

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

**PRODUÇÃO, QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS - COLHEITA DE
MANDIOQUINHA-SALSA (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) SOB
ADUBAÇÕES MINERAL, ORGÂNICA E BIODINÂMICA.**

DEBORAH BENIACAR CASTRO HERMINIO

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU – SP
AGOSTO - 2005

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

**PRODUÇÃO, QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS - COLHEITA DE
MANDIOQUINHA-SALSA (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) SOB
ADUBAÇÕES MINERAL, ORGÂNICA E BIODINÂMICA.**

DEBORAH BENIACAR CASTRO HERMINIO

Orientador: Professor Doutor Francisco Luiz Araújo Câmara

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP -
Câmpus de Botucatu, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia
(Horticultura).

BOTUCATU -SP
AGOSTO – 2005

**Germinam as plantas na noite da terra,
Brotam as ervas pela força do ar,
Amadurecem os frutos pelo poder do sol.
Assim germina a alma no relicário do coração,
Assim brota o poder do espírito na luz do mundo,
Assim amadurece a força do homem no esplendor de Deus.
Rudolf Steiner.**

Aos meus queridos pais que me possibilitaram esta vida maravilhosa.

Aos meus avós que me presentaram com seu amor.

À minha querida irmã.

Ao meu amado companheiro.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

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

À Prof. Dra. Martha Maria Mischan, pela importante ajuda na orientação e realização da análise estatística.

À Maria, Eduardo, Juliana, Renata, Sr. Thomas e Pedro pelo apoio, carinho e sugestões durante todo o trabalho.

Ao Edmilson, Wilson, Sr. Francisco, Sr. Arlindo e Sr. José pela ajuda durante o trabalho de campo.

À Associação Tobias e à Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica pelo auxílio financeiro a esta pesquisa.

Aos amigos do Instituto ELO, Casa Somé, companheiros de almoço e D. Cássia pelo amparo nas horas difíceis.

Ao amigo João Barrote pelos livros de biodinâmica presenteados.

À Fazenda Demétria pelo esterco fornecido para a elaboração das pilhas de composto.

Ao funcionário do Departamento de Produção Vegetal / Horticultura, Edivaldo pela ajuda nas análises laboratoriais.

Aos colegas do curso Fábio, Claudiney, Cristiaini e Márcia pelo companheirismo, apoio e ajuda durante o curso.

A todos os funcionários do Departamento de Produção Vegetal / Horticultura pela colaboração.

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

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS -----	VIII
LISTA DE GRÁFICOS-----	X
RESUMO-----	1
SUMMARY-----	3
1. INTRODUÇÃO-----	5
2. REVISÃO DE LITERATURA-----	8
2.1 A espécie <i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancroft-----	8
2.1.1 Características gerais-----	8
2.1.2 Época de plantio e adubação-----	10
2.1.3 Colheita e conservação pós-colheita-----	12
2.2 Adubação orgânica-----	14
2.3 A agricultura e a adubação biodinâmica-----	16
3. MATERIAL E MÉTODOS-----	20
3.1 Área experimental-----	20
3.2 Dados climatológicos-----	21
3.3 Delineamento experimental e tratamentos-----	21
3.3.1 Elaboração das pilhas de composto-----	22
3.3.2 Tratamentos de adubação-----	24
3.3.3 Preparo dos propágulos e plantio-----	26
3.3.4 Irrigação e manejo-----	26
3.3.5 Colheita e preparo das amostras-----	26
3.4 Características avaliadas-----	27
3.4.1 Características relacionadas à produção-----	27
a) Massa fresca de raízes-----	27
b) Massa fresca de cepas-----	27
c) Massa fresca de folhas-----	27
3.4.2 Características relacionadas à qualidade-----	27
3.4.2.1 Conteúdo de minerais nas raízes antes e após o período de armazenamento.-----	28

3.4.2.2 Teores de amido, cinzas, fibras, açúcares solúveis totais e açúcares redutores antes e após o armazenamento-----	28
3.4.3 Características relacionadas à conservação pós-colheita-----	28
3.4.3.1 Perecibilidade-----	29
3.4.3.2 Perda de massa-----	29
3.4.4 Teores de nutrientes no solo após o experimento-----	29
3.5 Análise estatística-----	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	30
4.1 Características relacionadas à produção: massa fresca de raízes, cepas e folhas-----	30
4.2 Características relacionadas à qualidade-----	32
4.2.1 Conteúdo de minerais nas raízes-----	32
4.2.1.1 Antes do período de armazenamento-----	32
4.2.1.2 Após o período de armazenamento-----	36
4.2.2 Teores de amido, cinzas, fibras, açúcares solúveis totais e açúcares redutores antes e após o armazenamento-----	39
4.3 Características relacionadas à conservação pós-colheita-----	44
4.3.1. Perda de massa-----	44
4.3.2 Perecibilidade-----	47
4.4 Teores de nutrientes no solo após o experimento-----	50
5. CONCLUSÕES-----	56
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	57
7. ANEXOS-----	65

