

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

ADUBAÇÃO MINERAL, ORGÂNICA E BIODINÂMICA DE YACON
(*Polymnia sonchifolia* POEP & ENDL): RENDIMENTO, QUALIDADE E
ARMAZENAMENTO

FEDRA GIDGET QUIJANO KRUGER

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em Agronomia –
Área de Concentração em Horticultura

BOTUCATU – SP
Março, 2003

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

ADUBAÇÃO MINERAL, ORGÂNICA E BIODINÂMICA DE YACON
(*Polymnia sonchifolia* POEP & ENDL): RENDIMENTO, QUALIDADE E
ARMAZENAMENTO

FEDRA GIDGET QUIJANO KRUGER

Orientador: Francisco Luiz Araújo Câmara

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em Agronomia –
Área de Concentração em Horticultura

BOTUCATU – SP
Março, 2003

A mi querida madre Elva, por el
esfuerzo que resultó en mi
educación moral y cultural.

DEDICO

A mi amado esposo Leandro, esencia y
complemento de mi vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À minha querida irmã Luz, pela convivência agradável, carinho e apoio constante.

Ao Prof. Dr. Francisco Luiz Araújo Câmara, pela orientação, assistência e amizade.

À Prof. Dra. Marta Maria Mischan, pela valiosa ajuda na realização da análise estatística.

À Prof. Dra. Giuseppina Pace Pereira Lima, pelo auxílio na realização das análises bioquímicas, ensinamentos e bom humor dispensados.

À Prof. Carmem Boaro, pelas valiosas sugestões nos itens Revisão de Literatura e Material e Métodos da Tese.

À Dra. Stela Vilhena, pelo convívio, amizade e sugestões na realização deste trabalho.

Ao amigo Rodrigo Campos, pela orientação na interpretação das fotografias Kirlian.

Aos Departamentos de Produção Vegetal / Horticultura e de Química e Bioquímica, pela hospitalidade e oportunidade de realizar este trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal, Thomé, Lima, Amauri, Márcio, Osmar, Edmilson, Admilson e Edson, pela colaboração e boa vontade.

Aos funcionários do Departamento de Bioquímica, pela colaboração e amizade.

Às bibliotecárias da Faculdade de Ciências Agrônômicas – Câmpus de Botucatu pela atenção dispensada.

Aos colegas do curso, pelo companheirismo.

À FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão da bolsa de estudo e apoio financeiro a esta pesquisa.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS -----	VIII
LISTA DE TABELAS -----	IX-XII
LISTA DE FIGURAS -----	XIII-XV
RESUMO -----	1
SUMMARY -----	3
1. INTRODUÇÃO -----	5
2. REVISÃO DE LITERATURA -----	7
2.1 A espécie <i>Polymnia sonchifolia</i> Poep. & Endl. -----	7
2.2 Rendimento e qualidade de espécies tuberosas em função da adubação -----	13
2.3 Armazenamento de órgãos subterrâneos -----	31
3. MATERIAL E MÉTODOS -----	44
3.1 ENSAIO 1 – Rendimento e qualidade de raízes de yacon em dois ciclos de cultivo com adubação mineral e orgânica. -----	44
3.1.1 Dados climatológicos -----	45
3.1.2 Delineamento experimental -----	46
3.1.3 Tratamentos utilizados no primeiro cultivo -----	46
3.1.4 Tratamentos utilizados no segundo cultivo -----	49
3.1.5 Instalação dos experimentos -----	51
3.1.5 Colheita dos experimentos -----	52
3.1.6 Características avaliadas -----	52
3.1.6.1 Características relacionadas ao rendimento -----	52
a) Massa fresca de raízes tuberosas -----	53
b) Massa fresca de rizóforos -----	53
c) Altura das plantas -----	53
d) Número de hastes -----	53
e) Número de raízes -----	53
f) Comprimento de raízes -----	53

g) Diâmetro de raízes -----	54
3.1.6.2 Características relacionadas à qualidade -----	54
a) Textura de raízes -----	54
b) Proteína total -----	55
c) Teor de umidade -----	55
d) Teor de frutose total -----	56
e) Teor de cinzas -----	56
f) Conteúdo de minerais -----	57
3.1.7 Análise estatística -----	57
3.1.8 Bioeletrofotografia -----	57
3.2 ENSAIO 2: Qualidade de raízes de yacon durante o armazenamento em diferentes épocas, em função da adubação mineral e orgânica. -----	58
3.2.1 Delineamento experimental e tratamentos utilizados -----	58
3.2.2 Características avaliadas -----	59
a) Perda de massa -----	59
b) Padrão comercial -----	59
c) Atividade da peroxidase (POD) e da polifenoloxidase (PPO) -----	62
d) Teor de fenóis totais -----	63
e) Teor de frutose total -----	64
f) Sólidos solúveis totais (SST) -----	64
3.2.3 Análise estatística -----	65
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	66
4.1 ENSAIO 1 – Rendimento e qualidade de raízes de yacon em dois ciclos de cultivo com adubação mineral e orgânica. -----	66
4.1.1 Características relacionadas ao rendimento -----	66
4.1.1.1 Massa fresca de raízes -----	66
4.1.1.2 Massa fresca de rizóforos -----	75
4.1.1.3 Altura das plantas -----	77
4.1.1.4 Número de hastes -----	80
4.1.1.5 Número de raízes -----	82

4.1.1.6 Comprimento de raízes -----	85
4.1.1.7 Diâmetro de raízes -----	87
4.1.2 Características relacionadas à qualidade de yacon -----	91
4.1.2.1 Textura de raízes -----	91
4.1.2.2 Teor de proteína -----	93
4.1.2.3 Teor de umidade -----	97
4.1.2.4 Teor de frutose total -----	98
4.1.2.5 Teor de cinzas -----	100
4.1.2.6 Conteúdo de minerais -----	102
4.1.3 Bioeletrofotografia -----	105
4.2 ENSAIO 2: Qualidade de raízes de yacon durante o armazenamento em diferentes épocas, em função da adubação mineral e orgânica -----	109
4.2.1 Perda de massa -----	109
4.2.2 Padrão comercial -----	115
4.2.3 Atividade da peroxidase (POD) -----	130
4.2.4 Atividade da polifenoloxidase (PPO) -----	135
4.2.5 Teor de frutose total -----	141
4.2.6 Teor de sólidos solúveis totais (SST) -----	146
5. CONCLUSÕES -----	152
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	154
7. ANEXOS -----	171
7.1 Anexo 1: Tabelas de análise de variância do Ensaio 1 -----	172
7.2 Anexo 2: Tabelas de análise de variância do Ensaio 2 -----	183

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Características bromatológicas e conteúdo de minerais de raízes de yacon -----	11
2 Variações no teor de proteína de tubérculos e raízes-----	95
3 Ingestão recomendada de proteínas para manutenção de uma boa nutrição -----	96
4 Ingestão recomendada de minerais para manutenção de uma boa nutrição-----	104

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Médias mensais de temperatura (Temp), precipitação, umidade relativa do ar (UR), radiação solar, insolação e evaporação em tanque classe A (Evap.TCLA), no primeiro ciclo de cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. ----	45
2. Médias mensais de temperatura (Temp.), precipitação, umidade relativa do ar (UR), radiação solar, insolação e evaporação em tanque classe A (Evap.TCLA), no segundo ciclo de cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	45
3. Determinações analíticas dos adubos orgânicos utilizados no primeiro cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	47
4. Análise química dos preparados biodinâmicos. Botucatu – UNESP, 2003. -	47
5. Análise química do solo em tempo anterior ao primeiro cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	48
6. Análise física e de micronutrientes do solo em tempo anterior ao primeiro cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	48
7. Análise química de solo, em função das diferentes adubações, em tempo anterior ao segundo cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	50
8. Concentração de micronutrientes no solo, em função das diferentes adubações, em tempo anterior ao segundo cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	50
9. Massa fresca de raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003. -----	67
10. Análise química do solo, em função da adubação química e orgânica, em dois ciclos de cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	70
11. Massa fresca de rizóforos, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	76
12. Altura de plantas, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003. -----	78

13.	Número de hastes de plantas de yacon, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003. -----	81
14.	Número de raízes de yacon, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003. -----	83
15.	Classificação de raízes em função do comprimento e tipos de adubação, no primeiro cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	85
16.	Classificação de raízes em função do comprimento e tipos de adubação, no segundo cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	86
17.	Comprimento de raízes, em função de diferentes adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003. -----	86
18.	Classificação de raízes em função do diâmetro e tipos de adubação, no primeiro cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	88
19.	Classificação de raízes em função do diâmetro e tipos de adubação, no segundo cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	88
20.	Diâmetro de raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003. -----	89
21.	Textura de raízes, em função de adubações em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003. -----	92
22.	Teor de proteína em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003. -----	94
23.	Teor de umidade em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003. -----	97
24.	Teor de frutose em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003. -----	99
25.	Teor de cinzas em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	101
26.	Teor de minerais em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	103

27.	Porcentagem de perda de massa em raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003. ----	111
28.	Porcentagem de perda de massa em raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003. ----	114
29.	Textura inicial e final em raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu – UNESP, 2003. -----	118
30.	Durabilidade de raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003. -----	120
31.	Teor de umidade em raízes em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003. -----	123
32.	Enrugamento de raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003. -----	124
33.	Deterioração microbiana de raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003. -----	127
34.	Escurecimento de raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003. -----	130
35.	Atividade da peroxidase em raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu – UNESP, 2003. -----	132
36.	Atividade da peroxidase em raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu – UNESP, 2003. -----	134
37.	Atividade da polifenoloxidase em raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003. -----	137
38.	Atividade da polifenoloxidase em raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003. -----	141
39.	Teor de frutose total em raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu – UNESP, 2003. -----	143
40.	Teor de frutose total em raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu – UNESP, 2003. -----	146

41.	Teor de sólidos solúveis totais em raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003. -----	4149
42.	Teor de sólidos solúveis totais em raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003. -----	151

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Rendimento com tratamentos: (a) “K3+M”; (b) “Biod” no primeiro ciclo de cultivo. Botucatu – UNESP, 2003.-----	71
2. Rendimento com tratamentos: (a) “K3+M”; (b) “Biod” no segundo ciclo de cultivo. Botucatu – UNESP, 2003. -----	72
3. Sintomas da incidência de nematóides no segundo cultivo de yacon: (a) menor desenvolvimento de raízes tuberosas; (b) raízes com deformações; (c) presença de galhas. Botucatu - UNESP, 2003. -----	73
4. Formato de raízes: (a) no primeiro cultivo, (b) segundo cultivo. Botucatu - UNESP, 2003. -----	90
5. Bioeletrofotografia de discos foliares dos tratamentos (a) Biod; (b) Comp; (c) Verm; (d) K3+M; (e) K3; (f) K6+M. Botucatu - UNESP, 2003. -----	106
6. Bioeletrofotografia de discos foliares de yacon: (a) cultivado em sistema biodinâmico; (b) cultivado em sistema convencional. Botucatu - UNESP, 2003. -----	108
7. Perda de massa de raízes em temperatura ambiente (21,2°C) e em câmara fria (2±1°C), durante a primeira época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	110
8. Perda de massa de raízes em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	113
9. Durabilidade de raízes em temperatura ambiente (21,2°C) e em câmara fria (2±1°C), durante a primeira época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	116
10. Raízes de yacon: (a) no início do armazenamento; (b) com enrugamento elevado após 28 dias; (c) com deterioração microbiana nas extremidades da raiz após 28 dias. Botucatu - UNESP, 2003. -----	117

11.	Raízes armazenadas a 2°C: (a) com lesões escuras na superfície; (b) com escurecimento interno do tecido. Botucatu - UNESP, 2003. -----	119
12.	Enrugamento de raízes em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	122
13.	Enrugamento em raízes após 21 dias de armazenamento, (a) na temperatura ambiente; (b) em câmara fria a 4°C. Botucatu - UNESP, 2003 -----	122
14.	Deterioração microbiana de raízes em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	125
15.	Deterioração microbiana em raízes após 21 dias de armazenamento, com visível mofo branco no extremo que fixa a raiz à planta mãe. Botucatu - UNESP, 2003. -----	125
16.	Escurecimento de raízes em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	128
17.	Escurecimento em raízes (a) no início do armazenamento; (b) após 21 dias de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003. -----	128
18.	Atividade da peroxidase em raízes, em temperatura ambiente (21,2°C) e em câmara fria (2±1°C), durante a primeira época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	131
19.	Atividade da peroxidase em raízes, em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	133
20.	Atividade da polifenoloxidase em raízes, em temperatura ambiente (21,2°C) e em câmara fria (2±1°C), durante a primeira época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	136
21.	Atividade da polifenoloxidase em raízes, em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	138

22.	Teor de fenóis em raízes, em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	139
23.	Teor de frutose total em raízes, em temperatura ambiente (21,2°C) e em câmara fria (2±1°C), durante a primeira época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	142
24.	Teor de frutose total em raízes, em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	144
25.	Teor de sólidos solúveis totais em raízes, em temperatura ambiente (21,2°C) e em câmara fria (2±1°C), durante a primeira época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	147
26.	Teor de sólidos solúveis totais em raízes, em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003. -----	150

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito da adubação na produção, qualidade e conservação pós-colheita de yacon, foram instalados dois ciclos de cultivo na Fazenda Experimental Lageado da UNESP–Botucatu. Em ambos os cultivos, os tratamentos constaram de testemunha sem adubação (Test), adubações minerais NPK, com adição ou ausência de micronutrientes e parcelamento do K em três ou seis vezes, conforme o tratamento, adubações orgânicas com composto orgânico (Comp), composto biodinâmico (Biod) e vermicomposto (Verm). Em ambos os cultivos, a adubação orgânica apresentou eficiência similar à adubação mineral para as características massa fresca de raízes, altura das plantas, número de hastes e de raízes, teor de frutose e textura de raízes, destacando-se os tratamentos “Biod”, “Verm”, ‘K3+M’. No primeiro cultivo, a adubação orgânica promoveu massa fresca de rizóforos e teores de proteína, cinza e fósforo superiores à adubação mineral. As raízes submetidas ao tratamento “K3+M” apresentaram teor de umidade significativamente superior àquelas dos tratamentos “Biod” e “Verm” no primeiro cultivo, e do “Comp” no segundo cultivo. Em pós-colheita avaliaram-se raízes dos tratamentos “K3+M”, “K3”, “Comp” e “Biod” de ambos os cultivos. As raízes foram armazenadas durante duas épocas, em temperatura ambiente e em câmara fria, a 21,2 e $2\pm 1^{\circ}\text{C}$, respectivamente, na primeira época, e a 25,3 e $4\pm 1^{\circ}\text{C}$, respectivamente, na segunda época. O armazenamento em câmara fria reduziu a perda de massa e as atividades de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) e manteve a aparência das raízes, quando comparado com o armazenamento em temperatura ambiente. Entretanto, ocorreram sintomas de dano pelo frio durante o armazenamento a 2°C , relacionados à maior

atividade de POD e de PPO. Em ambas as épocas, as adubações orgânicas e mineral mostraram efeitos semelhantes na atividade da POD durante o armazenamento. Já a PPO foi superior em raízes com adubações minerais durante o armazenamento a 21,2°C. Os adubos orgânicos promoveram, em média, perda de massa inferior durante o armazenamento a 21,2°C; contudo, a 25,3°C apresentaram perda de massa superior à verificada com adubos minerais. Em relação à aparência das raízes, o enrugamento da casca foi similar em raízes com adubação orgânica e mineral; o tratamento 'K3+M' promoveu, em média, maior escurecimento na superfície recém-cortada das raízes, e a adubação orgânica apontou, em média, maior deterioração microbiana a 4°C. O tempo de armazenamento em ambiente e em câmara fria que não comprometeu a qualidade das raízes foi de 7 e 15 dias, respectivamente, na primeira época; e de 6 e 12 dias, respectivamente, na segunda época.

YIELD AND QUALITY AT HARVEST AND POSTHARVEST OF YACON (*Polymnia sonchifolia* Poep & Endl), AS AFFECTED BY MINERAL AND ORGANIC FERTILIZATIONS. Botucatu, 2003. 211p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Fedra Gidget Quijano Kruger

Adviser: Francisco Luiz Araújo Câmara

SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the effect of fertilization on yield, quality and postharvest conservation of yacon roots. Thus, two yield experiments were carried out at the FCA-UNESP – University – Botucatu. In both experiments the treatments consisted in fertilization absence (Test), mineral fertilization NPK, with or without micronutrients and K shared at three or six times according to treatments, organic fertilization with compost (Comp), compost plus biodynamic compounds (Biod) and vermicompost (Verm). At harvest, there were no differences in roots fresh matter, plant height, numbers of steams and roots, fructose content and texture with organic and mineral fertilizers. The “Biod”, “Verm” and “K3+M” fertilizations showed better results than others. As far yield is concerned, in the first experiment, the organic fertilization, as compared to mineral fertilization, resulted in highest values of rizophores fresh matter, protein, ashes and phosphorus contents. “K3+M” treatment increased root moisture more than “Biod” and “Verm” at first experiment, and than “Comp” at the second one. Yacon roots of both yield experiments from “K3+M”, “K3”, “Comp” and “Biod” treatments were stored during two different periods, under environmental conditions and refrigeration, at 21,2°C and 2±1°C, respectively, at first period, and at 25,3°C and 4 ±1°C, respectively, at second period. The refrigeration conditions resulted in reduction of weight loss, enzymes activities (POD and PPO) and even showed better appearance of yacon roots. However, yacon roots exposed to 2°C developed chilling injury symptoms, correlated with the high POD and PPO activities at 2°C. During the storage periods, the POD activity was no different in roots grown using mineral or organic fertilizers, yet, mineral fertilization resulted in high PPO activity in roots stored under 21,2°C. Organically-grown yacon showed lesser weight loss at 21,2°C and higher weight loss at 25,3°C. Regarding to appearance of yacon roots,

it was noted that roots became wrinkled during storage, independent of fertilization applied, roots grown using 'K3+M' treatments exhibited a faster browning when they were cutting, and organically-grown yacon showed higher degree of microbiological deterioration at $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$. The storage period that kept desirable appearance under environmental conditions and refrigeration was 7 and 15 days, respectively, at first storage period, and 6 and 12 days, respectively, at second one.

Key words: *Polymnia sonchifolia*, mineral fertilization, compost, vermicompost, biodynamic compounds, yield, quality, postharvest, bioelectrophotography.

1. INTRODUÇÃO

Desde a “revolução verde” o ser humano vem modificando intensamente sua alimentação. A aplicação excessiva de fertilizantes sintéticos, a criação de cultivares responsivas às fertilizações, o uso de pesticidas, entre outras atividades do modelo de “maximização lucrativa” (agricultura convencional), introduzem substâncias tóxicas nos alimentos e até mesmo impróprias ao homem, meio ambiente e aos animais, objetivando aumentar a produção, melhorar a aparência e maximizar a capacidade de conservação dos alimentos.

Atualmente, não existem dúvidas quanto à relação entre alimentação, hábitos de vida e o padrão de doenças degenerativas da vida moderna, responsáveis por 75% das mortes no mundo. A alimentação saudável não só previne certas doenças como é também um poderoso recurso terapêutico. Neste aspecto, iniciou-se a “revolução nutracêutica”, ou seja, a procura por alimentos que ofereçam benefícios para a saúde, incluindo a prevenção e o tratamento de doenças. Estima-se que 50% dos alimentos disponíveis no mercado são usados, justificadamente ou não, para benefícios médicos ou de saúde, como os suplementos

dietéticos, os substitutos das gorduras saturadas e os alimentos ricos em fibras, vitaminas, substâncias antioxidantes e reduzidos em gorduras e calorias.

O yacon (*Polymnia sonchifolia* Poep. & Endl.) pode ser considerado “alimento nutracêutico”, uma vez que os fruto-oligossacarídeos (FOS) presentes nas raízes tuberosas são carboidratos de baixa caloria, que atravessam o trato digestivo sem serem metabolizados, e estimulam o crescimento de bactérias benéficas ao cólon. Vários estudos estão sendo feitos visando provar outras propriedades dos oligossacarídeos como proteção contra o câncer de cólon, redução de colesterol e triglicerídeos, redução da pressão sanguínea, entre outros.

Entretanto, esta terapia não poderá promover resultados seguros e duradouros se não se levar em consideração a forma como as plantas são cultivadas, e a necessidade de proteger o solo e o meio ambiente. Diversos estudos confirmam que a procedência e a forma de produção influenciam grandemente a qualidade dos alimentos. Por isso, o modelo de “otimização produtiva”, proposto pela agricultura ecológica vem ganhando o interesse de muitos produtores e consumidores, como alternativa na geração de alimentos com elevada qualidade e de forma compatível com o meio ambiente.

Dentro deste contexto, este trabalho foi conduzido com o objetivo de caracterizar o efeito da adubação mineral, orgânica e biodinâmica na produtividade, qualidade e conservação pós-colheita de yacon.

2.- REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A espécie *Polymnia sonchifolia* Poep. & Endl.

Polymnia sonchifolia Poeppig & Endlicher, conhecida no Brasil como yacon, pertence à família Asteraceae. É originária da América do Sul, onde ocorre nas regiões andinas da Colômbia, Equador, Peru, Venezuela, Bolívia e noroeste da Argentina (National Research Council, 1989). Foi introduzida no Brasil por volta de 1989, na região de Capão Bonito (SP), por imigrantes japoneses.

Esta espécie faz parte da diversidade de cultivos que serviram como alimento às civilizações andinas que surgiram aproximadamente há 4500 anos a.C. Estas civilizações domesticaram mais de 70 espécies vegetais de uso econômico. Destas, 17 espécies de diferentes famílias botânicas correspondem às raízes e tubérculos andinos (RTA). Somente a batata e a batata-doce alcançaram importância mundial. Entretanto, o yacon e mais oito espécies, que incluem, quatro raízes (“arracacha” - *Arracacia xanthorrhiza*, “mauka” - *Mirabilis expansa*, “maca” - *Lepidium meyenii* e “ahipa” - *Pachyrrhizus ahipa*), três

tubérculos (“ulluco” - *Ullucus tuberosus*, “oca” - *Oxalis tuberosa* e “mashua” - *Tropaeolum tuberosum*) e o rizoma “achira” - *Canna edulis*, formam os recursos mais valiosos dos Andes (Arbizu & Hermann, 1992).

O caule apresenta uma parte subterrânea perene e hastes aéreas anuais que secam após o florescimento. Essas hastes são esverdeadas com manchas irregulares roxas, e podem medir até 2,5 m de altura (Leon, 1968; Zardini, 1991). Amaya (2000), observou, nas condições de São Paulo, plantas com 41,8 a 56,5 cm de altura; e com 8 a 12 hastes.

As folhas apresentam coloração verde escura, são pilosas, dentadas, opostas e alternas. A parte apical das folhas é de formato triangular e a parte basal possui um prolongamento do limbo até o pecíolo. No limbo foliar encontram-se diversas estruturas secretoras, os idioblastos, hidatódios e tricomas glandulares, sendo que os tricomas contêm substâncias do grupo dos terpenos que, provavelmente, participam do mecanismo de defesa da espécie (Kakuta et al, 1992; Dip et al., 1996; Grau & Kortsarz, 2001). A área foliar varia entre 140,60 e 212,62 cm² (Malon, 1983).

As inflorescências, do tipo capítulo, surgem nos ramos terminais, possuem cinco brácteas verdes, triangulares e pontiagudas. As flores são de dois tipos: as liguladas, de coloração amarelo - alaranjada, localizadas nos extremos da inflorescência, e as flores tubulares, de corola amarela, situadas no centro (Leon, 1968).

O sistema subterrâneo é constituído de três partes distintas: os rizóforos, ricos em fibras não digeríveis, contendo gemas de onde se originam novas plantas; as raízes com função de absorção e fixação; e as raízes tuberosas de reserva, que podem ter diferentes colorações segundo o ecótipo, podendo ser externamente marrom - arroxeada ou purpúrea – opaca, e internamente branca, amarela, roxa ou alaranjada (Montiel, 1996).

No início do desenvolvimento, as raízes de reserva são retas e ramificadas; posteriormente engrossam, começando pela parte central, e continuam o desenvolvimento em comprimento e diâmetro até formar raízes fusiformes de 1 a 20 cm de comprimento, e de 3 a 8 cm de diâmetro. Os extremos são agudos e estão ligados ao caule por meio de um ápice cônico. O engrossamento do ápice após certo tempo origina raízes elipsóides ou quase esféricas (Leon, 1968). Geralmente o peso das raízes varia de 180 a 500g, mas há relatos de que algumas atingem 2,0 kg (National Research Council, 1989). No Perú, as raízes desejáveis no comércio são aquelas com 13,3 a 15,7 cm de comprimento, 3,2 a 4,1 cm de diâmetro e 150 a 300 g de massa fresca (Malon, 1983). No Brasil, Vilhena (2001) classificou como raízes apropriadas ao mercado, aquelas com 14 a 28 cm de comprimento, 4,0 a 6,0 cm de diâmetro e 150 a 900 g de massa fresca.

É praticamente impossível a propagação sexuada por sementes na Europa, Nova Zelândia, Japão e Brasil, uma vez que os ecótipos introduzidos não produzem sementes viáveis. Na propagação vegetativa de yacon, são utilizados rizóforos com peso entre 60 e 80g (Vilhena et al., 2000). Outra forma de propagação vegetativa é por meio de estaca de caule. Seminario et al. (2001), obtiveram porcentagem de enraizamento entre 98 e 100% e 98% de adaptação deste material no campo.

A maturidade é alcançada entre 6 e 8 meses após o plantio, quando tem início a floração. Este estágio é seguido pelo período de maior acúmulo de fruto-oligossacarídeos (FOS) nos rizóforos e nas raízes tuberosas, passando, posteriormente, para a fase de senescência da parte aérea e dormência das gemas subterrâneas (National Research Council, 1989). Entre 8 e 9 meses após o plantio, faz-se a colheita das raízes com fins

comerciais, e dos rizóforos a serem utilizados na propagação vegetativa em novos plantios (Vilhena, 2001).

Na colheita, obtêm-se raízes tuberosas, raízes em processo de tuberização e raízes não tuberizadas. No total, observa-se entre 31 e 52 raízes por planta, incluindo as não tuberosas; destas, entre 5 e 8 raízes são tuberosas (Malon, 1983). O rendimento varia segundo a região, e neste aspecto, a literatura cita produções desde 29 t.ha⁻¹ (Nieto, 1991) até 100 t.ha⁻¹ (Vilhena et al, 2000).

Em relação às características bromatológicas e químicas do yacon, cabe destacar o baixo nível calórico das raízes, o que as torna alternativa de consumo em dietas de emagrecimento ou relacionadas a doenças. O conteúdo significativo de proteínas, cinzas e fibras, mostra a potencialidade nutritiva desta raiz (Nieto, 1991). Em relação aos minerais, destacam-se o potássio, o ferro e o zinco (Quadro 1).

No yacon, quantidades apreciáveis de fruto-oligossacarídeos (FOS) são armazenados nas raízes tuberosas, o que a diferencia da maioria das raízes e tubérculos, que acumulam amido (polímeros de glicose) como carboidrato de reserva (Gallardo, 1999). Estruturalmente, estes carboidratos são polímeros de frutose que apresentam um resíduo de glicose na extremidade da molécula, unido à frutose por uma ligação $\alpha(2-1)$ (Edelman & Jefford, 1968, citados por Vilhena, 2001). Em yacon, os FOS tem grau de polimerização (GP) entre 3 e 10 (Goto et al., 1995; Ohyama et al., 1990) e representam mais de 67% da massa seca na colheita das raízes (Asami et al., 1991).

QUADRO 1. Características bromatológicas e conteúdo de minerais de raízes de yacon.

	Massa fresca		Massa seca	
Calorias (Kcal.100g ⁻¹)	54,0	(4)		
Carboidratos (g)	12,5	(4)		
Água (%)	93,0	- 70,0 (2)	-	
Cinzas (%)	4,0	- 7,0 (1)	1,1	- 6,7 (2)
Proteínas (%)	6,0	- 7,0 (1)	1,3	- 7,3 (2)
Gordura (%)	0,1	- 0,3 (2)	0,4	- 1,0 (2)
Fibras (%)	4,0	- 6,0 (1)	1,0	- 5,7 (2)
Cálcio (%)	0,1	- 0,5 (5)	-	
Fósforo (%)	0,3	- 1,2 (5)	-	
Potássio (%)	2,2	(3)		
Ferro (µg.100g ⁻¹)	59,0	- 241,0 (3)	-	
Zinco (µg.100g ⁻¹)	111,0	- 709,0 (3)		
Retinol (mg.g ⁻¹)	10,0	(2)	-	
Caroteno (mg.g ⁻¹)	0,18	(2)	-	
Tiamina (mg.g ⁻¹)	0,01	(2)	-	
Riboflavina (mg.g ⁻¹)	0,1	(2)	-	
Niacina (mg.g ⁻¹)	0,33	(2)	-	
Ácido ascórbico (mg.g ⁻¹)	13,0	(2)	-	

(1) National Research Council, 1989; (2) Grau & Rea, 1997; (3) Nieto, 1991; (4) Tapia, 1990; (5) Malon, 1983.

Os FOS vêm despertando interesse por suas propriedades funcionais. São nutrientes que ajudam a manter um bom funcionamento gastrointestinal, atuando no aumento das bifidobactérias do intestino. Isto se deve ao fato de que estes carboidratos resistem ao processo digestivo, não sendo hidrolisados na parte superior do trato gastrointestinal, devido à configuração de suas ligações e outras propriedades físico-químicas, causando, desta forma, efeito similar ao das fibras. Depois que chegam ao cecum-cólon, são metabolizados pelas bifidobactérias (bactérias anaeróbias). Este processo, conhecido como fermentação, provê energia para à proliferação das bactérias, produz ácidos graxos de cadeia curta que são absorvidos pelo epitélio do cólon e metabolizados em diversas partes do corpo.

As bifidobactérias previnem o crescimento de microrganismos patogênicos exógenos e inibem o excessivo crescimento da microflora patogênica (Alípio 2000).

Também apresentam baixa cariogenicidade, uma vez que a microbiota bucal (*Streptococcus mutans*) não utiliza os FOS ao formar os poliglucanos insolúveis em água, que são responsáveis pela aderência do *S. mutans* aos dentes, e nem ao formar os ácidos que desmineralizam o esmalte (Mitiko, 1997).

Estudos têm sido realizados para provar outras propriedades dos FOS, tais como redução dos níveis de colesterol e teor de glicose no sangue (Hyarayama & Hidaka, 1993), redução da pressão sanguínea (Tomomatsu, 1996), melhor absorção de cálcio e magnésio (Coussement, 2000), entre outros.

As raízes de yacon podem ser consumidas cruas, junto com saladas. O seu sabor adocicado e refrescante torna esta espécie alimento ótimo para o consumo " *in natura*". Também podem ser cozidas, fritas ou desidratadas na forma de "chips". Quando reduzido ao fogo, o suco transforma-se em blocos de açúcar, os "chancaca". Na região andina, são expostas ao sol por períodos de três a cinco dias, e com a hidrólise das cadeias de FOS ocorre um aumento da frutose e sacarose livres e, conseqüentemente, aumento do sabor adocicado dos tecidos. Também podem ficar estocadas à sombra em temperatura ambiente por várias semanas para que ocorra um aumento gradual no conteúdo de frutose e sacarose livres.

O yacon apresenta potencial como matéria - prima na indústria de alimentos (Gallardo, 1999). Os FOS são utilizados na elaboração de bebidas, leite em pó, balas, doces, pães, biscoitos, iogurtes, leites fermentados, queijo fresco, bebidas lácteas e sobremesas. São solúveis em água e têm poder edulcorante de aproximadamente 3 a 6 vezes o da sacarose, sendo úteis como agentes de corpo quando se deseja realçar outros sabores. Como

consequência de sua estrutura e metabolismo, os FOS contribuem com $1,5 \text{ kcal.g}^{-1}$; sendo menor que outros carboidratos (4 kcal.g^{-1}) ou gorduras (9 kcal.g^{-1}), o que os torna excelente fonte de adoçante dietético. (Coussement, 2000).

2.2 Rendimento e qualidade de espécies tuberosas em função da adubação.

De acordo com Benincasa (1988), cerca de 90% da massa seca acumulada nas plantas ao longo do seu crescimento, resulta da atividade fotossintética; o restante, da absorção de nutrientes minerais do solo. Embora quantitativamente de menor expressão, os nutrientes minerais são indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento vegetal.

Sobre o crescimento com base na massa seca da parte aérea de yacon, Quijano et al. (2001) observaram que este foi contínuo até os 173 dias após o plantio (DP), decrescendo posteriormente. O acúmulo de N, P, K, Mg, S, B, Cu, Zn e Fe acompanhou a tendência observada para o crescimento da planta; o Ca e Mn tiveram maiores acúmulos no final do ciclo. Aos 77 DP, a planta extraiu mais de 10 vezes a quantidade de macro e micronutrientes observada aos 45 DP, caracterizando um período de elevada exigência. A maior demanda de nutrientes ocorreu entre os 77 e 173 dias após plantio. Na colheita (239 DP), o N foi o macronutriente mais extraído pela parte aérea, seguido pelo K e Ca; entre os micronutrientes, o Fe foi o mais extraído, seguido pelo Mn. As raízes tiveram 14,7% de massa seca no final do ciclo. Nestas, o potássio esteve presente em maior concentração que o nitrogênio; apresentando uma relação 1,95:1,0. O Fe e o Zn foram os micronutrientes mais

extraídos pelas raízes. A concentração de Ca foi maior na parte aérea do que nas raízes, indicando baixa mobilidade na planta, conforme referido por Malavolta (1980).

Os solos favoráveis ao desenvolvimento de yacon são profundos, leves, ricos em matéria orgânica, e de textura franco - argilosa. A espécie não se adapta a solos suscetíveis ao encharcamento ou argilosos (Lizárraga et al., 1997, Plchová, 1997), nem tolera elevada acidez do solo. No Equador, em solo com pH 5,4 as plantas apresentaram baixa produção de raízes tuberosas ($41,54 \text{ kg.ha}^{-1}$) e baixo teor de frutose (2,47%) (Nieto, 1991). No Brasil, Vilhena et al. (2000) recomendam manter o pH do solo por volta de 6,0.

A adubação de yacon visa garantir disponibilidade dos nutrientes em diferentes regiões. Na região andina, recomenda-se a aplicação de formulações 100:120:140 kg.ha^{-1} de NPK, usando nitrato de amônio, superfosfato triplo, e cloreto de potássio como fontes de N, P e K, respectivamente (Montiel, 1996).

Na Coreia, em trabalho desenvolvido com doses crescentes de nitrogênio, observou-se que com a máxima dose de N (240 kg.ha^{-1}) as plantas de yacon apresentaram maior altura (139 cm), menor número de hastes (7,9) e menor produção ($44,69 \text{ t.ha}^{-1}$). A maior produção de raízes ($51,17 \text{ t.ha}^{-1}$) ocorreu com 60 kg.ha^{-1} de N (Rural Development Administration, 1991). Segundo Marschner (1995) o maior suplemento de N estimula o crescimento vegetativo e mudanças morfológicas nas plantas. Aumenta a relação massa seca parte aérea / parte subterrânea em espécies perenes e anuais.

No Brasil, seguem-se as recomendações do cultivo de batata - doce, com N, P, K e Zn no plantio e duas adubações nitrogenadas em cobertura (Vilhena et al., 2000). Experimentalmente, Vilhena & Câmara (1996), observaram que baixas dosagens de nitrogênio (20 Kg.ha^{-1}) promoveram aumento no peso das raízes de yacon (32%),

principalmente quando se parcelou a dosagem em três vezes. Amaya & Câmara (2001) verificaram que 160 kg.ha⁻¹ de N e 100 kg.ha⁻¹ de K promoveram maior produção de raízes.

Espécies como *Cichorium intybus* (chicória) e *Helianthus tuberosus* (alcachofra de jerusalém) também acumulam FOS nos órgãos subterrâneos. Na indústria de alimentos concorrem com *Beta vulgaris* (beterraba açucareira) na produção de álcool e xarope de frutose. Sah et al. (1987), compararam a resposta destas três espécies a doses crescentes de nitrogênio, e notaram que a exigência em nitrogênio de *B. vulgaris* foi maior que de *H. tuberosus* e *C. intybus*. Em relação à quantidade de carboidratos fermentáveis (glicose, frutose, sacarose e amido), *B. vulgaris* produziu 6,69 t.ha⁻¹ com a máxima dose de N (200 Kg.ha⁻¹); já *C. intybus* e *H. tuberosus* não apresentaram variações com as doses crescentes de N, e produziram, respectivamente, 8,27 e 3,67 t.ha⁻¹ de carboidratos fermentáveis. Resultados semelhantes foram obtidos por Schittenhelm (1999). A aplicação de 120 kg.ha⁻¹ de N promoveu as máximas produções de massa seca de órgãos subterrâneos em *H. tuberosus* e *B. vulgaris*. A produção de açúcares totais foi 81 Kg.ha⁻¹ e 115 Kg.ha⁻¹, respectivamente. Já *C. intybus* mostrou máxima produção de massa seca de órgãos subterrâneos com somente 60 kg.ha⁻¹ de N, produzindo 112 Kg.ha⁻¹ de açúcares totais e apresentando grau de polimerização dos oligossacarídeos (GP) superior ao GP de *H. tuberosus*. A baixa produção de açúcares de *H. tuberosus* pode ser atribuída à grande porção de assimilados que é fixada no caule na época da colheita e destinada ao armazenamento temporário.

Em adição, Losavio et al. (1997) verificaram que *H. tuberosus* não responde à adubação com N. Baixas aplicações de N propiciaram porcentagem maior de açúcares totais. Figueira & Magalhães (1999) constataram que, nas condições de São Paulo, a adubação de *C. intybus* com 100-120-200 kg.ha⁻¹ de NPK não influenciou a produção de

raízes e nem o acúmulo de oligossacarídeos, em relação à ausência de adubação. De um modo geral, os resultados sugerem baixa exigência de *H. tuberosus* e *C. intybus* em nutrientes minerais para o acúmulo de açúcares nos órgãos de reserva.

Em relação à interação entre nutrição mineral e concentração de açúcares nas plantas, cabe salientar a importância do equilíbrio entre N e K, levando-se em conta que níveis altos de N provocam aumentos na relação parte aérea/raiz, reduções nas concentrações de sacarose nas folhas, e maior consumo de carboidratos para os processos de absorção e redução de nitrato, síntese e manutenção de proteínas e transporte, entre outros (Silveira & Crócomo, 1989).

Em yacon, o conteúdo total de FOS correlacionou-se positivamente com doses crescentes de potássio (Assami et al., 1989; Tsukihashi et al., 1991) e negativamente com a aplicação de nitrogênio (Assami et al., 1992). Amaya (2000) observou nas raízes teor de açúcares redutores superior com 240 kg.ha⁻¹ de N e 200 kg.ha⁻¹ de K.

Marschner (1995) menciona que o carregamento de sacarose no floema é estimulado pelo K. Contudo, ainda é pouco elucidado se o K atua diretamente no mecanismo de carregamento por meio da manutenção no gradiente de pH transmembrana, ou indiretamente via aumento do potencial osmótico, e consequentemente, do fluxo de massa no floema. Em beterraba açucareira, o K estimula o acúmulo de sacarose nas células de armazenamento da raiz, atuando, provavelmente, no tonoplasto, por meio da ativação da bomba de prótons ligada à membrana, ou da manutenção de elevado pH no citosol.

O potássio também participa na ativação de várias enzimas, como no caso das invertases em batata-doce (Matsushita & Uritani, 1974; citados por Vieira 1983). As invertases catalisam a formação de glicose e frutose a partir de sacarose. Na beterraba

açucareira, é provável que a transferência da sacarose do citosol (elevado pH) para o vacúolo (baixo pH) das células de armazenamento necessite a quebra da sacarose e subseqüentes sínteses, ou se realize de forma direta via antiporte próton-sacarose (Marschner, 1995).

Conhecido como o nutriente da qualidade, o K interfere na resistência ao armazenamento dos produtos. Participa no aprimoramento do tamanho, da forma, do sabor, da cor e das propriedades culinárias dos mesmos (Gomes et al., 2000; Filgueira, 2000). A deficiência de K em batata promoveu teores de o-difenóis e tirosina superiores aos observados em tubérculos com fornecimento normal (Mulder, 1956). Mondy et al. (1967), observaram uma relação inversa entre doses de KCl e o conteúdo de fenóis em tubérculos de batata. A oxidação de fenóis pela enzima polifenoloxidase (PPO) é responsável pelo escurecimento e depreciação dos tecidos (Awad, 1993). Segundo Silva et al. (1995), o cloreto de potássio (KCl) promove menor atividade da enzima PPO devido, provavelmente, à interação entre o cloreto (Cl^-) e o cobre livre, que é o catalizador da enzima PPO, inibindo, assim, a atividade enzimática.

A deficiência de boro (B) também estimula o acúmulo de fenóis. Segundo Ruiz et al. (1998) a deficiência de B promove aumento da enzima PAL (fenilalanina amônia liase), responsável pela síntese de fenóis. Por outro lado, a formação de complexos borato - fenóis regula, provavelmente, o nível de fenóis livres e a sínteses dos fenóis precursores da biosínteses de lignina. Junto com o acúmulo de fenóis, há aumento da atividade da PPO e formação de compostos altamente reativos na parede celular como as quinonas, eficazes na produção de radicais superóxido que danificam a membrana celular por meio da peroxidação de lipídeos (Marschner, 1995).

Por outro lado, o B atua de forma indireta, na integridade da membrana plasmática via formação de complexos cis-diol com glicoproteínas e glicolipídeos na interface entre a parede celular e a membrana plasmática, causando estabilidade estrutural na membrana plasmática. Existe estreita correlação entre o B e o Ca na composição da parede celular e na demanda destes nutrientes para o crescimento. É provável que o B participe também na manutenção da integridade da parede celular (Marschner, 1995).

O Zn apresenta papel funcional e estrutural nas reações enzimáticas. É componente integral da enzima superóxido-desmutase (CuZnSOD); a deficiência de SOD promove aumento de radicais tóxicos de O_2 , responsáveis pela peroxidação dos lipídeos da membrana e aumento da sua permeabilidade. Em adição, muitas enzimas do metabolismo de carboidratos dependem de Zn, como a frutose 1,6-bifosfatase (Marschner, 1995).

Em plantas com adequado fornecimento de P, entre 85 e 95% do total de P inorgânico é armazenado nos vacúolos, regulando a atividade metabólica no citoplasma e no cloroplasto. Em batata, o P inorgânico regula a síntese de amido nos amiloplastos das células de armazenamento (Marschner, 1995). Também ocorrem alterações na fisiologia pós-colheita devido ao fornecimento de P. Após 16 dias de armazenamento a 23°C, frutos de *Cumumis sativus* deficientes em P aumentaram a taxa respiratória de 21% em relação aos frutos com suficiência de P (Knowles et al., 2001).

Há também outras espécies cujos órgãos subterrâneos armazenam carboidratos com respostas diferenciadas de produção e/ou qualidade à adubação. Hartemink et al. (2000) observou que a produção comercial de *Colocasia esculenta* e *Ipomoea batatas* não foi afetada pela adubação com nitrogênio. Pelo contrário, o incremento de 100 até 400 Kg.ha⁻¹ de N diminuiu a produção de ambas, e em *C. esculenta* houve maior quantidade de

rizomas não comerciais. Na ausência de adubação, *C. esculenta* absorveu 32 Kg.ha⁻¹ de N, dos quais 30% foram alojados nos rizomas comerciais. Com 400 kg.ha⁻¹, o N total absorvido por *C. esculenta* e *I. batatas* foi de 69 kg.ha⁻¹ e 11 kg.ha⁻¹, respectivamente, sendo que mais de 50% do N foi absorvido pelos tubérculos não comerciais.

Fulton et al. (1996), estudando o crescimento de *Manihot esculenta* em solos com baixos níveis de N, P e K (6, 5, 5 mg.kg⁻¹, respectivamente), constataram que a adubação com 200 kg.ha⁻¹ de superfosfato triplo promoveu a máxima produção (24,4 t.ha⁻¹), maior número de raízes por planta e maior massa seca de raízes. Com a aplicação 400 kg.ha⁻¹ não houve melhoria das características avaliadas. Em outro experimento, observaram que a adubação com N aumentou a produção de 15,5 (sem N) até 20,5 t.ha⁻¹ (100 kg.ha⁻¹ NH₄NO₃); contudo, doses crescentes deste mineral (200 e 400 kg.ha⁻¹ NH₄NO₃) promoveram decréscimo de 38 %, em média, na massa seca de raízes.

Espécies andinas como *Ullucus tuberosus* (olluco), *Oxalis tuberosus* (oca), e *Tropaeolum tuberosum* (mashua) geralmente são cultivadas após o plantio de batata, para aproveitar o efeito residual dos fertilizantes (Arbizu & Hermann, 1992). Entretanto, *U. tuberosus* responde à fertilização nitrogenada, sendo recomendados 40-80-60 kg.ha⁻¹ de NPK no plantio e 40 kg.ha⁻¹ de N em cobertura (De la Vega, 1997). *Lipidium meyenii* (maca) acumula uma elevada quantidade de K nas raízes, o que favorece o incremento de massa seca, e a tolerância a baixas temperaturas (Delfín et al., 2001); recomenda-se o uso de 10-40-20 até 80-30-15 kg.ha⁻¹ de NPK juntamente com esterco decomposto (principalmente de ovino) na quantidade de 100 a 200 kg.100m⁻² (Canales, 1997).

Outra espécie andina que vem se destacando no Brasil é *Arracacia xanthorrhiza* Brancroft (mandioquinha-salsa ou batata-baroa ou arracacha). Após o estudo da

adubação com NPK, concluiu-se que apenas o fósforo proporciona aumento substancial na produção de raízes, o nitrogênio reduz a produção e o potássio tem efeito quadrático negativo (Vieira & Casali, 1997). Para se obter 90% da produção máxima, o nível crítico de P no solo seria $19,8 \text{ mg.kg}^{-1}$ (Mesquita Filho et al., 1996).

Cabe salientar que a utilização efetiva do nutriente pela planta depende de uma série de fatores, como variações climáticas, disponibilidade de água, condições do solo, interações entre nutrientes, fonte de adubação utilizada, entre outros (Filgueira, 2000). Portanto, não se pode confirmar a relação direta entre quantidade de nutrientes colocados no solo e o rendimento agrícola respectivo.

A fertilidade do solo é algo mais complexo do que aplicar uma formulação NPK. O uso intensivo de fertilizantes químicos já foi questionado não só pelas suas contradições ecológicas e econômicas, mas também por desconsiderar aspectos qualitativos importantes da produção vegetal. Neste aspecto, adubações contínuas ou inadequadas com fertilizantes de alto índice salino, como o cloreto de potássio, induzem a problemas de salinidade na zona radicular, bem como favorecem a eutrofização dos mananciais. Os fertilizantes nitrogenados, quando aplicados na forma nítrica, têm poder alcalinizante. O nitrato, uma vez ingerido, pode passar pela reação de desnitrificação no trato intestinal de animais e do homem ocasionando intoxicações graves; na corrente sangüínea promove a complexação do ferro da hemoglobina, impedindo o transporte de oxigênio para o sangue (Gomes et al., 2000).

Em contraposição ao sistema de produção convencional, surge o sistema agroecológico, que procura a produção de alimentos de origem vegetal e animal sem a utilização de pesticidas e adubos industrializados. A agroecologia visualiza a propriedade de

maneira sistêmica e não dividida em explorações isoladas. Busca obter o máximo de benefícios, considerando a ética, a saúde dos envolvidos, a auto-sustentação, a redução da dependência de insumos e a preservação do meio ambiente (Popia et al., 2000).

