INTRODUÇÃO.....	3
4. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
4.1. Efeitos da poda na produção e qualidade de raízes de mandioca .....	7
4.1.1. Variedades.....	7
4.1.2. Época de poda .....	8
4.1.3. Densidade de plantio e tipo de solo.....	9
4.2. Poda e o controle de plantas infestantes .....	11
4.3. Biomassa de mandioca.....	13
4.3.1. Raízes .....	14
4.3.1.1. Produção de etanol .....	14
4.3.2. Parte aérea .....	16
4.3.2.1. Alimentação animal.....	17
4.3.2.2. Geração de energia .....	17
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5.1. Caracterização das áreas experimentais .....	20
5.1.1. Botucatu .....	20
5.1.2. São Manuel .....	21
5.2. Instalação e condução dos experimentos .....	23
5.3. Experimentos 1 e 2, poda x variedades .....	24
5.4. Experimentos 3 e 4, épocas de poda.....	26
5.5. Experimentos 5 e 6, densidade populacional x poda.....	27
5.6. Parâmetros avaliados .....	28
5.6.1. Estande .....	28
5.6.2. Produtividade de matéria seca de parte aérea na poda.....	28
5.6.3. Número de hastes .....	29
5.6.4. Produtividade total de matéria seca de parte aérea .....	29
5.6.5. Componentes da produção de raízes .....	30
5.6.6. Produtividade de matéria seca de raízes.....	30
5.6.7. Produtividade de matéria seca de cepa.....	30
5.6.8. Produtividade de matéria seca total.....	31
5.6.9. Partição de assimilados .....	31
5.7. Análise estatística .....	32
5.7.1. Experimentos 1 e 2, poda x variedades de mandioca.....	32



5.7.2. Experimentos 3 e 4, épocas de poda .....	33
5.7.3. Experimentos 5 e 6, densidade populacional x poda .....	34
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
6.1. Experimentos 1 e 2, poda x variedades de mandioca .....	35
6.1.1. Estande final.....	35
6.1.2. Produtividade e teor de matéria seca da parte aérea na poda.....	37
6.1.3. Número de hastes e produtividade total de matéria seca de parte aérea na colheita .....	39
6.1.4. Componentes da produção de raízes .....	43
6.1.5. Produtividade e teor de matéria seca de matéria seca de raízes.....	50
6.1.6. Produtividade e teor de matéria seca de matéria seca de cepas .....	54
6.1.7. Produtividade de matéria seca total.....	57
6.1.8. Partição de assimilados .....	60
6.2. Experimentos 3 e 4, épocas de poda .....	65
6.2.1. Estande final.....	65
6.2.2. Produtividade e teor de matéria seca da parte aérea na poda.....	66
6.2.3. Número de hastes e produtividade total de matéria seca de parte aérea na colheita .....	69
6.2.4. Componentes da produção de raízes .....	74
6.2.5. Produtividade e teor de matéria seca de raízes.....	79
6.2.6. Produtividade e teor de matéria seca de cepa.....	84
6.2.7. Produtividade de matéria seca total.....	88
6.2.8. Partição de assimilados .....	91
6.3. Experimentos 5 e 6, poda x densidade populacional .....	96
6.3.1. Estande final.....	96
6.3.2. Produtividade e teor de matéria seca da parte aérea na poda.....	98
6.3.3. Número de hastes e produtividade total de matéria seca de parte aérea na colheita .....	102
6.3.4. Componentes da produção de raízes .....	108
6.3.5. Produtividade de raízes .....	115
6.3.6. Produtividade de cepa .....	121
6.3.7. Produtividade de matéria seca total.....	125
6.3.8. Partição de assimilados .....	128
6.4. Considerações Finais .....	132
7. CONCLUSÕES .....	135
8. REFERÊNCIAS .....	136

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura máxima, mínima e precipitações pluviárias mensais observadas de setembro de 2008 a julho de 2010 na Fazenda Experimental Lageado em Botucatu. ....	21
Figura 2. Temperaturas máximas, mínimas e precipitações pluviárias mensais observadas de setembro de 2008 a julho de 2010 na Fazenda Experimental de São Manuel .....	22
Figura 3. Análise de regressão do teor de matéria seca da parte aérea (%), da variedade IAC 14, em função das épocas de poda realizadas em Botucatu e São Manuel .....	68
Figura 4. Análise de regressão da produtividade de matéria seca de parte aérea poda ( $t\ ha^{-1}$ ), da variedade IAC 14, em função das épocas de poda realizadas em Botucatu e São Manuel .....	68
Figura 5. Análise de regressão do número médio de hastes por planta (a) e da produtividade total de matéria seca de parte aérea acumulada em $t\ ha^{-1}$ (b), avaliados na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, em função das épocas de poda avaliadas em Botucatu e São Manuel.....	72
Figura 6. Análise de regressão do número médio de raízes por planta (a) e do comprimento médio de raízes em cm (b), avaliados na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, em função das épocas de poda estudadas em Botucatu e São Manuel.....	76
Figura 7. Análise de regressão do diâmetro médio de raízes em cm (a) e da massa média de matéria seca de raízes em $kg\ raiz^{-1}$ (b) avaliados na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, em função das épocas de poda em Botucatu e São Manuel.....	77
Figura 8. Análise de regressão do teor de matéria seca das raízes em % (a) e da produtividade de matéria seca de raízes $t\ ha^{-1}$ (a), avaliada na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, em função das épocas de poda em Botucatu e São Manuel.....	81
Figura 9. Análise de regressão do teor de matéria seca das cepas em % (a) e produtividade de matéria seca de cepa em $t\ ha^{-1}$ (b), avaliados na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, em função das épocas de poda realizadas em Botucatu e São Manuel.....	87
Figura 10. Análise de regressão da produtividade de matéria seca total ( $t\ ha^{-1}$ ) em função das épocas de poda em Botucatu e São Manuel .....	90
Figura 11. Análises de regressão do índice de colheita (a) e percentuais de matéria seca da parte aérea (b) e de cepa (c) em relação matéria seca total, da variedade IAC 14 (22 meses), em função das épocas de poda em Botucatu e São Manuel.....	94
Figura 12. Análise de regressão do estande final médio (%) avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14 em Botucatu e São Manuel, em função de quatro densidades populacionais .....	98
Figura 13. Análise de regressão do teor de matéria seca da parte aérea (%) avaliado na poda (12 meses) da variedade IAC 14 em Botucatu e São Manuel, em função de quatro densidades populacionais .....	100

- Figura 14. Análise de regressão da produção de matéria seca de parte aérea em  $\text{kg planta}^{-1}$  (a) e produtividade de matéria seca de parte aérea  $\text{t ha}^{-1}$  (b), avaliadas na poda (12 meses) da variedade IAC 14 em Botucatu e São Manuel, em função de quatro densidades populacionais ..... 101
- Figura 15. Análise de regressão do número médio de hastes por planta em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais..... 104
- Figura 16. Análise de regressão da produção total de matéria seca de parte aérea em  $\text{kg planta}^{-1}$  em Botucatu (a) e São Manuel (b), e estimativa da produtividade total de matéria seca de parte aérea em  $\text{t ha}^{-1}$  em Botucatu (c) e São Manuel (d), avaliadas na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais ..... 106
- Figura 17. Análise de regressão do número médio de raízes de plantas de mandioca em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais ..... 110
- Figura 18. Análise de regressão do comprimento médio de raízes (cm) em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais..... 111
- Figura 19. Análise de regressão do diâmetro médio de raízes (cm) em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais ..... 113
- Figura 20. Análise de regressão da massa da matéria seca média de raízes ( $\text{kg raiz}^{-1}$ ) em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais ..... 114
- Figura 21. Análise de regressão do teor de matéria seca das raízes de mandioca (%) em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais ..... 117
- Figura 22. Análise de regressão da produção de matéria seca de raízes por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) em Botucatu (a) e São Manuel (c), e produtividade de matéria seca de raízes ( $\text{t ha}^{-1}$ ) em Botucatu (b) e São Manuel (d), avaliadas na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais ..... 118
- Figura 23. Análise de regressão do teor de matéria seca das cepas de mandioca (%) em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliadas na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais ..... 123
- Figura 24. Análise de regressão da produção de matéria seca de cepa planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) em Botucatu (a) e São Manuel (c), e produtividade de matéria seca de cepa ( $\text{t ha}^{-1}$ ) em Botucatu (b) e São Manuel (d), avaliadas na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais ..... 124
- Figura 25. Análise de regressão da produção de matéria seca total ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) em Botucatu (a) e São Manuel (c), e produtividade matéria seca total ( $\text{t ha}^{-1}$ ) em

Botucatu (b) e São Manuel (d) da variedade IAC 14 (22 meses), cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais.....	127
Figura 26. Análises de regressão do índice de colheita (IC), da variedade IAC 14 (22 meses), conduzida com e sem poda, em Botucatu (a) e São Manuel (b), em função de quatro densidades populacionais .....	130
Figura 27. Análises de regressão do percentual de matéria seca da parte aérea em relação matéria seca total (PA%), da variedade IAC 14 (22 meses), conduzida com poda e sem poda, em Botucatu (a) e São Manuel (b), em função de quatro densidades populacionais.....	131
Figura 28. Análises de regressão do percentual de matéria seca das cepas em relação matéria seca total (C%), da variedade IAC 14 (22 meses), conduzida com e sem poda, em Botucatu (a) e São Manuel (b), em função de quatro densidades populacionais.....	132

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Experimentos realizados em Botucatu e São Manuel (2008/2010), para avaliar os efeitos da poda em diferentes variedades, densidades populacionais e épocas .....	19
Tabela 2. Resultado da análise química e granulométrica do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm da Fazenda Lageado, Botucatu (2008) .....	21
Tabela 3. Resultado da análise química e granulométrica do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Fazenda Experimental de São Manuel (2008).....	23
Tabela 4. Alguns descritores botânicos e agronômicos das variedades estudadas (Lorenzi, 2003).....	25
Tabela 5. Tratamentos conduzidos nos experimentos 1 e 2 (poda x variedades de mandioca) em Botucatu e São Manuel.....	26
Tabela 6. Épocas e intervalos em dias entre as podas realizadas em Botucatu e São Manuel.....	27
Tabela 7. Densidades populacionais, respectivos espaçamentos entre plantas e entre linhas e tamanho das parcelas experimentais .....	27
Tabela 8. Valores de F obtidos na análise da variância do estande final de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais .....	36
Tabela 9. Estande final médio em porcentagem de cinco variedades de mandioca, avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	36
Tabela 10. Valores de F obtidos na análise da variância do teor de matéria seca e da produtividade de matéria seca da parte aérea, de cinco variedades de mandioca avaliadas na poda (12 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.....	37
Tabela 11. Teor de matéria seca (%) e produtividade de matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ) de parte aérea de cinco variedades de mandioca, avaliadas na poda (12 meses) em Botucatu e São Manuel.....	38
Tabela 12. Valores de F obtidos na análise da variância do número de hastes e da produtividade total de matéria seca de parte aérea, de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	40
Tabela 13. Número médio de hastes por planta de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	40
Tabela 14. Produtividade total de matéria seca de parte aérea em $t\ ha^{-1}$ , de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	42

Tabela 15. Valores de F obtidos na análise da variância do n° de raízes por planta, comprimento, diâmetro e massa média de matéria seca de raízes, de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	44
Tabela 16. Número médio de raízes por planta de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	45
Tabela 17. Comprimento médio de raízes (cm) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	46
Tabela 18. Diâmetro médio de raízes (cm) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	47
Tabela 19. Massa média de matéria seca de raízes (kg) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	48
Tabela 20. Valores de F obtidos na análise da variância do teor de matéria seca das raízes e da produtividade de matéria seca das raízes, de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	51
Tabela 21. Teor de matéria seca das raízes (%) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	52
Tabela 22. Produtividade de matéria seca de raízes (t ha <sup>-1</sup> ) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	53
Tabela 23. Valores de F obtidos na análise da variância do teor de matéria seca das cepas e da produtividade de matéria seca de cepas, de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	55
Tabela 24. Teor de matéria seca de cepas (%) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	56
Tabela 25. Produtividade de matéria seca de cepas (t ha <sup>-1</sup> ) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	57
Tabela 26. Valores de F obtidos na análise da variância da produtividade de matéria seca total (t ha <sup>-1</sup> ), de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	58
Tabela 27. Produtividade de matéria seca total (t ha <sup>-1</sup> ), de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	59
Tabela 28. Valores de F obtidos na análise da variância do índice de colheita (IC), percentuais de matéria seca de parte aérea (PA%) e cepa (C%) em relação à matéria	

seca total, de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	61
Tabela 29. Índice de colheita (IC) de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	61
Tabela 30. Percentual de matéria seca de parte aérea em relação à matéria seca total (PA%) de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	63
Tabela 31. Percentual de matéria seca de cepa em relação à matéria seca total (C%) de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.....	64
Tabela 32. Valores de F obtidos na análise da variância do estande final avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14 em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.....	65
Tabela 33. Médias do estande final (%) avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14 em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda.....	66
Tabela 34. Valores de F obtidos na análise de variância do teor de matéria seca da parte aérea e produtividade de matéria seca de parte aérea, da variedade IAC 14 em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.....	67
Tabela 35. Valores de F obtidos na análise da variância do número médio de hastes por planta, e produtividade total de matéria seca de parte aérea da variedade IAC 14 (22 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.....	69
Tabela 36. Número médio de hastes por planta da variedade IAC 14, observado na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda e avaliado por contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.....	70
Tabela 37. Produtividade total de matéria seca de parte aérea ( $t\ ha^{-1}$ ) da variedade IAC 14, observado na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda e avaliado por contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.....	71
Tabela 38. Valores de F obtidos na análise da variância do número de raízes por planta, comprimento, diâmetro e massa média de raízes da variedade IAC 14 avaliada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.....	74
Tabela 39. Número e comprimento médios de raízes (cm) por planta da variedade IAC 14, observado na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda e avaliado por contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.....	75
Tabela 40. Diâmetro (cm) e massa média de matéria seca de raízes ( $kg\ raiz^{-1}$ ) da variedade IAC 14, observado na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda e avaliado por contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.....	77

Tabela 41. Valores de F obtidos na análise de variância do teor de matéria seca e da produtividade de matéria seca de raízes da variedade IAC 14 avaliada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais .....	80
Tabela 42. Média dos teores de matéria seca das raízes (%) e produtividade de matéria seca de raízes ( $t\ ha^{-1}$ ) da variedade IAC 14, observada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda e avaliado por contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.....	81
Tabela 43. Valores de F obtidos na análise de variância do teor de matéria seca da cepa e da produtividade de matéria seca de cepa da variedade IAC 14 avaliada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais .....	85
Tabela 44. Média dos teores de matéria seca da cepa (%) e produtividades de matéria seca de cepa ( $t\ ha^{-1}$ ) da variedade IAC 14, observada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda e avaliado por contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.....	86
Tabela 45. Valores de F obtidos na análise da variância da produtividade de matéria seca total da variedade IAC 14 (22 meses), em Botucatu e São Manuel e análise conjunta dos dois locais .....	88
Tabela 46. Média da produtividade matéria seca total ( $t\ ha^{-1}$ ) da variedade IAC 14 (22 meses), em Botucatu e São Manuel, analisada pelo método de contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda .....	89
Tabela 47. Valores de F obtidos na análise da variância do índice de colheita (IC) e percentuais de matéria seca de parte aérea (PA%) e de cepa (C%) em relação matéria seca total, da variedade IAC 14 (22 meses), em Botucatu e São Manuel e análise conjunta dos dois locais.....	92
Tabela 48. Médias do índice de colheita (IC) e percentuais de matéria seca de parte aérea (PA%) e de cepa (C%) em relação matéria seca total da variedade IAC 14 (22 meses), em Botucatu e São Manuel, analisada pelo método de contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda .....	92
Tabela 49. Valores de F obtidos na análise da variância do estande final da variedade IAC 14 avaliada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais .....	97
Tabela 50. Estande final médio em porcentagem (%) da variedade IAC 14, avaliada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em quatro densidades populacionais...	97
Tabela 51. Valores de F obtidos na análise da variância do teor de matéria seca (MS) e da produtividade de matéria seca de parte aérea na poda da variedade IAC 14 (12 meses), em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais .....	99
Tabela 52. Valores de F obtidos na análise da variância do número de hastes por planta e da produção total de matéria seca de parte aérea por planta, da variedade IAC 14 (22 meses), em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais .....	103



Tabela 53. Valores de F obtidos na análise da variância do número de raízes por planta, comprimento, diâmetro e massa média de matéria seca de raízes, da variedade IAC 14 avaliada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais .....	109
Tabela 54. Valores de F obtidos na análise da variância do teor de matéria seca e da produtividade de matéria seca de raízes por planta, da variedade IAC 14 (22 meses) avaliada em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais .....	116
Tabela 55. Valores de F obtidos na análise da variância do teor de matéria seca e da produtividade de matéria seca de cepa por planta, da variedade IAC 14 (22 meses) avaliada em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais .....	122
Tabela 56. Valores de F obtidos na análise da variância da produção de matéria seca total por planta, da variedade IAC 14 (22 meses) avaliada em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.....	126
Tabela 57. Valores de F obtidos na análise da variância do índice de colheita (IC) percentual de matéria seca de parte aérea (PA%) e percentual de matéria seca de cepa (C%) em relação à matéria seca total da variedade IAC 14 (22 meses) avaliada em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais .....	129

## **ESTUDO DA PODA DA MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)**

Botucatu, 2011. 144 fl. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista - UNESP.

Autor: EDUARDO BARRETO AGUIAR

Orientador: SILVIO JOSÉ BICUDO

### **1. RESUMO**

A poda da parte aérea da mandioca é prática comum nos cultivos comerciais destinados à industrialização. Vem sendo praticada principalmente por possibilitar o controle das plantas infestantes com herbicidas no segundo ciclo vegetativo. Seus efeitos no desenvolvimento das plantas e na produtividade de raízes de mandioca ainda não são claros e resultados controversos são encontrados na literatura. Com o objetivo de estudar os efeitos da poda foram realizados seis experimentos, em dois ambientes: Botucatu, experimentos 1, 3 e 5 e em São Manuel, experimentos 2, 4 e 6. Os experimentos 1 e 2 tiveram como causas de variação cinco variedades de mandioca cultivadas com e sem poda. Os experimentos 3 e 4 avaliaram nove épocas de poda frente a uma testemunha conduzida sem poda. Os experimentos 5 e 6 tiveram como causas de variação quatro densidades de plantio avaliadas com e sem poda. Concluiu-se que: a poda altera a produtividade de matéria seca de raízes de maneira distinta considerando a variedade e o ambiente; a poda anterior ao período de repouso fisiológico ou após o início do segundo ciclo vegetativo reduz a produtividade de matéria seca de raízes; em altas densidades de plantio, a poda reduz de maneira significativa a produtividade de matéria seca de raízes. Desse modo, a poda da parte aérea da mandioca não deve ser recomendada de maneira genérica, devendo considerar entre outros, os fatores avaliados no presente estudo.

---

Palavras-chave: Variedades de mandioca, Época de poda, Densidade populacional, Densidade de plantio, Produção de raízes, Produção de parte aérea.

## **STUDY OF CASSAVA PRUNING (*Manihot esculenta* Crantz)**

Botucatu, 2011. 144 p. Thesis (Doctorate in Agronomy/Agriculture) - Faculty of Agricultural Sciences, São Paulo State University - UNESP.

Author: EDUARDO BARRETO AGUIAR

Tutor: SILVIO JOSÉ BICUDO

### **2. SUMMARY**

Cassava pruning is common in commercial crops destined for industrialization, a practice mainly aimed at enabling weed control with herbicides in the second growth cycle. Its effects on plant development and cassava yields remain unclear and controversial results are reported in the literature. With the objective of studying the effects of pruning, six experiments were conducted in two environments: in Botucatu, experiments 1, 3 and 5, and in São Manuel, experiments 2, 4 and 6. In experiments 1 and 2, the established variables were five varieties of cassava cultivated with and without pruning. Experiments 3 and 4 evaluated nine pruning dates compared with control cultivated without pruning. The established variables in experiments 5 and 6 were four planting densities, evaluated with and without pruning. It can be concluded that: cassava pruning causes distinct alterations in the productivity of dry root matter, depending on the variety and culture environment; pruning before or after the period of physiological rest or after the onset of the second growth cycle reduces the productivity of dry root matter; and pruning in high planting densities significantly reduces the productivity of dry root matter. Thus, cassava pruning cannot be recommended as a general practice, as currently occurs, and the factors evaluated in this study should be taken into consideration.

---

Keywords: cassava varieties, shoot pruning, population density, plant density, root production, shoot production.

### 3. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é a terceira fonte de calorias nas regiões tropicais do mundo, depois do arroz e do milho (FAO, 2008). Mais de meio milhão de pessoas dependem da mandioca na África, Ásia e América Latina (PLUCKNETT et al. 2001). Segundo a FAO (2009), são produzidas no mundo aproximadamente 241 milhões de toneladas de mandioca. Por sua admirável tolerância a seca, altas temperaturas e a condições de solos de baixa fertilidade, a mandioca é principalmente cultivada nos trópicos, em regiões pouco desenvolvidas e por agricultores pobres para subsistência (HOWELER, 2002).

No Brasil e em outros países da América Latina, África e da Ásia, a mandioca é cultivada também para a produção de matéria-prima para a indústria. A versatilidade das raízes de mandioca para a produção de diversos derivados possibilita o surgimento de vários tipos de indústrias. Dentre elas destacam-se principalmente as de farinha, fécula ou polvilho e álcool. A mandioca também pode ser utilizada integralmente na alimentação animal, suas raízes são ricas em carboidratos e a parte aérea pode ser utilizada como fonte de proteína.

O surgimento de grandes áreas plantadas de mandioca para o fornecimento de matéria-prima para a indústria trouxe à tona a necessidade de sistemas produtivos mais eficientes e tecnificados. Essa demanda se faz necessária para que a cultura possa atingir bons níveis de produtividade além de apresentar-se como uma boa alternativa entre outras commodities. A necessidade de mecanização principalmente para a colheita,

disponibilidade de variedades melhoradas, boas alternativas para o controle das plantas infestantes e de pragas e doenças, entre outros problemas relacionados à comercialização, constituem-se verdadeiros gargalos que limitam a produtividade, comprometem a estabilidade da produção e conseqüentemente o rendimento do agricultor.

A poda da parte aérea da mandioca nesse contexto entra como uma prática cultural indispensável para o cultivo de mandioca industrial por dois ciclos vegetativos. É utilizada principalmente por possibilitar o controle das plantas infestantes no segundo ciclo vegetativo com herbicidas. Embora seja uma prática comum nos sistemas mais tecnificados, sua viabilidade e implicações ainda são pouco estudadas. Os resultados de pesquisa sobre os efeitos da poda na produção de raízes são controversos, e em muitos casos condenam sua utilização.

A dispersão dos resultados para a poda da parte aérea observados na literatura pode ser justificada, entre outros fatores, pelas variações na arquitetura e desenvolvimento da parte aérea das variedades estudadas, época ou idade da planta em que a poda é realizada, variações ambientais como tipo de solo e clima e densidade de plantio. Considerando a hipótese que tais fatores podem ser determinantes na produtividade de raízes e no desenvolvimento da parte aérea de plantas de mandioca podadas, realizou-se o presente estudo com o objetivo de avaliar os efeitos varietais, da época de poda e da densidade populacional em plantas de mandioca submetidas a poda em dois ambientes.

#### 4. REVISÃO DA LITERATURA

A planta de mandioca é uma espécie perene da família das Euforbiáceas (ALVES, 2002), que pode ser colhida em qualquer época do ano, desde que proporcione níveis satisfatórios de produção. De maneira geral as colheitas são realizadas quando as plantas encontram-se com 6 a 24 meses de idade (LORENZI, 2003). A idade de colheita varia principalmente em função do clima e destino da produção (ALVES, 2006).

Nas regiões de clima tropical e temperado, onde ocorrem períodos anuais bem definidos de seca e de baixas temperaturas respectivamente (IBGE, 2005), a mandioca é geralmente colhida de 16 a 24 meses após o plantio (CONCEIÇÃO, 1981a; COCK, 1984; LORENZI, 2003; EL-SHARKAWY, 2006). Nos trópicos úmidos, é colhida mais precocemente, pois atinge bons níveis de produtividade aos 12 meses após o plantio (COCK, 1984; EL-SHARKAWY, 2006). Nessas regiões, o período de cultivo é limitado pelo decréscimo na produtividade com o prolongamento do ciclo, causado pelas podridões radiculares e consequente a deterioração das raízes tuberosas (ALBUQUERQUE, 1969; CONCEIÇÃO, 1981a).

Nas regiões onde o ciclo da cultura é mais longo (16 a 24 meses), o desenvolvimento das plantas até a colheita pode ser dividido em dois ciclos vegetativos (NORMANHA e PEREIRA, 1962; HUNT et al, 1977). O primeiro ciclo inicia-se no plantio, abrange um período de intenso desenvolvimento vegetativo, e termina na fase de repouso fisiológico, que é caracterizado pela desfolha natural das plantas e concomitante a redução da

atividade metabólica. O repouso fisiológico ocorre na época mais seca e fria do ano, estende-se aproximadamente do 8<sup>o</sup> a 12<sup>o</sup> mês após o plantio nas regiões de clima tropical e temperado (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a; TERNES, 2002; LORENZI, 2003).

Após o primeiro ciclo, caso a lavoura não seja colhida, o segundo ciclo inicia-se com a rebrota das hastes das plantas, estimulada pelo aumento da temperatura e retorno das chuvas. No segundo ciclo, as plantas passam novamente por outro período de intenso crescimento vegetativo, que encerra em um novo período de repouso fisiológico, completando assim dois ciclos de desenvolvimento. Esses cultivos por estenderem-se por 16 a 24 meses equivalem a dois anos agrícolas (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003).

O cultivo da mandioca por dois ciclos vegetativos nas regiões de clima tropical é altamente vantajoso (EL-SHARKAWY, 2006), pois geralmente proporciona o dobro da produção de raízes obtidas com apenas um ciclo vegetativo (NORMANHA e PEREIRA, 1950; LORENZI, 2003; SAGRILO, et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2010).

Para as lavouras conduzidas por dois ciclos vegetativos, a poda da parte aérea da mandioca é uma prática comum (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI e DIAS, 1993). A poda consiste na decepa da parte aérea rente ao solo, geralmente a uma altura de 10 a 30 cm (LORENZI, 2003).

Trabalhos pioneiros realizados no Brasil definem a poda como uma prática cultural recomendada somente em situações específicas. Afirmam que somente deve ser realizada quando houver a necessidade de retirada de ramas para novos plantios, ocorrerem geadas ou em casos como a incidência de determinadas pragas da parte aérea, onde é recomendada além da poda, a retirada da parte aérea do local seguida de sua destruição (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a).

Com a crescente mecanização das lavouras de mandioca, a poda vem sendo amplamente praticada por facilitar os tratos culturais no segundo ciclo, principalmente controle das plantas infestantes com herbicidas (LORENZI, 2003; PERESSIN, 2010). Embora a parte aérea proveniente da poda seja deixada no solo para a reciclagem de nutrientes (HOWELER, 2002), pode também ser aproveitada para a alimentação animal (BUITRAGO, 1990; CARVALHO, 1994) ou para produção de energia em sistemas agroindustriais (LORENZI e MONTEIRO, 1980).

#### **4.1. Efeitos da poda na produção e qualidade de raízes de mandioca**

Embora seja uma prática comum, a poda é um assunto polêmico e controverso quando são considerados seus efeitos na produção de raízes (NORMANHA e PEREIRA, 1962; LORENZI, 2003; PERESSIN, 2010).

Diversos autores relatam que a prática da poda causa a redução na produção e nos teores de amido das raízes (NORMANHA e PEREIRA, 1962; DIAS, 1966; ALBUQUERQUE, 1969; CORREA et al., 1973; SOUZA, 2000; OLIVEIRA, et al., 2010). Outros ainda, não observaram diferenças significativas na produção de raízes com dois ciclos de cultivo comparando plantas podadas no período de repouso fisiológico frente às testemunhas sem poda (CONCEIÇÃO, 1981b; TAKAHASHI, 1998; SILVA et al., 2005). Não obstante a esses resultados, observa-se em trabalho realizado por Andrade (2010) que a poda pode proporcionar aumento na produção e no teor de matéria seca das raízes de mandioca, desde que realizada no período de repouso fisiológico.

Lorenzi (2003) afirma que, os estudos realizados sobre o efeito da poda na produção e na qualidade das raízes não podem ser considerados conclusivos, pois sua maioria não contemplou ainda todos os fatores que podem influenciar os resultados. Dentre eles destaca que a variedade, época de plantio, densidade populacional, época e altura da poda e a época da colheita após a poda, devem ser considerados por interferirem no efeito da poda e influenciarem a produção de raízes.

##### **4.1.1. Variedades**

Trabalhos pioneiros de coleta e avaliação de variedades autóctones de mandioca realizados no Brasil ainda na década de 40, já evidenciavam grande variabilidade genética para as diversas características das plantas (LORENZI et al., 1996).

Vieira et al. (2008) avaliando 11 variedades de mandioca conduzidas por 2 ciclos vegetativos, observaram que a poda realizada aos 12 meses, em média causou o decréscimo na produtividade de raízes. No entanto, dois genótipos entre os avaliados,



mostraram resposta positiva para produção de raízes nos tratamentos podados sugerindo influência varietal na produção de raízes. Por outro lado, Conceição (1981b) estudando o comportamento da poda em quatro variedades, não observou diferenças significativas entre os tratamentos podados aos 12 meses e os tratamentos conduzidos sem poda.

#### **4.1.2. Época de poda**

O início do segundo ciclo vegetativo, caracterizado pela rebrota das plantas, drena inicialmente as reservas de açúcares solúveis contidas nas hastes (CONCEIÇÃO, 1981a; AGUIAR, 2003; SAGRILO et al., 2006) posteriormente promove mobilização do amido das raízes, acarretando a redução dos seus teores (NORMANHA e PEREIRA, 1962; LORENZI, 2003; SAGRILO et al, 2006; OLIVEIRA et al. 2010).

Lorenzi et al. (1978) observaram reduções nos teores de amido de 79% para 63%, e aumento nos teores de açúcares solúveis totais de 8% para 18%, em raízes de mandioca colhidas até 14 dias após a poda. Esses autores afirmam que essas alterações são decorrentes da mobilização de açúcares para as novas brotações. Resultados semelhantes foram observados por Oirschot et al. (2000) em seis cultivares de mandioca, os teores de amido nas raízes colhidas até 15 dias após a poda decrescem de forma linear.

O consumo das reservas das hastes e das raízes se dá até que a área foliar esteja novamente formada. Após esse período a nova área foliar proporciona a auto-suficiência de carboidratos para a planta e promove o subsequente acúmulo de amido nas raízes decorrente do saldo fotossintético no segundo ciclo (HUNT et al., 1977; LORENZI, 2003; AGUIAR, 2003).

Oliveira et al. (2010) não observaram efeito da poda nos teores de matéria seca e amido das raízes. Entretanto, trabalho realizado por Moura e Costa (2001) com cinco cultivares de mandioca, evidencia redução dos teores de matéria seca das raízes de quatro variedades podadas, em relação às mesmas não podadas, colhidas 18 meses após o plantio.

Sagrilo et al. (2006) estudando o desenvolvimento de raízes tuberosas no segundo ciclo sem poda, observaram nos primeiros quatro meses após o repouso fisiológico, lento desenvolvimento das raízes e redução dos teores de matéria seca. Descrevem

ainda que o desenvolvimento das raízes acentua-se logo após esse período, e os teores de matéria seca se recuperam no decorrer do segundo ciclo de desenvolvimento.

Em Trabalho realizado por Correa et al. (1973) avaliando o efeito de seis épocas de poda em raízes colhidas 18 meses após o plantio, observou-se a redução significativa na produtividade de raízes nos tratamentos podados aos 6, 9 e 12 meses após o plantio em relação à testemunha sem poda. Não houve diferença significativa na produtividade de raízes no tratamento para a poda realizada 15 meses após o plantio. Neste mesmo trabalho não foram observadas diferenças significativas nos teores de matéria seca das raízes.

Takahashi (1998) também não observou diferenças significativas na produção de raízes frescas em relação à testemunha sem poda, entre tratamentos podados aos 7, 9 e 12 meses após o plantio. No entanto, para a produção de raízes secas, os tratamentos podados aos 7 e 12 meses mostraram produção significativamente superior a testemunha. O autor afirma ainda que os resultados obtidos nos diversos trabalhos com poda diferem em sua maioria, pois são influenciados principalmente pelo clima, variedade e época da poda.

#### **4.1.3. Densidade de plantio e tipo de solo**

Os espaçamentos utilizados nos cultivos de mandioca variam de 0,90 a 1,30 m entre linhas de plantio (NORMANHA e PEREIRA, 1962; LORENZI, 2003) e geralmente, diferentes ajustes na distância entre as plantas na linha, originam populações de 10.000 a 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> (AGUIAR, 2003). Essas variações são determinadas principalmente por diferenças entre as variedades quanto ao porte e padrão de ramificação, e em também função da fertilidade do solo (LORENZI, 2003).

As densidades populacionais podem exercer influências na produtividade de raízes de mandioca, pois determinam à competição por água, nutrientes e principalmente pela luz. O porte, a arquitetura varietal, juntamente com fatores edáficos e climáticos determinam a intensidade dessa competição, devendo ser levados em consideração na escolha do número de plantas por unidade de área (COCK et al. 1977; ENYI, 1973).

O desenvolvimento das raízes tuberosas da mandioca ocorre concomitantemente com o desenvolvimento da parte aérea ao longo dos ciclos vegetativos, promovendo a demanda simultânea por assimilados para o crescimento ambas as partes

(LORENZI et al., 1981). Devido a essa competição, o rendimento de raízes é muito influenciado pela sua capacidade de drenar e atrair e acumularem carboidratos na forma de amido (WILLIAMS, 1972; ENYI, 1972; LORENZI, 2003).

O desenvolvimento da parte aérea da mandioca pode apresentar grandes diferenças entre as variedades. Aquelas de menor porte geralmente possibilitam maiores densidades populacionais devido principalmente pela menor competição por luz, enquanto as variedades com maior porte e mais ramificadas necessitam de menores densidades de plantio (WILLIAMS and GHAZALI, 1969).

De maneira geral a prática da poda após o período de repouso fisiológico proporciona um desenvolvimento mais acelerado e vigoroso das novas brotações (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a). Lorenzi (2003) afirma que plantas podadas desenvolvem no segundo ciclo um índice de área foliar (IAF) maior que plantas não podadas.

Por outro lado, para o reestabelecimento de uma nova parte aérea, as plantas de mandioca submetidas à poda consomem maiores quantidades de reservas das raízes enquanto as plantas não podadas utilizam também reservas armazenadas nas hastes (NORMANHA e PEREIRA, 1950; LORENZI, 2003).

A diferença na produtividade entre plantas podadas e não podadas vai depender do saldo entre as reservas consumidas para as novas brotações e a produção de carboidratos pela nova área foliar formada. A mandioca podada drena mais carboidratos das raízes que as plantas não podadas, porém proporciona um maior IAF no segundo ciclo. Nas diversas situações em que a poda é realizada, essa característica pode ou não influenciar o rendimento de raízes (LORENZI, 2003).

Existe consenso entre vários autores quanto à utilização de maiores densidades populacional para o plantio de mandioca em solos de baixa fertilidade, e menores densidades em solos de alta fertilidade. Em solos de alta fertilidade, as plantas demonstram maior vigor vegetativo e geralmente desenvolvem-se mais, proporcionando uma maior competição entre plantas. De maneira antagônica, em solos de baixa fertilidade, o desenvolvimento das plantas é menor e recomendam-se maiores densidades populacionais devido a menor desenvolvimento das plantas e conseqüentemente menor competição (NORMANHA e PEREIRA, 1962; ALBUQUERQUE, 1969; LORENZI, 2003).

Trabalho realizado por Oliveira et al. (1998) com três cultivares de mandioca de porte e arquitetura distintas, demonstra resposta positiva no rendimento de raízes com o aumento da densidade populacional para o cultivar de porte baixo que não ramifica, os demais não tiveram diferenças significativas entre as densidades avaliadas. Os autores concluem que a definição do espaçamento em lavouras de mandioca deve considerar as características particulares de cada cultivar.

A densidade populacional, o porte e o padrão de ramificação dos diferentes cultivares de mandioca, influenciam diretamente o tempo de fechamento da cultura, e podem ser manejados para auxiliar no controle das plantas infestantes e reduzir os processos erosivos no início da implantação da cultura (OLIVEIRA et al., 1998; PERESSIN, 2010). Oliveira et al. (1998) demonstraram que o tempo de fechamento da cultura foi menor em cultivares com maior ângulo nas ramificações e nas maiores densidades de plantio.

#### **4.2. Poda e o controle de plantas infestantes**

De maneira similar a outras culturas, a mandioca sofre a interferência das plantas infestantes pela competição por espaço, luz, água, e nutrientes. Todavia, foram identificados períodos críticos onde a competição com as plantas infestantes causa significativo decréscimo na produção de raízes (LEIHNER, 2002; PERESSIN, 2010). Até o fechamento do dossel, durante os primeiros estágios de crescimento, são normalmente os períodos mais susceptíveis à interferência das plantas infestantes. Desse modo, manter a cultura livre de infestações no início do desenvolvimento das plantas, torna-se uma pré-condição para atingir altas produtividades de mandioca (LEIHNER, 2002).

A mandioca também é considerada como uma cultura que recobre mal o solo, principalmente por ser cultivada em largos espaçamentos que originam baixas densidades populacionais (HOWELER, 2002; LEIHNER, 2002). Ainda apresenta lento desenvolvimento da parte aérea, principalmente nos três primeiros meses após o plantio, estendendo ainda mais o período crítico para o controle das plantas infestantes (LORENZI, 2003).

A mandioca é mais sensível à competição com as plantas infestantes nos primeiros quatro a cinco meses após o plantio (LORENZI, 2003; CARVALHO et al., 2006), não sendo observado a partir daí efeito supressivo da mata competição na produção de raízes até o encerramento do primeiro ciclo vegetativo (CARVALHO et al., 2006; PERESSIN, 2010). Até o presente momento não encontra-se na literatura estudo que demonstre os efeitos prejudiciais da mata interferência no segundo ciclo da mandioca.

Dentre os principais métodos de controle de plantas infestantes utilizados na cultura da mandioca, como capinas manuais, cultivos mecânicos entre outros, o controle químico com herbicidas vêm sendo cada vez mais utilizado pelos agricultores tecnificados (LORENZI, 2003; CARVALHO et al., 2006; PERESSIN, 2010).

Atualmente no Brasil são descritas pela pesquisa várias moléculas de herbicidas com bons resultados para o uso na cultura da mandioca (LEIHNER, 2002; LORENZI, 2003; CARVALHO et al., 2006; PERESSIN, 2010), no entanto, somente um pequeno número dessas encontram-se registradas legalmente e podem ser recomendadas (LORENZI, 2003).

De maneira geral, as moléculas de herbicidas que podem ser utilizadas no primeiro ciclo da mandioca, restringem-se às de aplicação em pre-emergência da cultura, desde que apresentem um bom efeito residual, e aos graminicidas, que são em sua maioria seletivos para a cultura da mandioca (LORENZI e DIAS, 1993; CARVALHO et al. 2006; PERESSIN, 2010).

Os graminicidas, aplicados em pós-emergência da cultura da mandioca, promovem bom efeito no controle das plantas de folhas estreitas (PERESSIN, 2010), no entanto para o controle das plantas de folhas largas, a cultura depende exclusivamente do efeito residual das moléculas aplicadas em pre-emergência (LORENZI, 2003; CARVALHO et al., 2006). Para o primeiro ciclo, os herbicidas pré-emergentes podem ser considerados eficientes, pois em muitos casos seu efeito cobre boa parte do período de mata interferência, podendo ser complementado, caso haja necessidade, por capinas manuais ou mecânicas até o fechamento da cultura (LORENZI, 2003).

A utilização de herbicidas no segundo ciclo da cultura da mandioca é muito mais restrita, e exige via de regra, a poda do mandiocas (LORENZI, 2003; PERESSIN,

2010). A poda da parte aérea possibilita o uso de herbicidas não seletivas para a cultura da mandioca, todavia recomenda-se que a poda seja baixa, a uma altura de aproximada de 10 cm, para que não ocorra à absorção do herbicida pelas hastes e gemas dormentes. Deve-se aguardar porém, dois a três dias após a poda para efetuar a aplicação, a fim de que ocorra a cicatrização do corte das hastes, e não mais do que isso, pois as gemas dormentes iniciam a brotação logo após a poda, e poderão absorver os herbicidas caso a aplicação seja posterior aos três dias (LORENZI, 2003).