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Recomendação de adubação para mandioquinha-salsa, em função do nível de fertilidade do solo.-----	11
2. Desenvolvimento agrônômico da mandioquinha-salsa em sistema de cultivo orgânico.-----	16
3. Análise química do solo antes da instalação do experimento.-----	21
4. Análise química de micronutrientes do solo antes da instalação do experimento.-	21
5. Médias mensais de temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, radiação solar, insolação e evaporação em tanque de classe A, nos meses de cultivo. -----	22
6. Teores de nutrientes dos compostos orgânico e biodinâmico, utilizados no experimento.-----	24
7. Massa fresca (g/planta) de raízes, cepas, e folhas de mandioquinha-salsa, sob tratamentos mineral, orgânico e biodinâmicos 1, 2, 3 e 4. -----	31
8. Teores de nutrientes em raízes de mandioquinha-salsa sob tratamentos mineral, orgânico e biodinâmicos 1, 2, 3 e 4, na colheita.-----	33
9. Teores de nutrientes em raízes de mandioquinha-salsa, sob tratamentos mineral, orgânico e biodinâmicos 1, 2, 3 e 4, após o armazenamento.-----	37
10. Teores de amido, cinzas e fibras, em raízes de mandioquinha-salsa sob tratamentos mineral, orgânico e biodinâmicos 1, 2, 3 e 4, na colheita (c) e após o armazenamento (ap).-----	41
11. Teores de açúcares solúveis totais e açúcares redutores em raízes de mandioquinha-salsa, sob tratamentos mineral, orgânico e biodinâmicos 1, 2, 3 e 4; na colheita (c) e após o armazenamento (ap).-----	43
12. Porcentagem de perda de massa em raízes de mandioquinha-salsa, em embalagens plásticas em câmara fria a 5°C, em função dos tratamentos de adubação.-----	47
13. Perecibilidade (notas) de raízes de mandioquinha-salsa, em embalagens plásticas em câmara fria a 5°C, em função dos tratamentos de adubação.-----	48
14. Análise química do solo após a colheita do experimento.-----	51

15. Análise química de micronutrientes do solo após a colheita do experimento.----	55
---	-----------

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico	Página
1. Perda de massa (%) de raízes de mandioquinha-salsa em embalagens plásticas, em câmara fria a 5°C, em função do tempo de armazenamento para os tratamentos Testemunha (T1), Mineral (T2), Orgânico (T3), Biodinâmico1 (T4), Biodinâmico 2 (T5) Biodinâmico 3 (T6) e Biodinâmico 4 (T7).-----	46
2. Perecibilidade (notas pós-colheita) de raízes de mandioquinha-salsa em embalagens plásticas, em câmara fria a 5°C, em função do tempo, para os tratamentos Testemunha (T1), Mineral (T2) , Orgânico (T3), Biod.1 (T4), Biod.2 (T5), Biod.3 (T6) e Biod.4 (T7).-----	49

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito da adubação na produção, qualidade, e conservação pós-colheita de mandioquinha-salsa, foi instalado um experimento na Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, em Botucatu - SP. Os tratamentos constaram de Testemunha (sem adubação), adubação Mineral (com NPK), adubação Orgânica (composto orgânico) e quatro tratamentos com adubação biodinâmica; Biod. 1 (composto biodinâmico com preparados 502 ao 507), Biod. 2 (preparados Fladen, 500 e 501), Biod. 3 (composto biodinâmico com preparados 502 ao 507 e preparados 500 e 501) e Biod. 4 (preparados 500 e 501). As adubações mineral, orgânica e biodinâmica não diferiram entre si quanto as características: massa fresca de raízes, massa fresca de cepas, massa fresca de folhas; teores de nitrogênio, magnésio, cálcio, ferro, boro, manganês, amido, açúcares totais e açúcares redutores nas raízes, na colheita; teores de nitrogênio, magnésio, boro, manganês e fibras nas raízes após o armazenamento; perda de massa e perecibilidade pós-colheita das raízes após 120 dias de armazenamento em câmara fria; pH, fósforo, H+Al, cálcio, Soma de Bases, CTC, V%, cobre, ferro, manganês e zinco no solo após a colheita. Os tratamentos Orgânico+Biod.1 quando comparados ao tratamento Mineral, foram superiores quanto à expressão das características: massa fresca de cepas, massa fresca de folhas; teores de potássio e cinzas nas raízes na colheita; teores de potássio, cálcio, magnésio, amido e cinzas nas raízes após o armazenamento; teor de matéria orgânica, potássio, magnésio e boro no solo após a colheita do experimento; e inferiores quanto à expressão das características: teor de enxofre nas raízes antes e após o armazenamento e teor de açúcares solúveis totais após o armazenamento. Na colheita, o teor de fósforo nas raízes foi superior nos tratamentos

Orgânico e Biod.1; o teor de potássio foi superior nos tratamentos Orgânico e Biod.3; e o teor de enxofre foi superior no tratamento Mineral. Após o armazenamento, o tratamento Orgânico apresentou teor superior em fósforo; os tratamentos Orgânico, Biod.1 e Biod.3 apresentaram teor superior em potássio; os tratamentos Biod.2 e Testemunha apresentaram teor superior em cálcio; o tratamento Mineral apresentou teor superior em enxofre, e o tratamento Biod.2 apresentou teor superior em ferro nas raízes. As adubações mineral, orgânica e biodinâmica afetaram de modo semelhante a perda de massa e a perecibilidade das raízes durante o armazenamento. A qualidade comercial das raízes manteve-se igual para todos os tratamentos até 90 dias em câmara fria a 5°C. Com relação à qualidade do solo após o experimento, o tratamento Biod.1 apresentou maior teor de matéria orgânica; os tratamentos Orgânico, Biod.1 e Biod.3 apresentaram maior teor de potássio e magnésio, e o tratamento Biod.1 maior teor de boro no solo após a colheita do experimento.