A agricultura agroecológica cresce no mundo na ordem de 5 a 30% anualmente, enquanto na Europa cresce de 20 a 30 % anualmente. No Brasil, as principais espécies exploradas neste sistema são soja, café, hortaliças, frutas, cana de açúcar, feijão, milho, óleos, mate e suco concentrado, destacando-se os Estados do Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Distrito Federal (Popia et al., 2000).

O manejo agroecológico dos solos inclui, entre outras práticas, a utilização de adubos orgânicos. Os benefícios que o adubo orgânico promove nas plantas decorrem de um grande número de efeitos, que atuam em conjunto após a sua incorporação ao solo. Assim, favorece a absorção de macro e micronutrientes pelas raízes, diminui a acidez do solo, contribuindo com a disponibilidade de vários nutrientes do solo como N e P, tornando indisponíveis o Al e Mn. Aumenta ainda, a capacidade de troca de cátions dos solos, graças à grande superfície específica das frações coloidais da matéria orgânica (Kiehl, 1985; Wells et al., 2000).

Em relação ao nitrogênio, grande número de trabalhos tem associado a absorção de N pelas plantas à disponibilidade de N inorgânico (NH_4^+ e NO_3^-) no solo. Segundo Malavolta (1980), o nitrogênio orgânico torna-se disponível às plantas após sua mineralização, por processos de amonificação e nitrificação. Entretanto, a quantidade de N absorvido nem sempre corresponde à concentração de N inorgânico no solo. Matsumoto et al. (1999) demonstraram que cenoura e outras espécies absorvem diretamente o N orgânico do

solo. Este fato seria resultado da maior habilidade das plantas para absorver aminoácidos, peptídios e proteínas. De acordo com Yamagata & Norihauru (1999), as plantas absorveriam aminoácidos para incorporá-los diretamente aos processos metabólicos com menor consumo de energia, quando comparados com o nitrato, ou aumentariam a mineralização do N orgânico na rizosfera por meio da atuação de proteases ou outras enzimas.

A fonte orgânica geralmente usada é o esterco de animais. O teor de fósforo total em estrumes de bovino e de frango situa-se, geralmente, entre 5,11 e 10,8g.kg⁻¹, respectivamente. Cerca de 3/4 e 5/6 do P total encontra-se em formas inorgânicas, e o restante em compostos orgânicos. Na forma inorgânica predominam precipitados de fosfato de cálcio e compostos sólidos mais estáveis como apatita e estruvita. As formas de P lábil, constituem 57% e 92% do P inorgânico total dos estrumes de frango e bovino, respectivamente. Quanto maior a proporção de formas solúveis e reativas, ou lábeis, de P num fertilizante, maior a sua eficiência como fonte deste nutriente às plantas. O P incluso em compostos orgânicos pode ser mineralizado durante o período de cultivo, porém é necessário que o teor de P total da matéria seja superior a 2 g.kg⁻¹; caso contrário, pode ocorrer imobilização temporária de fósforo na biomassa microbiana, reduzindo sua eficiência (Cassol et al., 2001).

Oberson et al. (1993) observaram aumento da disponibilidade de P e da atividade biológica no solo após adição de matéria orgânica. Segundo os autores, a maior atividade da fosfatase no solo indicou maior potencial de mineralização de formas orgânicas de P, processo que resultou no maior fornecimento de P na solução do solo.

O potássio está retido fracamente nos resíduos orgânicos. Aproximadamente 1/3 da quantidade total de K requer intervenção microbiana para sua liberação durante a decomposição da matéria orgânica; 2/3 se dissolvem imediatamente na

água. Nos sistemas biológicos, este cátion existe somente no estado monovalente, não requer reações de oxidação e redução nas transformações microbiológicas de solubilização, e é liberado mediante a ação de ácidos orgânicos ou inorgânicos que reagem com os minerais que contêm K (Alexander, 1980).

Outra vantagem dos adubos orgânicos é a adequação de propriedades físicas do solo, tais como a formação de agregados estáveis, diminuição da densidade aparente, aumento de macro e microporos, que resultam em maior capacidade de infiltração e armazenamento de ar e de água (Kiehl, 1985). Cabe destacar a maior atividade microbiana em sistemas orgânicos, que contribui com a mineralização da matéria orgânica e armazenamento temporário de minerais de fácil lixiviação (Fließbach & Mader, 2000); além disso, os microrganismos podem estabelecer interações simbióticas com as plantas, ou podem produzir hormônios e outras substâncias úteis ao metabolismo vegetal (Khatounian, 2001). Wander et al. (1995) citados por Fließbach & Mader (2000) observaram aumento na atividade microbiana do solo, com base na desidrogenase e na catalase, de 30 até 70% em sistemas orgânicos e de 40 até 90% em biodinâmicos, em relação aos solos adubados quimicamente.

Espécies cuja parte comercial é subterrânea, são beneficiadas pelo aprimoramento das condições físicas, químicas e biológicas do solo, consequência da utilização de adubos orgânicos. No cultivo de *Manihot esculenta*, Kabeerathumma et al. (1993), observaram que a aplicação de 2,65 t.ha⁻¹ de composto orgânico (1,18% N; 0,11% P e 1,02% K) aumentou a disponibilidade de Ca, Mg, Zn e Cu. Segundo os autores, a adição de composto aumentou a atividade microbiana no solo, a liberação de substâncias orgânicas (quelatos), e diminuiu a precipitação, fixação, oxidação e lixiviação de nutrientes minerais.

Por outro lado, os autores observaram que a aplicação de nitrogênio na forma amoniacal (100 kg.ha^{-1}) promoveu a acidificação do solo e diminuiu a disponibilidade de Ca e Mg.

Em *Solanum tuberosum* spp. *tuberosum* Fischer & Richter (1984) notaram que a produção de tubérculos no sistema orgânico foi 34,6% menor do que no convencional. Nos solos em cultivo convencional houve disponibilidade de N ($152,3 \text{ kg.ha}^{-1}$) maior que nos solos em sistema orgânico adubados com composto ($93,8 \text{ kg.ha}^{-1}$), o que, provavelmente, favoreceu o crescimento da batata. Entretanto, os tubérculos do sistemas orgânico apresentaram a metade de nitrato ($37,3 \text{ mg.l}^{-1}$) e o dobro de vitamina C ($210,9 \text{ mg.l}^{-1}$), quando comparados aos do sistema convencional. Hamouz et al. (1999), observaram uma concentração de polifenóis ($47,64 \text{ mg/100g}$) superior nos tubérculos cultivados organicamente do que convencionalmente ($43,30 \text{ mg/100g}$).

Estudos realizados com *Daucus carota* L., mostraram que a produção de raízes foi maior com 50 t.ha^{-1} de esterco bovino, quando comparada à da testemunha não adubada e à da adubação química NPK (Zdravkovic et al., 1997). Warman & Havard (1997) analisaram N-total de composto e aplicaram no solo quantidade suficiente para suprir 170 Kg.ha^{-1} de N, assumindo que 50% do N estaria disponível do ano da aplicação; observaram que a adubação com composto aumentou a produção de raízes e o conteúdo de vitamina C.

Outro adubo orgânico também utilizado nos sistemas agroecológicos é o vermicomposto, que é produzido por meio de um processo da decomposição anaeróbia, cuja primeira fase envolve exclusivamente fungos e bactérias e, na segunda fase, as minhocas atuam em conjunto, acelerando a decomposição (Harris et al., 1990). Na vermicompostagem, a matéria orgânica é transformada de maneira diferente devido, em parte, ao mutualismo entre a microflora do solo e o muco intestinal das minhocas. As minhocas digerem cadeias longas

de polissacarídeos, inclusive celulose, estimulando a colonização microbiana (Vincelas-Akpa & Loquet, 1997). O seu uso facilita a correção do solo, uma vez que as minhocas possuem glândulas de Morren, ou calcíferas, no intestino, que transformam a matéria orgânica utilizada em material com pH neutro (Longo, 1995).

Oliveira et al. (2001), avaliaram doses crescentes de vermicomposto (0, 15, 20, 25 e 30 t.ha⁻¹) na produção de *D.carota* L., e constataram que 25 t.ha⁻¹ de vermicomposto foram responsáveis pela máxima produção total (70,1 t.ha⁻¹) e comercial (31,1 t.ha⁻¹) de raízes. Estes valores representaram acréscimos de 12,9 e de 16,1 t.ha⁻¹ na produção total e comercial, respectivamente, em relação à ausência de vermicomposto.

Para alguns produtores, a adubação organomineral – aplicação de materiais orgânicos juntamente com fertilizantes químicos – é mais eficiente que a aplicação exclusiva de qualquer dos dois tipos de material (Filgueira, 2000). Em experimento com *Arracacia xanthorrhiza* e combinações de cama de aviário e superfosfato triplo como fontes de adubação, observou-se que a soma da produção de raízes extras + graúdas (de maior cotação comercial) foi aproximadamente 55% da produção total, e resultou dos tratamentos em que se aplicou 60,2 kg.ha⁻¹ de P com 14 ou 19 t.ha⁻¹ de cama de aviário. A produção de refugos, ao contrário, aumentou com as menores doses de P e cama de aviário. As respostas aos tratamentos, provavelmente, resultaram da maior disponibilidade de fósforo para as plantas pela formação de complexos humo-fosfato mais assimiláveis e pelo revestimento de sesquióxidos de ferro e alumínio pelo húmus, evitando a adsorção de P solúvel (Vieira et al, 1998).

No cultivo de *Beta vulgaris*, obteve-se maior produção de raízes e de açúcar aplicando 60 t.ha⁻¹ de esterco de bovino, juntamente com 90-120-120 kg.ha⁻¹ de NPK

(Moskalenko, 1990). Venegas & Aguilar (1992) obtiveram produções semelhantes nos sistemas convencional e orgânico. Em adição, Kopczynsky et al. (1999) verificaram maiores produções com a aplicação de 6 t.ha^{-1} de vermicomposto.

A agricultura biodinâmica é a corrente agroecológica que originou-se de uma série de oito conferências proferidas por Rudolf Steiner, na Alemanha, em 1924. Apresenta práticas comuns à agricultura orgânica. Contudo, no método biodinâmico a produtividade e a qualidade dos vegetais resulta das influências cósmicas como a luz, o calor e o fenômeno global “Lua”, e das influências terrestres como a biologia do solo, a adubação, o tratamento da compostagem e o papel dos animais na empresa agrícola. O agricultor biodinâmico desenvolve o relacionamento harmonioso e equilibrado com a natureza, segundo os princípios básicos da Antroposofia, e a capacidade de julgamento que lhe permite agir de acordo com as situações, evitando raciocínios mecanísticos (Koepf et al., 1983).

Os preparados biodinâmicos ocupam posição central no método. São preparados caseiros, a partir de substâncias orgânicas e minerais de forma bastante diluída. São semelhantes aos medicamentos homeopáticos, mas não se prendem à teoria ou prática da Homeopatia (Steiner, 1924). Com esta, eles têm em comum o fato de terem por base substâncias naturais que passam pelo processo de dinamização.

Segundo a Homeopatia, a dinamização é o aumento do poder energético da matéria. O atrito entre as moléculas do medicamento e de uma solução inerte como álcool, lactose ou água destilada, promove a transferência da energia da matéria para a solução (Schembri, 1992). A dinamização de preparados biodinâmicos segue o mesmo princípio; é realizada por meio do movimento circular da solução de água mais preparado biodinâmico, de modo a formar um redemoinho. Quando forma-se o vórtice, inverte-se o

sentido da agitação, proporcionando maior contato entre as moléculas da água e do preparado. As dinamizações podem ser feitas manualmente ou por meio de aparelhos específicos denominados “dinamizadores” (IBD, 2000).

Os preparados biodinâmicos podem ser classificados em básicos e acessórios. Os básicos apresentam profunda ação sobre o metabolismo do solo, das plantas e dos adubos orgânicos, e sobre a Natureza e suas forças em geral, criando a condição de vitalidade e saúde que é a própria base do sistema biodinâmico. Já os acessórios têm funções reguladoras mais limitadas, podendo mesmo, alguns, serem comparados a defensivos agrícolas. Os preparados básicos se dividem em dois grupos: de um lado, os preparados 500 e 501, aspergidos diretamente no solo ou nas plantas; de outro lado, os preparados 502 a 507, usados em adição a compostos e outras formas de adubo orgânico. São chamados de acessórios quaisquer preparados além dos já citados (Correia-Rickli, 1986).

A substância básica do 500 é esterco de bovino; o do 501 é sílica moída. Ambos são colocados em chifres de vaca e enterrados na posição horizontal. O 500 permanece enterrado durante o inverno e o 501 durante o verão. Quando se enterra o esterco produzido pelo animal dentro do chifre de vaca, conservam-se no chifre, as forças vivas que o esterco exercia sobre o próprio animal, a terra irradia para o interior do chifre energias astral e etérea, e o esterco é vitalizado interiormente.

O material básico dos preparados 502, 503, 504, 505, 506 e 507 são, respectivamente, milfolhas (*Achillea millefolium*), camomila (*Matricaria chamomilla*), urtiga (*Urtica dioica*), casca de carvalho (*Quercus robur*), dente de leão (*Taraxacum officinallis*) e valeriana (*Valeriana officinallis*) (Steiner, 1924). Cabe destacar que os fundamentos sobre o preparo destes produtos são complexos e exigem conhecimentos profundos sobre biodinâmica.

No Brasil, o Instituto Biodinâmico, com sede em Botucatu – SP, produz os preparados biodinâmicos, e os comercializa nas quantidades exatas para áreas de 1ha, sendo o custo dos oito preparados R\$ 48,00.

Os preparados biodinâmicos não são medidos com base na Metrologia, pois não é importante uma dosagem numericamente exata; são usados em quantidades mínimas, com base nos conceitos energéticos. Algumas recomendações são indicadas a seguir.

As quantidades do preparado 500 variam de 120g a 300g / 60L, e do 501 de 1g a 4g / 60L. Ambos devem ser dinamizados durante uma hora. O 500 é pulverizado no solo antes de cada semeadura ou plantio, podendo se pulverizar de novo após 2 a 4 dias, e ainda uma terceira vez quando as sementes tenham germinado, sendo o horário ideal para a pulverização, à tarde. Ao contrário do 500, o preparado 501 requer pulverização fina, em forma de névoa; deve ser aplicado de manhã, antes das nove horas. A aplicação tríplice deste preparado depende do tipo de planta: nas plantas com raízes de importância econômica, a primeira aplicação é feita quando tiverem a grossura do lápis (raízes axiais como cenoura) ou do tamanho de uma castanha (raízes redondas) (IBD, 2000).

Os preparados 502 a 507 são acrescentados à pilha de composto ou depósito de esterco. Os sólidos (502 a 506) são colocados em diferentes pontos no interior do composto, em pitadas isoladas (1-3g). O líquido (507) é diluído (1-2 cm³/10L de água morna) e dinamizado (15 a 20 minutos), sendo aspergido sobre a pilha de composto (IBD, 2000).

A agricultura biodinâmica reconhece que a nutrição vegetal equilibrada resulta em alimentos de melhor qualidade, não só em termos biológicos, mas também energéticos. A energia vital dos alimentos é a soma de energias sutis, provenientes da interação de forças cósmicas como a luz solar e da terra equilibrada; é a qualidade superior,

que verdadeiramente alimenta e estimula a vitalidade do ser humano. Salienta-se que essa forma sutil de energia não se acha vinculada aos nutrientes de forma quantitativa (Steiner, 1924). A Homeopatia designa como energia vital em equilíbrio, quando há saúde, e em desequilíbrio, quando surgem os sintomas ou estados patológicos. A presença de vibrações desarmônicas perturba o organismo, que começa a adoecer (Schembri, 1992).

Dentre os métodos que demonstram a vitalidade dos alimentos, cita-se a “cristalogênese”. O método foi desenvolvido por Pfeiffer em 1930 e consiste na combinação de uma solução salina (particularmente de cloreto de cobre) com outra solução daquilo que se pretende analisar. A solução final é colocada em placas com superfície lisa na forma de circunferência, onde, em condições controladas, formam-se cristais. A análise se fundamenta na observação dos núcleos e das agulhas, além da estrutura como um todo (Spadotto et al., 2002).

A bioeletrofotografia também registra essa energia vital. Esta técnica foi descoberta pelo padre Moura no Brasil e estudada pelo casal Semyon Davidovitch Kirlian e Valentina Kirlian, em 1939, na ex-União Soviética. A máquina conhecida como Kirlian reproduz um halo luminoso ao redor do corpo humano, de vegetais e de outros objetos por meio da interação de fraquíssimas correntes elétricas e chapas fotográficas. No Brasil, o professor de Física, Newton Milhomens, construiu a primeira máquina Kirlian em 1968. Posteriormente, descobriu a correlação entre as cores, estruturas e formas do halo luminoso, e as diversas doenças orgânicas e psíquicas no momento em que se está sendo fotografado. O halo luminoso tem recebido diferentes denominações - segundo as diversas áreas de conhecimento - como bioenergia, energia vital, corpo etéreo, aura, entre outros. Segundo Milhomens (1999), ao redor do corpo dos seres vivos existem vários campos de energia de

diversas naturezas, alguns conhecidos e outros ainda ignorados. A Física Moderna, afirma que toda matéria é energia condensada e forma campos energéticos.

Piamonte (1996), observou que a produção total de *Daucus carota* L com composto (4 kg.m^{-2}) mais preparados biodinâmicos ($4 \text{ mg.L}^{-1}.\text{ha}^{-1}$) foi superior à do composto sem preparados. Segundo o autor, os preparados biodinâmicos atuam como catalisadores de processos fisiológicos. No sistema biodinâmico, o teor de alfa-caroteno foi 99,6% superior ao do composto; de beta-caroteno foi 49,09% superior ao da adubação com 100 g.m^{-2} de 4-14-8 (NPK); e a vitamina A foi 51,1% superior ao de NPK. Em relação à conservação pós – colheita, de um modo geral, as raízes cultivadas com adubos orgânicos e biodinâmicos apresentaram menor perecibilidade do que as cultivadas com fertilizantes químicos. Após 65 dias de armazenamento, as raízes adubadas organicamente apresentaram aparência aceitável.

Experimentos conduzidos por Raupp & Koning (1996) durante três anos com *Daucus carota* L. e outras espécies, mostraram que, no primeiro ano de cultivo, a pulverização dos preparados 500 e 501 aumentou a produção de raízes. Nos anos seguintes, quando a produção atingiu um nível médio, o efeito positivo dos preparados diminuiu ou foi negativo. Contudo, a qualidade pós-colheita das raízes foi sempre superior. No final do armazenamento, a percentagem de raízes comercializáveis foi 27% maior nos tratamentos com preparados biodinâmicos. Para os autores, o efeito dos preparados não é determinado somente pelas suas propriedades e modo de aplicação, dependendo também da interação com as condições ambientais, sendo as respostas aos preparados uma resposta de todo o sistema.

Schulz et al. (1997) avaliaram métodos e níveis de adubação no cultivo de *S. tuberosum* spp. *tuberosum* durante três anos. Constataram que no método químico, o teor

de massa seca nos tubérculos diminuiu com o aumento dos níveis de nitrogênio aplicado. No primeiro ano de cultivo, o teor de massa seca dos tubérculos de origem biodinâmica (15,53%) foi superior aos de origem mineral (13,25%). A densidade dos tubérculos diminuiu continuamente com o aumento dos níveis de N no sistema convencional. No sistema biodinâmico, a densidade foi inicialmente baixa, aumentando posteriormente. Por meio de imagens com cristalização de cloreto de cobre, a “qualidade vital” dos tubérculos tratados com preparados biodinâmicos foi diferenciada dos não tratados.

2.3 Armazenamento de órgãos subterrâneos.

Avaliar a pós-colheita de vegetais frescos é de grande importância para produtores e comerciantes, pois possibilita estabelecer o tempo de armazenamento que não acarrete prejuízos financeiros e não comprometa a qualidade dos produtos. A vida útil pós-colheita pode ser definida como o período de tempo dentro do qual uma amostra pode manter seus atributos de qualidade como sabor, aroma, textura, cor, umidade, entre outros, antes que a decomposição alcance uma determinada extensão, resultado da maturidade excessiva, desidratação e deterioração (Holdsworth, 1988).

A qualidade pós-colheita de muitos vegetais relaciona-se, em parte, com o nível de fertilizantes aplicados durante o cultivo. O solo fértil contém minerais essenciais necessários ao desenvolvimento normal do vegetal; dentre eles, salientam-se o nitrogênio, o fósforo e o potássio, seguidos pelo cálcio e magnésio. Além desses, outros elementos, como o boro e o zinco têm papel fundamental. O equilíbrio entre os elementos é

fundamental de modo que os sistemas metabólicos operem normalmente, com manutenção da integridade dos tecidos (Chitarra & Chitarra, 1990).

Neste aspecto, nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio apresentam notável efeito na textura dos alimentos. O excesso de N promove decréscimo na firmeza de diversas frutas. O Ca é essencial na estrutura da parede celular, encontra-se ligado a grupos carboxílicos, formando pectatos de cálcio, que são insolúveis. Alta relação K/Ca aumenta a susceptibilidade aos distúrbios fisiológicos e promovem textura indesejável (Sams, 1999). Alta quantidade de N promove menor teor de vitamina C nos frutos devido, possivelmente, ao maior crescimento das plantas e ao efeito de diluição nos tecidos. Além disso, o incremento vegetativo reduz a intensidade luminosa e o acúmulo de ácido ascórbico nas partes sombreadas (Lee & Kader, 2000). Kays (1999) relata diversos fatores pre-colheita que afetam a aparência, e entre eles destaca a fertilização dos cultivos. A menor coloração dos frutos correlaciona-se com o excesso de N ou P e à deficiência de K. Em vegetais, a deficiência de Mg promove pobre coloração nas folhas. O tamanho reduzido de laranjas resulta do excesso de N na forma amoniacal. A deficiência de K, Fe e B promove menor tamanho em tomate, pêssgo e morango, respectivamente.

Após a colheita, as raízes tuberosas permanecem em atividade metabólica (Holdsworth, 1988). O processo respiratório não é mais suprido pela fotossíntese das folhas (Chitarra & Chitarra, 1990); em consequência, as raízes consomem suas próprias reservas nutritivas para produzir a energia requerida. Além da respiração, ocorrem processos de transpiração e desidratação de raízes. A perda de água é o principal fator responsável pela perda de massa; as raízes menores perdem relativamente mais massa por unidade de tempo, devido à maior relação superfície / volume (Pinto et al., 1984). Daiuto et al. (1999)

observaram que raízes de yacon mantidas sob condição ambiente apresentaram respiração e perda de massa superiores às da refrigeração a 2° C.

A perda de água também resulta em textura deficiente, o que compromete a qualidade e aceitabilidade do produto (Pinto et al., 1984). A solubilização dos polímeros de pectina da parede celular, assim como a decomposição das moléculas de celulose e hemicelulose pode ser responsável pelo amolecimento dos produtos, uma vez que diminuem a força coesiva que mantém as células unidas (Chitarra & Chitarra, 1990). Após a colheita de raízes de mandioca, o teor de pectina solúvel aumentou em relação à pectina total, atingindo valor máximo no 4º dia; em seguida, decresceu até 7 dias após colheita. Os teores de lignina e celulose diminuíram ao longo do tempo e apresentaram valores mínimos no 4º e 6º dia após colheita (Carvalho et al., 1988).

Durante a colheita de raízes há normalmente lesões em suas extremidades, ou seja, quebra da ponta, e ferimentos na área de inserção da raiz com a parte aérea, sendo estes pontos vulneráveis ao ataque de patógenos (Carvalho et al., 1985). Outra via de entrada de microrganismos patogênicos é por ferimentos por insetos ou durante a manipulação (Holdsworth, 1988). Há aumento marcante de respiração das células próximas ao ponto danificado. Esse aumento da taxa respiratória é tido como responsável pela produção de certos compostos que causam resistência contra o ataque de microrganismos (Chitarra & Chitarra, 1990). Em *Ipomoea batatas* e *Colocasia esculenta*, os ferimentos mecânicos que ocorrem durante a colheita, transporte e armazenamento, são minimizados pela formação de uma camada de lignina nas células próximas à superfície (Uritani, 1999).

As alterações histológicas e os processos bioquímicos ocorridos durante as primeiras 24-48 horas após a colheita de *Manihot esculenta*, caracterizam a

deterioração primária, conhecida como deterioração fisiológica pós-colheita (DFP). Observa-se o acúmulo de compostos fluorescentes como a escopolitina, escopolina e esculina que se polimerizam formando estrias azuis ao longo da raiz. A deterioração microbiana, considerada secundária, ocorre a partir do 5 – 7º dia da colheita; é causada, principalmente, por fungos e bactérias. Os sintomas dessa deterioração se caracterizam pela formação de estrias ao redor do local afetado, que posteriormente, se transforma em podridão úmida com fermentação dos tecidos da raiz. Dentre os microrganismos envolvidos destacam-se os gêneros *Fusarium*, *Penicillium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Erwinia*, *Botrydipodia*, *Trichoderma* e *Verticillium* (Borges et al., 1992; Buschmann et al., 2000).

De acordo com Rogiers et al. (1998), o processo que ocorre após a colheita é uma forma de senescência; portanto, os mecanismos bioquímicos de deterioração das membranas são, provavelmente, semelhantes. É característico da senescência, o aumento dos radicais livres e/ou de oxigênio ativo (O_2^- , H_2O_2 , OH), que ocasionam estresse oxidativo em tecidos vegetais. Consequentemente, aumenta a peroxidação de lipídeos, a desintegração das membranas (Wang & Jiao, 2001) e diminui o sistema antioxidante de defesa, que envolve substâncias como α -tocoferol, β -caroteno, ascorbato, glutathione, e enzimas como superoxidodismutase, catalase, peroxidase, entre outras (Sala, 1998).

Algumas das enzimas associadas à alteração bioquímica dos alimentos são as peroxidases, lipoxidases, clorofilases, catalases e polifenoloxidases (Holdsworth, 1988). Na fisiologia pós-colheita de frutas e vegetais, as isoenzimas peroxidase e polifenoloxidase estão associadas às mudanças de cor, textura, sabor, e qualidade nutritiva dos alimentos (Vámos – Vigyázó, 1981).

A polifenoloxidase (PPO) pertence ao grupo das oxido-redutases. O grupo prostético é o íon cobre, que está presente na proporção de um átomo de cobre por molécula. Geralmente, esta enzima é mencionada com diferentes nomes, como tirosinase, cresolase, catecolase, difenolase e fenolase, de acordo com o substrato preferencial. A nomenclatura internacional coloca a PPO dentro de duas categorias: EC 1.14.18.1 – monofenol mono-oxigenase (tirosinase), e EC 1.10.3.2 *o*-difenoil : O₂ oxido-redutase. Nas células encontra-se em mitocôndrias, peroxissomos, citoplasma, plastidos como nos amiloplastos de tubérculos de batata, e ligada à membrana do tilacóide dos cloroplastos (Zawistowski et al., 1991).

Esta enzima já foi caracterizada em espécies tuberosas como *S. tuberosum* (Sapers et al., 1989), *C. esculenta* (Duangmal & Apenten, 1999), *I. batatas* (Lourenço et al., 1992) e *Dioscorea bulbifera* (Anosike & Ayaebene, 1981). Sua distribuição varia nas diferentes partes do órgão subterrâneo. Em *S. tuberosum*, a atividade enzimática foi elevada nas extremidades inferior e superior do tubérculo e menor no centro deste (Weaver, 1978, citado por Silva, 1981). Em *Helianthus tuberosus*, a maior atividade da PPO foi identificada na parte externa do tubérculo; a parte interna apresentou somente 10% de atividade enzimática. (Zawistowski et al., 1991).

A PPO é responsável pelas reações de escurecimento enzimático durante a colheita, armazenamento e processamento dos vegetais. Catalisa dois tipos de reações, ambas envolvendo oxigênio: a primeira, corresponde à hidroxilação de monofenóis a *o*-difenois, e a segunda, à desidrogenação de *o*-difenois a *o*-quinonas (Whitaker, 1972, citado por Dincer et al., 2002). Um vez formadas as quinonas, as reações subsequentes ocorrem espontaneamente e não dependem da enzima e do oxigênio. Ainda que as *o*-quinonas sejam

compostos coloridos (vermelho a marrom-avermelhado), a reação de escurecimento não cessa neste ponto. Estes compostos participam de reações secundárias, formando compostos com coloração mais escura (Eskin et al., 1971)

Os vegetais possuem ampla variedade de compostos fenólicos. Entretanto, apenas uma parte relativamente pequena destes fenóis serve como substrato da PPO. Os substratos naturais mais importantes são as catequinas, os ésteres de ácido cinâmico, DOPA (3,4-dihidroxifenilalanina) e tirosina. Em *Dioscorea* spp. e *D. carota*, os principais substratos identificados foram a catecolamina e o ácido clorogênico, respectivamente. A extensão na qual estes substratos fenólicos contribuem com o escurecimento enzimático depende da sua localização e concentração do substrato, assim com da intensidade de cor dos pigmentos macromoleculares obtidos das quinonas. (Vámos – Vigyázó, 1981).

Os compostos fenólicos atuam no mecanismo de defesa dos vegetais. De acordo com Amorin & Silva (1968), citados por Chagas et al. (1996), os fenóis, principalmente os ácidos clorogênicos e caféico, exercem ação protetora e antioxidante. Em condições adversas, como ferimentos na colheita ou por insetos, e infecções por microrganismos, as polifenoloxidasas agem na oxidação dos polifenóis, formando quinonas que se polimerizam em compostos escuros. Os tecidos impregnados com estes polímeros agem como barreiras da disseminação de infecções e de danos mecânicos. Vámos – Vigyázó, (1981) cita que a diminuição no conteúdo de lipídeos seria importante por alterar a permeabilidade da membrana e facilitar o acesso da enzima até seu substrato, promovendo a formação das barreiras, uma vez que, nas células intactas, a compartimentação celular separa os fenóis e a PPO (Ju et al., 1996).

Uritani (1999), verificou em *I.batatas* L., a produção de ácido clorogênico e ácido isoclorogênico no tecido adjacente à área de inserção da raiz. Em *M. esculenta* Crantz e *C.esculenta* L, as catequinas e derivados foram os mais produzidos na superfície danificada. A quantidade de polifenóis produzida em *I. batatas* L. e *M. esculenta* Crantz foi superior às produzidas em *C. esculenta* L.

Ishida et al. (2000), observaram que a quantidade total de polifenóis em *I. batatas*, variou de 90 a 356 mg.100g⁻¹, de 45 a 126 mg.100g⁻¹ e de 180 a 154 mg.100g⁻¹ em folhas, caules e raízes tuberosas, respectivamente. Os polifenóis apresentaram forte atividade redutora. Os autores sugerem que estes polifenóis causariam efeitos inibitórios contra os danos causados por oxigênio ativo, e suprimiriam o crescimento de bactérias prejudiciais.

Em raízes de yacon, obtiveram-se quantidades consideráveis de compostos fenólicos (aproximadamente 3% da massa seca), principalmente de ácido clorogênico. Junto com o L-triptofano, constituíram os principais antioxidantes na raiz. Os ensaios mostraram que o conteúdo de ácido clorogênico e de L-triptofano foram de 48.5 ± 12.9 e 14.6 ± 7.1 µg.g⁻¹MF, respectivamente (Yan et al., 1999).

Carbonaro & Mattera (2001), comentam que a ausência de pesticidas sintéticos e de fertilizantes químicos em produtos cultivados no sistema orgânico, promovem aumento considerável de fenóis e da atividade da PPO, os quais estariam relacionados com o sistema antioxidante de defesa e com a resistência à incidência de doenças. Os autores observaram maior atividade de PPO e concentração de fenóis em frutas cultivadas organicamente.

Por outro lado, os compostos fenólicos também agem como resposta à própria senescência do vegetal. A degradação das membranas durante a senescência dos tecidos permite à PPO atuar oxidativamente sobre o substrato disponível, acelerando o escurecimento e, conseqüentemente, a deterioração (Richardson, 1976; citado por Wang et al., 1983).

A peroxidase (POD), está também envolvida na oxidação de fenóis na presença de pequenas quantidades de hidrox-peróxidos (Robinson, 1991). Em *D. carota* e *S. tuberosum*, a peroxidase apresentou atividade com aumento exponencial durante a reação de escurecimento; já a polifenoloxidase, apresentou aumento linear; portanto, considerou-se a POD como a enzima mais importante no escurecimento enzimático dessas tuberosas (Silva & Nogueira, 1984).

Assim como a polifenoloxidase, a peroxidase (EC 1.11.1.7) faz parte do grupo das oxido-redutases. Apresenta como grupo prostético a ferriprotoporfina III. A atividade desta enzima já foi detectada em vacúolo, tonoplasto, plasmalema, mitocôndrio e parede celular. Encontra-se na forma solúvel no citoplasma, e na forma insolúvel ligada à parede celular. A peroxidase catalisa quatro tipos de reações: peroxidativas, oxidativas, catalíticas e de hidroxilação. O envolvimento dos radicais livres nas reações de peroxidação e oxidação, permite a oxidação de uma variedade de substratos (Robinson, 1991).

A função fisiológica da peroxidase, e as reações químicas catalisadas na pós-colheita de produtos, ainda não estão bem esclarecidas. Clemente & Pastore (1998) e Siegel (1993) comentam que a peroxidase participa na síntese de etileno. Como o etileno aumenta nos tecidos durante a senescência, existe a probabilidade de que tecidos velhos, possuam elevada atividade de POD. Após a colheita de *Dioscorea dumetorum*, os tubérculos

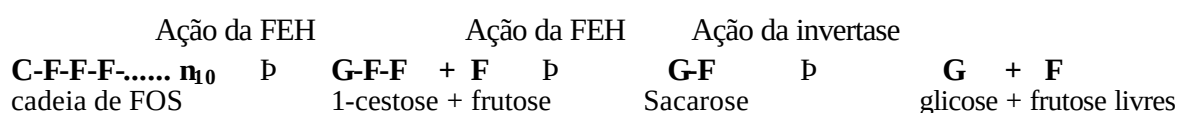
mais velhos possuem concentrações de pirogalol (substrato necessário das reações de escurecimento) e de peroxidase superiores, sendo notório o escurecimento quando a atividade de POD aumentou significativamente (Izundu, 1995).

Após a colheita de frutas e hortaliças, verifica-se o aumento da atividade da POD. As variações de textura e sabor são difíceis de correlacionar com reações específicas de POD, devido à diversidade de compostos susceptíveis à oxidação pela enzima. Existem algumas peroxidases que apresentam substratos específicos como a ácido ascórbico peroxidase; embora a função desta peroxidase seja remover o peróxido de H dos substratos, sua presença promove a perda de vitamina C (Robinson, 1991).

Na pós-colheita de mandioca, Rickard (1985) notou incrementos na atividade enzimática da PPO, da POD e da PAL (fenilalanina amônia liase), esta última é associada à síntese “*de novo*” de fenóis. Wang et al. (1983) não observaram correlação entre a atividade da PPO e o escurecimento das raízes. A atividade de POD foi mais acentuada, principalmente nas extremidades das raízes, áreas mais sujeitas aos danos (Carvalho et al., 1985). Buschmann et al. (2000), observaram durante as primeiras 24-48 horas após a colheita, raízes de mandioca com pequenas alterações na atividade de POD. Após 4 dias houve aumento na atividade, assim como no escurecimento do tecido vascular. Reilly et al. (2000), comentam que os sintomas de escurecimento resultam do acesso de oxigênio ao tecido interno das raízes pelo xilema e por ferimentos ocasionados pela colheita, o que promove a oxidação dos componentes celulares como fenóis, pela ação da POD, originando a formação de pigmentos insolúveis e o escurecimento do tecido parenquimático.

Por outro lado, os açúcares de reserva dos órgãos subterrâneos também passam por alterações durante a pós-colheita. Em relação ao yacon, Sugiura &

Takanishi, (1996) verificaram, após 28 dias de armazenamento, decréscimos entre 55 e 74% na relação FOS/açúcar total. Vilhena (1997), observou aumento de frutose e sacarose livre e diminuição de FOS durante o armazenamento em câmara fria (4°C) e em temperatura ambiente. A autora correlacionou este comportamento com a despolimerização de FOS. Resultados semelhantes foram obtidos por Wei et al. (1991). Durante a despolimerização de FOS nas raízes de yacon, ocorrem reações bioquímicas controladas pelas enzimas frutano-exohidrolase (FEH) e invertase, que resultam no aumento do teor de frutose e glicose solúveis (Fukay et al., 1997). A seguir, representa-se o processo:



Ohyama et al. (1990) indicam que os oligossacarídeos são 20% da massa seca, ao invés de 67%, como relatado por Asami et al. (1991). Entretanto, cabe destacar que Ohyama et al. (1990) utilizaram nas avaliações, raízes que foram armazenadas durante três meses a baixas temperaturas, enquanto Asami et al. (1991) utilizaram raízes recém - colhidas. Isto confirma a diminuição na concentração de FOS ao longo da pós-colheita.

Na pós-colheita de *I. batatas* L, o teor de açúcares totais aumentou durante os primeiros 60 dias e manteve-se relativamente constante até 180 dias (Zhang et al., 2002). Em raízes de *D. carota* houve acréscimo no conteúdo de hexoses, e decréscimo no conteúdo de sacarose durante o armazenamento (Suojala, 2000).

Geralmente, os processos normais do metabolismo pós-colheita podem ser minimizados pelo armazenamento a baixas temperaturas (Paull, 1999). O armazenamento imediato dos alimentos reduz a atividade biológica e diminui a perda de água,

devido à menor diferença entre a temperatura do ar e a do produto. Há também redução do crescimento de microrganismos, pois minimiza a umidade superficial do produto (Chitarra & Chitarra, 1990). Contudo, com o intuito de se obter maior vida útil pós-colheita, o produto a ser armazenado deve estar isento de danos superficiais e infecções.

Cabe salientar que, cada tipo de raiz tuberosa exige temperatura adequada, que permita redução no metabolismo normal sem alterar a fisiologia do produto (Holdsworth, 1988). Nos órgãos subterrâneos *A. xanthorrhiza* Bancr., *I. batatas* Lam., *Dioscorea alata* L., *Xanthosoma sagittifolium*, Schott., e *Manihot aipi* Pohl., armazenados no ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 5$) e em câmara fria ($12^{\circ}\text{C} \pm 2$ e 3 ± 1), observou-se que as melhores temperaturas de conservação foram $+25^{\circ}\text{C}$ para *D. alata* L.; $+12^{\circ}\text{C}$ para *I. batatas* Lam.; e $+3^{\circ}\text{C}$ para as demais (Czyhrinciw & Jaffé, 1951), confirmando que a temperatura ótima nem sempre é a mais baixa.

Raízes de *D. carota* mantêm qualidade aceitável quando armazenadas em até -18°C por 9 meses, sem tratamento com antioxidantes ou térmico. Isto devido à baixa atividade de POD, e sobretudo, ao baixo peso molecular das isoenzimas. Estas apresentaram 36, 37 e 70 KDa de peso molecular (Préstamo & Manzano, 1993).

Em *H. tuberosus*, Modler et al. (1993) notaram melhor qualidade de tubérculos, quando foram embalados em sacos de polietileno ($150\ \mu\text{m}$) e armazenados a 5°C por 4 meses, ou a 2°C por 16 meses. Além disso, observaram após 18 semanas de armazenamento a 2 e 5°C , decréscimos de 8 e 19%, respectivamente, na concentração de FOS com grau de polimerização (GP) >10 e acréscimo de, em média, 2% na concentração de FOS com GP $=10$ e GP $=6$, respectivamente. Os autores citam que houve maior atividade metabólica a 5°C , e portanto, consumo da frutose liberada da quebra das cadeias longas de

FOS. A 2°C, a menor taxa respiratória promoveu menor consumo de energia, o que resultou no maior acúmulo de açúcares com GP=1.

Em relação ao yacon, Ogiso et al. (1990) consideram entre 10 e 15°C como temperatura ótima para armazenamento de raízes e rizóforos. Vilhena et al. (2000) recomendam o armazenamento em câmara fria a 4°C, por um período de até 30 dias. Quijano et al. (2002), observaram, durante o armazenamento de yacon, que as atividades das enzimas POD e PPO foram significativamente menores nas raízes mantidas a 4°C. Nas raízes conservadas no ambiente (22°C), a atividade de POD aumentou progressivamente durante o armazenamento, e ao final de quinze dias foi três vezes maior do que a atividade das raízes conservadas a 4°C. O pico de atividade da PPO ocorreu no sexto dia de armazenamento no ambiente e no nono dia para as condições de refrigeração.

Hondo et al. (1994) notaram maior qualidade de raízes armazenadas a 2°C, quando comparadas com outras mantidas a 5°C e 25°C. O tempo máximo de armazenamento foi de 2 semanas na temperatura de 25°C, e de 2 meses para 2°C. Porém, o conteúdo de fruto-oligosacarídeos (FOS) decresceu em ambas as temperaturas, o de frutose e glicose aumentou e o de sacarose não teve variações significativas.

Fernández et al. (1997), observaram que nas raízes de yacon embaladas em sacos de papel, e armazenadas a 14°C, durante 140 dias, houve diminuição moderada de fruto-oligosacarídeos e aumento de frutose. A quantidade de açúcares totais manteve-se constante.

Quando qualquer produto é armazenado abaixo de certa temperatura crítica, desenvolve sintomas de danos pelo frio, conhecido como “chilling” (Toraskar & Modi, 1984). A temperatura abaixo da qual ocorre o “chilling” é em torno de 10°C, sendo mais baixa

em alguns produtos, mas ainda superior a 0°C; em alguns casos pode ser em torno de 14 a 15°C. O “chilling” geralmente causa depressões na superfície, escurecimento interno dos tecidos, aumento da suscetibilidade a doenças e redução da qualidade (Chitarra & Chitarra, 1990). É acompanhado de mudanças bioquímicas, os superóxidos e peróxidos de hidrogênio produzidos nos tecidos danificados podem induzir à peroxidação de lipídeos da membrana (Chaiprasart et al., 2001). Isto indica que o estresse oxidativo está envolvido nos danos causados pelo frio. A PPO e a POD estão intimamente relacionadas com o processo de escurecimento; produtos com elevada atividade da PPO seriam mais susceptíveis ao “chilling” (Cano et al., 1997). A diferença nas espécies tolerantes ao “chilling” está na maior habilidade de eliminar H₂O₂ por meio do sistema antioxidante de defesa, que inclui a POD (Sala, 1998).

Uritani (1999) observou que a temperatura que induz o dano pelo frio em *I. batatas*, *M. esculenta* Crantz e *C. esculenta* difere entre as espécies. A temperatura adequada ao armazenamento de *I. batatas* e *M. esculenta* Crantz varia entre 9° - 11° C e 15° - 19° C, respectivamente. Quando mandioca foi armazenada nas mesmas temperaturas que batata-doce aconteceram danos pelo frio e infecções causadas por microrganismos. Rizomas de *C. esculenta* armazenados em temperaturas abaixo das recomendadas para batata-doce não apresentam sintomas de danos.

Silva et al. (1998) notaram descoloração interna em raízes de *Pachyrhizus erosus* (jicama) após uma semana a 10°C. Este sintoma ocorreu preferencialmente na parte mais externa da raiz devido, provavelmente, à maior concentração de fenóis e das enzimas envolvidas no processo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ENSAIO 1 – Rendimento e qualidade de raízes de yacon em dois ciclos de cultivo com adubação mineral e orgânica.

Instalaram-se cultivos de yacon nos períodos de setembro de 1999 até maio de 2000 (primeiro cultivo), e de setembro de 2000 até maio de 2001 (segundo cultivo). Ocupou-se uma área experimental localizada na Fazenda Experimental Lageado, no Departamento de Produção Vegetal / Área de Horticultura, da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, no município de Botucatu, Estado de São Paulo, na latitude de 22°51'S, longitude de 48°26'W e altitude de 740m.

3.1.1 Dados climatológicos.

Os dados climatológicos em ambos os períodos experimentais foram fornecidos pelo Departamento de Recursos Naturais, área de Ciências Ambientais /FCA – UNESP – Botucatu (Tabelas 1 e 2).

TABELA 1. Médias mensais de temperatura (Temp.), precipitação, umidade relativa do ar (UR), radiação solar, insolação e evaporação em tanque classe A(Evap.TCLA), no primeiro ciclo de cultivo. Botucatu – UNESP, 2003.

Meses/ano	Temp. °C	Precipitação mm	UR %	Rad. solar cal/cm ² /dia	Insolação Horas	Evap. TCLA mm
Set. 99	19,64	84,40	68,47	417,20	7,86	6,11
Out. 99	19,15	35,30	74,73	435,19	7,07	5,74
Nov. 99	20,46	34,20	70,55	476,90	8,06	6,88
Dez. 99	22,82	183,80	75,71	448,84	7,68	6,56
Jan. 00	22,43	227,90	80,51	400,00	6,11	5,66
Fev. 00	22,59	220,70	83,91	394,86	5,92	5,15
Mar. 00	21,62	162,40	82,66	379,42	5,69	5,02
Abr. 00	21,26	12,10	71,38	426,23	9,42	5,31
Mai 00	18,14	10,30	72,24	353,32	8,30	4,26

TABELA 2. Médias mensais de temperatura (Temp.), precipitação, umidade relativa do ar (UR), radiação solar, insolação e evaporação em tanque classe A(Evap.TCLA), no segundo ciclo de cultivo. Botucatu – UNESP, 2003.

Meses/ano	Temp. °C	Precipitação mm	UR %	Rad. Solar cal/cm ² /dia	Insolação Horas	Evap. TCLA mm
Set. 00	18,36	127,90	77,03	376,37	6,62	5,03
Out. 00	23,24	20,30	70,15	453,29	8,13	7,02
Nov. 00	21,42	191,90	78,33	453,10	7,37	6,54
Dez. 00	22,24	186,80	80,25	403,74	6,09	5,99
Jan. 01	23,57	322,20	77,64	452,27	7,41	6,49
Fev. 01	23,86	278,20	82,49	387,54	6,08	5,64
Mar. 01	23,30	156,60	78,21	386,87	5,95	5,97
Abr. 01	22,69	24,90	73,36	379,33	8,57	5,60
Mai 01	17,56	91,00	77,97	288,32	6,63	3,73

3.1.2 Delineamento experimental.

O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso com sete tratamentos, correspondentes às adubações, sendo, respectivamente, três e quatro repetições no primeiro e segundo cultivo.

3.1.3 Tratamentos utilizados no primeiro cultivo

Em maio de 1999 montaram-se duas pilhas de composto orgânico utilizando-se esterco de eqüinos, bovinos, coelhos, palha de arroz carbonizada e restos de cultivos obtidos nas dependências da Fazenda Lageado. Destinou-se uma das pilhas à adubação com composto orgânico (Comp). Na preparação da outra pilha de composto colocaram-se os preparados biodinâmicos 502 a 506, conforme especificações do IBD (2000); o preparado 507 foi dinamizado e pulverizado sobre a pilha, constituindo o adubo básico de plantio do tratamento biodinâmico (Biod). Além disso, os preparados 500 e 501 foram dinamizados e pulverizados no solo e na planta, respectivamente, após o plantio. O vermicomposto (Verm) do tratamento de adubação foi adquirido com produtor da região, em agosto de 1999.

Amostras dos adubos orgânicos e dos preparados biodinâmicos foram analisadas pelo Laboratório de Análises de Fertilizantes e Corretivos, do Departamento de Recursos Naturais / Ciências do Solo, da UNESP (Tabelas 3 e 4).

TABELA 3. Determinações analíticas dos adubos orgânicos utilizados no primeiro cultivo. Botucatu – UNESP, 2003.