### **4.3. Biomassa de mandioca**

A dependência crescente da sociedade humana por fontes não renováveis de energia, principalmente petróleo, tem trazido preocupações quanto às perspectivas futuras de disponibilidade e preços (RIPOLI, 2009). As pressões globais sobre o meio ambiente vêm provocando um crescente apelo social para uma maior utilização de fontes de energia renováveis, em substituição as fontes fósseis (MCKENDRY, 2001).

De maneira geral os recursos energéticos podem ser divididos em três categorias principais: combustíveis fósseis, fontes renováveis e fontes nucleares (DEMIRBAS, 2005). A biomassa encontra-se no grupo das fontes renováveis, é definida como toda a matéria orgânica de origem vegetal ou animal, excetuando-se os combustíveis fósseis, que pode ser utilizada como energia (HILER E STOUT, 1985). A biomassa vegetal origina-se da transformação de energia solar em energia química pelo processo fotossintético, que resulta na assimilação do carbono do ar, juntamente com água e outros nutrientes minerais extraídos do solo que dão origem aos diversos tecidos que compõem os vegetais (RIPOLI, 2009).

Dentre as diversas fontes disponíveis, a biomassa vegetal é considerada como a principal fonte de energia renovável para o mundo futuro. A conversão de material vegetal em uma forma adequada de energia, normalmente eletricidade ou combustível para motores de combustão interna, pode ser alcançada através de inúmeras rotas diferentes, cada uma delas com vantagens e desvantagens específicas (MCKENDRY, 2001).

Nesse contexto por ser cultivada em ampla na faixa tropical que se estende do paralelo 30° N ao 30° S, a mandioca é apontada como uma boa alternativa para a produção de energia (LORENZI, 2003), com grande potencial para a produção de energia

(LORENZI e MONTEIRO, 1980; SALLA, 2008; VALLE et al., 2009; SALLA et al., 2010). Possui alta capacidade de absorver energia solar e carbono pelo processo de fotossíntese e de sintetizar açúcares, armazenando-os principalmente na forma de amido nas raízes tuberosas (ALVES, 2002; LORENZI, 2003; SRIROTH, 2010). Apresenta também grande volume de produção de biomassa (parte aérea e raízes) quando comparada a outras culturas nesses ambientes (HOWELER, 2002; COCK, 1985).

#### **4.3.1. Raízes**

A parte mais importante das plantas da mandioca é sem dúvida suas raízes tuberosas ricas em amido, que são utilizadas na alimentação humana e animal além de servir como matéria-prima para diversos produtos industrializados e para a produção de etanol (LORENZI, 2003).

A mandioca pode ser considerada como a mais versátil das tuberosas tropicais. Para a alimentação humana é comercializada desde a forma *in natura* ou minimamente processada, como também industrializada na forma de farinhas, polvilhos, féculas, massas e etc., ou como componente de diversos produtos industrializados (CEREDA, 2005). Pode ser aproveitada também na alimentação animal, oferecida na forma crua ou de raspas desidratadas complementando rações balanceadas (BUITRAGO, 1990; CARVALHO, 1994). Sua fécula possibilita ainda, um grande número de amidos modificados que são amplamente utilizados nas indústrias dos segmentos alimentício, adesivos, bebidas, têxtil, papelaria, farmacêutica entre outras (LORENZI, 2003).

##### **4.3.1.1. Produção de etanol**

A cultura da mandioca possui grande potencial para a produção de etanol (LORENZI e MONTEIRO, 1980; VALLE et al. 2009; SRIROTH, 2010). De maneira distinta da cana-de-açúcar, a mandioca armazena glicose na forma de amido nas raízes. Para a produção de etanol, esse amido precisa ser transformado novamente em glicose para que se possa realizar a fermentação alcoólica (LORENZI e MONTEIRO, 1980).

O método mais eficiente para essa conversão é a hidrólise enzimática (SALLA, 2010; VALLE et al., 2009). Atualmente o mercado dispõe de um grande número de enzimas eficientes, facilmente encontradas e de baixo custo (VALLE et al., 2009). Essas enzimas são responsáveis pelos processos de sacarificação do amido, que é realizado em dornas com temperatura controlada. Após a sacarificação, o processo de obtenção de etanol de mandioca é semelhante ao de cana-de-açúcar, seguindo-se praticamente os mesmos processos de fermentação e destilação (LORENZI e MONTEIRO, 1980; SALLA, 2010).

Segundo Salla (2010), uma tonelada de mandioca possui aproximadamente 330 kg de amido, e cerca de 20 kg de açúcares solúveis fermentescíveis em sua composição. Considerando o balanço de massa teórico do processo de produção de etanol pela via enzimática, podem ser produzidos a partir de uma tonelada de mandioca até 211 L de etanol com 99,5 GL.

Há que se destacar ainda que a cultura da mandioca comparativamente a cana-de-açúcar e cereais possui elevado potencial produtivo em ambientes tropicais com solos de baixa fertilidade e pluviosidade restrita e mal distribuída (CONCEIÇÃO, 1981a; HOWELER, 2002, LORENZI, 2003), o que concerne vantagens como matéria-prima para a produção de etanol nessas regiões (VALLE et al, 2009). Tanto o rendimento agrícola como o balanço de massa da produção de etanol de mandioca conferem à cultura grande potencial para a produção de energia, mesmo em regiões carentes e pouco desenvolvidas (VALLE et al. 2009).

As usinas de etanol de mandioca apresentam viabilidade técnica e econômica em plantas bem menores quando comparadas às usinas de cana-de-açúcar. Essa característica concorre para uma menor demanda de investimentos no beneficiamento, e permite uma melhor distribuição das usinas nas regiões produtoras (LORENZI e MONTEIRO, 1980), podendo servir inclusive como instrumento para o desenvolvimento econômico e social dessas regiões (VALLE, et al. 2009).

Em alguns países da Ásia tradicionalmente produtores de mandioca, sua utilização para a produção de etanol é vista com entusiasmo e encontra-se em franca expansão. Podemos encontrar atualmente na Tailândia 25 usinas de etanol de mandioca



instaladas e em pleno funcionamento, que produzem cada uma em média 8.600 L de etanol por dia (SRIROTH, 2010).

#### **4.3.2. Parte aérea**

A produção de parte aérea de mandioca pode ser tão variável quanto à produção de raízes, no entanto a quantidade produzida é geralmente equivalente à produção de raízes ou pouco inferior (NORMANHA e PEREIRA, 1962; LORENZI e MONTEIRO, 1980). Resguardadas as variações entre cultivares e condições ambientais, uma planta adulta apresenta geralmente 50% de sua massa formada por raízes, 40% por caule e pecíolos e 10% por folhas (BUITRAGO, 1990).

Na maioria das lavouras, a parte aérea da mandioca é deixada no solo após a poda ou a colheita das raízes, cumprindo importante papel na reciclagem de nutrientes e manutenção da fertilidade do solo (LORENZI, 2003; HOWELER, 2002). Apenas 20% são utilizados como material de plantio (maniva-semente) enquanto os 80% restantes, podem ser aproveitados para alimentação animal (BUITRAGO, 1990; CARVALHO, 1994), ou para a produção de energia renovável (LORENZI e MEONTEIRO, 1980; VALLE, et al., 2009; SRIROTH et al., 2010) entre outros usos.

O grande volume de parte aérea produzido pela cultura da mandioca se deve em parte pela elevada taxa fotossintética, eficiência na absorção de nutrientes e uso da água (ALVES, 2006). A retirada da parte aérea para outros usos promove uma elevada extração de nutrientes como nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio principalmente, enquanto sua incorporação ao solo ameniza seu empobrecimento mineral (HOWELER, 2002; LORENZI, 2003). Sua utilização seja na alimentação animal ou para a produção de energia deve ser melhor estudada, por ser cultivada em sua maioria em solos pobres, a utilização da parte aérea pode comprometer seriamente a sustentabilidade desses agro-ecossistemas (HOWELER, 2002), ocupados principalmente pela agricultura familiar e de subsistência (FAO, 2008).

#### **4.3.2.1. Alimentação animal**

Grandes quantidades dos resíduos agrícolas, principalmente a parte aérea de plantas ricas em folhas, constituem excelente fonte de proteína e podem ser utilizados para alimentação animal (CARVALHO e KATO, 1987). A parte aérea da mandioca, hastes e folhas, possui alto valor nutritivo, composta por proteínas, açúcares, vitaminas e minerais, e tem excelente aceitabilidade pelos animais (CARVALHO, 1994).

Embora alguns autores considerem toda a parte aérea das plantas de mandioca como aproveitável, apenas o terço superior que é mais enfolhado, deve ser utilizado na alimentação animal (CARVALHO e KATO, 1987). As folhas da mandioca possuem elevado teor de proteína, próximo a 28%, variando principalmente entre cultivares e idade das folhas (BUITRAGO, 1990).

A composição da parte aérea sofre grandes alterações dependendo da idade das plantas, e varia principalmente de acordo com o nível de enfolhamento. Durante os meses mais quentes e úmidos, as plantas vegetam abundantemente, sendo essa época a mais recomendada para utilização da parte aérea para alimentação animal (CARVALHO e KATO, 1987). Nos meses mais frios e secos, ocorre a senescência das folhas e o período de repouso fisiológico (LORENZI e DIAS 1993), que reduz seu valor proteico limitando sua utilização (CARVALHO e KATO, 1987).

Devemos considerar também que a parte aérea da mandioca possui fatores anti nutricionais, que exigem cuidados especiais para que seu uso seja recomendado. Dentre eles podemos citar a presença dos cianoglicosídeos, que exigem a destoxificação por processos de desintegração seguidos de secagem, fermentação ou ensilagem, e o alto teor de fibras nos períodos próximos ao repouso fisiológico (OKE, 1978; CARVALHO e KATO, 1987; CARVALHO, 1994).

#### **4.3.2.2. Geração de energia**

Sabe-se há tempos, que a parte aérea da mandioca possui elevado potencial para a produção de energia, principalmente por ser um subproduto da produção de raízes (LORENZI e MONTEIRO, 1980). O poder calorífico superior das ramas secas de

mandioca gira em torno de  $15,1 \text{ Gj t}^{-1}$  e o poder calorífico inferior em torno de  $7,7 \text{ Gj t}^{-1}$  (40% de umidade). Esses valores não diferem muito de outras culturas quanto à geração de energia de biomassa vegetal (VALLE et al., 2009).

Ao considerarmos a produção mundial de raízes de mandioca, na ordem de 2 milhões de t (FAO, 2009), podemos estimar, segundo diversos autores, valores próximos para a produção anual de parte aérea de mandioca (NORMANHA e PEREIRA, 1962; LORENZI e DIAS, 1980; BUITRAGO, 1990), que equivale a um potencial estimado de geração de energia de aproximadamente  $1,86 \times 10^9$  Gj anuais.

No entanto, segundo Lorenzi e Dias (1980) e considerando os pequenos progressos nesse sentido, até o presente momento falta-nos ainda tecnologia para o corte, recolhimento, transporte e secagem da parte aérea, para que esse material possa ser utilizado, tanto na produção de vapor em sistemas agroindustriais, ou ainda para a produção de energia elétrica, como ocorre atualmente em muitas usinas de cana-de-açúcar.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

Com o objetivo de estudar os efeitos da poda da mandioca foram realizados seis experimentos, em dois ambientes: Botucatu, experimentos 1, 3 e 5 e em São Manuel experimentos 2, 4 e 6. Os experimentos 1 e 2 tiveram como causas de variação cinco variedades de mandioca conduzidas com e sem poda. Nos experimentos 3 e 4 avaliaram-se nove épocas de poda frente a uma testemunha conduzida sem poda. Os experimentos 5 e 6 tiveram como causas de variação quatro densidades populacionais avaliadas com e sem poda (Tabela 1).

Tabela 1. Experimentos realizados em Botucatu e São Manuel (2008/2010), para avaliar os efeitos da poda em diferentes variedades, densidades populacionais e épocas.

Ambientes	---- Causas de variação avaliadas em relação à poda ----		
	Variedades	Época de poda	Densidade populacional
	----- Experimentos -----		
Botucatu	1	3	5
São Manuel	2	4	6

## **5.1. Caracterização das áreas experimentais**

Os experimentos foram conduzidos em duas fazendas da Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA da Universidade Estadual Paulista - UNESP, localizadas nos municípios de Botucatu e São Manuel, no estado de São Paulo, Brasil.

### **5.1.1. Botucatu**

Os experimentos 1, 3 e 5, foram plantados na área experimental da Fazenda Lageado da Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA da Univ. Estadual Paulista - UNESP, localizada no município de Botucatu-SP nas coordenadas geográficas de 22° 51' S de latitude e 48° 26' W de longitude, e altitude de 786 m.

O clima da região de Botucatu é do tipo Cfa, clima temperado quente (mesotérmico) úmido, segundo a classificação de Köppen, e B<sub>2</sub>rB'<sub>3</sub>a', clima úmido com pequena deficiência hídrica em abril, julho e agosto segundo a classificação de Thornthwaite (CUNHA E MARTINS, 2009). Os dados climáticos de setembro de 2008 a julho de 2010, referentes ao período de condução dos experimentos foram fornecidos pelo posto meteorológico do Departamento de Recursos Naturais e Ciências Ambientais da FCA/UNESP, Campus de Botucatu (Figura 1). O solo da área experimental de Botucatu é classificado como Nitossolo Vermelho distroférico estruturado (EMBRAPA, 1999), de textura argilosa. Anteriormente a instalação dos experimentos, foi realizada análise química (RAIJ et al., 1996) e granulométrica (EMBRAPA, 1997) do solo e os resultados podem ser observados na Tabela 2.

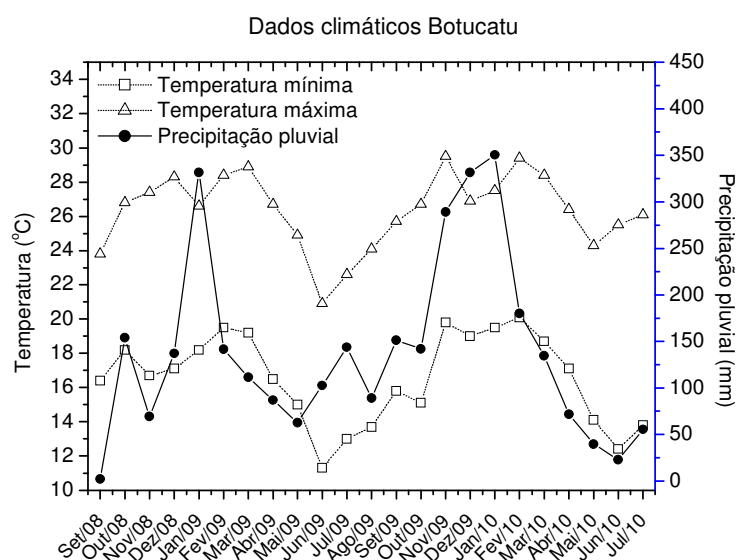


Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas e precipitações pluviométricas mensais observadas de setembro de 2008 a julho de 2010 na Fazenda Experimental Lageado em Botucatu.

Tabela 2. Resultado da análise química e granulométrica do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm da Fazenda Lageado, Botucatu (2008).

Profundidade cm	pH	M.O.	P <sub>resina</sub>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>							
0 - 20	5,0	21	15	0	44	2,9	30	13	46	90	52
20 - 40	5,0	16	8	0	38	1,5	28	14	43	81	53
-	B	Cu	Mn	Zn	Fe	Areia	Silte	Argila	Textura		
	mg dm <sup>-3</sup>					g kg <sup>-1</sup>					
0 - 20	0,38	10,5	79,4	1,7	16	-	-	-	-		
20 - 40	0,35	8,1	30,1	0,6	7	217	567	216	Argilosa		

### 5.1.2. São Manuel

Os experimentos 2, 4 e 6, foram implantados na Fazenda Experimental de São Manuel da FCA/UNESP, localizada no município de São Manuel-SP, nas coordenadas geográficas 22° 46' S de latitude e 48° 34' W de longitude e altitude de 740 m.

O clima da região de São Manuel é do tipo Cfa, clima temperado quente (mesotérmico) úmido, segundo a classificação de Köppen, e B<sub>1</sub>rB'<sub>3</sub>a', úmido com pequena deficiência hídrica em abril, julho e agosto segundo a classificação de Thornthwaite (CUNHA E MARTINS, 2009). Os dados climáticos de setembro de 2008 a junho de 2010, referente ao período de condução dos experimentos foram obtidos no posto meteorológico do Departamento de Recursos Naturais e Ciências Ambientais da FCA/UNESP, Campus de Botucatu (Figura 2).

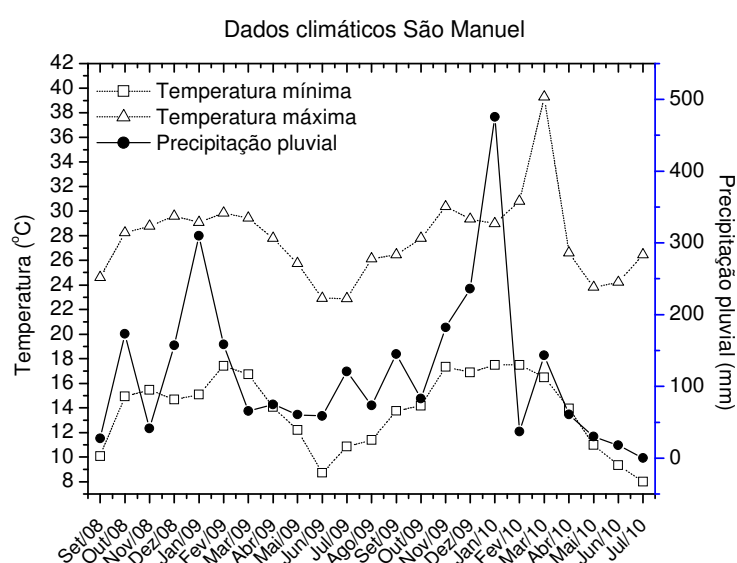


Figura 2. Temperaturas máximas, mínimas e precipitações pluviométricas mensais observadas de setembro de 2008 a julho de 2010 na Fazenda Experimental de São Manuel.

O solo da área experimental de São Manuel é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 1999), de textura arenosa. Antes da instalação dos experimentos foi realizada a análise química (RAIJ et al., 1996) e granulométrica (EMBRAPA, 1997), e os resultados podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultado da análise química e granulométrica do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Fazenda Experimental de São Manuel (2008).

Profundidade cm	pH CaCl <sub>2</sub>	M.O. g dm <sup>-3</sup>	P <sub>resina</sub> mg dm <sup>-3</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0 - 20	6,0	8	22	-	14	2,3	24	9	35	49	71
20 - 40	5,5	6	12	-	17	2,0	18	8	28	45	63
-	B	Cu	Mn	Zn	Fe	Areia	Silte	Argila	Textura		
	----- mg dm <sup>-3</sup> -----						----- g kg <sup>-1</sup> -----				
0 - 20	0,23	0,8	17,1	1,0	10	-	-	-	-	-	-
20 - 40	0,24	0,9	13,4	0,3	10	823	124	53	Arenosa		

## 5.2. Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos durante dois ciclos vegetativos nos anos de 2008 a 2010. O preparo das áreas experimentais, e tratos culturais seguiram as mesmas recomendações para os dois locais. O preparo de solo foi realizado com duas gradagens pesadas na profundidade de 25 cm, seguidas de uma gradagem leve para o nivelamento do terreno. Aplicou-se em pré-plantio, incorporado com gradagem leve, o herbicida trifluralin (450 g i.a. L<sup>-1</sup>) na dosagem de 2 L ha<sup>-1</sup>.

O plantio foi realizado em sulcos, espaçados 1 m de distância e com profundidade de 10 cm. A adubação nos dois locais foi a mesma, no sulco de plantio, com 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula NPK 8-28-16 + 0,5% de Zn, conforme o resultado das análises de solo mostradas nas Tabelas 2 e 3, e segundo recomendação proposta por Lorenzi et al. (1996). Embora os dois locais possuam tipos de solo e textura diferentes, os resultados das análises químicas indicaram, conforme a recomendação citada, a mesma adubação para os dois locais.

Em Botucatu os experimentos foram plantados em 24 de setembro de 2008, e em São Manuel 18 de setembro de 2008. O plantio foi realizado manualmente com manivas de 20 cm de comprimento, dispostas no fundo dos sulcos de plantio cobertas posteriormente com solo.

Em todos os experimentos, os tratamentos foram distribuídos no campo em blocos casualizados completos com quatro repetições. As parcelas foram formadas por 4 linhas de 12 plantas. Para as avaliações foram colhidas 20 plantas das duas linhas



centrais de cada parcela. Como efeito de bordadura foram descartadas as plantas das extremidades das linhas colhidas, e as duas linhas laterais de cada parcela.

Aproximadamente sete dias após o plantio realizou-se a aplicação de herbicida formulado à base de ametrina + clomazone (300 + 200 g i. a. L<sup>-1</sup>) em pós-plantio, antes da emergência dos primeiros brotos de mandioca.

No primeiro ciclo vegetativo o controle das plantas infestantes foi realizado com duas capinas manuais, uma em dezembro de 2008, e outra em março de 2009. Já no segundo ciclo, o controle das plantas infestantes foi realizado com uma capina em novembro de 2009 e uma aplicação em jato dirigido do herbicida glifosate (360 g i. a. L<sup>-1</sup>) na dosagem de 4 L ha<sup>-1</sup>, em fevereiro de 2010.

Nos experimentos 1, 2, 5 e 6, em todos os tratamentos podados (setembro de 2009, 12 meses após o plantio) aplicou-se no terceiro dia após a poda o herbicida glifosate (360 g i. a. L<sup>-1</sup>) na dosagem de 4 L ha<sup>-1</sup>, e o formulado ametrina + clomazone (300 + 200 g i. a. L<sup>-1</sup>), em área total. Para os experimentos 3 e 4, o controle das plantas infestantes após a poda foi realizado por capinas manuais, evitando assim possível efeito da aplicação de herbicidas nas diferentes épocas de poda.

A colheita foi realizada manualmente após descompactação do solo com subsolador de mandioca (afofador). Em Botucatu a colheita foi realizada de 21 a 29 de julho de 2010, e em São Manuel de 5 a 8 de julho de 2010, ambos locais 22 meses após o plantio.

### **5.3. Experimentos 1 e 2, poda x variedades de mandioca**

Estudou-se nos experimentos 1 e 2, cinco variedades de mandioca com diferenças quanto ao porte e o padrão de ramificação da parte aérea. A poda foi realizada no início do segundo ciclo vegetativo, 12 meses após o plantio, e seu efeito foi avaliado contrastando cada variedade conduzida com e sem a poda.

O espaçamento utilizado foi de 1,0 m entre linhas e de 0,8 m entre plantas, dando origem a densidade de plantio de 12.500 plantas ha<sup>-1</sup>. As parcelas ocuparam área de 38,4 m<sup>2</sup>.

O experimento foi instalado em esquema fatorial 5 x 2, cinco variedades de mandioca e dois tratamentos culturais, com poda e sem poda. As variedades estudadas foram: IAC 12, IAC 14, IAC 15, IAC 90 e Fibra, que são atualmente cultivadas para uso industrial na região centro-sul do Brasil, e contrastam quanto ao porte e arquitetura da parte aérea. Na Tabela 4, podem ser observadas algumas características botânicas e agrônômicas das variedades estudadas.

Tabela 4. Alguns descritores botânicos e agrônômicos das variedades estudadas (Lorenzi, 2003).

Variedade	----- Parte aérea -----			----- Raízes -----			Uso
	Porte	Altura da 1ª Ramificação	Abertura da 1ª ramificação	Cor da película suberosa	Cor da polpa	Teor de HCN	
IAC 12	baixo	baixa	aberta	marrom	branca	interm <sup>2</sup>	industr <sup>3</sup>
IAC 14	alto	média	interm <sup>2</sup>	marrom	branca	interm <sup>2</sup>	industr <sup>3</sup>
IAC 15	médio	média	interm <sup>2</sup>	branca	branca	interm <sup>2</sup>	industr <sup>3</sup>
IAC 90 <sup>1</sup>	médio	alta/ausente	aberta/ausente	branca	branca	-	industr <sup>3</sup>
Fibra	baixo	ausente	ausente	branca	branca	interm <sup>2</sup>	industr <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Caracterização dos descritores realizados no campo durante a condução do experimento. Não disponível na literatura.

<sup>2</sup> Intermediária.

<sup>3</sup> Indústria.

Em setembro de 2009 (12 meses após o plantio) foi realizada a poda nos respectivos tratamentos, do 5 ao 10 (Tabela 5). A poda da parte aérea consistiu no corte das hastes das plantas a uma altura aproximada de 10 cm acima do solo (LORENZI, 2003). Foi realizada manualmente com facão. Toda a parte aérea podada foi retirada da área do experimento para facilitar os demais tratamentos culturais nas parcelas. Os demais tratamentos, do 1 ao 5, foram conduzidos sem poda (Tabela 5).

Tabela 5. Tratamentos conduzidos nos experimentos 1 e 2 (poda x variedades de mandioca) em Botucatu e São Manuel.

Tratamentos	Poda	Variedades
1	sem poda	IAC 12
2	sem poda	IAC 14
3	sem poda	IAC 15
4	sem poda	IAC 90
5	sem poda	Fibra
6	com poda	IAC 12
7	com poda	IAC 14
8	com poda	IAC 15
9	com poda	IAC 90
10	com poda	Fibra

#### 5.4. Experimentos 3 e 4, épocas de poda

Nos experimentos 3 e 4, avaliou-se o efeito de nove épocas de poda, realizadas entre o primeiro e o segundo ciclos vegetativos. A variedade utilizada foi a IAC 14, amplamente cultivada na região centro-sul do Brasil.

O espaçamento utilizado foi de 1,0 m entre linhas e de 0,8 m entre plantas, dando origem a densidade de plantio de 12.500 plantas ha<sup>-1</sup>. As parcelas ocuparam área de 38,4 m<sup>2</sup>

Foram estudados em blocos casualizados completos 10 tratamentos, sendo 9 épocas de poda e uma testemunha sem poda. As podas foram realizadas mensalmente, de abril a dezembro de 2009, entre o primeiro e segundo ciclos vegetativos. As épocas de poda e os intervalos em dias entre as podas, podem ser observadas na Tabela 6. Dificuldades operacionais impediram a melhor uniformização dos intervalos.

Tabela 6. Épocas e intervalos em dias entre as podas realizadas em Botucatu e São Manuel.

Épocas	Data da poda	Intervalo (dias)	Data da poda	Intervalo (dias)
	----- Botucatu -----		----- São Manuel -----	
Abril	16/4/2009	-	24/4/2009	-
Maio	27/5/2009	41	28/5/2009	34
Junho	24/6/2009	28	24/6/2009	27
Julho	30/7/2009	36	21/7/2009	27
Agosto	21/8/2009	22	24/8/2009	34
Setembro	29/9/2009	39	5/10/2009	42
Outubro	29/10/2009	30	5/11/2009	31
Novembro	25/11/2009	27	30/11/2009	25
Dezembro	21/12/2009	26	21/12/2009	21
Média	-	31	-	30

### 5.5. Experimentos 5 e 6, densidade populacional x poda

Estudou-se nos experimentos 5 e 6, o efeito da poda em quatro densidades de plantio, variando de 5.000 a 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>. O experimento foi conduzido com a variedade IAC 14 e implantado em esquema fatorial 4 x 2, quatro densidades de plantio e dois tratamentos culturais, com poda e sem poda.

As densidades populacionais estudadas foram: 5.000, 10.000, 15.000 e 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>, conduzidas com e sem poda (Tabela 7). Como descrito anteriormente, as parcelas constituíram-se por 4 linhas de 12 plantas, com espaçamento fixo de 1 m entre as linhas e variável entre as plantas na linha, originando as densidades populacionais propostas. Os espaçamentos e as densidades de plantio originadas podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 7. Densidades populacionais, respectivos espaçamentos entre plantas e entre linhas e tamanho das parcelas experimentais.

Densidades populacionais	Espaçamento entre linhas	Espaçamento entre plantas	Área das parcelas
	----- m -----	-----	m <sup>2</sup>
5.000 plantas ha <sup>-1</sup>	1,00	2,00	96,00
10.000 plantas ha <sup>-1</sup>	1,00	1,00	48,00
14.925 plantas ha <sup>-1</sup>	1,00	0,67	32,16
20.000 plantas ha <sup>-1</sup>	1,00	0,50	24,00

## **5.6. Parâmetros avaliados**

Em todos os experimentos foram avaliados os parâmetros descritos a seguir.

### **5.6.1. Estande**

O estande final foi avaliado pelo cálculo do percentual (%) de plantas colhidas em relação ao estande ideal esperado (100 %).

### **5.6.2. Produtividade de matéria seca de parte aérea na poda**

A poda da parte aérea na poda foi realizada na altura aproximada de 10 cm acima do nível do solo (LORENZI, 2003). Determinou-se logo após a poda a massa de matéria fresca da parte aérea de cada parcela.

Dentre as plantas podadas em cada parcela, separou-se aleatoriamente a parte aérea de três plantas, que foram trituradas em picador forrageiro. Desse material retirou-se uma amostra de aproximadamente 400 g, que foi seca em estufa com circulação de ar forçado a 60 °C até peso constante. O teor de matéria seca da parte aérea (%) foi determinado pela diferença relativa em porcentagem entre as massas das amostras úmidas e secas.

Para os experimentos 1, 2, 3 e 4, que avaliaram os efeitos de variedades x poda e épocas de poda efetuou-se o cálculo da produtividade de matéria seca da parte aérea na poda em  $t\ ha^{-1}$ , a partir dos teores de matéria seca e da produtividade da matéria fresca de parte aérea de cada parcela.

Nos experimentos 5 e 6, que avaliaram a poda em diferentes densidades populacionais, a partir dos teores de matéria seca e da produção da matéria fresca da parte aérea de cada parcela, determinou-se a produção média de matéria seca de parte aérea por planta. Esses resultados foram utilizados para a estimativa da produtividade de matéria seca da parte aérea na poda por ha nas respectivas densidades de plantio conforme descrito no Item 5.7.3.

### **5.6.3. Número de hastes**

O número médio de hastes por planta foi determinado pela contagem do número total de hastes nas duas linhas centrais, dividido pelo número de plantas.

### **5.6.4. Produtividade total de matéria seca de parte aérea na colheita**

Para avaliação da parte aérea na colheita, a poda foi realizada a uma altura aproximada de 30 cm para facilitar o arranquio das plantas. A massa de matéria fresca da parte aérea na colheita foi determinada logo após a poda. A produção total de parte aérea fresca consiste na soma das produções de parte aérea fresca na poda e na colheita.

Dentre as plantas podadas em cada parcela, separou-se aleatoriamente a parte aérea de três plantas, que foram trituradas em picador forrageiro. Desse material retirou-se uma amostra de aproximadamente 400 g, que foi seca em estufa com circulação de ar forçado a 60 °C até peso constante. O teor de matéria seca da parte aérea (%) foi determinado pela diferença relativa em porcentagem entre as massas das amostras úmidas e secas.

Para os experimentos 1, 2, 3 e 4, que avaliaram os efeitos de variedades x poda e épocas de poda, a partir dos teores de matéria seca e da produtividade total de matéria fresca de parte aérea de cada parcela, efetuou-se o cálculo da produtividade total de matéria seca da parte aérea em  $t\ ha^{-1}$ .

Nos experimentos 5 e 6, que avaliaram a poda em diferentes densidades populacionais, a partir dos teores de matéria seca e da produção total de matéria fresca da parte aérea de cada parcela, determinou-se a média da produção total de matéria seca de parte aérea por planta. Esses resultados foram utilizados para a estimativa da produtividade total de matéria seca da parte aérea por ha nas respectivas densidades de plantio conforme descrito no Item 5.7.3.

### **5.6.5. Componentes da produção de raízes.**

O número médio de raízes por planta foi obtido pela divisão do número total de raízes pelo número de plantas colhidas em cada parcela.

Em amostras de 10 raízes tomadas ao acaso em cada parcela, avaliou-se o diâmetro e comprimento médios de raízes. O diâmetro foi aferido no terço médio das raízes, e o comprimento de uma extremidade a outra.

A massa média da matéria seca das raízes corresponde à massa de matéria seca das raízes colhidas em cada parcela, dividida pelo número de raízes.

### **5.6.6. Produtividade de matéria seca de raízes**

A massa da matéria fresca das raízes foi determinada logo após a colheita em cada parcela. Dentre as raízes colhidas em cada parcela, separou-se aleatoriamente 10 raízes que foram posteriormente picadas em máquina de fazer raspa de mandioca. Retirou-se uma amostra de aproximadamente 400 g de cada tratamento, que foi seca em estufa com circulação de ar forçado a 60 °C até peso constante.

Para os experimentos 1, 2, 3 e 4, que avaliaram os efeitos de variedades x poda e épocas de poda, a partir dos teores de matéria seca e da produtividade de matéria fresca de raízes de cada parcela, efetuou-se o cálculo da produtividade de matéria seca de raízes em  $t\ ha^{-1}$ .

Nos experimentos 5 e 6, que avaliaram a poda em diferentes densidades populacionais, a partir dos teores de matéria seca e da produção da matéria fresca de raízes de cada parcela, determinou-se a produção média de matéria seca de raízes por planta. Esses resultados foram utilizados para a estimativa da produtividade total de raízes por ha nas respectivas densidades de plantio conforme descrito no Item 5.7.3.

### **5.6.7. Produtividade de matéria seca de cepa**

A cepa é formada pela maniva-semente, pedúnculos das raízes tuberosas e hastes remanescentes da poda que antecede a colheita (realizada a

aproximadamente 30 cm acima do solo). A massa da matéria fresca das cepas foi determinada logo após a colheita em cada parcela.

Em cada parcela retirou-se amostras compostas por cepas de três plantas, que foram posteriormente trituradas em moinho de martelo. De cada uma dessas amostras retirou-se uma sub-amostra de aproximadamente 400 g, que foi seca em estufa com circulação de ar forçado a 60°C, até peso constante. O teor de matéria seca das cepas (%) consiste na diferença relativa em porcentagem das massas das amostras úmidas e secas.

Para os experimentos 1, 2, 3 e 4, que avaliaram os efeitos de variedades x poda e épocas de poda, a partir dos teores de matéria seca e da produtividade de matéria fresca de cepa de cada parcela, efetuou-se o cálculo da produtividade de matéria seca de cepa em  $t\ ha^{-1}$ .

Nos experimentos 5 e 6, que avaliaram a poda em diferentes densidades populacionais, a partir dos teores de matéria seca e da produção da matéria fresca de cepa de cada parcela, determinou-se a produção média de matéria seca de cepa por planta. Esses resultados foram utilizados para a estimativa da produtividade total de matéria seca de cepa por hectare nas respectivas densidades de plantio conforme descrito no Item 5.7.3.

#### **5.6.8. Produtividade de matéria seca total**

A produtividade de matéria seca total foi calculada a partir da soma das produtividades de parte aérea total, raízes e cepa.

#### **5.6.9. Partição de assimilados**

De posse das produções de matéria seca da parte aérea total, raízes, cepa, procedeu-se o cálculo do percentual relativo de cada parte em relação à matéria seca total. Os percentuais foram denominados índice de colheita (IC %), percentual de matéria seca de parte aérea seca (PA %) e percentual de matéria seca de cepa (C %) em relação a matéria seca total, definidos pelas fórmulas:



$$IC = \frac{\text{massa de matéria seca de raízes}}{\text{massa de matéria seca total}} \times 100$$

$$PA\% = \frac{\text{massa de matéria seca da parte aérea total}}{\text{massa de matéria seca total}} \times 100$$

$$C\% = \frac{\text{massa de matéria seca de cepa}}{\text{massa de matéria seca total}} \times 100$$

## 5.7. Análise estatística

Em todos os experimentos foi realizada a análise da variância e teste de F dos parâmetros estudados. De acordo com a natureza dos fatores, qualitativo ou quantitativo, procedeu-se a análise estatística correspondente a cada experimento: comparações múltiplas, análise de regressão ou ambas.

### 5.7.1. Experimentos 1 e 2, poda x variedades de mandioca

Os níveis de ambos fatores deste experimento são classificados como qualitativos. Para os dados coletados em cada local, realizou-se a análise da variância e teste F, conforme o delineamento fatorial 5 x 2, com 4 repetições.

O efeito da poda foi analisado estatisticamente para cada variedade pelo teste de comparação múltipla denominado contrastes ortogonais. Esse teste permite a análise estatística de contrastes específicos definidos *a priori* (NOGUEIRA, 2004, 2007). Foram estabelecidos no planejamento do experimento os seguintes contrastes: IAC 12 com poda x IAC 12 sem poda, IAC 14 com poda x IAC 14 sem poda; IAC 15 com poda x IAC 15 sem poda, clone IAC 90 com poda x clone IAC 90 sem poda e Fibra com poda x Fibra sem poda.

Além dos contrastes, também foi realizada a análise dos efeitos varietais nos fatores com e sem poda em cada local, pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha$  0,05 de significância.

A análise dos dados foi realizada com o uso do pacote estatístico Statistical Analysis System - SAS 9.0. Para a análise da variância foi utilizado o procedimento “proc glm”, e para a análise dos contrastes ortogonais o comando “contrast” (NOGUEIRA, 2007).

### **5.7.2. Experimentos 3 e 4, épocas de poda**

A partir dos dados coletados em cada parcela realizou-se a análise da variância conjunta e teste F considerando o delineamento em blocos casualizados completos com 10 tratamentos (9 épocas e uma testemunha) e quatro repetições. Os resultados observados também foram avaliados em cada local com os respectivos graus de liberdade (GOMES e GARCIA, 2002; NOGUEIRA, 2007).

Os níveis do fator épocas de poda foram analisados em contraste com uma testemunha conduzida sem poda (NOGUEIRA, 2004, 2007), e também por análise de regressão. Os contrastes entre as épocas de poda e a testemunha são classificados como fatores qualitativos e as análises de regressão como fatores quantitativos (GOMES e GARCIA, 2002; NOGUEIRA, 2007).

Após a análise da variância procedeu-se o teste de comparação múltipla de contrastes ortogonais, entre cada época de poda e a testemunha sem poda (NOGUEIRA, 2004, 2007). Realizou-se também entre as épocas de poda a análise de regressão. Os modelos matemáticos das análises de regressão foram selecionados pela sua representatividade ao fenômeno biológico (efeito de densidades) com base na literatura, e pelo seu ajuste aos valores observados em cada parâmetro ( $r^2$ ).

A análise da variância e dos contrastes foi realizada com o uso do pacote estatístico Statistical Analysis System - SAS 9.0. Para a análise da variância foi utilizado o procedimento “proc glm”, e para a análise dos contrastes ortogonais o comando “contrast” (NOGUEIRA, 2007). Para as análises de regressão e determinação dos respectivos coeficientes de determinação ( $r^2$ ) foram utilizados os programas Curvexpert 1.3 e Origin 6.0.

### 5.7.3. Experimentos 5 e 6, densidade populacional x poda

Para a análise dos efeitos poda, densidades populacionais e interações entre esses fatores, realizou-se a análise da variância conjunta de Botucatu e São Manuel, e o teste de F, considerando o esquema fatorial 6 x 2 com quatro repetições. Os resultados observados também foram avaliados em cada local com os respectivos graus de liberdade (GOMES e GARCIA, 2002; NOGUEIRA, 2007).

O fator poda (qualitativo), foi analisado pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha$  0,05 de significância. Já o fator densidades populacionais (quantitativo) foi analisado por regressão (GOMES e GARCIA, 2002; NOGUEIRA, 2007). Os modelos matemáticos das análises de regressão foram selecionados pela sua representatividade ao fenômeno biológico (efeito de densidades) com base na literatura, e pelo seu ajuste aos valores observados em cada parâmetro ( $r^2$ ).

Para a avaliação das produtividades nos experimentos 5 e 6, os valores estimados pelas equações de regressão nas produções de matéria seca por planta, foram multiplicados pelo número de plantas equivalente a cada densidade de plantio, originando a estimativa da produtividade por ha (AGUIAR, 2003). A produtividade estimada também foi avaliada por análise de regressão.

Os modelos matemáticos utilizados nas análises de regressão dos parâmetros em estudo foram selecionados pela sua representatividade ao fenômeno biológico (efeito de densidades) com base em dados da literatura, e ajuste adequado aos valores observados em cada parâmetro ( $r^2$ ).

A análise da variância e teste de Tukey ( $\alpha$  0,05) foi realizado com o programa estatístico Statistical Analysis System - SAS 9.0, através do procedimento “proc glm” (NOGUEIRA, 2007). Para as análises de regressão e determinação dos respectivos coeficientes de determinação ( $r^2$ ) foram utilizados os programas Curvexpert 1.3 e Origin 6.0.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1. Experimentos 1 e 2, poda x variedades de mandioca**

Observou-se nas plantas de mandioca desenvolvimento normal tanto em Botucatu como em São Manuel, e não houve ataque de pragas ou doenças. A emergência das plantas ocorreu normalmente entre o 10<sup>o</sup> e o 15<sup>o</sup> dia após o plantio.