YIELD, QUALITY AND POSTHARVEST CONSERVATION OF *Arracacia xanthorrhiza* BANCROFT, AS AFFECTED BY MINERAL, ORGANIC AND BIODYNAMIC FERTILIZATIONS. Botucatu, 2005. 79p. Paper (Master Degree presentation on Agronomy/Horticulture) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Deborah Beniacar Castro Herminio

Adviser: Francisco Luiz Araújo Câmara

SUMMARY

The purpose of this work was to evaluate the effect of mineral, organic and biodynamic fertilization on yield, quality and postharvest conservation of *Arracacia xanthorrhiza* roots. The experiment was carried out at the Brazilian Biodynamic Agriculture Association, in Botucatu, São-Paulo State, Brasil. The treatments consisted in Control (no fertilization), Mineral fertilization (NPK fertilization), Organic fertilization (organic compost) and four treatments with biodynamic fertilization; Biod.1 (biodynamic compost with preparations 502 to 507), Biod.2 (preparations Fladen, 500 and 501), Biod.3 (biodynamic compost with preparations 502 to 507, preparations 500 and 501) and Biodynamic 4 (preparations 500 and 501). Mineral, Organic and Biodynamic fertilizations showed no differences in fresh matter roots, fresh matter rootstock, crown fresh matter, nitrogen, magnesium, calcium, iron, boron, manganese, starch, total soluble sugars and reducing sugars in roots contents at harvest; nitrogen, magnesium, boron, manganese and fibers contents in roots after postharvest conservation; weight lost and perishability after 120 days at storage in refrigerated chamber (5°C); pH, phosphorus, H+Al, calcium, total cation, cation exchange capacity, V%, copper, iron, manganese and zinc contents in soil after the experiment. Organic + Biodynamic 1 treatments as compared to Mineral treatment resulted in highest rootstock fresh matter, crown fresh matter, potassium, and ashes contents in roots at harvest; potassium, calcium, magnesium, starch and ashes in roots after postharvest conservation; organic matter, potassium, magnesium and boron contents in soil after the experiment; and lower sulfur content in roots at harvest and postharvest conservation, and total soluble sugars after postharvest conservation. At harvest, phosphorus content in roots was higher in Organic and

Biodynamic 1 treatments, potassium content higher in Organic and Biodynamic 3 treatments and sulfur content higher in Mineral treatment. After storage, the Organic treatment showed higher phosphorus content in roots; Organic, Biodynamic 1 and Biodynamic 3 treatments showed higher potassium contents; Biodynamic 2 and Control treatments showed higher calcium contents; Mineral treatment showed higher sulfur content and Biodynamic 2 treatment showed higher iron contents in roots. Mineral, Organic and Biodynamic fertilizations showed no differences in weight loss and perishability after 120 days at storage in refrigerated chamber (5°C). The storage period kept the roots in desirable appearance under refrigeration for 90 days. Regarding the quality of the soil after the experiment, Biodynamic 1 treatment showed higher contents of organic matter; Organic, Biodynamic 1 and Biodynamic 3 treatments showed higher potassium and magnesium contents, and, Biodynamic 1 treatment showed higher boron contents.

Key Words - *Arracacia xanthorrhiza*, biodynamic agriculture, organic agriculture, mineral fertilization, postharvest conservation.

1. INTRODUÇÃO

O modelo de desenvolvimento agrícola vigente leva a problemas ambientais e sócio-econômicos que afetam o Brasil e o mundo. Este modelo aumentou a produtividade dos cultivos direcionados ao mercado externo, porém concentrou a população nas grandes cidades gerando exclusão social, além de utilizar uma tecnologia que degrada o meio ambiente e a biodiversidade, limitando o acesso aos meios de produção agropecuária. Este processo intensificou-se na década de 1970 e tem como base a modernização da agricultura, caracterizada pelo uso intensivo de sementes melhoradas e híbridas, adubos sintéticos, defensivos agrícolas e mecanização intensa, além de ser grande consumidor de energia, caro, dependente de insumos industriais, concentrador de terra, e não ajustado à agricultura familiar. Face ao modelo de modernização agrícola surgiram, nas décadas de 1920 e de 1930, alguns movimentos contrários à adubação sintética que valorizavam o uso da matéria orgânica e de outras práticas culturais favoráveis aos processos biológicos. Dentre eles pode-se citar a agricultura biodinâmica, a agricultura orgânica e a agricultura natural.

A Agricultura Biodinâmica originou-se de uma série de oito palestras, ministradas por Rudolf Steiner em 1924, em Koberwitz, Alemanha (atualmente, Polônia). Este sistema de agricultura traz o conceito de individualidade agrícola, ou organismo agrícola, que se refere às funções e inter-relações de uma fazenda ou de um agroecossistema. Assim, individualidade agrícola é um termo que exprime o caráter único da situação biológica, social e econômica de cada fazenda, resultando em um plano de manejo exclusivo para cada propriedade. O processo agrícola deve ser diversificado de acordo com as condições locais e a

relação entre os cultivos que esgotam e os que melhoram o solo deve ser equilibrada. Para a recuperação do solo empregam-se em larga escala os adubos verdes, rotações e cultivos consorciados que permitem interações ecológicas (KOEPP, 1998). Os sistemas de cultivo visam à fertilidade duradoura, os adubos são, na maior parte, de “produção própria”, e o programa de adubação baseia-se no retorno ao solo do estrume animal e de outros detritos orgânicos devidamente processados por meio da compostagem. O efeito dos adubos sobre o solo e as plantas é incrementado pelo uso dos preparados biodinâmicos, que consistem em substâncias minerais, vegetais e animais selecionadas, submetidas a um processo fermentativo, e destinam-se a favorecer a vida do solo, e “estimular o aproveitamento de luz pelas plantas” (KLETT & MIKLÓS, 2000).

A agricultura orgânica, um dos mais difundidos movimentos das correntes agroecológicas, tem como ponto de partida a obra do pesquisador inglês Sir Albert Howard que, entre os anos de 1925 e 1930, dirigiu em Indore na Índia um centro de pesquisas onde realizou vários estudos sobre compostagem e adubação orgânica. Além de ressaltar a importância da utilização da matéria orgânica na produção agrícola, Howard mostra que o solo não deve ser entendido apenas como um conjunto de substâncias, pois nele ocorre uma série de interações dinâmicas essenciais à saúde das plantas. Dentre as práticas mais comuns a este sistema de produção pode-se citar a integração da produção animal e vegetal, o uso de rações e forragens da propriedade ou obtidas de produtor orgânico, os consórcios e as rotações, o uso de variedades adaptadas, de adubos verdes, a reciclagem dos materiais orgânicos gerados na propriedade e a manutenção da cobertura vegetal do solo (EHLERS, 1996). No Brasil a lei federal 10.831 regulamenta a produção orgânica permitindo integração e adequação entre todos os segmentos envolvidos.