Determinações	Composto orgânico	Composto biodinâmico	Vermicomposto
-----Base seca 110°C (g/kg)-----			
N total	20,60	22,05	22,40
P ₂ O ₅ total	32,84	35,40	4,80
K ₂ O total	21,60	20,00	1,52
Umidade total	50,00	42,00	
Matéria orgânica total (550°C)	292,00	261,00	424,00
Carbono total	162,00	145,00	236,00
Magnésio total	68,00	71,60	8,40
Enxofre total	6,20	5,60	0,96
-----Base seca 110°C (mg/kg)-----			
Zinco total	230,00	230,00	320,00
Manganês total	520,00	490,00	280,00
Cobre total	100,00	120,00	240,00
Ferro total	15200,00	18240,00	8960,00
Relação C/N (C total e N total)	08/1	07/1	11/1

TABELA 4. Análise química dos preparados biodinâmicos. Botucatu – UNESP, 2003.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Na	Zn	Cu	Mn	Fe
	----- % -----					----- mg/kg -----					
500	0,12	0,50	0,17	1,30	0,70	0,17	400	78	22	136	7800
501	0,07	0,05	0,04	0,08	0,01	0,07	-	40	-	6	660
502	0,30	1,45	4,10	0,80	0,48	0,25	1200	74	16	94	1700
503	0,42	2,20	3,60	1,12	0,58	0,49	1200	110	18	76	5000
504	0,12	0,89	0,55	1,38	0,50	0,14	200	52	10	178	11650
505	0,11	0,13	0,06	1,10	0,05	0,09	-	56	6	110	6000
506	0,36	1,70	2,50	0,94	0,005	0,30	490	150	25	140	3250
500*	0,006	0,02	0,04	0,006	-	0,00	-	28	-	2	20
501*	0,001	0,02	0,03	0,004	-	0,03	-	36	-	2	36
507*	0,002	0,02	0,04	0,005	-	0,02	-	48	-	2	40

500 a 507 correspondem aos preparados biodinâmicos na forma natural comercializada.

500*, 501* e 507* são os preparados dinamizados.

A partir do resultado da análise do solo (Tabelas 5 e 6), realizada pelo Laboratório de Análise de Solos da UNESP, definiram-se os tipos de adubação química. As fontes de nitrogênio, fósforo, potássio, boro e zinco foram, respectivamente, uréia (44%N), superfosfato simples (18% P_2O_5), cloreto de potássio (60% de K_2O), bórax (11% B) e sulfato de zinco (20% Zn). O parcelamento de K objetivou avaliar a adubação potássica em cobertura, melhorar a qualidade das raízes tuberosas e restringir ao longo do cultivo as perdas deste nutriente por lavagem

TABELA 5. Análise química do solo em tempo anterior ao primeiro cultivo. Botucatu – UNESP, 2003.

Prof. cm	pH CaCl ₂	M.O g/dm ³	Presina mg/dm ³	Al ³⁺ -----mmol _c /dm ³ -----	H+Al	K	Ca	Mg	CTC	V%
0-20	5,8	23	20	-	25	2,9	41	16	85	71
20-40	5,0	14	4	-	36	1,4	19	8	64	44
40-60	4,7	14	4	-	42	1,0	17	6	66	36

TABELA 6. Análise física e de micronutrientes do solo em tempo anterior ao primeiro cultivo Botucatu – UNESP, 2003.

Prof. cm	Areia -----%	Argila	Silte	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
						-----mg/dm ³ -----		
0-20	54	38	8	0,09	6,3	39	12,5	0,9
20-40	49	43	8	0,04	7,7	29	6,1	0,3
40-60	44	46	10	0,05	8,1	25	3,1	0,2

Deste modo, os tratamentos de adubação avaliados no primeiro cultivo foram:

- Test. = Testemunha absoluta, ou seja, sem qualquer tipo de adubação.
- K3+M = No plantio, adubação mineral com 20:80:20 kg/ha de NPK mais 1kg/ha de B e de Zn. Em cobertura, 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) e 30 kg/ha de N aos 45 dias após a brotação
- K6+M = No plantio, adubação mineral com 20:80:12 kg/ha de NPK mais 1kg/ha de B e de Zn. Em cobertura, 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP e 30 kg/ha de N aos 45 dias após a brotação
- K3 = No plantio, adubação mineral com 20:80:20 kg/ha de NPK. Em cobertura, 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP e 30 kg/ha de N aos 45 dias após a brotação
- Comp. = Adubação no plantio com 5 kg/m linear de composto orgânico.
- Biod. = Adubação no plantio com 5 kg/m linear de composto biodinâmico e pulverização dos preparados 500 e 501 no solo e na planta, respectivamente, após plantio.
- Verm. = Adubação no plantio com 5 kg/m linear de vermicomposto.

3.1.4 Tratamentos utilizados no segundo cultivo.

O segundo cultivo foi instalado na mesma área experimental do primeiro, mantendo-se a distribuição das parcelas. Não se aplicaram novas adubações de plantio com composto orgânico, composto biodinâmico e vermicomposto. No tratamento biodinâmico (Biod), unicamente os preparados 500 e o 501 foram dinamizados e pulverizados no solo e na planta, respectivamente, após o plantio. A partir dos resultados da análise química

do solo (Tabelas 7 e 8), realizada pelo Laboratório de Análise de Solos da UNESP, definiram-se as quantidades de adubos químicos, utilizando as mesmas fontes de nitrogênio, fósforo, potássio e boro do cultivo anterior.

TABELA 7. Análise química de solo, em função das diferentes adubações, em tempo anterior ao segundo cultivo. Botucatu – UNESP, 2003.

	pH CaCl ₂	M.O g/dm ³	P. resina mg/dm ³	H+Al ----- mg/dm ³	K ----- mmol c/dm ³	Ca ----- mmol c/dm ³	Mg ----- mmol c/dm ³	CTC	V%
Test	4,8	28	17	17	1,6	23	8	50	66
K3+M	5,7	30	57	16	1,1	59	16	91	83
K6+M	5,5	26	23	16	1,2	33	12	63	74
K3	5,4	26	23	18	1,0	35	13	67	73
Comp	5,9	34	209	16	4,4	79	18	118	86
Biod	5,3	32	182	19	3,7	57	12	92	79
Verm	5,3	36	39	18	2,4	41	13	75	76

Test = testemunha sem adubação; K3+M = 20:80:20+ B e Zn, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (Dap); K6+M =20:80:12 + B e Zn, e 12 kg/ha aos 45, 90, 135, 180 e 225 Dap.; K3 =20:80:20 e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 Dap.; Comp = 5 kg/m linear de composto orgânico; Biod = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501; Verm = 5 kg/m linear de vermicomposto.

TABELA 8. Concentração de micronutrientes no solo, em função das diferentes adubações, em tempo anterior ao segundo cultivo. Botucatu – UNESP, 2003.

	Boro ----- mg/dm ³	Cobre ----- mg/dm ³	Ferro ----- mg/dm ³	Manganês ----- mg/dm ³	Zinco ----- mg/dm ³
Test	0,10	7,1	48	20,0	0,5
K3+M	0,25	5,0	27	12,0	0,8
K6+M	0,33	6,2	26	10,6	0,9
K3	0,13	6,0	32	10,7	0,6
Comp	0,25	5,6	38	12,8	2,4
Biod	0,18	5,8	46	9,8	1,9
Verm	0,20	6,7	46	16,0	2,3

Test = testemunha sem adubação; K3+M = 20:80:20+ B e Zn, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (Dap); K6+M =20:80:12 + B e Zn, e 12 kg/ha aos 45, 90, 135, 180 e 225 Dap.; K3 =20:80:20 e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 Dap.; Comp = 5 kg/m linear de composto orgânico; Biod = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501; Verm = 5 kg/m linear de vermicomposto.

No segundo cultivo, os tratamentos constaram das seguintes adubações:

- Test. = Testemunha absoluta, ou seja, sem qualquer tipo de adubação.
- K3+M = No plantio, adubação mineral com 20:60:30 kg/ha de NPK mais 1 kg/ha de B. Em cobertura, 30 kg/ha de K aos 90, e 180 dia após plantio (DP) e 30 kg/ha de N aos 45 dias após a brotação.
- K6+M = No plantio, adubação mineral com 20:60:15 kg/ha de NPK mais 1 kg/ha B. Em cobertura, 15 kg/ha K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP e 30 kg/ha de N aos 45 dias após a brotação.
- K3 = No plantio, adubação mineral com 20:60:30 kg/ha de NPK. Em cobertura, 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP e 30 kg/ha de N aos 45 dias após a brotação.
- Comp. = Residual do ano anterior.
- Biod. = Residual do ano anterior, e aplicação dos preparados 500 e 501.
- Verm. = Residual do ano anterior.

3.1.5 Instalação dos experimentos.

No primeiro cultivo, o preparo do solo constou de uma aração seguida de duas gradagens.. Foram levantados manualmente três camalhões ao longo das parcelas, com espaçamento de 1m entre eles. Por ocasião do plantio em setembro/99, realizaram-se as adubações nos camalhões conforme preconizado nos tratamentos No segundo cultivo, o preparo do solo restringiu-se às delimitações das parcelas definidas no primeiro cultivo. No plantio em setembro/00, os camalhões foram levantados na posição original.

Em ambos os cultivos, foram plantados rizóforos de 60 a 80 gramas nos camalhões, espaçados de 80 cm, à profundidade de 15 cm. As parcelas foram constituídas por 21 plantas, sendo a parcela útil formada pelas cinco plantas centrais, considerando-se os camalhões externos como bordadura e desprezando-se uma planta em ambos os extremos da fileira central. Instalaram-se sistemas de irrigação por gotejamento e realizaram-se capinas manuais.

3.1.5 Colheita dos experimentos.

Após oito meses de cultivo, a colheita manual foi realizada no período da manhã e parcelada por repetição visando facilitar as avaliações. No primeiro cultivo, a colheita (maio/00) do bloco I ocorreu no dia 30 de maio, a do bloco II no dia 31 de maio, e a do bloco III no dia 01 de junho. No segundo cultivo realizou-se a colheita (junho/01) do bloco I no dia 18 de junho, a do bloco II no dia 20 de junho, a do bloco III no dia 21 de junho e a do bloco IV no dia 22 de junho. Posteriormente, as raízes foram lavadas, secadas e armazenadas à sombra.

3.1.6 Características avaliadas.

3.1.6.1 Características relacionadas ao rendimento.

As características avaliadas e os procedimentos utilizados foram os mesmos em ambos os cultivos.

a) Massa fresca de raízes tuberosas:

Determinada pela pesagem das raízes tuberosas produzidas por planta da parcela útil.

b) Massa fresca de rizóforos:

Determinada pela pesagem dos rizóforos produzidos por planta da parcela útil.

c) Altura das plantas:

Determinada pela distância entre a superfície do solo e a parte mais alta de cada planta da parcela útil.

d) Número de hastes:

Determinado pela contagem das hastes principais de cada planta da parcela útil.

e) Número de raízes:

Obtido pela contagem das raízes tuberosas e em processo de tuberização, produzidas por planta da parcela útil.

f) Comprimento de raízes:

Foi calculado o comprimento médio de raízes da parcela útil, determinando-se a distância entre os extremos das raízes de cada planta. As raízes foram

distribuídas nas seguintes classes: menor a 10cm, 11 a 20cm; 21 a 30cm; 31 a 40cm e de 41 a 50cm, e os resultados foram expressos em porcentagem de raízes.

g) Diâmetro de raízes:

Avaliou-se o diâmetro na região média das raízes de cada planta, utilizando-se paquímetro digital, e calculou-se o diâmetro médio por parcela útil. As raízes foram distribuídas nas seguintes classes: menor a 20mm, 21 a 40mm; 41 a 60mm e 61 a 80mm, e os resultados expressos em porcentagem de raízes.

3.1.6.2 Características relacionadas à qualidade.

De ambos os cultivos foram selecionadas, ao acaso, cinco raízes de cada parcela útil que foram lavadas, descascadas e cortadas em cubos pequenos. A mistura constituiu a amostra por parcela útil, a partir da qual determinaram-se as características relacionadas à qualidade das raízes tuberosas. Na determinação da textura de raízes foram adotadas modificações. Esta característica foi avaliada em quatro raízes inteiras retiradas ao acaso de cada parcela útil e utilizando-se aparelhos diferentes em cada cultivo devido a problemas técnicos.

a) Textura de raízes:

No primeiro cultivo, a textura de raízes foi avaliada por meio do Texturômetro Stevens – LFRA Texture Analyser com ponta de prova TA 9/1000, com

velocidade de penetração de 2 mm.seg⁻¹ e 20 mm de profundidade. Os resultados foram expressos em N.g⁻¹ (fator de conversão de gf para N = 9,80665.10⁻³).

No segundo cultivo, utilizou-se o texturômetro “Texture Test System” modelo TP-I acoplado a um registrador automático de variação de força, operando em célula padrão de compressão de cisalhamento CS-1, com 10 lâminas de 1/8 polegadas de espessura e ângulo de 90°. O instrumento é provido de sensor eletrônico de 300, 1000, e 3000 lbf. Foram retiradas amostras de massa conhecida de cada raiz, e colocadas na célula teste de cisalhamento e compressão, de tal forma que as lâminas tivessem ação paralela às fibras. As avaliações foram realizadas com o sensor em 1000 lbf. Os resultados foram expressos em N.g⁻¹. (fator de conversão de lbf para N = 4,4482)

b) Proteína total:

Em 0,2 a 0,4g de amostras determinou-se o nitrogênio orgânico total (N) pelo Método de Kjeldahl (1883), citado por (Cecchi, 1999). Considerando-se que as proteínas têm 16% de nitrogênio em média, o conteúdo de proteína total foi obtido multiplicando-se o valor de N pelo fator 6,25 (Cecchi, 1999).

c) Teor de umidade:

Amostras de peso conhecido foram aquecidas a 45°C em estufa com ventilação forçada até peso constante. O peso do material residual indicou os sólidos totais, enquanto que o material volatilizado representou a umidade.

d) Teor de frutose total:

Amostras de 10 g, aproximadamente, foram congeladas em nitrogênio líquido para posterior extração. A metodologia de extração e determinação da frutose foi adaptada do método utilizado por Pollock & Jones (1979).

Extração: Tubos de ensaio contendo 5 g de amostra e 20 mL de etanol 80% foram aquecidos em banho-maria (80°C) por 5 min. Em seguida, o material foi homogeneizado com triturador, filtrado em papel Whatman no. 1, e o resíduo submetido à re-extração em 20mL de etanol 80% por 5 min a 80°C. Após a segunda filtração, o resíduo foi submetido novamente à extração em 10 mL de água destilada por 20 min a 60°C. Após a terceira filtração, os três filtrados foram juntados em frascos de vidro, constituindo a fonte de frutose de cada repetição. Estas foram armazenadas em “freezer” para posterior quantificação.

Determinação: 50 µL da fonte de frutose foram diluídas em 10 mL de água destilada. Posteriormente, 1mL da diluição foi transferido para tubo de ensaio. Adicionou-se 2,5 mL do reagente de Antrona. Após 45 minutos em banho – maria a 37°C, realizou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 618nm. Por meio de uma curva padrão, obtida com solução de frutose (100mg de frutose em 1000 mL de água destilada), obtiveram-se as concentrações de frutose em cada repetição (Jermin, 1956). Os resultados foram expressos em $\text{mg.g}^{-1}\text{MF}$

e) Teor de cinza:

A determinação da cinza seguiu a metodologia citada por Cecchi (1999). Foram pesadas amostras de cerca de 5g em cadinhos de porcelana, previamente incinerados, esfriados e tarados. O conjunto foi incinerado em mufla à temperatura de 500-

600°C por 2 horas. Posteriormente, foi retirado da mufla, colocado em dessecador, esfriado e pesado ao atingir temperatura ambiente. A diferença entre o peso do conjunto e o peso do cadinho vazio indicou a quantidade de cinza nas amostras.

f) Conteúdo de minerais:

Aproximadamente 200g de amostra foram secos em estufa de ventilação forçada a 65°C até peso constante e, posteriormente, determinados os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, cobre, manganês e zinco segundo métodos descritos por Malavolta et al. (1989).

3.1.7 Análise estatística.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Realizaram-se contrastes ortogonais pelo teste F entre as médias dos tratamentos adubados e a testemunha sem qualquer tipo de adubação, e entre os tratamentos minerais (K3+M, K3 e K6+M) e orgânicos (Comp, Biod e Verm). Utilizou-se o programa de análise estatística SAS. Os resultados da análise de variância encontram-se no Anexo 1, na forma de tabelas numeradas com letras.

3.1.8 Bioeletrofotografia.

Fotografou-se o efeito corona de discos foliares de 1cm de diâmetro, retiradas por meio de furador, utilizando-se como instrumento de medida a Máquina Kirlian,

modelo 6S-L, “Padrão Newton Milhomens” de fabricação nacional. Utilizaram-se plantas casualizadas de yacon de todos os tratamentos do segundo cultivo. Procurando melhores padrões bioeletrográficos, fotografaram-se plantas de yacon cultivadas segundo o sistema convencional, com uso de fertilizantes sintéticos e defensivos agrícolas, na Fazenda Experimental Lageado da UNESP / Botucatu, e plantas crescidas de acordo aos princípios biodinâmicos, com uso dos preparados, na Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica – ABD / Botucatu.

3.2 ENSAIO 2: Qualidade de raízes de yacon durante o armazenamento em diferentes épocas, em função da adubação mineral e orgânica.

Instalaram-se ensaios de pós-colheita em junho de 2000 e de 2001, utilizando-se raízes do primeiro e segundo cultivo, respectivamente. Foram selecionadas raízes cultivadas com adubos minerais, onde o K foi parcelado em três vezes, com adição de micronutrientes (K3+M) ou ausência destes (K3); e se selecionaram raízes cultivadas com composto orgânico (Comp) e composto biodinâmico (Biod).

3.2.1 Delineamento experimental e tratamentos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições, sendo cada parcela constituída por três raízes. Na primeira época (ano de 2000), as raízes foram armazenadas durante 28 dias em câmara fria a $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90% UR e à sombra, em temperatura ambiente de $21,2^{\circ}\text{C}$ em média, e 75% UR. As avaliações foram realizadas aos 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 e 28 dias após o início do ensaio. Na segunda época (ano de 2001),

armazenaram-se raízes durante 21 dias em câmara fria a $4\pm1^{\circ}\text{C}$ e 90% UR, e à sombra em temperatura ambiente de $25,3^{\circ}\text{C}$ e 64% UR. As avaliações realizaram-se aos 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 dias após o início do ensaio.

3.2.2 Características avaliadas.

A perda de massa, as atividades da peroxidase e polifenoloxidase, o teor de sólidos solúveis totais e o teor de frutose seguiram mesma metodologia em ambas as épocas. Na segunda época incluiu-se a determinação do teor de fenóis totais e excluiu-se a avaliação da textura de raízes devido a problemas técnicos. A avaliação do padrão comercial das raízes foi feita com modificações. Na primeira época foi determinada por meio da durabilidade de raízes. Na segunda época foi determinada pelo enrugamento, deterioração microbiana e escurecimento interno das raízes.

a) Perda de massa:

Esta característica foi avaliada do início ao fim do armazenamento nas mesmas raízes. A perda de massa foi expressa em porcentagem, considerando-se a diferença entre a massa inicial das raízes tuberosas e aquela obtida a cada intervalo de pesagem.

b) Padrão comercial:

▪ Primeira época

Determinou-se a durabilidade do início ao fim do armazenamento nas mesmas raízes, por avaliação subjetiva com notas de 0 a 5, sendo 5 o ótimo do padrão

comercial, 4 correspondeu ao enrugamento somente nas pontas das raízes, 3 ao enrugamento leve da casca a partir dos extremos em aproximadamente 25% do total da raiz, 2 ao enrugamento intenso, na maior parte da casca, 1 ao enrugamento da casca (suave ou intenso) com início de degradação do tecido, principalmente, no local que a raiz foi destacada da planta-mãe, e 0 (zero) ao enrugamento da casca com degradação dos tecidos e incidência de patógenos secundários.

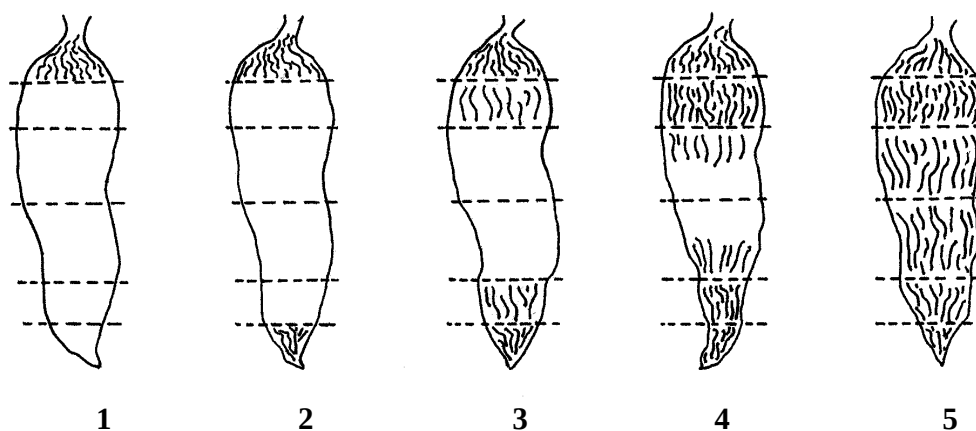
Aos 0 e 28 dias de armazenamento, determinou-se a textura em cinco raízes de cada tratamento selecionadas ao acaso, utilizando o Texturômetro Stevens – LFRA Texture Analyser com ponta de prova TA 9/1000, com velocidade de penetração de 2 mm.seg⁻¹ e 20 mm de profundidade.

- Segunda época

O enrugamento, a deterioração microbiana e o escurecimento interno de yacon foram determinados segundo o método descrito por Campos (1987), com adaptações para as raízes de yacon.

As notas foram de acordo com os seguintes esquemas:

- *Enrugamento*



Nota 0 = 0% de enrugamento.

Nota 1 = 12,5% (principalmente, do lado onde se fixam as raízes à planta).

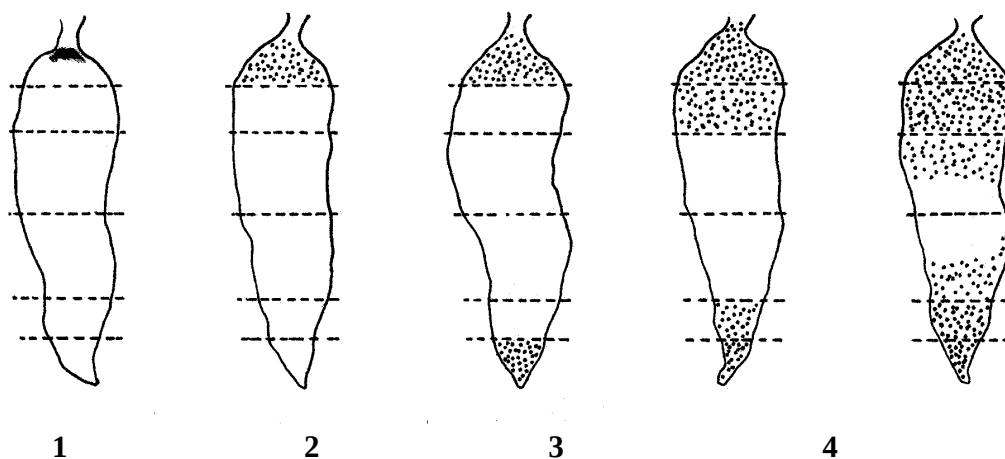
Nota 2 = 25% de enrugamento.

Nota 3 = 50% de enrugamento.

Nota 4 = 75% de enrugamento.

Nota 5 = 100 % de enrugamento.

▪ *Deterioração microbiana*



Nota 0 = 0% de dano.

Nota 1 = escurecimento na extremidade que fixa as raízes à planta

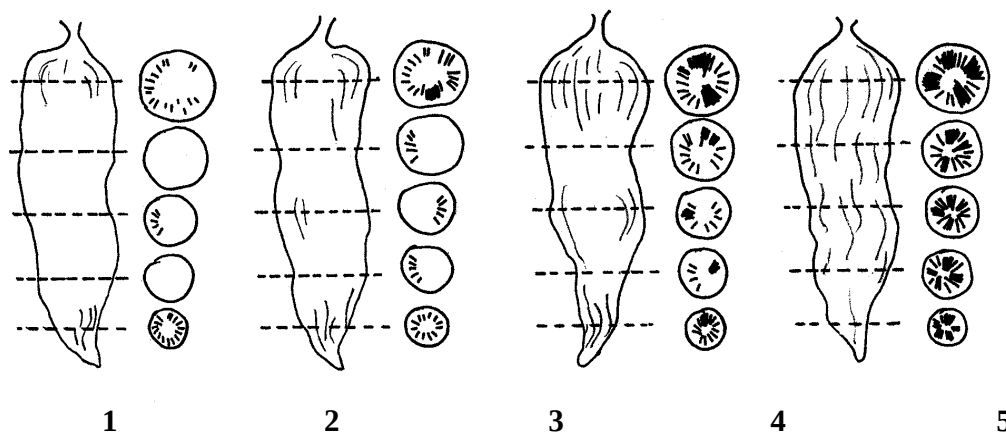
Nota 2 = 12,5% de dano (escurecimento e mofo branco na extremidade)

Nota 3 = 25% de dano.

Nota 4 = 50% de dano.

Nota 5 = 75% de dano.

▪ *Escurecimento*



Nota 0 = 0% de escurecimento

Nota 1 = 25% de escurecimento

Nota 2 = 50% de escurecimento

Nota 3 = 75% de escurecimento

Nota 4 = 100 % de escurecimento

c) Atividade da peroxidase (POD) e da polifenoloxidase (PPO)

Amostras de cada repetição com aproximadamente 20g foram congeladas em nitrogênio líquido para posterior extração da fonte enzimática. Estas amostras foram retiradas da mistura homogênea do tecido da região central das raízes.

Extração: Ocorreu de acordo com o método de Cano *et al.* (1997), com modificações. Realizou-se homogeneização de 10 g de amostra em 10 mL de tampão fosfato 0,2M, pH 7,0. Filtrou-se o material usando papel Whatman nº 1 e, a seguir, fez-se centrifugação a 10000 rpm por 10 minutos, à temperatura de 4°C. O sobrenadante constituiu a

fonte enzimática (extrato bruto), a qual foi armazenada em frascos de vidro no “freezer” para posterior quantificação. Todo o procedimento de extração foi realizado a 4°C.

Determinação de peroxidase (POD): Determinou-se a atividade enzimática de POD ao longo do armazenamento, de acordo com o método estabelecido por Lima (1994). A mistura reacional contendo 1,0 mL de extrato bruto, 0,5 mL da solução de H₂O₂ 20 mM e 0,5 mL de solução de aminoantipirina 4mM em diclorofenol 10 mM, foi deixada em banho a 30°C por 5 minutos. A reação foi interrompida pela adição de 2mL de etanol absoluto ao sistema. Procedeu-se a leitura de absorbância em espectrofotômetro a 505nm. A atividade enzimática foi expressa em $\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2 \text{ decomposto} \times \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \text{MF}$.

Determinação de polifenoloxidase (PPO): A atividade de PPO foi determinada de acordo com o método de Cano *et al.* (1997) modificado. A 0,3 mL do extrato bruto foi adicionado 1,75 mL de tampão fosfato 0,1M (pH 6,0) e 0,05 mL de catecol 0,1 M. A mistura foi incubada por 30 minutos em banho a 30°C. Interrompeu-se a reação pela adição de 0,7 mL de ácido sulfúrico 5%. Realizou-se a leitura de absorbância em espectrofotômetro a 395nm. A atividade enzimática foi expressa em $\Delta A_{395} \text{ min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MF}$

d) Teor de fenóis totais:

Extração: Na segunda época, a extração de fenóis foi realizada segundo o método de Phillips & Henshaw (1977), com modificações. De cada repetição, amostras de aproximadamente 5 g, obtidas da mistura homogênea do tecido retirado da região central das raízes, foram transferidas aos tubos de ensaio com a adição de 15 mL de etanol 70% e colocados em banho-maria a 60°C por 15 minutos . Em seguida, o conteúdo dos tubos foi filtrado e os sobrenadantes foram transferidos aos balões volumétricos de 50 mL. Os

resíduos foram re-extraídos por mais duas vezes com volumes de aproximadamente 10mL de etanol 70%. O volume dos extratos reunidos foi completado até 50 mL com etanol 70%, constituindo a fonte de fenóis totais de cada parcela.

Determinação: A quantificação de fenóis realizou-se segundo o método de Folin-Denis (Horwitz, 1995). Uma alíquota de 1mL da fonte de fenóis totais foi transferida para tubo de ensaio. Adicionou-se 0,5 mL do reagente de Folin-Denis e 1,0 mL de solução saturada de Na_2CO_3 , nesta seqüência. Completou-se o volume até 10 mL com água destilada. Após 2 horas foi feita a leitura da absorbância a 725nm. Utilizando-se uma curva padrão, obtida com soluções de ácido gálico (100 mg de ácido gálico em 1000 mL de água), obtiveram-se as concentrações de fenóis totais de cada parcela. Os resultados foram expressos em $\text{g.100g}^{-1}\text{MF}$.

e) Teor de frutose total:

Em amostras de 10g determinou-se o teor de frutose segundo metodologia descrita por Pollock & Jones (1979). Os procedimentos de extração e determinação de frutose total encontram-se citados no item 3.1.6.2.

f) Teor de sólidos solúveis totais (SST):

Comprimindo-se amostras de aproximadamente 10g de tecido, obtiveram-se as gotas de suco que foram colocadas no refratômetro digital ATAGO PR-32 sendo determinada a concentração de açúcares. Esta determinação foi repetida quatro vezes. Os resultados foram expressos em °Brix.

3.2.3 Análise estatística.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando equações de regressão. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Realizaram-se contrastes ortogonais pelo teste F entre os tratamentos de adubação e a testemunha sem qualquer tipo de adubação, e entre os tratamentos minerais (K3+M, K3 e K6+M) e orgânicos (Comp, Biod e Verm). Utilizou-se o programa de análise estatística SAS. No capítulo Resultados e Discussão se prescindirá do termo estatisticamente diferentes ao se comparar os resultados, pois fica subentendido que a diferença é estatística e não numérica. Os resultados da análise de variância encontram-se no Anexo 2, na forma de tabelas numeradas com letras.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ENSAIO 1 – Rendimento e qualidade de raízes de yacon em dois ciclos de cultivo com adubação mineral e orgânica.

4.1.1 Características relacionadas ao rendimento.

4.1.1.1 Massa fresca de raízes.

No primeiro cultivo, a análise de variância não apontou diferenças entre os tipos de adubação (Tabela 1a), e os contrastes entre a testemunha e tratamentos adubados, e entre tratamentos minerais e orgânicos, não foram significativos (Tabela 1b). Entretanto, as produções obtidas com adubações minerais (4,9 kg/planta) e orgânicas (5,0 kg/planta) apontaram incrementos de 28,9 e 31,6%, respectivamente, em relação à testemunha sem qualquer tipo de adubação (Tabela 9). Estas produções são semelhantes às observadas por Gallardo (1999) após sete (4,0 kg/planta) e nove (4,5 kg/planta) meses de cultivo na região

andina do Perú, considerada o ecossistema natural da espécie. Estudos realizados por Vilhena (1997) e Amaya (2000) em Botucatu – SP mostraram que o yacon é adaptada às condições edafo-climáticas da região e responsiva à fertilização do solo.

TABELA 9. Massa fresca de raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	1º cultivo	2º cultivo	Análise conjunta
	-----kg/planta-----		
Test.	3,82 A	0,90 B	2,15 B
K3+M	5,59 A	1,67 AB	3,35 A
K6+M	4,88 A	1,32 AB	2,84 AB
K3	4,15 A	1,77 A	2,79 AB
Comp.	4,39 A	1,35 AB	2,66 AB
Biod.	5,28 A	1,82 A	3,30 A
Verm.	5,33 A	1,42 AB	3,10 AB

Test = testemunha; K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) no 1º cultivo; e 20:60:30 + B no plantio + 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio + 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 1º cultivo; e 20:60:15 + B + 15 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 2º cultivo. K3 = 20:80:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 1º cultivo; e 20:60:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. Comp. = 5 kg/m linear de composto orgânico no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo. Biod. = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501 no 1º cultivo; e residual + preparados 500 e 501 no 2º cultivo. Verm. = 5 kg/m linear de vermicomposto no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo.

As plantas adubadas com K, Zn e B (K3+M) apresentaram tendência a serem mais produtivas no primeiro cultivo; observaram-se acréscimos de, em média, 46% em relação à testemunha (Test) (Tabela 9). As diversas funções do K nas plantas são comentadas por Marschner (1995); contudo, em espécies cujos órgãos subterrâneos representam a parte comerciável, a adubação potássica atua especialmente, na tuberização e tolerância ao frio (Delfin et al., 2001), infestação com doenças (Huber & Carny, 1985) e qualidade pós-colheita

(Reis Junior & Fontes, 1996). Os níveis originais de Zn e B no solo, foram classificados como médio e baixo, respectivamente (Tabela 6); portanto, a suficiente disponibilidade destes micronutrientes após a adubação favoreceu, possivelmente, a elongação das raízes, o metabolismo de carboidratos (Marschner, 1995) e o aumento da massa.

Dentre os tratamentos orgânicos sobressaíram o “Verm” e “Biod”, que incrementaram, em média, 39% a massa fresca de raízes em relação à testemunha (Test) (Tabela 9). A produtividade média atingida com adubações orgânicas (62,50 t/ha) e minerais (61,25 t/ha), revelou potencial fertilizante dos adubos orgânicos equiparável ao dos minerais. Este resultado está de acordo com Assis & Arezzo (1997), que citam rendimentos equivalentes na agricultura orgânica e convencional. Estudos realizados com outras tuberosas também mostraram a eficiência dos adubos orgânicos no aumento da produtividade. Assim, Warman & Havard (1998), obtiveram produções semelhantes de tubérculos de batata com composto orgânico e com fertilizantes minerais. Freitas et al. (1999), observaram aumento linear na produção de raízes extra A, extra, gráuda, total e comercial de batata-doce em função de doses crescentes de composto orgânico. Os preparados biodinâmicos favoreceram a produção de batata-doce (Mader et al., 1992). Em cenoura, observou-se aumento da produção com a pulverização dos preparados 500 e 501 (Raupp & König, 1996); Piamonte (1996), verificou produção de raízes com composto (4 kg.m^{-2}) mais preparados biodinâmicos (4 ppm.ha^{-1}) superior à produção com composto sem preparados.

Os adubos orgânicos apresentaram níveis variáveis dos nutrientes minerais necessários para as plantas; foram superiores no composto orgânico e no biodinâmico, exceto os de zinco e cobre, que foram máximos no vermicomposto (Tabela 3). Os níveis de N, P e K representaram entre 0,3 a 19,7% dos exibidos nos adubos minerais,

entretanto as quantidades aplicadas foram superiores, entre 515 e 639 kg.ha⁻¹ com base no N-total. Em relação ao efeito dos adubos sobre as características químicas do solo (Tabela 10), observou-se que, durante o primeiro ciclo de cultivo a porcentagem de saturação de bases (V%) foi, em geral, alta, em conformidade com as recomendações específicas de outras tuberosas como batata (60%) e mandioquinha-salsa (70%) (Filgueira, 1993; Raij et al., 1985). Nos solos adubados com composto orgânico e biodinâmico o pH foi ideal ao cultivo de yacon; observou-se maior CTC do solo devido, provavelmente, à natureza coloidal e maior superfície específica da matéria orgânica dos adubos, e/ou à formação de grupos carboxílicos, fenólicos e outros grupos funcionais, que favoreceu a capacidade do solo de reter e trocar cátions, prevenir a lixiviação de nutrientes e fornecer nutrição eficaz às plantas.

Por conseguinte, os solos adubados apresentaram características adequadas - do ponto de vista químico da fertilidade - para o cultivo de yacon. Contudo, esta concepção puramente química é, aparentemente, incompleta. Segundo Khatounian (2001), o solo não é apenas um substrato físico provedor de nutrientes e água; é também um organismo, cuja vida exige alimentação e proteção. A alimentação se faz com biomassa e oxigênio para a nutrição dos microrganismos e da mesofauna. A proteção envolve a manutenção da umidade, temperatura e porosidade propícias ao desenvolvimento dos organismos do solo.

TABELA 10. Análise química do solo, em função da adubação mineral e orgânica, em dois ciclos de cultivos. Botucatu – UNESP, 2003.

	----- primeiro cultivo -----			----- segundo cultivo -----		
	45 dias	115 dias	220 dias	343 dias	464 dias	582 dias
pH (CaCl ₂)						
Testemunha	5,5	5,3	5,6	4,8	5,0	5,0
Minerais ¹	5,9	5,6	6,2	5,5	5,7	6,0
Orgânicos ²	6,2	6,1	6,1	5,5	5,8	5,8
M.O. (g.dm ³)						
Testemunha	17,0	21,0	32,0	28,0	23,0	21,0
Minerais	22,3	24,0	31,3	27,3	25,3	20,7
Orgânicos	25,3	35,7	35,7	34,0	27,3	22,3
C.T.C.						
Testemunha	53,0	82,0	76,0	50,0	69,0	58,0
Minerais	68,0	100,0	94,0	73,7	77,3	75,7
Orgânicos	98,7	164,3	135,0	95,0	90,3	68,7
V%						
Testemunha	62,0	66,0	80,0	66,0	55,0	47,0
Minerais	71,3	74,3	83,0	76,7	67,0	73,0
Orgânicos	81,0	86,3	86,3	80,3	70,7	67,0

1 – média dos valores observados para “K3+M”, “K6+M” e “K3”; 2 – média dos valores observados para “Comp”, “Biod” e “Verm”.

Dentro desta abordagem agroecológica, é indispensável entender a dinâmica da matéria orgânica (M.O) no solo para se obter ótimos rendimentos. Sabe-se que alterações no conteúdo de M.O dependem das práticas agrícolas utilizadas. Neste sentido, o cultivo consecutivo de yacon e a ausência de adubação orgânica no segundo ano, provavelmente, favoreceram a redução nos níveis de M.O (Tabela 10), e conseqüentemente, o declínio na produção de raízes em, aproximadamente, 69% no segundo cultivo (Tabela 9 e Figuras 1 e 2).

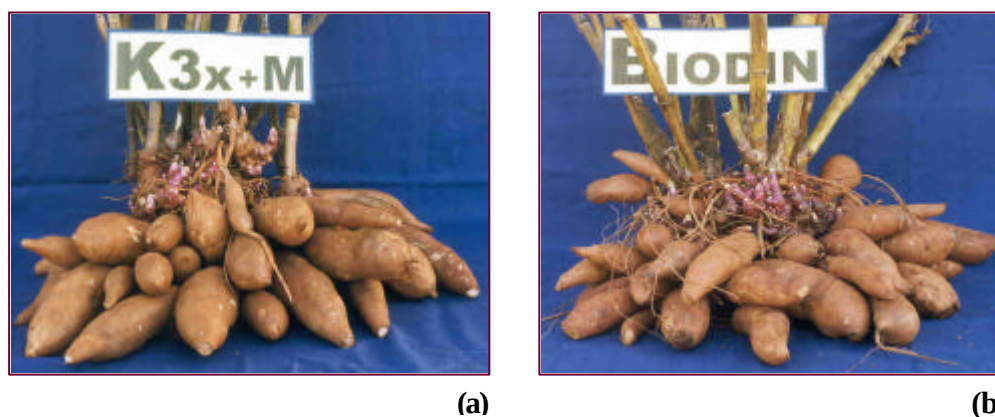


FIGURA 1. Rendimento com tratamentos (a) “K3+M”; (b) “Biod” no primeiro ciclo de cultivo. Botucatu – UNESP, 2003

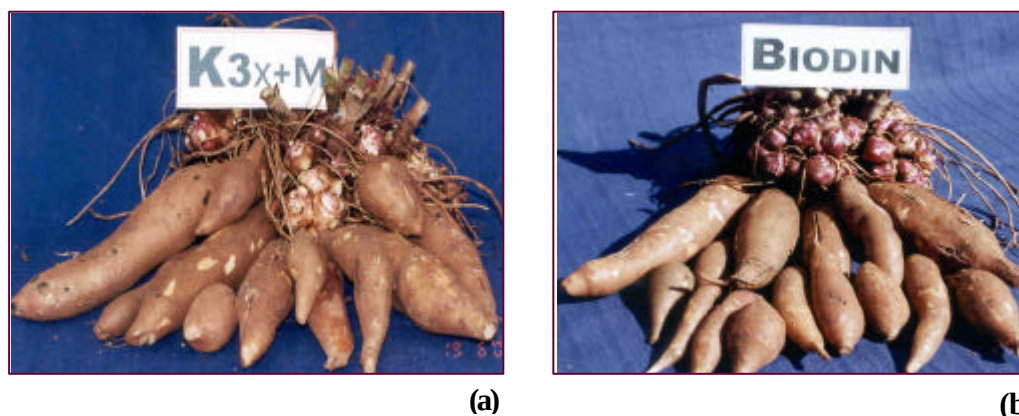


FIGURA 2. Rendimento com tratamentos (a) “K3+M”; (b) “Biod” no segundo ciclo de cultivo. Botucatu – UNESP, 2003

A composição dos compostos e do vermicomposto, em termos de carbono total e nutrientes minerais (Tabela 3), possivelmente proporcionou um efeito menos duradouro na fertilidade do solo. A menor relação C/N dos compostos estaria associada à rápida mineralização ao longo do tempo. Nestes adubos, a matéria orgânica fresca passa por estágios iniciais de decomposição e humificação, de forma que, quando adicionada ao solo, as substâncias estão praticamente estabilizadas, e os efeitos minerais são imediatos (Khatounian, 2001).

Por outro lado, o declínio da produção no segundo cultivo seria também consequência da incidência de nematóides, que impediu a absorção de nutrientes pelas plantas (Figura 3); ou da umidade excessiva do solo. Considerando que os cultivos apresentaram sistema de irrigação, o excedente de 428 mm de chuva no segundo cultivo (Tabelas 1 e 2) possivelmente causou lixiviação dos nutrientes minerais no solo, ou prejudicou a aeração do solo, o desenvolvimento de microrganismos benéficos, o crescimento radicular, entre outros (Melo, 1983).

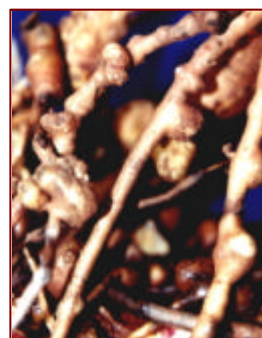
De acordo com Mendes et al. (1997), a infestação com nematóides em yacon diminui o crescimento de plantas, causa manchas foliares, murchamento durante períodos mais quentes, amarelecimento com queda prematura de folhas e sistema radicular pouco desenvolvido e danificado. A incorporação de matéria orgânica restaura os níveis de M.O. no solo (Wells et al., 2000; Poudel et al., 2001) e favorece o desenvolvimento de espécies fúngicas predadoras que limitam a atividade de nematóides (Alexander, 1980). Em adição, produtos resultantes da decomposição de substâncias orgânicas, como ácidos graxos voláteis, podem ser nocivos aos nematóides (Lordello, 1984). Por tanto, a ausência de adubação orgânica no segundo cultivo, provavelmente favoreceu a infestação com nematóides.



(a)



(b)



(c)

FIGURA 3. Sintomas da incidência de nematóides no segundo cultivo de yacón: (a) menor desenvolvimento de raízes tuberosas; (b) raízes com deformações; (c) presença de galhas. Botucatu – UNESP, 2003

No segundo cultivo, os tratamentos adubados apresentaram maior produção de raízes em relação à testemunha, com acréscimos de 72,4% na massa fresca. Destacaram-se os tratamentos “Biod” e “K3”; porém, não diferiram dos outros tipos de adubação (Tabela 9). Salienta-se que, no tratamento “Biod”, somente os preparados 500 e 501 foram pulverizados no solo e nas plantas, respectivamente. No entanto, condições ambientais como, incidência de nematóides, declínio da M.O do solo, conseqüentemente menor atividade biológica, entre outros, provavelmente limitaram a atuação dos preparados, uma vez que seu efeito é interpretado como uma resposta do ecossistema agrícola à aplicação (Raupp & Koning, 1996).

A análise de variância conjunta dos cultivos, confirma a superioridade dos tratamentos “K3+M” e “Biod” com relação à testemunha (Tabela 9). Para as condições de solo de Botucatu, a aplicação de micronutrientes no plantio, e o parcelamento de K em três vezes, parece apropriado para se obter maiores rendimentos em sistemas convencionais de cultivo. Por outro lado, os resultados obtidos no sistema biodinâmico e com o tratamento do composto sustentam a hipótese do efeito regulador, ou normalizador, dos preparados biodinâmicos. De acordo com Ávila (2000), o uso dos preparados 502 a 507 na compostagem cria condições para o transcurso espontâneo dos processos biológicos, e para o estabelecimento dos microrganismos no momento certo, num ambiente de máxima diversidade. A aplicação em doses mínimas dos preparados 500 e 501 ativa a força vital do solo e da planta, estabelece a sintonia entre a terra e o cosmo, propiciando a assimilação da força vital (forças etérea e astral), e catalisa processos de transmutação biológica a baixa energia, chegando inclusive a elevar o nível de nutrientes gerados de forma endógena no sistema, ao longo do tempo.

4.1.1.2 Massa fresca de rizóforos

No primeiro cultivo, a análise de variância mostrou diferenças estatísticas entre os tipos de adubação (Tabela 1c). Observaram-se acréscimos significativos de, em média, 45% na produção de rizóforos com os tratamentos adubados, comparados à testemunha, destacando-se o “Verm” com incremento de 59%, em média (Tabela 11). Os resultados encontram-se em conformidade com Vilhena & Câmara (1996) e Amaya (2000). Os autores demonstraram que esta característica é responsiva à adubação, principalmente com N e K. O teste F apontou diferenças entre tratamentos minerais e orgânicos (Tabela 1d); a produção de rizóforos com adubos orgânicos (1,86 kg/planta) foi superior à verificada com os minerais (1,61 kg/planta), especialmente com “Verm”, e apesar de semelhante aos outros tipos de adubação, apontou acréscimo de 18% em relação à média dos adubos minerais (Tabela 11).

Os efeitos positivos nas características físicas, químicas e/ou biológicas do solo promovidos pela adubação orgânica, possibilitaram maior massa de rizóforos. A produção de rizóforos é proveitosa não somente para a propagação da espécie em próximos cultivos, mas também, para a extração industrial de FOS, uma vez que representam, aproximadamente, 57% da massa seca (Asami et al., 1992).

TABELA 11. Massa fresca de rizóforos, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	1º cultivo	2º cultivo	Análise conjunta
	----- kg/planta -----		
Test.	1,20 B	1,22 A	1,21 A
K3+M	1,67 AB	1,89 A	1,80 A
K6+M	1,49 AB	1,86 A	1,71 A
K3	1,66 AB	1,87 A	1,78 A
Comp.	1,79 AB	1,65 A	1,71 A
Biod.	1,89 AB	1,71 A	1,79 A
Verm.	1,91 A	1,72 A	1,80 A

Test = testemunha; K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) no 1º cultivo; e 20:60:30 + B no plantio + 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio + 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 1º cultivo; e 20:60:15 + B + 15 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 2º cultivo. K3 = 20:80:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 1º cultivo; e 20:60:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. Comp. = 5 kg/m linear de composto orgânico no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo. Biod. = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501 no 1º cultivo; e residual + preparados 500 e 501 no 2º cultivo. Verm. = 5 kg/m linear de vermicomposto no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo.

No segundo cultivo, novamente as adubações promoveram acréscimo significativo (45,54%) em relação à testemunha. Não se observou diferença entre as adubações minerais e orgânicas (Tabela 1d); contudo, notou-se tendência de aumento na massa fresca de rizóforos com minerais (Tabela 11) devido, provavelmente, à curta duração dos efeitos dos compostos e do vermicomposto, conforme citado anteriormente.