#### **6.1.1. Estande final**

Como pode ser observado na análise da variância conjunta de Botucatu e São Manuel, houve efeito significativo somente de local no número de plantas colhidas (estande final). A análise da variância de cada local também não indicou efeito significativo das causas de variação estudadas (Tabela 8).

As médias observadas para o estande final podem ser vistas na Tabela 9. Houve diferença significativa somente entre os estandes observados em Botucatu e São Manuel. Essa diferença provavelmente relaciona-se com as condições ambientais distintas em ambos locais.

Na análise dos contrastes ortogonais observou-se redução significativa no estande somente em Botucatu para o tratamento com poda da variedade IAC 15 (Tabela 9). A maioria dos resultados observados sugere que a poda, independente da variedade não altera

o estande final de plantas de mandioca. A redução no estande observado na variedade IAC 15 em Botucatu é pouco representativa frente aos demais resultados, e parece estar relacionada ao outro fator não avaliado.

Tabela 8. Valores de F obtidos na análise da variância do estande final de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Estande final na colheita	
	- Botucatu -	- São Manuel -
Poda	1,39 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>
Variedade	1,77 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>
Poda x variedade	1,77 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	1,69	5,75
- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -		
Local	17,04 <sup>**</sup>	
Poda	0,47 <sup>ns</sup>	
Variedade	1,54 <sup>ns</sup>	
Local x poda	1,89 <sup>ns</sup>	
Local x variedade	1,16 <sup>ns</sup>	
Poda x variedade	0,83 <sup>ns</sup>	
Local x poda x variedade	0,09 <sup>ns</sup>	
Coefficiente de variação	4,17	

\*\* significativo  $\alpha \leq 0,01$  e <sup>ns</sup> não significativo.

Tabela 9. Estande final médio em porcentagem de cinco variedades de mandioca, avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
----- Estande % -----				
IAC 12	100,00 Aa	100,00 Aa	98,96 Aa	97,92 Aa
IAC 14	98,96 Aa	97,92 Aa	94,79 Aa	93,70 Aa
IAC 15	100,00 Aa	96,88 Ba	94,79 Aa	95,83 Aa
IAC 90	98,96 Aa	100,00 Aa	98,96 Aa	94,79 Aa
Fibra	100,0 Aa	100,00 Aa	94,79 Aa	90,63 Aa

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .  
Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

### 6.1.2. Produtividade e teor de matéria seca da parte aérea na poda

Observa-se na análise da variância conjunta do teor de matéria seca e da produtividade de matéria seca da parte aérea na poda, efeito significativo da interação local e variedade (Tabela 10). Desse modo procedeu-se a análise da variância em cada local que indicou efeito de variedade para ambos parâmetros.

Tabela 10. Valores de F obtidos na análise da variância do teor de matéria seca e da produtividade de matéria seca da parte aérea, de cinco variedades de mandioca avaliadas na poda (12 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Teor de matéria seca da parte aérea	Produtividade de matéria seca da parte aérea na poda
	----- Botucatu -----	
Variedade	44,38**	18,28**
Coefficiente de variação	3,99	14,69
----- São Manuel -----		
Variedade	3,76*	7,98**
Coefficiente de variação	14,39	39,64
Análise conjunta Botucatu e São Manuel		
Local	33,18**	38,00**
Variedade	6,16**	12,61**
Local x variedade	5,27**	8,90**
Coefficiente de variação	11,52	24,85

\*\* significativo  $\alpha \leq 0,01$  e \* significativo  $\alpha \leq 0,05$ .

Em Botucatu, observou-se diferenças significativas entre as variedades estudadas para o teor de matéria seca da parte aérea na poda (Tabela 11). A variedade IAC 14 obteve o maior teor de matéria seca da parte aérea na poda, 28,86 %, diferindo das demais variedades. As variedades IAC 12, IAC 15 e Fibra obtiveram os menores teores de matéria seca não diferindo entre si.

Embora os teores de matéria seca da parte aérea na poda observados em São Manuel tenham variado de 35,63 a 26,40 %, não foram significativos (Tabela 11), discordando da análise da variância que indica efeito significativo (Tabela 10).

Entre os locais, observou-se diferença significativa no teor de matéria seca da parte aérea somente para a variedade IAC 12, com 35,63 % de matéria seca em São Manuel e 21,39 % em Botucatu (Tabela 11).

Tabela 11. Teor de matéria seca (%) e produtividade de matéria seca ( $t\ ha^{-1}$ ) de parte aérea de cinco variedades de mandioca, avaliadas na poda (12 meses) em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu	São Manuel	Botucatu	São Manuel
	----- % -----		----- $t\ ha^{-1}$ -----	
IAC 12	21,39 Bc	35,63 Aa	7,66 Abc	9,88 Aa
IAC 14	28,86 Aa	31,79 Aa	12,75 Aa	5,94 Bab
IAC 15	22,57 Ac	26,65 Aa	6,25 Ac	3,67 Ab
IAC 90	25,11 Ab	26,86 Aa	6,51 Abc	3,25 Ab
Fibra	21,43 Ac	26,4 Aa	9,06 Ab	3,02 Bb

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

De maneira geral os resultados observados na Tabela 11, e o efeito significativo da interação entre local x variedade (Tabela 10), demonstram que as variedades respondem de maneira diferente aos ambientes quanto ao teor de matéria seca da parte aérea na poda.

Em Botucatu as variedades IAC 14 com  $12,75\ t\ ha^{-1}$ , atingiu a maior produtividade de matéria seca de parte aérea seca na poda diferindo significativamente das demais (Tabela 11). A variedade IAC 15 obteve a menor produtividade de matéria seca de parte aérea  $6,25\ t\ ha^{-1}$ , e não diferiu da variedades IAC 90 com  $6,51\ t\ ha^{-1}$ , e IAC 12 com  $7,66\ t\ ha^{-1}$ .

Em São Manuel, a variedade IAC 12 obteve a maior produtividade de matéria seca de parte aérea na poda,  $9,88\ t\ ha^{-1}$ , e não diferiu da variedade IAC 14 com  $5,94\ t\ ha^{-1}$  (Tabela 11). As variedades IAC 15, IAC 90 e Fibra obtiveram produtividades de matéria seca de parte aérea inferiores, 3,67, 3,25 e  $3,02\ t\ ha^{-1}$  respectivamente, diferindo da variedade IAC 14.

Em Botucatu observou-se a maior produtividade de matéria seca de parte aérea na poda foi observada na variedade IAC 14 e em São Manuel para as variedades IAC 12 e IAC 14 (Tabela 11). Esses resultados demonstram que além do efeito varietal, houve

também a influência do ambiente no desenvolvimento da parte aérea das plantas de mandioca, como indicou a análise da variância (Tabela 10).

Diversos autores descrevem grandes diferenças entre diversas características botânicas e agronômicas das variedades de mandioca (CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI et al., 1996; FUKUDA e IGLESIAS, 2006). O ambiente também pode influenciar no desenvolvimento das variedades mandioca (ALVES, 2006; SOUZA et al., 2006). As condições de clima e solo alteram o desenvolvimento da parte aérea da mandioca como afirmaram Normanha e Pereira (1962), Conceição (1981a) e Lorenzi (2003). Os resultados observados tanto para os teores de matéria seca como para a produtividade de matéria seca de parte aérea entre as variedades e entre os locais corroboram as afirmações dos autores citados.

### **6.1.3. Número de hastes e produtividade total de matéria seca de parte aérea na colheita**

Para o parâmetro número médio de hastes por planta, a análise da variância conjunta indicou efeito significativo das interações poda x variedade e da interação tripla local x poda x variedades (Tabela 12). Na análise da variância em cada local, observou-se tanto em Botucatu e em São Manuel, efeito significativo para poda e variedades, e efeito da interação poda x variedades em Botucatu.

A análise conjunta da produtividade total de matéria seca de parte aérea indicou efeito significativo para as interações local x poda, local x variedade, e para a interação tripla local x poda x variedades (Tabela 12). A análise da variância em cada local indicou em Botucatu efeito significativo de poda e variedade, e em São Manuel efeito de variedade e da interação poda x variedade.

Tanto em Botucatu como em São Manuel observaram-se diferenças significativas no número de hastes entre os tratamentos com poda e sem poda. Os tratamentos com poda proporcionaram maior número de hastes que os tratamentos conduzidos sem poda, independente dos locais e das variedades estudadas (Tabela 13).



Tabela 12. Valores de F obtidos na análise da variância do número de hastes e da produtividade total de matéria seca de parte aérea, de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Causas de variação	Número de hastes por planta		Produtividade total de matéria seca de parte aérea	
	----- Botucatu -----			
Poda	114,71 <sup>**</sup>		151,27 <sup>**</sup>	
Variedade	4,89 <sup>**</sup>		22,10 <sup>**</sup>	
Poda x variedade	2,89 <sup>*</sup>		0,81 <sup>ns</sup>	
Coefficiente de variação	21,23		19,1	
	----- São Manuel -----			
Poda	390,82 <sup>**</sup>		1,84 <sup>ns</sup>	
Variedade	14,69 <sup>**</sup>		13,48 <sup>**</sup>	
Poda x variedade	1,25 <sup>ns</sup>		3,12 <sup>*</sup>	
Coefficiente de variação	11,58		30,22	
	Análise conjunta Botucatu e São Manuel			
Local	17,02 <sup>**</sup>		30,48 <sup>**</sup>	
Poda	324,65 <sup>**</sup>		81,06 <sup>**</sup>	
Variedade	11,13 <sup>**</sup>		28,82 <sup>**</sup>	
Local x poda	2,03 <sup>ns</sup>		48,11 <sup>**</sup>	
Local x variedade	2,10 <sup>ns</sup>		5,38 <sup>**</sup>	
Poda x variedade	2,65 <sup>*</sup>		1,87 <sup>ns</sup>	
Local x poda x variedade	2,56 <sup>*</sup>		2,44 <sup>*</sup>	
Coefficiente de variação	17,91		23,91	

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$ ; <sup>\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo.

Tabela 13. Número médio de hastes por planta de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
----- n° médio de hastes planta <sup>-1</sup> -----				
IAC 12	3,58 Ba	7,53 Aa	3,30 Ba	6,43 Aa
IAC 14	2,25 Ba	5,00 Ab	2,23 Bb	4,83 Ab
IAC 15	3,10 Ba	5,80 Aab	2,53 Bab	4,83 Ab
IAC 90	2,45 Ba	7,30 Aa	2,00 Bb	4,70 Ab
Fibra	3,05 Ba	5,00 Ab	2,13 Bb	5,23 Ab

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

O número de hastes das plantas de mandioca é definido logo na brotação da maniva-semente, esta característica depende principalmente da variedade, vigor

do material de plantio e tamanho da maniva-semente (CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003). Normanha e Pereira (1962) afirmaram que após a poda originam-se dois ou três brotos por planta que dão origem às hastes. O número de hastes observado nesse experimento variou de 4,70 a 7,53 hastes planta<sup>-1</sup>, para os tratamentos com poda em ambos locais (Tabela 13). Os valores observados neste experimento foram superiores aos encontrados pelos autores citados anteriormente.

O maior número de hastes observado nos tratamentos com poda se deve à brotação de um maior número de gemas nas hastes remanescentes após a poda, em comparação às gemas que brotam das manivas-semente após o plantio, e que deram origem ao número de hastes observado nas testemunhas sem poda.

Nos tratamentos sem poda em Botucatu, não houve diferença significativa no número médio de hastes entre as variedades avaliadas (Tabela 13). Para os tratamentos com poda, observou-se diferenças significativas, sendo que as variedades IAC 12 e IAC 90 demonstraram maior número de hastes que as variedades IAC 14 e Fibra.

Em São Manuel, entre os tratamentos conduzidos sem poda, a variedade IAC 12 teve o maior número de hastes, que diferiu significativamente das variedades IAC 14, IAC 90 e Fibra, e não diferiu da variedade IAC 15 (Tabela 13). Para os tratamentos conduzidos com poda, também a variedade IAC 12 obteve o maior número de hastes, diferindo significativamente das demais variedades.

As diferenças observadas no número de hastes entre as variedades correspondem principalmente às diferenças genéticas. No entanto, a maior variação observada para esse parâmetro decorreu da poda, que proporcionou acréscimos significativos no número de hastes em ambos locais, em todas as variedades estudadas (Tabela 13).

A produtividade total de matéria seca de parte aérea em Botucatu foi significativamente superior em todos os tratamentos conduzidos com poda comparada aos tratamentos sem poda (Tabela 14). Em São Manuel esse efeito foi observado somente na variedade IAC 12, as demais variedades não demonstraram diferenças significativas na produtividade total de matéria seca de parte aérea entre os tratamentos conduzidos com poda e sem poda.

As maiores produtividades totais de matéria seca de parte aérea observadas para os tratamentos podados em Botucatu, e na variedade IAC 12 em São Manuel

(Tabela 14), provavelmente estão relacionados ao maior número de hastes observado na Tabela 13. Observa-se em Botucatu que a poda proporcionou um acréscimo médio de 7,46 t ha<sup>-1</sup> na produtividade total de matéria seca de parte aérea. Em contrapartida, em São Manuel a maioria das variedades não diferiram na produtividade total de matéria seca de parte aérea entre os tratamentos com e sem poda, inferindo-se que o ambiente interfere nos efeitos da poda na produtividade total de matéria seca de parte aérea, embora tenham sido observados maiores números de hastes em todas as variedades com poda em ambos locais (Tabela 13).

Tabela 14. Produtividade total de matéria seca de parte aérea em t ha<sup>-1</sup>, de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
	----- t ha <sup>-1</sup> -----			
IAC 12	6,89 Bab	13,47 Ab	8,25 Bab	13,76 Aa
IAC 14	11,16 Ba	19,65 Aa	10,66 Aa	9,42 Ab
IAC 15	4,54 Bb	11,35 Ab	7,27 Aab	6,05 Ab
IAC 90	6,11 Bb	12,48 Ab	5,17 Ab	5,19 Ab
Fibra	2,88 Bb	11,94 Ab	3,54 Ab	5,31 Ab

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

A maior produtividade de matéria seca de parte aérea observada em Botucatu para os tratamentos com poda em todas as variedades provavelmente está relacionada com maior a fertilidade natural do solo (Tabela 5), que proporcionou o maior desenvolvimento da parte aérea refletindo nos resultados observados. Em São Manuel, nem todos os genótipos tiveram maior desenvolvimento da parte aérea com a poda, provavelmente devido a menor fertilidade do solo nesse ambiente (Tabela 6).

Diversos autores afirmam que solos de alta fertilidade promovem maior desenvolvimento da parte aérea das plantas de mandioca (NORMANHA e PEREIRA, 1952; ALBUQUERQUE, 1969; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003). No presente trabalho verifica-se que a produtividade total de matéria seca de parte aérea pode sofrer efeito significativo da poda, todavia sua resposta vai depender da variedade e também do ambiente onde as plantas são cultivadas (Tabela 14).

Em Botucatu, entre as variedades conduzidas sem poda, a variedade IAC 14 obteve maior produtividade de matéria seca de parte aérea que as demais, não diferindo da IAC 12. Na variedade Fibra observou-se a menor produtividade de matéria seca de parte aérea não diferindo contudo das variedades IAC 15, IAC 90 e IAC 12 (Tabela 14). Para os tratamentos conduzidos com poda em Botucatu, a variedade IAC 14 obteve a maior produtividade de matéria seca de parte aérea, diferindo significativamente das demais variedades que não diferiram entre si.

Nota-se que em São Manuel entre os tratamentos conduzidos sem poda, as variedades IAC 12, IAC 14 e IAC 15 obtiveram as maiores produtividades de matéria seca de parte aérea, não diferindo significativamente, e as variedades IAC 90 e Fibra mostraram as menores produtividades. Entre os tratamentos conduzidos com poda, a variedade IAC 12 obteve a maior produtividade de matéria seca de parte aérea, significativamente superior que as demais variedades (Tabela 14).

A produtividade total de matéria seca de parte aérea difere entre as variedades e que pode ser influenciada de maneira distinta pelo ambiente. Não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliassem em diferentes genótipos, os efeitos da poda e do ambiente na produtividade total de parte aérea de mandioca.

#### **6.1.4. Componentes da produção de raízes**

Os componentes da produção de raízes observados para a variedade IAC 12 em São Manuel foram excluídos da análise estatística e da discussão dos resultados, devido a influência de fatores externos.

Observa-se na análise da variância conjunta, e em cada local, que não houve efeito significativo para nenhuma das causas de variação testadas (Tabela 15).

Para o comprimento médio de raízes, observou-se efeito significativo na análise conjunta para a interação poda x variedade (Tabela 15). A análise da variância tanto em Botucatu como em São Manuel indicou efeito significativo de variedade.

Tabela 15. Valores de F obtidos na análise da variância do n<sup>o</sup> de raízes por planta, comprimento, diâmetro e massa média de matéria seca de raízes, de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Causas de variação	N <sup>o</sup> de raízes por planta	Comprimento de raízes	Diâmetro de raízes	Massa média de matéria seca de raízes
----- Botucatu -----				
Poda	2,89 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>
Variedade	0,87 <sup>ns</sup>	5,65 <sup>**</sup>	6,10 <sup>**</sup>	8,45 <sup>*</sup>
Poda x variedade	1,03 <sup>ns</sup>	1,63 <sup>ns</sup>	2,73 <sup>*</sup>	4,13 <sup>*</sup>
Coefficiente de variação	23,14	6,78	9,37	22,12
----- São Manuel -----				
Poda	0,12 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	37,61 <sup>**</sup>	15,97 <sup>**</sup>
Variedade	0,30 <sup>ns</sup>	8,17 <sup>**</sup>	2,73 <sup>ns</sup>	4,85 <sup>**</sup>
Poda x variedades	0,78 <sup>ns</sup>	1,69 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	16,91	7,34	7,86	17,56
----- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -----				
Local	3,06 <sup>ns</sup>	45,76 <sup>**</sup>	43,85 <sup>**</sup>	93,01 <sup>**</sup>
Poda	2,56 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	20,85 <sup>**</sup>	12,40 <sup>**</sup>
Variedade	1,13 <sup>ns</sup>	10,41 <sup>**</sup>	7,78 <sup>**</sup>	7,43 <sup>**</sup>
Local x poda	0,83 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	26,15 <sup>**</sup>	18,69 <sup>**</sup>
Local x variedade	0,21 <sup>ns</sup>	2,37 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	4,90 <sup>**</sup>
Poda x variedade	0,55 <sup>ns</sup>	2,85 <sup>*</sup>	3,19 <sup>*</sup>	2,44 <sup>ns</sup>
Local x poda x variedade	1,54 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	21,04	7,08	8,63	18,90

\*\* significativo  $\alpha \leq 0,01$ ; \* significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo.

Para o parâmetro diâmetro médio de raízes, observa-se na análise da variância conjunta efeito significativo das interações local x poda e poda x variedade (Tabela 15). Em Botucatu observou-se efeito significativo de variedade e da interação poda x variedade, e em São Manuel a análise da variância indicou efeito de poda.

Observa-se na análise da variância conjunta da massa média de matéria seca de raízes, efeito significativo para as interações local x poda e local x variedade. Em Botucatu observou-se efeito significativo de variedade e da interação poda x variedade, e em São Manuel efeito significativo de poda e de variedade.

Não observou-se na maioria das variedades diferenças significativas no número médio de raízes por planta entre os tratamentos conduzidos com poda e sem poda, tanto em São Manuel como em Botucatu (Tabela 16). No entanto em Botucatu, a variedade IAC 15 podada obteve maior número de raízes, diferindo significativamente do tratamento conduzido sem poda.

Tabela 16. Número médio de raízes por planta de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
	----- N <sup>o</sup> médio de raízes planta <sup>-1</sup> -----			
IAC 12	7,00 Aa	8,28 Aa	-	-
IAC 14	7,05 Aa	7,08 Aa	6,18 Aa	6,40 Aa
IAC 15	5,18 Ba	7,18 Aa	5,70 Aa	6,20 Aa
IAC 90	6,33 Aa	8,08 Aa	6,65 Aa	5,83 Aa
Fibra	7,28 Aa	6,58 Aa	6,13 Aa	6,75 Aa

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

Cock (1984), Lorenzi (2003) e Alves (2006) afirmam que o número de raízes por planta é definido no primeiro ciclo vegetativo até aproximadamente 120 dias após o plantio, e após esse período não diferenciam-se novas raízes tuberosas. Takahashi (1998) não observou alterações no número médio de raízes com a poda. De maneira geral os resultados observados no presente trabalho para a maioria das variedades indicou ausência de influência da poda no número de raízes por planta, uma vez que essa foi realizada 12 meses após o plantio, época posterior ao período de diferenciação de raízes descrito pelos autores citados.

Não observou-se também diferenças significativas no número médio de raízes por planta entre as variedades, independente da poda e do local (Tabela 16).

Como pode ser observado na Tabela 17, tanto em Botucatu como em São Manuel a poda não alterou de maneira significativa o comprimento médio das raízes na maioria das variedades estudadas, com exceção da IAC 14 em Botucatu, que obteve menor comprimento de raízes com a poda.

Diferenças significativas entre as variedades para o comprimento médio de raízes foram observadas em Botucatu e São Manuel para os tratamentos conduzidos

sem poda (Tabela 17). Tanto em Botucatu como em São Manuel e variedade IAC 14 obteve o maior comprimento de raízes entre os tratamentos podados. Em Botucatu a IAC 14 não diferiu das variedades IAC 15 e IAC 90 e superou a variedade Fibra e em São Manuel superou significativamente as demais.

Diversos autores descrevem que o período de estabelecimento do sistema radicular da mandioca ocorre até aproximadamente 90 dias após o plantio, quando ocorre o desenvolvimento longitudinal das raízes (CONCEIÇÃO 1981a; ALVES, 2006). Williams (1974) observou aumento no comprimento das raízes de três variedades de mandioca até aproximadamente 60 dias após o plantio. As observações dos autores citados justificam a ausência de efeito significativo da poda no comprimento das raízes tuberosas, uma vez que esta foi realizada 12 meses após o plantio, posterior ao período de desenvolvimento longitudinal das raízes tuberosas como descrevem os autores citados.

Tabela 17 Comprimento médio de raízes (cm) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
	----- cm -----			
IAC 12	27,23 Ab	27,48 Aa	-	-
IAC 14	31,95 Aa	29,33 Ba	37,73 Aa	34,58 Aa
IAC 15	28,60 Aab	27,90 Aa	30,78 Ab	30,18 Aa
IAC 90	29,20 Aab	31,45 Aa	31,58 Ab	33,63 Aa
Fibra	27,18 Ab	27,18 Aa	31,45 Ab	32,10 Aa

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

Em São Manuel, foram observados menores diâmetros médios de raízes para todas as variedades conduzidas com poda (Tabela 18). Em Botucatu a poda proporcionou menor diâmetro de raízes para a variedade IAC 12, e maior diâmetro para a variedade IAC 90.

Em São Manuel os resultados indicam que a poda reduziu significativamente o diâmetro médio das raízes, em todas as variedades provavelmente devido a um maior consumo de carboidratos das raízes para a re-brota no segundo ciclo influenciada por uma menor disponibilidade hídrica e de nutrientes neste solo (arenoso e de baixa

fertilidade) comparado a Botucatu. Em Botucatu, os resultados foram divergentes entre as variedades, indicando que a poda pode também proporcionar o aumento do diâmetro médio das raízes como pode ser visto na variedade IAC 90 (Tabela 18). Observou-se em Botucatu que dependendo da variedade a poda pode ainda não alterar de maneira significativa o diâmetro médio das raízes, possivelmente devido a uma maior disponibilidade hídrica e de nutrientes neste solo, argiloso e de alta fertilidade.

Analisando as variações no diâmetro de raízes entre as variedades, observou-se diferenças significativas somente entre os tratamentos conduzidos com poda em Botucatu (Tabela 18). As variedades IAC 14, IAC 15, IAC 90 e Fibra tiveram os maiores diâmetros de raízes e não diferiram entre si, superando significativamente a variedade IAC 12.

Tabela 18. Diâmetro médio de raízes (cm) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
	----- cm -----			
IAC 12	4,40 Aa	3,85 Bb	-	-
IAC 14	5,35 Aa	4,88 Aab	6,73 Aa	5,33 Ba
IAC 15	4,55 Aa	4,95 Aa	6,00 Aa	5,10 Ba
IAC 90	4,56 Ba	5,20 Aa	5,80 Aa	5,05 Ba
Fibra	4,95 Aa	5,10 Aa	6,15 Aa	5,33 Ba

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

Observou-se tanto em Botucatu como em São Manuel efeitos significativos da poda na massa média de matéria seca das raízes (Tabela 19). Em Botucatu, houve redução significativa na massa média de matéria seca de raízes com a poda da variedade IAC 12, e aumento na variedade IAC 90. Em São Manuel, houve redução significativa da massa média das raízes com a poda das variedades IAC 14, IAC 15 e IAC 90.

Observou-se também diferenças significativas entre as variedades nos tratamentos conduzidos com poda em Botucatu e sem poda em São Manuel. Em Botucatu nos tratamentos que receberam a poda, a variedade IAC 12 obteve significativamente a menor massa média de matéria seca de raízes, e em São Manuel entre os tratamentos sem poda, a



variedade IAC 14 obteve a menor massa média de matéria seca de raízes diferindo significativamente das demais (Tabela 19).

O desenvolvimento radial (engrossamento) das raízes tuberosas ocorre devido ao crescimento de novas células e deposição de amido nas camadas externas do parênquima de armazenamento (HUNT et al, 1977 e CONCEIÇÃO, 1981; ALVES, 2002). Segundo Conceição (1981a) e Alves (2002), aproximadamente 45 dias após o plantio inicia-se o desenvolvimento radial das raízes tuberosas. Williams (1974) afirma que o crescimento longitudinal das raízes reduz significativamente ou mesmo cessa quando inicia-se o desenvolvimento radial das raízes tuberosas.

Tabela 19. Massa média de matéria seca de raízes (kg) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
	----- kg raiz <sup>-1</sup> -----			
IAC 12	0,095 Aa	0,051 Bb	-	-
IAC 14	0,130 Aa	0,110 Aa	0,304 Aa	0,216 Ba
IAC 15	0,100 Aa	0,109 Aa	0,220 Ab	0,149 Ba
IAC 90	0,118 Ba	0,160 Aa	0,217 Ab	0,157 Ba
Fibra	0,090 Aa	0,115 Aa	0,209 Ab	0,169 Aa

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

No presente experimento, o diâmetro médio das raízes foi influenciado negativamente pela poda em todas as variedades de mandioca avaliadas em São Manuel (Tabela 18). Todavia em Botucatu os resultados foram contrastantes, pois a poda aumentou a massa média de matéria seca de raízes da variedade IAC 90, reduziu da variedade IAC 12, e não alterou significativamente a massa média de matéria seca das raízes das demais variedades. A redução na massa média de matéria seca de raízes com a poda, provavelmente está relacionada com o consumo de assimilados para as novas brotações após a poda (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003) e ao maior desenvolvimento da parte aérea, como pode ser observado pelo maior número de hastes e produtividade total de matéria seca de parte aérea nos tratamentos podados (Tabelas 12 e 13).

Diversos autores afirmam que a maior alocação de assimilados na parte aérea pode prejudicar o desenvolvimento das raízes tuberosas (WILLIAMS, 1972, ENYI, 1972a; LORENZI, 2003). A redução no diâmetro médio das raízes em todas as variedades que receberam a poda em São Manuel e para a variedade IAC 12 em Botucatu corroboram essa afirmação.

No entanto Normanha e Pereira (1962), Conceição (1981a) e Lorenzi (2003) afirmam que a poda pode proporcionar o desenvolvimento de uma área foliar maior no segundo ciclo vegetativo comparada a plantas não podadas. Lorenzi (2003) afirma ainda que a produtividade das raízes de mandioca em plantas podadas pode aumentar ou diminuir, dependendo do saldo de assimilados consumidos das raízes para as novas brotações após a poda e o produzido pela fotossíntese da nova parte aérea. O aumento no diâmetro das raízes tuberosas (Tabela 18), e da massa média de matéria seca das raízes (Tabela 19) da variedade IAC 90 em Botucatu, provavelmente está relacionada ao maior saldo de carboidratos após a poda no segundo ciclo como afirmou Lorenzi (2003).

Williams (1974) considerou o diâmetro das raízes como o principal componente da produção de raízes de mandioca. Todavia, as muitas variações no formato das raízes dos diferentes genótipos (FUKUDA e GUEVARA, 1998; CARVALHO e FUKUDA, 2006) podem comprometer a comparação desse parâmetro entre as variedades. Considerando esse aspecto, a massa de matéria seca de raízes aliada ao número médio de raízes por planta, são bons indicativos para a composição da produção de raízes de mandioca, independente das variações no formato das raízes entre os genótipos.

Os efeitos da poda na massa média de matéria seca de raízes em todas as variedades em São Manuel corroboram aos resultados obtidos para o diâmetro médio das raízes nas variedades IAC 14, IAC 15 e IAC 90, e em Botucatu com a variedade IAC 90 (Tabelas 17 e 18). De maneira semelhante ao diâmetro médio de raízes, os resultados observados indicam que a poda também pode alterar de maneira significativa a massa média de matéria seca de raízes, podendo reduzi-la como observado para as variedades IAC 14, IAC 15 e IAC 90 em São Manuel e IAC 12 em Botucatu, aumentar como pode ser visto na variedade IAC 12 em Botucatu, ou ainda não ocasionar alterações significativas dependendo das variedades e dos ambientes (Tabela 19).

Como discutido anteriormente para o diâmetro médio, a redução da massa média de matéria seca das raízes com a poda, também está relacionada com o consumo de carboidratos nas raízes tuberosas para as novas brotações após a poda (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003) e ao maior desenvolvimento da parte aérea, como pode ser observado no maior número de hastes e produtividade total de matéria seca de parte aérea nos tratamentos podados (Tabelas 12 e 13). O aumento no diâmetro das raízes tuberosas (Tabela 18) e da massa média de matéria seca das raízes (Tabela 19) da variedade IAC 90 provavelmente está relacionado ao maior saldo de carboidratos oriundos da maior atividade fotossintética da nova parte aérea formada após a poda, como afirma Lorenzi (2003).

#### **6.1.5. Produtividade e teor de matéria seca de raízes**

O teor de matéria seca e a produtividade de matéria seca de raízes observados para a variedade IAC 12 em São Manuel foi excluído da análise estatística e da discussão dos resultados, devido a influência de fatores externos.

Observou-se na análise da variância conjunta, efeito significativo no teor de matéria seca das raízes para as interações local x poda, local x variedade e a interação tripla local x poda x variedade (Tabela 20). Na análise da variância em Botucatu observa-se efeito significativo de variedades e em São Manuel de poda e variedades.

Para a produtividade de matéria seca de raízes, observa-se na análise da variância conjunta efeito significativo para as interações local x poda, local x variedade, poda x variedade e local x poda x variedade (Tabela 20). Observa-se na análise da variância da em Botucatu efeito significativo de variedade e para a interação poda x variedade, e em São Manuel efeito de poda e variedade.

Tabela 20. Valores de F obtidos na análise da variância do teor de matéria seca das raízes e da produtividade de matéria seca das raízes, de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Causas de variação	Teor de matéria seca de raízes	Produtividade de matéria seca de raízes
	----- Botucatu -----	
Poda	0,24 <sup>ns</sup>	3,02 <sup>ns</sup>
Variedade	5,63 <sup>**</sup>	7,63 <sup>**</sup>
Poda x variedade	2,65 <sup>ns</sup>	4,51 <sup>**</sup>
Coefficiente de variação	8,27	26,12
	----- São Manuel -----	
Poda	35,53 <sup>**</sup>	40,03 <sup>**</sup>
Variedades	11,09 <sup>**</sup>	15,54 <sup>**</sup>
Poda x variedade	1,05 <sup>ns</sup>	1,75 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	3,32	13,37
	- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -	
Local	65,14 <sup>**</sup>	98,24 <sup>**</sup>
Poda	10,75 <sup>**</sup>	3,98 <sup>**</sup>
Variedade	9,23 <sup>**</sup>	10,93 <sup>**</sup>
Local x poda	8,18 <sup>**</sup>	36,99 <sup>**</sup>
Local x variedade	2,78 <sup>*</sup>	7,05 <sup>**</sup>
Poda x variedade	2,57 <sup>ns</sup>	3,49 <sup>**</sup>
Local x poda x variedade	2,28 <sup>*</sup>	3,59 <sup>*</sup>
Coefficiente de variação	6,33	18,86

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$ ; <sup>\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo.

Em Botucatu, a poda reduziu significativamente o teor de matéria seca das raízes da variedade IAC 12 em 4,59 %, e para as demais variedades não houveram diferenças significativas entre os tratamentos conduzidos com e sem poda (Tabela 21). Em São Manuel entretanto observou-se com a poda a redução no teor de matéria seca das raízes em todas as variedades estudadas, de aproximadamente 3 %. A queda no teor de matéria seca das raízes das plantas submetidas à poda está relacionada com o consumo de carboidratos das raízes tuberosas para as novas brotações, como afirmam diversos autores (NORMANHA e PEREIRA, 1962; DIAS, 1966; ALBUQUERQUE, 1969; CORREA et al, 1973; SOUZA, 2000; OLIVEIRA, 2010).

Tabela 21. Teor de matéria seca das raízes (%) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
	----- % -----			
IAC 12	40,13 Aa	35,55 Ba	-	-
IAC 14	41,84 Aa	37,70 Aa	46,04 Aa	43,64 Ba
IAC 15	35,88 Aab	37,93 Aa	42,95 Aa	39,74 Bb
IAC 90	38,50 Aab	40,21 Aa	43,28 Aa	41,16 Bab
Fibra	31,98 Ab	34,55 Aa	43,37 Aa	38,92 Bb

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

Observou-se diferenças varietais significativas no teor de matéria seca das raízes entre os tratamentos conduzidos sem poda em Botucatu e com poda em São Manuel (Tabela 21). Em Botucatu, entre os tratamentos sem poda, observou-se para a variedade IAC 14 o maior teor de matéria seca das raízes 41,84 %, diferindo significativamente somente da variedade Fibra com 31,98 %. Em São Manuel entre os tratamentos conduzidos com poda, também a variedade IAC 14 obteve o maior teor de matéria seca das raízes 43,64 %, não diferindo da variedade IAC 90, e significativamente superior as demais variedades.

As diferenças observadas nos teores de matéria seca das raízes entre as variedades relacionam-se com a ampla variabilidade genética (FUKUDA e GUEVARA, 1998; CARVALHO e FUKUDA, 2006). No entanto os resultados variaram também em função do ambiente (TAKAHASHI, 1998; LORENZI, 2003). De maneira geral, os resultados mostraram que a poda pode reduzir ou ainda não alterar significativamente os teores de matéria seca das raízes, variando entretanto em função das variedades e das condições ambientais (Tabela 21).

Observou-se em Botucatu que a poda aumentou de maneira significativa a produtividade de matéria seca de raízes de mandioca das variedades IAC 15 e IAC 90 (Tabela 22). Para as demais variedades em Botucatu não foi observado efeito significativo da poda. Após a poda no segundo ciclo, de maneira geral as plantas de mandioca exibem uma área foliar mais vigorosa e exuberante refletindo na produtividade de matéria seca de raízes (NORMANHA e PEREIRA 1962; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003). O aumento da produtividade de matéria seca de raízes observado nas variedades IAC 15 e IAC

90 possivelmente está relacionado com o maior saldo de carboidratos no segundo ciclo vegetativo, comparado aos respectivos tratamentos sem poda como afirma Lorenzi (2003).

Em Botucatu, observou-se também maior número de hastes nos tratamentos submetidos à poda e aumento na produtividade total de matéria seca de parte aérea em todas as variedades estudadas (Tabelas 12 e 13) o que indica interação significativa entre esses parâmetros e a produtividade de matéria seca de raízes nas variedades IAC 15 e IAC 90 (Tabela 22).

Em São Manuel, a poda reduziu significativamente a produtividade de matéria seca de raízes das variedades IAC 14, IAC 15 e IAC 90 (Tabela 22). As diferenças observadas em São Manuel com a poda das demais variedades não foram significativas. Neste local, a queda na produtividade de matéria seca de raízes com a poda observada para as variedades IAC 14, IAC 15 e IAC 90, sugere que o saldo de carboidratos armazenados nas raízes no segundo ciclo após a poda foi inferior aos tratamentos conduzidos sem poda, como afirma Lorenzi (2003).

Tabela 22. Produtividade de matéria seca de raízes ( $t\ ha^{-1}$ ) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
	----- t ha <sup>-1</sup> -----			
IAC 12	7,70 Aa	5,28 Ab	-	-
IAC 14	11,38 Aa	9,61 Ab	22,96 Aa	16,99 Ba
IAC 15	6,32 Ba	9,81 Ab	15,28 Ab	11,28 Bb
IAC 90	9,53 Ba	15,87 Aa	18,05 Ab	11,48 Bb
Fibra	8,33 Aa	9,37 Ab	15,97 Ab	13,71 Aab

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

Em Botucatu a poda aumentou a produtividade das variedades IAC 15 e IAC 90, e em São Manuel provocou a queda das variedades IAC 14, IAC 15 e IAC 90 (Tabela 22). Observa-se a partir desses resultados que a produtividade de matéria seca de raízes de plantas podadas responde de maneira diferenciada entre as variedades e ambientes avaliados, como também afirmaram Takahashi (1998) e Lorenzi (2003).

Observou-se também diferenças significativas entre as variedades nos tratamentos conduzidos com poda em Botucatu e em São Manuel entre os tratamentos conduzidos com poda e sem poda (Tabela 22). Em Botucatu entre os tratamentos com poda a variedade IAC 90 obteve a maior produtividade de matéria seca de raízes, diferindo significativamente das demais. Em São Manuel entre os tratamentos conduzidos sem poda as variedades IAC 14 superaram significativamente a produtividade de matéria seca de raízes das outras variedades, e entre os tratamentos conduzidos com poda as variedades IAC 14 superaram as variedades IAC 15 e IAC 90 e não diferiu da Fibra.

Como descrito anteriormente as diferenças observadas na produtividade de matéria seca de raízes entre as variedades correspondem as diferenças genéticas (FUKUDA e GUEVARA, 1998; CARVALHO e FUKUDA, 2006), não obstante, as diferentes respostas entre as variedades observadas em Botucatu e São Manuel também indicam significativo efeito do ambiente.

#### **6.1.6. Produtividade e teor de matéria seca de cepas**

Observou-se na análise da variância conjunta do teor de matéria seca das cepas que não houveram efeito significativo para as interações testadas, todavia a análise conjunta indicou efeito de local, poda e variedades (Tabela 23). Observa-se na análise da variância do teor de matéria seca das cepas em Botucatu, efeito significativo somente para variedade, e em São Manuel efeitos de poda, variedade e da interação poda x variedade.

A análise conjunta da produtividade de matéria seca de cepas indicou efeito significativo das interações local x poda, local x variedade e da interação tripla local x poda x variedade (Tabela 23). Na análise da variância desse parâmetro em Botucatu observou-se efeito significativo somente de poda, e em São Manuel efeito de poda, variedade e da interação poda x variedade.

Tabela 23. Valores de F obtidos na análise da variância do teor de matéria seca das cepas e da produtividade de matéria seca de cepas, de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Causas de variação	Teor de matéria seca das cepas	Produtividade de matéria seca de cepas
----- Botucatu -----		
Poda	2,90 <sup>ns</sup>	7,18 <sup>**</sup>
Variedade	12,38 <sup>**</sup>	1,27 <sup>ns</sup>
Poda x variedade	1,31 <sup>ns</sup>	1,86 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	4,48	15,72
----- São Manuel -----		
Poda	8,34 <sup>**</sup>	8,42 <sup>**</sup>
Variedade	8,52 <sup>**</sup>	8,16 <sup>**</sup>
Poda x variedade	2,9 <sup>*</sup>	2,83 <sup>*</sup>
Coefficiente de variação	3,45	12,46
- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -		
Local	8,61 <sup>**</sup>	23,76 <sup>**</sup>
Poda	9,78 <sup>**</sup>	0,35 <sup>ns</sup>
Variedade	20,4 <sup>**</sup>	1,31 <sup>ns</sup>
Local x poda	0,21 <sup>ns</sup>	14,79 <sup>**</sup>
Local x variedade	1,38 <sup>ns</sup>	5,55 <sup>**</sup>
Poda x variedade	2,35 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>
Local x poda x variedade	1,50 <sup>ns</sup>	3,09 <sup>*</sup>
Coefficiente de variação	3,99	14,48

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$ ; <sup>\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo.