O cultivo de espécies de raízes tuberosas é muito disseminado nas regiões tropicais do globo. Sua importância pode ser evidenciada em três aspectos: cultivo de subsistência, de importância étnico-cultural e econômica. As tuberosas são eminentemente calóricas e rústicas, razão pela qual são consideradas alimentos de subsistência, capazes de proporcionar energia para populações carentes (CEREDA, 2002). O elevado teor de umidade que caracteriza algumas delas propicia rápida deteriorização pós-colheita. Uma mesma espécie pode apresentar diferentes formas de valorização, em diferentes países ou regiões do mundo. A mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), no Brasil, adquiriu característica de

cultivo bem remunerado, apesar de ser uma atividade de subsistência no seu centro de origem. Originária dos Andes, a planta de mandioquinha-salsa é rústica, pode ser plantada o ano todo e o produtor pode aguardar por preços mais elevados, com colheitas parciais. Existem inúmeros motivos para considerar a mandioquinha-salsa como a mais promissora espécie entre as tuberosas andinas. Não só possibilita uma imensa variedade de usos culinários, como é livre de substâncias indesejáveis como oxalatos, mucilagens e princípios adstringentes comuns a outras tuberosas da região andina (HERMANN, 1997). A mandioquinha-salsa é uma hortaliça alternativa e seu produto mais valioso são as raízes, de fácil digestibilidade, valor nutritivo elevado, ricas em fósforo, cálcio, ferro e vitaminas do complexo B. As folhas servem também para a alimentação de animais, inclusive monogástricos.

Avaliar a pós-colheita de vegetais frescos é de grande importância para produtores e comerciantes, pois possibilita estabelecer um 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 nutritiva de um alimento depende de sua composição ou balanço de nutrientes, da biodisponibilidade dos diferentes nutrientes e da presença ou ausência de substâncias tóxicas ou anti-nutricionais (PEREIRA, 2000).

Assim, neste trabalho, foram avaliadas produção, qualidade e conservação pós-colheita de mandioquinha-salsa sob adubações mineral, orgânica e biodinâmica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A espécie *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft

2.1.1 Características gerais

A mandioquinha-salsa é uma hortaliça originária dos Andes colombianos e foi introduzida no Brasil em 1907, por meio de mudas doadas à Sociedade de Agricultura do Brasil pelo general colombiano Rafael Uribe y Uribe. Hoje representa uma importante atividade para produtores da região Centro-Sul, principalmente nas terras altas de Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Espírito Santo e São Paulo, onde se adaptou às condições edafoclimáticas, semelhantes àsquelas da região de origem. É conhecida comumente por mandioquinha, batata-baroa, batata-salsa e mandioca-salsa, entre outros (CÂMARA & SANTOS, 2002; GONÇALVES, 2004).

A mandioquinha-salsa caracteriza-se por ser um alimento de função essencialmente energética, pois na sua composição destacam-se os teores de carboidratos em relação aos demais nutrientes. Ela é fonte de vitaminas como as do complexo B (especialmente tiamina, riboflavina, niacina e piridoxina) e vitamina A; é rica também em cálcio, fósforo e ferro. Dos carboidratos totais, a maior fração corresponde ao amido, que representa cerca de 80%, e os açúcares totais, 6%. Outra característica da espécie é o baixo teor de amilopectina e ausência total de fatores antinutricionais, o que ajuda na sua alta

digestibilidade, sendo muito recomendada para dietas de crianças, idosos e convalescentes (PEREIRA, 2000).

Apresenta importância econômica relativa, com volume de comercialização em torno de 90.000 toneladas/ano, e valor ao redor de 50 milhões de dólares. Segundo o Instituto de Economia Agrícola, em 2003 a área de cultivo da espécie em São Paulo atingiu 359 hectares e o volume comercializado foi de aproximadamente 7.400 toneladas. Por ser uma planta rústica, de baixa exigência nutricional, reduzida suscetibilidade a pragas e doenças, e que utiliza bastante mão-de-obra, é uma alternativa para a produção familiar, constituindo-se numa atividade de grande importância social (CÂMARA & SANTOS, 2002).

A mandioquinha-salsa é uma *Apiaceae* perene. Na ausência de gramíneas competitivas e vigorosas, ela pode sobreviver em um estado de crescimento mínimo por muitos anos sem intervenção humana. A planta apresenta quatro partes distintas: as raízes, a coroa (cepa), os rebentos (filhotes) e as folhas. As raízes constituem o principal produto econômico. Elas podem atingir um peso de até 1 kg, mas normalmente cada raiz pesa entre 100 e 300 g. As raízes não podem ser utilizadas como propágulos, pois não dão origem a rebentos. A cepa é uma estrutura intumescida e comprimida. Apesar de ser um fator geneticamente determinado, a cepa pode variar de tamanho dependendo do propágulo utilizado e de práticas de manejo (principalmente no preparo de camalhões). Os filhotes ou rebentos são estruturas muito peculiares, oriundos do mesmo tecido de formação das raízes e são compostos de entrenós, nós e cicatrizes deixadas por folhas desprendidas. Entretanto, os rebentos têm uma estrutura segmentada, sendo que as seções apicais dos rebentos com a parte basal dos pecíolos servem de propágulo; estes se desenvolvem durante o ciclo dando origem à futura cepa. Cada rebento carrega em sua gema apical 3 a 5 folhas pecioladas. A folha consiste num longo pecíolo com uma bainha pouco desenvolvida e com uma característica lâmina bipinulada. As folhas têm entre 30 a 60 cm de comprimento, sendo que seu tamanho varia consideravelmente dentro de uma planta e com as condições de cultivo (HERMANN 1997).