Por isso, para se obter maiores produções, torna-se necessário estabelecer estratégias de adubação compatíveis com o cultivo de yacon. Estudos de longo prazo mostram que cultivos consecutivos resultam em declínio do C orgânico do solo; embora a magnitude do declínio dependa do clima e do solo da região, este pode ser minimizado com

práticas que incluem adubos orgânicos, incorporação de resíduos e rotação de culturas, principalmente (Reeves, 1997); neste aspecto, sistemas orgânicos que incluem práticas de rotação de culturas apontaram potencial para armazenamento de N superior aos sistemas convencionais, minimizando a lixiviação do nutriente e a poluição (Puondel et al., 2001). Por outro lado, a utilização de cobertura com palhada pode aumentar 100% o tempo de decomposição dos adubos orgânicos, evitando perdas de nutrientes e da água de irrigação, e controlando nematóides e ervas daninhas, uma vez que, segundo Khatounian (2001), a velocidade de decomposição da biomassa fertilizante dobra a cada 9°C de aumento de temperatura, e a cobertura morta pode reduzir de 4 a 5°C a temperatura na superfície do solo.

4.1.1.3 Altura das plantas.

No primeiro cultivo, a análise de variância apontou diferenças entre os tratamentos (Tabela 1e). Os tratamentos adubados resultaram em altura de plantas estatisticamente superior à testemunha sem adubação (Tabela 1f), com incremento de 21%, em média. Destacaram-se os tratamentos “K3+M”, “K6+M” e “Biod” que originaram plantas com até 2m de altura. Plantas cultivadas com adubos minerais e orgânicos atingiram alturas de 195,1 e 199,7 cm, em média, respectivamente; contudo, não houve diferenças estatísticas entre estas (Tabela 12).

TABELA 12. Altura de plantas de yacon, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	1º cultivo	2º cultivo	Análise conjunta
	----- cm -----		
Test.	162,63 B	89,50 B	120,84 B
K3+M	205,43 A	106,05 AB	148,64 A
K6+M	202,20 AB	110,70 A	149,91 A
K3	177,67 AB	110,90 A	139,51 A
Comp.	196,93 AB	110,15 A	147,34 A
Biod.	204,17 AB	109,30 A	149,96 A
Verm.	198,10 AB	103,35 AB	143,96 A

Test = testemunha; K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) no 1º cultivo; e 20:60:30 + B no plantio + 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio + 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 1º cultivo; e 20:60:15 + B + 15 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 2º cultivo. K3 = 20:80:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 1º cultivo; e 20:60:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. Comp. = 5 kg/m linear de composto orgânico no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo. Biod. = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501 no 1º cultivo; e residual + preparados 500 e 501 no 2º cultivo. Verm. = 5 kg/m linear de vermicomposto no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo.

No segundo cultivo, as plantas dos tratamentos “K3”, “K6+M”, “Comp” e “Biod” apresentaram altura superior à da testemunha (Tabela 12). A análise de variância não mostrou diferenças significativas entre os tratamentos minerais e orgânicos (Tabela 1f); estes promoveram altura de plantas de 109,2 e 107,6 cm, em média, respectivamente.

A análise conjunta dos cultivos confirmou que plantas adubadas apresentaram altura superior à testemunha sem adubação (Tabela 1f). Em geral, as plantas mais altas apresentaram tendência a ser mais produtivas. A maior porcentagem da fotossíntese realiza-se nas folhas totalmente expandidas próximas ao ápice, que captam maior parte da radiação solar. Neste sentido, as plantas mais altas apresentariam maior taxa de assimilação

líquida (TAL) ou área foliar útil (RAF), que promoveria taxa de crescimento relativo (TCR) superior, e conseqüentemente, produção de fotoassimilados suficiente nas folhas para atender às necessidades metabólicas existentes e exportar para as raízes, favorecendo assim, a produção.

Em outras tuberosas, também se observaram relações positivas entre parte aérea e órgãos subterrâneos. O número e o peso total de tubérculos de olluco (*U. tuberosus*) correlacionou-se com a altura das plantas, o comprimento e a largura das folhas (Kalliola, et al., 1990). Em mandioca (*M. esculenta*), a manutenção da área foliar promoveu maior taxa de assimilação líquida, que proporcionou aumento na produção de raízes (Enyi, 1972, citado por Biaggioni, 1997). Em contradição, em batata (*S. tuberosum*) observou-se antagonismo entre crescimento da parte aérea e tuberização, principalmente no cultivo com excesso de N (Baijal, et al., 1983; Marschner, 1995). É provável que o maior crescimento vegetativo em batata cause auto-sombreamento, diminuindo a taxa de fotossíntese líquida e, conseqüentemente, a síntese de compostos energéticos essenciais para o desenvolvimento dos tubérculos. Por outro lado, as exigências da batata em nutrientes de pronta assimilação são elevadas devido, principalmente, ao seu ciclo curto e ao elevado volume de produção unitária (Delazeri et al., 1989). Portanto, a fisiologia diferenciada desta espécie seria a causa do antagonismo acima citado.

Cabe salientar que a altura de plantas, muitas vezes, é afetada por outros fatores ambientais. No yacon, observaram-se correlações positivas com o número de capinas (Tsukihashi et al., 1995) e o volume do propágulo (Biaggioni, 1997), e negativas com a densidade de plantio (Kanno, 1989). No presente experimento, procurou-se conservar estes

fatores constantes. A incidência de nematóides no segundo cultivo, provavelmente determinou a redução na altura das plantas, e conseqüentemente da produção.

4.1.1.4 Número de hastes

Observaram-se diferenças estatísticas entre os tipos de adubação unicamente no primeiro cultivo (Tabela 1g). Entretanto, o contraste de médias apontou diferenças significativas entre os tratamentos adubados e a testemunha em ambos os cultivos (Tabela 1h). Nas plantas adubadas observou-se número de hastes significativamente superior à testemunha; estas apresentaram 12 e 10 hastes, em média, no primeiro e segundo cultivo, respectivamente, representando acréscimo de, aproximadamente, 34% com relação à testemunha. A análise conjunta dos cultivos apontou superioridade dos tratamentos “K3+M”, “Comp” e “Biod” em relação à testemunha, porém sem diferenças com os outros tratamentos adubados. (Tabela 13). As adubações mineral e orgânica não diferiram em ambos os cultivos.

O notável efeito da fertilização do solo na produção de hastes nas plantas está em conformidade com Amaya (2000), que observou correlação positiva de doses crescentes de N e K com o número de hastes em plantas de yacon cultivadas nas condições de Botucatu – SP.

TABELA 13. Número de hastes de plantas, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	1º cultivo	2º cultivo	Análise conjunta
Test.	9,1 B	7,4 A	8,1 B
K3+M	12,7 A	10,9 A	11,6 A
K6+M	12,2 A	9,7 A	10,7 AB
K3	11,5 A	8,6 A	9,8 AB
Comp.	11,9 A	10,9 A	11,3 A
Biod.	12,5 A	10,4 A	11,3 A
Verm.	12,1 A	9,3 A	10,5 AB

Test = testemunha; K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) no 1º cultivo; e 20:60:30 + B no plantio + 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio + 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 1º cultivo; e 20:60:15 + B + 15 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 2º cultivo. K3 = 20:80:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 1º cultivo; e 20:60:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. Comp. = 5 kg/m linear de composto orgânico no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo. Biod. = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501 no 1º cultivo; e residual + preparados 500 e 501 no 2º cultivo. Verm. = 5 kg/m linear de vermicomposto no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo.

De acordo com Fukai et al. (1993) a região basal das hastes de yacon apresenta quantidades significativas de fruto-oligossacarídeos (FOS). Por conseguinte, as hastes de yacon possivelmente têm importância no armazenamento temporário de carboidratos, conforme observado em alcachofra de jerusalém (*H. tuberosus*), espécie que, como o yacon, armazena FOS nos órgãos subterrâneos. Estudos realizados em *H. tuberosus* provaram que, durante a fase vegetativa, quantidades consideráveis de açúcares são armazenados nas hastes, e durante a fase reprodutiva, o decréscimo no conteúdo de açúcares nas hastes ocorre de forma sincronizada ao rápido aumento destes nos tubérculos (Meijer & Mathijssen, 1991). Segundo Incoll & Neales (1970), citados por Schubert & Feuerle (1997), o

armazenamento de FOS nas hastes é reversível; portanto, presume-se que, os FOS forneceriam a energia necessária quando a fotossíntese não suprisse a demanda dos órgãos de reserva.

O número observado de hastes em ambos os cultivos, está de acordo com Amaya (2000), que observou entre 8 e 12 hastes por planta de yacon; salienta-se que, a densidade de plantio e o tamanho de propágulos utilizados no presente experimento, foram semelhantes aos adotados pelo autor, uma vez que, ambos os fatores influenciam o número de hastes por planta de yacon (Kanno, 1989; Tsukihashi et al., 1994).

4.1.1.5 Número de raízes

Em ambos os cultivos, a análise de variância não revelou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 1i); no entanto, os tratamentos adubados aumentaram o número de raízes em relação à testemunha (Tabela 1j). As plantas adubadas no primeiro e segundo cultivos apresentaram 20 e 18 raízes, em média, respectivamente, com acréscimos de 28 e 55%, em média, respectivamente, em relação à testemunha. A análise conjunta dos experimentos indicou superioridade dos tratamentos “K3+M”, “Biod” e “Verm” em relação à testemunha, porém sem diferenças com os outros tratamentos adubados (Tabela 14). As adubações mineral e orgânica não diferiram estatisticamente em ambos os cultivos.

TABELA 14. Número de raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	1º cultivo	2º cultivo	Análise conjunta
Test.	15,5 A	11,3 A	13,1 B
K3+M	21,3 A	20,3 A	20,7 A
K6+M	20,4 A	14,6 A	17,1 AB
K3	18,6 A	16,6 A	17,5 AB
Comp.	16,8 A	17,0 A	16,9 AB
Biod.	20,1 A	19,7 A	19,9 A
Verm.	21,9 A	17,2 A	19,2 A

Test = testemunha; K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) no 1º cultivo; e 20:60:30 + B no plantio + 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio + 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 1º cultivo; e 20:60:15 + B + 15 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 2º cultivo. K3 = 20:80:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 1º cultivo; e 20:60:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. Comp. = 5 kg/m linear de composto orgânico no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo. Biod. = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501 no 1º cultivo; e residual + preparados 500 e 501 no 2º cultivo. Verm. = 5 kg/m linear de vermicomposto no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo.

Em outras tuberosas também ocorreram efeitos da fertilização no número de órgão subterrâneos. Em batata (*S. tuberosum*), doses crescentes de Ca promoveram decréscimo linear no número de tubérculos por planta (Paiva et al., 1997). Em alcachofra de jerusalém (*H. tuberosus*), a aplicação de 140 kg/ha de N aumentou em 13% o número de tubérculos por planta, porém diminuiu o peso dos mesmos e não teve efeito na produção (Schittenhelm & Sommer, 1993). Em *Dioscorea spp.*, combinações de N, P, K (150:150:150) e aplicação foliar de Mn e B (10 mg/l) potencializaram o processo de tuberização (Nandi & Chatterjee., 1992).

Notou-se tendência das plantas com maior número de hastes apresentarem maior número de raízes, especialmente aquelas com tratamentos “K3+M”, “K6+M”, “Biod” e “Verm” no primeiro cultivo, e com “K3+M”, “Comp” e “Biod” no

segundo cultivo. Provavelmente, o desenvolvimento adequado da parte aérea estimula a tuberização, via fitorreguladores de crescimento. Schubert & Feuerle (1997), observaram que a remoção de hastes secundárias em *H. tuberosus* não interferiu significativamente no número de tubérculos; contudo, quando interrompeu-se a dominância apical das hastes, houve aumento no número de tubérculos, evidenciando o controle do ápice na iniciação da tuberização. Segundo os autores, o decepamento e a eliminação das hastes envolve a eliminação de fontes de auxinas e giberelinas, essenciais na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas.

De maneira geral, observou-se decréscimo no número de raízes tuberosas no segundo cultivo (Tabela 14). Condições climáticas como temperatura e duração do dia, podem influenciar número de raízes, conforme observado para outras tuberosas. O número de tubérculos em olluco (*U. tuberosus*) e oca (*O. tuberosa*) é superior em dias de 9 horas (Kalliola et al., 1990). Em *H. tuberosus*, aumenta linearmente até o final da colheita e correlaciona-se com o acúmulo de temperatura (Meijer & Mathijssen, 1991). Nos cultivos de yacon observou-se variações mínimas de temperatura e insolação. Em média, a insolação diária foi de, 7,3 e 7,1 horas respectivamente no primeiro e segundo cultivo (Tabelas 1 e 2); segundo o National Research Council (1989), o yacon é uma espécie neutra em relação ao fotoperíodo para formação de hastes e raízes. Provavelmente, a redução na fertilidade do solo, o excesso de umidade e/ou a infestação com nematóides promoveram o decréscimo no número de raízes tuberosas.

4.1.1.6 Comprimento de raízes

Para o comprimento de raízes, a análise de variância não apontou diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabelas 1k). Os contrastes entre a testemunha e tratamentos adubados e entre tratamentos minerais e orgânicos não foram significativos em ambos os cultivos de yacon. A análise conjunta dos dados confirmou estes resultados (Tabela 1l).

As plantas apresentaram, em média, 62% das raízes com 11 a 20 cm de comprimento. No primeiro cultivo, notaram-se raízes maiores; os tratamentos “Test”, “K3+M” e “Verm” apresentaram raízes entre 41 a 50 cm de comprimento (Tabela 15). No segundo cultivo, a porcentagem de raízes com até 10 cm de comprimento (21%) foi superior à do primeiro cultivo (13%) (Tabela 16). O comprimento médio no primeiro e segundo cultivos foi de 16,9 e 14,5 cm, respectivamente (Tabela 17).

TABELA 15. Classificação de raízes em função do comprimento e tipos de adubação, no primeiro ciclo de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003

	Menor 10 cm	11-20 cm	21-30 cm	31-40 cm	41-50 cm
	----- % -----				
Test.	13,1	52,8	28,7	4,5	0,9
K3+M	12,9	63,8	21,2	1,8	0,3
K6+M	12,2	64,8	21,0	2,0	0,0
K3	11,7	67,2	19,7	1,4	0,0
Comp.	15,2	57,8	22,7	4,4	0,0
Biod.	11,3	61,2	25,1	2,4	0,0
Verm.	13,2	60,5	24,6	1,5	0,3

Test = testemunha; K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio, e 20 kg/ha K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio, e 12 kg/ha K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP.; K3 = 20:80:20 no plantio e 20 kg/ha K aos 90, e 180 DP.; Comp = 5 kg/m linear de composto orgânico; Biod = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501; Verm = 5 kg/m linear de vermicomposto.

TABELA 16. Classificação de raízes em função do comprimento e tipos de adubação, no segundo ciclo de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003

	menor 10 cm	11-20 cm	21-30 cm	31-40 cm
	----- % -----			
Test.	21,9	66,1	10,9	1,1
K3+M	26,6	56,6	15,9	1,0
K6+M	15,6	72,8	10,4	1,1
K3	20,4	55,3	23,0	1,3
Comp.	15,5	63,2	20,8	0,5
Biod.	24,5	60,3	13,4	1,8
Verm.	22,4	65,8	11,8	0,0

Test = testemunha; K3+M = 20:60:30+ B no plantio, e 30 kg/ha K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K6+M = 20:60:15 + B no plantio, e 15 kg/ha aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP; K3 = 20:60:20 no plantio e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp = residual do cultivo anterior; Biod = residual e aplicação dos preparados 500 e 501; Verm = residual.

TABELA 17. Comprimento de raízes de yacon, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	1º cultivo	2º cultivo	Análise conjunta
	----- cm -----		
Test.	17,87 A	14,80 A	16,12 A
K3+M	16,85 A	14,30 A	15,39 A
K6+M	16,59 A	14,13 A	15,18 A
K3	16,35 A	15,24 A	15,72 A
Comp.	16,84 A	15,55 A	16,10 A
Biod.	17,16 A	13,96 A	15,33 A
Verm.	16,94 A	13,79 A	15,14 A

Test = testemunha; K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) no 1º cultivo; e 20:60:30 + B no plantio + 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio + 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 1º cultivo; e 20:60:15 + B + 15 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 2º cultivo. K3 = 20:80:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 1º cultivo; e 20:60:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. Comp. = 5 kg/m linear de composto orgânico no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo. Biod. = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501 no 1º cultivo; e residual + preparados 500 e 501 no 2º cultivo. Verm. = 5 kg/m linear de vermicomposto no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo.

Consideram-se raízes apropriadas para o mercado aquelas entre 14 e 28 cm de comprimento (Vilhena, 2001). Neste aspecto, no primeiro cultivo as plantas adubadas com “K3” exibiram maior porcentagem de raízes (67%) entre 11 a 20 cm de comprimento; aquelas adubadas com “Biod” apresentaram 25% das raízes entre 21 a 30 cm de comprimento (Tabela 15). No segundo cultivo, destacaram-se os tratamentos minerais “K3+M” e “K3”, que apontaram maior porcentagem de raízes entre 11 a 20 e entre 21 a 30 cm, respectivamente (Tabela 16). Raízes acima de 30 cm de comprimento são indesejáveis para a comercialização devido à dificuldade de manuseio e ao escurecimento em superfície quebradas que prejudica o armazenamento das mesmas.

4.1.1.7 Diâmetro de raízes

Em ambos os cultivos, a análise de variância não apontou diferenças estatísticas entre os tratamentos para diâmetro médio de raízes (Tabela 1m). Os contrastes entre a testemunha e tratamentos adubados não foram significativos. Os tratamentos minerais diferiram dos orgânicos unicamente no segundo cultivo, sendo que as plantas adubadas com fertilizantes minerais apresentaram diâmetro de raízes superior às adubadas com orgânicos; contudo, a análise conjunta dos dados confirmou semelhança entre tratamentos minerais e orgânicos (Tabela 1n). Notou-se maior porcentagem de raízes com diâmetro entre 21 e 40 mm, correspondendo a 46 e 42% no primeiro e segundo cultivo, respectivamente (Tabelas 18 e 19). O diâmetro médio foi de 38 mm em ambos os cultivo (Tabela 20).

TABELA 18. Classificação de raízes em função do diâmetro e tipos de adubação, no primeiro ciclo de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003

	menor 20 mm	21-40 mm	41-60 mm	61-80 mm
	----- % -----			
Test.	10,0	43,4	40,3	6,3
K3+M	8,8	47,5	39,1	4,5
K6+M	7,5	44,1	41,5	6,9
K3	7,4	46,7	41,8	4,0
Comp.	5,6	50,2	42,7	1,5
Biod.	7,0	40,2	49,7	3,1
Verm.	5,5	48,3	43,5	2,8

Test = testemunha; K3+M = 20:60:30+ B no plantio, e 30 kg/ha K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K6+M =20:60:15 + B no plantio, e 15 kg/ha aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP; K3 =20:60:20 no plantio e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp = residual do cultivo anterior; Biod = residual e aplicação dos preparados 500 e 501; Verm = residual.

TABELA 19. Classificação de raízes em função do diâmetro e tipos de adubação, no segundo ciclo de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003

	menor 20 mm	21-40 mm	41-60 mm	61-80 mm
	----- % -----			
Test.	32,3	44,4	22,3	1,0
K3+M	25,0	45,1	25,9	4,0
K6+M	27,0	37,1	32,8	3,2
K3	24,9	38,9	31,1	5,1
Comp.	29,0	42,3	27,4	1,3
Biod.	24,8	40,7	31,2	3,4
Verm.	21,3	49,4	25,5	3,7

Test = testemunha; K3+M = 20:60:30+ B no plantio, e 30 kg/ha K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K6+M =20:60:15 + B no plantio, e 15 kg/ha aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP; K3 =20:60:20 no plantio e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp = residual do cultivo anterior; Biod = residual e aplicação dos preparados 500 e 501; Verm = residual.

TABELA 20. Diâmetro de raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	1º cultivo	2º cultivo	Análise conjunta
	----- mm -----		
Test.	38,75 A	36,00 A	37,18 A
K3+M	37,38 A	37,58 A	37,49 A
K6+M	39,31 A	37,83 A	38,47 A
K3	38,41 A	39,85 A	39,23 A
Comp.	37,29 A	34,72 A	35,82 A
Biod.	39,48 A	36,63 A	37,85 A
Verm.	38,44 A	35,43 A	36,72 A

Test = testemunha; K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) no 1º cultivo; e 20:60:30 + B no plantio + 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio + 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 1º cultivo; e 20:60:15 + B + 15 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 2º cultivo. K3 = 20:80:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 1º cultivo; e 20:60:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. Comp. = 5 kg/m linear de composto orgânico no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo. Biod. = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501 no 1º cultivo; e residual + preparados 500 e 501 no 2º cultivo. Verm. = 5 kg/m linear de vermicomposto no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo.

O diâmetro de raízes pode apresentar relação com o conteúdo de os fruto-oligosacarídeos (FOS) nas raízes. Sabe-se que os FOS são sintetizados e armazenados nos vacúolos, e que o volume vacuolar é determinado pelo número e tamanho das células (Kelle et al., 1984; Pollock, 1986; Darwen & John, 1989, citados por Schubert & Feuerle, 1997). Portanto, raízes com diâmetros superiores apresentariam, possivelmente, maior volume vacuolar para o armazenamento de FOS. Em *H. tuberosus*, observou-se correlação positiva entre crescimento radial dos tubérculos e armazenamento vacuolar de FOS (Schubert & Feuerle, 1997). Neste aspecto, verificou-se maior porcentagem de raízes de 41 a 60 mm de diâmetro com os tratamentos “Biod” e “K6+M” no primeiro e segundo cultivo,

respectivamente. Houve produção de raízes com 61 a 80 mm de diâmetro preferencialmente com “K6+M” e “K3”, no primeiro e segundo cultivo, respectivamente (Tabelas 18 e 19).

De maneira geral, não se observou relação entre comprimento e diâmetro de raízes em ambos os ciclos de cultivo. A forma das raízes foi uma característica inconstante; numa mesma planta observaram-se raízes elípticas, redondas, alongadas e irregulares (Figura 4).

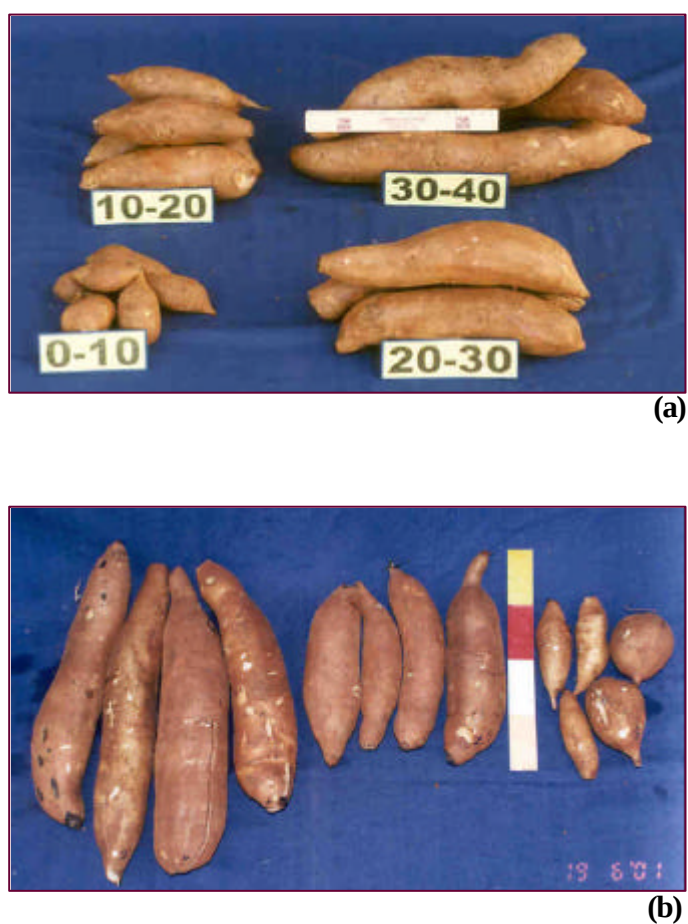


FIGURA 4. Formato de raízes (a) no primeiro cultivo; (b) no segundo cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

4.1.2 Características relacionadas à qualidade de yacon

4.1.2.1 Textura de raízes.

Para o primeiro e segundo cultivo de yacon, a análise de variância não apontou diferenças estatísticas entre tratamentos (Tabela 1o). Os contrastes pelo teste F entre tratamentos adubados e testemunha sem adubação, e entre tratamentos minerais e orgânicos, não foram significativos (Tabela 1p).

No primeiro cultivo, os tratamentos minerais e orgânicos promoveram textura de raízes de, em média, 15,05 e 18,11 N.g⁻¹, respectivamente. Notou-se tendência dos tratamentos orgânicos apresentarem raízes com maior firmeza. Destacou-se o tratamento “Biod”, que promoveu acréscimo de 51% em relação à média dos tratamentos minerais. No segundo cultivo, observou-se textura de raízes de, em média, 26,17 e 29,74 N.g⁻¹ com tratamentos minerais e orgânicos, respectivamente. Novamente, sobressaíram os tratamentos orgânicos, principalmente “Comp” e “Biod” (Tabela 21). Estudos realizados com *D. carota* também apontaram textura superior em raízes cultivadas com adubos orgânicos, especialmente com composto orgânico (713,7 g.força.cm⁻³) e composto mas preparados biodinâmicos (583,2 g.força.cm⁻³), quando comparados com NPK mas micronutrientes (200,0 g.força.cm⁻³) (Piamonte, 1996).

TABELA 21. Textura de raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	1 ^o cultivo	2 ^o cultivo
	----- N.g ¹ -----	----- N.g ¹ -----
Test.	14,65 A	27,93 A
K3+M	15,11 A	26,33 A
K6+M	15,17 A	27,00 A
K3	14,87 A	25,18 A
Comp.	18,90 A	30,91 A
Biod.	22,67 A	30,25 A
Verm.	12,76 A	28,07 A

Onde: Test = testemunha sem adubação; K3+M = 20:80:20+ B + Zn no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) no 1^o cultivo; e 20:60:30+ B no plantio + 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2^o cultivo. K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio + 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 1^o cultivo; e 20:60:15 + B + 15 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 2^o cultivo. K3 = 20:80:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 1^o cultivo; e 20:60:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2^o cultivo. Comp. = 5 kg/m linear de composto orgânico no 1^o cultivo; e residual no 2^o cultivo. Biod. = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501 no 1^o cultivo; e residual + preparados 500 e 501 no 2^o cultivo. Verm. = 5 kg/m linear de vermicomposto no 1^o cultivo; e residual no 2^o cultivo.

Sams (1999) refere-se a diversos fatores que afetam a textura dos tecidos, e entre eles destaca-se a adubação dos cultivos. O autor cita trabalhos científicos que mostraram decréscimo na firmeza dos produtos devido ao excesso da fertilização com N, à incidência de desordens fisiológicas associadas ao excesso de K e, à deficiência de P em produtos carentes em Ca. O papel do Ca na manutenção da firmeza dos produtos também é apontado. Neste sentido, adubações orgânicas e biodinâmicas promovem equilíbrio nutricional de plantas que favorece, provavelmente, a turgidez e coesão das células, composição adequada da lamela média e da parede celular, ou outros fatores, que segundo Awad (1993), estão relacionados à firmeza dos produtos. Do ponto de vista econômico, a firmeza de raízes observada com tratamentos orgânicos e biodinâmicos proporcionaria conservação superior, resistência ao transporte e ao ataque de microrganismos.

4.1.2.2 Teor de proteína.

A análise de variância apontou diferenças estatísticas entre tratamentos apenas no primeiro cultivo. Entretanto, a análise conjunta dos cultivos confirmou diferenças entre eles (Tabela 1q). Os tratamentos adubados diferiram significativamente da testemunha sem adubação; tendo promovido acréscimos no teor de proteína de, em média, 27 e 13% no primeiro e segundo cultivos, respectivamente. Observaram-se diferenças entre tratamentos orgânicos e minerais no primeiro cultivo (Tabela 1r). O teor de proteína em raízes sob tratamentos orgânicos (7,19%) foi superior ao observado com minerais (5,97%); o tratamento “Comp” sobressaiu-se entre os orgânicos, e promoveu acréscimo no teor de proteína de, aproximadamente, 31% em relação à média dos tratamentos minerais (Tabela 22).

A análise conjunta dos cultivos confirmou diferenças significativas entre tratamentos minerais e orgânicos (Tabela 1r). Os tratamentos orgânicos promoveram acréscimos no teor de proteína de, em média, 11% em relação aos minerais. As plantas adubadas com composto orgânico (“Comp”) apresentaram teor de proteína superior (6,43%) ao observado nas plantas adubadas com minerais (5,56%). Entre os tratamentos minerais, o “K3+M” promoveu teor de proteína (5,38%) inferior, e semelhante à testemunha sem adubação (Tabela 22).

TABELA 22. Teor de proteína em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	1º cultivo	2º cultivo	Análise conjunta
	----- % -----		
Test.	5,19 E	4,72 A	4,92 D
K3+M	5,43 DE	5,34 A	5,38 CD
K6+M	6,27 BCD	5,14 A	5,62 C
K3	6,22 CD	5,25 A	5,67 BC
Comp.	7,80 A	5,39 A	6,43 A
Biod.	7,26 AB	5,65 A	6,34 AB
Verm.	6,50 BC	5,19 A	5,75 ABC

Onde: Test = testemunha sem adubação; K3+M = 20:80:20+ B + Zn no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) no 1º cultivo; e 20:60:30+ B no plantio + 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio + 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 1º cultivo; e 20:60:15 + B + 15 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 2º cultivo. K3 = 20:80:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 1º cultivo; e 20:60:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. Comp. = 5 kg/m linear de composto orgânico no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo. Biod. = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501 no 1º cultivo; e residual + preparados 500 e 501 no 2º cultivo. Verm. = 5 kg/m linear de vermicomposto no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo.

Em outras tuberosas, também notaram-se variações no teor de proteína em função da adubação. Em tubérculos de batata, observou-se redução no teor de proteína com doses excessivas de K, Mg e P em relação ao N (Muller & Hippe, 1987). Doses crescentes de N promoveram decréscimo no conteúdo de aminoácidos essenciais em raízes de cenoura (Eppendorfer & Eggum, 1995). A adição de composto biodinâmico no cultivo de batata, e a pulverização dos preparados 500 e 501 no solo e na planta, respectivamente, promoveram teor de proteína (8,16 g/100g) superior à adubação com apenas composto biodinâmico (7,73 g/100g), esterco (7,51 g/100g) e NPK (8,09 g/100g) (Srikumar & Ockerman, 1990).

O teor médio de proteína no primeiro cultivo (6,38%) apresentou redução de, aproximadamente, 18% no segundo cultivo (5,24%) (Tabela 22) devido, provavelmente, às deficiências do solo anteriormente comentadas. Entretanto, estes valores estão dentro da variação de 1,3 até 7,3 %, apontada por Grau & Rea (1997), e foram superiores aos observados na região de São Paulo (4,38%) (Vilhena 2001).

Quando se compara o teor protéico de yacon com o de outras raízes e tubérculos (Quadro 2) nota-se que, raízes cultivadas com adubos orgânicos apresentaram teor de proteína (6,17%) superior aos observados em *M. esculenta* Crantz, *C. esculenta* (L.) Schott, *C. edulis* L e *A. xanthorrhiza* Bancroft.

QUADRO 2. Variações no teor de proteína de raízes e tubérculos.

Espécie	Proteína (%)
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	1,5 - 5,2 *
<i>Solanum tuberosum</i> L.	1,9 - 19,1 *
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	4,5 - 7,0 *
<i>Dioscorea</i> spp.	6,6 - 11,2 *
<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	1,0 - 4,5 *
<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott	5,0 - 8,9 *
<i>Canna edulis</i> L	1,7 - 4,6 *
<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancroft	0,60 - 1,85 **
<i>Polymnia sonchifolia</i> Poep & Endl.	1,3 - 7,3 ***

* Splittstoesser, 1977; ** Pereira, 1997, *** Grau & Rea, 1997.

Com relação à ingestão recomendada de proteínas (Quadro 3), observa-se que o consumo diário de 250 g de yacon cultivado organicamente supre 44 até 77% das exigências de crianças maiores de 4 anos, adolescentes e adultos. Portanto, o teor de proteína em raízes de yacon é destacável, em conformidade com as observações de Nieto

(1991). Segundo Kelly (1972) os produtos hortícolas merecem atenção quanto contribuem com 10%, ou mais, da recomendação diária de proteína. Cabe salientar a necessidade de se avaliar a composição de aminoácidos nas raízes, uma vez que, as proteínas de raízes e tubérculos são incompletas e apresentam deficiências na maioria de seus aminoácidos essenciais (Splittstoesser, 1977, Robinson, 1991).

QUADRO 3 Ingestão recomendada de proteínas para manutenção de uma boa nutrição.

Categoria	Idade	Proteínas (gramas) *
Crianças	<1	14
	1-3	16
	4-6	20
	7-9	25
Adolescentes masculinos	10-12	30
	13-15	37
	16-19	38
Adolescentes femininos	10-12	29
	13-15	31
	16-19	30
Homem adulto – moderadamente ativo		37
Mulher adulta – moderadamente ativa		29
Gestação – metade final		38
Lactação – 6 primeiros meses		46

* Necessidades Energéticas e Protéicas. Relato da Junta do Grupo de Conselheiros da FAO/OMS, FAO, Roma, 1972; citado por Franco, 1999.

4.1.2.3 Teor de umidade.

Em ambos os cultivos houve diferença entre os tratamentos (Tabela 1s). No primeiro cultivo, as adubações diminuíram o teor de umidade (84,3%) significativamente em relação à testemunha (85,3%) (Tabela 1t). Nas plantas adubadas com “K6+M”, “Biod” e “Verm” os valores de umidade foram menores (Tabela 23). No segundo cultivo, os tratamentos minerais diferiram dos orgânicos (Tabela 1t). Os tratamentos orgânicos promoveram teor de umidade (86,3%) inferior aos minerais (87,8%). Destacou-se o tratamento “Comp”, que diferiu significativamente do tratamento “K3+M” (Tabela 23).

TABELA 23. Teor de umidade em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	1º cultivo	2º cultivo	Análise conjunta
	----- % -----		
Test.	85,30 A	86,99 AB	86,26 AB
K3+M	85,07 AB	88,31 A	86,92 A
K6+M	83,98 BC	87,12 AB	85,78 AB
K3	84,36 ABC	87,87 AB	86,37 AB
Comp.	85,26 A	85,83 B	85,59 B
Biod.	83,39 C	86,60 AB	85,22 B
Verm.	83,76 C	86,61 AB	85,39 B

Onde: Test = testemunha sem adubação; K3+M = 20:80:20+ B + Zn no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) no 1º cultivo; e 20:60:30+ B no plantio + 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio + 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 1º cultivo; e 20:60:15 + B + 15 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 2º cultivo. K3 = 20:80:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 1º cultivo; e 20:60:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. Comp. = 5 kg/m linear de composto orgânico no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo. Biod. = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501 no 1º cultivo; e residual + preparados 500 e 501 no 2º cultivo. Verm. = 5 kg/m linear de vermicomposto no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo.

A análise conjunta dos cultivos confirmou diferenças entre os tratamentos, especialmente entre os minerais e orgânicos. As plantas cultivadas com fertilizantes minerais apresentaram teor de umidade (86,4%) superior ao observado com orgânicos (85,4%); entretanto, considera-se esta diferença de 1% de umidade, pouco significativa do ponto de vista biológico. Entre os tratamentos minerais, sobressaiu-se o “K3+M”, que diferiu de “Comp” “Bio” e “Verm” (Tabela 23). Cabe salientar que o uso consecutivo e excessivo de fertilizantes minerais pode aumentar o teor de umidade nas raízes, uma vez que promoveria maior acúmulo de íons no xilema, redução do potencial osmótico, aumento na absorção de água pelas plantas. O maior teor de umidade favoreceria o crescimento de microrganismos, o escurecimento e a deterioração dos tecidos, durante o armazenamento das raízes (Awad, 1993).

4.1.2.4 Teor de frutose total.

Para ambos os cultivos, a análise de variância não apontou diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 1u). Entretanto, observaram-se contrastes significativos entre testemunha e tratamentos adubados. Com relação à testemunha, os tratamentos adubados promoveram incrementos no teor de frutose total de, em média, 13 e 10% no primeiro e segundo cultivos, respectivamente; entre estes destacaram-se os tratamentos orgânicos, que apresentaram acréscimos de, em média, 16 e 11% no primeiro e segundo cultivos, respectivamente. Não observaram-se diferenças estatísticas entre tratamentos minerais e orgânicos em ambos os cultivos (Tabela 1v).

A análise de variância conjunta de ambos os cultivos apontou diferenças entre tratamentos. Os tratamentos “Biod” e “Verm” apresentaram teor de frutose total superior à testemunha, com incrementos de 16 e 14%, respectivamente. Entre os tratamentos minerais, sobressaiu a adubação com NPK e micronutrientes no plantio, mais K aos 90 e 180 dias após plantio (K3+M), que apresentou acréscimo de 11% em relação à testemunha, porém sem diferença estatística (Tabela 24).

Em média, o conteúdo de frutose total observado no primeiro cultivo (57,4 mg/g MF) apresentou redução de, aproximadamente, 14% no segundo cultivo (49,6 mg/g MF) devido, provavelmente, às eficiências de solo já comentadas.

TABELA 24. Teor de frutose em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	1º cultivo	2º cultivo	Análise conjunta
	----- mg / g MF -----		
Test.	51,72 A	45,70 A	48,28 B
K3+M	57,75 A	50,57 A	53,65 AB
K6+M	56,50 A	50,19 A	52,90 AB
K3	55,64 A	48,59 A	51,61 AB
Comp.	58,48 A	49,26 A	53,21 AB
Biod.	60,51 A	52,33 A	55,84 A
Verm.	61,08 A	50,28 A	54,91 A

Onde: Test = testemunha sem adubação; K3+M = 20:80:20+ B + Zn no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) no 1o cultivo; e 20:60:30+ B no plantio + 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2o cultivo. K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio + 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 1o cultivo; e 20:60:15 + B + 15 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 2o cultivo. K3 = 20:80:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 1o cultivo; e 20:60:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2o cultivo. Comp. = 5 kg/m linear de composto orgânico no 1o cultivo; e residual no 2o cultivo. Biod. = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501 no 1o cultivo; e residual + preparados 500 e 501 no 2o cultivo. Verm. = 5 kg/m linear de vermicomposto no 1o cultivo; e residual no 2o cultivo.

Os resultados mostraram influência da adubação no acúmulo de açúcares em raízes de yacon, em conformidade com citações de outras plantas tuberosas. Em *B. vulgaris*, o acúmulo de sacarose na raiz apresentou correlação positiva com níveis crescentes de K e negativa com incremento de N (El Shafai, 2000). Nesta espécie, a adubação excessiva com N, particularmente no final do ciclo vegetativo, promoveu crescimento da parte aérea e translocação de parte dos açúcares armazenados, ocasionando diminuição no teor de açúcares nas raízes (Hemp et al., 1985). A adubação com K favorece o acúmulo de açúcares atuando, provavelmente, no carregamento de sacarose no floema e/ou no descarregamento de sacarose nas células de armazenamento. (Marschner, 1995). Adubos orgânicos têm resultado em efeitos significativos. Observou-se aumento no conteúdo de sacarose nas raízes de *B. vulgaris* com aplicação de vermicomposto (6 t/ha) junto com micronutrientes (Kopczynski et al., 1999) e com composto orgânico (40 t/ha) mais pulverização de preparados biodinâmicos (Adamiak & Adamiak, 1996).

4.1.2.5 Teor de cinza.

Para ambos os cultivos, a análise de variância não apresentou diferenças estatísticas entre tratamentos (Tabela 1w). Entretanto, os tratamentos orgânicos diferiram dos minerais no primeiro cultivo (Tabela 1x). Os tratamentos orgânicos apresentaram teor de cinza (0,61%) superior aos tratamentos minerais (0,54%), representando acréscimo de 13%, aproximadamente.

O teor de cinza em raízes apresentou variação de 0,42 até 0,63% (Tabela 25). A determinação de cinza indica o conteúdo de minerais, muitos deles indispensáveis para o metabolismo normal. Por outro lado, teores elevados dificultam a cristalização e descoloração na indústria de açúcares, (Cecchi, 1999). Para *C. intybus* e *H. tuberosus*, a saturação das colunas trocadoras de íons, empregadas na obtenção de xarope de frutose, é causada pelo K, Na e Ca; porém, proteínas e ácidos orgânicos como ácido málico ocasionam maior prejuízo que íons (Schittenhelm, 1999).

TABELA 25. Teor de cinza em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	1º cultivo	2º cultivo	Análise conjunta
	----- % -----		
Test.	0,58 A	0,46 A	0,51 A
K3+M	0,55 A	0,48 A	0,51 A
K6+M	0,54 A	0,49 A	0,51 A
K3	0,53 A	0,46 A	0,49 A
Comp.	0,63 A	0,42 A	0,51 A
Biod.	0,63 A	0,50 A	0,55 A
Verm.	0,57 A	0,47 A	0,52 A

Onde: Test = testemunha sem adubação; K3+M = 20:80:20+ B + Zn no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) no 1º cultivo; e 20:60:30+ B no plantio + 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio + 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 1º cultivo; e 20:60:15 + B + 15 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 2º cultivo. K3 = 20:80:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 1º cultivo; e 20:60:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. Comp. = 5 kg/m linear de composto orgânico no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo. Biod. = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501 no 1º cultivo; e residual + preparados 500 e 501 no 2º cultivo. Verm. = 5 kg/m linear de vermicomposto no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo.

4.1.2.6 Conteúdo de minerais.

A análise de variância não apontou diferenças estatísticas entre tratamentos para ambos os cultivos (Tabelas 1y). Os contrastes realizados pelo teste F entre tratamentos adubados e testemunha sem adubação não foram significativos (Tabelas 1z). No primeiro cultivo, observou-se diferença entre tratamentos minerais e orgânicos unicamente para teor de P (Tabela 1aa); as raízes de plantas adubadas organicamente apresentaram incremento significativo no teor de P de, aproximadamente, 8% quando comparadas às adubadas com fertilizantes minerais, e acréscimos não significativos no teor de K, Ca, Fe, Cu, Mn e Zn. De forma contrária, no segundo cultivo as adubações minerais apresentaram tendência para promover maiores teores, exceto de P, K, e Zn (Tabela 26). Certamente, as melhores características do solo com adubações orgânicas favorecem a absorção de minerais no primeiro cultivo. Entretanto, a incidência de nematóides e a ausência de adubação orgânica no segundo cultivo limitaram a absorção pelas plantas.

Sistemas de cultivo orgânico têm resultado em efeitos positivos no conteúdo de minerais em *D. carota*. Assim, Warman & Harvard (1997) verificaram nas raízes adubadas organicamente teores de Mg ($1,44 \text{ g.kg}^{-1}$) e S ($1,70 \text{ g.kg}^{-1}$) significativamente superiores aos observados nas adubadas com fertilizantes minerais ($1,34 \text{ g.kg}^{-1}$ Mg e $1,46 \text{ g.kg}^{-1}$ S). Em adição, Leclerc et al. (1991), observaram teores de P, K e Cu superiores em sistemas orgânicos, com acréscimos de 12, 14 e 24%, respectivamente, em relação ao sistema convencional de cultivo.

TABELA 26. Teor de minerais em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Test.	K3+M	K6+M	K3	Comp.	Biod.	Verm.
----- 1º cultivo -----							
P (g/kg)	2,1 A	2,2 A	2,2 A	2,2 A	2,3 A	2,5 A	2,3 A
K (g/kg)	13,7 A	14,7 A	16,3 A	14,7 A	16,3 A	16,7 A	15,0 A
Ca (g/kg)	2,0 A	2,0 A	1,7 A	2,0 A	2,0 A	2,0 A	2,0 A
Mg (g/kg)	0,5 A	0,5 A	0,6 A	0,5 A	0,5 A	0,5 A	0,5 A
Fe (mg/kg)	36,7 A	33,7 A	3,0 A	36,7 A	40,0 A	37,0 A	35,0 A
Cu (mg/kg)	12,3 A	12,3 A	14,3 A	10,7 A	15,3 A	14,0 A	12,0 A
Mn (mg/kg)	5,3 A	4,3 A	4,3 A	5,0 A	6,0 A	5,0 A	5,3 A
Zn (mg/kg)	14,3 A	13,0 A	15,3 A	13,3 A	13,7 A	14,3 A	14,3 A
----- 2º cultivo -----							
P (g/kg)	1,7 A	1,8 A	1,8 A	1,8 A	1,9 A	2,0 A	1,9 A
K (g/kg)	25,2 A	28,2 A	27,0 A	27,0 A	27,0 A	28,5 A	29,0 A
Ca (g/kg)	0,4 A	0,5 A	0,5 A	0,6 A	0,5 A	0,5 A	0,5 A
Mg (g/kg)	0,6 A	0,6 A	0,6 A	0,7 A	0,6 A	0,5 A	0,6 A
Fe (mg/kg)	49,0 A	58,5 A	52,5 A	54,0 A	43,5 A	54,5 A	50,0 A
Cu (mg/kg)	19,5 A	19,0 A	18,0 A	18,5 A	17,5 A	18,5 A	18,5 A
Mn (mg/kg)	4,0 A	3,5 A	4,0 A	4,0 A	4,0 A	3,5 A	4,0 A
Zn (mg/kg)	66,0 A	68,5 A	69,0 A	64,5 A	67,5 A	69,5 A	70,0 A

Onde: Test = testemunha sem adubação; K3+M = 20:80:20+ B + Zn no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP) no 1º cultivo; e 20:60:30+ B no plantio + 30 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. K6+M = 20:80:12 + B + Zn no plantio + 12 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 1º cultivo; e 20:60:15 + B + 15 kg/ha de K aos 45, 90, 135, 180 e 225 DP no 2º cultivo. K3 = 20:80:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 1º cultivo; e 20:60:20 no plantio + 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP no 2º cultivo. Comp. = 5 kg/m linear de composto orgânico no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo. Biod. = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501 no 1º cultivo; e residual + preparados 500 e 501 no 2º cultivo. Verm. = 5 kg/m linear de vermicomposto no 1º cultivo; e residual no 2º cultivo.

Destacaram-se os níveis de Fe e Zn nas raízes, concordando com as citações de Nieto (1991). O Fe é essencial à formação da hemoglobina e é constituinte de enzimas, como a citocromo-oxidase, catalases e desidrogenases do músculo esquelético, que atuam no metabolismo aeróbico. O Zn é essencial na função imunitária celular; mobilização hepática da vitamina A, que atua na maturação sexual, fertilidade e reprodução, entre outros (Franco, 1999). Comparando-se com a ingestão recomendada de minerais (Quadro 4), observa-se que o consumo diário de 250 g de yacon supre 100% das necessidades diárias de Fe e Zn em crianças, e de Fe em homens maiores de 19 anos; e 73% das exigências de Fe em mulheres até 50 anos e de Zn em homens.

QUADRO 4. Ingestão recomendada de minerais para manutenção de uma boa nutrição

Categoria	Idade (Anos)	Cálcio	Fósforo	Magnésio	Ferro	Zinco
----- mg -----						
Crianças	1-3	800	800	80	10	10
	4-6	800	800	120	10	10
	7-10	800	800	170	10	10
Homens	11-14	1200	1200	270	12	15
	15-18	1200	1200	400	12	15
	19-24	1200	1200	350	10	15
	25-50	800	800	350	10	15
	51+	800	800	350	10	15
Mulheres	11-14	1200	1200	280	15	12
	15-18	1200	1200	300	15	12
	19-24	1200	1200	280	15	12
	25-50	800	800	280	15	12
	51+	800	800	280	10	12

Franco, 1999.