Observa-se na Tabela 24, que a poda não alterou significativamente o teor de matéria seca das cepas em ambos locais e em quase todas as variedades, com exceção da variedade IAC 14 em São Manuel. Lorenzi (2003) afirma que em muitas situações a maniva-semente pode armazenar quantidades consideráveis de açúcares, que podem ser mobilizados após a poda para as novas brotações. Considerando essa afirmação, a redução no teor de matéria seca das cepas observado com a poda da variedade IAC 14 em São Manuel pode estar relacionado com o consumo de assimilados eventualmente armazenados na cepa e raízes tuberosas para a formação da nova parte aérea.

Em São Manuel não houve diferença significativas do teor de matéria seca das cepas entre as variedades conduzidas com poda e sem poda (Tabela 24). No entanto em Botucatu entre os tratamentos sem poda a variedade IAC 14 obteve o maior teor de matéria seca, diferindo significativamente das demais, e entre os tratamentos com poda a variedade



IAC 14 também proporcionou o maior teor de matéria seca das cepas, superando significativamente as variedades IAC 12 e Fibra e não diferindo das demais.

Tabela 24. Teor de matéria seca de cepas (%) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
	----- % -----			
IAC 12	36,74 Ab	36,08 Ab	38,42 Aa	38,49 Aa
IAC 14	42,50 Aa	40,49 Aa	43,30 Aa	39,40 Ba
IAC 15	36,62 Ab	37,81 Aab	38,80 Aa	37,27 Aa
IAC 90	38,29 Ab	37,49 Aab	38,49 Aa	38,38 Aa
Fibra	37,55 Ab	35,28 Ab	38,51 Aa	37,85 Aa

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

Observa-se em Botucatu alterações no teor de matéria seca entre as variedades devido a variabilidade genética. No entanto, diferente dos demais parâmetros avaliados, os efeitos da poda e as variações ambientais parecem ter demonstrado menor influência no teor de matéria seca das cepas (Tabela 24).

Na Tabela 25, observa-se efeito significativo da poda na produtividade de matéria seca de cepas em algumas variedades nos dois locais. Em Botucatu observou-se aumento na produtividade de matéria seca de cepas da variedade IAC 90, e em São Manuel redução significativa da produtividade nas variedades IAC 12 e IAC 90.

O aumento na produtividade de matéria seca de cepas com a poda da variedade IAC 90 em Botucatu (Tabela 25) correlacionou-se positivamente com a produtividade de matéria seca de raízes (Tabela 22), e provavelmente está relacionado com maior saldo de assimilados translocados para as raízes no segundo ciclo após a poda (LORENZI, 2003). A queda na produtividade de matéria seca de cepas com a poda observada em São Manuel nas variedades IAC 12 e IAC 90 podem estar relacionadas com um menor saldo de carboidratos translocados para as raízes após a poda (LORENZI, 2003), ou ainda com um maior consumo de carboidratos das cepas para a formação da nova parte aérea.

Tabela 25. Produtividade de matéria seca de cepas ( $t\ ha^{-1}$ ) de cinco variedades de mandioca avaliadas na colheita (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
	----- t ha <sup>-1</sup> -----			
IAC 12	3,64 Aa	3,80 Aa	4,43 Aa	3,49 Bab
IAC 14	4,02 Aa	4,75 Aa	3,13 Ab	2,64 Ab
IAC 15	3,72 Aa	4,59 Aa	3,86 Aab	3,84 Aa
IAC 90	3,52 Aa	4,77 Ba	3,74 Aab	2,92 Bab
Fibra	4,08 Aa	3,77 Aa	3,20 Ab	3,47 Aab

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

Observou-se também na análise da produtividade de matéria seca de cepas, diferenças varietais no experimento conduzido em São Manuel. Em Botucatu não houve diferenças significativas entre as variedades para esse parâmetro. Essas variações não correlacionaram-se com as variações observadas no teor de matéria seca das cepas, e indicam diferenças genéticas entre as variedades. Observou-se de maneira geral para este parâmetro influência do local e de variedade nas respostas obtidas com a poda da parte aérea (Tabela 25).

#### 6.1.7. Produtividade de matéria seca total

A produtividade de matéria seca total observada na variedade IAC 12 em São Manuel foi excluída da análise estatística e da discussão dos resultados, devido a influência de fatores.

A análise da variância conjunta da produtividade de matéria seca total indicou efeito significativo para a interação local x poda e para a interação tripla local x poda x variedade (Tabela 26). Observa-se na análise da variância em Botucatu diferença significativa para poda e variedade, e em São Manuel efeito de poda, variedade e da interação poda x variedade.

Tabela 26. Valores de F obtidos na análise da variância da produtividade de matéria seca total ( $t\ ha^{-1}$ ), de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Causas de variação	Produtividade de matéria seca total	
	- Botucatu -	- São Manuel -
Poda	75,68**	13,46**
Variedade	14,72**	12,11**
Poda x variedade	2,33 <sup>ns</sup>	1,52*
Coefficiente de variação	14,49	15,42
	- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -	
Local	2,42 <sup>ns</sup>	
Poda	1,23 <sup>ns</sup>	
Variedade	19,64**	
Local x poda	71,71**	
Local x variedade	2,48 <sup>ns</sup>	
Podas x variedade	2,03 <sup>ns</sup>	
Local x poda x variedade	1,57**	
Coefficiente de variação	14,95	

\*\* significativo  $\alpha \leq 0,01$ ; \* significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo.

Em Botucatu a poda aumentou significativamente a produtividade de matéria seca total para as variedades IAC 14, IAC 15, IAC 90 e Fibra, e não proporcionou alteração significativa na variedade IAC 12 (Tabela 27). Em São Manuel, a poda reduziu a produtividade matéria seca total das variedades IAC 14 e IAC 90, nas demais variedades não foram observadas diferenças significativas com a poda.

O acréscimo significativo na produtividade de matéria seca total com a poda observado em Botucatu (Tabela 27) relaciona-se com o aumento no número de hastes (Tabela 13), e com a produtividade total de matéria seca da parte aérea (Tabela 14). Para as variedades IAC 15 e IAC 90 o aumento na produtividade de matéria seca total está relacionado também com o aumento na produtividade de matéria seca de raízes com a poda (Tabela 22).

Tabela 27. Produtividade de matéria seca total ( $t\ ha^{-1}$ ), de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
	----- t ha <sup>-1</sup> -----			
IAC 12	18,22 Ab	22,54 Ac	-	-
IAC 14	26,56 Ba	34,01 Aa	36,74 Aa	29,05 Ba
IAC 15	14,58 Bb	25,75 Abc	26,40 Ab	21,18 Aab
IAC 90	19,16 Bab	33,12 Aab	26,96 Ab	19,59 Bb
Fibra	15,29 Bb	25,08 Abc	22,71 Ab	22,49 Aab

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

Boerboom (1978) citado por Alves (2006) demonstra correlação positiva entre o acúmulo de matéria seca total e de matéria seca de raízes tuberosas, como também pode ser observado para as variedades IAC 15 e IAC 90 em Botucatu (Tabelas 26 e 21). O aumento na produtividade total de matéria seca de raízes com a poda está relacionado com o maior saldo de carboidratos após a poda como descreveu Lorenzi (2003). Todavia para as variedades IAC 14 e Fibra em Botucatu o aumento na produtividade total de matéria seca ocorreu principalmente devido ao acúmulo de assimilados na parte aérea como pode ser observado na Tabela 14 e não nas raízes tuberosas (Tabela 22).

Em São Manuel observou-se redução significativa na produtividade total de matéria seca com a poda das variedades IAC 14 e IAC 90 (Tabela 27). As demais variedades não diferiram significativamente entre os tratamentos com poda e sem poda. A redução na produtividade de matéria seca total da variedade IAC 14 com a poda correlacionou-se com a queda na produtividade de matéria seca da parte aérea e (Tabela 14) de raízes (Tabela 22). Para a variedade IAC 90 a poda proporcionou queda na produtividade total de matéria seca (Tabela 27) e de matéria seca de raízes (Tabela 22).

Em São Manuel, a queda na produtividade total de matéria seca das variedades IAC 14 e IAC 90 com a poda também indica, nessas condições menor saldo de carboidratos no segundo ciclo vegetativo, como sugeriu Lorenzi (2003). As diferentes respostas observadas para a produtividade total de matéria seca com a poda em Botucatu e São Manuel demonstram também significativa influência do ambiente e das variedades.

Observou-se também como nos demais parâmetros diferenças significativas entre as variedades na produtividade de matéria seca total (Tabela 27). Em Botucatu nos tratamentos conduzidos com e sem poda a variedade IAC 14 obteve produtividade de matéria seca total superior às variedades IAC 15 e Fibra, e não diferiu estatisticamente quanto a esse parâmetro da variedade IAC 90. Em São Manuel entre os tratamentos conduzidos sem poda a variedade IAC 14 obteve maior produtividade de matéria seca total que demais variedades, e entre os tratamentos conduzidos com poda, superou apenas a variedade IAC 90, não diferindo estatisticamente das demais.

#### **6.1.8. Partição de assimilados**

Os resultados referentes ao índice de colheita (IC), percentual de matéria seca de parte aérea em relação à matéria seca total (PA%) e percentual de matéria seca de cepa em relação à matéria seca total (C%), observados para a variedade IAC 12 em São Manuel foram excluídas da análise estatística e da discussão dos resultados, devido a influência de fatores externos.

Não houve efeito significativo na análise da variância conjunta em nenhuma das interações testadas para o IC (Tabela 28). Para o PA%, a análise conjunta indicou efeito significativo para as interações local x poda, e poda x variedade. Para o C% a análise conjunta indicou efeito significativo para as interações local x poda, poda x variedade e para a interação tripla local x poda x variedade.

Na análise da variância do IC em Botucatu e em São Manuel observou-se efeito significativo dos fatores poda e de variedade (Tabela 28). Para o PA% em ambos locais a análise da variância indicou diferença significativa de poda e de variedade, e em Botucatu houve também efeito da interação poda x variedade. Para o C% a análise da variância indicou para Botucatu e São Manuel efeito de poda e de variedade, e em Botucatu houve também efeito significativo da interação poda x variedade.

Tanto em Botucatu como em São Manuel observou-se a redução do IC com a poda (Tabela 29). Em Botucatu a poda reduziu o IC das variedades IAC 14 e Fibra, e em São Manuel reduziu o IC das variedades IAC 90 e Fibra. As demais variedades não diferiram significativamente quanto ao IC entre os tratamentos com poda e sem poda.

Tabela 28. Valores de F obtidos na análise da variância do índice de colheita (IC), percentuais de matéria seca de parte aérea (PA%) e cepa (C%) em relação à matéria seca total, de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Causas de variação	IC	Botucatu	
		PA%	C%
Poda	16,93 <sup>**</sup>	56,78 <sup>**</sup>	32,49 <sup>**</sup>
Variedade	4,94 <sup>**</sup>	9,75 <sup>**</sup>	7,14 <sup>**</sup>
Variedade x poda	1,79 <sup>ns</sup>	3,18 <sup>*</sup>	3,87 <sup>*</sup>
Coefficiente de variação	20,07	16,94	18,01
----- São Manuel -----			
Poda	9,51 <sup>**</sup>	5,21 <sup>*</sup>	10,62 <sup>**</sup>
Variedade	4,64 <sup>**</sup>	6,20 <sup>**</sup>	37,69 <sup>**</sup>
Variedade x poda	0,55 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	9,40	22,27	11,23
-- Análise conjunta Botucatu e São Manuel --			
Locais	118,40 <sup>**</sup>	83,02 <sup>**</sup>	55,72 <sup>**</sup>
Poda	24,54 <sup>**</sup>	41,77 <sup>**</sup>	3,88 <sup>ns</sup>
Variedade	5,01 <sup>**</sup>	11,40 <sup>**</sup>	19,00 <sup>**</sup>
Local x poda	0,44 <sup>ns</sup>	12,35 <sup>**</sup>	41,03 <sup>**</sup>
Local x variedade	2,27 <sup>ns</sup>	1,96 <sup>ns</sup>	2,41 <sup>ns</sup>
Poda x variedade	1,73 <sup>ns</sup>	2,72 <sup>*</sup>	3,06 <sup>*</sup>
Local x poda x variedade	1,56 <sup>ns</sup>	2,52 <sup>ns</sup>	4,60 <sup>**</sup>
Coefficiente de variação	13,73	19,11	16,42

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$ ; <sup>\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo.

Tabela 29. Índice de colheita (IC) de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
	----- IC % -----			
IAC 12	41,74 Aa	23,63 Bb	-	-
IAC 14	42,69 Aa	28,13 Bb	62,47 Aa	59,86 Aa
IAC 15	42,54 Aa	37,96 Aab	57,89 Aa	52,91 Aa
IAC 90	48,07 Aa	47,79 Aa	66,87 Aa	58,14 Ba
Fibra	52,39 Aa	37,40 Bab	70,32 Aa	61,54 Ba

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

Em Botucatu nas variedades que a poda reduziu o IC (Tabela 29), não observou-se diferenças significativas na produtividade total de matéria seca de raízes entre os tratamentos com poda e sem poda (Tabela 22), no entanto para as variedades que não alteraram significativamente o IC com a poda, observou-se o acréscimo na produtividade total de matéria seca de raízes nos tratamentos conduzidos com poda. Cock et al (1977), Williams (1972) e El-Sharkawy (2004) afirmam que altas produtividades de raízes podem ser observadas em genótipos que possuam alto IC, próximos ou superiores a 50% (EL-SHARKAWY, 2006). Os resultados observados em Botucatu demonstraram que entre as variedades que o IC manteve-se inalterado (IAC 15 e IAC 90), pode-se observar acréscimo na produtividade de matéria seca de raízes (Tabela 22), porém, onde houve redução do IC com a poda, (Tabela 29) não observou-se diferenças significativas na produtividade de matéria seca de raízes (Tabela 22). Em São Manuel, a poda reduziu o IC das variedades IAC 90 e Fibra (Tabela 29), entretanto redução significativa na produtividade foi observada somente para a variedade IAC 90 com poda.

Em Botucatu, não observou-se diferenças significativas no IC entre as variedades conduzidas sem poda, no entanto entre os tratamentos podados a variedade IAC 90 obteve o maior IC não diferindo das variedades IAC 15 e Fibra, e superando as demais. Em São Manuel, nos tratamentos conduzidos com e sem poda, não houve alterações no IC entre as variedades avaliadas. Kawano (1982) Howeler e Cadavid (1983) e Alves (2006) afirmam que grandes diferenças no IC são observadas entre as variedades cultivadas, como também pode ser constatada entre as variedades avaliadas.

De maneira geral, os resultados observados evidenciam que a poda pode reduzir ou ainda não alterar significativamente o IC, entretanto diferentes respostas foram observadas entre as variedades, e entre os ambientes (Tabela 29).

Em Botucatu e São Manuel observou-se nos tratamentos com poda o aumento do PA% em todas as variedades. Em Botucatu acréscimos significativos foram observadas nas variedades IAC 12, IAC 14, IAC 15 e Fibra, e em São Manuel nas variedades IAC 90 e Fibra (Tabela 30). As médias das demais variedades não diferiram significativamente entre os tratamentos com e sem poda.

Em Botucatu o aumento no PA% com a poda (Tabela 30), relacionou-se com o aumento no número de hastes (Tabela 13) e com a produtividade de matéria seca de

parte aérea com a poda (Tabela 14) observado em todas as variedades. Em São Manuel, o aumento PA% com a poda relacionou-se com o aumento no número de hastes (Tabela 13).

Tabela 30. Percentual de matéria seca de parte aérea em relação à matéria seca total (PA%) de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
	----- PA % -----			
IAC 12	38,09 Ba	59,36 Aa	-	-
IAC 14	41,97 Ba	57,86 Aa	28,97 Aa	30,95 Aa
IAC 15	31,18 Bab	44,15 Aab	27,38 Aab	28,74 Aa
IAC 90	33,17 Aab	37,87 Ab	19,22 Bab	26,59 Aa
Fibra	19,52 Bb	47,56 Aab	15,53 Bb	22,82 Aa

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

Diversos autores afirmam que após a poda as plantas de mandioca desenvolvem uma parte aérea mais vigorosa comparada a plantas não podadas (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003). Os resultados observados na Tabela 30 corroboram essa afirmação, ao demonstrarem o acréscimo relativo no PA% com a poda comparado aos tratamentos conduzidos sem poda.

Diferenças varietais também foram observadas no PA% (Tabela 30). Em Botucatu, nos tratamentos conduzidos sem poda, observou-se maior PA% nas variedades IAC 12 e IAC 14 superando significativamente a variedade Fibra, nos tratamentos com poda, as variedades IAC 12 e IAC 14 obtiveram maior PA% que a variedade IAC 90. Em São Manuel, nos tratamentos sem poda observou-se na variedade IAC 14 maior valor de PA% não diferindo das variedades IAC 15 e IAC 90, e superando significativamente a variedade Fibra, entre os tratamentos conduzidos com poda, não houve diferenças significativas entre as variedades.

Não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliaram o PA% no entanto observou-se que a poda aumenta o acúmulo relativo de assimilados na parte aérea, porém as respostas variaram em função das variedades e do ambiente (Tabela 30).



Observou-se em Botucatu com a poda, a redução significativa do C% das variedades IAC 15 e Fibra (Tabela 31). No entanto, em São Manuel a poda aumentou significativamente o C% da variedade IAC 15. As demais variedades não diferiram quanto ao C% entre os tratamentos conduzidos com e sem poda.

Tabela 31. Percentual de matéria seca de cepa em relação à matéria seca total (C%) de cinco variedades de mandioca (22 meses), cultivadas com e sem poda em Botucatu e São Manuel.

Variedades	Botucatu		São Manuel	
	Sem poda	Com poda	Sem poda	Com poda
	----- C % -----			
IAC 12	20,17 Abc	17,02 Aa	-	-
IAC 14	15,34 Ac	14,02 Aa	8,56 Ab	9,19 Ab
IAC 15	26,28 Aab	17,90 Ba	14,73 Ba	18,35 Aa
IAC 90	18,77 Abc	14,34 Aa	13,92 Aa	15,27 Aa
Fibra	28,09 Aa	15,04 Ba	14,15 Aa	15,65 Aa

Letras maiúsculas iguais na linha, em cada local, não diferem estatisticamente entre os contrastes ortogonais ao nível  $\alpha \leq 0,05$ . Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

Os resultados observados também indicam efeitos varietais no C% (Tabela 31). Em Botucatu, entre os tratamentos conduzidos sem poda observou-se na variedade Fibra o maior C% superando as variedades IAC 12, IAC 14 e IAC 90, e não diferindo da IAC 15. Entre os tratamentos conduzidos com poda em Botucatu não observou-se diferenças significativas entre as variedades. Em São Manuel, entre os tratamentos conduzidos com e sem poda as variedades IAC 15, IAC 90 e Fibra obtiveram os maiores C%, não diferindo estatisticamente entre si, e superaram a variedade IAC 14 que apresentou o menor C%.

Os resultados observados demonstraram que a poda pode alterar o C% de algumas variedades (Tabela 31). Todavia os efeitos foram variáveis, resultados supressivos foram observados, assim como acréscimos no C%. De maneira geral, os resultados sugerem que o efeito da poda sobre esse parâmetro pode diferir em função das variedades e do ambiente, sugerindo a interação significativa entre esses fatores, como indicou a análise da variância conjunta e de ambos locais (Tabela 28).

## 6.2. Experimentos 3 e 4, épocas de poda

Observou-se nas plantas de mandioca desenvolvimento normal tanto em Botucatu como em São Manuel, e não houve ataque de pragas ou doenças. A emergência das plantas ocorreu normalmente entre o 10<sup>o</sup> e o 15<sup>o</sup> dia após o plantio.

### 6.2.1 Estande final

Como pode ser observado na análise da variância de Botucatu e São Manuel, não houve efeito significativo de época de poda no número de plantas colhidas (estande final), todavia observou-se efeito local na análise da variância conjunta (Tabela 32).

Tabela 32. Valores de F obtidos na análise da variância do estande final avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14 em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Estande final na colheita	
	- Botucatu -	- São Manuel -
Época de poda	0,69 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	1,30	4,00
	- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -	
Local	17,56 <sup>**</sup>	
Época de poda	0,30 <sup>ns</sup>	
Local x época de poda	0,53 <sup>ns</sup>	
Coefficiente de variação	2,94	

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$  e <sup>ns</sup> não significativo.

A análise estatística do estande final em todas épocas de poda, em cada local, pode ser observada na Tabela 33. Nenhuma das épocas de poda avaliadas diferiu estatisticamente do estande final observado nas testemunhas sem poda, em Botucatu e São Manuel. Esses resultados demonstraram que a época de poda não altera o estande final. Não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliaram o efeito de época de poda no número final de plantas de mandioca.

Observou-se em Botucatu maior estande final médio em relação a São Manuel (Tabela 33), essa variação corresponde principalmente às diferenças ambientais entre os locais.

Tabela 33. Médias do estande final (%) avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14 em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda.

Época de poda	Botucatu	São Manuel
	----- Estande final % -----	
Abril	98,96 <sup>ns</sup>	98,96 <sup>ns</sup>
Maio	100,00 <sup>ns</sup>	94,79 <sup>ns</sup>
Junho	98,96 <sup>ns</sup>	95,83 <sup>ns</sup>
Julho	100,00 <sup>ns</sup>	97,92 <sup>ns</sup>
Agosto	100,00 <sup>ns</sup>	96,88 <sup>ns</sup>
Setembro	98,96 <sup>ns</sup>	97,92 <sup>ns</sup>
Outubro	100,00 <sup>ns</sup>	96,88 <sup>ns</sup>
Novembro	100,00 <sup>ns</sup>	96,88 <sup>ns</sup>
Dezembro	98,96 <sup>ns</sup>	96,88 <sup>ns</sup>
Testemunha (sem em poda)	100,00	95,83
Estande final médio	99,58a	96,88b

<sup>ns</sup> não difere significativamente da testemunha sem poda pelo teste dos contrastes ortogonais.

Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

### 6.2.2. Produtividade e teor de matéria seca da parte aérea na poda

Observa-se na análise da variância conjunta do teor de matéria seca da parte aérea na poda, efeito significativo para a interação local e época de poda (Tabela 34). Procedeu-se então a análise da variância de cada local para o estudo desse parâmetro. Na análise da variância de Botucatu e São Manuel observou-se efeito significativo de época de poda.

Na análise conjunta da produtividade de matéria seca de parte aérea na poda observa-se efeito significativo de local (Tabela 34). A análise da variância de cada local, não indicou efeito significativo para a produtividade de matéria seca de parte aérea na poda.

Em cultivos com dois ciclos vegetativos Normanha e Pereira (1962) e Lorenzi (2003) descreveram que entre os meses de abril a agosto nas regiões subtropicais do Brasil ocorre o período de repouso fisiológico, caracterizado pela desfolha das plantas de

mandioca induzido pela queda de temperatura e pluviosidade, em algumas variedades ocorre também a seca dos ponteiros. Nesse período ocorre a paralização do crescimento das plantas de mandioca (HUNT et al., 1977; ALVES, 2006). Essas observações sugerem que os maiores teores de matéria seca na parte aérea são encontrados no período de repouso fisiológico, quando as plantas encontram-se com a parte aérea adulta e desfolhadas.

Tabela 34. Valores de F obtidos na análise de variância do teor de matéria seca da parte aérea e produtividade de matéria seca de parte aérea, da variedade IAC 14 em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Teor de matéria seca da parte aérea na poda	Produtividade de matéria seca de parte aérea na poda
----- Botucatu -----		
Época	11,81 <sup>**</sup>	2,12 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	7,07	13,02
----- São Manuel -----		
Época	19,55 <sup>**</sup>	0,95 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	6,47	48,44
- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -		
Local	118,89 <sup>**</sup>	19,20 <sup>**</sup>
Época	26,84 <sup>**</sup>	0,80 <sup>ns</sup>
Local x época	5,19 <sup>**</sup>	1,39 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	6,74	30,73

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$ , <sup>\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo.

Embora indicado pela análise da variância, tanto em Botucatu como em São Manuel, os resultados observados para o teor de matéria seca da parte aérea na poda foram dispersos, e não permitiram a descrição significativa desse efeito pelo modelo de regressão  $y = a + bx$  (Figura 3).

Para a produtividade de matéria seca de parte aérea na poda não foi observado efeito significativo na análise de regressão em Botucatu entre as épocas de poda, devido a elevada dispersão dos resultados (Figura 4), embora indicado na análise da variância. No entanto, os dados observados em São Manuel ajustaram-se ao modelo de regressão  $y = a - (a - b)e^{-(cx)^d}$  que descreveu o período de repouso fisiológico com a paralisação do crescimento de abril a julho, e a retomada do desenvolvimento da parte aérea com as novas brotações a partir de agosto com o aumento da temperatura e início das chuvas como descrevem diversos autores

(NORMANHA e PEREIRA, 1962; HUNT et al., 1977; LORENZI, 2003; ALVES, 2006; ANDRADE, 2010).

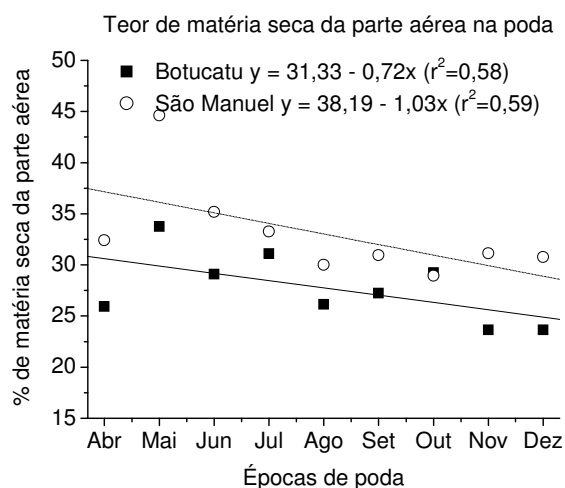


Figura 3. Análise de regressão do teor de matéria seca da parte aérea (%), da variedade IAC 14, em função das épocas de poda em Botucatu e São Manuel.

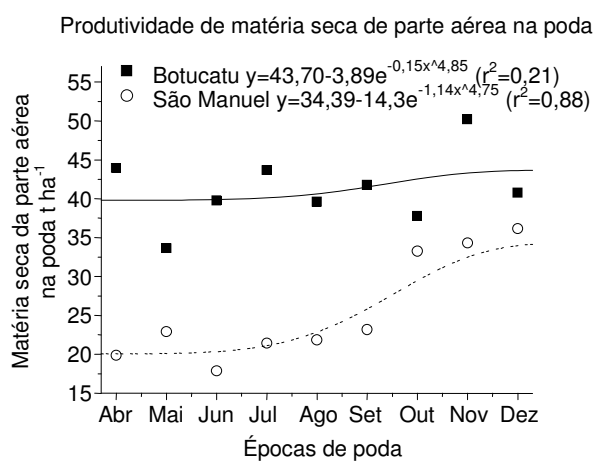


Figura 4. Análise de regressão da produtividade de matéria seca de parte aérea poda ( $t\ ha^{-1}$ ), da variedade IAC 14, em função das épocas de poda em Botucatu e São Manuel.

De maneira geral, observou-se em Botucatu uma maior produtividade de matéria seca de parte aérea na poda em relação a São Manuel, em todas as épocas avaliadas

(Figura 4). Essa diferença se deve a maior fertilidade natural do solo de Botucatu, que proporcionou um maior desenvolvimento da parte aérea, como afirmaram outros autores (NORMANHA e PEREIRA, 1952; ALBUQUERQUE, 1969; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003), embora não tenha sido encontrada grandes diferenças nos teores de macronutrientes nas análises de solo dos dois locais (Tabelas 5 e 6).

### 6.2.3. Número de hastes e produtividade total de matéria seca de parte aérea na colheita

Para o parâmetro número médio de hastes por planta, observa-se na análise da variância conjunta efeito significativo da interação entre local e época de poda (Tabela 35). Tanto em Botucatu como em São Manuel observou-se efeito significativo da época de poda no número de hastes por planta.

Para o parâmetro produtividade total de matéria seca de parte aérea houve efeito de local na análise conjunta da variância, e na análise desse parâmetro nos locais e foi identificado efeito significativo de época somente em Botucatu (Tabela 35).

Tabela 35. Valores de F obtidos na análise da variância do número médio de hastes por planta, e produtividade total de matéria seca de parte aérea da variedade IAC 14 (22 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Número médio de hastes por planta	Produtividade total de matéria seca de parte aérea
----- Botucatu -----		
Época	10,32 <sup>**</sup>	7,10 <sup>**</sup>
Coefficiente de variação	13,48	14,02
----- São Manuel -----		
Época	11,48 <sup>**</sup>	0,56 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	14,24	31,40
- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -		
Local	20,20 <sup>**</sup>	13,99 <sup>**</sup>
Época	18,6 <sup>**</sup>	2,93 <sup>**</sup>
Local x época	3,11 <sup>**</sup>	1,15 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	13,85	22,83

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$  e <sup>ns</sup> não significativo.

Como pode ser visto na Tabela 36, nos dois locais de estudo, em todas as épocas em que foram realizadas as podas observou-se maior número médio de hastes comparadas a testemunha sem poda. Essa característica se deve à brotação de um maior número de gemas nas hastes remanescentes após a poda, quando comparado às gemas que brotam das manivas-semente após o plantio. Segundo Conceição (1981a) e Lorenzi (2003), o número de hastes da planta de mandioca é definido logo na brotação das manivas-semente, característica que depende principalmente da variedade, vigor do material de plantio e tamanho da maniva-semente. Normanha e Pereira (1962) afirmaram que após a poda originam-se dois ou três brotos por planta que dão origem às hastes. Observou-se nesse experimento aumento aproximado de 2,0 a 2,5 vezes no número de hastes das plantas de mandioca submetidas à poda.

Tabela 36. Número médio de hastes por planta da variedade IAC 14, observado na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda e avaliado por contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.

Tratamentos Época de poda	Número médio de hastes por planta	
	Botucatu	São Manuel
Abril	4,27 <sup>**</sup>	3,35 <sup>**</sup>
Maio	4,61 <sup>**</sup>	3,05 <sup>*</sup>
Junho	4,73 <sup>**</sup>	3,30 <sup>**</sup>
Julho	4,69 <sup>**</sup>	3,85 <sup>**</sup>
Agosto	5,26 <sup>**</sup>	4,67 <sup>**</sup>
Setembro	5,60 <sup>**</sup>	4,35 <sup>**</sup>
Outubro	4,51 <sup>**</sup>	4,71 <sup>**</sup>
Novembro	4,42 <sup>**</sup>	4,66 <sup>**</sup>
Dezembro	4,75 <sup>**</sup>	4,97 <sup>**</sup>
Testemunha (sem poda)	1,96	2,06

<sup>\*\*</sup>( $\alpha \leq 0,01$ ) e <sup>\*</sup>( $\alpha \leq 0,05$ ) diferem estatisticamente da testemunha pelo teste dos contrastes ortogonais.

Com relação à produtividade total de matéria seca da parte aérea, verifica-se em Botucatu houve aumento significativo na produtividade total de matéria seca de parte aérea nas épocas de poda realizadas entre os meses de abril a novembro, em relação à testemunha sem poda (Tabela 37). No entanto, em São Manuel não foram observadas diferenças significativas na produtividade total de matéria seca de parte aérea entre as épocas de poda e a testemunha.

As maiores produtividades de matéria seca da parte aérea com a poda observadas em Botucatu estão relacionadas com o maior número de hastes (Tabela 36) e provavelmente com a alta fertilidade natural desse solo (Tabela 5). Diversos autores afirmam que solos de alta fertilidade podem proporcionar maior desenvolvimento das plantas de mandioca (NORMANHA e PEREIRA, 1962; ALBUQUERQUE, 1969; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003). Os resultados demonstraram que poda realizada em ambiente com solo de alta fertilidade pode proporcionar acréscimos significativos na produtividade total de matéria seca de parte aérea em relação à testemunha sem poda. Em São Manuel embora observadas médias superiores em algumas épocas de poda em relação à testemunha, essas diferenças não foram significativas, o que sugere menor desenvolvimento da parte aérea com a poda nesse ambiente, concordando com os autores citados.

Tabela 37. Produtividade total de matéria seca de parte aérea ( $t\ ha^{-1}$ ) da variedade IAC 14, observado na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda e avaliado por contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.

Tratamentos Época de poda	Produtividade total de matéria seca de parte aérea	
	Botucatu	São Manuel
	----- $t\ ha^{-1}$ -----	
Abril	16,92 <sup>**</sup>	11,30 <sup>ns</sup>
Maio	16,91 <sup>**</sup>	15,52 <sup>ns</sup>
Junho	18,98 <sup>**</sup>	12,98 <sup>ns</sup>
Julho	20,64 <sup>**</sup>	16,22 <sup>ns</sup>
Agosto	18,66 <sup>**</sup>	14,60 <sup>ns</sup>
Setembro	17,30 <sup>**</sup>	12,70 <sup>ns</sup>
Outubro	14,82 <sup>*</sup>	14,31 <sup>ns</sup>
Novembro	16,34 <sup>**</sup>	12,82 <sup>ns</sup>
Dezembro	12,42 <sup>ns</sup>	12,53 <sup>ns</sup>
Testemunha (sem poda)	10,52	12,02

<sup>\*\*</sup> ( $\alpha \leq 0,01$ ) e <sup>\*</sup> ( $\alpha \leq 0,05$ ) diferem estatisticamente da testemunha pelo teste dos contrastes ortogonais.

<sup>ns</sup> não difere significativamente da testemunha pelo teste dos contrastes ortogonais.

Pela análise da regressão verifica-se que o efeito da época de poda no número médio de hastes por planta não foi significativo em Botucatu, sendo que em São Manuel ajustou-se ao modelo de regressão  $y=a-(a-b)e^{-(cx)^d}$ , onde pode ser observado praticamente o mesmo no número médio de hastes para as podas realizadas entre os meses de



abril a junho, seguida de um acréscimo até o mês de outubro e estabilizando-se até dezembro (Figura 5a).

Esses resultados parecem variar conforme o estado fisiológico e hormonal da parte aérea. Nos meses de abril a junho as plantas encontravam-se em senescência foliar ou já desfolhadas, característica que sugere uma composição hormonal particular do período de repouso fisiológico. Essa característica pode ter proporcionado a brotação de um menor número de gemas após a poda, originando conseqüentemente o menor número de hastes observado com a poda nesse período.

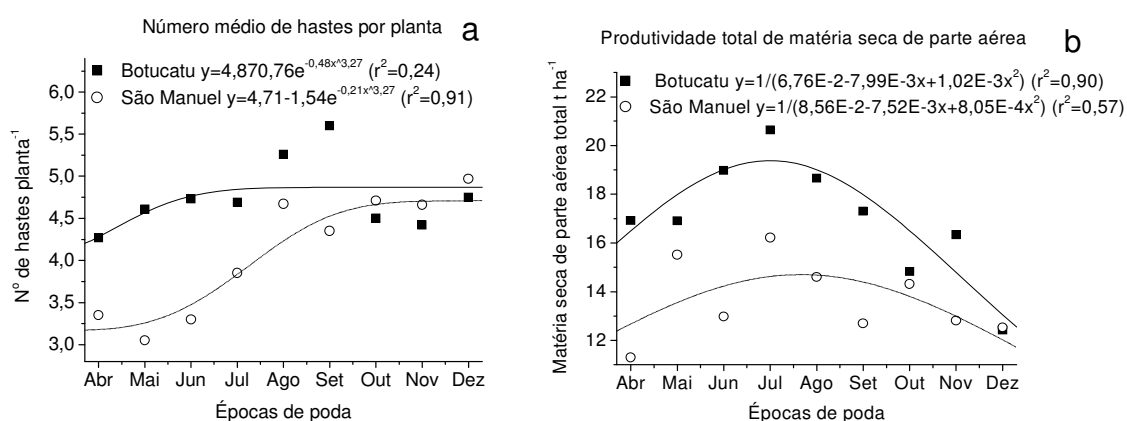


Figura 5. Análise de regressão do número médio de hastes por planta (a) e da produtividade total de matéria seca de parte aérea acumulada em t ha<sup>-1</sup> (b), avaliados na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, em função das épocas de poda avaliadas em Botucatu e São Manuel.

A partir do mês de agosto, iniciam-se normalmente as novas brotações independentemente da poda, devido a alteração na composição hormonal induzida pelo início das chuvas e aumento das temperaturas, promovendo a quebra da dormência das gemas nas extremidades das hastes e a sua brotação (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003). A composição hormonal das hastes nesse período, distinta do período de repouso fisiológico, pode ter proporcionado a brotação de um maior número de

gemas após a poda, sendo que estas encontravam-se em condições hormonais favoráveis a brotação.

Para a produtividade total de matéria seca de parte aérea, os resultados observados em São Manuel foram dispersos (Figura 5b). No entanto, em Botucatu os resultados obtidos ajustaram-se ao modelo de regressão  $y = 1/(a + bx + cx^2)$ , que descreveu a maior produtividade total de matéria seca de parte aérea com a poda realizada no mês de julho (Figura 5b). As podas anteriores a esse período originaram um menor número de hastes (Figura 5a), que juntamente com as baixas temperaturas e menor disponibilidade hídrica nessa época, possivelmente prejudicaram o desenvolvimento da parte aérea contribuindo para as reduzidas produtividades totais de matéria seca de parte aérea observadas.

Também houve decréscimo na produtividade total de matéria seca de parte aérea entre as podas realizadas de julho a dezembro em Botucatu (Figura 5b). Esse efeito ocorreu devido a realização da poda já no início do segundo ciclo vegetativo, quando as plantas já encontravam-se brotadas, retardando portanto seu desenvolvimento no segundo ciclo. Após o início do segundo ciclo (agosto/setembro), as podas mais tardias também proporcionaram redução nas produtividades totais de matéria seca de parte aérea. Esses resultados demonstram que a máxima produtividade total de matéria seca de parte aérea pode ser obtida com a poda no final do período de repouso fisiológico entre julho e agosto. Não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliassem a poda e a produtividade total acumulada de parte aérea de mandioca com dois ciclos vegetativos.

De maneira geral, observou-se em Botucatu maior produtividade de matéria seca de parte aérea comparada a São Manuel para todas as épocas de poda, exceto dezembro, e também para a testemunha sem poda (Figura 5b e Tabela 37). O maior desenvolvimento da parte aérea total em Botucatu se deve a maior fertilidade natural do solo (Tabela 5) em relação a São Manuel (Tabela 6), como descreveram diversos autores (NORMANHA e PEREIRA, 1962; ALBUQUERQUE, 1969; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003).

#### 6.2.4. Componentes da produção de raízes

Pela análise conjunta dos resultados verifica-se que não houve interação significativa entre local e época de poda na análise conjunta dos componentes da produção de raízes (Tabela 38), todavia observou-se efeito de local e das épocas de poda para todos os componentes da produção de raízes avaliados. Em Botucatu na análise da variância, não observou-se efeito de época para nenhum dos componentes da produção de raízes avaliados, mas em São Manuel obteve-se efeito de época de poda para os parâmetros comprimento, diâmetro e massa média de matéria seca de raízes.

Tabela 38. Valores de F obtidos na análise da variância do número de raízes por planta, comprimento, diâmetro e massa média de raízes da variedade IAC 14 avaliada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Nº de raízes por planta	Comprimento de raízes	Diâmetro de raízes	Massa média de matéria seca de raízes
----- Botucatu -----				
Época	0,92 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>	1,51 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	16,87	5,56	7,04	21,31
----- São Manuel -----				
Época	0,79 <sup>ns</sup>	2,99 <sup>**</sup>	3,40 <sup>**</sup>	2,92 <sup>**</sup>
Coefficiente de variação	18,59	6,14	5,77	17,63
----- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -----				
Local	20,14 <sup>**</sup>	37,5 <sup>**</sup>	134,07 <sup>**</sup>	187,02 <sup>**</sup>
Época	0,92 <sup>ns</sup>	2,24 <sup>*</sup>	4,45 <sup>**</sup>	3,70 <sup>*</sup>
Local x época	0,8 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	17,67	6,34	6,36	19,33

<sup>ns</sup> não significativo, <sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$  e <sup>\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,05$ .

Como indicado pela análise da variância, observou-se que o número médio de raízes por planta nas diferentes épocas de poda não difere significativamente da testemunha sem poda, tanto em Botucatu como em São Manuel (Tabela 39). Takahashi (1998) também não observou alterações no número de raízes por planta em podas efetuadas em épocas distintas. Lorenzi (2003) e Alves (2006) afirmam que o número de raízes por planta é definido no primeiro ciclo vegetativo até aproximadamente 120 dias após o plantio. Esse

período antecede todas épocas de poda estudadas, e justifica a ausência de efeito da poda no número médio de raízes por planta. Observou-se ainda na análise de regressão ausência de efeito de época para esse parâmetro (Figura 6a).