A propagação das plantas é um fator de grande importância na lucratividade do cultivo de mandioquinha-salsa. Isto se deve, primeiramente, ao fato de que os propágulos podem ser produzidos na propriedade, ano após ano, sem a degeneração da coleção, e combinado com a sua robustez e sua eficiência nutritiva, faz da mandioquinha-salsa

uma atividade economicamente atrativa para pequenos agricultores que não necessitam de crédito para comprarem sementes. Em segundo lugar, a produtividade de raízes depende muito da preparação dos propágulos (HERMANN 1997). Um rebento grande ou inteiro, se usado como propágulo, pode vir a ser uma planta com muitos brotos, ao passo que um propágulo que consiste da parte apical de um rebento resultará em uma planta com quantidade menor de brotos, menor área foliar, menor parte aérea e maior proporção de massa seca total alocada nas raízes comerciais (CASALI et al. 1984).

Segundo Madeira (2000), os propágulos de mandioquinha-salsa devem ser coletados de plantas matrizes, com boa sanidade e vigor, preferencialmente de plantas juvenis. Câmara (1984), afirma que uma das mais controvertidas tecnologias refere-se ao preparo dos rebentos para o plantio. Há recomendações para que se destaque os rebentos da planta-mãe e deixe-os murchar por dois a cinco dias; outras indicam ser melhor o plantio imediatamente após a separação dos rebentos e, também há citações de estratificação destes, já preparados em areia por 30 dias. Entretanto, o preparo tem variações diversas e, somado ao aspecto anterior, causa diferenças na velocidade de crescimento das plantas e, em consequência, na extensão do ciclo. Assim, o corte na base dos rebentos em diferentes alturas e o corte das folhas e pecíolos determina variações marcantes na produção. Ainda segundo Câmara (1984), o melhor tipo de rebento para o plantio, quanto ao comprimento do pecíolo é aquele em que se deixam as folhas ou que se cortam 1/3 ou 2/3 do pecíolo. Para um novo plantio, pode-se utilizar rebentos recém-colhidos, mas a melhor população se obtém com rebentos armazenados na touceira, por períodos de 45 e 30 dias, tanto estratificados em areia quanto no ambiente.

2.1.2 Época de plantio e adubação.

Câmara & Santos (2002) recomendam o cultivo da mandioquinha-salsa em locais com temperatura média anual de 17°C, havendo também sucesso na produção em locais cuja média esteja numa faixa de 13 a 23°C. Teoricamente, o plantio da mandioquinha-salsa pode ser feito durante todo o ano. Em regiões onde há riscos de geadas, principalmente Paraná e Santa Catarina, seu plantio é restrito ao período de setembro a novembro (SANTOS, 1997a). Ainda segundo Santos (1997a) os plantios nos meses de julho,

agosto e setembro estão mais sujeitos a elevada percentagem de florescimento, induzido pela baixa temperatura a que foi submetida a planta-mãe, nos meses anteriores. Nos meses quentes, com alta precipitação, o risco de apodrecimento das mudas, causado principalmente por bactérias, é mais elevado. A alternativa para os plantios efetuados entre dezembro e fevereiro é o uso da técnica do pré-enraizamento.

Tradicionalmente, em Minas Gerais, utiliza-se a cultivar Amarela de Carandaí, em São Paulo chamada de Amarela Comum. Em 1999, foi lançada pela Embrapa-Hortaliças a cultivar Amarela de Senador Amaral que apresenta diversas características superiores à Amarela Comum, como menor ciclo (de 6 a 8 meses), maior produtividade, melhor conservação pós-colheita, maior uniformidade de raízes, resistência a nematóides e à seca prolongada, e teor mais elevado de massa seca (CÂMARA & SANTOS, 2002).

As recomendações de adubação para mandioquinha-salsa foram estabelecidas com base nos primeiros trabalhos de pesquisa com a espécie em São Paulo, na década de 60, por Silva *et al.* (1962) e Silva *et al.* (1966). Segundo estes autores, a aplicação de fósforo induziu o aumento linear da produção e a de nitrogênio determinou a redução na produção de raízes, a partir da dose de 50 kg.ha⁻¹. Segundo Câmara & Santos (2002) a recomendação de adubação para a mandioquinha-salsa deve ser baseada no resultado de análise do solo, e considerando-se como níveis baixos, médios e altos de fósforo e potássio, respectivamente, 0-10, 10-30 e maior que 30 mg/kg; e, 0-60, 60-120 e maior que 120 mg/kg.

Tabela 1- Recomendação de adubação para mandioquinha-salsa, em função do nível de fertilidade do solo, Câmara & Santos (2002).

Nível	Baixo	Médio	Alto
	-----kg/ha-----		
N	60	60	60
P ₂ O ₅	240	210	180
K ₂ O	140	120	100

Dentre os micronutrientes essenciais ao cultivo da mandioquinha-salsa, o boro tem sido o mais limitante, embora esse efeito seja pouco visível na parte aérea.