4.1.3 Bioeletrofotografia.

Procurando novas ferramentas que demonstrem a qualidade de produtos cultivados organicamente, avaliou-se a configuração do efeito corona ou campo bioenergético nas plantas com adubação mineral e orgânica. Registraram-se, no total, 252 bioeletrofotografias, estas incluíram as fotografias de adaptação com o aparelho.

No segundo cultivo, as plantas que receberam os preparados biodinâmicos 500 e 501 (“Biod”) apresentaram maior luminosidade do efeito corona. Aquelas tratadas com fontes minerais apresentaram halo luminoso interrompido, com falta de luminosidade e sinais semelhantes a “palmeiras” no limite do campo bioenergético (Figura 5). De forma similar, as plantas dos tratamentos “Comp” e “Verm” também apresentaram halos luminosos descontínuos. Segundo Campos*, os sinais de “palmeiras” indicam penetração e multiplicação de microrganismos no corpo físico dos indivíduos. Neste sentido, os sinais observados nas fotografias Kirlian expressariam, provavelmente, a incidência de nematóides no segundo cultivo. Salienta-se a necessidade de novas pesquisas para elaborar os padrões de resposta dos vegetais à incidência de doenças e pragas.

Campos, R. Especialista em análise energética por bioeletrofotografia do Instituto Florais de Minas – Itáúna – MG). Comunicação pessoal, 2002.

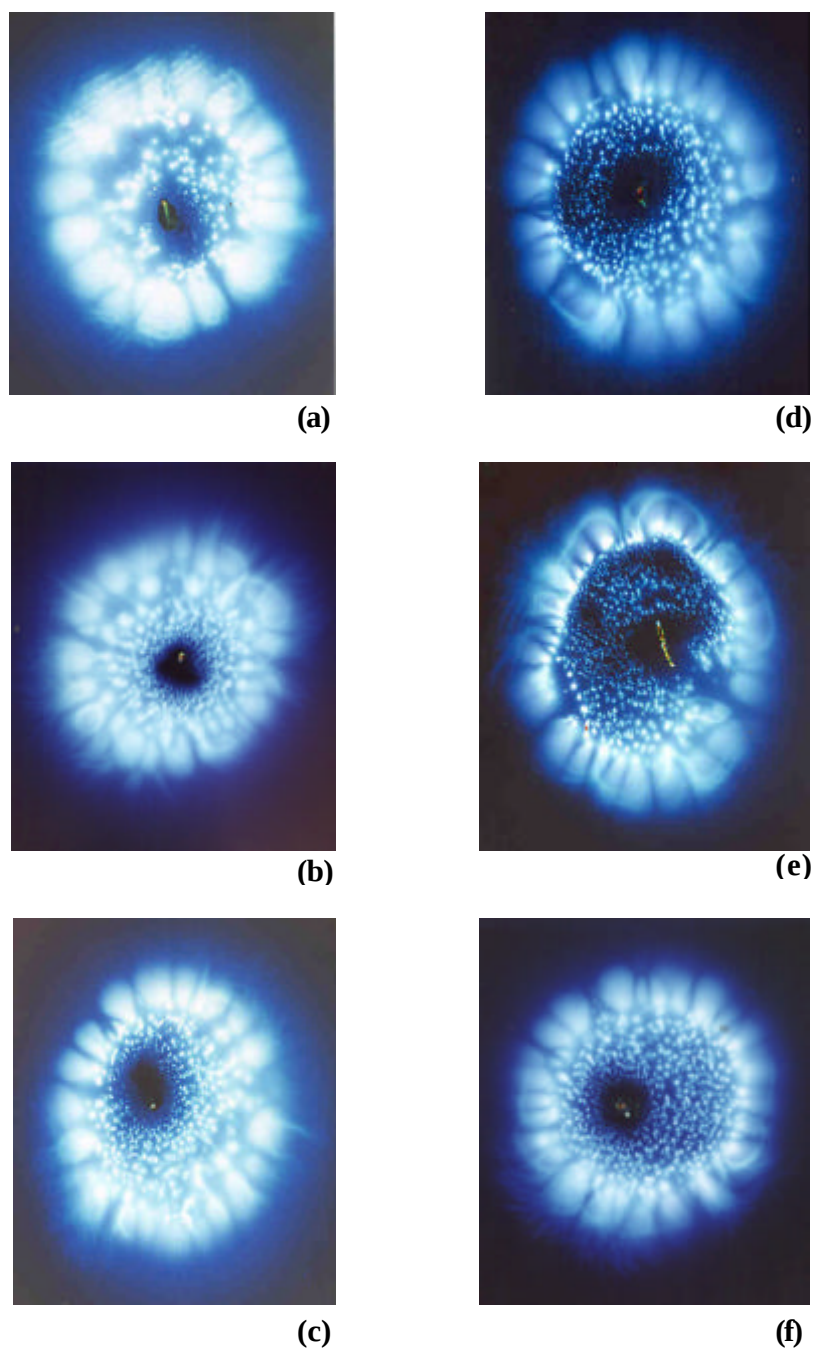


FIGURA 5. Bioeletrofotografias de discos foliares dos tratamentos: (a) Biod; (b) Comp; (c) Verm; (d) K3+M; (e) K3; (f) K6+M. Botucatu - UNESP, 2003.

As plantas cultivadas em ambientes distintos apresentaram diferenças notáveis. Aquelas cultivadas no sistema biodinâmico na ABD – Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica – exibiram campo bioenergético com estrutura única e grau de luz elevado (Figura 6). Por outro lado, plantas cultivadas no sistema convencional na Fazenda Lageado – UNESP mostraram menor luminosidade e, novamente, sinais semelhantes a “palmeiras” no limite do campo. De acordo com Andrade et al. (2001), a unidade da luz expressa equilíbrio, harmonia, enquanto a individualidade implica em separação e alterações fisiológicas.

Na agricultura biodinâmica, o ser vegetal resulta da colaboração entre as forças terrestres e as forças cósmicas. Tais forças subsistem na planta como “energia vital”, e continuam a agir nela mesmo quando se separa de seu substrato vital (Steiner 1924). Neste aspecto, é possível correlacionar a “qualidade vital” do yacon cultivado em sistema biodinâmico com a maior luminosidade do seu campo bioenergético, observada especialmente naquelas cultivadas na ABD. Entretanto, é precipitado estabelecer um padrão bioeletrográfico, sendo necessário continuar esta pesquisa, que promete ser de grande valor diagnóstico.

Sabe-se que esta abordagem energética colide com o modelo bioquímico e fisiológico vigente, em parte, devido às conotações místicas atribuídas. Contudo, existe um embasamento científico do modelo bioeletrográfico respaldado por pesquisas realizadas em espectrofotômetros de massa e amplificadores ultra-sensíveis de luz e radiação eletromagnética. Constatou-se que qualquer corpo emana, continuamente, gases e vapores diversos em temperatura ambiente, e emite, a todo instante, radiações eletromagnéticas diversas, abrangendo as faixas do infravermelho, luz visível e até ultravioleta. Em contato com a placa eletrificada da máquina Kirlian, esses gases e vapores se ionizam, e provocam o

surgimento de um halo luminoso e colorido ao redor do objeto que está sendo bioeletrografado; este halo luminoso sensibiliza a película fotográfica da máquina Kirlian (Milhomens, 1999).

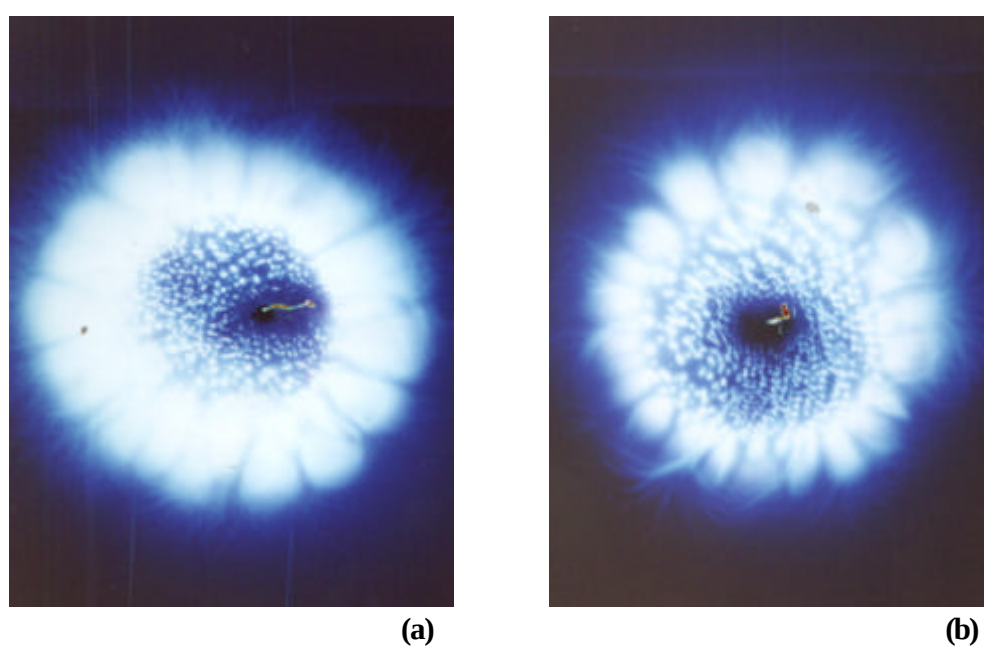


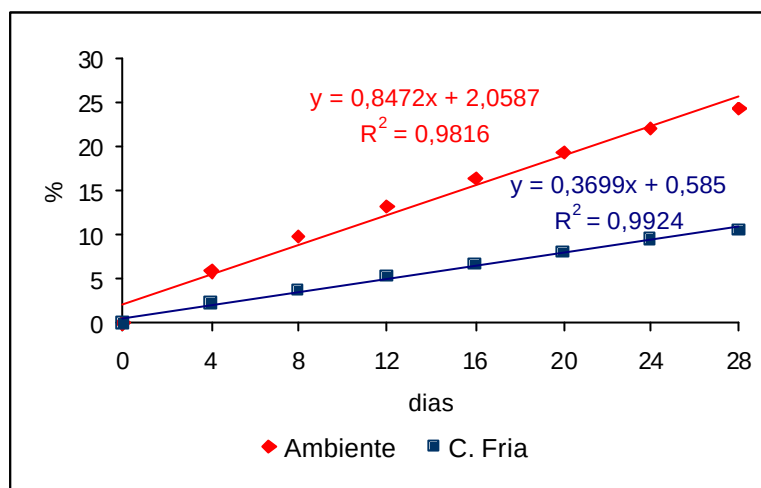
FIGURA 6. Bioeletrofotografias de discos foliares de yacon: (a) cultivado em sistema biodinâmico; (b) cultivado em sistema convencional. Botucatu - UNESP, 2003.

4.2 ENSAIO 2 Qualidade de raízes de yacon durante o armazenamento em diferentes épocas, em função da adubação mineral e orgânica.

4.2.1 Perda de massa.

Na primeira época, a análise de variância apontou diferenças estatísticas entre os tipos de armazenamento. Raízes conservadas à temperatura ambiente apresentaram perda de massa superior às conservadas em câmara fria à 2°C (Tabela 2a). As regressões linear, quadrática, cúbica e quártica apresentaram significância em ambos os tipos de armazenamento (Tabela 2b). De acordo com a equação linear, a perda de massa em temperatura ambiente e em câmara fria aumentou à razão de 0,85 e 0,37% por dia, respectivamente (Figura 7). No final do período de armazenamento aos 28 dias, ocorreram perdas de massa de 24 e 10%, em temperatura ambiente e em câmara fria, respectivamente (Tabela 2a).

O metabolismo respiratório foi incrementado na temperatura ambiente; em consequência, as raízes consumiram suas próprias reservas nutritivas para produzir a energia requerida e perderam massa de modo inevitável (Holdsworth, 1988; Chitarra & Chitarra, 1990). A desidratação parcial das raízes também contribuiu para maior perda de massa em temperatura ambiente. Por outro lado, a refrigeração a 2°C e 90% UR manteve a massa devido à menor pressão de vapor entre a raiz e o ambiente que induz decréscimo na transpiração, e também devido à menor respiração, conforme referido por Daiuto et al. (1999).



Temperatura ambiente

$$y = 0,8472x + 2,0587$$

$$y = -0,0137x^2 + 1,231x + 0,5234$$

$$y = 0,0005x^3 - 0,0341x^2 + 1,4447x + 0,197$$

$$y = -5E-05x^4 + 0,0035x^3 - 0,0872x^2 + 1,7317x + 0,029$$

Câmara fria

$$y = 0,3699x + 0,585$$

$$y = -0,0036x^2 + 0,4707x + 0,1819$$

$$y = 0,0001x^3 - 0,0095x^2 + 0,5327x + 0,0872$$

$$y = -2E-05x^4 + 0,0015x^3 - 0,0331x^2 + 0,6599x + 0,0127$$

FIGURA 7. Perda de massa de raízes em temperatura ambiente (21,2°C) e em câmara fria (2±1°C), durante a primeira época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003.

Em relação aos tipos de adubação, a análise de variância não revelou efeito significativo das adubações minerais e orgânicas na perda de massa durante armazenamento. Unicamente, observou-se diferença estatística entre as médias dos tratamentos; deste modo, raízes adubadas com fertilizantes minerais e conservadas em temperatura ambiente apresentaram perda de massa de 16%, em média, porcentagem esta superior à observada em raízes adubadas organicamente (15%) (Tabela 2c). Após 28 dias em temperatura ambiente, as raízes mantiveram massa, porém, com perda de 25,1 e 23,7% com adubações minerais e orgânicas, respectivamente; notou-se tendência de maior perda de massa com o tratamento “K3+M” e menor com o “Comp” (Tabela 27).

É provável que o equilíbrio entre os nutrientes minerais em sistemas adubados organicamente, promova o desenvolvimento de raízes com maior qualidade biológica e, por conseguinte, com metabolismo pós-colheita adequado. Kolbe & Zhang (1995), observaram que o excesso de N e K promoveu menor teor de massa seca na época da colheita de batata, e maior perda de massa em pós-colheita. A menor concentração de P nos tubérculos também contribuiu com a maior perda de massa durante o armazenamento.

A perda de massa em câmara fria (2°C) foi, em média, superior nas raízes adubadas organicamente (6,9%) (Tabela 2c), principalmente com “Biod” (7,6%) (Tabela 27). Provavelmente, nesta temperatura ocorreram alterações no metabolismo normal das raízes, sendo mais marcantes naquelas adubadas organicamente. No final do período de armazenamento aos 28 dias, os fertilizantes minerais e orgânicos promoveram perdas de massa de 10,1 e 11,0%, respectivamente, em câmara fria (Tabela 2c).

TABELA 27 Porcentagem de perda de massa em raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	-----temperatura ambiente (21,2°C) -----				----- câmara fria (2°C) -----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
4	6,6 A	5,3 ABC	5,4 AB	6,2 A	2,1 BC	2,0 BC	2,0 C	2,9 ABC
8	10,5 A	9,2 A	9,2 A	10,2 A	3,6 B	3,3 B	3,4 B	4,6 B
12	14,5 A	13,0 A	12,8 A	12,7 A	5,1 B	4,9 B	5,0 B	6,2 B
16	17,9 A	16,1 A	15,6 A	16,1 A	6,5 B	6,1 B	6,3 B	7,8 B
20	21,0 A	19,1 A	18,4 A	19,2 A	7,9 B	7,4 B	7,6 B	9,2 B
24	24,0 A	21,8 A	21,1 A	22,0 A	9,3 B	8,9 B	9,1 B	10,8 B
28	26,2 A	24,1 A	23,0 A	24,4 A	10,9 B	9,4 B	10,2 B	11,8 B
Médi	17,2 A	15,5 A	15,1 A	15,8 A	6,5 B	6,0 B	6,2 B	7,6 B

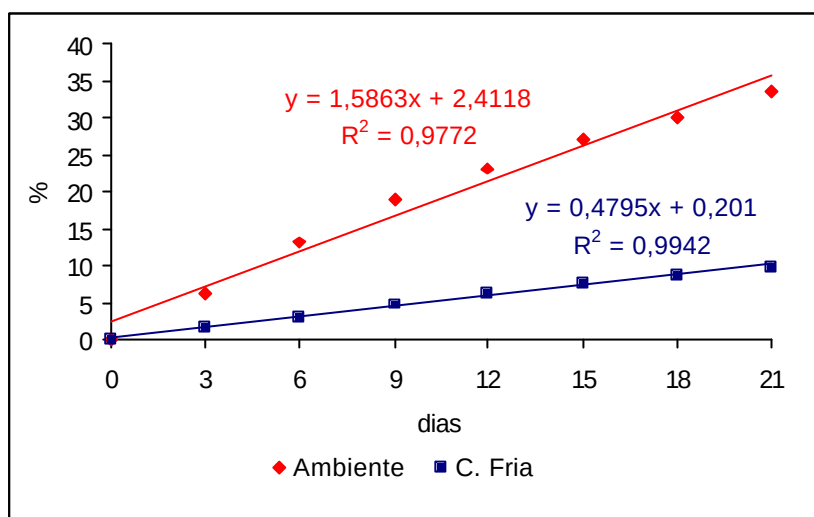
a

K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:80:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp = 5 kg/m linear de composto orgânico; Biod = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na segunda época, novamente a perda de massa em temperatura ambiente foi significativamente superior à observada em câmara fria (Tabela 2d). As equações linear, quadrática, cúbica e quártica expressaram significativamente a perda de massa em ambos os tipos de armazenamento (Tabela 2e). A perda de massa em temperatura ambiente e em câmara fria aumentou de forma linear à razão de 1,59 e 0,48% por dia, respectivamente (Figura 8). No final do período de armazenamento aos 21 dias, observaram-se perdas de massa de 34 e 10% respectivamente na temperatura ambiente e em câmara fria.

Menores perdas de massa durante o armazenamento em baixas temperaturas já foram constatadas para outras raízes tuberosas como *A. xanthorrhiza* (Avelar Filho, 1997) e *D. carota* (Pinto et al., 1984). Em raízes de *P. erosus* armazenadas a 10 e 13°C observou-se perda de massa de 8 e 12%, respectivamente, e taxa respiratória de 20 e 60 mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹ após três semanas (Silva et al., 1998). Por outro lado, ocorrem elevadas perdas de massa em raízes de yacon expostas ao sol para aumentar o sabor adocicado. Neste aspecto, Vilhena (1997) observou perdas de massa de, em média, 8 e 43% após 1 e 8 dias de exposição ao sol, respectivamente.



Temperatura ambiente

$$y = 1,5863x + 2,4118$$

$$y = -0,0394x^2 + 2,4138x - 0,0706$$

$$y = 0,0007x^3 - 0,0616x^2 + 2,588x - 0,2703$$

$$y = 0,0002x^4 - 0,0094x^3 + 0,0705x^2 + 2,053x - 0,0354$$

Câmara fria

$$y = 0,4795x + 0,201$$

$$y = -0,0053x^2 + 0,5913x - 0,1344$$

$$y = -0,0005x^3 + 0,0097x^2 + 0,4734x + 0,0006$$

$$y = 2E-05x^4 - 0,0013x^3 + 0,0209x^2 + 0,4277x + 0,0207$$

FIGURA 8. Perda de massa de raízes em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003.

Considerando-se que as raízes mantiveram padrão comercial em ambiente e em câmara fria até aproximadamente 7 e 15 dias, respectivamente, na primeira época, e até 6 e 12, dias respectivamente, na segunda época, pode-se dizer que a porcentagem admissível de perda de massa para yacon foi de, em média, 8% no ambiente e 6% em câmara fria. Espécies tuberosas como *M. esculenta*, *Z. officinalis*, *I. batatas* L. e *Dioscorea* spp, possuem potencial de armazenamento maior do que folhosas e frutas (Rocha & Spagnol, s.d.). Kang et al. (2002) citam perdas de, no máximo, 7% para frutos de *Cucumis sativus*. Entretanto raízes de yacon são altamente perecíveis devido ao seu elevado teor de umidade e epiderme delgada, entre outros.

Em temperatura ambiente, observaram-se diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos minerais e orgânicos. Nas raízes adubadas com fertilizantes minerais, em média, a perda de massa foi 20,5%, inferior ao verificado naquelas adubadas organicamente (23,1%) (Tabela 2f). A ausência de adubação orgânica no segundo cultivo de yacon prejudicou a fertilidade do sistema e, conseqüentemente, a qualidade biológica das raízes, que apresentaram perda de massa superior. Salienta-se que as raízes do tratamento “Biod”, cultivadas com preparados 500 e 501, apresentaram, em média, menor perda de massa (21,1%) em relação às raízes do “Comp” (25,2%) (Tabela 28); apontando provável efeito benéfico das pulverizações com preparados biodinâmicos no segundo cultivo de yacon.

TABELA 28. Porcentagem de perda de massa em raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003

	----- temperatura ambiente (25,3°C) -----				----- câmara fria (4°C) -----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
3	6,2 AB	5,2 B	7,6 A	6,5 AB	1,6 C	1,4 C	1,8 C	1,4 C
6	13,7 A	10,9 A	15,1 A	13,1 A	3,0 B	2,9 B	3,3 B	2,8 B
9	20,2 AB	15,3 B	22,2 A	18,2 AB	4,8 C	4,6 C	5,2 C	4,3 C
12	24,8 A	19,0 A	26,7 A	22,3 A	6,4 B	6,2 B	7,0 B	5,7 B
15	29,0 A	22,0 A	31,2 A	26,1 A	7,9 B	7,6 B	8,4 B	6,9 B
18	32,1 A	24,5 A	34,5 A	29,0 A	9,1 B	8,7 B	9,5 B	7,9 B
21	36,2 A	27,5 A	38,7 A	32,3 A	10,2 B	9,7 B	10,6 B	8,8 B
Média	23,2 A	17,8 A	25,2 A	21,1 A	6,1 B	5,9 B	6,5 B	5,4 B

K3+M = 20:60:30+ B no plantio, e 30 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:60:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp. = composto residual do cultivo anterior; Biod. = aplicação dos preparados 500 e 501 e composto biodinâmico residual do cultivo anterior.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.2.2 Padrão comercial.

Na primeira época pós-colheita, o padrão comercial foi avaliado por meio da durabilidade das raízes. Utilizaram-se notas de 0 a 5, que alternaram níveis de enrugamento e degradação por incidência de patógenos secundários, sendo 5 o ótimo do padrão comercial.

A durabilidade das raízes em câmara fria foi superior à verificada em temperatura ambiente (Tabela 2g). Em temperatura ambiente e em câmara fria, a durabilidade decresceu de forma linear, à razão de 0,14 e 0,11 unidades por dia, respectivamente. A equação quadrática também representou, a durabilidade em câmara fria (Tabela 2h, Figura 9). Somente aos 4 e 28 dias de armazenamento as raízes apresentaram aparência semelhante em ambos os tipos de armazenamento (Tabela 2g). Aos 4 dias, observou-se enrugamento somente nas pontas das raízes, e aos 28 dias, notou-se enrugamento elevado na maior parte da casca, e degradação na extremidade por onde a raiz se fixa à planta-mãe (Figura 10).

Provavelmente, na temperatura ambiente ocorreu maior atividade metabólica das raízes. A intensidade respiratória em qualquer tecido vivo está intimamente ligado à temperatura; em termos gerais, para cada 10°C de aumento na temperatura, a taxa de respiração aumenta praticamente 100% (Cereda, 1985)

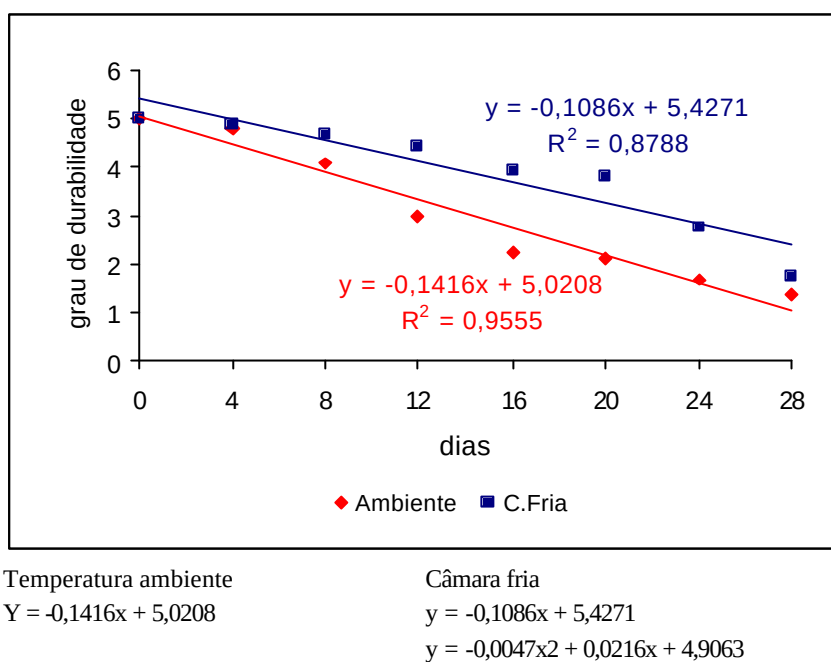


FIGURA 9. Durabilidade de raízes em temperatura ambiente (21,2°C) e em câmara fria (2±1°C), durante a primeira época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003.

A perda de água das raízes não só ocasionou perda de massa, como também de qualidade, ressaltando-se a textura. A maior decomposição enzimática da lamela média e da parede celular na temperatura ambiente altera os teores de pectina solúvel, celulose e lignina, resultando na perda da consistência e menor durabilidade (Awad, 1993; Sams, 1999). Carvalho et al. (1988) observaram aumento do teor de pectina solúvel e decréscimo de lignina e celulose durante o armazenamento de mandioca, e relacionaram estas mudanças com o amolecimento e deterioração das raízes.



(a)



(b)



(c)

FIGURA 10. Raízes de yacon (a) no início do armazenamento; (b) com enrugamento elevado após 28 dias; (c) com deterioração microbiana nas extremidades da raiz após 28 dias. Botucatu - UNESP, 2003.

No ambiente e na câmara fria, a aparência foi satisfatória até 6 e 12 dias, respectivamente, o que relacionou-se com perdas de firmeza de 14 e 11%, respectivamente, e perdas de massa de 8 e 6%, respectivamente. Comportamento semelhante foi observado por Silva et al. (1998); um decréscimo de 13% na firmeza de *P. erosus*, comprometeu a aparência das raízes e correlacionou-se com a perda de massa de 12% após três semanas de armazenamento a 13°C. Após 28 dias, observou-se perdas de massa no ambiente e na câmara fria de 24 e 10%, respectivamente, representando aproximadamente metade das perdas de firmeza; houve decréscimo de 55%, em média, na firmeza das raízes armazenadas na temperatura ambiente, porcentagem superior à observada em câmara fria (21%) (Tabela 29).

TABELA 29. Textura inicial e final em raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	0 dias	28 dias	Decréscimo
	----- g força/cm ³ -----	-----	----- % -----
Temperatura ambiente			
K3+M	224,9	95,3	57,6
K3	221,2	90,2	59,2
Comp.	152,1	78,5	48,4
Biod.	192,4	89,5	53,5
Câmara Fria			
K3+M	207,7	153,7	26,0
K3	219,5	150,1	31,6
Comp.	155,2	136,1	12,3
Biod.	162,6	141,6	12,9

K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:80:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp = 5 kg/m linear de composto orgânico; Biod = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501.

Em algumas raízes conservadas em câmara fria houve, após 15 dias, aproximadamente, escurecimento interno do tecido e da casca, principalmente onde houve

danos mecânicos de colheita (Figura 11). Possivelmente, aconteceram anormalidades fisiológicas (*chilling*) induzidas pela baixa temperatura de armazenamento ($2^{\circ}\text{C}\pm 1$); uma vez que, após um período prolongado de exposição ao frio, ocorre a separação dos lipídeos da membrana e a perda da integridade (Chitarra & Chitarra, 1990), alteram-se processos como a atividade de enzimas associadas à membrana, atividade oxidativa da mitocôndria, geração de energia metabólica, transferência de substratos, sais e íons, entre outros. O resultado destas distorções é significativo no metabolismo celular, a perda de íons e sais pelas células, acúmulo de substâncias tóxicas e a manifestação de sintomas peculiares ao tecido danificado (Awad, 1993, Chitarra & Chitarra, 1990, Silva et al., 1998).



(a)



(b)

FIGURA 11. Raízes armazenadas a 2°C : (a) com lesões escuras na superfície; (b) com escurecimento interno do tecido. Botucatu - UNESP, 2003

Não houve efeito notável da adubação na aparência das raízes durante o armazenamento; de modo geral, os tratamentos promoveram durabilidade semelhante (Tabela 30). Contudo, o contraste entre adubações minerais e orgânicas apontou diferenças estatísticas. Aos 8 dias em temperatura ambiente, nas raízes adubadas com fertilizantes orgânicos a aparência foi inferior, com enrugamento nas pontas das raízes e em aproximadamente 25% da casca. Aos 24 dias em câmara fria, as raízes adubadas com fertilizantes minerais exibiram aparência inferior (Tabela 2i), com enrugamento intenso, na maior parte da casca.

TABELA 30. Durabilidade de raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003

	-----temperatura ambiente (21,2°C) -----				----- câmara fria (2°C) -----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
4	4,8 A	5,0 A	4,8 A	4,8 A	4,8 A	5,0 A	5,0 A	4,8 A
8	4,3 A	4,5 A	3,8 A	3,8 A	4,8 A	4,5 A	4,8 A	4,8 A
12	2,8 D	3,5 BCD	3,0 CD	2,8 D	4,5 AB	4,0 ABC	4,8 A	4,5 AB
16	2,3 B	2,3 B	2,3 B	2,3 B	4,0 A	4,0 A	3,8 A	4,0 A
20	2,0 B	2,0 B	2,3 B	2,3 B	4,0 A	4,0 A	3,5 A	3,8 A
24	1,8 B	1,5 B	1,8 B	1,8 B	2,3 AB	2,3 AB	3,3 A	3,3 A
28	1,5 A	1,3 A	1,3 A	1,5 A	1,8 A	1,5 A	2,0 A	1,8 A
Média	3,0 BC	3,1 BC	3,0 C	3,0 BC	3,9 A	3,8 AB	4,0 A	4,0 A

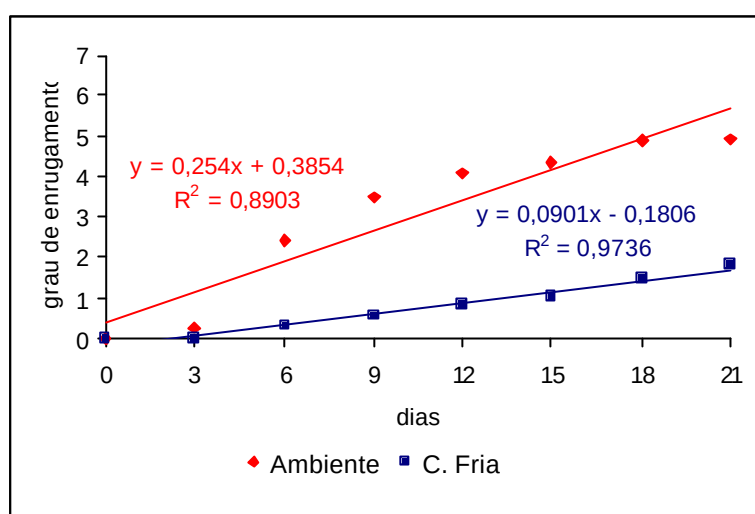
K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:80:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp = 5 kg/m linear de composto orgânico; Biod = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na segunda época pós-colheita, avaliou-se a aparência de raízes por meio do enrugamento, escurecimento e da deterioração microbiana dos tecidos, utilizando-se notas de 0 a 4 ou 5, segundo a característica avaliada, sendo 0 o ótimo do padrão comercial.

O enrugamento em temperatura ambiente foi maior ao observado em câmara fria (Tabela 2i). Aumentou de forma linear em temperatura ambiente e em câmara fria, à razão de 0,25 e 0,18 graus por dia, respectivamente (Figura 12). As equações de regressão quadrática e quártica também tiveram significância quanto ao enrugamento em temperatura ambiente (Tabela 2k). Após 21 dias, o grau de enrugamento foi de 4,8 e 1,5 nas raízes armazenadas em temperatura ambiente e em câmara fria, respectivamente, o que significa enrugamento de, em média, 100 e 25% da casca, respectivamente (Figura 13).

É provável que o maior enrugamento da casca nas raízes conservadas em temperatura ambiente ocorra devido à sua maior perda de água. Após 21 dias observou-se decréscimo de 9% no teor de umidade, em média, nas raízes armazenadas em temperatura ambiente, porcentagem superior à verificada em câmara fria (5%) (Tabela 31). O tipo de epiderme das tuberosas é importante na conservação da umidade. Por exemplo, raízes de *D. carota* não possuem a mesma cobertura de cera protetora que maçãs e pêras, e tendem a perder água mais rapidamente; uma perda de 3 a 6% de água é suficiente para depreciar muito o produto (Rocha, & Spagnol, s.d.) . Neste sentido, na temperatura ambiente e na câmara fria, foi observado aos 6 e 12 dias, respectivamente, decréscimo de 2% no teor de umidade de yacon, (Tabela 31), correspondendo ao enrugamento de 25 e 12,5 %, respectivamente, principalmente nas extremidades, do lado onde as raízes se fixam à planta. Após os espaços de tempo citados, o enrugamento aumenta, sendo visível em toda a superfície da raiz.



Temperatura ambiente

$$y = 0,254x + 0,3854$$

$$y = -0,0124x^2 + 0,5144x - 0,3958$$

$$y = 0,0002x^4 - 0,0081x^3 + 0,1x^2 + 0,0124x - 0,1073$$

Câmara fria

$$y = 0,0901x - 0,1806$$

FIGURA 12. Enrugamento de raízes em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003



FIGURA 13. Enrugamento em raízes após 21 dias de armazenamento: (a) na temperatura ambiente; (b) em câmara fria a 4°C. Botucatu - UNESP, 2003

TABELA 31. Teor de umidade em raízes em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	0 dias	6 dias	12 dias	21 dias
	----- % -----			
Temperatura Ambiente				
K3+M	89,00	85,71	84,61	79,33
K3	86,74	84,79	82,71	77,73
Comp.	87,70	86,54	83,93	78,08
Biod.	88,49	87,06	85,13	79,39
Câmara Fria				
K3+M	88,81	88,05	86,6	83,5
K3	88,23	86,96	86,0	83,9
Comp.	89,96	88,63	86,2	82,3
Biod.	88,14	87,52	86,2	83,9

Amb = armazenamento em temperatura ambiente; C.F. = armazenamento em câmara fria ($4^{\circ}\text{C} \pm 1$); K3+M = 20:60:30+ B no plantio, e 30 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:60:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp. = composto residual do cultivo anterior; Biod. = aplicação dos preparados 500 e 501 e composto biodinâmico residual do cultivo anterior.

Em relação à adubação, a análise de variância não apontou efeito significativo dos tratamentos minerais e orgânicos (Tabela 21). Entretanto, em ambos os tipos de armazenamento, os tratamentos “K3+M” e “Comp” mostraram tendência para causar maior perda de umidade nas raízes (Tabela 31), o que se relacionaria com o enrugamento da casca (Tabela 32) e a perda de massa (Tabela 27) das raízes cultivadas sob estes tratamentos, que foi maior aos outros tratamentos, porém sem diferenças estatísticas ao nível de 5% de probabilidade.

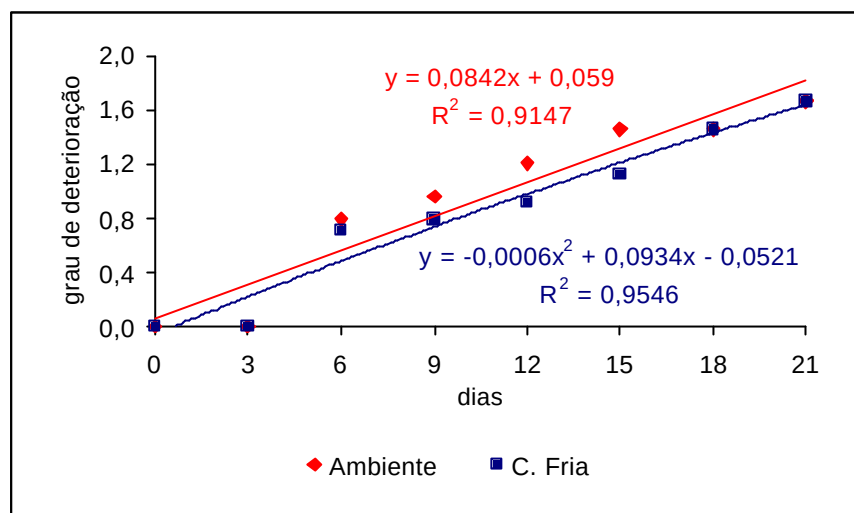
TABELA 32. Enrugamento de raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003

	----- temperatura ambiente (25,3°C) -----				----- câmara fria (4°C) -----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
4	0,3 A	0,0 A	0,7 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A
8	2,8 A	1,8 A	2,8 AB	2,2 AB	0,0 B	0,0 B	1,0 AB	0,3 AB
12	3,8 A	3,3 AB	3,8 A	3,0 AB	0,3 C	0,3 C	1,0 BC	0,7 C
16	4,5 A	3,3 AB	4,8 A	3,7 AB	0,8 C	0,7 C	1,2 BC	0,7 C
20	4,7 A	3,8 AB	4,8 A	4,2 A	1,0 C	1,0 C	1,3 BC	0,8 C
24	4,8 A	4,8 A	5,0 A	4,8 A	1,7 B	1,3 B	1,8 B	1,2 B
28	5,0 A	4,8 A	5,0 A	4,8 A	2,0 B	1,7 B	2,0 B	1,7 B
Média	3,7 A	3,1 A	3,9 A	3,2 A	0,8 B	0,7 B	1,2 B	0,8 B

K3+M = 20:60:30+ B no plantio, e 30 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:60:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp. = composto residual do cultivo anterior; Biod. = aplicação dos preparados 500 e 501 e composto biodinâmico residual do cultivo anterior.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A deterioração microbiana iniciou-se aos 6 dias em temperatura ambiente e em câmara fria, e ocorreu de forma semelhante durante o armazenamento, observando-se diferenças estatísticas entre as médias dos tipos de armazenamento. A conservação em temperatura ambiente promoveu, em média, deterioração microbiana superior à verificada em câmara fria (Tabela 2m). As equações de regressão linear, quadrática e quártica expressaram, significativamente, a deterioração microbiana na temperatura ambiente e na câmara fria (Tabela 2n). Considerando-se a equação de 1º grau, a deterioração microbiana de raízes aumentou linearmente à razão de 0,08 unidades por dia, em ambos os tipos de armazenamento (Figura 14). Aos 15 dias, raízes conservadas na câmara fria apresentaram escurecimento na extremidade que fixa as raízes à planta; posteriormente, a deterioração aumentou, e aos 21 dias observou-se entre 10 e 12% de deterioração no ambiente e na câmara fria, com mofo branco na extremidade basal (Figura 15).



Temperatura ambiente

$$y = 0,0842x + 0,059$$

$$y = -0,0029x^2 + 0,1461x - 0,1267$$

$$y = 6E-05x^4 - 0,0028x^3 + 0,035x^2 - 0,0193x - 0,0371$$

Câmara fria

$$y = 0,0807x - 0,0139$$

$$y = -0,0006x^2 + 0,0934x - 0,0521$$

$$y = 3E-05x^4 - 0,0012x^3 + 0,0127x^2 + 0,0516x - 0,0515$$

FIGURA 14. Deterioração microbiana de raízes em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003



(a)



(b)

FIGURA 15. Deterioração microbiana em raízes de yacon: (a) após 15 dias em câmara fria; (b) após 21 dias no ambiente e câmara fria, com visível mofo branco na extremidade basal. Botucatu - UNESP, 2003.

A superfície das raízes perdeu progressivamente a resistência ao ataque de microrganismos devido, possivelmente, à senescência natural das células e à perda da turgescência dos tecidos, em conformidade com observações realizadas em outras espécies. Em mandioca, houve aumento do grau de deterioração fisiológica com a diminuição dos teores de umidade das raízes (Carvalho et al., 1982). Em raízes de *D. carota* com baixa incidência de danos na colheita e menor desidratação parcial durante o armazenamento (perda de peso em torno de 3 a 6%) houve menor apodrecimento em pós-colheita (Tucker, 1974, citado por Pinto et al., 1984).

Elevada umidade relativa do ar em câmara fria favoreceu, provavelmente, a multiplicação de microrganismos. Segundo Awad (1993), umidade relativa de 90% parece ser a que melhor impede a perda excessiva de água dos produtos, sem favorecer em demasia a proliferação de microrganismos na superfície.

Os adubos minerais e orgânicos não causaram efeito significativo na deterioração microbiana durante o armazenamento. Apenas ocorreram diferenças estatísticas entre as médias dos tipos de adubação em câmara fria; raízes adubadas com fertilizantes orgânicos apresentaram, em média, deterioração microbiana superior às adubadas com minerais (Tabela 2o). Dentre os tratamentos orgânicos, o “Comp” aumentou a deterioração microbiana em relação ao “Biod”, porém, sem diferenças estatísticas (Tabela 33).

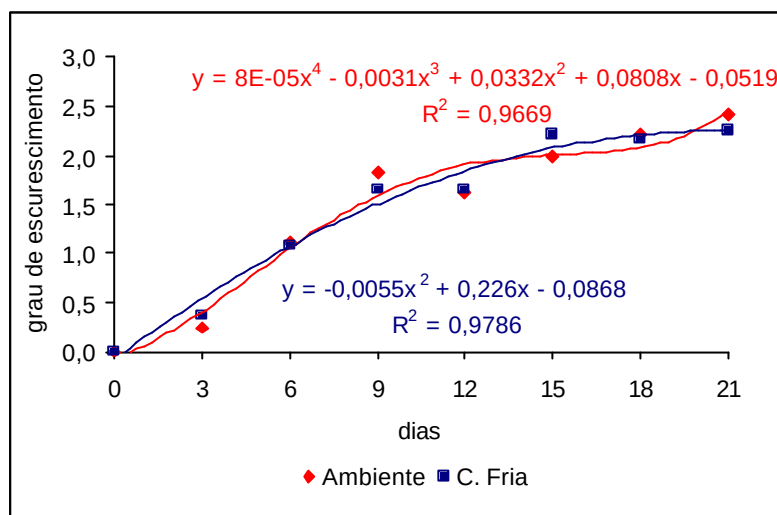
TABELA 33. Deterioração microbiana de raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003

	----- temperatura ambiente (25,3°C)-----				----- câmara fria (4°C) -----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
4	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A
8	1,0 A	0,5 A	1,0 A	0,7 A	0,7 A	0,5 A	0,8 A	0,8 A
12	1,0 A	0,7 A	1,2 A	1,0 A	0,7 A	0,7 A	1,0 A	0,8 A
16	1,2 A	1,2 A	1,3 A	1,2 A	0,8 A	1,0 A	1,0 A	0,8 A
20	1,3 A	1,8 A	1,3 A	1,3 A	1,0 A	1,0 A	1,5 A	1,0 A
24	1,3 A	1,8 A	1,3 A	1,3 A	1,3 A	1,3 A	1,7 A	1,5 A
28	1,7 A	1,8 A	1,5 A	1,7 A	1,5 A	1,8 A	1,8 A	1,5 A
Média	1,3 A	1,3 A	1,3 A	1,2 A	1,0 A	1,1 A	1,3 A	1,1 A

K3+M = 20:60:30+ B no plantio, e 30 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:60:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp. = composto residual do cultivo anterior; Biod. = aplicação dos preparados 500 e 501 e composto biodinâmico residual do cultivo anterior.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O escurecimento de tecidos foi semelhante em ambos os tipos de armazenamento (Tabela 2p). Em temperatura ambiente, o aumento progressivo do escurecimento ocorreu conforme equação de 4º grau, em câmara fria as equações linear e quadrática representaram o escurecimento de tecidos (Figura 16, Tabela 2q). Em ambos os armazenamentos, constatou-se aos 6 e 12 dias, escurecimento nas raízes de, aproximadamente, 28 e 41%, respectivamente; após 21 dias, o grau de escurecimento foi de 2,3 unidades, o que significou escurecimento entre 50 e 57% na superfície recém-cortada das raízes. Ao contrário da primeira época, não se observaram sintomas de danos pelo frio (*chilling*) durante o armazenamento em câmara fria a $4 \pm 1^\circ \text{C}$ (Figura 17).



Temperatura ambiente

$$y = 8E-05x^4 - 0,0031x^3 + 0,0332x^2 + 0,0808x - 0,0519$$

Câmara fria

$$y = 0,1114x + 0,2569$$

$$y = -0,0055x^2 + 0,226x - 0,0868$$

FIGURA 16 Escurecimento de raízes em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003.

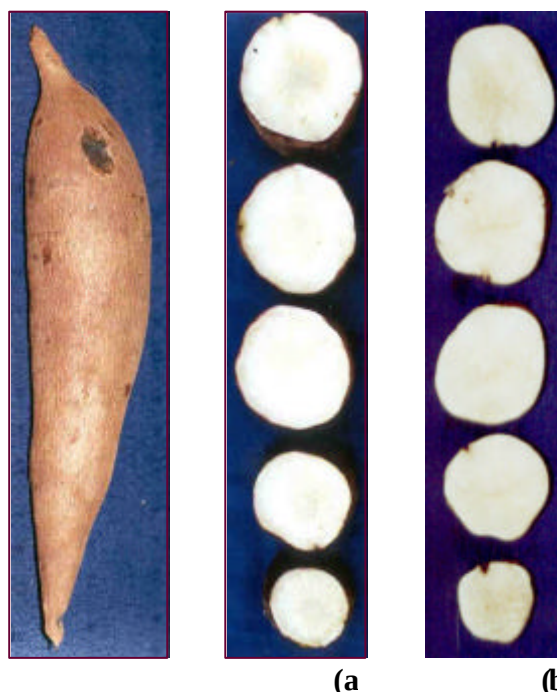


FIGURA 17. Escurecimento em raízes de yaca: (a) no início do armazenamento; (b) após 21 dias de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003O processo de escurecimento acontece

de forma inevitável na superfície recém cortada das raízes. O dano das células coloca em contato íntimo a enzima polifenoloxidase (PPO) e os fenóis, separados em diversos compartimentos nas células intactas, e ocorrem reações de oxidação com formação de pigmentos insolúveis (Ju et al., 1996). A enzima peroxidase (POD) também estaria envolvida na oxidação dos fenóis (Robinson, 1991). Ferimentos na época da colheita, danos ou incidência de microrganismos durante o armazenamento, aceleram a oxigenação dos tecidos e a oxidação de compostos fenólicos pela PPO (Awad, 1993)

Em relação à adubação, raízes cultivadas com fertilizantes minerais, principalmente com “K3”, mostraram tendência de maior escurecimento durante o armazenamento, porem, não diferiram das cultivadas com orgânicos (Tabelas 34 e 2r). É provável que o desbalanceamento de nutrientes minerais com adubações minerais promova alterações no metabolismo normal das raízes em pós-colheita. Neste aspecto, a deficiência de boro e zinco promove acúmulo de fenóis e menor atividade da superóxido-desmutase (SOD), respectivamente. A deficiência de SOD promove aumento de radicais tóxicos, responsáveis pela peroxidação dos lipídeos da membranae aumento da sua permeabilidade. (Marschner, 1995).

Mc Gary et al. (1996) documentaram o escurecimento de tubérculos de batata e citaram trabalhos científicos que apontam acréscimos no escurecimento interno com aplicações de nitrogênio, e decréscimos mínimos (entre 10 e 30%) com adubações excessivas de potássio, principalmente em solos deficientes neste nutriente. Os autores concluíram que é preferível observar a relação K/N para evitar excessos na adubação e desequilíbrio nutricional.