Tabela 39. Número e comprimento médios de raízes (cm) por planta da variedade IAC 14, observado na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda e avaliado por contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.

Época de poda	Botucatu Nº de raízes por planta	São Manuel	Botucatu Comprimento de raízes (cm)	São Manuel
Abril	6,83 <sup>ns</sup>	6,00 <sup>ns</sup>	28,05 <sup>ns</sup>	29,50 <sup>ns</sup>
Maio	7,30 <sup>ns</sup>	5,40 <sup>ns</sup>	29,08 <sup>ns</sup>	32,33 <sup>ns</sup>
Junho	7,18 <sup>ns</sup>	6,03 <sup>ns</sup>	28,38 <sup>ns</sup>	31,15 <sup>ns</sup>
Julho	7,13 <sup>ns</sup>	5,93 <sup>ns</sup>	27,99 <sup>ns</sup>	28,28 <sup>**</sup>
Agosto	7,45 <sup>ns</sup>	5,98 <sup>ns</sup>	27,70 <sup>ns</sup>	33,33 <sup>ns</sup>
Setembro	6,33 <sup>ns</sup>	5,88 <sup>ns</sup>	28,93 <sup>ns</sup>	31,00 <sup>ns</sup>
Outubro	7,38 <sup>ns</sup>	6,58 <sup>ns</sup>	29,75 <sup>ns</sup>	30,30 <sup>ns</sup>
Novembro	7,58 <sup>ns</sup>	5,90 <sup>ns</sup>	29,28 <sup>ns</sup>	32,45 <sup>ns</sup>
Dezembro	5,75 <sup>ns</sup>	5,40 <sup>ns</sup>	29,78 <sup>ns</sup>	32,78 <sup>ns</sup>
Testemunha (sem poda)	6,93	6,35	29,08	33,03

<sup>\*\*</sup> ( $\alpha \leq 0,01$ ) difere estatisticamente da testemunha pelo método dos contrastes ortogonais.

<sup>ns</sup> não difere significativamente da testemunha sem poda pelo método dos contrastes ortogonais.

Não observou-se em Botucatu diferenças significativas no comprimento médio de raízes entre as épocas de poda avaliadas e a testemunha conduzida sem poda (Tabela 39), como também observa-se na análise da variância (Tabela 38). Para São Manuel pode-se observar diferenças significativas entre a testemunha e a poda realizadas nos meses de julho (Tabela 39).

Nota-se na análise de regressão do comprimento médio de raízes em São Manuel e Botucatu em função das épocas de poda a variação aleatória dos resultados (Figura 6b). Todavia essas variações foram inferiores a 2 cm para ambos locais sugerindo que as épocas de poda estudadas não influenciaram significativamente esse parâmetro, como também pode ser observado na Tabela 39.

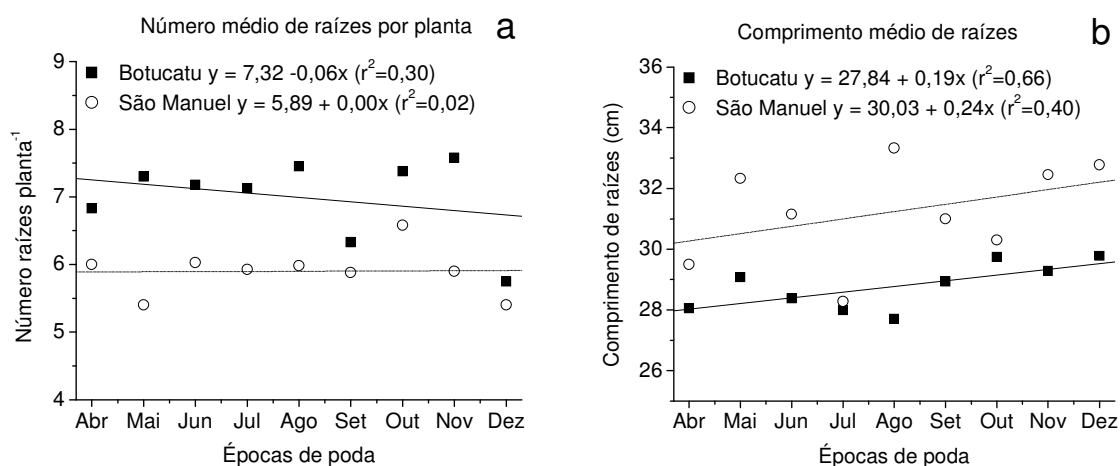


Figura 6. Análise de regressão do número médio de raízes por planta (a) e do comprimento médio de raízes em cm (b), avaliados na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, em função das épocas de poda estudadas em Botucatu e São Manuel.

Em Botucatu observou-se a redução significativa do diâmetro médio das raízes em relação à testemunha somente para a época de poda realizada em outubro (Tabela 40). Em São Manuel foram houveram reduções significativas em relação à testemunha em todas as épocas de poda realizadas partir de setembro.

Observou-se na análise de regressão, descrita pelo modelo cúbico  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ , que os maiores diâmetros de raízes foram observados nos tratamentos que receberam a poda no período de repouso fisiológico, mais precisamente entre os meses de maio a agosto tanto em Botucatu como em São Manuel (Figura 7a). Observou-se também na análise de regressão que a poda realizada a partir do mês de setembro pode reduzir o diâmetro médio de raízes (Figura 7a), como observa-se na maioria dos contrastes com a testemunha sem poda em São Manuel (Tabela 40).

Tabela 40. Diâmetro (cm) e massa média de matéria seca de raízes ( $\text{kg raiz}^{-1}$ ) da variedade IAC 14, observado na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda e avaliado por contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.

Época de poda	Botucatu	São Manuel	Botucatu	São Manuel
	Diâmetro de raízes (cm)		Massa média de matéria seca de raízes ( $\text{kg raiz}^{-1}$ )	
Abril	4,90 <sup>ns</sup>	5,90 <sup>ns</sup>	0,127 <sup>ns</sup>	0,231 <sup>*</sup>
Mai	5,05 <sup>ns</sup>	5,93 <sup>ns</sup>	0,145 <sup>ns</sup>	0,256 <sup>ns</sup>
Junho	5,28 <sup>ns</sup>	6,13 <sup>ns</sup>	0,141 <sup>ns</sup>	0,268 <sup>ns</sup>
Julho	5,20 <sup>ns</sup>	5,85 <sup>ns</sup>	0,152 <sup>ns</sup>	0,244 <sup>ns</sup>
Agosto	5,10 <sup>ns</sup>	6,00 <sup>ns</sup>	0,124 <sup>ns</sup>	0,277 <sup>ns</sup>
Setembro	4,68 <sup>ns</sup>	5,63 <sup>**</sup>	0,128 <sup>ns</sup>	0,218 <sup>*</sup>
Outubro	4,60 <sup>*</sup>	5,20 <sup>**</sup>	0,096 <sup>*</sup>	0,195 <sup>**</sup>
Novembro	4,88 <sup>ns</sup>	5,60 <sup>**</sup>	0,109 <sup>ns</sup>	0,197 <sup>**</sup>
Dezembro	4,73 <sup>ns</sup>	5,83 <sup>*</sup>	0,129 <sup>ns</sup>	0,196 <sup>**</sup>
Testemunha (sem poda)	5,10	6,33	0,139	0,292

\*\* ( $\alpha \leq 0,01$ ) e \* ( $\alpha \leq 0,05$ ) diferem estatisticamente da testemunha pelo método dos contrastes ortogonais.

<sup>ns</sup> não difere significativamente da testemunha sem poda pelo método dos contrastes ortogonais.

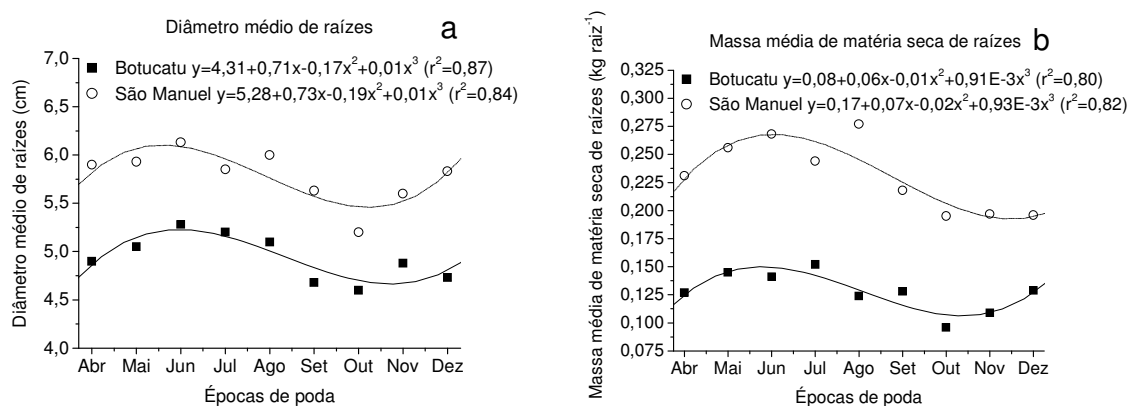


Figura 7. Análise de regressão do diâmetro médio de raízes em cm (a) e da massa média de matéria seca de raízes em  $\text{kg raiz}^{-1}$  (b), avaliados na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, em função das épocas de poda em Botucatu e São Manuel.

Para as épocas de poda realizadas após o início do segundo ciclo vegetativo, a partir de setembro, tanto os resultados obtidos para o diâmetro médio de raízes em relação à testemunha sem poda em São Manuel (Tabela 40), como nas análises de regressão (Figura 7a), observa-se reduções no diâmetro das raízes. A poda após o início do

segundo ciclo, embora realizada em período de elevada disponibilidade hídrica e altas temperaturas, promove a extração dos açúcares das raízes que são mobilizados para as novas brotações, reduzindo o saldo de carboidratos armazenado nas raízes no final do segundo ciclo vegetativo.

Nos resultados avaliados por contrastes em São Manuel (Tabela 40) e na análise de regressão do diâmetro médio de raízes (Figura 7a) observa-se que as podas realizadas durante o período de repouso fisiológico (maio a agosto) podem não alterar significativamente o diâmetro médio das raízes em relação à testemunha. A análise de regressão corrobora essa afirmação indicando as maiores estimativas dos diâmetros médios nos tratamentos que receberam a poda nesse período (Figura 7a). Não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliassem os efeitos da poda no diâmetro médio das raízes de mandioca.

Com relação à massa média de matéria seca das raízes, em Botucatu observou-se somente no tratamento em que a poda realizada no mês de outubro diferença significativa na massa média de matéria seca de raízes com a testemunha sem poda (Tabela 40), todavia a análise de regressão desses resultados descrita pelo modelo cúbico  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ , indica que as maiores massas de raízes podem ser observadas no entre os meses de maio a julho, durante o período de repouso fisiológico (Figura 7b).

Em São Manuel, observou-se na análise dos contrastes, a redução significativa na massa média de matéria seca das raízes em relação à testemunha nos tratamentos em que a poda foi realizada após o início do segundo ciclo, a partir de setembro, e no final do primeiro ciclo, em abril (Tabela 40). Na análise de regressão desse parâmetro em São Manuel, também observa-se as maiores massas médias de raízes nas podas realizadas entre os meses de maio a agosto, durante o repouso fisiológico (Figura 7b).

Os resultados observados para a massa média de matéria seca de raízes em Botucatu e São Manuel corroboram com os resultados obtidos na avaliação do diâmetro médio das raízes. A análise de regressão de ambos parâmetros ajustou-se ao modelo de regressão cúbico  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ , que estimou os maiores diâmetros e massas médias para as podas realizadas entre os meses de maio a agosto, durante o período de repouso fisiológico (Figura 7). Nos tratamentos em que a poda foi realizada nesse período (maio a agosto), tanto em Botucatu e São Manuel também não foram também observadas diferenças

significativas na avaliação dos contrastes do diâmetro e na massa média de matéria seca das raízes em relação à testemunha sem poda (Tabela 40).

Observa-se também nas análises de regressão da massa média de matéria seca de raízes em Botucatu e São Manuel, reduções no diâmetro e massa média de raízes com a poda antecipada no mês de abril e tardia, a partir de do mês de setembro (Figura 7).

A emissão das novas brotações após a poda em abril, no período de baixas temperaturas é limitada disponibilidade hídrica pode ter prejudicado o desenvolvimento da parte aérea e conseqüentemente das raízes tuberosas. Essa característica pode ser observada também na redução do número de hastes das plantas em São Manuel (Figura 5a) e na queda na produtividade total de matéria seca de parte aérea em Botucatu (Figura 5b) com a antecipação da poda.

As podas realizadas a partir de setembro (início do segundo ciclo vegetativo) promoveram a quebra do amido armazenado nas raízes em açúcares que foram mobilizados para as novas brotações, contribuindo para a redução no diâmetro e massa média de matéria seca das raízes observados na colheita.

A partir dos resultados observados na análise dos contrastes (Tabela 40) e na análise de regressão (Figura 7) pode-se inferir que a poda realizada no período de repouso fisiológico (junho a agosto) não alterou significativamente o diâmetro e o peso médio das raízes. A poda nesse período possibilita a translocação de assimilados das hastes e folhas após o final do primeiro ciclo e permitiu um bom desenvolvimento da parte aérea no segundo ciclo, refletindo no desenvolvimento das raízes. Essas afirmações concordam com Lorenzi (2003), que afirma que a poda como prática cultural deve ser realizada somente no final do primeiro ciclo vegetativo quando as plantas encontram-se no período de repouso fisiológico.

#### **6.2.5. Produtividade e teor de matéria seca de raízes**

Como pode ser observado na análise conjunta de Botucatu e São Manuel, não houve interação significativa entre os locais e épocas de poda para a produtividade e teor de matéria seca das raízes, no entanto a análise conjunta indicou os



efeitos isolados de local e de época de poda (Tabela 41). Na análise da variância de Botucatu e São Manuel observou-se efeito significativo de época de poda para os dois parâmetros citados.

Tabela 41. Valores de F obtidos na análise de variância do teor de matéria seca e da produtividade de matéria seca de raízes da variedade IAC 14 avaliada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Teor de matéria seca das raízes	Produtividade de matéria seca de raízes
	----- Botucatu -----	
Época	3,87**	4,33**
Coefficiente de variação	6,13	14,70
	----- São Manuel -----	
Época	11,00**	3,18**
Coefficiente de variação	2,45	22,52
	- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -	
Local	148,58**	85,06**
Época	8,80**	5,09**
Local x época	1,37 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	4,47	21,02

\*\* significativo  $\alpha \leq 0,01$ , \* significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo,

Em Botucatu observou-se a redução nos teores de matéria seca das raízes em relação à testemunha para as podas realizadas de outubro a dezembro, e em São Manuel nas podas realizadas entre setembro e dezembro (Tabela 42). A partir desses resultados observa-se que a prática da poda após setembro (tardia), pode provocar redução nos teores de matéria seca das raízes em relação à testemunha sem poda.

Os teores de matéria seca das raízes observados em Botucatu e São Manuel nas diferentes épocas de poda estudadas ajustaram-se ao modelo de regressão  $y = 1/(a + bx + cx^2)$  (Figura 8a). Observou-se a partir da análise de regressão que para as podas efetuadas entre os meses de maio a agosto os teores de matéria seca das raízes mantiveram-se altos, próximos de 41% em Botucatu e 46% em São Manuel. No entanto, para as podas realizadas a partir do mês de setembro, observa-se redução média de 5% nos teores de matéria seca das raízes, chegando a estimativas de 36% em Botucatu e 41% em São Manuel com as podas realizada em dezembro.

Tabela 42. Média dos teores de matéria seca das raízes (%) e produtividade de matéria seca de raízes ( $t\ ha^{-1}$ ) da variedade IAC 14, observada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda e avaliado por contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.

Época de poda	Teor de matéria seca de raízes (%)		Produtividade de matéria seca de raízes ( $t\ ha^{-1}$ )	
	Botucatu	São Manuel	Botucatu	São Manuel
Abril	39,94 <sup>ns</sup>	46,12 <sup>ns</sup>	10,37 <sup>*</sup>	17,19 <sup>*</sup>
Mai	42,80 <sup>ns</sup>	45,13 <sup>ns</sup>	13,16 <sup>ns</sup>	17,36 <sup>*</sup>
Junho	40,93 <sup>ns</sup>	46,69 <sup>ns</sup>	12,45 <sup>ns</sup>	20,04 <sup>ns</sup>
Julho	41,42 <sup>ns</sup>	46,54 <sup>ns</sup>	13,17 <sup>ns</sup>	17,79 <sup>*</sup>
Agosto	40,86 <sup>ns</sup>	46,27 <sup>ns</sup>	11,48 <sup>ns</sup>	19,79 <sup>ns</sup>
Setembro	39,50 <sup>ns</sup>	43,84 <sup>*</sup>	9,54 <sup>**</sup>	16,12 <sup>**</sup>
Outubro	35,01 <sup>**</sup>	43,18 <sup>**</sup>	8,74 <sup>**</sup>	15,96 <sup>**</sup>
Novembro	37,11 <sup>*</sup>	42,98 <sup>**</sup>	10,10 <sup>*</sup>	11,75 <sup>**</sup>
Dezembro	37,60 <sup>*</sup>	41,42 <sup>**</sup>	9,28 <sup>**</sup>	12,79 <sup>**</sup>
Testemunha (sem poda)	41,39	45,81	12,69	23,59

\*\* ( $\alpha \leq 0,01$ ) e \* ( $\alpha \leq 0,05$ ) diferem estatisticamente da testemunha pelos contrastes ortogonais.

<sup>ns</sup> não difere significativamente da testemunha pelos contrastes ortogonais.

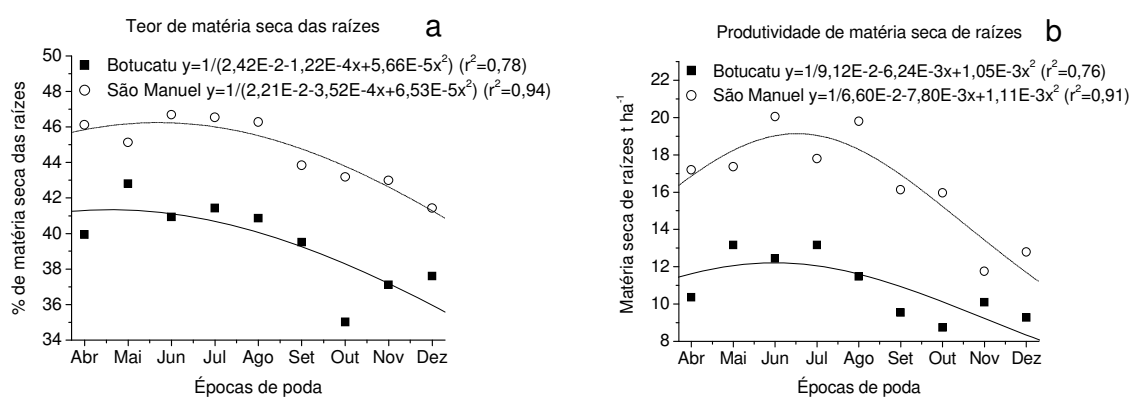


Figura 8. Análise de regressão do teor de matéria seca das raízes em % (a) e da produtividade de matéria seca de raízes  $t\ ha^{-1}$  (a), avaliada na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, em função das épocas de poda em Botucatu e São Manuel.

Diversos autores afirmam que a poda pode causar redução nos teores de matéria seca das raízes (NORMANHA e PEREIRA, 1962; DIAS, 1966;

ALBUQUERQUE, 1969; CORREIA et al, 1973; SOUZA, 2000; OLIVEIRA, 2010). Observa-se neste experimento porém que variações significativas nos teores de matéria seca das raízes dependem da época em que a poda é realizada.

Para as podas efetuadas no período de repouso fisiológico (abril a agosto), não houveram diferenças significativas no teor de matéria seca de raízes em relação à testemunha nos dois locais de estudo discordando dos autores citados (Tabela 42). Para as épocas de poda posteriores ao início do segundo ciclo vegetativo (setembro), os teores de matéria seca das raízes observados foram inferiores à testemunha sem poda, confirmando as afirmações dos autores citados.

Grossman e Freitas (1950) descrevem elevada correlação entre os teores de matéria seca e amido das raízes. Para a emissão das novas brotações após a poda, as plantas de mandioca consomem carboidratos armazenados nas raízes, reduzindo o teor de matéria seca (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO 1981a; LORENZI, 2003). O consumo de reservas das raízes tuberosas pelas novas brotações após a poda ocorre até o momento em que a nova parte aérea encontra-se suficientemente desenvolvida, inicia-se então a reposição e acúmulo dos assimilados decorrentes do saldo fotossintético no segundo ciclo (HUNT et al, 1977; LORENZI, 2003).

Quanto mais tardia a poda, mais avançada encontra-se a brotação da parte aérea como observa-se nos resultados obtidos em São Manuel (Figura 4). As podas tardias realizadas a partir de setembro, período que as ramas iniciam a brotação, promoveram com a remoção da parte aérea, a extração de parte dos assimilados que já foram mobilizados das raízes para as novas brotações, possivelmente contribuído para a redução mais acentuada nos teores de matéria seca das raízes (Tabela 42; Figura 8a). Esses resultados concordam com Andrade (2010), que também observou redução nos teores de matéria seca das raízes com podas realizadas após o início do segundo ciclo.

Como a colheita em ambos locais foi realizada 22 meses após o plantio, as épocas de poda anteriores a setembro tiveram um maior intervalo de tempo entre a poda e a colheita, variando entre 11 e 15 meses para as épocas de poda entre agosto e abril respectivamente. Comparativamente, as podas realizadas a partir de setembro tiveram intervalos de tempo inferiores entre a poda e a colheita, que variaram entre 10 e 5 meses para as épocas de poda realizadas em setembro e dezembro respectivamente. Os menores intervalos

de tempo entre a poda e a colheita, provavelmente também contribuíram para os menores teores de matéria seca das raízes observados (Tabela 42; Figura 8a), uma vez estes tratamentos tiveram menor tempo de atividade fotossintética no segundo ciclo para a reposição e acúmulo de assimilados nas raízes.

Semelhante aos resultados discutidos para o teor de matéria seca, tanto em Botucatu como em São Manuel as produtividades de matéria seca de raízes observadas foram significativamente inferiores à testemunha na maioria das épocas de poda realizadas a partir de setembro (Tabela 42). Observou-se também redução na produtividade de matéria seca de raízes com a antecipação da poda em abril em ambos locais. Em São Manuel no entanto observou-se também diferenças significativas em relação à testemunha nas podas realizadas nos meses de abril, maio e julho.

O efeito das épocas de poda na produtividade de matéria seca raízes pode ser melhor examinado a partir da análise de regressão expressa na Figura 8b. Os dados obtidos em Botucatu e São Manuel ajustaram-se ao modelo  $y = 1/(a + bx + cx^2)$ . Para São Manuel observaram-se as maiores estimativas de produtividade de matéria seca de raízes com as podas realizadas entre os meses de junho a agosto, entre 18 e 19 t ha<sup>-1</sup>, e em Botucatu nos meses de maio a agosto, ao redor de 12 t ha<sup>-1</sup>.

Para as épocas de poda posteriores ao mês de setembro em ambos locais observou-se a queda na produtividade matéria seca de raízes, atingindo em dezembro valores estimados de 9 t ha<sup>-1</sup> em Botucatu, e 13 t ha<sup>-1</sup> em São Manuel (Figura 8b). As curvas de regressão indicaram também que a antecipação da poda também promoveu a reduções na produtividade de matéria seca de raízes, estimando-se para a poda realizada em abril produtividades de 11 t ha<sup>-1</sup> em Botucatu e 17 t ha<sup>-1</sup> em São Manuel.

As maiores produtividades de matéria seca de raízes estimadas com a poda nos meses de junho, julho a agosto (Figura 8b), juntamente com a ausência de diferença significativa em relação à testemunha sem poda na maioria das épocas de poda realizadas nesse período (Tabela 42), confirmam as considerações de Lorenzi (2003) e Andrade (2010), que recomendam a prática da poda como prática cultural somente no período de repouso fisiológico. No entanto, esses resultados discordam de Correia (1973), que observou redução na produtividade de raízes secas com a poda realizada no período de repouso fisiológico. As maiores produtividades de raízes observadas com a poda nesse período (Figura 8b)

relacionam-se com os maiores diâmetros e massas médias das raízes tuberosas observados na Figura 7.

Observa-se com a poda antecipada nos meses de abril e maio, anteriores ao repouso fisiológico, a redução na produtividade de matéria seca de raízes (Figura 8b). Esses resultados podem ser confirmados pelo menor diâmetro e massa média de matéria seca das raízes observados para as podas realizadas nessas épocas (Figura 7). Esses resultados no entanto discordam de Takahashi (1998) que observou aumento na produtividade de matéria seca de raízes com a poda antecipada.

Por outro lado, Lorenzi (2003) afirma que para o melhor controle das plantas infestantes no segundo ciclo, em muitos casos a poda precisa ser retardada objetivando o melhor efeito dos herbicidas. Observa-se nos resultados obtidos em relação à testemunha sem poda (Tabela 42) e na análise de regressão (Figura 8b), que o atraso da poda pode provocar significativa redução na produtividade de matéria seca de raízes. Esses resultados discordam também de Takahashi (1998) que observou aumento na produtividade de matéria seca de raízes com a poda tardia, e corroboram as observações de Andrade (2010), que observou redução na produtividade de raízes com a poda realizada após o período de repouso fisiológico.

A redução na produtividade de matéria seca das raízes observada com as podas realizadas a partir de setembro pode ser justificada considerando-se a redução nos teores de matéria seca das raízes tuberosas (Figura 8a), e a extração de assimilados mobilizados das raízes com a realização da poda da parte aérea após o início das brotações no segundo ciclo vegetativo. Esse efeito também pode ser comprovado pela redução do diâmetro e massa média de matéria seca das raízes tuberosas mostrados na Figura 7. Os resultados controversos observados na literatura e a variação ambiental observada nesse experimento sugerem respostas distintas na produtividade de raízes com a poda em função do ambiente, como afirmaram Lorenzi (2003) e Takahashi (1998).

#### **6.2.6. Produtividade e teor de matéria seca de cepa**

Houve efeito significativo de local e da interação local e época de poda, para o teor de matéria seca da cepa na análise da variância conjunta de Botucatu e São

Manuel, entretanto não observou-se para esse parâmetro o efeito de época na análise da variância dos dados observados em Botucatu e em São Manuel (Tabela 43). Para a produtividade de matéria seca de cepa, a análise da variância conjunta e de ambos locais não indicou efeito significativo para nenhuma das causas de variação.

Tabela 43. Valores de F obtidos na análise de variância do teor de matéria seca da cepa e da produtividade de matéria seca de cepa da variedade IAC 14 avaliada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Teor de matéria seca da cepa	Produtividade de matéria seca de cepa
	----- Botucatu -----	
Época	1,50 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	3,65	19,02
	----- São Manuel -----	
Época	1,57 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	3,66	26,89
	- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -	
Local	159,48 <sup>**</sup>	1,57 <sup>ns</sup>
Época	0,75 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>
Local x época	2,32 <sup>*</sup>	0,67 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	3,66	23,05

\*\* significativo  $\alpha \leq 0,01$ , \* significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo;

Para Botucatu, a maioria das épocas de poda estudadas não diferiram significativamente da testemunha em relação ao teor de matéria seca das cepas (Tabela 44). Para a poda realizada em julho no entanto, observou-se maior teor de matéria seca das cepas em relação à testemunha em Botucatu. Em São Manuel, os resultados observados foram controversos, as podas realizadas nos meses de maio, julho, setembro e outubro não alteraram o teor de matéria seca das cepas, enquanto as podas feitas em abril, junho, agosto, novembro e dezembro reduziram significativamente o teor de matéria seca das cepas em relação à testemunha sem poda.

Tabela 44. Média dos teores de matéria seca da cepa (%) e produtividades de matéria seca de cepa ( $t\ ha^{-1}$ ) da variedade IAC 14, observada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em função das épocas de poda e avaliado por contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.

Época de poda	Teor de matéria seca da cepa (%)		Produtividade matéria seca de cepa ( $t\ ha^{-1}$ )	
	Botucatu	São Manuel	Botucatu	São Manuel
Abril	38,72 <sup>ns</sup>	41,95 <sup>**</sup>	3,59 <sup>ns</sup>	2,74 <sup>*</sup>
Maio	38,16 <sup>ns</sup>	42,87 <sup>ns</sup>	3,37 <sup>ns</sup>	2,82 <sup>ns</sup>
Junho	38,08 <sup>ns</sup>	42,54 <sup>*</sup>	2,76 <sup>*</sup>	2,85 <sup>ns</sup>
Julho	39,96 <sup>*</sup>	42,73 <sup>ns</sup>	4,03 <sup>ns</sup>	3,99 <sup>ns</sup>
Agosto	37,88 <sup>ns</sup>	42,29 <sup>*</sup>	4,14 <sup>ns</sup>	3,64 <sup>ns</sup>
Setembro	37,15 <sup>ns</sup>	42,91 <sup>ns</sup>	3,82 <sup>ns</sup>	3,29 <sup>ns</sup>
Outubro	37,92 <sup>ns</sup>	42,84 <sup>ns</sup>	3,65 <sup>ns</sup>	3,51 <sup>ns</sup>
Novembro	39,52 <sup>ns</sup>	41,20 <sup>**</sup>	3,80 <sup>ns</sup>	3,29 <sup>ns</sup>
Dezembro	38,79 <sup>ns</sup>	41,59 <sup>**</sup>	3,02 <sup>ns</sup>	3,80 <sup>ns</sup>
Testemunha (sem poda)	37,71	44,80	3,82	3,83

\*\* ( $\alpha \leq 0,01$ ) e \* ( $\alpha \leq 0,05$ ) diferem estatisticamente da testemunha pelos contrastes ortogonais.

<sup>ns</sup> não difere significativamente da testemunha pelos contrastes ortogonais.

Lorenzi (2003) afirma que a maniva-semente pode armazenar quantidades consideráveis de amido. Os resultados obtidos nos tratamentos em que observou-se a redução dos teores de matéria seca das cepas indicam que pode ocorrer o consumo de assimilados armazenados na cepa para as novas brotações e desenvolvimento da parte aérea após a poda. Observou-se porém na análise de regressão dos dados de Botucatu e São Manuel (Figura 9a), que não houve ajuste aos modelos de regressão testados para os teores de matéria seca das cepas em função das épocas de poda, como também indicou a análise da variância, sugerindo a ausência de efeito significativo de época para esse parâmetro.

O menor teor de matéria seca das cepas observado em Botucatu que em São Manuel, correlaciona-se com a maior produtividade total de matéria seca de parte aérea (Figura 5b), que provavelmente contribuiu para o maior consumo de carboidratos para o desenvolvimento da parte aérea, reduzindo a quantidade armazenada na cepa e consequentemente o teor de matéria seca. Não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliassem o efeito da poda no teor de matéria seca da cepa.

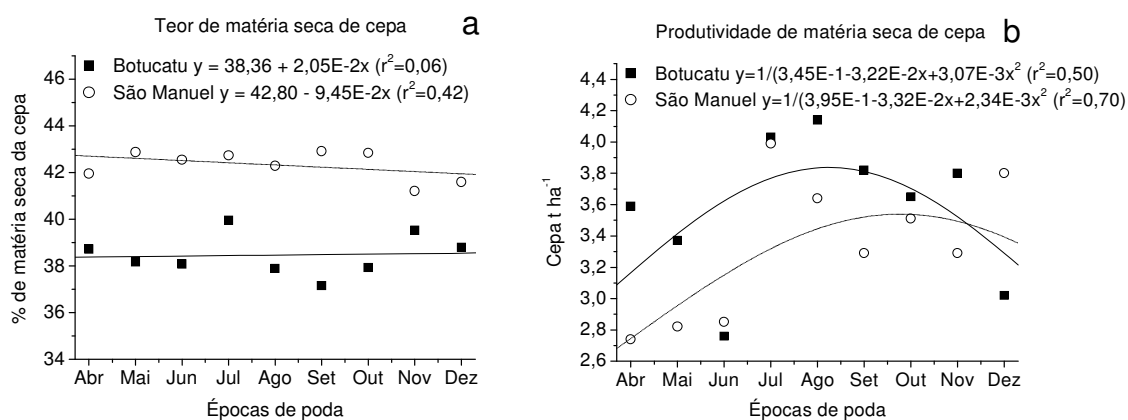


Figura 9. Análise de regressão do teor de matéria seca das cepas em % (a) e produtividade de matéria seca de cepa em  $t\ ha^{-1}$  (b), avaliados na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, em função das épocas de poda realizadas em Botucatu e São Manuel.

Os resultados médios observados de produtividade de matéria seca de cepa nas diferentes épocas de poda (Tabela 44), de maneira geral não diferiram da testemunha sem poda, com exceção das podas realizadas em junho em Botucatu e abril em São Manuel. A análise da variância também indicou que não houve efeito significativo de época de poda para esse parâmetro (Tabela 43).

Em Botucatu os resultados observados para a produtividade de matéria seca de cepa não ajustaram-se ao modelo de regressão  $y = 1/(a + bx + cx^2)$ , e os resultados obtidos em São Manuel proporcionaram um melhor ajuste ao modelo descrito (Figura 9b). A produtividade de matéria seca de cepa parece corresponder a mesma tendência observada para a produtividade de matéria seca de raízes em função das épocas de poda como discutido anteriormente (Figura 8b), todavia a dispersão dos resultados observados não permitem a clara descrição desse efeito.



### 6.2.7. Produtividade de matéria seca total

A análise conjunta da variância de Botucatu e São Manuel para a produtividade de matéria seca total indicou efeito significativo de época e local (Tabela 45). No entanto, na análise da variância de cada local houve efeito de época somente em Botucatu.

Tabela 45. Valores de F obtidos na análise da variância da produtividade de matéria seca total da variedade IAC 14 (22 meses), em Botucatu e São Manuel e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Matéria seca total	
	- Botucatu -	- São Manuel -
Época de poda	5,86**	1,10 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	10,64	22,26
	- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -	
Local	5,52*	
Época de poda	2,73**	
Local x época de poda	1,00 <sup>ns</sup>	
Coefficiente de variação	17,91	

\*\* significativo  $\alpha \leq 0,01$  e <sup>ns</sup> não significativo.

A produtividade de matéria seca total nos tratamentos em que as podas foram realizadas no período de repouso fisiológico (maio e agosto), foram superiores à testemunha sem poda em Botucatu (Tabela 46), e as demais épocas não diferiram significativamente da testemunha. Em São Manuel, nas épocas de poda tardias, realizadas em novembro e dezembro, verificou-se produtividades matéria seca total significativamente inferiores à testemunha sem poda, e as demais épocas não diferiram significativamente da testemunha.

Tabela 46. Média da produtividade matéria seca total ( $t\ ha^{-1}$ ) da variedade IAC 14 (22 meses), em Botucatu e São Manuel, analisada pelo método de contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.

Época de poda	Produtividade de matéria seca total $t\ ha^{-1}$	
	Botucatu	São Manuel
Abril	30,87 <sup>ns</sup>	31,22 <sup>ns</sup>
Maio	33,45 <sup>**</sup>	35,71 <sup>ns</sup>
Junho	34,19 <sup>**</sup>	35,88 <sup>ns</sup>
Julho	37,84 <sup>**</sup>	38,00 <sup>ns</sup>
Agosto	34,29 <sup>**</sup>	38,03 <sup>ns</sup>
Setembro	30,66 <sup>ns</sup>	32,11 <sup>ns</sup>
Outubro	27,21 <sup>ns</sup>	33,79 <sup>ns</sup>
Novembro	30,24 <sup>ns</sup>	27,84 <sup>*</sup>
Dezembro	24,72 <sup>ns</sup>	29,12 <sup>**</sup>
Testemunha (sem em poda)	27,03	39,44

\*\* ( $\alpha \leq 0,01$ ) e \* ( $\alpha \leq 0,05$ ) diferem estatisticamente da testemunha pelos contrastes ortogonais.

<sup>ns</sup> não difere significativamente da testemunha pelos contrastes ortogonais.

As análises de regressão da produtividade de matéria seca total em Botucatu e São Manuel ajustaram-se ao modelo  $y = 1/(a + bx + cx^2)$ . Em ambos locais as maiores produtividades estimadas de matéria seca total foram encontradas com as podas realizadas no período de repouso fisiológico entre os meses de junho a agosto (Figura 10). Para as podas anteriores a maio e posteriores a agosto observaram-se tanto em Botucatu como em São Manuel redução na produtividade de matéria seca total.

As respostas observadas na produtividade de matéria seca total em relação à testemunha sem poda em Botucatu (Tabela 46), e na análise de regressão de ambos locais (Figura 10), demonstraram de maneira geral que as podas realizadas no período de repouso fisiológico, entre os meses de junho, julho e agosto, proporcionaram os maiores acúmulos de matéria seca total, superando a testemunha sem poda em Botucatu e não diferido da testemunha em São Manuel. Para ambos locais, as podas realizadas nesse período relacionam-se positivamente com os componentes da produção de biomassa, onde foram observadas as maiores produtividades de parte aérea total (Figura 5b), diâmetro de raízes (Figura 7a), massa média de matéria seca de raízes (7b), produtividade de matéria seca de raízes (Figura 8b) e maior produtividade de matéria seca de cepa (Figura 9b).

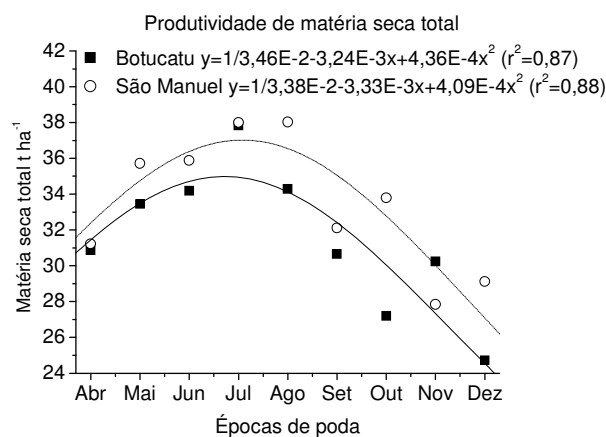


Figura 10. Análise de regressão da produtividade de matéria seca total ( $t\ ha^{-1}$ ) em função das épocas de poda em Botucatu e São Manuel.

A redução na produtividade de matéria seca total observada nas podas realizadas nos meses de abril e maio (Figura 10) ocorreu possivelmente por ter sido realizada antes do encerramento do primeiro ciclo vegetativo, impedindo que os açúcares acumulados nos brotos e folhas fossem drenados para as raízes e hastes como afirmam Normanha e Pereira (1962), Hunt et al. (1977), Lorenzi (2003) e Aguiar (2003). As plantas podadas nesse período tiveram também menor número médio de hastes por planta (Figura 5a), e o desenvolvimento da parte aérea após a poda ocorreu em um período de baixa disponibilidade hídrica e menores temperaturas, contribuindo para o menor desenvolvimento e a acúmulo matéria seca total observados (Figura 10).

Para as podas realizadas a partir do mês de setembro tanto em Botucatu como em São Manuel observaram-se também redução na produtividade matéria seca total (Figura 10). Como discutido anteriormente no Item 6.2.5, as podas tardias (a partir de setembro), foram realizadas com a parte aérea brotada, a qual já havia promovido a extração de reservas das raízes para essas brotações. Após a poda, houve novo consumo de reservas das raízes para a formação da nova parte aérea. Esses fatos prejudicaram o desenvolvimento das plantas de mandioca, refletindo na redução da produtividade de matéria seca total com a poda realizada a partir de setembro (Figura 10). Não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliaram a produtividade de biomassa em diferentes épocas de poda.

### 6.2.8. Partição de assimilados

A análise da variância conjunta do índice de colheita (IC), do percentual de matéria seca de parte aérea em relação à matéria seca total (PA%) e do percentual de matéria seca de cepa em relação à matéria seca total (C%), não indicou efeito significativo da interação entre local e época de poda. Houve no entanto, efeito significativo de época para todos esses parâmetros na análise conjunta, e efeito local somente para o PA% (Tabela 47). A análise da variância em Botucatu indicou efeito significativo de época para o IC, PA% e C%, e em São Manuel para o IC e C%.

Os IC observados nos tratamentos submetidos à poda foram significativamente inferiores à testemunha sem poda em todas as épocas avaliadas em Botucatu (Tabela 48). Em São Manuel observou-se praticamente o mesmo efeito, exceto para as podas realizadas em abril e junho que não diferiram significativamente da testemunha sem poda. Normanha e Pereira (1962), Conceição (1981a) e Lorenzi (2003), afirmam que após a poda as plantas de mandioca desenvolvem uma parte aérea mais exuberante e viçosa. Essa característica sugere a exigência de uma maior quantidade de assimilados para o desenvolvimento da nova parte aérea. Essas reservas são inicialmente mobilizadas das raízes tuberosas, o que provavelmente contribuiu para os menores IC observados nos tratamentos podados, independente da época.