Estabeleceram-se os seguintes níveis para este nutriente: baixo ($<0,50$ mg/kg), médio (0,51 a 0,60 mg/kg), alto (0,60 a 0,89 mg/kg) e muito alto ($>0,90$ mg/kg). Sugere-se a aplicação e incorporação de bórax ao solo nas seguintes dosagens: nível baixo, 50 kg/ha; nível médio, 20 kg/ha. (CÂMARA & SANTOS, 2002). Em um experimento realizado por Mesquita Filho et al. (1996) definiu-se a produção máxima de raízes comercializáveis de 12.150 kg.ha⁻¹, obtida com dose de 585,6 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

De acordo com Portz et al. (2003) que trabalharam com três níveis de nitrogênio, fósforo e potássio, não foram observadas respostas significativas na produtividade de raízes comercializáveis às doses aplicadas de fósforo e potássio, sendo que a maior produtividade foi alcançada com a dose de 60 kg.ha⁻¹ de N.

Sabendo-se que o ciclo da planta é relativamente longo, e que a disponibilização de nutrientes dos adubos orgânicos é lenta, pode-se sugerir o uso de adubos pouco solúveis como fosfatos de rocha, esterco curtido e compostos maduros entre outros (CÂMARA & SANTOS, 2002). Segundo Vieira (1995), que trabalhou com insumos orgânicos e fósforo em mandioquinha-salsa, houve resposta positiva à utilização de fósforo e insumo orgânico, combinados, em doses a partir de 25,8 e 6.000 kg.ha⁻¹, respectivamente. Câmara & Santos (2002) sugerem a aplicação de esterco bovino e de aviário e composto orgânico (3 a 12 t/ha), além do uso de adubos verdes e fosfato de rochas.

2.1.3 Colheita e conservação pós-colheita

A colheita geralmente é realizada pelo afrouxamento das raízes no solo com o uso de enxadões. Em situações em que o solo seja friável, as plantas são arrancadas diretamente com as mãos (SANTOS, 1997a). Normalmente, entre 10 e 12 meses de ciclo da cv. Amarela Comum, e 6 a 8 meses de ciclo da cv. Amarela de Senador Amaral, faz-se a colheita manual das plantas, fase em que as mesmas apresentam-se com as folhas amareladas, ou quase sem folhas (CÂMARA & SANTOS, 2002). A película externa e a cerosidade das raízes exercem papel importante na proteção, quanto à saída de água das células (WILLS et al, 1981). Por isso, o cuidado na colheita para evitar danos mecânicos no momento do arranquio e a redução da área exposta no momento de destacar a raiz da planta-mãe são procedimentos que ajudam muito na conservação da mandioquinha-salsa. A principal

causa de perecibilidade da mandioquinha-salsa está relacionada com a alta taxa de perda de água (AVELAR FILHO, 1989). Na colheita o teor de umidade das raízes varia de 69 a 76% (HERMANN, 1997). Depois de colhidas, as raízes continuam perdendo água em forma de vapor, tornado-se murchas, enrugadas ou mumificadas, sendo assim rejeitadas pelo consumidor. Isso ocorre quando a perda de água atinge em torno de 10% do peso de colheita (RYALL & LIPTON, 1972).

A raiz da mandioquinha-salsa, como qualquer outra raiz comestível, é um órgão vivo retirado do solo e destacado da planta em plena atividade metabólica. A velocidade da deteriorização dos produtos de origem vegetal está normalmente associada à resposta fisiológica dos tecidos às condições adversas do ambiente. Além das perdas patológicas provocadas pelo ataque de microrganismos, os processos fisiológicos que aceleram a senescência das raízes são principalmente a respiração e a transpiração. Todo esforço com vistas à conservação pós-colheita tem por objetivo reduzir a taxa com que esses processos ocorrem, principalmente a respiração, que, embora seja processo para a manutenção da vida, deve ser mantida em nível baixo, a fim de que possa retardar a senescência (AVELAR FILHO, 1989). Com relação à pós-colheita, o ideal seria a comercialização das raízes sem lavá-las, por aumentar o período de conservação (CÂMARA, 1984 e SANTOS, 1997b). O processo de lavagem das raízes, embora melhore a aparência, contribui para o aumento da perda de água durante o período de comercialização, pois a utilização do cilindro rotativo que provoca atrito entre as raízes danifica a película externa de proteção. Além disso, pode contaminar as raízes sadias pela água e facilitar o desenvolvimento de microrganismos, se a secagem for deficiente (CÂMARA, 1984). Segundo Souza et al. (2003), em um trabalho sobre incidência de danos mecânicos na cadeia pós-colheita, as lesões superficiais causadas pela abrasão foram o tipo de dano mecânico com maior incidência em todas as etapas do manuseio, alcançando 13,3% no produtor rural, 19,7% nas raízes sem lavar, 24,9% nas raízes lavadas, 45,9% no atacado e 78,9% no varejo.

A redução da temperatura de armazenamento prolonga a conservação, desde que as raízes estejam protegidas com filme de polietileno, o qual aumenta a umidade relativa internamente e reduz o desenvolvimento de microorganismos, devido à modificação da atmosfera interna da embalagem (CÂMARA & MEDINA, 1983).

2.2 Adubação orgânica

A agricultura orgânica foi inicialmente proposta pelo Engenheiro Agrônomo inglês Sir Albert Howard trabalhando na Índia (1925-1930), onde estudou a relação entre a fertilidade do solo e a utilização de húmus, sendo o pioneiro no desenvolvimento de metodologia para a elaboração do composto. A adubação orgânica refere-se à utilização de materiais orgânicos (esterco, compostos, restos de cultivo, adubação verde, etc), complementada com substâncias minerais (calcário, fosfato natural, rochas moídas, basalto, etc) de lenta solubilização, dando especial ênfase à conservação do solo e à proteção da natureza com a utilização de produtos pouco ou não tóxicos ao ambiente (EHLERS, 1996).

Segundo Kiehl (1985) a matéria orgânica exerce importantes efeitos benéficos sobre as propriedades do solo, contribuindo substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Há influências sobre as propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas do solo, revertendo tudo no aumento da produção.