TABELA 34. Escurecimento de raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003

	----- temperatura ambiente (25,3°C)-----				----- câmara fria (4°C)-----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
4	0,50 A	0,33 A	0,00 A	0,17 A	0,67 A	0,50 A	0,33 A	0,00 A
8	1,00 A	1,50 A	1,17 A	0,83 A	1,17 A	1,50 A	0,67 A	1,00 A
12	2,00 A	1,83 A	1,67 A	1,83 A	1,50 A	1,83 A	2,00 A	1,33 A
16	1,50 A	1,83 A	1,67 A	1,50 A	1,50 A	1,67 A	1,67 A	1,83 A
20	2,17 A	2,00 A	1,83 A	2,00 A	2,33 A	2,67 A	2,00 A	1,83 A
24	2,17 A	2,33 A	2,17 A	2,17 A	2,17 A	2,50 A	2,00 A	2,00 A
28	2,50 A	2,50 A	2,33 A	2,33 A	2,50 A	2,17 A	2,17 A	2,17 A
Média	1,69 A	1,76 A	1,55 A	1,55 A	1,69 A	1,83 A	1,55 A	1,45 A

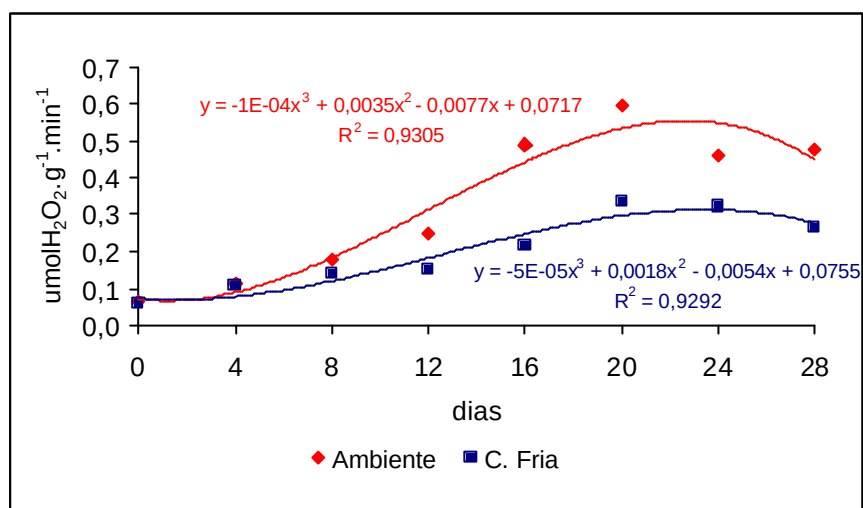
K3+M = 20:60:30+ B no plantio, e 30 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:60:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp. = composto residual do cultivo anterior; Biod. = aplicação dos preparados 500 e 501 e composto biodinâmico residual do cultivo anterior.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.2.3 Atividade da peroxidase (POD).

Na primeira época, notaram-se diferenças estatísticas entre os tipos de armazenamento. Após 8 dias de armazenamento observou-se maior atividade enzimática na temperatura ambiente, com acréscimo de 65% em relação à atividade em câmara fria (Tabela 2s), o que relacionou-se com a durabilidade das raízes, que foi inferior no ambiente a partir desta data (Tabela 2g). A temperatura ambiente provavelmente promoveu condições que potencializaram a atividade da POD, uma vez que, o aumento da temperatura em 10°C, aumenta de 2 a 3 vezes a velocidade das reações química e bioquímicas (Rocha & Spagnol, s.d.) Em ambos os tipos de armazenamento, as equações de regressão linear, quadrática e cúbica retrataram a atividade da peroxidase. A equação quártica foi significativa unicamente em temperatura ambiente (Tabela 2t). Considerou-se o polinômio de 3º grau apropriado a

representação do comportamento enzimático em ambos os tipos de armazenamento (Figura 18). A POD aumentou progressivamente até os 20 dias, e neste ponto a atividade enzimática em temperatura ambiente ($0,60 \mu\text{molH}_2\text{O}_2.\text{g}^{-1}.\text{min}^{-1}$) significou acréscimo de 82% em relação à atividade em câmara fria ($0,33 \mu\text{molH}_2\text{O}_2.\text{g}^{-1}.\text{min}^{-1}$) (Tabela 2s).



Temperatura ambiente

$$y = 0,0181x + 0,0749$$

$$y = -0,0006x^2 + 0,0354x + 0,0058$$

$$y = -1E-04x^3 + 0,0035x^2 - 0,0077x + 0,0717$$

$$y = 2E-06x^4 - 0,0002x^3 + 0,0056x^2 - 0,0191x + 0,0784$$

Câmara fria

$$y = 0,0095x + 0,0669$$

$$y = -0,0002x^2 + 0,0152x + 0,044$$

$$y = -5E-05x^3 + 0,0018x^2 - 0,0054x + 0,0755$$

FIGURA 18. Atividade da peroxidase em raízes, em temperatura ambiente ($21,2^\circ\text{C}$) e em câmara fria ($2\pm 1^\circ\text{C}$), durante a primeira época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003.

O aumento da atividade da POD durante o armazenamento resultou, possivelmente, do estresse oxidativo induzido pela colheita das raízes. A produção de superóxidos e peróxidos de hidrogênio durante a senescência dos tecidos induziria à peroxidação dos lipídeos da membrana, afetando a integridade da mesma. A enzima POD atuaria no mecanismo antioxidante de defesa celular contra radicais livres, uma vez que catalisaria a decomposição de H_2O_2 tóxico (Birecka et al., 1979; Marangoni et al., 1996; Chaiprasart et al., 2001).

Por outro lado, é provável que a peroxidase participe na síntese de etileno (Clemente & Pastore, 1998, Siegel, 1993). Segundo Bedwell (1974), citado por Izundu (1995), o etileno gerado durante a senescência promove a síntese ‘de novo’ da enzima POD. Apelbaum et al. (1981) mencionam que a transformação de ACC (ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico) para C_2H_4 (etileno) pode ser inibida por agentes quelantes contendo cobre, e sugerem a atuação da enzima Cu-peroxidase nessa reação.

Os adubos minerais e orgânicos não causaram efeito significativo na atividade da POD durante o armazenamento (Tabela 2u). Em média, o tratamento “Comp” apresentou maior atividade em temperatura ambiente, sendo, contudo, semelhante aos outros tratamentos de adubação (Tabela 35).

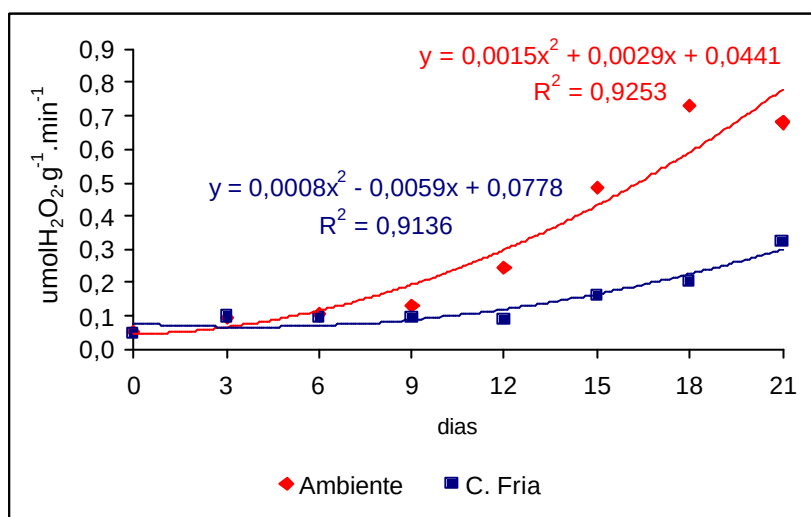
TABELA 35. Atividade da peroxidase em raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	----- temperatura ambiente (21,2°C)----				----- câmara fria (2°C)-----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
0	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A
4	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A
8	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A
12	0,2 AB	0,2 AB	0,3 A	0,2 AB	0,2 B	0,1 B	0,1 B	0,2 B
16	0,6 A	0,5 A	0,5 A	0,4 A	0,2 B	0,2 B	0,2 B	0,2 B
20	0,6 AB	0,6 AB	0,6 A	0,6 AB	0,3 B	0,3 B	0,4 AB	0,3 B
24	0,4 ABC	0,5 AB	0,6 A	0,3 ABC	0,3 C	0,4 ABC	0,3 BC	0,3 BC
28	0,4 A	0,5 A	0,5 A	0,5 A	0,2 A	0,2 A	0,3 A	0,3 A
Média	0,3 A	0,3 A	0,4 A	0,3 A	0,2 B	0,2 B	0,2 B	0,2 B

K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:8a0:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp = 5 kg/m linear de composto orgânico; Biod = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na segunda época, novamente a atividade enzimática na temperatura ambiente foi superior à verificada em câmara fria. Após 9 dias, observaram-se diferenças significativas entre ambos os tipos de armazenamento (Tabela 2v). A significância das equações de regressão foi semelhante à primeira época (Tabela 2w), e o polinômio de 2º grau representou de forma adequada a atividade da POD em ambos os tipos de armazenamento (Figura 19). Em temperatura ambiente, notou-se máxima atividade de $0,73 \mu\text{molH}_2\text{O}_2\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ aos 18 dias; em câmara fria, a máxima atividade ($0,32 \mu\text{molH}_2\text{O}_2\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) ocorreu aos 21 dias de armazenamento (Tabela 2v).



Temperatura ambiente

$$y = 0,035x - 0,0522$$

$$y = 0,0015x^2 + 0,0029x + 0,0441$$

$$y = -0,0002x^3 + 0,0068x^2 - 0,0386x + 0,0916$$

$$y = -5\text{E-}05x^4 + 0,0018x^3 - 0,0187x^2 + 0,0646x + 0,0463$$

Câmara fria

$$y = 0,0106x + 0,0286$$

$$y = 0,0008x^2 - 0,0059x + 0,0778$$

$$y = 9\text{E-}05x^3 - 0,0022x^2 + 0,0172x + 0,0514$$

FIGURA 19. Atividade da peroxidase em raízes, em temperatura ambiente ($25,3^\circ\text{C}$) e em câmara fria ($4\pm 1^\circ\text{C}$), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003.

O comportamento bioquímico está em conformidade com Vilhena (2001), que verificou aumento progressivo da POD durante o armazenamento de yacon em temperatura ambiente (22°C), e após 15 dias, atividade enzimática em ambiente três vezes maior à atividade em câmara fria (4°C). Buschmann et al. (2000) notaram variações mínimas na POD durante as primeiras 24 a 48 horas após a colheita de mandioca, e incrementos superiores após 4 dias.

Novamente, os adubos minerais não diferiram dos orgânicos. Contudo, os adubos minerais mostraram tendência para promover maior atividade enzimática, em temperatura ambiente, apontando acréscimos em relação aos adubos orgânicos de 40 e 26 % aos 12 e 15 dias, respectivamente (Tabela 2x). Em câmara fria, o tratamento mineral “K3+M” apresentou, em média, maior atividade enzimática, porém, não diferiu dos outros tratamentos (Tabela 36).

TABELA 36. Atividade da peroxidase em raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	----- temperatura ambiente (25,3° C)-----				----- câmara fria (2° C)-----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
0	0,0 A	0,0 A	0,1 A	0,1 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A
4	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A
8	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A
12	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A
16	0,3 A	0,2 AB	0,2 AB	0,2 AB	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B
20	0,5 A	0,6 A	0,4 AB	0,4 A	0,1 C	0,2 BC	0,1 C	0,2 C
24	0,8 A	0,7 A	0,7 A	0,7 A	0,2 B	0,2 B	0,2 B	0,2 B
28	0,6 A	0,7 A	0,7 A	0,7 A	0,4 A	0,3 A	0,3 A	0,3 A
Média	0,3 A	0,3 A	0,3 A	0,3 A	0,2 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B

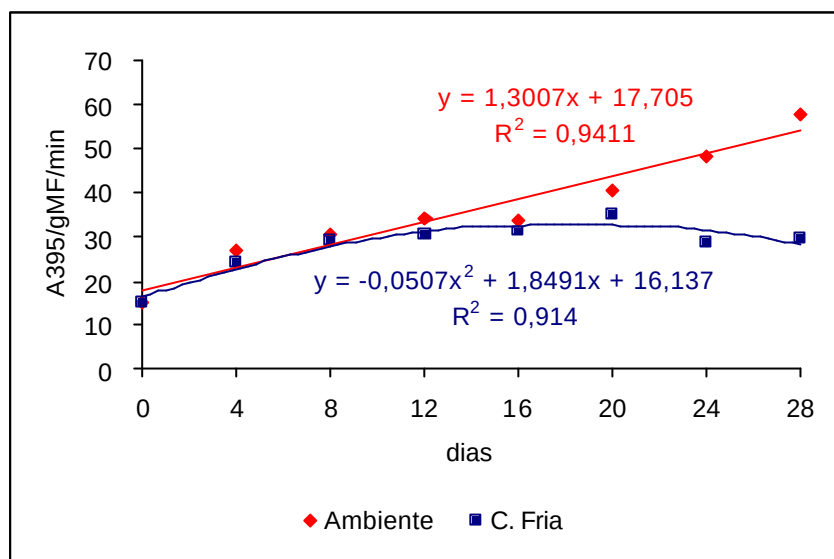
K3+M = 20:60:30+ B no plantio, e 30 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:60:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp. = composto residual do cultivo anterior; Biod. = aplicação dos preparados 500 e 501 e composto biodinâmico residual do cultivo anterior.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 4.2.4 Atividade da polifenoloxidase (PPO).

4.2.4 Atividade da polifenoloxidase (PPO).

Na primeira época, observaram-se diferenças entre temperatura ambiente e câmara fria. A partir dos 24 dias, a atividade da PPO aumentou na temperatura ambiente, com acréscimo em relação à câmara fria de 70 e 95% aos 24 e 28 dias, respectivamente (Tabela 2y). Em temperatura ambiente, as equações de regressão linear, quadrática e quártica reproduziram a atividade da PPO. Em câmara fria, as equações linear, quadrática e cúbica apresentaram significância (Tabela 2z). As equações de 1º e 2º grau retrataram de forma adequada a atividade enzimática em temperatura ambiente e em câmara fria, respectivamente. Em temperatura ambiente, a PPO aumentou linearmente à razão de 1,3 $A_{395}.g^{-1}.min^{-1}$ por dia, ocorrendo atividade de 57,65 $A_{395}.g^{-1}.min^{-1}$ aos 28 dias. Em câmara fria, observou-se aumento contínuo da PPO até 20 dias; neste ponto, a atividade da PPO foi de 35,0 $A_{395}.g^{-1}.min^{-1}$ (Figura 20).

O aumento da atividade da PPO aconteceu, possivelmente, devido à maior disponibilidade de substratos fenólicos. Em células intactas, os fenóis e a PPO encontram-se em diferentes compartimentos celulares (Ju et al., 1996; Renard et al., 2001). Durante o armazenamento, as células perdem gradualmente a integridade das membranas, induzindo o colapso dos vacúolos e o vazamento de solutos que desorganizam a compartimentalização celular. Consequentemente, a enzima PPO entra em contato com os fenóis e promove reações de oxidação no substrato disponível (Zhang et al., 1997; Richardson, 1976, citado por Wang et al., 1983).



Temperatura ambiente

$$y = 1,3007x + 17,705$$

$$y = 0,0108x^2 + 0,9978x + 18,916$$

$$y = -0,0003x^4 + 0,0194x^3 - 0,4416x^2 + 4,4483x + 14,94$$

Câmara fria

$$y = 0,4287x + 21,818$$

$$y = -0,0507x^2 + 1,8491x + 16,137$$

$$y = 0,0013x^3 - 0,107x^2 + 2,439x + 15,236$$

FIGURA 20. Atividade da polifenoloxidase em raízes, em temperatura ambiente (21,2°C) e em câmara fria (2±1°C), durante a primeira época de armazenamento de yacon. Botucatu, UNESP, 2003.

As adubações mineral e orgânica causaram efeito significativo na atividade da PPO durante o armazenamento em temperatura ambiente. Em média, raízes adubadas com fertilizantes minerais apresentaram atividade da PPO superior, com acréscimo de 29% em relação às adubadas com orgânicos (Tabela 2aa) . Observou-se atividade superior com o tratamento “K3” (39,7 A₃₉₅.g⁻¹.min⁻¹) e inferior com “Biod” (32,0 A₃₉₅.g⁻¹.min⁻¹), entretanto, não diferindo entre si (Tabela 37).

Uma vez que os adubos minerais apresentaram, em média, maior perda de massa de raízes, é provável que eles promovam maior perda de turgescência dos tecidos, causando flacidez das raízes, susceptibilidade à descompartimentalização celular e escurecimento nas superfícies recém cortadas. Segundo Cano et al. (1997), produtos com

níveis elevados de atividade da PPO exibem rápido escurecimento quando as superfícies entram em contato com o ar, durante processos de corte, descascamento ou outros. Por outro lado, o teor de fenóis possivelmente foi superior com adubações minerais devido ao desbalanceamento entre nutrientes minerais. Neste aspecto, cita-se o acúmulo de fenóis estimulado pela deficiência de B e K (Marschner, 1995; Mulder, 1956).

Em câmara fria, as adubações mineral e orgânica não mostraram efeito significativo. As raízes cultivadas com fertilizantes minerais e orgânicos apresentaram, em média, atividade da PPO semelhante ($27,8 A_{395} \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$) (Tabela 2aa).

TABELA 37. Atividade da polifenoloxidase em raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

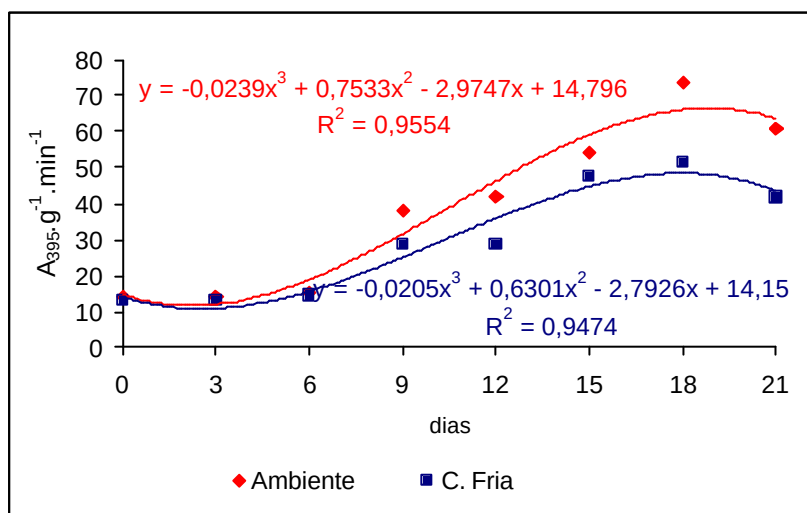
	----- temperatura ambiente (21,2°C)-----				----- câmara fria (2°C)-----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
0	14,7 A	15,8 A	15,2 A	14,2 A	14,1 A	15,2 A	14,2 A	16,2 A
4	27,1 A	32,5 A	23,0 A	25,1 A	27,2 A	21,4 A	20,7 A	26,7 A
8	24,2 A	36,9 A	29,2 A	31,6 A	25,0 A	29,6 A	31,1 A	29,9 A
12	31,1 A	39,1 A	32,6 A	33,7 A	28,6 A	28,6 A	33,2 A	30,6 A
16	37,7 A	34,4 A	31,9 A	32,3 A	32,1 A	33,0 A	29,4 A	31,3 A
20	40,9 A	44,3 A	39,6 A	38,0 A	34,9 A	36,9 A	33,7 A	34,7 A
24	43,5 AB	50,5 AB	61,3 A	38,4 ABC	25,9 C	32,0 BC	24,8 C	31,0 BC
28	71,1 A	64,2 AB	52,3 ABC	43,0 BCD	28,6 DE	29,6 DE	26,3 E	33,7 CDE
Média	36,3 AB	39,7 A	35,6 ABC	32,0 ABC	27,0 C	28,3 BC	26,7 C	29,3 BC

K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:80:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp = 5 kg/m linear de composto orgânico; Biod = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na segunda época, a atividade da PPO em temperatura ambiente foi superior à atividade em câmara fria a partir dos 9 dias. Em média, observou-se acréscimo de 31% na atividade enzimática em temperatura ambiente (Tabela 2bb). As equações de

regressão linear, quadrática e cúbica apontaram significância em ambos os tipos de armazenamento; a equação quártica foi significativa unicamente para a atividade enzimática em temperatura ambiente (Tabela 2cc). Considerou-se o polinômio de 3º grau adequado para expressar o aumento da PPO em ambos os tipos de armazenamento (Figura 21). A máxima atividade ocorreu aos 18 dias de armazenamento, e neste ponto, a atividade em temperatura ambiente (73,9 $A_{395}/gMF/min$) representou acréscimo de 43% em relação à atividade em câmara fria (51,5 $A_{395}/gMF/min$) (Tabela 2bb).



Temperatura ambiente

$$y = 2,9647x + 7,9328$$

$$y = 0,0015x^2 + 2,9322x + 8,0301$$

$$y = -0,0239x^3 + 0,7533x^2 - 2,9747x + 14,796$$

$$y = -0,0013x^4 + 0,0299x^3 + 0,0537x^2 - 0,1398x + 13,552$$

Câmara fria

$$y = 1,9473x + 9,3453$$

$$y = -0,016x^2 + 2,2838x + 8,3356$$

$$y = -0,0205x^3 + 0,6301x^2 - 2,7926x + 14,15$$

FIGURA 21. Atividade da polifenoloxidase em raízes, em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003.

O comportamento enzimático confirma resultados anteriores. Durante o armazenamento de yacon, Quijano et al. (2000) observaram atividade da PPO em câmara fria (4°C) inferior à atividade em temperatura ambiente. Provavelmente, o armazenamento a

4°C reduziu a velocidade das reações metabólicas, conforme referido por Chitarra & Chitarra (1990).

O aumento da atividade enzimática se relacionou com a maior disponibilidade de substrato, uma vez que o teor de fenóis totais também aumentou segundo equação cúbica (Figura 22) e foi superior, em temperatura ambiente, a partir dos 9 dias (Tabela 2dd). Os danos causados na colheita, as infecções microbianas ou o estresse oxidativo durante o armazenamento promoveram, possivelmente, a biosíntese dos fenóis, permitindo sua atuação no mecanismo de defesa aos danos, e em resposta à própria senescência das raízes (Carvalho et al., 1985). Em mandioca, Carvalho et al. (1982) verificaram que a síntese de compostos fenólicos após a incidência de microrganismos confere resistência às raízes durante o armazenamento; Uritani (1998), não observou compostos fenólicos no tecido das raízes na época da colheita; estes foram produzidos durante os primeiros dias em pós-colheita e atingiram o máximo após 2 a 3 dias.

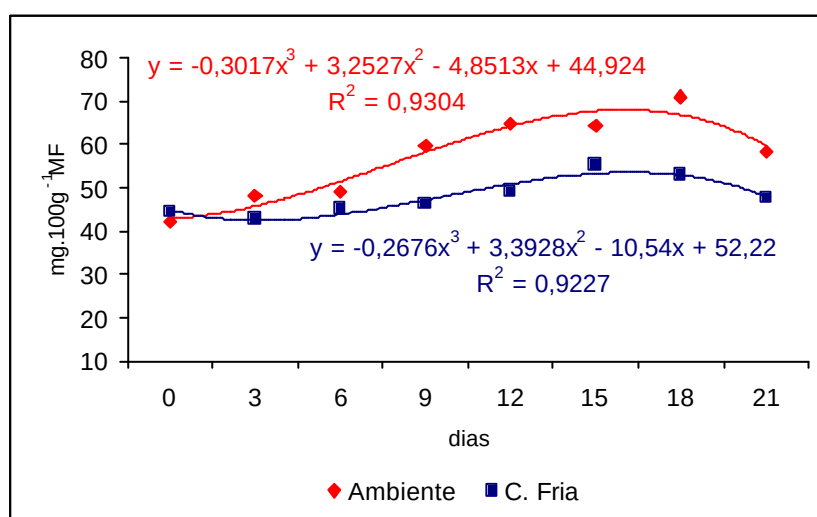


FIGURA 22. Teor de fenóis em raízes, em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003.

As temperaturas mais baixas nem sempre permitem redução no metabolismo, sem alterar a fisiologia da raiz (Rocha, s.d.). Neste aspecto, raízes armazenadas a 2°C apresentaram sintomas de “chilling” após 15 dias, possivelmente devido, à maior atividade das enzimas POD e PPO nesta temperatura, principalmente durante os primeiros 12 dias (Tabelas 2s e 2y, respectivamente). De acordo com a equação de regressão linear, a atividade da PPO aumentou à razão de 4,29 $A_{395}.g^{-1}.min^{-1}$ por dia a 2°C, proporção superior à verificada a 4°C (1,95 $A_{395}.g^{-1}.min^{-1}$ por dia); e atividade da POD aumentou à razão de 0,01 $\mu molH_2O_2.g^{-1}.min^{-1}$ por dia em ambas as temperaturas. Admitindo que, ambas as enzimas estão envolvidas no processo de escurecimento de tecidos (Cano et al., 1997), é provável que a maior produção de superóxidos e peróxidos de hidrogênio nos tecidos danificados pelo frio, induziu a maior atividade da POD para decomposição do H_2O_2 tóxico. Além disso, a degradação das membranas e a perda da compartimentalização celular permitiram a oxidação enzimática de fenóis pela PPO, resultando na formação de pigmentos escuros (Marangoni et al., 1995 Zhang et al., 2000).

A análise de variância não apontou efeito das adubações mineral e orgânica na atividade da PPO durante o armazenamento na segunda época (Tabelas 38 e 2ee). Raízes adubadas com fertilizantes minerais e orgânicos apresentaram atividade da PPO de, em média, 38,8 e 29,6 $A_{395}.g^{-1}.min^{-1}$, respectivamente, em temperatura ambiente, e 29,6 e 29,9 $A_{395}.g^{-1}.min^{-1}$, respectivamente, em câmara fria (Tabela 2ee).

TABELA 38. Atividade da polifenoloxidase em raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

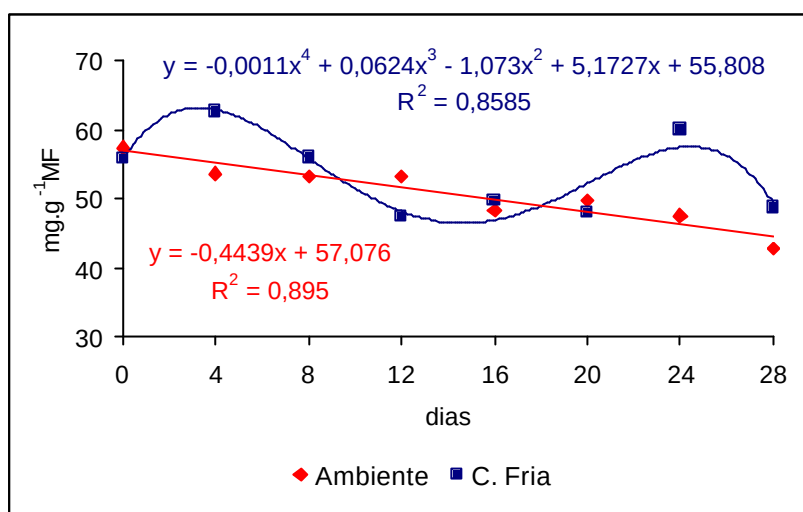
	----- temperatura ambiente (25,3°C)-----				----- câmara fria (2°C)-----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
0	14,0 A	13,2 A	15,4 A	13,4 A	13,2 A	12,7 A	13,5 A	12,2 A
3	14,3 A	12,6 A	14,8 A	14,7 A	12,2 A	13,8 A	14,5 A	12,7 A
6	14,8 A	17,6 A	15,2 A	14,2 A	13,1 A	15,6 A	15,8 A	13,6 A
9	33,8 AB	40,1 A	38,4 AB	39,8 A	22,5 C	32,9 ABC	32,4 ABC	26,0 BC
12	42,1 A	44,2 A	42,1 A	39,4 A	30,6 A	28,2 A	24,6 A	31,7 A
15	48,5 AB	61,3 A	57,4 AB	50,0 AB	45,6 AB	48,6 AB	43,4 B	51,4 AB
18	77,4 A	72,0 A	70,9 A	75,1 A	49,7 A	47,7 A	54,0 A	54,4 A
21	61,3 A	54,4 A	67,9 A	59,6 A	42,1 A	45,9 A	36,9 A	41,9 A
Média	38,3 AB	39,4 A	40,3 AB	38,3 A	28,6 C	30,7 BC	29,4 C	30,5 C

K3+M = 20:60:30+ B no plantio, e 30 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:60:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp. = composto residual do cultivo anterior; Biod. = aplicação dos preparados 500 e 501 e composto biodinâmico residual do cultivo anterior.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.2.5 Teor de frutose total.

Pela análise de variância houve diferenças durante a primeira época pós-colheita. Aos 4 e 28 dias, o teor de frutose total em câmara fria foi superior ao teor em temperatura ambiente. O armazenamento em câmara fria manteve, em média, o teor de frutose com maior eficiência (Tabela 2ff). Em câmara fria, as equações de regressão linear e quártica apresentaram significância estatística; e em temperatura ambiente, unicamente a equação linear foi significativa (Tabela 2gg). O teor de frutose total em temperatura ambiente diminuiu linearmente à razão de 0,44 mg.g⁻¹MF por dia, maior que à verificada em câmara fria, (0,25 mg.g⁻¹MF por dia) (Figura 23). Após 28 dias de armazenamento, houve decréscimo no teor de frutose de 26 e 13% em temperatura ambiente e em câmara fria, respectivamente.



Temperatura ambiente Câmara fria
 $y = -0,4439x + 57,076$ $y = -0,2501x + 57,171$
 $y = -0,0011x^4 + 0,0624x^3 - 1,073x^2 + 5,1727x + 55,808$

FIGURA 23. Teor de frutose total em raízes, em temperatura ambiente (21,2°C) e em câmara fria (2±1°C), durante a primeira época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003

Durante o metabolismo respiratório ocorreu, provavelmente, consumo progressivo da frutose liberada após despolimerização de cadeias longas de FOS, conforme referido por Molder et al. (1993) para tubérculos de *H. tuberosus*; nesta espécie, as moléculas de frutose e a molécula terminal de sacarose, provenientes da quebra dos FOS via complexo enzimático, participam na respiração, sendo que a frutose entra diretamente na seqüência glicolítica e a sacarose é previamente hidrolisada a glicose e frutose (Salisbury & Ross, 1991). A redução de frutose também estaria associada à incidência de microrganismos que alteraram a respiração das raízes

As adubações mineral e orgânica não diferiram entre si, contudo, durante o armazenamento em temperatura ambiente e em câmara fria, a adubação orgânica aumentou o teor de frutose mais que a adubação mineral. Dentre os tratamentos orgânicos destacou-se o “Biod”, que mostrou, em média, maior teor de frutose total em ambas as condições de armazenamento, mas não diferiu dos outros tratamentos (Tabela 39). Nas raízes crescidas com adubos minerais e orgânicos houve, em média, teor de frutose de 49,6 e 52,1 mg/gMF, respectivamente, em temperatura ambiente, e de 53,2 e 54,1 mg.g¹MF, respectivamente, em câmara fria (Tabela 2hh).

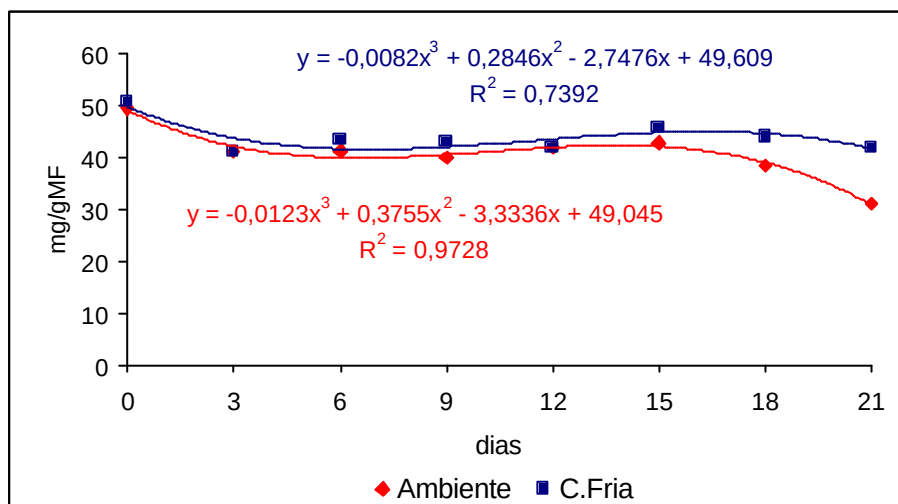
TABELA 39. Teor de frutose total em raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento de yacon. Botucatu - UNESP, 2003.

	----- temperatura ambiente (21,2°C)-----				----- câmara fria (2°C)-----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
0	57,7 A	56,4 A	57,7 A	58,4 A	54,4 A	55,1 A	55,5 A	58,8 A
4	53,5 A	53,0 A	50,0 A	58,6 A	61,2 A	60,7 A	68,2 A	60,7 A
8	54,1 A	46,2 A	58,4 A	54,9 A	57,3 A	54,5 A	53,7 A	59,0 A
12	58,0 A	49,9 A	55,0 A	50,7 A	45,9 A	50,1 A	51,6 A	42,5 A
16	48,4 A	45,5 A	47,6 A	52,2 A	51,5 A	50,7 A	43,8 A	53,9 A
20	47,8 A	46,2 A	49,4 A	56,3 A	48,2 A	48,1 A	49,0 A	47,1 A
24	47,0 A	45,2 A	51,7 A	46,6 A	55,7 A	63,4 A	58,5 A	63,0 A
28	43,2 A	41,2 A	42,3 A	44,6 A	51,2 A	44,3 A	46,5 A	53,4 A
Média	51,2 A	48,0 A	51,5 A	52,8 A	53,2 A	53,4 A	53,3 A	54,8 A

K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:80:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp = 5 kg/m linear de composto orgânico; Biod = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na segunda época, as diferenças entre temperatura ambiente e câmara fria foram significativas, unicamente, aos 21 dias. Contudo, o teor de frutose total em câmara fria foi, em média, superior, com acréscimo de 8% em relação a temperatura ambiente (Tabela 2ii). O polinômio de 3º grau representou, significativamente, a diminuição do teor de frutose total durante o armazenamento (Figura 24). Em temperatura ambiente, a equação linear também apresentou significância (Tabela 2jj). Após 21 dias, as raízes mostraram decréscimo no teor de frutose de 37 e 17 %, em temperatura ambiente e em câmara fria, respectivamente.



Temperatura ambiente

$$y = -0,5347x + 46,287$$

$$y = -0,0123x^3 + 0,3755x^2 - 3,3336x + 49,045$$

Câmara fria

$$y = -0,0082x^3 + 0,2846x^2 - 2,7476x + 49,609$$

FIGURA 24. Teor de frutose total em raízes, em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003.

A diminuição da frutose total está em conformidade com a bibliografia consultada, pois comportamento similar ocorreu em outras tuberosas e frutas. Zhang et al. (2002), avaliando o conteúdo de açúcares em genótipos de *I. batatas*, observaram menor teor de frutose após 60 dias de armazenamento. Ding et al. (1998) verificaram decréscimo progressivo de frutose, glicose, sacarose e açúcares totais em frutos de *Eriobotrya japonica* conservados em diversas temperaturas, durante 60 dias. Vilhena (2001), estudando técnicas pós-colheita de yacon, verificou decréscimo no teor de frutose total em raízes armazenadas em ambiente e câmara fria (4°C), sendo que após 15 dias, nas raízes mantidas a 4°C houve decréscimo de 37% no teor de frutose total.

É provável que o decréscimo da frutose relacione-se com a diminuição de FOS em pós-colheita, conforme referido por Ohyam et al., (1990) e Asami et al., (1991). A despolimerização de FOS durante o armazenamento compromete a qualidade das raízes, uma vez que os FOS possuem propriedades funcionais benéficas à saúde (Alípio, 2000). Portanto, há necessidade de pesquisas objetivando o aprimoramento de métodos pós-colheita para sua preservação durante o armazenamento e/ou processamento.

Comparando-se as adubações mineral e orgânica, o teor de frutose total foi maior com adubos minerais aos 9 dias em ambiente, e aos 6 dias em câmara fria, principalmente com “K3+M” (Tabela 40). De forma contrária, aos 12 e 15 dias em ambiente, os adubos orgânicos apresentaram teor de frutose superior aos minerais. De forma geral, os adubos minerais e orgânicos promoveram, em média, teor semelhante de frutose total (Tabela 2kk).

TABELA 40. Teor de frutose total em raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	----- temperatura ambiente (25,3°C)-----				----- câmara fria (4°C)-----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
0	49,2 A	48,7 A	47,4 A	52,2 A	50,4 A	48,2 A	51,7 A	51,9 A
4	41,1 A	38,8 A	35,6 A	48,5 A	36,4 A	41,2 A	46,1 A	40,5 A
8	39,5 A	44,1 A	45,0 A	36,3 A	48,4 A	45,5 A	37,0 A	43,0 A
12	45,9 A	40,2 A	38,5 A	34,4 A	41,5 A	45,7 A	42,3 A	42,3 A
16	36,1 A	37,4 A	42,0 A	51,9 A	43,4 A	40,0 A	47,2 A	36,3 A
20	34,6 A	43,8 A	48,0 A	44,8 A	46,4 A	45,9 A	48,4 A	42,4 A
24	37,3 A	37,0 A	39,0 A	39,8 A	50,2 A	41,4 A	46,7 A	37,5 A
28	33,0 AB	32,7 AB	31,9 AB	26,8 B	37,3 AB	43,2 A	40,7 AB	46,3 A
Média	39,6 B	40,3 AB	40,9 AB	41,8 AB	44,3 AB	43,9 AB	45,0 A	42,5 AB

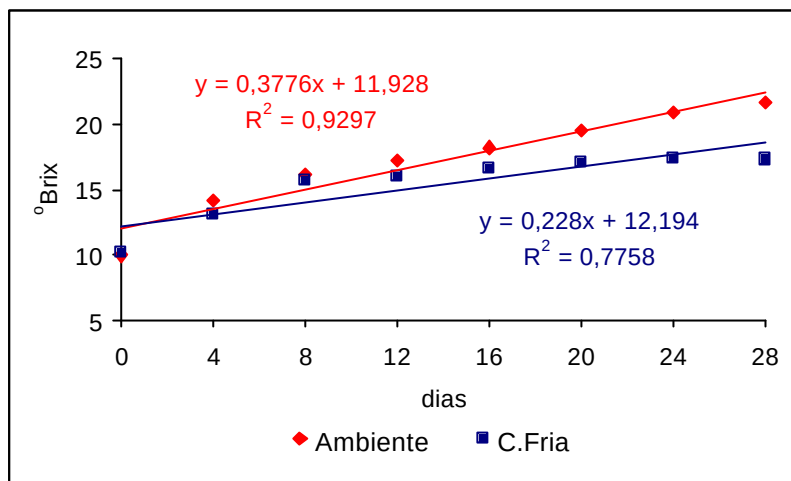
K3+M = 20:60:30+ B no plantio, e 30 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:60:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp. = composto residual do cultivo anterior; Biod. = aplicação dos preparados 500 e 501 e composto biodinâmico residual do cultivo anterior.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.2.6 Teor de sólidos solúveis totais (SST).

O teor de SST variou durante o armazenamento na primeira época.

Em temperatura ambiente, observou-se teor de SST superior à câmara fria, principalmente a partir dos 12 dias (Tabela 2II). As regressões linear, quadrática, cúbica e quártica foram significativos em ambos os tipos de armazenamento (Tabela 2mm). A equação linear foi mais adequada para representar a variação de SST durante o armazenamento. Notou-se aumento linear à razão de 0,38 e 0,23°Brix por dia em temperatura ambiente e em câmara fria, respectivamente (Figura 25). Após 28 dias, o teor de SST em ambiente (21,6° Brix) e em câmara fria (17,3°Brix) aumentou de 118 e 70%, respectivamente, em relação ao teor inicial.



Temperatura ambiente

$$y = 0,3776x + 11,928$$

$$y = -0,0103x^2 + 0,6669x + 10,77$$

$$y = 0,0009x^3 - 0,0463x^2 + 1,044x + 10,194$$

$$y = -9E-05x^4 + 0,0056x^3 - 0,129x^2 + 1,4904x + 9,9332$$

Câmara fria

$$y = 0,228x + 12,194$$

$$y = -0,0141x^2 + 0,6227x + 10,616$$

$$y = 0,0007x^3 - 0,0417x^2 + 0,9116x + 10,174$$

$$y = -3E-05x^4 + 0,0024x^3 - 0,0714x^2 + 1,0719x + 10,081$$

FIGURA 25. Teor de sólidos solúveis totais em raízes, em temperatura ambiente (21,2°C) e em câmara fria (2±1°C), durante a primeira época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003.

A temperatura de armazenamento relaciona-se diretamente com o conteúdo de açúcares (Cereda, 1985). Na temperatura ambiente, ocorre maior taxa respiratória, que além de promover rápidas transformações bioquímicas devido ao intenso metabolismo, conduz à senescência dos tecidos (Awad, 1993; Rocha, s.d.). É provável que, a perda de água nas raízes durante o armazenamento, principalmente na temperatura ambiente, promova concentração de açúcares, conseqüentemente maior teor de SST.

Na maioria dos casos, o teor de SST em pós-colheita reflete a doçura do produto, e indica amadurecimento. Em raízes de yacon, o acréscimo no teor de SST ocorreu, certamente, devido à despolimerização de FOS via enzimas frutano-exohidrolase e invertase, que resultou no aumento do teor de frutose e glicose solúveis (Asami et al., 1991; Wei et al., 1991; Vilhena, 1997), sendo estes açúcares os responsáveis pelo sabor adocicado das raízes.

Cabe salientar que o elevado teor de SST no final do armazenamento pode refletir grande quantidade de sólidos solúveis derivados da senescência dos tecidos e da degradação dos polissacarídeos que sustentam a estrutura da raiz; portanto, estaria relacionado com a perda da textura, o enrugamento da superfície e, conseqüentemente, com a perda de aparência das raízes no final do armazenamento.

Em relação à adubação, os fertilizantes minerais e orgânicos promoveram teores de SST semelhantes durante o armazenamento em temperatura ambiente (Tabela 2nn), notando-se diferenças apenas aos 4 dias, quando o tratamento “K3+M” apresentou teor superior ao “Biod” (Tabela 41). Em câmara fria, os tratamentos minerais mostraram teores superiores aos 12, 16 e 28 dias de armazenamento (Tabela 2nn). Em média, raízes adubadas com fertilizantes minerais e orgânicos apontaram SST de 17,2ºBrix em temperatura ambiente e 15, 4ºBrix em câmara fria.

TABELA 41. Teor de sólidos solúveis totais em raízes, em função de adubações, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	----- temperatura ambiente (21,2°C)-----				----- câmara fria (2°C)-----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
0	10,5 A	9,5 A	10,1 A	9,6 A	10,3 A	10,5 A	9,7 A	10,2 A
4	15,0 A	14,0 ABC	14,5 AB	13,3 BCD	13,2 BCD	13,4 BCD	13,0 CD	12,5 D
8	16,4 A	15,5 A	15,9 A	16,6 A	15,5 A	15,7 A	15,8 A	15,6 A
12	17,5 A	17,0 ABC	17,3 AB	17,1 ABC	16,5 ABC	16,5 ABC	15,3 C	15,5 BC
16	18,5 A	17,8 A	18,4 A	18,2 A	17,5 A	17,2 AB	15,4 C	16,1 BC
20	18,8 ABC	19,3 AB	20,0 A	19,7 AB	17,2 CD	17,6 BCD	17,0 CD	16,5 D
24	21,0 A	20,3 AB	21,5 A	20,9 A	18,2 BC	16,9 C	17,7 C	16,7 C
28	21,6 A	21,4 A	21,5 A	22,1 A	19,0 B	16,7 C	17,1 C	16,5 C
M	17,4 A	16,9 A	17,4 A	17,2 A	15,9 B	15,5 BC	15,1 C	14,9 C

K3+M = 20:80:20 + B + Zn no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 das após plantio (DP); K3 = 20:80:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp = 5 kg/m linear de composto orgânico; Biod = 5 kg/m linear de composto biodinâmico + preparados 500 e 501.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na segunda época, novamente se observou, a partir dos 12 dias, teor de SST superior durante o armazenamento em temperatura ambiente (Tabela 200), que aumentou de forma linear em temperatura ambiente e em câmara fria, à razão de 0,28 e 0,11°Brix por dia, respectivamente (Tabela 2pp, Figura 26). Após 21 dias, os teores de SST em ambiente (17,5°Brix) e câmara fria (13,6°Brix) representaram acréscimo de 59 e 26%, respectivamente, em relação ao teor inicial.

Os resultados obtidos são coerentes com os estudos realizados anteriormente. Ogido & Asayama (1992) observaram acréscimo de SST durante o armazenamento das raízes de yacon; Doo (2000) verificou aumento acelerado de SST durante os primeiros 5 dias após colheita do yacon, e após 30 dias, notou acréscimo entre 8,5 e 10,1% em relação ao teor inicial.

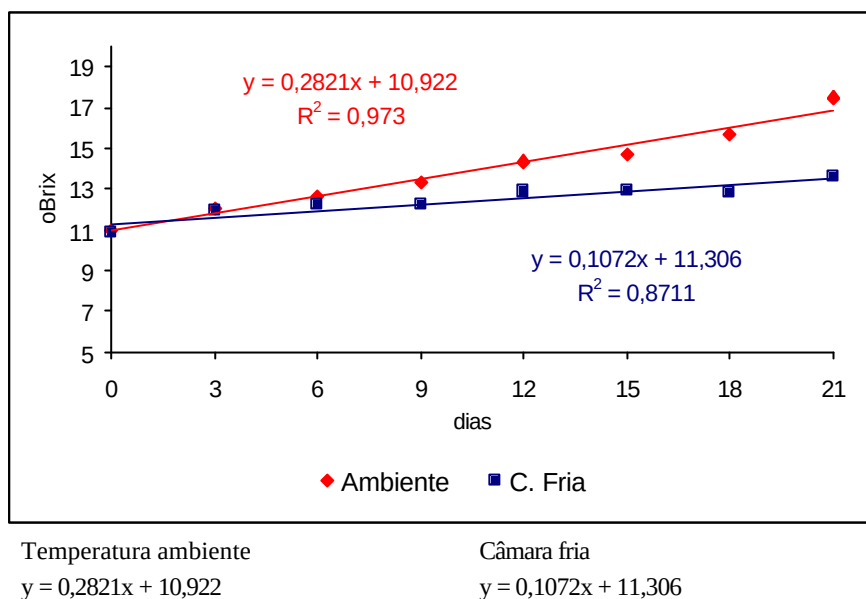


FIGURA 26. Teor de sólidos solúveis totais em raízes, em temperatura ambiente (25,3°C) e em câmara fria (4±1°C), durante a segunda época de armazenamento. Botucatu, UNESP, 2003.

Durante o armazenamento em temperatura ambiente, observaram-se diferenças entre adubos mineral e orgânico. Aos 3 e 6 dias, nas raízes adubadas com fertilizantes orgânicos, os teores de SST foram inferiores às adubadas com minerais. Em média, os tratamentos orgânicos promoveram teores inferiores aos minerais (Tabela 2qq). Dentre os tratamentos orgânicos, destacou-se o “Biod”, com menor teor médio de SST (Tabela 42). Em câmara fria, observaram-se teores superiores com adubos minerais unicamente aos 3 dias, e de maneira geral, os adubos minerais e orgânico apresentaram teores semelhantes (Tabela 1 11).