Tabela 47. Valores de F obtidos na análise da variância do índice de colheita (IC) e percentuais de matéria seca de parte aérea (PA%) e de cepa (C%) em relação matéria seca total, da variedade IAC 14 (22 meses), em Botucatu e São Manuel e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	IC	PA%	C%
----- Botucatu -----			
Época	4,11 <sup>**</sup>	6,92 <sup>**</sup>	3,81 <sup>**</sup>
Coefficiente de variação	12,80	7,47	16,59
----- São Manuel -----			
Época	2,71 <sup>**</sup>	2,16 <sup>ns</sup>	2,71 <sup>*</sup>
Coefficiente de variação	13,88	17,22	20,68
-- Análise conjunta Botucatu e São Manuel --			
Local	124,15 <sup>**</sup>	114,76 <sup>**</sup>	13,51 <sup>**</sup>
Época	4,85 <sup>**</sup>	5,34 <sup>**</sup>	5,05 <sup>**</sup>
Local x época	1,40 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	13,73	12,04	18,49

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$ , <sup>\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo.

Tabela 48. Médias do índice de colheita (IC) e percentuais de matéria seca de parte aérea (PA%) e de cepa (C%) em relação matéria seca total da variedade IAC 14 (22 meses), em Botucatu e São Manuel, analisada pelo método de contrastes ortogonais em relação à testemunha sem poda.

Época de poda	---- IC ----		---- PA% ----		---- C% ----	
	Botucatu	S. Manuel	Botucatu	S. Manuel	Botucatu	S. Manuel
Abril	33,58 <sup>**</sup>	55,29 <sup>ns</sup>	54,79 <sup>**</sup>	35,86 <sup>ns</sup>	11,64 <sup>ns</sup>	9,36 <sup>ns</sup>
Maio	39,48 <sup>*</sup>	48,36 <sup>**</sup>	50,47 <sup>*</sup>	43,81 <sup>**</sup>	10,06 <sup>**</sup>	8,02 <sup>*</sup>
Junho	37,34 <sup>**</sup>	55,90 <sup>ns</sup>	55,11 <sup>**</sup>	36,22 <sup>ns</sup>	7,57 <sup>**</sup>	6,17 <sup>**</sup>
Julho	34,77 <sup>**</sup>	48,02 <sup>**</sup>	54,56 <sup>**</sup>	41,56 <sup>**</sup>	10,67 <sup>*</sup>	8,66 <sup>ns</sup>
Agosto	33,40 <sup>**</sup>	51,99 <sup>*</sup>	54,55 <sup>**</sup>	38,50 <sup>*</sup>	12,06 <sup>ns</sup>	9,86 <sup>ns</sup>
Setembro	31,41 <sup>**</sup>	51,23 <sup>*</sup>	56,14 <sup>**</sup>	38,27 <sup>*</sup>	12,46 <sup>ns</sup>	10,32 <sup>ns</sup>
Outubro	31,89 <sup>**</sup>	47,69 <sup>**</sup>	54,52 <sup>**</sup>	41,89 <sup>**</sup>	13,49 <sup>ns</sup>	11,12 <sup>ns</sup>
Novembro	33,38 <sup>**</sup>	42,24 <sup>**</sup>	54,05 <sup>**</sup>	45,05 <sup>**</sup>	12,57 <sup>ns</sup>	10,29 <sup>ns</sup>
Dezembro	37,36 <sup>**</sup>	45,20 <sup>**</sup>	50,22 <sup>**</sup>	42,05 <sup>**</sup>	12,43 <sup>ns</sup>	10,09 <sup>ns</sup>
Testemunha (sem poda)	47,00	62,11	38,78	28,13	14,21	10,93

<sup>\*\*</sup>  $\alpha \leq 0,01$  e <sup>\*</sup>  $\alpha \leq 0,05$  diferem estatisticamente da testemunha pelo método dos contrastes ortogonais.

<sup>ns</sup> não diferem significativamente da testemunha pelo método dos contrastes ortogonais.

Resultados distintos foram observados entre os dois locais para a análise de regressão do IC nas diferentes épocas de poda (Figura 11a). Em Botucatu os dados

ajustaram-se ao modelo  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ , onde observou-se a redução no IC entre os meses de junho a setembro, período que coincidiu com às maiores produtividades de matéria seca de parte aérea total (Figura 5b). Esses resultados concordam com a afirmação que o acúmulo de assimilados na parte aérea compete com o desenvolvimento das raízes (ENYI, 1972a; COCK et al, 1977; BARROS, 1978; AGUIAR, 2003). Em Botucatu observou-se também o aumento no IC a partir de outubro, que relaciona-se com a queda na produtividade de matéria seca de parte aérea total descrita na Figura 5b. O reduzido IC observado na poda realizada em abril, coincidiu com a baixa produtividade de matéria seca de raízes também observada nessa época (Figura 8b).

Em São Manuel, os dados ajustaram-se ao modelo de regressão  $y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4$  (Figura 11a). Os IC observados para nas podas realizadas antes de julho foram dispersos. Todavia, nas podas realizadas a partir de agosto observou-se a redução no IC, que coincidiu com a queda na produtividade de matéria seca de raízes nesse período como pode ser visto na Figura 8b.

Conforme descrevem Williams (1972) e Cock et al. (1977), altas produtividades de raízes podem ser obtidas com genótipos que apresentem alto IC, geralmente acima de 50 %. Os dados observados para o IC das plantas conduzidas sem poda em ambos locais (Tabela 48), corroboram a afirmação desses autores. No entanto os tratamentos conduzidos com poda discordaram dessa afirmação. Nas podas realizadas no período de repouso fisiológico, de maio a agosto, observaram-se elevadas produtividades de matéria seca de raízes (Figura 8b), que na maioria não diferiram significativamente da testemunha sem poda (Tabela 42). Esses resultados no entanto coincidiram com as maiores produtividades totais de matéria seca de parte aérea (Figura 5b), que não originaram os maiores IC entre os tratamentos podados (Figura 11a).

Plantas de mandioca podadas geralmente desenvolvem maior área foliar que plantas não podadas (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003). O consumo de reservas para a produção de uma nova parte aérea após a poda pode ser compensado pela maior atividade fotossintética da nova área foliar formada no segundo ciclo, de modo que resultado da poda na produtividade de raízes de mandioca vai depender do saldo entre os carboidratos consumidos para as novas brotações, e o produzido pela nova área foliar formada pelas plantas podadas (LORENZI, 2003). As maiores

produtividades de matéria seca de parte aérea (Figura 5b) observadas nos tratamentos podados no período de repouso fisiológico (maio a agosto), aliadas as altas produtividades de matéria seca de raízes (Figura 8b) ratificam essas afirmações.

De maneira geral as variações observadas no IC nas diferentes épocas de poda estudadas (Figura 11a), não se correlacionaram com as maiores produtividades de matéria seca de raízes e de parte aérea observada. Esses resultados indicam que um elevado índice de colheita (acima de 50%) em plantas submetidas a poda nem sempre é determinante para altas produtividades de matéria seca de raízes.

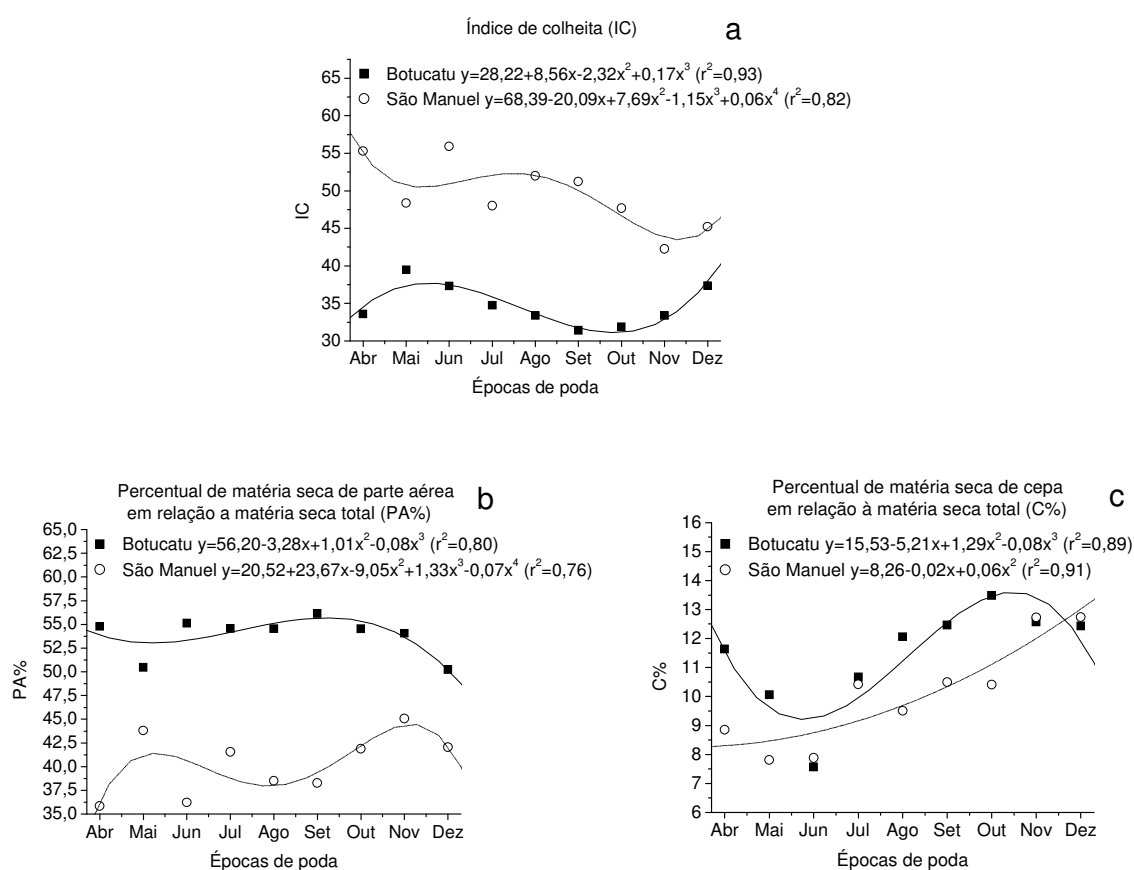


Figura 11. Análises de regressão do índice de colheita (a) e percentuais de matéria seca da parte aérea (b) e de cepa (c) em relação matéria seca total, da variedade IAC 14 (22 meses), em função das épocas de poda em Botucatu e São Manuel.

Os valores de PA% dos tratamentos podados foram significativamente superiores às testemunhas em Botucatu, e na maioria das épocas de poda em São Manuel, com exceção das podas realizadas em abril e junho (Tabela 48), confirmando a afirmação que plantas podadas tendem a acumular maiores quantidades de assimilados na parte aérea (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003).

Ao avaliarmos o efeito de época de poda no PA%, podemos observar uma relação inversa ao IC. Em Botucatu os dados observados ajustaram-se ao modelo  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ , onde observam-se altos percentuais de parte aérea com as podas realizadas entre os meses de julho a novembro (Figura 11b), mesmo período em que observaram-se os menores IC em Botucatu (Figura 11a). Nas podas anteriores a julho e no mês de dezembro, observou-se a redução no PA%, e aumento do IC (Figura 11).

Em São Manuel, os dados ajustaram-se ao modelo  $y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4$ , e da mesma forma que Botucatu observou-se a relação inversa do PA% em relação ao IC. Os maiores PA% em São Manuel foram observados nos meses de maio e novembro (Figura 11b), que coincidiram com a redução no IC (Figura 11a).

Altos rendimentos de raízes tuberosas normalmente correlacionam-se com elevados IC, e sugerem um menor desenvolvimento da parte aérea em relação às raízes de mandioca (ENYI, 1972a; COCK et al., 1977). Os resultados observados para a produtividade de matéria seca de raízes dos tratamentos conduzidos sem poda concordam com essa confirmação, pois os maiores IC e menores PA% correlacionaram-se com altas produtividades de matéria seca de raízes observadas (Tabela 48). Todavia para os tratamentos conduzidos com poda, os menores PA% observados (Figura 11b), não coincidiram com as épocas de poda em que observaram-se as maiores produtividades de matéria seca de raízes (Figura 8b). Esses resultados demonstraram pouca influência PA% e do IC na produtividade de matéria seca de raízes das plantas submetidas a poda.

Para o C% os resultados observados em Botucatu ajustaram-se ao modelo  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$  (Figura 11c), e descreveram o mesmo comportamento observado para o PA% (Figura 11b). Esses resultados sugerem que o acúmulo de assimilados na cepa relaciona-se positivamente com o desenvolvimento da parte aérea, e de maneira inversa ao IC.



Em São Manuel, no entanto o C% ajustou-se ao modelo de regressão  $y = a + bx + cx^2$ , e observou-se efeito crescente entre as podas realizadas de abril a dezembro (Figura 11c). Os maiores valores de C% coincidiram com as épocas que observaram-se as menores produtividades de matéria seca de raízes, outubro, novembro e dezembro (Figura 8b). Dessa maneira, observa-se que altos valores de C% podem ser encontrados em situações de reduzido acúmulo de assimilados nas raízes.

### **6.3. Experimentos 5 e 6, poda x densidade populacional**

De maneira geral observou-se desenvolvimento normal nas plantas de mandioca tanto em Botucatu como em São Manuel. Não houveram ataques de pragas ou doenças e a emergência das plantas ocorreu entre o 10<sup>o</sup> e o 15<sup>o</sup> dia após o plantio.

#### **6.3.1. Estande final**

Em Botucatu e São Manuel, não houve efeito significativo no número de plantas colhidas (estande final), tanto para poda como as densidades de plantio, todavia a análise da variância conjunta revelou diferença significativa entre os locais (Tabela 49).

O efeito de local observado na análise conjunta da variância pode ser visto na Tabela 50. O estande final foi significativamente maior em Botucatu, 99,56 %, que em São Manuel, 96,09 %. De maneira geral, o número de plantas colhidas em ambos locais pode ser considerado satisfatório para a cultura da mandioca, pois os percentuais observados foram altos, exceto para a densidade de 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> em São Manuel, 93,37 %.

A maioria dos trabalhos revisados não descreve efeito da poda no estande final de plantas de mandioca, um indicativo que a poda não o altere. Takahashi (1998), não observou alterações no número de plantas na colheita com a poda realizada entre o primeiro e segundo ciclos vegetativos, e os resultados observados neste experimento ratificam essa afirmação (Tabela 50).

Tabela 49. Valores de F obtidos na análise da variância do estande final da variedade IAC 14 avaliada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Estande final na colheita	
	- Botucatu -	- São Manuel -
Poda	0,00 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Densidade	0,64 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>
Poda x densidade	0,64 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	1,45	5,96
	- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -	
Local	10,48 <sup>**</sup>	
Poda	0,02 <sup>ns</sup>	
Densidade	1,09 <sup>ns</sup>	
Local x podas	0,02 <sup>ns</sup>	
Local x densidade	0,54 <sup>ns</sup>	
Podal x densidade	0,57 <sup>ns</sup>	
Local x poda x densidade	0,27 <sup>ns</sup>	
Coefficiente de variação	4,30	

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$  e <sup>ns</sup> não significativo;

Tabela 50. Estande final médio em porcentagem (%) da variedade IAC 14, avaliada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, em quatro densidades populacionais.

Densidade populacional plantas ha <sup>-1</sup>	Botucatu	São Manuel
	----- Estande % -----	
5.000	99,75	97,50
10.000	100,00	97,00
15.000	99,50	96,50
20.000	99,00	93,37
Média	99,56a	96,09b

Letras minúsculas diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível  $\alpha \leq 0,05$ .

Não foi observado na análise de regressão efeito de densidade populacional no estande final em Botucatu e São Manuel (Figura 12), no entanto, para os dados obtidos em São Manuel, observa-se no modelo de regressão linear  $y = a + bx$  uma pequena redução de 3,87 % no estande, com o aumento das densidades de plantio de 5.000 e 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Esse efeito pode estar relacionado com a maior competição entre as plantas nas maiores densidades de plantio, originando plantas menos vigorosas (ENYI, 1973; COCK et al., 1977; AGUIAR, 2003), portanto mais susceptíveis à morte. Estes resultados no

entanto discordam de Aguiar (2003) que não observou alteração no estande final com o aumento das densidades de plantio.

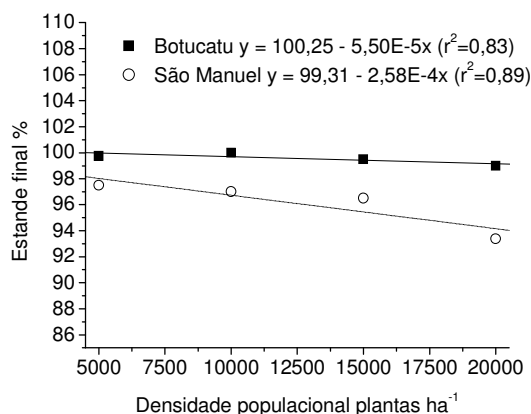


Figura 12. Análise de regressão do estande final médio (%) avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14 em Botucatu e São Manuel, em função de quatro densidades populacionais.

### 6.3.2. Produtividade e teor de matéria seca da parte aérea na poda

Os valores de F obtidos na análise da variância para os parâmetros teor de matéria seca da parte aérea e produção de matéria seca de parte aérea avaliados na poda, podem ser observados na Tabela 51.

Para o teor de matéria seca da parte aérea houve somente efeito significativo de local na análise da variância conjunta. Para o parâmetro produtividade de matéria seca de parte aérea na poda, houve interação significativa entre local e densidade populacional na análise conjunta, e a análise da variância de cada local mostrou que somente efeito significativo de densidade populacional em Botucatu (Tabela 51).

Observa-se na análise da produção por planta nos estudos densidades populacionais uma melhor análise dos resultados em termos qualitativos, além de uma avaliação mais precisa da distribuição da biomassa nas diversas partes das plantas. No entanto, não elucida a produtividade por unidade de área, que sofre efeito multiplicativo em escala

dependendo do número de plantas de cada densidade avaliada. A maioria dos trabalhos publicados avalia principalmente a produtividade, deixando a parte o estudo dessa importante característica (AGUIAR, 2003).

Tabela 51. Valores de F obtidos na análise da variância do teor de matéria seca (MS) e da produtividade de matéria seca de parte aérea na poda da variedade IAC 14 (12 meses), em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Teor de MS da parte aérea na	Produtividade de matéria seca de
	poda	parte aérea na poda
----- Botucatu -----		
Densidade	0,62 <sup>ns</sup>	58,30 <sup>**</sup>
Coefficiente de variação	6,41	11,78
----- São Manuel -----		
Densidade	1,08 <sup>ns</sup>	2,20 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	6,65	39,33
- Análise conjunta de Botucatu e São Manuel -		
Local	48,74 <sup>**</sup>	134,40 <sup>**</sup>
Densidade	1,29 <sup>ns</sup>	32,02 <sup>**</sup>
Local x densidade	0,41 <sup>ns</sup>	12,44 <sup>**</sup>
Coefficiente de variação	6,76	19,62

\*\* significativo  $\alpha \leq 0,01$ .

Em São Manuel foi observado maior teor de matéria seca médio da parte aérea 32,07 %, que difere estatisticamente da média observada em Botucatu, 27,14 % (Figura 13). Esse efeito está relacionado com as características ambientais distintas entre os locais (Figuras 1 e 2) e com a fertilidade e textura dos solos (Tabelas 5 e 6), que influenciaram o desenvolvimento da parte aérea. Segundo Conceição (1981a) e Mattos et al. (2006) a porção mais herbácea da parte aérea, encontrada principalmente nas hastes novas e na extremidade das ramificações, apresenta uma maior proporção de medula em relação ao córtex. A maior produção de matéria seca de parte aérea por planta observada em Botucatu (Figura 14a) está relacionada com um maior desenvolvimento das hastes, conseqüentemente das partes mais herbáceas. Uma maior proporção de medula em relação ao córtex pode ter sido responsável pelo menor teor de matéria seca observado em Botucatu.

Na Figura 14a, pode ser observada a produção de matéria seca de parte aérea por planta na poda em Botucatu e São Manuel em função das densidades populacionais. Observou-se a redução da produção de matéria seca de parte aérea com o aumento das densidades populacionais nos dois locais conforme o modelo de regressão  $y = a x^b$ . No entanto, como indica a análise da variância essa redução só foi significativa em Botucatu (Tabela 51). Em Botucatu observou-se a redução estimada pela análise de regressão de 1,91 para 0,74 kg planta<sup>-1</sup> com 5.000 e 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> respectivamente Figura 14a. Em São Manuel não foi observado efeito significativo na análise da variância para densidades (Tabela 51). Na análise de regressão embora possa ser observado uma pequena redução na produção de matéria seca de parte aérea com o aumento das densidades de plantio, os dados observados não proporcionaram ajuste ao modelo  $y = a x^b$ .

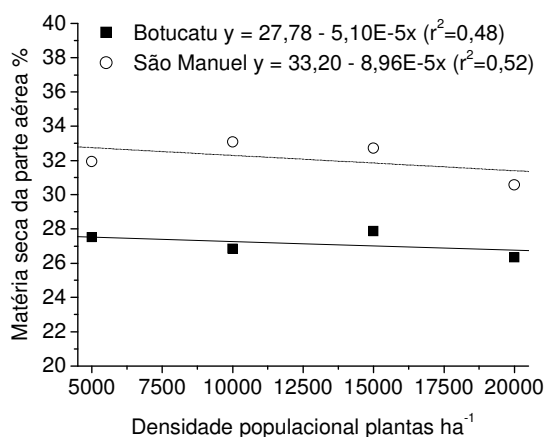


Figura 13. Análise de regressão do teor de matéria seca da parte aérea (%) avaliado na poda (12 meses) da variedade IAC 14 em Botucatu e São Manuel, em função de quatro densidades populacionais.

O menor acúmulo de matéria seca na parte aérea por planta observado nas maiores densidade de plantio neste experimento, concorda com outros autores que afirmam que a maior competição por água, luz e nutrientes entre plantas de mandioca em altas densidades de plantio promovem o menor desenvolvimento das plantas (ENYI, 1973; COCK et al., 1977; AGUIAR, 2003).

A produtividade de matéria seca de parte aérea estimada em  $t\ ha^{-1}$ , ajustou-se a equação de regressão do segundo grau  $y = a + bx + cx^2$  (Figura 14b). Em Botucatu, a produtividade estimada aumentou de  $9,56\ t\ ha^{-1}$  com  $5.000$  plantas  $ha^{-1}$ , para  $14,87\ t\ ha^{-1}$  com  $20.000$  plantas  $ha^{-1}$ . Em São Manuel, a produtividade aumentou de  $3,42$  para  $7,75\ t\ ha^{-1}$ , de  $5.000$  para  $20.000$  plantas  $ha^{-1}$  respectivamente.

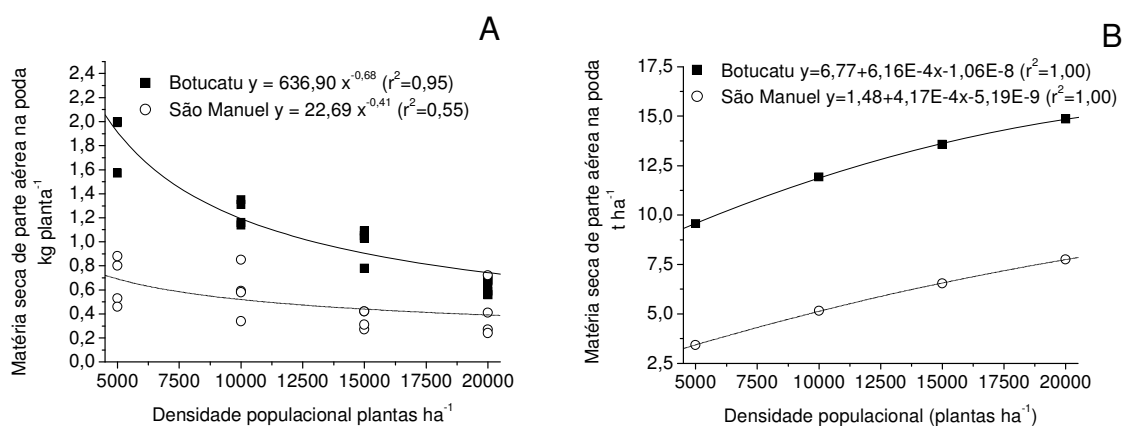


Figura 14. Análise de regressão da produção de matéria seca de parte aérea em  $kg\ planta^{-1}$  (a) e produtividade de matéria seca de parte aérea  $t\ ha^{-1}$  (b), avaliadas na poda (12 meses) da variedade IAC 14 em Botucatu e São Mauel, em função de quatro densidades populacionais.

A produtividade de matéria seca de parte aérea em função das densidades de plantio sofreu o efeito multiplicativo de densidades populacionais, originando as maiores estimativas na maior densidade estudada em ambos locais (Figura 14b). Esse efeito foi mais pronunciado que a redução da produção por planta observada, com o aumento da densidade de plantio (Figura 14b). Da mesma forma que Martwanna et al. (2009) e Buitrago (1990), observa-se também nesse experimento acréscimos na produtividade de matéria seca de parte aérea com o aumento das densidades de plantio.

O ambiente de Botucatu proporcionou o maior desenvolvimento e acúmulo de matéria seca de parte aérea em todas as densidades avaliadas (Figuras 3 e 5). Essa diferença deve-se possivelmente em resposta à maior fertilidade natural do solo de Botucatu (Nitossolo argiloso) em relação a São Manuel (Latossolo arenoso), como descrevem outros

trabalhos (NORMANHA e PEREIRA, 1962; ALBUQUERQUE, 1969; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003), embora não tenha sido encontrada grandes diferenças nos teores de macronutrientes nas análises de solo dos dois locais (Tabelas 5 e 6).

### **6.3.3. Número de hastes e produtividade total de matéria seca de parte aérea na colheita**

Na análise conjunta do parâmetro número médio de hastes por planta observou-se efeito significativo para a interação local x poda e para a produção de matéria seca de parte aérea por planta houve efeito significativo para as interações local x poda, local x densidade, poda x densidade e para a interação tripla local x poda x densidade de plantio (Tabela 52).

A análise da variância em Botucatu indicou efeito de poda para o número médio de hastes por planta, e de poda, densidade e da interação poda x densidade para a produção total de matéria seca de parte aérea (Tabela 52). Em São Manuel houve efeito de poda para o número médio de hastes por planta e de densidade para a produção total de matéria seca de parte aérea.

Observou-se na análise de regressão do número médio de hastes por planta maior número de hastes para os tratamentos com poda em relação aos tratamentos sem poda em ambos locais (Figura 15), como indicou a análise da variância (Tabela 52). Em Botucatu e São Manuel, as médias de cada local foram de respectivamente 5,94 e 4,73 hastes planta<sup>-1</sup> para os tratamentos podados, e para os tratamentos conduzidos sem poda, o número médio de hastes por planta foi de 2,17 hastes planta<sup>-1</sup> em Botucatu e 2,03 hastes planta<sup>-1</sup> em São Manuel.

O maior número de hastes observado nos tratamentos podados ocorreu devido a brotação de um maior número de gemas nas hastes remanescentes após a poda quando comparadas as gemas que brotaram das manivas-sementes após o plantio. A brotação das gemas dormentes é induzida pela quebra da dominância apical após a poda. Normanha e Pereira (1962) afirmam que após a poda surgem dois ou três brotos por planta. Os dados observados nesse experimento divergem dessa afirmação ao apresentar resultados superiores,

4,73 a 5,94 hastes planta<sup>-1</sup>. Certamente, fatores como as características varietais, altura de poda, e o ambiente podem alterar o número médio de hastes por planta após a poda.

Tabela 52. Valores de F obtidos na análise da variância do número de hastes por planta e da produção total de matéria seca de parte aérea por planta, da variedade IAC 14 (22 meses), em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Número de hastes por planta	Produção de matéria seca de parte aérea por planta
----- Botucatu -----		
Poda	222,32 <sup>**</sup>	294,16 <sup>**</sup>
Densidade	2,44 <sup>ns</sup>	152,87 <sup>**</sup>
Poda x densidade	0,81 <sup>ns</sup>	12,02 <sup>**</sup>
Coefficiente de variação	17,64	10,8
----- São Manuel -----		
Poda	246,19 <sup>**</sup>	3,98 <sup>ns</sup>
Densidade	2,87 <sup>ns</sup>	14,75 <sup>**</sup>
Poda x densidade	1,41 <sup>ns</sup>	1,73 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	14,4	23,79
- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -		
Local	19,39 <sup>**</sup>	85,77 <sup>**</sup>
Poda	447,55 <sup>**</sup>	124,88 <sup>**</sup>
Densidade	4,62 <sup>**</sup>	100,72 <sup>**</sup>
Local x poda	12,22 <sup>**</sup>	61,67 <sup>**</sup>
Local x densidade	0,54 <sup>ns</sup>	13,78 <sup>**</sup>
Poda x densidade	1,16 <sup>ns</sup>	3,73 <sup>*</sup>
Local x poda x densidade	0,84 <sup>ns</sup>	5,56 <sup>**</sup>
Coefficiente de variação	16,47	16,38

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$ ; <sup>\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo;

Com o aumento da densidade populacional, houve uma redução no número de hastes por planta nos tratamentos conduzidos sem poda (Figura 15), como indicou a análise da variância (Tabela 52). Em Botucatu essa redução foi de 2,40 hastes planta<sup>-1</sup> com 5.000 plantas ha<sup>-1</sup> para 1,93 hastes planta<sup>-1</sup> com 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>, e em São Manuel de 2,15 para 1,88 hastes planta<sup>-1</sup> respectivamente para 5.000 e 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 15a). Para os tratamentos podados, esse efeito foi mais acentuado, e o número de hastes variou de 6,45 a 5,32 hastes planta<sup>-1</sup> em Botucatu e de 5,18 para 4,27 hastes planta<sup>-1</sup> em São Manuel, para as



respectivas densidades de 5.000 e 20.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Figura 15b). Essa resposta pode ser descrita pela equação de regressão linear  $y = a + bx$ .

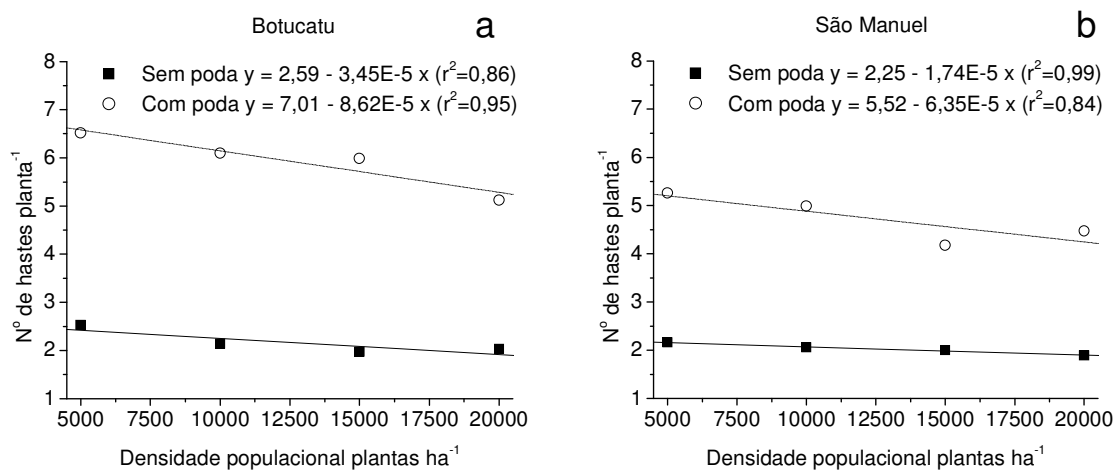


Figura 15. Análise de regressão do número médio de hastes por planta em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais.

Observa-se efeito ambiental no número médio de hastes por planta somente nos tratamentos conduzidos com poda. Em Botucatu obteve-se em média um maior número de hastes do que São Manuel (Figura 15). Para os tratamentos conduzidos sem poda, os resultados observados na contagem do número de hastes por planta foi muito próximo entre os dois locais sugerindo ausência deste efeito. O número de hastes das plantas de mandioca é definido logo na brotação das manivas (CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI 2003), e observa-se nesse experimento nos tratamentos conduzidos sem poda que não houve influência ambiental para esse parâmetro.

Considerando que a altura de poda foi a mesma para todos os tratamentos (10 cm), o menor número de hastes observado nas maiores densidades se deve a brotação de um menor número de gemas remanescentes nas hastes após a poda. Essa característica pode ser atribuída ao alongamento dos entrenós (estiolamento) em plantas submetidas a uma maior competição por luz como ocorre nas altas densidades de plantio

(TAIZ e ZEIGER, 2009), ou ainda a um menor vigor das plantas (ENYI, 1973; COCK et al, 1977; AGUIAR, 2003). Diversos autores mencionam que após a poda as novas brotações são mais vigorosas quando comparadas às plantas não podadas (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003), o que pode ter proporcionado uma maior competição por luz nas maiores densidades de plantio, justificando o maior número de hastes observados. Outros trabalhos que descrevem o efeito das densidades de plantio no número de hastes de plantas de mandioca submetidas a poda não foram encontrados.

Tanto em Botucatu como em São Manuel houve redução da produção total de matéria seca de parte aérea com o aumento das densidades populacionais, independentemente da poda (Figura 16). A produção observada de matéria seca da parte aérea por planta ajustou-se bem ao modelo  $y = a x^b$ . Essa mesma resposta também pode ser observada na produção de matéria seca parte aérea na poda (Figura 14). Os resultados observados refletem o menor desenvolvimento da parte aérea em plantas submetidas a maior competição, e estão de acordo com as afirmações de outros autores (ENYI, 1973; COCK et al., 1977; AGUIAR, 2003).

Como indicado na análise da variância, o efeito de poda na produção total de matéria seca de parte aérea também pode ser visto na Figura 16ac. Nos dois locais observou-se maior produção de matéria seca de parte aérea nos tratamentos com poda independente da densidade de plantio.

A interação entre poda e densidades de plantio indicada na análise da variância em Botucatu para a produção total de matéria seca de parte aérea pode ser observada na Figura 16a. Houve uma maior diferença estimada de  $1,31 \text{ kg planta}^{-1}$  entre os tratamentos com poda e sem poda na densidade de  $5.000 \text{ plantas ha}^{-1}$ , do que para a densidade de  $20.000 \text{ plantas}$ , onde essa diferença foi inferior,  $0,61 \text{ kg planta}^{-1}$  entre os tratamentos com e sem poda.

Em São Manuel, a diferença entre as curvas de regressão para a produção total de matéria seca de parte aérea entre os tratamentos com poda e sem poda foi praticamente constante em todas as densidades (Figura 16c). A diferença média estimada entre os tratamentos com poda e sem poda foi de  $0,15 \text{ kg planta}^{-1}$ . Essa característica foi indicada na análise da variância pela ausência de interação significativa entre poda e densidades populacionais (Tabela 52).

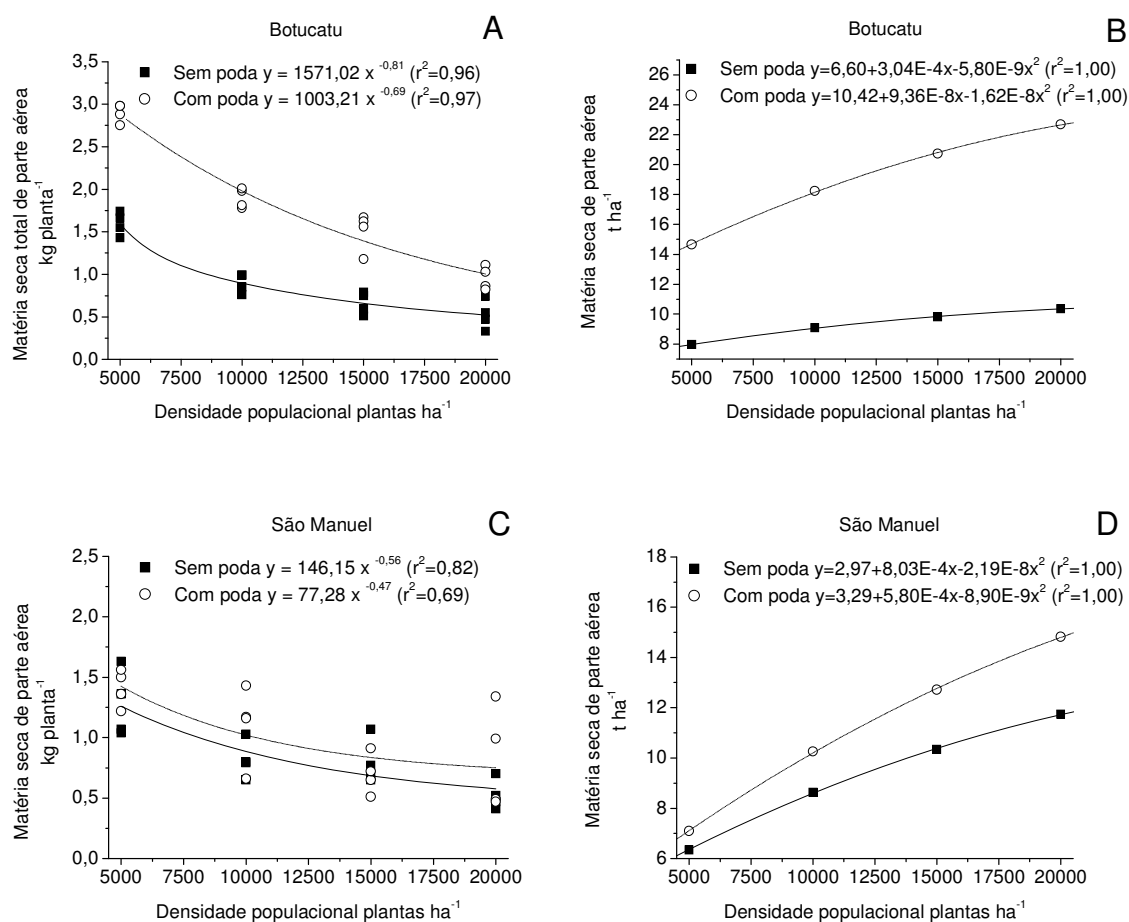


Figura 16. Análise de regressão da produção total de matéria seca de parte aérea em kg planta<sup>-1</sup> em Botucatu (a) e São Manuel (b), e estimativa da produtividade total de matéria seca de parte aérea em t ha<sup>-1</sup> em Botucatu (c) e São Manuel (d), avaliadas na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais.

As maiores produções de matéria seca de parte aérea por planta observadas nos tratamentos podados concordam com Conceição (1981a) e Lorenzi (2003), que descrevem que plantas submetidas à poda desenvolvem uma parte aérea mais vigorosa e exuberante comparada às plantas não podadas. Essa característica, aliada ao maior número de hastes mostrado na Figura 14 para os tratamentos com poda, contribuiu para a maior produção de matéria seca de parte aérea observada.

Independente dos tratamentos observou-se de maneira geral uma maior produção de matéria seca de parte aérea em Botucatu (Figura 16). Esses resultados relacionam-se com a maior fertilidade natural do solo de Botucatu, e estão de acordo com as afirmações de diversos autores que solos de alta fertilidade proporcionam maior desenvolvimento da parte aérea das plantas de mandioca (NORMANHA e PEREIRA, 1952; ALBUQUERQUE, 1969; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003).

Observou-se acréscimo nas estimativas das produtividades de matéria seca de parte aérea por hectare com o aumento das densidades populacionais, independente da poda, tanto em Botucatu como em São Manuel (Figura 16bc). Esses resultados estão de acordo com Martwanna et al. (2009) e Buitrago (1990). A mesma tendência também pode ser observada na produtividade de matéria seca de parte aérea na poda mostrada na Figura 14.

Analisando o efeito da poda em Botucatu, observou-se praticamente o dobro da produtividade de matéria seca de parte aérea, comparada aos tratamentos conduzidos sem poda. Foram estimadas produtividades de 14,66 e 7,96 t ha<sup>-1</sup> para os respectivos tratamentos com poda e sem poda na densidade de 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>, e de 22,68 e 10,37 t ha<sup>-1</sup> para os respectivos tratamentos com poda e sem poda na densidade de 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 16b).

Em São Manuel, os tratamentos com poda também proporcionaram produtividades superiores de matéria seca de parte aérea com relação aos tratamentos sem poda, no entanto a diferença observada foi menor que em Botucatu, 7,10 e 6,35 t ha<sup>-1</sup> respectivamente para os tratamentos com poda e sem poda na densidade de 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>, e de 14,82 e 11,74 t ha<sup>-1</sup>, para os tratamentos com poda e sem poda respectivamente na densidade de 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 16d).