No que diz respeito às propriedades físicas do solo há redução da densidade aparente, melhora da estruturação e da aeração e drenagem, aumento da retenção de água, alteração da consistência reduzindo a tenacidade, a plasticidade e a aderência e melhorando a friabilidade. Com relação às propriedades químicas do solo, os materiais de origem orgânica são uma importante fonte de nutrientes para plantas, microflora e fauna terrestre. Apesar do húmus ser prescindível na nutrição vegetal, sua presença no solo exerce três funções distintas: fornecedor de nutrientes, corretivo da toxidez e melhorador ou condicionador do solo. Quanto às propriedades físico-químicas, as mais relevantes são a adsorção iônica, a capacidade de troca catiônica e os íons ligados à superfície específica. Com relação à biologia do solo, ela constitui uma fonte de energia e de nutrientes para os organismos que participam de seu ciclo biológico; mantendo o solo em estado de constante dinamismo, exerce um importante papel na fertilidade e na produtividade das plantas. Indiretamente, atua na biologia do solo pelos seus efeitos nas propriedades físicas e químicas, melhorando as condições para a vida vegetal (condicionadora de solos).

Segundo Kathounian (2001), a ciclagem da biomassa e dos nutrientes minerais precisa ser pensada em conjunto para que ambas sejam trabalhadas visando à sua maximização, ou seja, acoplar o máximo possível da ciclagem de nutrientes à ciclagem da

biomassa. Assim os adubos utilizados em agricultura orgânica podem ser classificados segundo sua atuação em termos de efeitos químicos que são mais imediatos em oposição aos biológicos e físicos que são mais lentos e duradouros. Os materiais mais ricos em substâncias amiláceas e protéicas e de baixo teor de celulose como, por exemplo, o esterco líquido de suínos e esterco de aves, produz um rápido efeito sobre as plantas. Isso se deve principalmente a ação de microorganismos que em pouco tempo liberam a maior parte dos nutrientes disponíveis, principalmente o nitrogênio. Por outro lado, os materiais mais ricos em celulose, como palhadas de cereais, demoram mais tempo para apresentar seus efeitos químicos, porém trabalham as qualidades físicas do solo, e se utilizados como cobertura morta o efeito físico resulta, sobretudo na ativação biológica da mesofauna alimentada pela cobertura.

Kiehl (1985), define a compostagem como uma técnica idealizada para se obter mais rapidamente, e em melhores condições, a desejada estabilização da matéria orgânica. Na natureza, essa estabilização, ou humificação, se dá em prazo indeterminado, ocorrendo de acordo com as condições em que ela se encontra.

A metodologia da compostagem consiste em partir de matérias-primas que contenham um balanço da relação carbono/nitrogênio favorável ao metabolismo dos organismos que vão efetuar sua biodigestão e assim, facilitar a digestão dessa matéria-prima dispondo-a em local adequado, de acordo com o tipo de fermentação desejada, se é aeróbia ou anaeróbia, controlando a umidade, a aeração, a temperatura, e os demais fatores. A junção dos materiais para elaboração do composto, ou seja, palhas mais fonte de microorganismos, é usualmente feita na forma de leiras, pilhas ou montes, que podem ter seção triangular ou trapezoidal.

Um dos aspectos mais importantes na elaboração das pilhas de compostagem é a aeração. Por isso, as pilhas devem ter distância entre si suficiente para o escoamento de água de chuva e facilitar seu revolvimento, o qual deve ser feito durante o período de cura. Este revolvimento pode ser feito manualmente ou por meio de máquinas, com frequência determinada pela concentração de oxigênio, temperatura e umidade.

Segundo Souza & Resende (2003), para o cultivo orgânico da mandioquinha-salsa, deve-se espalhar o composto orgânico a lanço, no solo preparado antes de levantar as leiras, utilizando-se 10 t/ha com base no seu peso seco. Deve-se aplicar mais 5 t/ha em cobertura cerca de 120 dias após o plantio em função do longo ciclo da cultura. A

tabela 2 mostra os resultados de nove cultivos de mandioquinha-salsa em sistema orgânico sendo que a produtividade média foi de 15.355 kg/ha, semelhante àquela obtida em sistema convencional. No entanto, as recomendações para a adubação orgânica devem ser baseadas na fertilidade do solo em que se implantará os cultivos.

Tabela 2 - Desenvolvimento agrônômico da mandioquinha-salsa em sistema de cultivo orgânico, Souza (2003).

Cronologia dos cultivos	Ano	Produção total (kg/ha)	Raízes comerciais				Ciclo (dias)
			Produtividade (kg/ha)	Peso médio (g)	Comprimento médio (cm)	Diâmetro Médio (cm)	
1	1991/92	9.916,0	9.034,0	126,0	14,6	4,7	266,0
2	1991/92	37.033,0	34.946,0	225,0	13,7	5,5	328,0
3	1992/93	9.429,0	8.156,0	89,0	10,7	3,9	320,0
4	1992/93	14.168,0	11.695,0	114,0	10,5	4,2	322,0
5	1994/95	16.637,0	14.439,0	127,0	17,8	5,5	327,0
6	1995	20.101,0	17.823,0	127,0	17,0	4,0	328,0
7	1996	21.083,0	15.833,0	131,0	12,0	4,4	373,0
8	1998	12.313,0	4.773,0	95,0	16,5	4,0	357,0
9	1999/00	23.257,0	21.497,0	103,0	20,8	4,0	299,0
Média		18.215,2	15.355,0	126,3	14,8	4,5	324,4

2.3 A agricultura e a adubação biodinâmica.

A agricultura biodinâmica traz uma visão abrangente de um sistema agrícola integrado, o “Organismo Agrícola”, inserido harmoniosamente na paisagem local, considerando-se os seus princípios ecológicos, sociais, técnicos, culturais, econômicos e fenomenológicos. Procura-se o bem estar do produtor e, principalmente, a produção de alimentos sadios. O termo biodinâmico é a composição de duas palavras: biológico e

dinâmico. Biológico refere-se a uma agricultura inerente à natureza, que impulsiona os ciclos vitais, pela adubação verde, compostagem, consórcios e rotações de culturas, agrossilvicultura e integração das atividades agrícolas. Dinâmico refere-se à atuação de forças da Natureza, o que na prática agrícola ocorre pelo uso dos Preparados Biodinâmicos, do conhecimento dos ritmos astronômicos e da formação da paisagem agrícola (SIXEL, 2003).