TABELA 42. Teor de sólidos solúveis totais em raízes, em função de adubações, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	----- temperatura ambiente (25,3°C)-----				----- câmara fria (4°C)-----			
	K3+M	K3	Comp.	Biod.	K3+M	K3	Comp.	Biod.
0	10,9 A	10,6 A	11,5 A	11,0 A	10,7 A	10,7 A	11,0 A	10,9 A
4	12,6 A	12,4 B	11,8 ABC	11,3 C	12,1 ABC	12,2 ABC	11,9 ABC	11,5 B C
8	13,3 A	13,5 A	12,0 A	11,6 A	12,2 A	12,7 A	12,1 A	11,9 A
12	14,1 A	14,3 A	12,6 A	12,4 A	12,1 A	12,1 A	12,9 A	11,7 A
16	15,3 A	14,6 A	15,0 A	12,5 A	12,5 A	12,1 A	13,4 A	13,6 A
20	15,1 A	14,8 A	15,7 A	13,2 A	13,3 A	12,4 A	13,0 A	13,0 A
24	17,2 A	15,1 ABC	16,0 AB	14,4 ABCD	13,4 BCD	13,2 BCD	12,7 DC	12,0 D
28	18,1 A	17,3 A	18,0 A	16,6 AB	14,1 BC	13,6 C	13,8 C	13,1 C
M	14,6 A	14,1 A	14,1 A	12,9 B	12,5 B	12,4 B	12,6 B	12,2 B

K3+M = 20:60:30+ B no plantio, e 30 kg/ha de K aos 90, e 180 dias após plantio (DP); K3 = 20:60:20 no plantio, e 20 kg/ha de K aos 90, e 180 DP; Comp. = composto residual do cultivo anterior; Biod. = aplicação dos preparados 500 e 501 e composto biodinâmico residual do cultivo anterior.

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

- As adubações orgânica, biodinâmica e mineral não diferiram entre si quanto à expressão das características: massa fresca de raízes, altura das plantas, número de hastes e de raízes, textura e teor de frutose.
- A massa fresca de rizóforos, o teor de proteína, o conteúdo de cinzas e de fósforo foram superiores com adubações orgânicas apenas no primeiro cultivo, demonstrando que não houve efeito residual das mesmas.
- A produção de raízes foi superior com os tratamentos “K3+M” (parcelamento de potássio em três vezes e adição de zinco e boro) e “Biod” (composto biodinâmico e pulverização dos preparados 500 e 501), quando comparados ao tratamento “Test” (ausência de adubação).
- As adubações orgânica, biodinâmica e mineral afetaram de modo semelhante a durabilidade de raízes durante o armazenamento.

- A qualidade comercial das raízes manteve-se até 7 e 15 dias em temperatura ambiente e câmara fria, respectivamente, na primeira época, e até 6 e 12 dias, respectivamente, na segunda época.
- O teor de frutose diminuiu progressivamente durante o armazenamento em ambas as épocas, e de forma semelhante nas raízes adubadas mineral e organicamente.
- A atividade das enzimas POD e PPO apresentou tendência similar à das perdas de massa e de aparência das raízes; portanto, podem ser utilizadas como parâmetros bioquímicos de senescência.
- A bioeletrofotografia pode vir a ser metodologia eficaz na diferenciação de tratamentos de adubação, visando à avaliação da energia vital de plantas de yacon.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ADAMIAK, J.; ADAMIAK, E. The effect of different forms of organic fertilizer on yield and quality of sugarbeet. **Zeszyty-Naukowe-Akademii-Rolniczej-w-Szczecinie,-Rolnictwo**, v.62, p.3-8, 1996. (Abstract).

ALEXANDER, M. **Introducción a la microbiología del suelo**. México: AGT editor S.A., 1980, 461p.

ALÍPIO, R. Oligossacarídeos e suas propriedades funcionais. **Food Ingredients**, n.7, p.94-5, 2000.

AMAYA, J.E. **Efeito de doses crescentes de nitrogênio e potássio na produtividade de yacon (*Polymnia sonchifolia* Poep & Endl.)**, Botucatu, 2000.63p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

AMAYA, J.E.; CÂMARA, F. Efectos de dosis crescentes de nitrógeno y potasio en la calidad y productividad de yacon (*Polymnia sonchifolia* Poep. & Endl) In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE RAICES Y TUBERCULOS, II, 2001, Universidad Nacional Agraria La Molina. **Anais...**Lima/Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP), 2001. não pag.

ANDRADE, F.M.C. de; et al. Efeito de dinamizações de *Arnica montana* no crescimento, na produção de cumarina e no campo electromagnético de *Justicia pectoralis* Jacq (Acanthaceae). In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DOBRE HOMEOPATIA NA AGROPECUÁRIA ORGÂNICA, 2, 2001, E.S. Pinhal – SP. **Anais...** Viçosa: UFV, p.117-362001,.

ANOSIKE, E.O.; AYAEBENE, A.O. Purification and some properties of polyphenoloxidase from the yam tubers, *Dioscorea bulbifera*. **Phytochem.**, v.20, n.12, p.2625-68, 1981.

APELBAUM, A.; et al. Polyamines inhibit biosynthesis of ethylene in higher plant tissue and fruit protoplast. **Pl. Physiol.**, v.68, p.453-6, 1981.

ARBIZU, C.; HERMANN, M., **Algunos factores limitantes en el uso de raíces y tubérculos andinos y sus prioridades de investigación.** Taller Internacional sobre el Agroecosistema Andino. Lima (Perú). 30 mar – 2 abril, 1992.

ASAMI, T.; et al. Flutuation of oligofructan content in tuber of yacon (*Polymnia sonchifolia*) during growth and storage. **Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.**, v.62, p.621-7, 1991.

ASSAMI, T.; et al. Chemical composition of yacon, a new root crop from the andean highlands. **Jpn. Soil Sci. Plant Nutr.**, v.60, p.122-6, 1989

ASSAMI, T.; et al., Changes in sugars during the development and preservation period of *Polymnia sonchifolia*, fertilizer application and planting technique-outline of results of experiments in 1989-90. **Agriculture and Horticulture**, v.65, n.5, p.483-8, 1992.

ASSIS, R.L.; AREZZO, D.C. Proposta de difusão da agricultura orgânica. **Cadernos de Ciência & Tecnologia.** Brasília, v.14, n.2, p.287-97, 1997.

AVELAR FILHO, J.A. Manejo pós-colheita da mandioca-salsa. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte, v.19, n.190, p.55-6, 1997.

ÁVILA, J.C. Princípios Básicos do Método Biodinâmico. **Agricultura Biodinâmica**, n.84, p.7-8, 2000.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos.** São Paulo: Nobel, 1993. 113p.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas.** Jaboticabal, FUNEP, 1988. 42p.

BIAGGIONI, L.H.M. **Produção de yacon (*Polymnia sonchifolia* Poepp. & Endl.) em função de diferentes pesos de tubérculos e da retirada das folhas.** Botucatu, 1997. 73p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

BIRECKA, H.; CHASKES, M.J.; GOLDSTEIN, J. Peroxidase and senescence. **J. Exp. Bot.**, v.30, p.565-73, 1979.

BORGES, M.de F.; CARVALHO, V.D.de; FUKUDA, W.M.G. Efeito de tratamento térmico na conservação pós-colheita de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas (BA), v.11, n.1, p.7-18, 1992.

BUSCHMANN, H.; et al. Accumulation of hidroxicumarins during post-harvest deterioration of tuberous roots of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Annals of Botany**, v.86, p.1153-1160, 2000.

CANALES, O.G. Cultivo de la Maca (*Lepidium meyenii* Walp). In: Congreso Internacional de Cultivos Andinos, 9, 1997, Cusco – Peru, **Resumos...** Cuzco: Universidade Nacional de San Antonio de Abad del Cusco, 1997. p.72-9.

CANO, M.P.; et al. Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, v.59, n.3, p.411-19, 1997.

CAMPOS, A.D. **Modificações após colheita no grau de deterioração fisiológica e composição química de raízes de três cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** Lavras, 1987. 80p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura de Lavras.

CARBONARO, M.; MATTERA, M. Polyphenoloxidase activity and polyphenol levels in organically and conventionally grown peach (*Prunus persica* L., cv. Regina Bianca) and pear (*Pyrus communis* L., cv. Williams). **Food Chemistry**, v.72, p.419-424, 2001.

CARVALHO, V.D. de; CHAGAS, S.J. de R.; COSTA, A.C. Alterações em alguns componentes estruturais das raízes durante o armazenamento pós-colheita de três cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas –BA, v.7, n.2, p.73-77, 1988.

CARVALHO, V.D. de; et al. Relações entre compostos fenólicos, atividade de peroxidase e polifenoloxidase e deterioração fisiológica em raízes de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas - BA, v.4, n.2, p.89-96, 1985.

CARVALHO, V.D. de; et al. Armazenamento pós-colheita de mandioca: II-Efeito das alterações no grau de deterioração fisiológica na composição físico-química e química de seis cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, v.1, n.1, p.24-34, 1982.

CASSOL, P.C.; GIANELLO, C.; COSTA, V.E.U. Frações de fósforo em estrumes e sua eficiência como adubo fosfatado. **R. Bras. Ci. Solo**, v.25, p.635-44, 2001.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** Campinas: Editora da Unicamp, 1999. 212p.

CEREDA, M.P. Armazenamento de raízes e tubérculos. In: CEREDA, M.P.; SANCHES, L. (coord). **Manual de armazenamento e embalagem.** Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisa Agrícolas e Florestais, 1983, p.81-91.

CHAGAS, S.J. de R.; CARVALHO, V.D. de; COSTA, L. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.31, n.8, p.555-561, 1996.

CHAIPRASART, P.; GEMMA, H.; IWAHORI, S. Changes in chlorophyll fluorescence and enzyme activity for scavenging of free radicals in banana fruits stored at low temperatures. **Jpn. J. Trop. Agr.**, v.45, n.3, p.181-91, 2001.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 293p., 1990.

CLEMENTE, E.; PASTORE, G.M Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.32, n.2, p.167-171. 1998.

CORREIA-RICKLI, R. **Os preparados biodinâmicos. Introdução à preparação e uso**. Botucatu: Centro Demeter, 1986. 63p.

COUSSEMENT, P. Os benefícios da inulina e oligofrutose para a saúde. **Food Ingredients**, n.7, p.93, 2000.

CZYHRINCIW, N.; JAFFÉ, W. Modificaciones químicas durante la conservación de raíces y tuberculos. **Archivos Venezolanos de Nutrición**, v.2, n.1, p.49-67, 1951.

DAIUTO, E.R. et al. Respiração pós-colheita em raízes de yacon (*Polymnia sonchifolia* Poep. & Endl.). **R. Bras. Fisiol. Veg.**, v.11, p.137, 1999.

DE LA VEGA, A. C. P. Cultivo de olluco (*Ullucus tuberosus*). In: Congresso Internacional de Cultivos Andinos, 9, 1997, Cusco – Perú, **Resumos...** Cusco: Universidade Nacional de San Antonio de Abad del Cusco, 1997. p.38-41.

DELAZERI, P.C.; ZANGRANDE, M.B.; FILHO, N.D. Rendimento econômico de batata em função do nitrogênio, fósforo e potássio em solos do Espírito Santo. **Hort. Bras.**, v.7, n.1, p.24-6, 1989.

DELFÍN, A.R.; et al. Effects of N, P and K nutrition on growth, yield and nutrient uptake of mashua plants grown in sand. **Acta Horticulturae**, n.554, p.131-7, 2001.

DINCER, B.; et al. Characterization of polyphenoloxidase from medlar fruits (*Mespilus germanica* L., Rosaceae). **Food Chemistry**, v.77, p. 1-7, 2002.

DING, C.K.; et al. Effects of storage temperatures on physiology and quality of loquat fruit. **Postharvest Biology and technology**, v.14, p.309-15, 1998.

DIP, M.R.; MACHADO, M.R.; OLIVEIRA, D.M.T. Estruturas secretoras de órgãos vegetativos de yacon (*Polymnia sonchifolia* – Asteraceae). In: CONGRESSO LATIOMERICANO DE RAÍZES TROPICAIS I e CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 9, São Pedro, 1996. s.p.(resumo 25).

DOO, H.S. Changes of chemical composition in tuber root of yacon by different curing conditions. **Korean J. Crop. Sci.**, v.45, n.2, p.79-82, 2000.

DUANGMAL, K.; APENTEN, R.K.O. A comparative study of polyphenoloxidase from taro (*Colocasia esculenta*) and potato (*Solanum tuberosum* var, Romano). **Food Chemistry**, v.64, p.351-9, 1999.

EL SHAFI, A. Effect of nitrogen and potassium fertilization on yield and quality of sugar beet in Sohag. **Egyptian Journal of Agricultural Research**, v.78, n.2, p.759-767, 2000. Referência obtida via CAB 2000/08-2002/04.

EPPENDORFER, W.H.; EGGUM, B.O. Effects of nitrogen, phosphorus, sulphur, potassium, calcium and water stress on yield, mineral and amino acid composition, dietary fibre and nutritive value of carrots. **Acta Agric. Scand. Sect. B. Soil and Plant Sci**, v.45, p.124-31, 1995.

ESKIN, N.A.M.; MENDERSO, H.M.; TOWNSEND, R.J. **Biochemistry of foods**. London: Academic Press, 1971, 293p.

FERNÁNDEZ, C.E.; LIPAVSKÁ, H.; MICHL, J. Determination os saccharides content in different ecotypes of yacon (*Polymnia sonchifolia* Poeppig and Endlicher) cultivated under conditions of Czech Republic. **Agricultura Tropica et Subtropica**. Universitas Agriculturae Praga, v.30, p.79-87, 1997.

FIGUEIRA, G.M.; MAGALHÃES, P.M. The effect of plant density and fertilization on the production of *Cichorium intybus* L. root and inulin content. **Acta Horticulturae**, n. 502, p.129-31, 1999.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

FILGUEIRA, F.A.R., Nutrição Mineral e adubação em bataticultura, no centro – sul. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993, p.401-28.

FISCHER, A.; RICHTER, C.H. Influence of organic and mineral fertilizers on yield and quality of potatoes. In: 5th IFOAM International Scientific Conference at the University of Kassel, Germany: IFOAM, 1984. p.236-248.

FLIEßBACH, A.; MÄDER, P. Microbial biomass and size-density fractions differ between soils of organic and convencional agricultural systems. **Soil Biology & Biochemistry**, v.32, p.757-68, 2000.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9^a ed. São Paulo: Editora Atheneu, 1999.

FREITAS, S.P.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, M.A.N. Efeito de composto orgânico na produção da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.), na incidência de plantas daninhas e na eficiência do Diuron. **Revista Ceres**, v.46, n.265, p.251-65, 1999.

FUKAI, K.; et al. Distribution of carbohydrates and related enzyme activities in yacon (*Polymnia sonchifolia*). **Soil Sci. Plant Nutr.**, v.39, n.3, p.567-71, 1993.

FULTON, M.C.; BELL, L.C.; ASHER, C.J. Mineral nutrition of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) grow in peplaced soil after bauxite mining at Weipa, Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.36, p.905-12, 1996.

GALLARDO, R.S.C. **Obtención y caracterización de los oligofructanos a partir de la raíz del yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl.)**. Lima/Perú, 1999.125p. Tese (M. Sc. Tecnología de Alimentos). Universidad Nacional Agraria La Molina.

GOMES, M.A.F.; et al. **Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos biogeoquímicos, fertilizantes e corretivos**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. 50p.

GOTO, K.; et al. Isolation and estructural analisis of yacon oligossaccharides. **Bioci. Biotech. Biochem.**,n.59, p.2346-7, 1995.

GRAU, A.; KORTSARZ, A.M. El retorno del yacon. **Ciencia Hoy**, v.11, n.63, 2001.

GRAU, A.; REA, J. Genetic resources of yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl) p.198-242. In: HELLE, J., HERMMAN, M., ENGELS, J. **Andean roots and tuber genetic resources**. IPGRI – Roma, 1997.

HAMOUIZ, K.; et al. Influence of environmental conditions and way of cultivation of the polyphenol and ascorbic acid content in potato tuber. **Rostlinna-Vyroba**, v.45, n.7, p.293-8, 1999. Referencia obtida via CAB Abstracts 1993-1994.

HARRIS, G.D.; PLATT, W.L.; PRICE, B.C. Vermicomposting in a rural community. **Biocycle**, p.48-51, 1990.

HARTEMINK, A.E.; et al. Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in the humid lowlands of Papua New Guinea. Agriculture, **Ecosystems and Environment**, v.79, p.271-80, 2000.

HEMP, S.; et al. Efeito de diferentes parcelamentos da adubação nitrogenada na beterraba açucareira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.20, n.12, p.1355-63, 1985.

HIRAYAMA, M.; HIDAKA, H. Production and utilization of microbial fructans. In: SUZUKI, M.; CHARTERTON, N.J., **Science and technology of fructans**. London: CRC., Cap.9, p.273-302. 1993.

HOLDSWORTH, S.D. **Conservación de frutas e hortalizas**. Zaragoza – España. Editorial Acribia S.A., 186p. 1988.

HONDO, M.; et al. Clarification, decolorization and deodorization of yacon juice and development of yacon soft drinks (Study on the development of a sweetener source for seasonings. Part II. **Jpn. J. Soil. Sci. Plant Nutr.**, v.65, n.1, p.15-21, 1994.

HORWITZ, H. **Official method of analysis of the association of official agricultural chemists**. 8 ed. As. of Agr. Chem. Washington, 1995. p.144.

HUBER, D.M.; CARNY, D.C. Interactions of potassium with plant disease. In: MUNSON, R.D. (ed.) **Potassium in agriculture**. ASA, CSSA and SSA, Madison, p.467-88, 1985.

IBD – Associação de Certificação Instituto Biodinâmico. **Diretrizes para o padrão de qualidade orgânica** 10 ed. Botucatu: Centro Demeter, 2000.72p.

ISHIDA, H.; et al. Nutritive evaluation on chemical components of leaves, stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomoea batatas*). **Food Chemistry**, v.68, p.359-67, 2000.

IZUNDU, A.I. Peroxidase activity and inhibition of browning reaction in *Dioscorea dumetorum* tubers. **J. Root Crops**, v.21, n.1, p.12-6, 1995.

JERMIN, M.A. A new method for the determination of ketohexoses in presence of aldohexoses. **Nature** (Paris), v.177, p.38-9, 1956.

JU, Z.; et al. M. Relationships among simple phenol, flavonoid and anthocyanin in apple fruit peel at harvest and scald susceptibility. **Postharvest Biology and Technology**, v.8, p.83-93, 1996.

KABEERATHUMMA, S.; et al. Effect of continuous cropping of cassava with organics and inorganics on the secondary and micronutrient elements status of an ultisol. **Journal of the Indian Society of Soil Science**, v.41, n.4, p.710-13, 1993.

KAKUTA, H.; et al. Ent-kaurenic acid and its related compounds from glandular trichoma exudate and leaf extracts of *Polymnia sonchifolia*. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v.56, n.10, p.1562-64, 1992.

KALLIOLA, R.; et al. Influencia del fotoperíodo en el crecimiento y formación de tubérculos de ulluco (*Ullucus tuberosus*, Basellaceae), oca (*Oxalis tuberosa*, Oxalidaceae) y ñuño (*Tropaeolum tuberosum*, Tropaeolaceae). **Turrialba**, v.40, n.1, p.96-105, 1990.

KANG, H.; PARK, K.; SATVEIT, M.E. Elevated growing temperatures during the improve the postharvest chilling tolerance of greenhouse-grown cucumber (*Cucumis sativus*) fruits. **Postharvest Biology and Technology**, v.24, p.49-57, 2002.

KANNO, M. Cultura da planta medicinal “yacon” (em japonês). **Nogyo Oyobi Enguei**, v.64, 1989.

- KAYS, J.S. Preharvest factors affecting appearance, **Postharvest Biology and Technology**, v.15, p. 233-47, 1999.
- KELLY, J.F. Horticultural Crops as sources of proteins and amino acids. **HortScience**, v.7, n.2, 1972.
- KHATOUNIAN, C.A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348p.
- KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- KNNOWLES, L.; TRIMBLE, R.M.; KNOWLES, R.N. Phosphorus status affects postharvest respiration, membrane permeability and lipid chemistry of European seedless cucumber fruit (*Cucumis sativus* L.). **Postharvest Biology and Technology**, v.21, p.179-88, 2001.
- KOEPE, H.H.; PETTERSON, B.D.; SCHAUMANN, W. **Agricultura biodinâmica**. São Paulo: Nobel, 1983, 316p.
- KOLBE, H.; ZHANG, W. Model calculations for the effects of nitrogen, phosphorus and potassium nutrition on the behaviour of potato tubers. **Potato Research**, v.38, p.87-96, 1995.
- KOPCZYNSKY, J.; BURY, M.; DENKIEWICZ, J. Influence of surface application of vermicompost and calcium on the yield and quality of sugar beet roots. **Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis Agriculture**, n.78, p.49-54, 1999. (Abstracts).
- LECLERC, J.; et al. Vitamin and mineral content of carrot and celery grown under mineral or organic fertilization. **Biological Agriculture and Horticulture**, v.7, p.339-48, 1991.
- LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v.20, p.207-20, 2000.
- LEÓN, J. **Botánica de los cultivos tropicales**. San Jose, Costa Rica: Colección Libros e Materiales Educativos IICA, 1968.
- LIMA, G.P.P. **Efeito do cálcio sobre o teor de poliaminas e atividade da peroxidase e redutase do nitrato em calos de arroz (*Oriza sativa* L. cv. IAA 4440)**. Botucatu, 1994. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Instituto de Biociência. Universidade Estadual de São Paulo.
- LIZÁRRAGA, L.; et al. Cultivo de yacon (*Polymnia sonchifolia*). In: Congresso Internacional de Cultivos Andinos, 9, 1997, **Resumos...** Cusco: Universidade Nacional de San Antonio de Abad del Cusco, Perú, 1997. p.55-70.
- LONGO, A.D. **Minhoca. De fertilizadora do solo a fonte de alimento**. São Paulo: Icone, 1995. 79p.

LORDELLO, L.G.E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 8 ed., São Paulo: Nobel, 1984.

LOSAVIO, N.; LAMASCESE, N.; VONELLA, A.V. Water requirements and nitrogen fertilization in jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) grown under mediterranean conditions. **Acta Horticulturae**, n.449, p.205-209, 1997.

LOURENCO, E.J.; NEVES, V.A.; DA SILVA, M.A. Polyphenol oxidase from sweet potatoes: purification and properties. **J. Agric. Food Chem.**, v.40, p.2369-73, 1992.

MADER, L.; et al. Effect of three farming systems (Biodynamic, Bio-organic, conventional) on yield and quality of beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *esculenta* L. in a seven year crop rotation. **Acta Horticulturae**, v.339, p.11-31, 1993.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA de, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Potafós, 1989. p. 135-89.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed., Piracicaba: Potafós, 1997, 319p.

MALON, H.L. **Caracteres agronômicos de cinco cultivares de Ilacon (*Poylmnia sonchifolia*), bajo condiciones de la campina de Cajamarca**. Cajamarca/Perú, 1983. 89p. Tese (Programa Academico de Agronomia). Universidad Nacional Tecnica de Cajamarca.

MARANGONI, A.G.; PALMA, T.; STANLEY, D.W. Membrane effects in postaverst physiology. **Postharvest Biology and Technology**, v.7, p.193-217, 1996.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. Second Edition. San Diego: Academic Press Inc., 1995. 889p.

MATSUMOTO, S.; AE, N.; YAMAGATA, M. Nitrogen uptake response of vegetable crops to organic materials. **Soil. Sci. Plant Nutr.**, v.45, n.2, p.269-78, 1999.

McGARRY, A.; et al. N. Internal damage in potato tubers: a critical review. **Postharvest Biology an Technology**, v.8, p.239-58, 1996.

MEIJER, W.J.M.; MATHIJSEN, W.J.M. The relation between flower initiation and sink strength of stems and tubers of jerusalem artichoke. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.39, p.123-35, 1991.

MELO, F.A.F. **Fertilidade do solo**. São Paulo. Nobel, 1983. 400p.

MENDES, M.L.; et al. Patogenicidade do nematóide de galhas a yacon, *Polymnia sonchifolia*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NAMATOLOGIA, 20, 1997, Gramado. **Resumos...** Gramado: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1997. p.84.

MESQUITA FILHO, M.V. de; et al. Adubação nitrogenada e fosfatada para produção comercializável de mandioquinha-salsa em latossolo vermelho –amarelo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.14, n.2, p.211-5, novembro 1996.

MILHOMENS, N. **Fotos Kirlian**. A comprovação científica. Curitiba: Desenvolvido por EEG Tecnologia, 1999, 148p.

MITIKO, E.I. Yacon como fonte de frutanos. In: WORKSHOP DE YACON: BASES RACIONAIS PARA A UTILIZAÇÃO DE UMA NOVA CULTURA, 1, 1997, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas Universidade Estadual Paulista, 1997. não pag.

MODLER, H.W.; JONES, J.D.; MAZZA, G. Observations on long-term storage and processing of jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus*), **Food Chemistry**, v.48, p.279-84, 1993.

MONDY, N.I.; MOBLEY, O.; GEDDE-DAHL, B. Influence of potassium fertilization on enzymatic activity, phenolic content and discoloration of potatoes. **Journal of Food Science**, v.32, p.378-81, 1967.

MONTIEL, V.N. El cultivo de yacon. Instituto Nacional de Investigación Agraria – Lima, Perú. **Boletín Técnico**, n.35, p.19-20, 1996.

MOSKALENKO, A.A. Effect of different organic fertilizers combined with mineral ones on productivity of sugarbeet on typical chernozem. **Agrokhimia**, v.6, p.54-9, 1990. Referencia obtida via CAB Abstracts 1993-1994.

MULDER, E.G. Effect of the mineral nutrition of the potato plants on the biochemistry and physiology of the tubers. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.4, p.333, 1956.

MULLER, K.; HIPPE, J. Influence of differences in nutrition on important quality characteristics of some agricultural crops. **Plant and Soil**, v.100, p.35-45, 1987.

NANDI, R.P.; CHATTERJEE, S.K. Improvement of tuberisation medicinally important *Dioscorea* and *Costus*. **Acta Horticulturae**, v.306, p.346-52, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Lost crops of the incas: little-known plants of the andes with promise for worldwide cultivation**. Washington, D.C. National Academy Press, 1989.415p.

- NIETO, C.C. Estudios agronomicos y bromatologicos en “jicama” (*Polymnia sonchifolia* Poepp. Endl.). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.41, n.2, p.213-21, 1991.
- OBERSON, A.; et al. Soil phosphorus dynamics in cropping systems managed according to conventional and biological agricultural methods. **Biol. Fertil. Soil**, v.16, n.16, p.111-7, 1993.
- OGISO, M.; ASAYAMA, T. Influence of amount of supplied fertilizer on yacon yield and brix of yacon's tuber. **Res. Bull. Aichi. Agric. Res. Ctr.**, v.24, p.205-10, 1992.
- OGISO, M.; NAITO, H.; KURASIMA, H. Planting density, harvesting time and storage temperature of yercum. **Res. Bull. Aichi Agric. Ctr.** v.22, p.161-4, 1990.
- OHYAMA, T.; et al. Composition of storage carbohydrate in tubers of yacon (*Polymnia sonchifolia*). **Soil Sci. Plant Nutr.**, v.36, p.167-71, 1990.
- OLIVEIRA, A.P.; et al. Produção de raízes de cenoura cultivadas com húmus de minhoca e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.1, p.77-80, 2001.
- PAIVA, E.A.S.; et al. Qualidade de tubérculos de batata em função de doses de cálcio. **Horticultura Brasileira**, v.15, n.1, 1997.
- PAULL, R.E. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. **Postharvest Biology and Technology**, v.15, p.263-77, 1999.
- PEREIRA, A.S. Valor nutritivo da mandioquinha –salsa. **Informe Agropecuário** Belo Horizonte. v.19, n.190, p.11-2, 1997.
- PHILLIPS, R.; HENSHAW, G.G. The regulation of synthesis of phenolics in stationary phase cell cultures of *Acer pseudoplatanus*. **L.J. Exp. Bot.**, v.35, p.108-14, 1977.
- PIAMONTE, R.P. **Rendimento, qualidade e conservação pós-colheita de cenoura (*Daucus carota* L) sob adubações mineral, orgânica e biodinâmica.** Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu, 1996, 93p.
- PINTO, C.M.F.; SEDIYAMA, M.A.N.; CASALI, V.W.D. Manejo pós – colheita de cenoura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.65-8, 1984.
- PLCHOVÁ, R. *Polymnia sonchifolia* Poepp. et Endl. and its growing in Czech Republic. **Agricultura Tropica et subtropica** v.30, p.61-69, 1997.
- POLLOCK, C.J.; JONES, T. Seasonal patterns of fructan metabolism in forage grasses. **New Pathol.**, n.83, p.9-15, 1979
- POPIA, A.F.; JÚNIOR, H.A.C.; ALMEIDA, R. de. **Olericultura Orgânica.** Curitiba: EMATER-PR, 2000. 72p.

PRÉSTAMO, G.; MANZANO, P. Peroxidase of selected fruits and vegetables and the possible use of ascorbic acid as antioxidant. **Hort Science**, v.28, n.1, p.48-50, 1993.

PUONDEL, D.D.; et al. Impacts of cropping systems on soil nitrogen storage and loss. **Agricultural Systems**, v.68, p.253-68, 2001.

QUIJANO, F.G.; CÂMARA, F.L.A.; BOARO, C.D.F. Medidas biométricas de crescimento e acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea de yacon (*Polymnia sonchifolia* Poep & Endl). In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE RAICES Y TUBERCULOS, II, 2001, Universidad Nacional Agraria La Molina. **Anais...**Lima/Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP), 2001. Não pag.

QUIJANO, F.G.; et al. Atividades de peroxidase e polifenoloxidase durante o armazenamento pós-colheita de yacon (*Polymnia sonchifolia* Poep. & Endl). **Acta Horticulturae**, n.569, p. 213-7, 2002.

RAIJ, B.V.; et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico, 1985. 107p. (Boletim Técnico, 100).

RAUPP, J.; KONING, U.J. Biodynamic preparations cause opposite yield effects depending upon yield levels. **Biological Agriculture and Horticulture**, v.13, p.175-88, 1996.

REEVES, D.W. The role of soil organic matter in maintaing soil quality in continuous cropping systems. **Soil & Tillage Research**, v.43, p.131-67, 1997.

REIS JUNIOR, R. dos A.; FONTES, P.C.R. Qualidade de tubérculos de batata cv. Baraka em função de doses da adubação potássica. **Hortic. Bras.**, v.14, n.2, p.1704, 1996 (Resumo).

RELLY, K.; et al. Isolation and characterisation of a cassava catalase expressed during post-harvest physiological deterioration. **Biochemica el Biophysica Acta**, n.1518, p.317-23, 2000.

RENARD, C.M.G.C.; et al. Interactions between apple cell walls and native apple polyphenols: quantification and some consequences. **International Jounarl of Biological Macromolecules**, n.29, p.115-25, 2001.

RICKARD, J.E. Physiological deterioration of cassava roots. **J. Sci. Food Agric.**, v.36, p.167-76, 1985.

ROCHA, J.L.V. da; SPAGNOL, W.A. Frutas e hortaliças. In: NUNES FILHO, L. de C. (COORD). Armazenamento de gêneros e produtos alimentícios. São Paulo: Coordenadoria da Indústria e Comercio, Ciência e Tecnologia, Governo do Estado de São Paulo, s.d. p.227-71.

ROBINSON, D.S. Peroxidases and catalases in foods. In: _____. **Oxidative Enzymes in Foods**, New York: Eskin, p.1-47,1991.

ROGIERS, S.Y.; KUMAR, G.N.M.; KNOWLES, N.R. Maturation and ripening of fruit of *Amelanchier alnifolia* Nutt. are accompanied by increasing oxidative stress. **Annals of Botany**, v.81, p.203-11, 1998.

RUIZ, J.M.; et al. Relationship between boron and phenolic metabolism in tobacco leaves. **Phytochemistry**, v.48, n.2, p. 269-72, 1998.

RURAL DEVELOPMENT ADMINISTRATION. Study on the optimal N fertilizer application with emphasis on tuber quality in Yacon (*Polymnia sonchifolia*). Suwon, Korea. **Annual Research Report**, p.97-8, 1991.

SAH, R.N.; et al. Evaluation of four crops for nitrogen utilization and carbohydrate yield. **Fertilizer Research**, v.13, p.55-70, 1987.

SALA, J.M. Involvement of oxidative stress in chilling injury in cold stored mandarin fruits. **Postharvest Biology and Technology**, v.13, p.255-61, 1998.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. 4^a ed. California: Wardsworth Publishing Company, 1991, 682p.

SAMS, E.C. Preharvest factors affecting postharvest texture. **Postharvest Biology and Technology**, v.15, p.249-54, 1999.

SAPERS, G.M.; et al. Enzymatic browning in Atlantic potatoes and related cultivars. **J. Food Sci.**, v.54, n.2, p.362-5, 1989.

SCHEMBRI, J. de. **Conheça a homeopatia**. 3ed. Belo Horizonte, Z.A. Schembri, 1992, 263p.

SCHITTENHELM, S. Agronomic performance of root chicory, jerusalem artichoke, and sugarbeet in stress and nonstress environments. **Crop Science**, v.39, p.1815-23, 1999.

SCHITTENHELM, S.; SOMMER, E. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on agronomic characteristics of jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). **Landbauforschung-Volkenrode**, v.43, n.1, p.5-11, 1993. Referencia obtida via CAB Abstracts 1995.

SCHULZ, D.G.; et al. Influência de diferentes métodos de adubação mineral, orgânica e biodinâmica na qualidade de batatas: nutrientes, testes organolépticos, coeficiente de resistência e métodos de interpretação através de imagens. **Agricultura Biodinâmica**, n.79, p. 18-21, 1997.

SCHUBERT, B.S.; FEUERLE, R. Fructan storage in tubers of jerusalem artichoke: characterization of sink strength. **New Phytol.**, v.136, p.115-22, 1997.

SEMINARIO, J.; VALDERRAMA, M.; HONÓRIO, H. Propagación por esquejes de tres morfotipos de yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. **Agronomia**, v.XLVII, p.12-20, 2001.

SIEGEL, B.Z. Plant peroxidases – an organismic perspective. **Plant Growth Regulation**, v.12, p.303-12, 1993.

SILVA, E.; NOGUEIRA, J.N. Estudo da atividade da polifenol oxidase e da peroxidase em algumas frutas e hortaliças. O Solo, **Piracicaba, SP, v.76, n.1, p.43-51, 1984.**

SILVA, E. de B.; et al. Efeito de fontes de potássio na atividade da polifenoloxidase, índice de coloração, acidez titulável total e açúcares totais em grãos beneficiados de café. In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 25, 1995, **Resumos...**Viçosa, 1995. p.1041-3.

SILVA, E. Estudo da atividade enzimática da polifenoloxidase e da peroxidase em algumas frutas e hortaliças “in natura” e processadas. Piracicaba, 1981. 112p. Dissertação / Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Univ. de São Paulo.

SILVA, E.M.; et al., Development of chilling in five jicama cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, v.13, p.37-47, 1998.

SILVEIRA, J.A.G.; CROCOMO, O.J. Sintomas de deficiência de potássio induzidas pelo acúmulo de aminoácidos e amônia em cana-de-açúcar. **R. Bras. Ci. Solo**, v.13, p.329-34, 1989.

SPADOTTO, A.J.; et al. Tópicos de análise: fractais em agroecologia. **Agroecologia Hoje**, n.12, p.26-7, 2002.

SPLITTSTOESSER, W.E. Protein quality and quantity of tropical roots and tubers. **HortScience**, v.12, n.4, p.294-7, 1997.

SRIKUMAR, T.S.; OCKERMAN, P. A. The effects of fertilization and manuring on the content of some nutrients in potato (var. Provita). **Food Chemistry**, v.37, n.1, p.47-60, 1990.

STEINER, R. **Curso sobre agricultura biodinâmica** Madrid: Ed. Rudolf Steiner, 1924.282p.

SUGIURA, M.; TAKANISHI, T. The effect of water stress on the carbohydrate content of the tuberous root of yacón. In: Third International Fructan Conference, 1996. Disponível em: <<http://www.usu.edu/forage/frucabs.htm>

SUOJALA, T. Variation in sugar content and composition of carrot storage roots at harvest and during storage. **Scientia Horticulturae**, v.85, p.1-19, 2000.

TAPIA, M. Valor nutritivo de los cultivos andinos subexplorados. In: Cultivos andinos subexplorados y su aporte a la alimentación, 1990. Santiago/ Chile. FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 1990. p.111-34.

TOMOMATSU, H. Health contributions of oligosaccharides. Third International Fructan Conference, 1996. Disponível em: < <http://www.us/forage/frucags.htm> > .

TORASKAR, M.V.; MODI, V.V. Peroxidase and chilling injury in banana fruit. *J. Agric. Food Chem.*, v.32, p.1352-4, 1984.

TSUKIHASHI, T.; ASAMI, T.; MINAMISAWA, K. Effect of nitrogen and potassium fertilizer on the growth and yield of yacon (*Polymnia sonchifolia*), **Research Association of Vocational Agriculture** , v.38, n.2, p.50-6, 1991.

TSUKIHASHI, T.; HARA, N.; SUZUKI, N. Studies on the cultivation of yacon (*Polymnia sonchifolia*). VII. Influence of the number of times of weeding on the growth and yield of yacon. **Jpn. J. Farm Work Res.**, v.30, n.1, p.23-9, 1995.

TSUKIHASHI, T.; et al. Studies on the cultivation of yacon (*Polymnia sonchifolia*). VI. Influence of the methods of ridging in the growth and yield of yacon. **Jpn. J. Farm Work Res.**, v.29, n.3, p.176-80, 1994.

URITANI, I. Biochemical comparison in storage: Stress response between sweetpotato and cassava. **Trop. Agric (Trinidad)**, v.75, n.2, p.177-82, 1998.

URITANI, I. Biochemistry on postharvest metabolism and deterioration of some tropical tuberous crops. **Bot. Bull. Acad. Sin.**, v.40, p.177-83, 1999.

VÁMOS-VIGYÁZÓ, L. Polyphenoloxidase and peroxidase in fruits and vegetables. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.15, n.1, p.49-127, 1981.

VENEGAS, R.; AGUILAR, C.G. Organic production of commercial crops transition in sugar beet (*Beta vulgaris*) In: 9th International IFOAM Scientific Conference, São Paulo, Brasil: IFOAM, 1992. p.181-8.

VIEIRA, I.M.S. **Efeito do potássio sobre a atividade de invertases, teores de açúcares e compostos nitrogenados em cana de açúcar (*Saccharum spp.* var. NA56-79) cultivada em solução nutritiva**. Piracicaba, 83p., 1983. Dissertação / Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”Univ. São Paulo.

VIEIRA, M. do C.; CASALI, V.W.D. Adaptação da cultura da mandioquinha-salsa à adubação orgânica. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.19, n.190, p.40-2, 1997.

VIEIRA, M. do C.; et al. Crescimento e produção de mandioquinha-salsa em função da adubação fosfatada e da utilização de cama de aviário. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.1, p.68-73, maio, 1998.

VILHENA S.M.C.; CÂMARA, F.L.A. Produção de raízes e tubérculos de yacon (*Polymnia sonchifolia*) em função da adubação nitrogenada em cobertura. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE RAÍZES TROPICAIS, 1, CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 9, 1996, São Pedro. **Anais...** Botucatu: Centro de Raízes Tropicais, sociedade Brasileira de Mandioca, 1996. (Área Fitotecnia, 118)

VILHENA, S.M.C. **Ciclo de cultivo e técnicas pós-colheita de yacon (*Polymnia sonchifolia* Poep. Endl.) em função do conteúdo de frutose total nos órgãos subterrâneos.** Botucatu, 2001. 73p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

VILHENA, S.M.C. **Efeitos da exposição ao sol e do armazenamento sobre o conteúdo e a composição dos carboidratos de reserva em raízes tuberosas de “yacon” (*Polymnia sonchifolia* Poep. Endl.).** Botucatu, 1997. 63p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

VILHENA, S.M.C.; CÂMARA, F.L.A.; KAKIHARA, S.T. O cultivo de yacon no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.1, p.5-8, 2000.

VINCELAS-AKPA, M.; LOQUET, M. Organic matter transformations in lignocellulosic waste products composted or vermicomposted (*Eisenia fetida* Andrei). **Soil Biology & Biochemistry**, v.29, n.3/4, p.751-58, 1997.

WANG, S.H.; CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M. Armazenamento pós colheita de mandioca: V. Influência de polifenoloxidase na deterioração fisiológica. **Revista Brasileira de Mandioca**, v.2, n.1, p.17-20, 1983.

WANG, S.Y.; JIAO, H. Changes in oxygen-scavenging system and membrane lipid peroxidation during maturation and ripening in blackberry. **J. Agric. Food Chem**, v.49, p. 1612-9, 2001

WARMAN, P.R.; HAVARD, K.A. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown carrot and cabbage. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.61, p. 155-162, 1997.

WARMAN, P.R.; HAVARD, K.A. Yield, vitamin and mineral content of organically and conventionally grown potatoes and sweet corn. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.68, p.207-16, 1998.

WEI, B.; et al. Fructooligosaccharides in the tubers of jerusalem artichoke and yacon. **Res. Bull. Fac. Agr. Gifu. Univ.**, v.56, p.133-8, 1991.

WELLS, A.T.; CHAN, K.Y.; CORNISH, P.S. Comparison of conventional and alternative vegetable farming systems on the properties of a yellow earth in new south wales. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n.80, p.47-60, 2000.

YAMAGATA, M.; NORIHARU, A.E. Direct acquisition of organic nitrogen by crops. **Japan Agricultural Research Quality**, v.33, p.15-21, 1999.

YAN, X.; et al. Extraction and identification of antioxidants in the roots of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.47, p.4711-3, 1999.

ZARDINI, E. Ethnobotanical notes on "yacon", *Polymnia sonchifolia* (Asteraceae). **Econ. Bot.**, v.45, n.1, p.72-85, 1991.

ZAWISTOWSKI, J.; BILIADERIS, C.G.; ESKIN, N.A.M. Polyphenol Oxidase. In: ROBINSON, D.S. **Oxidative Enzymes in Foods**. New York : Eskin, 1991.p. 217-73.

ZDRAVKOVIC, M.; DAMJANOVIC, M.; COROKALO, D. The influence of fertilization on the yield of different carrot varieties. **Acta Horticulturae**, n. 462, p. 93-6, 1997.

ZHANG, D.; QUANTICK, P.C. Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.12, p.195-202, 1997.

ZHANG, D.; QUANTINCK, P.C.; GRIGOR, J.M. Changes in phenolic compounds in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**, v.19, p.165-72, 2000.

ZHANG, Z.; WHEATLEY, C.C.; CORKE, H. Biochemical change during storage of sweet potato roots differing in dry matter content. **Postharvest Biology and Technology**, v.24, p.317-25, 2002.