O efeito expressivo da poda na produtividade de matéria seca de parte aérea estimada para Botucatu em relação a São Manuel, está relacionada principalmente a maior fertilidade natural do solo de Botucatu, como afirmam os autores citados anteriormente (NORMANHA e PEREIRA, 1952; ALBUQUERQUE, 1969; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003), e ao maior número de hastes observado nos tratamentos podados em Botucatu, como observou-se na Figura 15.

#### 6.3.4. Componentes da produção de raízes

Os resultados da análise da variância dos componentes da produção de raízes podem ser vistos na Tabela 53. Na análise conjunta de Botucatu e São Manuel houve efeito significativo da interação local e densidade populacional para os parâmetros: número de raízes por planta e comprimento médio de raízes. Houve também efeito de local e de densidade na análise conjunta do número, comprimento, diâmetro e massa média de matéria seca de raízes, e de poda para o comprimento, diâmetro e massa média de matéria seca de raízes (Tabela 53).

Como pode ser visto na análise da variância do número médio de raízes por planta, não houve efeito significativo da poda tampouco da interação poda e densidade populacional, nos dois locais (Tabela 53), todavia houve efeito significativo de densidades.

Observa-se na análise de regressão, a redução do número médio de raízes por planta com o aumento das densidades de plantio nos dois locais, segundo o modelo  $y = a x^b$  (Figura 17). O número médio de raízes por planta em Botucatu caiu de 10,84 raízes em 5.000 plantas  $ha^{-1}$ , para 4,75 em 20.000 plantas  $ha^{-1}$ , e em São Manuel de 7,91 para 5,24 raízes por planta de 5.000 para 20.000 plantas  $ha^{-1}$  respectivamente. Esses valores estimados correspondem a reduções de 56 % e 34 % no número médio de raízes por planta respectivamente em Botucatu e São Manuel com o aumento nas densidades de plantio estudadas.

Segundo Lorenzi (2003), uma vez definido o número de raízes tuberosas por planta, no período de aproximadamente 120 dias após o plantio, este mantém-se constante até a colheita, pois não ocorre diferenciação de novas raízes após esse período. Essa afirmação sugere que a poda realizada entre o primeiro e segundo ciclos vegetativos, período posterior a diferenciação de raízes, não altera o número de raízes por planta, como pode ser observado na análise da variância (Tabela 53) e na análise de regressão (Figura 17). Embora a análise de regressão desse parâmetro demonstre pequena redução no número médio de raízes por planta com a poda em São Manuel, principalmente na densidade de 5.000 plantas  $ha^{-1}$ , observa-se na análise da variância ausência de efeito significativo para a poda (Tabela 53).

Não foram encontrados na literatura outros trabalhos que avaliaram o efeito da poda no número de raízes tuberosas por planta.

Tabela 53. Valores de F obtidos na análise da variância do número de raízes por planta, comprimento, diâmetro e massa média de matéria seca de raízes, da variedade IAC 14 avaliada na colheita (22 meses) em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Nº de raízes por planta	Comprimento de raízes	Diâmetro de raízes	Massa média de matéria seca de raízes
----- Botucatu -----				
Poda	1,37 <sup>ns</sup>	4,63 <sup>*</sup>	2,67 <sup>ns</sup>	20,09 <sup>**</sup>
Densidade	42,83 <sup>**</sup>	1,27 <sup>ns</sup>	7,13 <sup>**</sup>	6,27 <sup>**</sup>
Poda x densidade	0,04 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	16,40	9,61	8,59	22,57
----- São Manuel -----				
Poda	1,04 <sup>ns</sup>	2,76 <sup>ns</sup>	8,73 <sup>**</sup>	9,11 <sup>**</sup>
Densidade	12,45 <sup>**</sup>	14,57 <sup>**</sup>	7,22 <sup>**</sup>	5,75 <sup>**</sup>
Poda x densidade	0,60 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	16,30	7,79	7,44	22,90
----- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -----				
Locais	7,78 <sup>**</sup>	60,58 <sup>**</sup>	118,11 <sup>**</sup>	145,59 <sup>**</sup>
Podas	2,41 <sup>ns</sup>	7,30 <sup>**</sup>	10,73 <sup>**</sup>	23,21 <sup>**</sup>
Densidade	50,77 <sup>**</sup>	11,69 <sup>**</sup>	14,48 <sup>**</sup>	10,06 <sup>**</sup>
Local x poda	0,04 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>
Local x densidade	8,17 <sup>**</sup>	3,59 <sup>*</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>
Poda x densidade	0,26 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>
Local x poda x densidade	0,31 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	16,38	8,63	7,95	24,33

\*\* significativo  $\alpha \leq 0,01$ ; \* significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo.

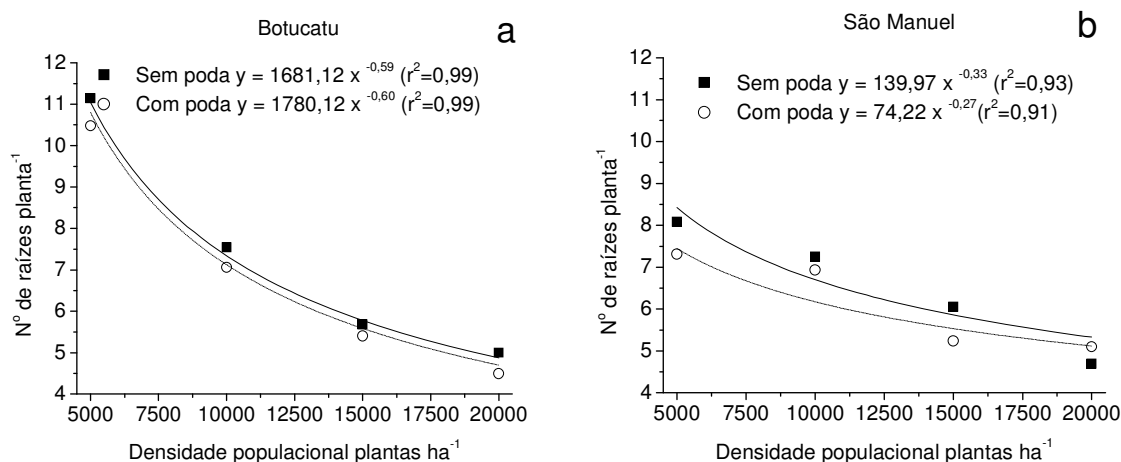


Figura 17. Análise de regressão do número médio de raízes de plantas de mandioca em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais.

Diversos autores observaram queda no número de raízes por planta com o aumento das densidades populacionais (ENYI, 1972b; OLIVEIRA 1975; COCK et al, 1977; AGUIAR, 2003). O presente estudo confirma os resultados observados nesses trabalhos, embora outros autores não tenham observado alterações significativas no número de raízes por planta com o aumento da densidade de plantio (WILLIAMS, 1974; TAKAHASHI e GUERINI, 1998). Segundo Cock et al. (1977) e Lorenzi (2003) o maior número de raízes por planta, observados nas menores densidades, ocorre em função do maior saldo de carboidratos no período de diferenciação de raízes, que em condições de menor competição por luz e nutrientes estimulam a diferenciação de um maior número de raízes tuberosas.

Para as densidades de 10.000, 15.000 e 20.000 plantas  $ha^{-1}$  os números médios de raízes observados nas contagens em ambos locais demonstram pouca variação entre os locais. No entanto, para a densidade de 5.000 plantas  $ha^{-1}$ , foi observado um maior número de raízes por planta em Botucatu, 10,84 raízes, comparado a São Manuel, 7,91 raízes por planta. Essa variação pode estar relacionada com a menor disponibilidade de água, e nutrientes, em São Manuel nos primeiros meses após o plantio, por tratar-se de um solo arenoso bem drenado (Latossolo). Entretanto, essa característica não interferiu no número de

raízes observado nas densidades entre 10.000 a 20.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ . Observa-se nesses resultados que outros fatores podem estar relacionados com a diferenciação de raízes tuberosas principalmente em baixas densidades populacionais (Figura 17).

Na análise da variância, houve efeito significativo da poda no comprimento médio das raízes colhidas em Botucatu e de densidades populacionais em São Manuel (Tabela 53). Independente das densidades de plantio em Botucatu a poda reduziu significativamente o comprimento médio das raízes, em média 2,34 cm para as densidades de plantio estudadas (Figura 18a). As curvas de regressão observadas mostram também uma pequena redução no comprimento de raízes com o aumento das densidades populacionais, embora não tenha sido encontrado efeito significativo de densidades populacionais na análise da variância. Em média o comprimento de raízes em Botucatu reduziu 2,58 cm entre 5.000 e 20.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ . Os dados observados ajustaram-se ao modelo de regressão  $y = a x^b$ .

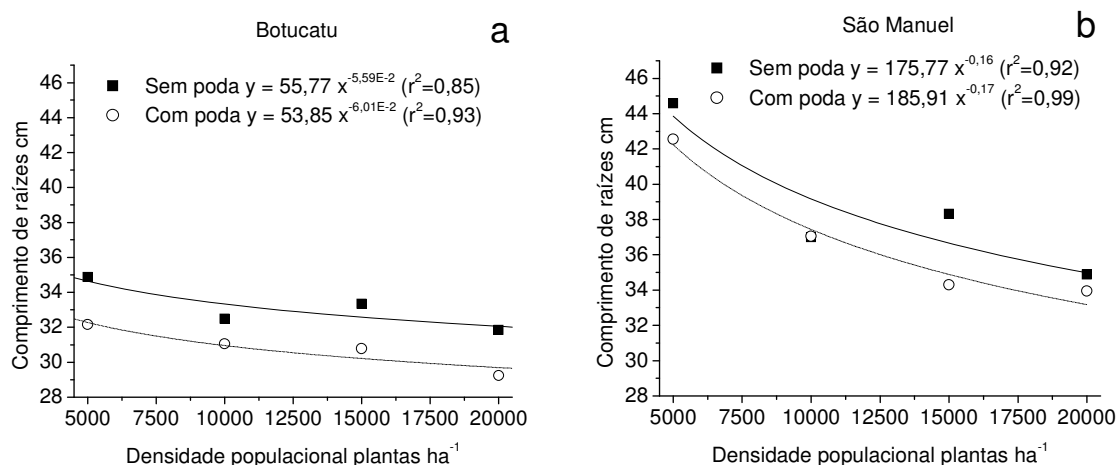


Figura 18. Análise de regressão do comprimento médio de raízes (cm) em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais.

Em São Manuel, o aumento da densidade de plantio reduziu significativamente o comprimento médio das raízes em 8,96 cm de 5.000 para 20.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Figura 18b), como indicou a análise da variância (Tabela 53). Em Botucatu observou-se o mesmo efeito, porém menos expressivo (Figura 18a).



Embora não seja encontrado na literatura descrições do efeito da poda no comprimento de raízes, o menor comprimento observado em todas as densidades populacionais com a poda em Botucatu, pode estar relacionado com a demanda de carboidratos das raízes para a brotação da parte aérea após a poda. Conceição (1981a) e Lorenzi (2003) afirmam que as plantas de mandioca utilizam parte do amido armazenado nas raízes em para emissão das novas hastes e folhas após a poda.

Outro efeito que podemos considerar se dá na partição de assimilados entre a parte aérea e as raízes tuberosas no segundo ciclo. Como discutido anteriormente, foi observada maior produção de matéria seca de parte aérea nos tratamentos podados (Figura 16). O maior desenvolvimento da parte aérea com a poda aumentou a demanda de assimilados durante o segundo ciclo, refletindo negativamente no comprimento médio das raízes. Diversos autores descrevem a relação inversa entre o desenvolvimento da parte aérea e das raízes de mandioca, afirmam que o desenvolvimento exagerado da parte aérea pode prejudicar o desenvolvimento das raízes refletindo na produtividade (ENYI, 1972b; WILLIAMS, 1972; LORENZI, 2003).

Pela análise da variância (Tabela 53), não houve efeito de poda no diâmetro médio de raízes em Botucatu como também pode ser visto na análise de regressão (Figura 19a). Observa-se nas curvas para os tratamentos com poda e sem poda a mesma resposta. O aumento nas densidades de plantio reduziu significativamente o diâmetro médio estimado das raízes em Botucatu de 5,33 cm em 5.000 plantas ha<sup>-1</sup> para 4,47 cm em 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A análise desse parâmetro ajustou-se ao modelo  $y = a x^b$ .

Em São Manuel, observa-se na análise de regressão, que não houve diferença significativa no diâmetro médio das raízes na densidade de 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A diferença entre as estimativas com e sem poda foi de 0,11 cm em 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>, e de 0,71 cm em 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 19b). O efeito da poda no diâmetro de raízes em São Manuel também pode ser observado na análise da variância (Tabela 53). Semelhante a Botucatu, o aumento da densidade de plantio também reduziu o diâmetro médio das raízes tuberosas em São Manuel, todavia houve uma redução mais acentuada no diâmetro das raízes para os tratamentos podados, 1,30 cm, com o aumento da densidade de plantio de 5.000 para 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Para os tratamentos sem poda a redução estimada foi menor que 0,70 cm com o aumento da densidade de plantio.

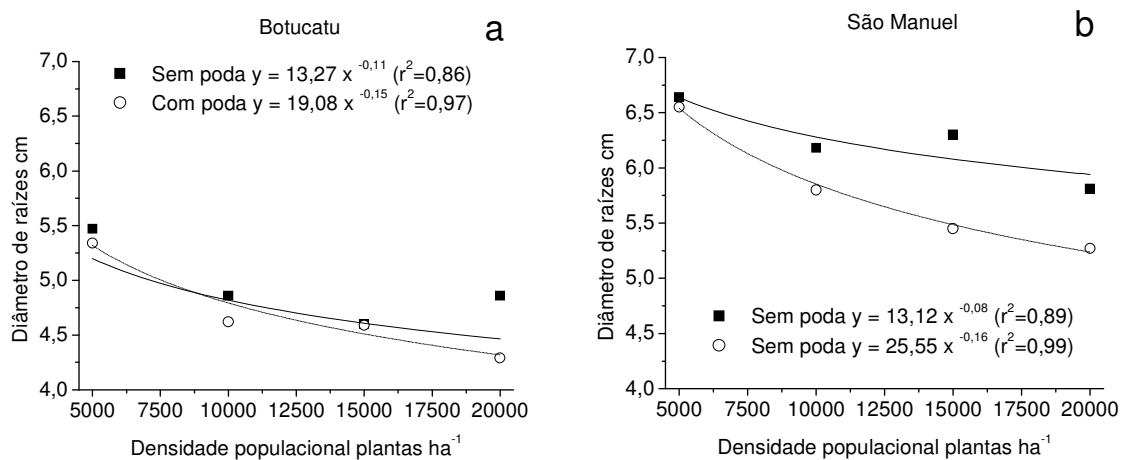


Figura 19. Análise de regressão do diâmetro médio de raízes (cm) em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais.

O menor diâmetro médio de raízes observado nas maiores densidades nos tratamentos podados em São Manuel (Figura 19b) pode estar relacionado com alterações na partição de assimilados e com o consumo de carboidrato das raízes após a poda como discutido anteriormente. As plantas que se desenvolveram nas maiores densidades populacionais, após a poda acumularam maior quantidade de matéria seca na parte aérea (Figura 16). Essa característica possivelmente interferiu negativamente no desenvolvimento das raízes, como pode ser observado no diâmetro e comprimento médios das raízes. Williams (1972) e Cock et al. (1977) relatam este efeito em altas densidades de plantio.

De maneira geral, a redução do diâmetro das raízes com o aumento das densidades de plantio são semelhantes as respostas observadas no comprimento médio das raízes (Figura 18), e refletem o efeito da maior competição entre plantas nas maiores densidades de plantio como discutido anteriormente (ENYI, 1973, COCK et al., 1977; AGUIAR, 2003).

Para a massa da matéria seca média das raízes, observa-se efeito significativo da poda pela análise da variância tanto em Botucatu como em São Manuel (Tabela 53). Da mesma forma que observado na análise de regressão dos parâmetros

anteriores, a massa média de matéria seca das raízes ajustou-se ao modelo  $y = a x^b$  (Figura 20). Em Botucatu, a poda provocou a redução na massa da matéria seca média de raízes em todas as densidades populacionais avaliadas (Figura 20a). No entanto, em São Manuel essa diferença só pode ser observada nas densidades entre 10.000 e 20.000 plantas  $ha^{-1}$  (Figura 20b). A redução na massa de matéria seca de raízes observada com a poda confirma os resultados significativos observados para o comprimento de raízes observados em Botucatu e São Manuel, e diâmetro médio de raízes em São Manuel. De maneira geral esses resultados refletiram o efeito supressivo da poda no desenvolvimento das raízes tuberosas como discutido anteriormente (CONCEIÇÃO, 1981a; ENYI, 1972a; WILLIAMS, 1972; LORENZI, 2003).

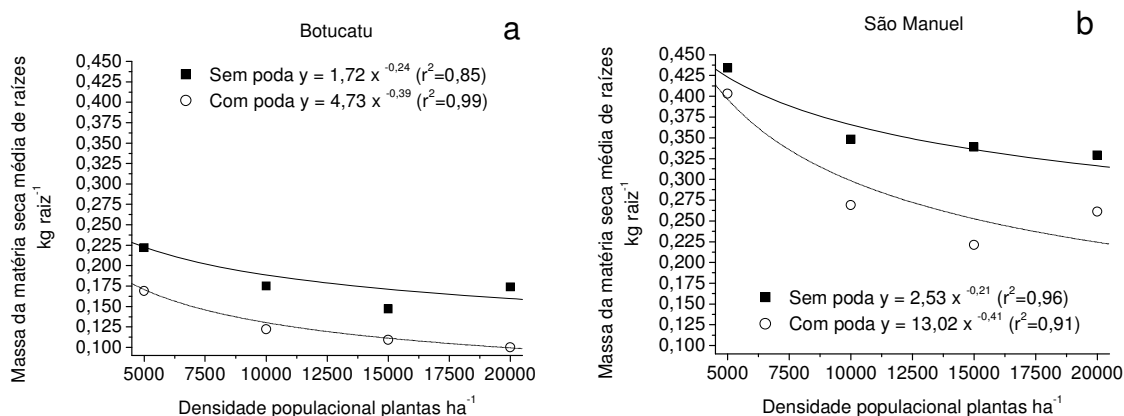


Figura 20. Análise de regressão da massa da matéria seca média de raízes ( $kg\ raiz^{-1}$ ) em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais.

Semelhante ao observado para o diâmetro (Figura 19), a massa média de matéria seca de raízes foi pouco alterada com a poda na densidade de 5.000 plantas  $ha^{-1}$  em São Manuel (Figura 20b). Essa característica pode estar relacionada com a menor competição entre plantas nesta densidade, que pode ter favorecido uma melhor partição de assimilados para as raízes tuberosas.

A redução da massa da matéria seca média de raízes observada com o aumento das densidades plantio corrobora os resultados observados para o comprimento e

diâmetro médio das raízes. Como discutido anteriormente o efeito da maior competição entre plantas nas maiores densidades de plantio interfere negativamente no desenvolvimento das raízes tuberosas (ENYI, 1973; COCK et al. 1977; AGUIAR, 2003). Diversos autores observaram redução na massa média de raízes com o aumento das densidades de plantio (WILLIAMS, 1974; COCK et al., 1977; MONDARDO et al., 1995; AGUIAR, 2003).

Avaliando-se as diferenças locais, de maneira geral observou-se um maior desenvolvimento das raízes em São Manuel comparado a Botucatu. Embora o solo de Botucatu possua uma maior fertilidade natural comparado a São Manuel, esse ambiente proporcionou menor desenvolvimento das raízes tuberosas e maior desenvolvimento da parte aérea. Essa diferença pode estar relacionada diretamente com alterações na partição de assimilados.

### **6.3.5. Produtividade e teor de matéria seca de raízes**

Como pode ser visto na análise conjunta da variância, não houve efeito significativo de nenhuma das interações testadas para o teor de matéria seca e para a produtividade de matéria seca de raízes por planta em Botucatu e São Manuel (Tabela 54). No entanto observou-se efeito local e de poda para ambos parâmetros nos dois locais e efeito de densidades para a produtividade de matéria seca de raízes por planta na análise conjunta.

Observou-se na análise da variância nos dois locais efeito significativo de poda para o teor de matéria seca e produtividade de matéria seca de raízes por planta (Tabela 54). Para o parâmetro produtividade de matéria seca de raízes por planta, a análise da variância indicou também efeito de densidade.

Em Botucatu, observou-se na análise de regressão o aumento dos teores de matéria seca das raízes com o incremento da densidade de plantio, houve um aumento estimado de 2,97 % de 5.000 para 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> nos tratamentos sem poda e de 2,05 % nos tratamentos podados, segundo o modelo de regressão linear  $y = a + bx$  (Figura 21a). Em São Manuel foi observada a mesma tendência com a poda, um aumentando estimado de 1,92 % no teor de matéria seca entre as densidades de 5.000 e 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>, no entanto para os tratamentos conduzidos sem poda não houve alteração no teor de matéria seca das raízes em função das densidades populacionais (Figura 21b).

Embora na análise da variância não tenha sido observado efeito significativo das densidades de plantio no teor de matéria seca das raízes (Tabela 54), a análise de regressão aponta acréscimos significativos de 2,97 %, para os tratamentos sem poda em Botucatu e de 1,92 % em São Manuel, com o aumento da densidade de plantio de 5.000 para 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 21).

Tabela 54. Valores de F obtidos na análise da variância do teor de matéria seca e da produtividade de matéria seca de raízes por planta, da variedade IAC 14 (22 meses) avaliada em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Teor de matéria seca de raízes	Produtividade de matéria seca de raízes por planta
	----- Botucatu -----	
Poda	24,36 <sup>**</sup>	30,96 <sup>**</sup>
Densidade	1,67 <sup>ns</sup>	72,53 <sup>**</sup>
Poda x densidade	1,10 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	3,44	19,78
----- São Manuel -----		
Poda	23,34 <sup>**</sup>	15,05 <sup>**</sup>
Densidade	1,06 <sup>ns</sup>	22,04 <sup>**</sup>
Poda x densidade	1,96 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	7,14	21,93
- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -		
Locais	197,03 <sup>**</sup>	113,47 <sup>**</sup>
Podas	44,80 <sup>**</sup>	35,12 <sup>**</sup>
Densidade	1,65 <sup>ns</sup>	63,22 <sup>**</sup>
Local x poda	3,40 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>
Local x densidade	1,39 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>
Poda x densidade	1,27 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>
Local x poda x densidade	1,35 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	5,29	22,4

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$  e <sup>ns</sup> não significativo.

Diversos autores afirmam que o teor de matéria seca das raízes de mandioca tende a diminuir com o aumento das densidades de plantio (COCK et al., 1977; COURTS, 1951; ENYI, 1973; HUNT et al., 1977), outros no entanto, não encontraram variações no teor de matéria seca das raízes com alterações nas densidades de plantio

(MONDARDO et al., 1995; OLIVEIRA, 1995). Os resultados observados nesse experimento não são conclusivos e demonstram um pequeno acréscimo no teor de matéria seca das raízes nos tratamentos descritos anteriormente, inferior a 3,00 %, com o aumento das densidades de plantio.

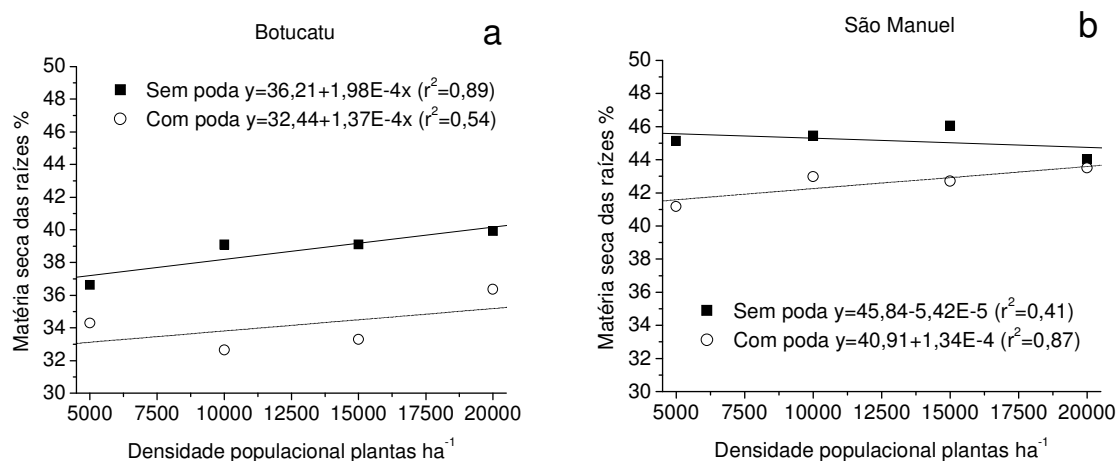


Figura 21. Análise de regressão do teor de matéria seca das raízes de mandioca (%) em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliado na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais.

Os teores de matéria seca observados em São Manuel foram maiores que em Botucatu, independente da poda e das densidades populacionais (Figura 21). Essa diferença encontrada reflete significativo efeito ambiental, como pode ser observado na análise conjunta da variância (Tabela 54), e pode estar relacionado com o maior desenvolvimento da parte aérea em Botucatu em relação a São Manuel (Figura 16), o maior consumo de amido das raízes para as novas brotações como discutido anteriormente (NORMANHA e PEREIRA, 1962; DIAS, 1966; ALBUQUERQUE, 1969; CORREIA et al., 1973; SOUZA, 2000; OLIVEIRA, 2010) e alterações na partição de assimilados.

Observa-se na Figura 22ac, a menor produção de matéria seca de raízes por planta nos tratamentos podados em todas as densidades populacionais estudadas, segundo o modelo de regressão  $y = a + b^x$ . Esse efeito também pode ser identificado na análise da variância (Tabela 54). A análise dos resultados discutida nesse experimento indica que a

menor produção de matéria seca de raízes observada com a poda em ambos locais pode estar relacionada com a partição de assimilados no segundo ciclo. A poda favoreceu o desenvolvimento da parte aérea (Figura 16), consequentemente prejudicou o desenvolvimento das raízes das raízes tuberosas, como pode ser visto na Figura 22, independente da densidade de plantio. Os resultados observados confirmam as afirmações de diversos autores (ENYI, 1972a; WILLIAMS, 1972, BARROS et al., 1978, LORENZI, 2003) que descrevem a relação negativa entre o desenvolvimento das raízes e da parte aérea das plantas de mandioca.

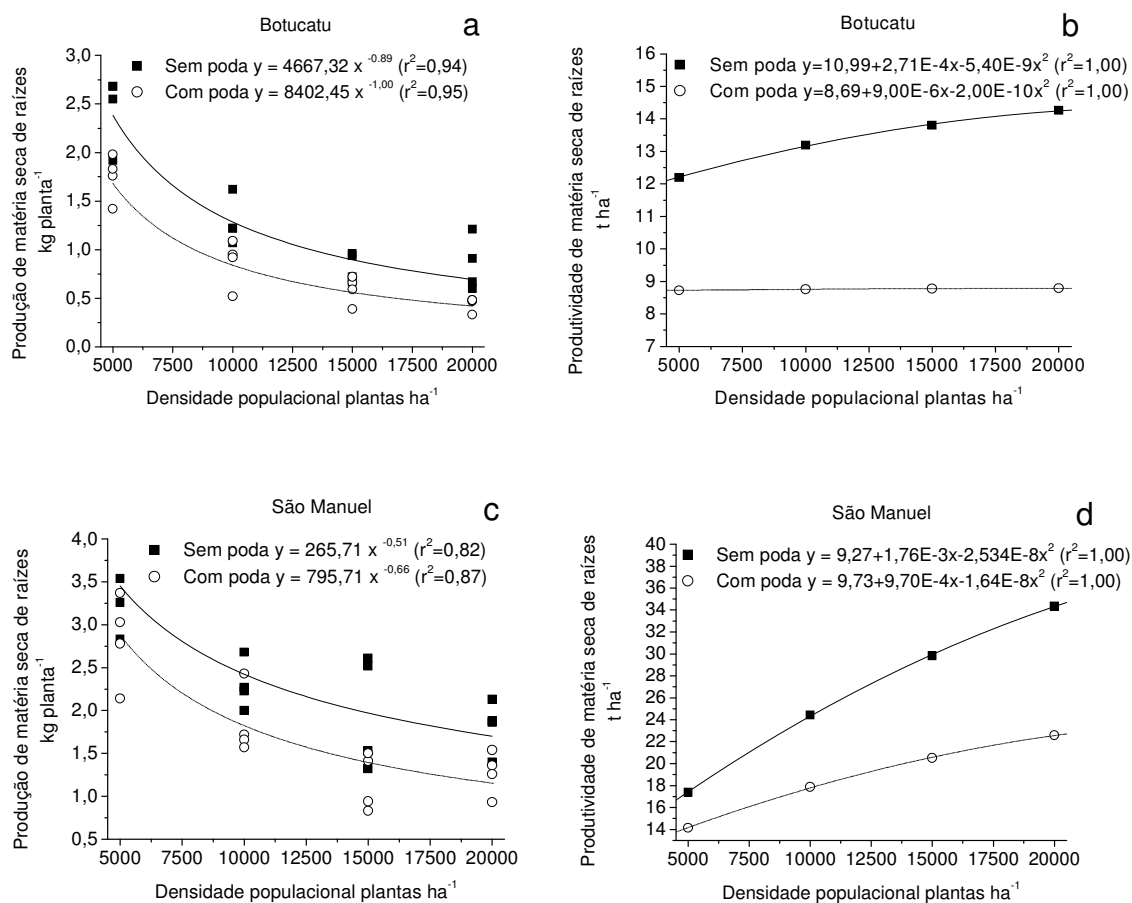


Figura 22. Análise de regressão da produção de matéria seca de raízes por planta (kg planta<sup>-1</sup>) em Botucatu (a) e São Manuel (c), e produtividade de matéria seca de raízes (t ha<sup>-1</sup>) em Botucatu (b) e São Manuel (d), avaliadas na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais.

Com o aumento das densidades populacionais, tanto em Botucatu como em São Manuel, houve uma redução na produção de matéria seca de raízes por planta. Em Botucatu os resultados variaram em média de e 3,15 para 0,58 kg planta<sup>-1</sup> com 5.000 e 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> respectivamente, e São Manuel de 3,15 para 1,42 kg planta<sup>-1</sup> respectivos as mesmas densidades de plantio citadas (Figura 22ac).

Como discutido anteriormente para os componentes da produção de raízes, a redução na produção de matéria seca de raízes observada com o aumento das densidades populacionais, pode ser explicada pela maior competição entre as plantas nas altas densidades, que proporciona um menor desenvolvimento das plantas. A redução no rendimento de matéria seca de raízes por planta com o aumento das densidades populacionais concorda com outros trabalhos publicados (ENYI, 1973, COCK, 1977; BARROS et al., 1978; AGUIAR, 2003).

A maior produção de matéria seca de raízes por planta observadas em São Manuel comparada a Botucatu, se deve principalmente as variações ambientais (Figura 22ac). Essa diferença está relacionada provavelmente com a alteração na partição de assimilados entre parte aérea e raízes tuberosas durante o ciclo de desenvolvimento das plantas e pode ser justificada ao analisarmos a diferença na produção de matéria seca de parte aérea entre os dois locais (Item 6.3.2 e 6.3.3). Em Botucatu houve maior acúmulo de assimilados na parte aérea, enquanto o ambiente de São Manuel proporcionou maior de acúmulo de assimilados nas raízes tuberosas melhor discutido no Item 6.3.8. Essas alterações na partição de assimilados em função das densidades populacionais foram bem estudadas por Cock (1977) e Barros et al. (1978), que observaram acúmulo crescente de matéria seca na parte aérea com o aumento das densidades de plantio, reduzindo conseqüentemente o índice de colheita.

Da mesma forma que nas produções por planta, a estimativa da produtividade de matéria seca de raízes (t ha<sup>-1</sup>) mostra as maiores produtividades para os tratamentos sem poda nos dois locais independe das densidades de plantio (Figura 22bd). As produtividades estimadas por ha ajustaram-se ao modelo de regressão polinomial do 2º grau  $y = a + bx + cx^2$ .

Em Botucatu na densidade de 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>, foram estimadas produtividades de 12,10 t ha<sup>-1</sup> para os tratamentos sem poda, e de 8,73 t ha<sup>-1</sup> com poda, que equivale a uma redução de 27,85 % na produtividade de matéria seca de raízes com a da poda.



Para a densidade de 20.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , essa redução foi ainda maior, foram estimadas produtividades de 14,25  $\text{t ha}^{-1}$  sem poda e de 8,79  $\text{t ha}^{-1}$  com poda, que equivale a uma redução de 38,36 % na produtividade de matéria seca de raízes com a poda (Figura 22b).

Em São Manuel, também foi observada redução na produtividade de matéria seca de raízes com a poda, porém menos expressiva nas menores densidades de plantio. Para a densidade de 5.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , a produção caiu de 17,39  $\text{t ha}^{-1}$  sem poda para 14,15  $\text{t ha}^{-1}$ , equivalente a uma redução de 18,63 % com a poda, enquanto em 20.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  a redução na produtividade com a poda foi maior, 34,24 % da produtividade de matéria seca de raízes, variando de 34,35  $\text{t ha}^{-1}$  sem poda para 22,59  $\text{t ha}^{-1}$  com poda (Figura 22d).

Observou-se a partir desses resultados, que a poda alterou de maneira mais pronunciada a produtividade de matéria seca de raízes nas maiores densidades populacionais. Em Botucatu houve queda de produtividade de matéria seca de raízes com a poda de 38,36 %, e São Manuel de 34,24 % na densidade de 20.000 plantas. Enquanto para a densidade de 5.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , o efeito da poda foi menor, reduzindo a produtividade 27,85 % em Botucatu e 18,69 % em São Manuel. Essas observações demonstram alteração significativa para esse parâmetro entre a poda e as densidades populacionais, e permite afirmar que nas maiores densidades de plantio a poda proporcionou maiores alterações na produtividade de matéria seca de raízes (Figura 22bd).

As menores produtividades de matéria seca de raízes observadas nos tratamentos podados estão relacionadas ao maior consumo de carboidratos para desenvolvimento da parte aérea após a poda, e pelas alterações na partição de assimilados no segundo ciclo de desenvolvimento (Item 6.3.8). Esse efeito pode ser comprovado pela produtividade de matéria seca da parte aérea observada nas maiores densidades de plantio (Figura 16), e pelas menores produções por planta e produtividade de matéria seca de raízes observadas com a poda (Figura 22). Como descreve Conceição (1981a) e Lorenzi (2003), nessas condições ocorre um maior consumo de carboidratos das raízes tuberosas para as novas brotações, e um maior acúmulo de assimilados na parte aérea em detrimento das raízes tuberosas (ENYI, 1972a; WILLIAMS, 1972; BARROS et al., 1978; LORENZI, 2003).

De maneira geral, observou-se as maiores produtividades de matéria seca de raízes em São Manuel comparado a Botucatu (Figura 22cd). Essa variação demonstra o efeito ambiental no desenvolvimento das plantas de mandioca e na partição de assimilados,

que favoreceu a produção de matéria seca de parte aérea em Botucatu (Figura 16b) e de raízes em São Manuel (Figura 22d). Esses resultados estão de acordo com diversos autores que descrevem que o desenvolvimento da parte aérea pode ser favorecido por solos de alta fertilidade (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003), podendo comprometer o desenvolvimento das raízes como foi observado em Botucatu.

Outra resposta a considerar está relacionada a característica da variedade estudada (IAC 14), recomendada para solos de baixa fertilidade (LORENZI et al., 1996). Os resultados observados são concordantes pois mostram o melhor desempenho dessa variedade para a produção de matéria seca de raízes em São Manuel, solo arenoso de baixa fertilidade natural (Tabela 6).

No entanto, em Botucatu com a variedade IAC 14 cultivada em solo argiloso e de alta fertilidade (Tabela 5), observou-se as maiores produtividades de matéria seca de raízes nas maiores densidades de plantio. Essa observação discorda de vários autores, que recomendam menores densidades populacionais para o plantio de mandioca em solos de alta fertilidade (NORMANHA e PEREIRA, 1962; CONCEIÇÃO, 1981a; LORENZI, 2003).

O efeito de densidades populacionais observado neste experimento demonstrou que a maior densidade de plantio, independente da poda e do tipo de solo, proporcionou a maior produtividade de matéria seca de raízes. Esses resultados estão de acordo com Aguiar (2003) e com as recomendações de Normanha e Pereira (1950) para solos de baixa fertilidade. Todavia, Cock (1977) trabalhando com ampla faixa de densidades populacionais (2.500 a 30.000 plantas ha<sup>-1</sup>), observou respostas variáveis na produtividade de raízes entre diferentes variedades de mandioca.

### **6.3.6. Produtividade e teor de matéria seca de cepa**

A análise conjunta da variância do teor de matéria seca das cepas, não indicou efeito significativo nas interações testadas, no entanto observou-se efeito local e de poda. Tanto em Botucatu como em São Manuel houve efeito significativo da poda no teor de matéria seca das cepas, e para São Manuel houve também efeito de densidades populacionais (Tabela 55).

Para o parâmetro produção de matéria seca de cepas houve efeito da interação local e densidade populacional na análise da variância conjunta, observou-se também efeito de local e densidade. A análise da variância tanto em Botucatu e São Manuel indicou efeito significativo de densidade (Tabela 55).

Tabela 55. Valores de F obtidos na análise da variância do teor de matéria seca e da produtividade de matéria seca de cepa por planta, da variedade IAC 14 (22 meses) avaliada em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Teor de matéria seca das cepas	Produção de matéria seca de cepa por planta
	----- Botucatu -----	
Poda	8,36 <sup>**</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
Densidade	0,27 <sup>ns</sup>	44,05 <sup>**</sup>
Poda x densidade	0,45 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>
Coeficiente de variação	9,53	20,66
----- São Manuel -----		
Poda	27,28 <sup>**</sup>	2,21 <sup>ns</sup>
Densidade	4,10 <sup>*</sup>	18,29 <sup>**</sup>
Poda x densidade	1,99 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>
Coeficiente de variação	2,53	16,67
- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -		
Local	25,12 <sup>**</sup>	34,09 <sup>**</sup>
Poda	18,70 <sup>**</sup>	0,33 <sup>ns</sup>
Densidade	0,05 <sup>ns</sup>	61,86 <sup>**</sup>
Local x podas	1,85 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>
Local x densidade	1,13 <sup>ns</sup>	12,41 <sup>**</sup>
Poda x densidade	0,74 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>
Local x poda x densidade	0,46 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>
Coeficiente de variação	6,57	19,51

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$ ; <sup>\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo.

Observa-se na análise de regressão dos teores de matéria seca das cepas em Botucatu nos tratamentos conduzidos sem poda ausência de efeito significativo para as densidades populacionais, no entanto com a poda a análise de regressão indicou um pequeno acréscimo estimado de 2,40 % de 5.000 para 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 23a). Em São Manuel a análise da variância indica efeito de densidades populacionais para esse parâmetro. Observa-

se na análise de regressão uma redução estimada de 2,31 % no teor de matéria seca das cepas entre a densidade de 5.000 e 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>, dos tratamentos conduzidos sem poda. Não houve diferença no teor de matéria seca das cepas em função das densidades de plantio nos tratamentos com poda (Figura 23b). As pequenas variações estimadas pelas análises de regressão dos teores de matéria seca das cepas em função das densidades de plantio, somada à controvérsia entre os resultados observados nos dois locais, sugerem ausência de efeito significativo de densidades populacionais para esse parâmetro.

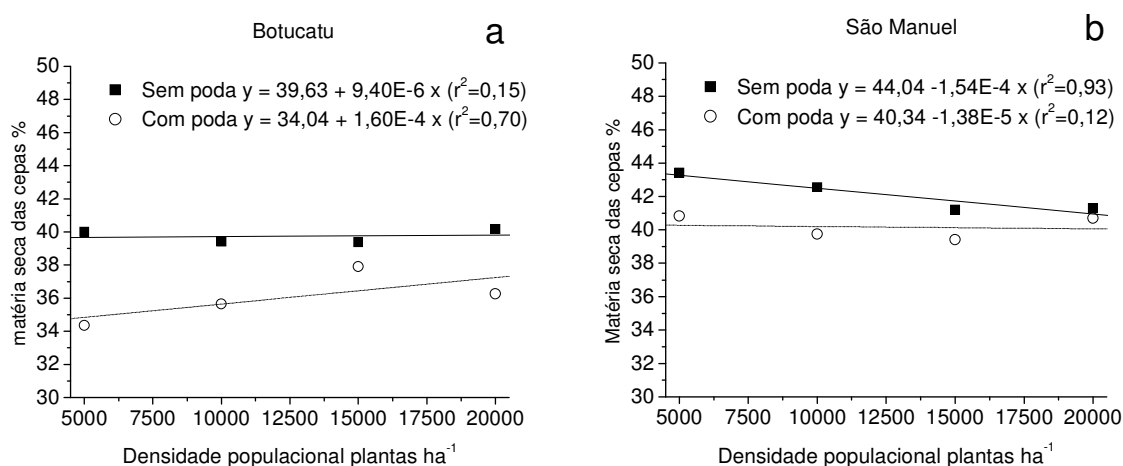


Figura 23. Análise de regressão do teor de matéria seca das cepas de mandioca (%) em Botucatu (a) e São Manuel (b), avaliadas na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais.

Para a produção de matéria seca de cepas por planta, não houve efeito significativo da poda na análise da variância de ambos locais (Tabela 55). No entanto, observou-se na análise de regressão, efeito de densidades populacionais segundo o modelo  $y = a x^b$ . O aumento na densidade de plantio de 5.000 para 20.000 planta ha<sup>-1</sup> provocou uma redução média estimada no rendimento de matéria seca de cepas por planta de 0,58 para 0,20 kg planta<sup>-1</sup> em Botucatu e de 0,35 para 0,20 em São Manuel (Figura 24ac). Essa variação ocorre devido a maior competição entre plantas nas maiores densidades de plantio, como discutido anteriormente. Estes resultados são concordantes com as afirmações de diversos

autores sobre o efeito de densidades populacionais no desenvolvimento das plantas de mandioca (ENYI, 1973; COCK, 1977; BARROS et al., 1978; AGUIAR, 2003).

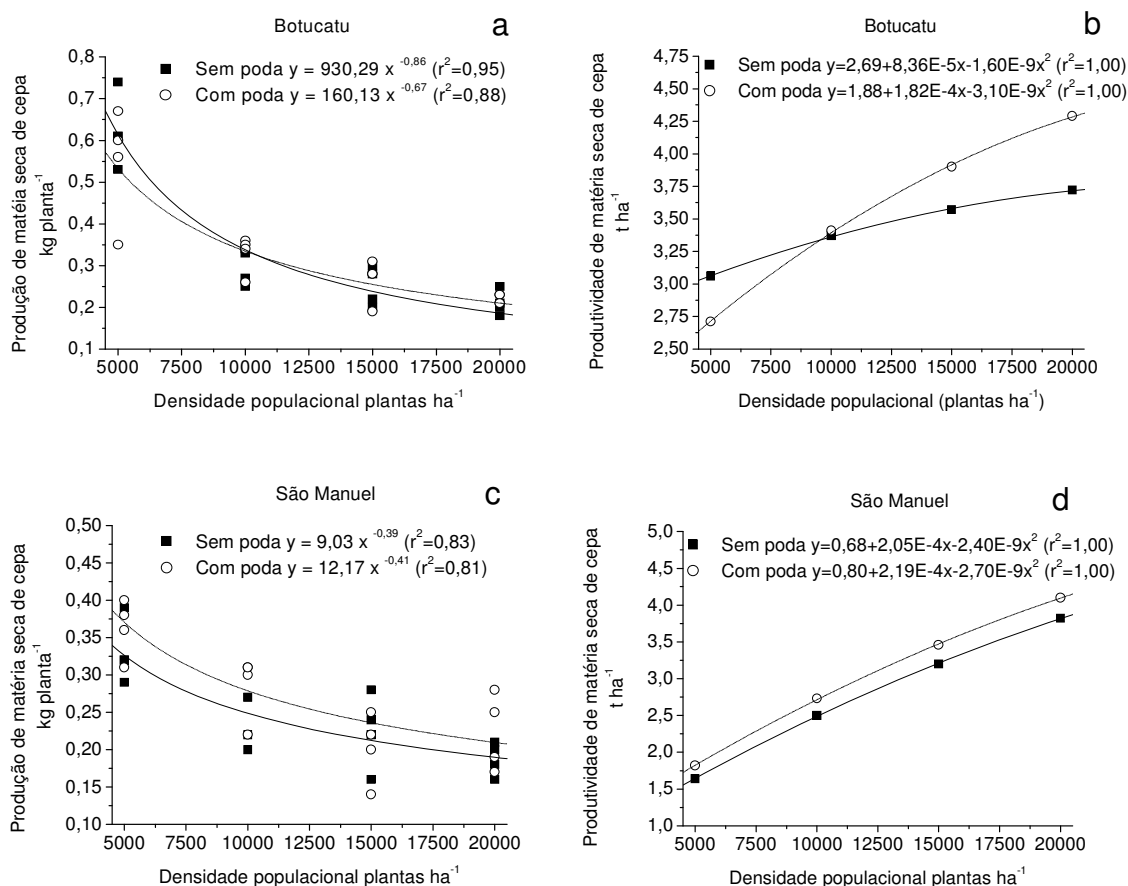


Figura 24. Análise de regressão da produção de matéria seca de cepa planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) em Botucatu (a) e São Manuel (c), e produtividade de matéria seca de cepa ( $\text{t ha}^{-1}$ ) em Botucatu (b) e São Manuel (d), avaliadas na colheita (22 meses) da variedade IAC 14, cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais.

Pode-se observar em Botucatu que a poda proporcionou menor produtividade de matéria seca de cepa na densidade de 5.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , redução de 0,36 t em relação ao tratamento com poda. Foram observadas produtividades praticamente iguais para os tratamentos com poda e sem poda com 10.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , e acréscimos de 0,33 e 0,57 t na produtividade de matéria seca de cepas com a poda para as densidades de 15.000 e

20.000 plantas ha<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 24b). Em São Manuel a poda proporcionou maiores produtividades de matéria seca de cepas em todas as densidades populacionais avaliadas, com acréscimo de 0,18 t para a densidade de 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>, e de 0,28 t para 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 24d).

Embora tenham sido observadas reduções na produção de matéria seca de cepa por planta com o aumento das densidades de plantio, o efeito multiplicativo das densidades populacionais promoveu os acréscimos nas estimativas das produtividades de matéria seca de cepa por hectare. Essa mesma característica também pode ser observada para as produtividades totais de matéria seca de parte aérea e raízes (Figuras 16bd e 22bd).

Não foram encontrados na literatura resultados que descrevam efeitos da poda e de densidades populacionais no desenvolvimento das cepas. As curvas de regressão estimadas segundo o modelo  $y = a x^b$ , para os tratamentos com e sem poda tanto em Botucatu como em São Manuel foram bastante próximas, sugerindo a ausência do efeito de poda na produção de matéria seca de cepa (Figura 24ac), como também indica a análise da variância (Tabela 55). Da mesma forma que na produtividade total de matéria seca de parte aérea e de raízes (Figuras 16bd e 22bd), o efeito multiplicativo das densidades populacionais na produção de matéria seca média de cepas por planta proporcionou as maiores produtividades na maior densidade de plantio estudada (20.000 plantas ha<sup>-1</sup>) independente da poda.

### **6.3.7. Produtividade de matéria seca total**

A análise conjunta da variância indica efeito significativo da interação entre local e poda para a produção de matéria seca total por planta. Observa-se também na análise da variância conjunta deste parâmetro efeito da interação entre local e densidade (Tabela 56).

Na análise da variância para cada local pode-se observar efeito significativo de poda e de densidade em Botucatu e de densidade em São Manuel na produção de matéria seca total por planta. Não houve interação entre a poda e densidade de plantio para esse parâmetro nos dois locais de estudo (Tabela 56).

Tabela 56. Valores de F obtidos na análise da variância da produção de matéria seca total por planta, da variedade IAC 14 (22 meses) avaliada em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	Produção de matéria seca total por planta	
	- Botucatu -	- São Manuel -
Poda	15,62 <sup>**</sup>	4,00 <sup>ns</sup>
Densidade	170,46 <sup>**</sup>	24,49 <sup>**</sup>
Poda x densidade	1,53 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	11,27	19,61
	- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -	
Local	11,96 <sup>**</sup>	
Poda	0,00 <sup>ns</sup>	
Densidade	104,81 <sup>**</sup>	
Local x poda	12,61 <sup>**</sup>	
Local x densidade	2,13 <sup>ns</sup>	
Podas x densidade	0,50 <sup>ns</sup>	
Local x poda x densidade	1,21 <sup>ns</sup>	
Coefficiente de variação	16,6	

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$  e <sup>ns</sup> não significativo.

Observa-se na análise de regressão o aumento produção de matéria seca total por planta com a poda em Botucatu e a redução em São Manuel (Figura 25ac), como indicado na análise da variância (Tabela 56). Os dados observados ajustaram-se ao modelo de regressão  $y = a x^b$ . Em Botucatu estima-se o acréscimo médio na produção de matéria seca total por planta com a poda de 0,45 kg planta<sup>-1</sup> (Figura 25a). Em São Manuel também houve efeito da poda, no entanto foi maior a produção de matéria seca total nos tratamentos sem poda em todas as densidades de plantio (Figura 25c). Em média a poda reduziu a produção de matéria seca total em 0,46 kg planta<sup>-1</sup> em São Manuel.

Tanto em Botucatu como em São Manuel houve queda na produção de matéria seca total por planta com o aumento da densidade de plantio (Figura 25ac). Essa mesma resposta foi observada nos parâmetros produção de matéria seca de parte aérea total, raízes e cepas (Figuras 16ac, 21ac e 24ac). Em Botucatu a redução média estimada foi de 3,33 kg planta<sup>-1</sup>, e em São Manuel de 2,56 kg planta<sup>-1</sup>, com o aumento das densidades populacionais de 5.000 para 20.000 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 25ac). Esses resultados demonstram o

efeito da competição entre plantas nas maiores densidades de plantio discutida anteriormente para cada parâmetro, e estão de acordo com vários autores (ENYI, 1973; COCK, 1977; BARROS et al., 1978; AGUIAR, 2003).

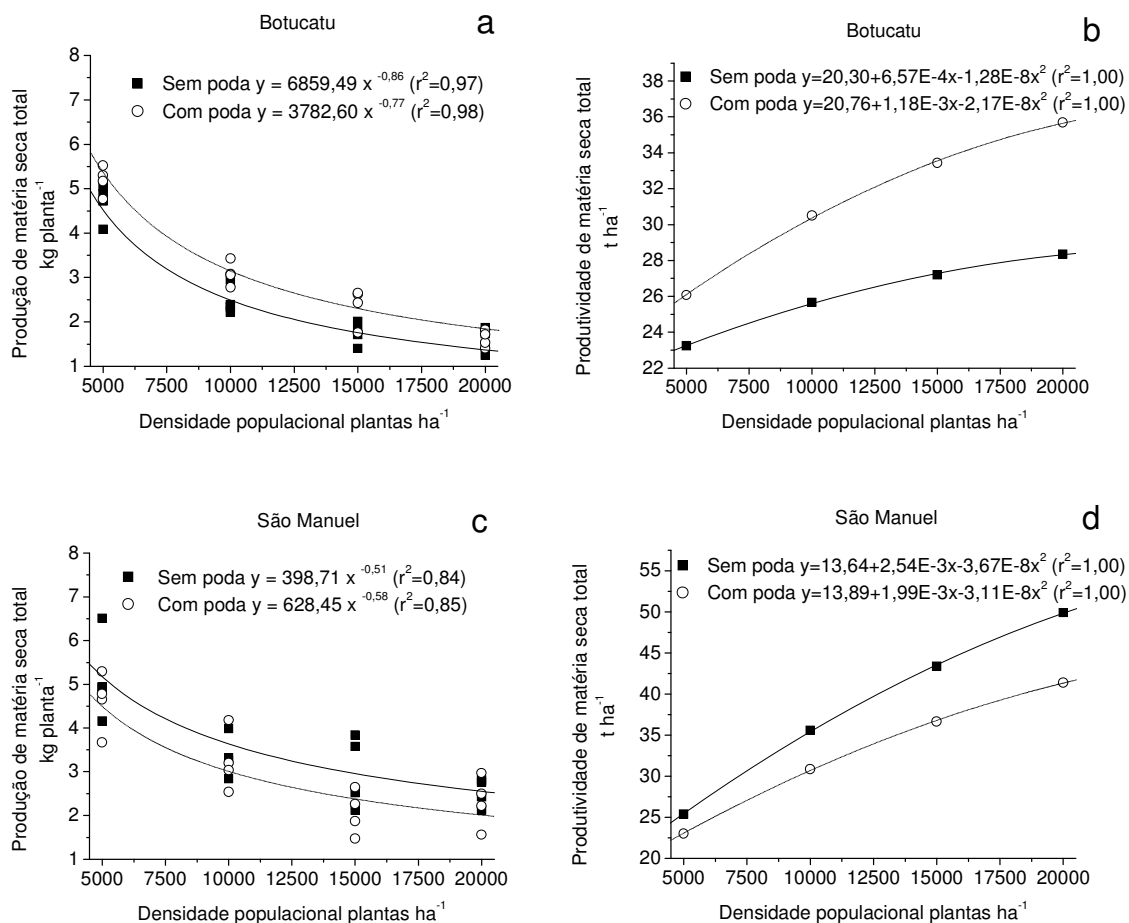


Figura 25. Análise de regressão da produção de matéria seca total ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) em Botucatu (a) e São Manuel (c), e produtividade matéria seca total ( $\text{t ha}^{-1}$ ) em Botucatu (b) e São Manuel (d) da variedade IAC 14 (22 meses), cultivada com e sem poda, em função de quatro densidades populacionais.

Independente da poda, o aumento das densidades populacionais incrementou a produtividade de matéria seca total nos dois locais avaliados (Figura 25bd). Porém, em Botucatu a poda resultou em maior produtividade de matéria seca total. Embora o



aumento na densidade de plantio tenha proporcionado menores produções de matéria seca total por planta, o efeito multiplicativo das densidades de plantio sobre produtividade média por planta originou as maiores produtividades de matéria seca total nas maiores densidades, como também pode ser observado nas estimativas da produtividade de matéria seca de parte aérea, raízes e cepa (Figuras 16bd, 21bd e 24bd).

Tanto a produção por planta como a produtividade de matéria seca total por hectare foi maior nos tratamentos podados em Botucatu, e menor São Manuel, independente das densidades de plantio (Figura 25). Essa variação está relacionada diretamente com a partição de assimilados no segundo ciclo que foi alterada com a poda.

### **6.3.8. Partição de assimilados**

Observou-se na análise conjunta interação significativa entre local e poda para os parâmetros índice de colheita (IC), percentual de matéria seca de parte aérea em relação à matéria seca total (PA%) e percentual de matéria seca de cepa em relação à matéria seca total (C%). Observa-se também na análise da variância conjunta efeito significativo de local e densidade para o IC, PA% e C% e efeito de poda somente para o IC e C% (Tabela 57). Em Botucatu e São Manuel observou-se na análise da variância efeito de poda para o IC, PA% e C%, e em São Manuel efeito de densidade para o C%.

O efeito de densidades populacionais no IC pode ser visto na Figura 26. Para os tratamentos conduzidos sem poda, não houve efeito significativo de densidades populacionais, discordando das observações realizadas por Barros et al. (1978), Cock et al. (1977), Enyi (1973) e Williams (1972), que descrevem alterações no IC com alterações nas densidades de plantio. Para os tratamentos conduzidos com poda houve efeito de densidades populacionais com bom ajuste para o modelo de regressão linear  $y = a + bx$ , onde o aumento da densidade populacional reduziu o IC, confirmando as observações realizadas pelos autores citados.

Tabela 57. Valores de F obtidos na análise da variância do índice de colheita (IC) percentual de matéria seca de parte aérea (PA%) e percentual de matéria seca de cepa (C%) em relação à matéria seca total da variedade IAC 14 (22 meses), avaliados em Botucatu e São Manuel, e análise conjunta dos dois locais.

Causas de variação	IC	PA%	C%
----- Botucatu -----			
Poda	172,10 <sup>**</sup>	8,21 <sup>**</sup>	232,00 <sup>**</sup>
Densidade	2,66 <sup>ns</sup>	2,54 <sup>ns</sup>	2,80 <sup>ns</sup>
Poda x densidade	0,75 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	12,39	14,35	9,54
----- São Manuel -----			
Poda	34,36 <sup>**</sup>	30,05 <sup>**</sup>	28,55 <sup>**</sup>
Densidade	0,93 <sup>ns</sup>	4,22 <sup>*</sup>	0,66 <sup>ns</sup>
Poda x densidade	0,86 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	8,27	11,87	16,50
- Análise conjunta Botucatu e São Manuel -			
Local	342,04 <sup>**</sup>	142,05 <sup>**</sup>	271,94 <sup>**</sup>
Poda	175,87 <sup>**</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	208,03 <sup>**</sup>
Densidade	3,28 <sup>*</sup>	4,67 <sup>**</sup>	2,99 <sup>*</sup>
Local x poda	22,24 <sup>**</sup>	26,36 <sup>**</sup>	45,35 <sup>**</sup>
Local x densidade	0,20 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>
Poda x densidade	1,55 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>
Local x poda x densidade	0,07 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>
Coefficiente de variação	9,86	12,94	12,15

<sup>\*\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,01$ ; <sup>\*</sup> significativo  $\alpha \leq 0,05$  e <sup>ns</sup> não significativo.

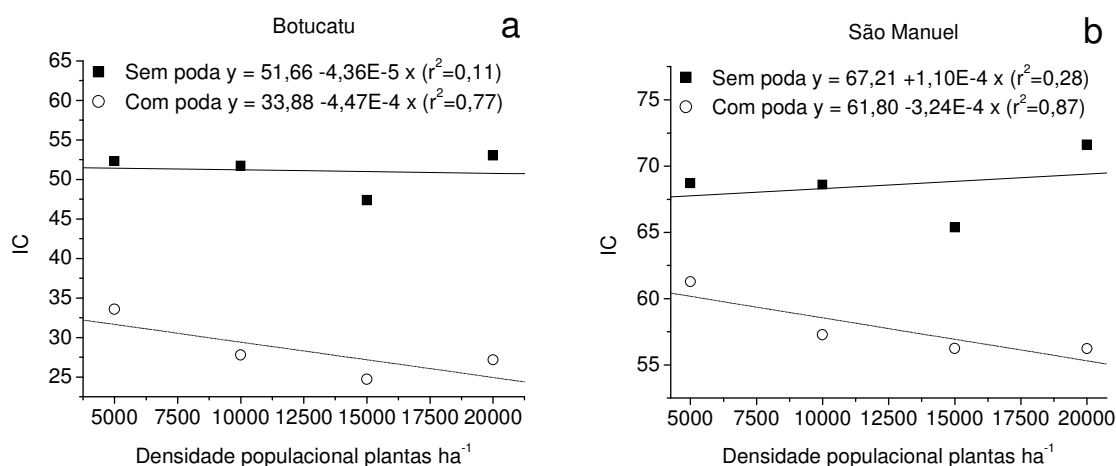


Figura 26. Análises de regressão do índice de colheita (IC), da variedade IAC 14 (22 meses), conduzida com e sem poda, em Botucatu (a) e São Manuel (b), em função de quatro densidades populacionais.

O efeito de densidades no PA% pode ser observado na Figura 27. Os dados ajustaram-se ao modelo de regressão polinomial do segundo grau  $y = a + bx + cx^2$ . Nos dois locais independente da poda, houve acréscimo PA% com o acréscimo na densidade de plantio, até aproximadamente 15.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A análise de regressão descreve também pontos de inflexão em Botucatu e São Manuel entre 10.000 e 15.000 plantas ha<sup>-1</sup>, a partir do qual houve o decréscimo no PA%. Os resultado observados concordam com as observações publicadas por Barros et al. (1978) e Cock et al. (1977) que descrevem aumentos no percentual de parte aérea em relação a biomassa total com o incremento das densidades de plantio. No entanto a redução no PA% a partir do ponto de inflexão descrito pelas curvas de regressão discordam desses autores. Barros et al. (1978), descreveram acréscimo no percentual de parte aérea com o aumento das densidades de plantio até 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

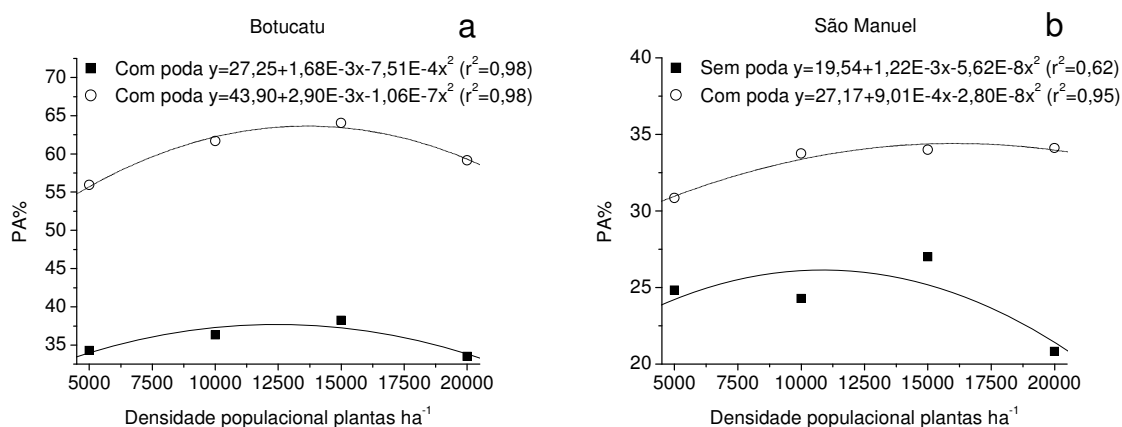


Figura 27. Análises de regressão do percentual de matéria seca da parte aérea em relação matéria seca total (PA%), da variedade IAC 14 (22 meses), conduzida com poda e sem poda, em Botucatu (a) e São Manuel (b), em função de quatro densidades populacionais.

Observou-se aumento no C%, com o incremento das densidades populacionais segundo o modelo de regressão linear  $y = a + bx$  (Figura 28). Esse efeito pode ser observado tanto em Botucatu como em São Manuel independente da poda. O maior acúmulo do C% observado nas maiores densidades populacionais possivelmente está relacionado com a menor capacidade de dreno nas raízes tuberosas nas altas densidades, como pode ser constatado no menor desenvolvimento e número de raízes nesses tratamentos (Item 6.3.5). Lorenzi (2003) afirma que pode haver acúmulo de carboidratos nas manivas-semente quando entre outros fatores, ocorre um reduzido número de raízes tuberosas. O aumento no C% observado com o aumento das densidades de plantio nesse experimento corrobora com essa afirmação.

Pode-se inferir a partir das diferenças observadas entre os ambientes estudados, que em Botucatu, solo argiloso e de alta fertilidade natural (tabela 5), a poda interferiu de maneira mais expressiva a partição de assimilados, proporcionando um elevado acúmulo de assimilados na parte aérea em detrimento das raízes tuberosas. Esta característica também pode ser constatada nas produções de matéria seca de parte aérea total e raízes discutidas nos Itens 6.3.3 e 6.3.4.

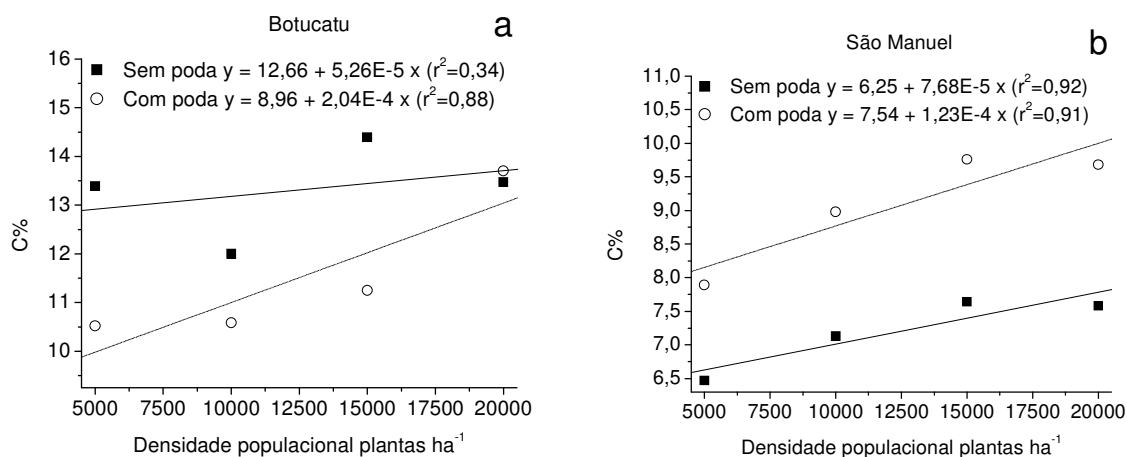


Figura 28. Análises de regressão do percentual de matéria seca das cepas em relação matéria seca total (C%), da variedade IAC 14 (22 meses), conduzida com e sem poda, em Botucatu (a) e São Manuel (b), em função de quatro densidades populacionais.

Williams (1972), Enyi (1972a) e Lorenzi (2003), afirmam que o desenvolvimento exagerado da parte aérea constitui um forte dreno de assimilados durante todo o período de desenvolvimento das plantas de mandioca. Os resultados observados em São Manuel e principalmente em Botucatu, independente das densidades de plantio, confirmam as afirmações desses autores. O maior acúmulo de assimilados na parte aérea (PA%) foi observado nos tratamentos com poda, onde verificou-se também o menor IC, concordando com os autores citados.

#### 6.4. Considerações finais

A poda da parte aérea alterou significativamente a partição de assimilados das plantas de mandioca, favorecendo na maioria das situações avaliadas sua alocação na parte aérea. A poda aumentou o número médio de hastes por planta e proporcionou na maioria dos casos aumento na produtividade de matéria seca da parte aérea e da matéria seca total.

O número médio de raízes por planta não foi alterado com a poda, todavia variações significativas nos teores de matéria seca, diâmetro e massa média de matéria seca das raízes foram observadas. Estas alterações no desenvolvimento das raízes no segundo ciclo vegetativo resultaram em diferenças significativas na produtividade de matéria seca de raízes, variando em função dos diversos fatores estudados.

De maneira contraditória, a poda proporcionou acréscimo na produtividade de matéria seca de raízes das variedades IAC 15 e IAC 90 em Botucatu, enquanto em São Manuel reduziu a produtividade das variedades IAC 14, IAC 15 e IAC 90. As demais variedades não diferiram entre os tratamentos conduzidos com e sem poda em ambos locais. Estes resultados evidenciam que a produtividade de matéria seca de raízes é alterada com a poda de maneira diferenciada entre as variedades e ambientes.

Os resultados observados em ambos locais sugerem que a poda deve ser realizada no período de repouso fisiológico, antes do início do segundo ciclo vegetativo. Não foram observadas diferenças significativas entre a testemunha sem poda e as épocas de poda realizadas nos meses de junho, julho e agosto independente do ambiente. O retardamento da poda contudo, embora possa proporcionar melhor eficiência na aplicação de herbicidas e no controle de plantas infestantes, provoca a redução significativa na produtividade de matéria seca de raízes.

Na avaliação dos efeitos das densidades populacionais, a poda proporcionou a redução da produtividade de matéria seca de raízes independente do local e da densidade de plantio. Nos tratamentos conduzidos com poda, nas maiores densidades de plantio, observou-se acentuada queda na produtividade de matéria seca de raízes. Desse modo, em lavouras plantadas com altas densidades populacionais a poda pode reduzir significativamente a produtividade de raízes.

A produtividade de matéria seca de raízes de plantas podadas depende principalmente do saldo de carboidratos remanescente do consumo de reservas das raízes para o desenvolvimento da nova parte aérea e da produção de carboidratos no segundo ciclo vegetativo, como afirmou Lorenzi (2003). A prática da poda contudo traz inúmeras vantagens e é praticamente indispensável em grandes áreas e nos sistemas agrícolas mais tecnificados.

Resultados divergentes encontrados na literatura somados às variações observadas nos diversos parâmetros avaliados nesse trabalho, demonstram que a poda da

mandioca é assunto complexo e não menos importante considerando sua necessidade e reflexos na produtividade de raízes. Os resultados observados demonstram que a poda provoca alterações no desenvolvimento das plantas no segundo ciclo e pode proporcionar reduções significativas na produtividade de raízes. Não obstante, os resultados indicaram ainda que sua correta utilização pode proporcionar aumento da produtividade de matéria seca de raízes.

Dadas essas considerações, a poda deve ser recomendada de maneira específica, considerando entre outras características a variedade, época de poda, densidade populacional e as condições de clima e solo. Estas considerações sugerem ainda a necessidade de futuros estudos objetivando a melhor utilização dessa importante prática cultural.

## **7. CONCLUSÕES**

1. A poda altera a produtividade de raízes de maneira distinta dependendo da variedade e do ambiente.

2. A poda anterior ao período de repouso fisiológico ou após o início do segundo ciclo vegetativo reduz a produtividade de raízes de mandioca.

3. A poda em altas densidades de plantio reduz de maneira significativa a produtividade de raízes.

4. A recomendação prática da poda da mandioca deve considerar entre outros fatores a época de poda, a densidade de plantio, a variedade e o ambiente.



## 8. REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. B. **Produção e qualidade de raízes de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Cratz), em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita.** 2003. 90 f.

Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)-Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2003.

ALBUQUERQUE, M. de. **A mandioca na Amazônia.** Belém: Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, 1969. 277 p.

ALVES, A. A. C. Cassava: botany and physiology. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. (Eds.). **Cassava: biology, production and utilization.** Wallingford: CABI, 2002. p. 67-89.

ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: SOUZA, L. S. da. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 138-169.

ANDRADE, S. de A. **Épocas de poda em mandioca.** 2010. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agonomia/Fitotecnia)-Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2010.

BARROS, R. S.; MERCÊS, W. C.; ALVIM, R. Sink Strength and cassava productivity. **Hortscience**, Alexandria, v. 13, n. 14, p. 474-475, 1978.

BUITRAGO, A. J. A. **La yuca em la alimentación animal**. Colômbia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1990. 446 p.

CARVALHO, J. E. B. de; PERESSIN, V. A.; ARAÚJO, A. M. de A. Manejo e controle de plantas daninhas. In: SOUZA, L. S. da. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 560-590.

CARVALHO, J. L. H. de. **Mandioca**: raiz e parte aérea na alimentação animal. Campinas: CATI, 1994. 9 p. (Instrução prática, 259).

CARVALHO, P. C. L.; FUKUDA, W. M. G. Estrutura da planta e morfologia. In: SOUZA, L. S. da. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 126-137.

CARVALHO, V. D. de; KATO, M. do S. A. Potencial de utilização da parte aérea da mandioca. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 145, p. 23-28, jan. 1987.

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.

COCK, J. H. Cassava. In: GOLDSWORTHY, P. R.; FISHER, N. M. (Eds.). **The physiology of tropical field crops**. Chichester: John Wiley, 1984. p. 529-549.

COCK, J. H. **Cassava**: new potential for a much neglected crop. London: Westview, 1985. 191 p.

COCK, J. H. et al. Effect of spacing on cassava (*Manihot esculenta*). **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 13, p. 289-299, 1977.

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

CONCEIÇÃO, A. J. da. Influência da poda na cultura da mandioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1., 1979, Cruz das Almas, BA. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 1981b. v. 1, p. 123-134.

CORREIA, H. et al. Efeito da poda de ramas de mandioca na produção de ramas e raízes. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 20, n. 109, p. 148-157, 1973.

COURS, G. Le Manioc a Madagascar. **Memories de l'Institut Scientifique de Madagascar**: serie B, Madagascar, v. 3, n. 2, p. 203-400, 1951.

CUNHA, A. R. da; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

DEMIRBAS, A. Potential applications of renewable energy sources, biomass combustion problems in boiler power systems and combustion related environmental issues. **Progress in Energy and Combustion Science**, Oxford, v. 31, p. 171-192, 2005.

DIAS, C. A. C. Cultura da mandioca. São Paulo: Secretaria de Agricultura, 1966. 26 p.

EL-SHARKAWI, M. A. Cassava biology and physiology. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 56, p. 481-501, 2004.

EL-SHARKAWY, M. A. International research on cassava photosynthesis, productivity, ecophysiology, and responses to environmental stresses in the tropics. **Photosynthetica**, Prague, v. 44, n. 4, p. 481-512, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, 1999. 412 p.

ENNYI, B. A. C. Effect of shot number and time of planting growth, development and yield of cassava (*Manihot esculenta* Cratz). **Journal of Horticultural Science**, Sierra-Leone, v. 47,

ENYI, B. A. C. Growth rates of three cassava varieties (*Manihot esculenta* Crantz) under varying population densities. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 81, p. 15-28, 1973.

ENYI, B. A. C. The effects of spacing on growth, development and yield of single and múltishoot plants of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) II: physiological factors. **East African Agricultural and Forestry Journal**, Nairobi, v. 38, p. 27-34, 1972b.

FAO. **Cassava: why cassava?** Rome, 2008. Disponível em:  
<<http://www.fao.org/ag/agp/agpc/gcds/>>. Acesso em: 18 ago. 2010.

FAO. **Faostat production crops: world cassava 2009.** Disponível em:  
<<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 24 mar. 2011.

FUKUDA, W. M. G.; GUEVARA, C. L. Descritores morfológicos e botânicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Cruz da Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 1998. 32 p.

FUKUDA, W. M. G.; IGLESIAS, C. Recursos genéticos In: SOUZA, L. S. da. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 301-323.

GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais:** exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

GROSSMAN, J.; FREITAS, A. C. Determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em raízes de mandioca. **Revista Agronômica**, Porto Alegre, v. 14, p. 75-80, 1950.

HILER, E. A.; STOUT, B. A. **Biomass energy:** a monograph. Texas: Texas A&M University Press, 1985. 313 p.

HOWELER, R. H. Cassava mineral nutrition and utilization. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. (Eds.). **Cassava: biology, production and utilization.** Wallingford: CABI, 2002. p. 115-147.

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**, Amsterdam, v. 7, p. 123-139, 1983.

HUNT, L. A.; WHOLEY, D. W.; COCK, J. H. Growth physiology of cassava. **Field Crop Abstracts**, Farnham Royal, v. 30, n. 2, p. 77-91, 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapas interativos**: mapa de climas. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/clima/viewer.htm>>. Acesso em: 24 ago. 2010.

KAWANO, K. Mejoramiento genetico de yuca para productividad. In: DOMINGUES, C. E. (Ed.). **Yuca**: investigación, produccion y utilización. Cali: PNUD; CIAT, 1982. p. 91-112.

LEIHNER, D. Agronomy and cropping systems. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. (Eds). **Cassava**: biology, production and utilization. Wallingford: CABI, 2002. p. 91-113.

LORENZI, J. O. et al. **Variedades de mandioca para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 23 p. (Boletim técnico, 162).

LORENZI, J. O. **Mandioca**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 2003. 166 p. (Boletim técnico, 245).

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

LORENZI, J. O.; GALLO, J. R.; MALAVOLTA, E. Acumulação de matéria seca e macronutrientes por dois cultivares de mandioca. **Bragantia**, Campinas, v. 40, p. 144-156, 1981.

LORENZI, J. O.; GUTIERREZ, L. E.; NORMANHA, E. S.; CIONE, S. Variação de carboidratos e ácido cianídrico em raízes de mandioca, após a poda da parte aérea. **Bragantia**, Campinas, v. 37, p. 139-144, 1978.

LORENZI, J. O.; MONTEIRO, D. A. A mandioca (*Manihot esculenta* Cratz) como matéria-prima para produção de etanol no Brasil. Campinas: Instituto Agrônomo, 1980. 80 p. (Boletim técnico, 67).

MARTWANNA, C. et al. Cassava leaf production research conducted in Rayong and Khon Kaen, Thailand. In: HOWELER (Ed.). **The use of cassava roots and leaves for on-farm animal feeding**: proceedings of a regional workshop held in Hue City. Cali: CIAT, 2009. p. 66-88.

MATTOS, P. L. P. de; SOUZA, A. da S. S.; FERREIRA FILHO, J. R. Propagação. In: SOUZA, L. S. da. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 445-491.

MCKENDRY, P. Energy production from biomass part 2: conversion technologies. **Bioresource Technology**, Essex, n. 82, p. 47-52, 2001.

MONDARDO, E.; DIETRICH, R. C.; LAVINA, M. L. Efeito da densidade de plantio da mandioca na produção de raízes em solo Araranguá. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 8, n. 4, p. 45-47, 1995.

MOURA, G. de M.; COSTA, N. de L. Efeito da frequência e altura de poda na produtividade de raízes e parte aérea em mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 8, p. 1053-1059, 2001.

NOGUEIRA, M. C. S. **Experimentação agrônômica I**: conceitos, planejamento e análise estatística. Piracicaba: O Autor, 2007. 479 p.

NOGUEIRA, M. C. S. Orthogonal contrasts: definitions and concepts. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 118-124, jan./fev. 2004.

NORMANHA, E. S.; PEREIRA, A. S. Aspectos agrônômicos da cultura da mandioca. **Bragantia**, Campinas, v. 10, n. 7, p. 179-202, jul. 1950.

NORMANHA, E. S.; PEREIRA, A. S. **Instruções para a cultura da mandioca**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1962. 28 p. (Boletim, 124).

OIRSCHOT, Q. E. A. van et al. The effect of pre-harvest pruning of cassava upon root deterioration and quality characteristics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, p. 1866-1873, 2000.

OKE, O. L. Problems in the use of cassava as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 4, n. 4, p. 345-380, DEC. 1978.

OLIVEIRA, E. A. M. **Efeito da distribuição espacial e da arquitetura de plantas no comportamento vegetativo e produtivo da mandioca (*Manihot esulenta* Crantz)**. 1995. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

OLIVEIRA, E. A. M. et al. Efeito do espaçamento entre plantas e da arquitetura varietal no comportamento vegetativo e produtivo da mandioca. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 265-275, maio/ago. 1998.

OLIVEIRA, S. P. de et al. Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agronômicas da mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 99-108, 2010. p. 457-456, 1972a.

PERESSIN, V. A. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da mandioca**. Campinas: Instituto Agronômico, 2010. 54 p.

PLUCKNETT, D. L.; PHILIPPS, T. P.; KAGBO, R. B. A global development strategy for cassava: transforming a traditional tropical root crop. In: FAO. **The global cassava development strategy and implementation plan**. Rome, 2001. p. 5-39.

RAIJ, B. van et al. (Eds.). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto Agronômico de Campinas**, Campinas, n. 100, 1996. 2. ed. 285 p.

RIPOLI, T. C. C. **Biomassa de cana de açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: O Autor, 2009. 333 p.

SAGRILO, E. et al. Effect of harvest period on foliage production and dry matter distribution in five cassava cultivars during the second plant cycle. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 49, n. 6, p. 1007-1018, Nov. 2006.

SALLA, D. A. **Análise energética de sistemas de produção de etanol de mandioca, cana-de-açúcar e milho**. 2008. 168 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

SALLA, D. A. et al. Análise energetic de sistemas de produção de etanol de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 444-448, 2010.

SILVA, A. F. et al. Comportamento de variedades de mandioca no semi-arido sob diferentes sistemas de poda. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande, MS: SBM, 2005. 1 CD-ROM.

SOUZA, A. da S. Poda e conservação de manivas. In: MATTOS, P. L. P. de; GOMES, J. de C. **O cultivo da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. p. 25-27. (Circular técnica, n. 37).

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. da S.; GOMES, J. de C. Exigências edáficas da cultura da mandioca In: SOUZA, L. S. da. Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 170-214.

SRIROTH, K. et al. The promise of a technology revolution in cassava bioethanol: from Thai practice to the world practice. **Fuel**, London, n. 89, p. 1333-1338, 2010.

STANMORE, B. R. Generation of energy from sugarcane bagasse by thermal treatment. **Waste Biomass Valorization**, Dordrecht, n. 1, p. 77-89, 2010.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TAKAHASHI, M. Épocas de poda na cultura da mandioca na região noroeste do Paraná, Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 495-500, 1998.

TAKAHASHI, M.; GUERINI, V. L. Espaçamento para a cultura da mandioca. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 14, n. 4, p. 489-494, 1998.



TERNES, M. Mandioca: fisiologia da planta. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargil, 2002. v. 2, p. 66-82. v. 44, n. 4, p. 481-512, 2006.

VALLE, T. L.; FELTRAN, J. C.; CARVALHO, C. R. L. **Mandioca para a produção de etanol**. Infobibos. 2009. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_4/mandioca/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_4/mandioca/index.htm)>. Acesso em: 6 out. 2010.

VIEIRA, E. A. et al. Efeito da poda sobre caracteres agronômicos em mandioca. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília, DF. **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 1 CD-ROM.

WILLIAMS, C. N. Growth and productivity of tapioca (*Manihot utilissima*) III: crop ratio, spacing and yielding. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 8. p. 15-23, 1972.

WILLIAMS, C. N.; GHAZALI, S. M. Growth and productivity of tapioca (*Manihot utilissima*) IV: development and yield of tubers. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 10, p. 9-16, 1974.