7. ANEXOS

7.1 ANEXO 1 – Tabelas de análise de variância dos dados do Ensaio 1.

TABELA 1a. Análise de variância da massa fresca de raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivos. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.	C.V
1º cultivo	1,3499	1,95	0,1528	N.S	17,41
2º cultivo	0,4094	3,70	0,0143	*	22,69
Conjunta	1,3459	3,92	0,0052	**	20,30

N.S - não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1b. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, na massa fresca de raízes, em dois ciclos de cultivos. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M	Valor F	Pr > F	Signif.
Test. vs. Adubados – 1º cultivo	3,2128	4,64	0,0522	N.S
Test. vs. Adubados – 2º cultivo	1,4728	13,30	0,0018	**
Test. vs. Adubados – conjunta	4,6201	13,46	0,0009	**
Minerais vs. Orgânicos - 1º cultivo	0,0748	0,11	0,7481	N.S
Minerais vs. Orgânicos - 2º cultivo	0,0176	0,16	0,6948	N.S
Minerais vs. Orgânicos - conjunta	0,0144	0,04	0,8393	N.S

N.S - não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1c. Análise de variância da massa fresca de rizóforos, em função de adubações, em dois ciclos cultivos. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.	C.V
1º cultivo	0,1839	3,10	0,0450	*	14,68
2º cultivo	0,2126	0,92	0,5030	N.S	28,21
Conjunta	0,3069	1,89	0,1150	N.S.	23,92

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1d. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, na massa fresca de rizóforos, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M	Valor F	Pr > F	Signif.
Test. vs. Adubados – 1º cultivo	0,7345	12,39	0,0042	**
Test. Vs. Adubados – 2º cultivo	1,0672	4,62	0,0454	*
Test. vs. Adubados – conjunta	1,7533	10,82	0,0026	**
Minerais vs. Orgânicos – 1º cultivo	0,2838	4,79	0,0492	*
Minerais vs. Orgânicos – 2º cultivo	0,1962	0,85	0,3688	N.S
Minerais vs. Orgânicos – conjunta	0,0127	0,08	0,7816	N.S

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1e. Análise de variância da altura de plantas, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.	C.V
1º cultivo	780,2565	3,63	0,0273	*	7,62
2º cultivo	235,2581	4,67	0,0050	**	6,71
Conjunta	759,2884	6,54	0,0002	**	7,54

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1f. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, na altura de plantas, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M	Valor F	Pr > F	Signif.
Test. vs. Adubados – 1º cultivo	3111,1207	14,48	0,0025	**
Test. vs. Adubados – 2º cultivo	1225,8002	24,33	0,0001	**
Test. vs. Adubados – conjunta	4235,9438	36,47	0,0001	**
Minerais vs. Orgânicos – 1º cultivo	96,6050	0,45	0,5152	N.S.
Minerais vs. Orgânicos – 2º cultivo	15,6817	0,31	0,5838	N.S
Minerais vs. Orgânicos – conjunta	23,4007	0,20	0,6568	N.S

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade, ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1g. Análise de variância do número de hastes de plantas, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.	C.V
1º cultivo	4,4100	6,90	0,0024	**	6,84
2º cultivo	6,7281	1,46	0,2469	N.S	22,46
Conjunta	10,3184	3,42	0,0109	*	16,59

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1h. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no número de hastes de plantas, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M	Valor F	Pr > F	Signif.
Test. vs. Adubados – 1º cultivo	23,6600	37,00	0,0001	**
Test. vs. Adubados – 2º cultivo	22,7335	4,94	0,0394	*
Test. vs. Adubados – conjunta	46,2172	15,31	0,0005	**
Minerais vs. Orgânicos – 1º cultivo	0,0022	0,00	0,9540	N.S
Minerais vs. Orgânicos – 2º cultivo	1,4017	0,30	0,5880	N.S
Minerais vs. Orgânicos – conjunta	0,6572	0,22	0,6442	N.S

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1i. Análise de variância do número de raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.	C.V
1º cultivo	17,0127	2,07	0,1332	N.S	14,90
2º cultivo	37,1314	2,39	0,0706	N.S	23,66
Conjunta	44,9004	3,57	0,0087	**	19,99

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1j. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no número de raízes, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M	Valor F	Pr > F	Signif.
Test. vs. Adubados – 1º cultivo	49,5317	6,03	0,0303	*
Test. vs. Adubados – 2º cultivo	133,2152	8,59	0,0089	**
Test. vs. Adubados – conjunta	165,7934	13,17	0,0010	**
Minerais vs. Orgânicos – 1º cultivo	1,1756	0,14	0,7118	N.S.
Minerais vs. Orgânicos – 2º cultivo	3,5267	0,23	0,6392	N.S
Minerais vs. Orgânicos – conjunta	0,1679	0,01	0,9088	N.S

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1k. Análise de variância do comprimento de raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.	C.V
1º cultivo	0,7033	0,44	0,8382	N.S	7,46
2º cultivo	1,8103	0,80	0,5817	N.S	10,34
Conjunta	1,1994	0,60	0,7269	N.S	9,07

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1l. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no comprimento de raízes, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M	Valor F	Pr > F	Signif.
Test. vs. Adubados – 1º cultivo	3,0148	1,89	0,1945	N.S
Test. vs. Adubados – 2º cultivo	0,3207	0,14	0,7108	N.S
Test. vs. Adubados – conjunta	2,8333	1,42	0,2426	N.S
Minerais vs. Orgânicos – 1º cultivo	0,6689	0,49	0,5296	N.S
Minerais vs. Orgânicos – 2º cultivo	0,0963	0,04	0,8388	N.S
Minerais vs. Orgânicos – conjunta	0,1723	0,09	0,7708	N.S

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1m. Análise de variância do diâmetro de raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.	C.V
1º cultivo	2,1961	0,50	0,7961	N.S	5,45
2º cultivo	11,8624	1,10	0,3992	N.S	8,90
Conjunta	14,9315	1,82	0,1394	N.S	7,64

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1n. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no diâmetro de raízes, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M	Valor F	Pr > F	Signif.
Test. vs. Adubados – 1º cultivo	0,3353	0,08	0,7868	N.S
Test. vs. Adubados – 2º cultivo	3,4515	0,32	0,5783	N.S
Test. vs. Adubados – conjunta	0,6060	0,07	0,7878	N.S
Minerais vs. Orgânicos – 1º cultivo	0,0057	0,00	0,9719	N.S.
Minerais vs. Orgânicos – 2º cultivo	47,9403	4,45	0,0491	*
Minerais vs. Orgânicos – conjunta	20,0322	2,44	0,1289	N.S

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade, * - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1o. Análise de variância da textura de raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.	C.V
1º cultivo	0,1268	0,74	0,6290	NS	8,34
2º cultivo	0,0226	0,90	0,5178	NS	8,68

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1p. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, na textura de raízes, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M	Valor F	Pr > F	Signif.
Test. vs. Adubados – 1º cultivo	0,0109	0,06	0,8057	NS
Test. vs. Adubados – 2º cultivo	0,0000	0,00	0,9827	NS
Minerais vs. Orgânicos – 1º cultivo	0,2911	1,70	0,2173	NS
Minerais vs. Orgânicos – 2º cultivo	0,0986	3,92	0,0631	NS

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1q. Análise de variância do teor de proteína em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.	C.V
1º cultivo	0,0011	20,37	0,0001	**	2,85
2º cultivo	0,0002	1,91	0,1337	N.S.	4,01
Conjunta	0,0008	11,67	0,0001	**	3,53

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 1r. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no teor de proteína em raízes, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M	Valor F	Pr > F	Signif.
Test. vs. Adubados – 1º cultivo	0,0022	41,35	0,0001	**
Test. vs. Adubados – 2º cultivo	0,0006	7,51	0,0135	*
Test. vs. Adubados – conjunta	0,0027	37,18	0,0001	**
Minerais vs. Orgânicos – 1º cultivo	0,0027	51,17	0,0001	**
Minerais vs. Orgânicos – 2º cultivo	0,0001	1,02	0,3252	N.S.
Minerais vs. Orgânicos – conjunta	0,0021	28,46	0,0001	**

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1s. Análise de variância do teor de umidade em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.	C.V
1º cultivo	0,0003	11,11	0,0003	**	0,47
2º cultivo	0,0006	3,20	0,0257	*	1,16
Conjunta	0,0006	4,30	0,0030	**	0,96

** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1t. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no teor de umidade em raízes, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M	Valor F	Pr > F	Signif.
Test. vs. Adubados – 1º cultivo	0,0005	15,80	0,0018	**
Test. vs. Adubados – 2º cultivo	0,0000	0,01	0,9091	N.S.
Test. vs. Adubados – conjunta	0,0002	1,88	0,1810	N.S.
Minerais vs. Orgânicos – 1º cultivo	0,0001	2,95	0,1118	N.S.
Minerais vs. Orgânicos – 2º cultivo	0,0027	13,91	0,0015	**
Minerais vs. Orgânicos – conjunta	0,0017	13,18	0,0010	**

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1u. Análise de variância do teor de frutose total em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.	C.V
1º cultivo	0,0099	1,90	0,1616	N.S.	1,78
2º cultivo	0,0077	1,58	0,2097	N.S.	1,79
Conjunta	0,0161	3,22	0,0146	*	1,79

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1v. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no teor de frutose total em raízes, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M	Valor F	Pr > F	Signif.
Test. vs. Adubados – 1º cultivo	0,0380	7,32	0,0191	*
Test. vs. Adubados – 2º cultivo	0,0330	6,77	0,0180	*
Test. vs. Adubados – conjunta	0,0710	14,18	0,0007	**
Minerais vs. Orgânicos – 1º cultivo	0,0159	3,05	0,1063	NS
Minerais vs. Orgânicos – 2º cultivo	0,0010	0,22	0,6442	NS
Minerais vs. Orgânicos – conjunta	0,0136	2,72	0,1096	NS

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1w. Análise de variância do teor de cinza em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.	C.V
1º cultivo	0,0001	1,58	0,2343	NS	4,83
2º cultivo	0,0001	0,42	0,8541	NS	9,52
Conjunta	0,0001	0,41	0,8641	NS	7,75

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1x. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no teor de cinza em raízes, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M	Valor F	Pr > F	Signif.
Test. vs. Adubados – 1º cultivo	0,0001	0,00	0,9748	NS
Test. vs. Adubados – 2º cultivo	0,0001	0,06	0,8022	NS
Test. vs. Adubados – conjunta	0,0001	0,03	0,8590	NS
Minerais vs. Orgânicos – 1º cultivo	0,0001	7,65	0,0171	*
Minerais vs. Orgânicos – 2º cultivo	0,0001	0,25	0,6216	NS
Minerais vs. Orgânicos – conjunta	0,0001	0,99	0,3273	NS

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1y. Análise de variância do teor de minerais em raízes, em função de adubações, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.	C.V
----- 1º cultivo -----					
Fósforo (g/kg)	0,0098	2,41	0,0914	NS	7,84
Potássio (g/kg)	0,0211	1,29	0,3328	NS	4,72
Cálcio (g/kg)	0,0229	1,00	0,4682	NS	22,91
Magnésio (g/kg)	0,0026	2,70	0,0674	NS	7,62
Ferro (mg/kg)	0,0080	1,13	0,3995	NS	2,33
Cobre (mg/kg)	0,0527	0,80	0,5905	NS	10,14
Manganês (mg/kg)	0,0340	1,32	0,3214	NS	10,91
Zinco (mg/kg)	0,0086	0,57	0,7443	NS	4,65
----- 2º cultivo -----					
Fósforo (g/kg)	0,0102	0,91	0,5070	NS	16,97
Potássio (g/kg)	0,0094	0,50	0,7978	NS	4,13
Cálcio (g/kg)	0,0037	0,41	0,8641	NS	23,09
Magnésio (g/kg)	0,0060	1,27	0,3204	NS	14,27
Ferro (mg/kg)	0,0372	0,72	0,6414	NS	5,81
Cobre (mg/kg)	0,0050	0,33	0,9136	NS	4,27
Manganês (mg/kg)	0,0286	0,79	0,5897	NS	14,24
Zinco (mg/kg)	0,0035	2,04	0,1129	NS	0,99

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1z. Análise de variância do contraste entre médias da testemunha e dos tratamentos adubados, no teor de minerais em raízes, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

Elemento Mineral	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- 1º cultivo -----				
P (g/kg)	0,0128	3,15	0,1014	NS
K (g/kg)	0,0335	2,04	0,1783	NS
Ca (g/kg)	0,0038	0,17	0,6903	NS
Mg (g/kg)	0,0061	3,06	0,1055	NS
Fe (mg/kg)	0,0000	0,00	0,9882	NS
Cu (mg/kg)	0,0073	0,11	0,7449	NS
Mn (mg/kg)	0,0190	0,63	0,4436	NS
Zn (mg/kg)	0,0013	0,09	0,7716	NS
----- 2º cultivo -----				
P (g/kg)	0,0193	1,73	0,2053	NS
K (g/kg)	0,0348	1,87	0,1881	NS
Ca (g/kg)	0,0079	0,88	0,3605	NS
Mg (g/kg)	0,0013	0,28	0,6019	NS
Fe (mg/kg)	0,0209	0,40	0,5340	NS
Cu (mg/kg)	0,0164	1,07	0,3157	NS
Mn (mg/kg)	0,0114	0,32	0,5811	NS
Zn (mg/kg)	0,0035	2,00	0,1746	NS

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1aa. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos orgânicos e minerais, no conteúdo de minerais em raízes, em dois ciclos de cultivo. Botucatu - UNESP, 2003.

Elemento Mineral	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- 1º cultivo -----				
P (g/kg)	0,0353	8,67	0,0123	*
K (g/kg)	0,0295	1,80	0,2049	NS
Ca (g/kg)	0,0267	1,17	0,3013	NS
Mg (g/kg)	0,0007	0,08	0,7776	NS
Fe (mg/kg)	0,0062	0,88	0,3664	NS
Cu (mg/kg)	0,0766	1,16	0,3031	NS
Mn (mg/kg)	0,1318	4,34	0,0592	NS
Zn (mg/kg)	0,0013	0,08	0,7771	NS
----- 2º cultivo -----				
P (g/kg)	0,0341	3,05	0,0980	NS
K (g/kg)	0,0038	0,21	0,6544	NS
Ca (g/kg)	0,0006	0,06	0,8029	NS
Mg (g/kg)	0,0023	0,50	0,4884	NS
Fe (mg/kg)	0,0997	1,92	0,1826	NS
Cu (mg/kg)	0,0028	0,18	0,6741	NS
Mn (mg/kg)	0,0000	0,00	1.0000	NS
Zn (mg/kg)	0,0035	2,03	0,1712	NS

N.S. não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade.

7.2. ANEXO 2 – Tabelas de análise de variância dos dados do Ensaio 2.

TABELA 2a. Análise de variância da perda de massa de raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente ----- % -----	C. Fria -----	----- temperatura ambiente ----- QM	Valor F	vs. câmara fria ----- Pr > F	Signif.
0	0,00	0,00				
4	5,88	2,27	0,0809	39,19	0,0001	**
8	9,76	3,74	0,1268	104,23	0,0001	**
12	13,26	5,32	0,1606	137,97	0,0001	**
16	16,41	6,69	0,1973	160,99	0,0001	**
20	19,41	8,02	0,2328	177,67	0,0001	**
24	22,21	9,52	0,2549	180,85	0,0001	**
28	24,42	10,55	0,2804	191,96	0,0001	**
Médias	13,92	5,76	1,6862	160,97	0,0001	**

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2b. Equações de regressão na análise de variância da perda de massa de raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	3,57	12262,26	0,0001	**
Quadrática	0,45	1557,11	0,0001	**
Cúbica	0,14	471,37	0,0001	**
Quártica	0,05	161,79	0,0001	**
----- câmara fria -----				
Linear	1,59	5460,96	0,0001	**
Quadrática	0,15	524,03	0,0001	**
Cúbica	0,05	160,81	0,0001	**
Quártica	0,01	45,97	0,0001	**

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2c. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, na perda de massa de raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Minerais ----- % de perda -----	Orgânicos -----	----- Minerais vs. Orgânicos -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
-----temperatura ambiente -----						
0	0,00	0,00	-	-	-	-
4	5,98	5,79	0,0000	0,03	0,8723	NS
8	9,84	9,69	0,0000	0,02	0,8881	NS
12	13,76	12,75	0,0008	0,72	0,4040	NS
16	16,99	15,84	0,0009	0,74	0,7985	NS
20	20,02	18,80	0,0009	0,68	0,4161	NS
24	22,89	21,53	0,0010	0,70	0,4100	NS
28	25,15	23,69	0,0011	0,74	0,3970	NS
Médias	16,38	15,44	0,0048	16,52	0,0001	**
----- câmara fria -----						
0	0,00	0,00		-	-	-
4	2,07	2,48	0,0004	0,19	0,6665	NS
8	3,48	3,99	0,0004	0,37	0,5465	NS
12	5,03	5,62	0,0004	0,37	0,5499	NS
16	6,34	7,04	0,0005	0,43	0,5188	NS
20	7,63	8,41	0,0005	0,41	0,5261	NS
24	9,07	9,96	0,0006	0,45	0,5079	NS
28	10,13	10,98	0,0005	0,35	0,5599	NS
Médias	6,25	6,93	0,0042	14,62	0,0002	**

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2d. Análise de variância da perda de massa de raízes durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente ----- % -----	C. Fria -----	----- temperatura ambiente vs. câmara fria -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	0,00	0,00	-	-	-	-
3	6,40	1,53	0,1045	380,84	0,0001	**
6	13,18	3,01	0,2333	389,61	0,0001	**
9	18,99	4,71	0,3215	332,30	0,0001	**
12	23,18	6,31	0,3682	250,52	0,0001	**
15	27,09	7,70	0,4223	214,90	0,0001	**
18	30,04	8,79	0,4652	203,85	0,0001	**
21	33,66	9,84	0,5376	190,75	0,0001	**
Médias	19,07	5,24	2,0457	262,37	0,0001	**

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 2e. Equações de regressão na análise de variância da perda de massa de raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	3,03	7292,99	0,0001	**
Quadrática	0,39	943,06	0,0001	**
Cúbica	0,08	192,40	0,0001	**
Quártica	0,01	23,68	0,0001	**
----- câmara fria -----				
Linear	0,86	2064,00	0,0001	**
Quadrática	0,08	194,80	0,0001	**
Cúbica	0,01	26,10	0,0001	**
Quártica	0,00	7,32	0,0080	**

*** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2f. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, na perda de massa de raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Minerais ----- % -----	Orgânicos -----	----- Minerais vs. Orgânicos -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----						
0	0,00	0,00	-	-	-	-
3	5,73	7,08	0,0024	8,73	0,0093	NS
6	12,29	14,08	0,0021	3,49	0,0803	NS
9	17,76	20,21	0,0029	3,04	0,1005	NS
12	21,86	24,51	0,0030	2,05	0,1713	NS
15	25,52	28,65	0,0037	1,89	0,1880	NS
18	28,30	31,78	0,0044	1,93	0,1842	NS
21	31,83	35,50	0,0045	1,60	0,2235	NS
Médias	20,47	23,11	0,0198	47,73	0,0001	**
----- câmara fria -----						
0	0,00	0,00	-	-	-	-
3	1,49	1,57	0,0000	0,19	0,6690	NS
6	2,97	3,04	0,0000	0,04	0,8518	NS
9	4,69	4,74	0,0000	0,01	0,9408	NS
12	6,30	6,32	0,0000	0,00	0,9672	NS
15	7,75	7,65	0,0000	0,01	0,9283	NS
18	8,89	8,69	0,0000	0,01	0,9219	NS
21	9,96	9,71	0,0000	0,01	0,9157	NS
Médias	6,01	5,96	0,0000	0,00	0,9822	NS

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade, ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2g. Análise de variância da durabilidade de raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente	C. Fria	----- Temperatura ambiente vs. Câmara fria ----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	5,00	5,00	-	-	-	-
4	4,81	4,88	0.0016	0.20	0.6587	NS
8	4,06	4,69	0.1642	11.43	0.0025	**
12	3,00	4,44	0.9988	73.43	0.0001	**
16	2,25	3,94	1.6352	131.33	0.0001	**
20	2,13	3,81	1.6529	101.26	0.0001	**
24	1,69	2,75	0.8385	31.80	0.0001	**
28	1,38	1,75	0.1341	3.31	0.0813	NS
Médias	3,04	3,91	4.2002	83.06	0.0001	**

N.S. - não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2h. Equações de regressão na análise de variância da durabilidade de raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	37,85	748,37	0,0001	**
Quadrática	0,01	0,19	0,6618	NS
Cúbica	0,12	2,35	0,1272	NS
Quártica	0,83	16,37	0,0001	NS
----- câmara fria -----				
Linear	32,42	641,12	0,0001	**
Quadrática	3,38	66,76	0,0001	**
Cúbica	0,01	0,15	0,7016	NS
Quártica	0,19	3,77	0,0536	NS

N.S. - não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2i. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, na durabilidade de raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

2003.

Dias de armazenamento	Minerais	Orgânicos	----- Minerais vs. Orgânicos -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----						
0	5,00	5,00	-	-	-	-
4	4,88	4,75	0,0031	0,40	0,5339	NS
8	4,38	3,75	0,0859	5,98	0,0222	*
12	3,13	2,88	0,0156	1,15	0,2936	NS
16	2,25	2,25	0,0000	0,00	1,0000	NS
20	2,00	2,25	0,0209	1,29	0,2681	NS
24	1,63	1,75	0,0007	0,30	0,5883	NS
28	1,38	1,38	0,0000	0,00	1,0000	NS
Médias	3,08	3,00	0,0119	0,24	0,6933	NS
----- câmara fria -----						
0	5,00	5,00	-	-	-	-
4	4,88	4,88	0,0000	0,00	1,0000	NS
8	4,63	4,75	0,0031	0,22	0,6447	NS
12	4,25	4,63	0,0281	2,07	0,1629	NS
16	4,00	3,88	0,0039	0,31	0,5798	NS
20	4,00	3,63	0,0390	2,39	0,1349	NS
24	2,25	3,25	0,3133	11,88	0,0021	**
28	1,63	1,88	0,0260	0,64	0,4301	NS
Médias	3,83	3,98	0,0562	1,11	0,2933	NS

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 2j. Análise de variância do enrugamento de raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente	C. Fria	----- temperatura ambiente vs. câmara fria -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	0,00	0,00	-	-	-	-
3	0,25	0,00	0,1005	4,50	0,0499	*
6	2,42	0,33	3,8602	32,53	0,0001	**
9	3,50	0,58	5,9453	79,66	0,0001	**
12	4,08	0,83	6,2193	86,80	0,0001	**
15	4,80	1,04	5,9678	86,65	0,0001	**
18	4,88	1,50	5,0495	217,46	0,0001	**
21	4,92	1,83	3,8901	324,12	0,0001	**

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 2k. Equações de regressão na análise de variância do enrugamento de raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	30,00	815,32	0,0001	**
Quadrática	4,39	119,30	0,0001	**
Cúbica	0,00	0,07	0,7935	NS
Quártica	0,64	17,37	0,0001	**
----- câmara fria -----				
Linear	7,59	206,29	0,0001	**
Quadrática	0,06	1,73	0,1915	NS
Cúbica	0,01	0,31	0,5810	NS
Quártica	0,02	0,50	0,4791	NS

NS- não significativo ao nível de 5% de probabilidade. ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 2I. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no enrugamento de raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

2003.

Dias de armazenamento	Minerais	Orgânicos	----- Mineraisvs. Orgânicos -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----						
0	0,00	0,00	-	-	-	-
3	0,17	0,33	0,0223	1,00	0,3322	NS
6	2,33	2,50	0,0001	0,00	0,9737	NS
9	3,58	3,42	0,0070	0,09	0,7635	NS
12	3,92	4,25	0,0163	0,23	0,6397	NS
15	4,25	4,50	0,0085	0,12	0,7306	NS
18	4,83	4,92	0,0010	0,04	0,8388	NS
21	4,92	4,92	0,0000	0,00	1,0000	NS
Médias	3,00	3,10	0,0135	0,37	0,5462	NS
----- câmara fria -----						
0	0,00	0,00	-	-	-	-
3	0,00	0,00	0,0000	0,00	1,0000	NS
6	0,00	0,67	0,3038	2,56	0,1292	NS
9	0,33	0,83	0,1614	2,16	0,1608	NS
12	0,75	0,92	0,0100	0,14	0,7139	NS
15	1,00	1,08	0,0023	0,03	0,8566	NS
18	1,50	1,50	0,0004	0,02	0,8905	NS
21	1,83	1,83	0,0002	0,01	0,9088	NS
Médias	0,68	0,85	0,1423	3,87	0,0521	NS

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2m. Análise de variância da deterioração microbiana de raízes durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente	C. Fria	----- temperatura ambiente vs. câmara fria -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	0,00	0,00	-	-	-	-
3	0,00	0,00	-	-	-	-
6	0,79	0,71	0,0061	0,36	0,5570	NS
9	0,96	0,79	0,0390	1,60	0,2239	NS
12	1,21	0,92	0,0870	3,52	0,0791	NS
15	1,46	1,13	0,0897	3,50	0,0798	NS
18	1,46	1,46	0,0001	0,01	0,9374	NS
21	1,67	1,67	0,0000	0,00	0,9692	NS
Médias	0,94	0,83	0,0905	8,21	0,0051	**

NS- não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 2n. Equações de regressão na análise de variância da deterioração microbiana de raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	6,58	596,92	0,0001	**
Quadrática	0,55	50,04	0,0001	**
Cúbica	0,00	0,29	0,5940	NS
Quártica	0,17	15,23	0,0002	**
----- câmara fria -----				
Linear	6,22	564,15	0,0001	**
Quadrática	0,12	10,75	0,0014	**
Cúbica	0,01	0,96	0,3293	NS
Quártica	0,05	4,20	0,0431	*

NS- não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade, * - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2o. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, na deterioração microbiana de raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Minerais	Orgânicos	----- Minerais vs. Orgânicos -----			
	----- notas -----	-----	QM	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----						
0	0,00	0,00	-	-	-	-
3	0,00	0,00	-	-	-	-
6	0,75	0,83	0,0071	0,42	0,5239	NS
9	0,83	1,08	0,0340	1,40	0,2544	NS
12	1,17	1,25	0,0023	0,09	0,7633	NS
15	1,58	1,33	0,0214	0,84	0,3740	NS
18	1,58	1,33	0,0214	0,88	0,3626	NS
21	1,75	1,58	0,0076	0,27	0,6086	NS
Médias	0,96	0,93	0,0005	0,04	0,8329	NS
----- câmara fria -----						
0	0,00	0,00	-	-	-	-
3	0,00	0,00	-	-	-	-
6	0,58	0,83	0,0379	2,25	0,1531	NS
9	0,67	0,92	0,0417	1,71	0,2093	NS
12	0,92	0,92	0,0000	0,00	1,0000	NS
15	1,00	1,25	0,0281	1,10	0,3103	NS
18	1,33	1,58	0,0228	0,93	0,3480	NS
21	1,67	1,67	0,0000	0,00	1,0000	NS
Médias	0,77	0,90	0,0644	5,84	0,0175	*

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade; *- significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 2p. Análise de variância do escurecimento de raízes durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente	C. Fria	----- temperatura ambiente vs. câmara fria -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	0,00	0,00	-	-	-	-
3	0,25	0,38	0,0208	0,48	0,4981	NS
6	1,13	1,08	0,0051	0,06	0,8055	NS
9	1,83	1,67	0,0195	0,31	0,5827	NS
12	1,63	1,67	0,0001	0,00	0,9497	NS
15	2,00	2,21	0,0152	0,33	0,5709	NS
18	2,21	2,17	0,0005	0,02	0,8839	NS
21	2,42	2,25	0,0184	0,67	0,4238	NS
Médias	1,43	1,43	0,0010	0,03	0,8660	NS

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 2q. Equações de regressão na análise de variância do escurecimento de raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	10,03	272,48	0,0001	NS
Quadrática	1,12	30,54	0,0001	NS
Cúbica	0,04	1,09	0,2991	NS
Quártica	0,15	4,12	0,0452	*
----- câmara fria -----				
Linear	9,32	253,10	0,0001	**
Quadrática	1,20	32,70	0,0001	**
Cúbica	0,00	0,03	0,8647	NS
Quártica	0,02	0,79	0,3769	NS

NS- não significativo ao nível de 5% de probabilidade, ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade, * - significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 2r. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no escurecimento de raízes, durante a segunda época de armazenamento de yacon. Botucatu - UNESP, 2003.

CHESF, 2003.

Dias de armazenamento	Minerais	Orgânicos	----- Minerais vs. Orgânicos -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----						
0	0,00	0,00	-	-	-	-
3	0,42	0,08	0,1015	2,34	0,1456	NS
6	1,25	1,00	0,0147	0,18	0,6772	NS
9	1,92	1,75	0,0130	0,21	0,6531	NS
12	1,67	1,58	0,0023	0,09	0,7716	NS
15	2,08	1,92	0,0102	0,23	0,6416	NS
18	2,25	2,17	0,0011	0,05	0,8309	NS
21	2,50	2,33	0,0076	0,28	0,6049	NS
Médias	1,73	1,55	0,0848	2,30	0,1322	NS
----- câmara fria -----						
0	0,00	0,00	-	-	-	-
3	0,58	0,17	0,1250	2,88	0,1088	NS
6	1,33	0,83	0,1533	1,88	0,1897	NS
9	1,67	1,67	0,0006	0,01	0,9196	NS
12	1,58	1,75	0,0096	0,36	0,5555	NS
15	2,50	1,92	0,1067	2,36	0,1444	NS
18	2,33	2,00	0,0308	1,27	0,2764	NS
21	2,33	2,17	0,0078	0,29	0,6003	NS
Médias	1,76	1,50	0,1993	5,41	0,0220	*

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade; *- significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 2s. Análise de variância da atividade da peroxidase em raízes durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente --- $\mu\text{molH}_2\text{O}_2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ---	C. Fria	----- temperatura ambiente vs. câmara fria -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	0,06	0,06	0,0001	0,72	0,4080	NS
4	0,12	0,11	0,0004	1,99	0,1778	NS
8	0,18	0,14	0,0072	18,83	0,0005	**
12	0,25	0,15	0,0386	24,24	0,0002	**
16	0,49	0,22	0,2430	107,29	0,0001	**
20	0,60	0,33	0,1971	38,33	0,0001	**
24	0,46	0,32	0,0569	21,04	0,0003	**
28	0,48	0,27	0,1385	18,63	0,0005	**
Médias	0,33	0,20	0,4750	189,50	0,0001	**

NS- não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

TABELA 2t. Equações de regressão na análise de variância da atividade da peroxidase em raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	1,25	499,62	0,0001	**
Quadrática	0,43	170,80	0,0001	**
Cúbica	0,14	55,07	0,0001	**
Quártica	0,03	11,79	0,0008	**
----- câmara fria -----				
Linear	0,47	187,10	0,0001	**
Quadrática	0,07	28,04	0,0001	**
Cúbica	0,04	14,79	0,0002	**
Quártica	0,00	0,07	0,7853	NS

N.S. - não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2u. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, na atividade de peroxidase em raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Minerais --- $\mu\text{molH}_2\text{O}_2/\text{gMF}/\text{min}$ ---	Orgânicos ---	----- QM -----	Mineraisvs. Orgânicos ----- Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----						
0	0,06	0,06	0,0000	0,00	0,9744	NS
4	0,11	0,12	0,0000	0,07	0,7976	NS
8	0,17	0,19	0,0005	1,24	0,2826	NS
12	0,22	0,27	0,0038	2,38	0,1424	NS
16	0,53	0,45	0,0081	3,59	0,0763	NS
20	0,58	0,61	0,0007	0,14	0,7101	NS
24	0,47	0,45	0,0005	0,21	0,6564	NS
28	0,48	0,48	0,0000	0,00	0,9711	NS
Médias	0,33	0,33	0,0005	0,20	0,6594	NS
----- câmara fria -----						
0	0,06	0,06	0,0002	0,82	0,3787	NS
4	0,11	0,10	0,0001	0,55	0,4705	NS
8	0,15	0,14	0,0002	0,54	0,4746	NS
12	0,15	0,15	0,0000	0,00	0,9974	NS
16	0,22	0,21	0,0004	0,18	0,6810	NS
20	0,32	0,35	0,0009	0,18	0,6792	NS
24	0,32	0,33	0,0002	0,06	0,8049	NS
28	0,24	0,30	0,0063	0,85	0,3694	NS
Médias	0,19	0,20	0,0013	0,53	0,4661	NS

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2v. Análise de variância da atividade da peroxidase em raízes durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente --- $\mu\text{molH}_2\text{O}_2\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ---	C. Fria	----- temperatura ambiente vs. câmara fria -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	0,05	0,05	0,00024	2,53	0,1313	NS
3	0,10	0,10	0,0001	0,20	0,6615	NS
6	0,10	0,10	0,0001	0,33	0,5742	NS
9	0,13	0,10	0,0056	11,36	0,0039	**
12	0,24	0,09	0,0972	37,52	0,0001	**
15	0,49	0,16	0,3621	88,28	0,0001	**
18	0,73	0,20	0,7655	77,17	0,0001	**
21	0,68	0,32	0,3289	27,33	0,0001	**
Médias	0,32	0,14	0,7523	239,51	0,0001	**

NS- não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2w. Equações de regressão na análise da atividade da peroxidase em raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	2,97	946,24	0,0001	**
Quadrática	0,15	46,63	0,0001	**
Cúbica	0,08	26,57	0,0001	**
Quártica	0,15	46,40	0,0001	**
----- câmara fria -----				
Linear	0,35	113,07	0,0001	**
Quadrática	0,06	19,87	0,0001	**
Cúbica	0,03	10,08	0,0020	**
Quártica	0,00	1,52	0,2201	NS

N.S. - não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2x. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, na atividade de peroxidase em raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Minerais --- $\mu\text{molH}_2\text{O}_2.\text{g}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ---	Orgânicos	----- QM	Minerais vs. Orgânicos Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----						
0	0,05	0,06	0,0003	2,86	0,1100	NS
3	0,09	0,10	0,0000	0,07	0,7920	NS
6	0,11	0,10	0,0000	0,08	0,7862	NS
9	0,13	0,13	0,0000	0,00	0,9809	NS
12	0,28	0,20	0,0112	4,31	0,0544	NS
15	0,54	0,43	0,0184	4,48	0,0504	NS
18	0,76	0,70	0,0024	0,24	0,6300	NS
21	0,68	0,68	0,0001	0,01	0,9307	NS
Médias	0,33	0,30	0,0086	2,75	0,1004	NS
----- câmara fria -----						
0	0,04	0,05	0,0000	0,00	0,9979	NS
3	0,10	0,10	0,0001	0,13	0,7184	NS
6	0,10	0,10	0,0000	0,00	0,9951	NS
9	0,10	0,09	0,0001	0,13	0,7254	NS
12	0,10	0,08	0,0013	0,52	0,4803	NS
15	0,17	0,15	0,0013	0,32	0,5815	NS
18	0,23	0,17	0,0080	0,80	0,3830	NS
21	0,38	0,27	0,0196	1,63	0,2196	NS
Médias	0,15	0,13	0,0114	3,63	0,0595	NS

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2y. Análise de variância da atividade da polifenoloxidase em raízes durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente ----- $A_{395}.g^{-1}.min^{-1}$ -----	C. Fria	----- temperatura ambiente vs. câmara fria -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	15,0	14,9	0,0000	0,00	0,9615	NS
4	26,9	24,0	0,0706	0,84	0,3736	NS
8	30,5	28,9	0,0323	0,32	0,5809	NS
12	34,1	30,3	0,0878	3,67	0,0734	NS
16	34,1	31,4	0,0399	1,39	0,2555	NS
20	40,7	35,0	0,1162	2,58	0,1277	NS
24	48,4	28,4	1,6097	56,50	0,0001	**
28	57,6	29,6	2,5290	112,24	0,0001	**
Médias	35,9	27,8	2,1850	55,94	0,0001	**

NS- não significativo, ** - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2z. Equações de regressão na análise de variância da atividade da polifenoloxidase em raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	7,79	199,48	0,0001	**
Quadrática	3,58	91,72	0,0001	**
Cúbica	0,12	2,96	0,0878	NS
Quártica	2,12	54,59	0,0001	**
----- câmara fria -----				
Linear	2,11	54,10	0,0001	**
Quadrática	3,07	78,63	0,0001	**
Cúbica	0,31	7,82	0,0061	**
Quártica	0,02	0,54	0,4637	NS

N.S. - não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2aa. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, na atividade de polifenoloxidase em raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Minerais ----- $A_{395}.g^{-1}.min^{-1}$ -----	Orgânicos	----- QM	Minerais vs. Orgânicos ----- Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----						
0	15,25	14,68	0,0048	0,45	0,5136	NS
4	29,79	24,03	0,1362	1,62	0,2219	NS
8	30,54	30,39	0,0006	0,01	0,9417	NS
12	35,10	33,15	0,0105	0,44	0,5172	NS
16	36,08	32,09	0,0496	1,73	0,2070	NS
20	42,60	38,81	0,0324	0,72	0,4088	NS
24	47,00	49,85	0,0030	0,10	0,7505	NS
28	67,63	47,66	0,3836	17,03	0,0008	**
Médias	38,00	33,83	0,6218	15,92	0,0001	**
----- câmara fria -----						
0	14,66	15,21	0,0048	0,44	0,5176	NS
4	24,31	23,70	0,0003	0,00	0,9533	NS
8	27,28	30,52	0,0138	0,14	0,7169	NS
12	28,64	31,89	0,0268	1,12	0,3051	NS
16	32,52	30,37	0,0137	0,48	0,5000	NS
20	35,87	34,18	0,0324	0,72	0,4088	NS
24	28,92	27,90	0,0019	0,07	0,7995	NS
28	29,11	30,04	0,0007	0,03	0,8606	NS
Médias	27,66	27,98	0,0001	0,00	0,9646	NS

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade, ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2bb Análise de variância da atividade da polifenoloxidase em raízes durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente ----- $A_{395}.g^{-1}.min^{-1}$ -----	C. Fria	----- temperatura ambiente vs. câmara fria -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	14,0	12,9	0,0364	3,11	0,0970	NS
3	14,1	13,3	0,0205	0,94	0,3459	NS
6	15,4	14,5	0,0199	1,35	0,2629	NS
9	38,0	28,4	0,5326	28,52	0,0001	**
12	42,0	28,7	0,9070	15,40	0,0012	**
15	54,3	47,3	0,1074	7,32	0,0156	*
18	73,9	51,5	0,7610	14,91	0,0014	**
21	60,8	41,7	0,9591	15,40	0,0012	**
Médias	39,1	29,8	2,3506	71,40	0,0001	**

NS- não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2cc. Equações de regressão na análise de variância da atividade da polifenoloxidase em raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	35,61	1081,80	0,0001	**
Quadrática	0,59	17,82	0,0001	**
Cúbica	2,26	68,72	0,0001	**
Quártica	0,19	5,84	0,0176	*
----- câmara fria -----				
Linear	23,84	724,04	0,0001	**
Quadrática	0,49	14,85	0,0002	**
Cúbica	2,24	67,93	0,0001	**
Quártica	0,00	0,10	0,7471	NS

N.S. - não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade, ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2dd. Análise de variância do teor de fenóis em raízes durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente ----- $A_{395}.g^{-1}.min^{-1}$ -----	C. Fria	----- temperatura ambiente vs. câmara fria -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	42,14	44,43	0,0118	0,29	0,5995	NS
3	48,26	42,87	0,0934	5,52	0,0319	*
6	49,12	45,19	0,0474	3,42	0,0829	NS
9	59,63	46,26	0,3927	23,70	0,0002	**
12	64,65	49,05	0,4437	54,46	0,0001	**
15	64,07	55,22	0,1331	13,70	0,0019	**
18	70,97	52,96	0,5082	118,03	0,0001	**
21	58,41	47,73	0,2506	16,04	0,0010	**
Médias	57,16	47,96	0,0211	22,88	0,0001	**

NS- não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade, ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2ee. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, na atividade de polifenoloxidase em raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Minerais ----- $A_{395}.g^{-1}.min^{-1}$ -----	Orgânicos	----- QM -----	Minerais vs. Orgânicos Valor F	----- Pr > F -----	Signif.
----- temperatura ambiente -----						
0	13,58	14,39	0,0096	0,82	0,3789	NS
3	13,47	14,75	0,0323	1,49	0,2399	NS
6	16,18	14,68	0,0318	2,15	0,1620	NS
9	36,92	39,10	0,0090	0,48	0,4964	NS
12	43,17	40,76	0,0055	0,09	0,7638	NS
15	54,93	53,74	0,0015	0,10	0,7531	NS
18	74,71	72,99	0,0009	0,02	0,8950	NS
21	57,84	63,77	0,0262	0,42	0,5253	NS
Médias	38,85	39,27	0,0057	0,17	0,6785	NS
----- câmara fria -----						
0	13,00	12,83	0,0004	0,04	0,8512	NS
3	12,99	13,63	0,0044	0,20	0,6591	NS
6	14,38	14,66	0,0016	0,11	0,7490	NS
9	27,71	29,17	0,0099	0,53	0,4776	NS
12	29,36	28,11	0,0081	0,14	0,7156	NS
15	47,08	47,42	0,0002	0,01	0,9175	NS
18	48,70	54,23	0,0481	0,94	0,3463	NS
21	43,98	39,40	0,0379	0,61	0,4467	NS
Médias	29,65	29,93	0,0022	0,07	0,7977	NS

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2ff. Análise de variância do teor de frutose total em raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente ----- mg.g ⁻¹ MF -----	C. Fria -----	----- temperatura ambiente vs. câmara fria ---- QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	57,57	55,95	0,0044	0,39	0,5400	NS
4	53,76	62,70	0,1416	7,03	0,0174	*
8	53,38	56,13	0,0133	0,59	0,4527	NS
12	53,39	47,51	0,0867	4,44	0,0512	NS
16	48,41	49,96	0,0052	0,24	0,6289	NS
20	49,91	48,10	0,0074	0,56	0,4669	NS
24	47,65	60,15	0,2533	4,13	0,0591	NS
28	42,82	48,85	0,1014	5,01	0,0398	*
Médias	50,86	53,67	0,1164	4,51	0,0358	*

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade, * - significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 2gg. Equações de regressão na análise de variância do teor de frutose em raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	0,96	37,38	0,0001	**
Quadrática	0,01	0,47	0,4935	NS
Cúbica	0,00	0,19	0,6675	NS
Quártica	0,01	0,38	0,5396	NS
----- câmara fria -----				
Linear	0,52	20,32	0,0001	**
Quadrática	0,00	0,05	0,8210	NS
Cúbica	0,07	2,76	0,0993	NS
Quártica	0,40	15,70	0,0001	**

N.S. - não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 2hh. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no teor de frutose total em raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Minerais ----- mg/gMF -----	Orgânicos -----	----- Minerais vs. Orgânicos -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----						
0	57,08	58,05	0,0013	0,12	0,7342	NS
4	53,23	54,30	0,0013	0,07	0,8005	NS
8	50,13	56,63	0,0519	2,30	0,1486	NS
12	53,92	52,85	0,0008	0,04	0,8415	NS
16	46,95	49,87	0,0117	0,54	0,4716	NS
20	46,98	52,84	0,0404	3,01	0,1019	NS
24	46,12	49,18	0,0141	0,23	0,6377	NS
28	42,23	43,42	0,0023	0,12	0,7389	NS
Médias	49,58	52,14	0,0257	0,99	0,3207	NS
----- câmara fria -----						
0	54,76	57,14	0,0061	0,55	0,4702	NS
4	60,99	64,41	0,0081	0,40	0,5341	NS
8	55,93	56,34	0,0001	0,00	0,9452	NS
12	48,01	47,01	0,0029	0,15	0,7049	NS
16	51,09	48,82	0,0109	0,51	0,4865	NS
20	48,14	48,07	0,0000	0,00	0,9549	NS
24	59,53	60,76	0,0009	0,01	0,9049	NS
28	47,74	49,97	0,0046	0,23	0,6399	NS
Médias	53,27	54,07	0,0000	0,00	0,9879	NS

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2ii. Análise de variância do teor de frutose total em raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente ----- mg.g ⁻¹ MF -----	C. Fria -----	----- temperatura ambiente vs. câmara fria -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	49,38	50,53	0,0052	0,19	0,6654	NS
3	40,99	41,04	0,0001	0,00	0,9626	NS
6	41,24	43,49	0,0156	0,84	0,3743	NS
9	39,75	42,97	0,0406	2,85	0,1109	NS
12	41,87	41,73	0,0000	0,00	0,9910	NS
15	42,79	45,79	0,0349	1,93	0,1836	NS
18	38,25	43,95	0,1104	2,98	0,1034	NS
21	31,12	41,88	0,5512	23,02	0,0002	**
Médias	40,67	43,92	0,3419	15,24	0,0002	**

NS- não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 2jj. Equações de regressão na análise de variância do teor de frutose em raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	0,85	38,13	0,0001	**
Quadrática	0,04	1,97	0,1632	NS
Cúbica	0,48	21,33	0,0001	**
Quártica	0,00	0,00	0,9925	NS
----- câmara fria -----				
Linear	0,05	2,33	0,1302	NS
Quadrática	0,05	2,44	0,1216	NS
Cúbica	0,17	7,75	0,0065	**
Quártica	0,02	0,84	0,3620	NS

N.S. - não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2kk. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no teor de frutose total em raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Minerais ----- mg.g ⁻¹ MF -----	Orgânicos -----	----- QM	Mineraisvs. Orgânicos Valor F	----- Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----						
0	48,97	49,79	0,0001	0,00	0,9547	NS
3	39,95	42,03	0,0035	0,12	0,7365	NS
6	41,80	40,68	0,0018	0,09	0,7621	NS
9	43,05	36,44	0,0837	5,87	0,0276	*
12	36,75	46,98	0,1599	5,44	0,0331	*
15	39,17	46,41	0,0891	4,93	0,0411	*
18	37,13	39,38	0,0157	0,43	0,5236	NS
21	32,85	29,39	0,0446	1,86	0,1910	NS
----- câmara fria -----						
Médias	39,96	41,39	0,0137	0,61	0,4369	NS
0	49,29	51,77	0,0101	0,38	0,5464	NS
3	38,77	43,30	0,0299	1,02	0,3285	NS
6	46,97	40,01	0,0877	4,68	0,0459	*
9	43,63	42,31	0,0024	0,17	0,6875	NS
12	41,71	41,76	0,0003	0,01	0,9165	NS
15	46,17	45,41	0,0010	0,06	0,8168	NS
18	45,78	42,11	0,0310	0,84	0,3736	NS
21	40,25	43,50	0,0165	0,69	0,4180	NS
Médias	44,07	43,77	0,0022	0,10	0,7555	NS

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade; *- significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2II. Análise de variância do teor de sólidos solúveis totais em raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente ----- °Brix -----	C. Fria -----	----- temperatura ambiente vs. câmara fria -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	9,93	10,17	0,0001	1,36	0,2598	NS
4	14,18	13,03	0,0017	30,44	0,0001	**
8	16,11	15,64	0,0002	1,00	0,3314	NS
12	17,23	15,97	0,0017	20,07	0,0004	**
16	18,22	16,54	0,0030	70,21	0,0001	**
20	19,48	17,07	0,0058	61,97	0,0001	**
24	20,93	17,37	0,0123	124,47	0,0001	**
28	21,65	17,32	0,0181	250,00	0,0001	**
Médias	17,21	15,39	0,0369	511,54	0,0001	**

NS- não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 2mm. Equações de regressão na análise de variância do teor de sólidos solúveis totais em raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	0,23	3186,49	0,0001	**
Quadrática	0,03	391,14	0,0001	**
Cúbica	0,00	30,63	0,0001	**
Quártica	0,01	78,34	0,0001	**
----- câmara fria -----				
Linear	0,09	1228,79	0,0001	**
Quadrática	0,03	392,95	0,0001	**
Cúbica	0,00	67,73	0,0001	**
Quártica	0,00	8,53	0,0042	**

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2nn. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no teor de sólidos solúveis totais em raízes, durante a primeira época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Minerais °Brix	Orgânicos	----- QM -----	Mineraisvs. Orgânicos Valor F	----- Pr > F -----	Signif.
----- temperatura ambiente -----						
0	9,98	9,88	0,0000	0,11	0,7397	NS
4	14,48	13,87	0,0002	4,25	0,0558	NS
8	15,95	16,27	0,0000	0,20	0,6577	NS
12	17,23	17,22	0,0000	0,00	0,9987	NS
16	18,13	18,30	0,0000	0,33	0,5710	NS
20	19,08	19,87	0,0003	3,20	0,0925	NS
24	20,67	21,18	0,0001	1,24	0,2810	NS
28	21,52	21,78	0,0000	0,42	0,5252	NS
Médias	17,13	17,30	0,0257	0,99	0,3207	NS
----- câmara fria -----						
0	10,38	9,95	0,0001	2,26	0,1525	NS
4	13,30	12,75	0,0002	3,69	0,0729	NS
8	15,58	15,70	0,0000	0,03	0,8549	NS
12	16,50	15,43	0,0006	7,48	0,0147	*
16	17,35	15,73	0,0014	33,65	0,0001	**
20	17,42	16,72	0,0003	2,78	0,1149	NS
24	17,55	17,18	0,0001	0,70	0,4151	NS
28	17,83	16,80	0,0005	7,44	0,0149	*
Médias	15,74	15,03	0,0000	0,00	0,9879	NS

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade; *- significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2oo. Análise de variância do teor de sólidos solúveis totais em raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Ambiente ----- °Brix -----	C. Fria -----	----- temperatura ambiente vs. câmara fria -----			
			QM	Valor F	Pr > F	Signif.
0	10,98	10,83	0,0000	0,26	0,6178	NS
3	12,01	11,92	0,0000	0,39	0,5401	NS
6	12,59	12,23	0,0002	0,81	0,3805	NS
9	13,33	12,20	0,0017	3,59	0,0765	NS
12	14,33	12,89	0,0025	5,17	0,0371	*
15	14,69	12,93	0,0039	11,21	0,0041	**
18	15,65	12,84	0,0097	48,06	0,0001	**
21	17,49	13,63	0,0170	94,57	0,0001	**
Médias	13,88	12,43	0,0204	78,20	0,0001	**

NS- não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * - significativo ao nível de 5% de probabilidade, ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2pp. Equações de regressão na análise de variância do teor de sólidos solúveis totais em raízes, durante a segunda época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

	Q.M.	Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----				
Linear	0,08	286,94	0,0001	**
Quadrática	0,00	1,47	0,2277	NS
Cúbica	0,00	3,22	0,0756	NS
Quártica	0,00	0,46	0,4997	NS
----- câmara fria -----				
Linear	0,01	46,14	0,0001	**
Quadrática	0,00	1,71	0,1944	NS
Cúbica	0,00	2,83	0,0957	NS
Quártica	0,00	0,02	0,9020	NS

N.S. - não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2qq. Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação no teor de sólidos solúveis totais em raízes, durante a segundo época de armazenamento. Botucatu - UNESP, 2003.

Dias de armazenamento	Minerais ----- °Brix -----	Orgânicos -----	----- QM	Minerais vs. Orgânicos ----- Valor F	Pr > F	Signif.
----- temperatura ambiente -----						
0	10,73	11,22	0,0002	1,33	0,2651	NS
3	12,49	11,53	0,0007	22,95	0,0002	**
6	13,39	11,79	0,0018	8,80	0,0091	**
9	14,18	12,49	0,0019	4,14	0,0587	NS
12	14,93	13,74	0,0008	1,68	0,2139	NS
15	14,95	14,43	0,0002	0,51	0,4851	NS
18	16,10	15,20	0,0005	2,26	0,1522	NS
21	17,72	17,27	0,0001	0,62	0,4438	NS
Médias	14,31	13,46	0,0037	14,19	0,0003	**
----- câmara fria -----						
0	10,71	10,95	0,0000	0,36	0,5569	NS
3	12,14	11,70	0,0001	4,92	0,0414	*
6	12,47	11,98	0,0002	0,81	0,3818	NS
9	12,08	12,31	0,0000	0,09	0,7716	NS
12	12,29	13,48	0,0010	1,97	0,1799	NS
15	12,85	13,00	0,0000	0,04	0,8526	NS
18	13,30	12,38	0,0006	2,93	0,1063	NS
21	13,83	13,43	0,0001	0,57	0,4600	NS
Médias	12,46	12,41	0,0000	0,06	0,8081	NS

NS – não significativo ao nível de 5% de probabilidade; *- significativo ao nível de 5% de probabilidade, ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.