Depois da série de oito conferências que Rudolf Steiner proferiu para agricultores em 1924, experimentos de sistemas comparativos começaram a se desenvolver em fazendas de agricultura biodinâmica na Europa. Surgiram “Círculos de experimentação agrícola” que tinham como objetivo aplicar as sugestões de Rudolf Steiner e modificar a organização e a gestão agrícola das fazendas. Uma parte das pesquisas consistia na elaboração, conservação e aplicação dos preparados biodinâmicos. Outras em planificar a propriedade agrícola como “individualidade agrícola auto-sustentável”. Para isto faziam rotações de cultivos a fim de desenvolver a fertilidade e conservação dos solos; trabalhavam na maneira de preparar os resíduos orgânicos e a compostagem; estudavam o emprego correto de leguminosas e de adubos verdes; implementavam a diversidade de espécies de plantas forrageiras cultivadas e permanentes; promoviam o micro-clima utilizando a cobertura morta e cercas vivas; utilizavam plantas medicinais na alimentação do gado, nos campos e nos jardins; faziam a manutenção das florestas e fomentavam a integração dos animais, sua alimentação e sua estabulação em vista de sua saúde e de sua performance (KOEPPF, 1998). Com tudo isto o objetivo primordial da agricultura biodinâmica é a produção de alimentos de alta qualidade nutritiva, a partir de forças inerentes à propriedade agrícola (SATTLER & WISTINGHAUSEN, 1992).

Deffune (1998), define os preparados biodinâmicos como substâncias elicitoras que trabalham como estimulantes biológicos, ou como defensivos naturais. Um dos mecanismos pelos quais a aplicação dos preparados pode estimular a resistência de plantas a doenças, é a elicitação (estímulo em nível bioquímico, ou genético-molecular), da produção de fitoalexinas, que são substâncias de defesa contra infecções, sempre que seu acúmulo se inicia cedo o suficiente em relação à invasão dos tecidos. Esse mecanismo integra, com a resistência de paredes e membranas celulares, e as chamadas reações sistêmicas, o conjunto de processos que mantêm o equilíbrio e integridade dos tecidos vegetais.

Em 1958, no Círculo de Pesquisas Escandinavas, em Järna na Suécia, iniciou-se um trabalho de pesquisa para se estudar de que maneiras o tipo de fertilizante (convencional e biodinâmico) empregado em diferentes cultivos poderia afetar a qualidade final de produtos agrícolas. O período experimental teve duração de 32 anos, e durante este tempo, vários trabalhos foram publicados. Nos experimentos com batata, com relação à produção os tratamentos com adubos químicos mostraram-se mais eficientes; entretanto, a quantidade de massa seca foi maior nos tratamentos biodinâmicos. No que diz respeito aos teores de proteína bruta, os tratamentos químicos mostraram-se superiores, porém, em relação à proteína pura os tratamentos com adubação biodinâmica mostraram-se mais eficientes. Nas avaliações dos extratos houve menor escurecimento dos tecidos, menor decomposição e menor perda pós-colheita, mostrando resistência à decomposição enzimática e bacteriana, dos tratamentos com adubação biodinâmica (GRANSTEDT & KJELLENBERG, 1996).

Os métodos biodinâmico, orgânico-mineral e mineral, foram comparados por Petterson (1972), citado por Koepf et al. (2001), que avaliou em experimentos de campo o efeito de oito tipos de adubação sobre a qualidade de batata, em valores médios de oito anos. O autor destaca que os rendimentos dos tratamentos orgânicos e biodinâmicos apontaram produções menores que no tratamento orgânico-mineral e mineral; porém, foram os tratamentos orgânicos e biodinâmicos que mostraram os mais altos teores de proteína, vitamina C, e menores perdas percentuais após períodos de armazenamento. Foram ainda avaliados outros aspectos de qualidade do produto em testes de cozimento e sabor, nos quais os produtos provenientes dos cultivos biodinâmicos e orgânicos obtiveram os melhores índices.

Reganold e Palmer (1995), analisando solos em propriedades convencionais e biodinâmicas na Nova Zelândia, demonstraram que os solos oriundos de propriedades biodinâmicas mostravam maior qualidade biológica, física e química do que os solos oriundos de propriedades convencionais. Piamonte (1996), em experimento com adubação mineral, orgânica e biodinâmica de cenoura, demonstrou que o peso de massa seca, textura, conservação, teores de vitamina A e beta caroteno foram superiores em cenoura com adubação orgânica e biodinâmica. Woese *et al.* (1997) fizeram uma revisão sobre qualidade de uma gama de produtos oriundos da agricultura orgânica e convencional, cobrindo mais de 150 artigos científicos, em cereais, hortaliças, frutas, vinho, cerveja, pão, bolos, leite, ovos e mel.

Na maioria dos estudos físico-químicos avaliou-se a concentração de elementos desejáveis e indesejáveis, resíduos de pesticidas e contaminantes ambientais; realizaram-se também testes sensoriais e alimentares com animais. Além do mais, estudos nutricionais e pesquisas usando métodos holísticos de análise foram incluídos. Os produtos oriundos da agricultura convencional, com utilização de fertilizantes minerais solúveis, mostraram teores de nitrato mais elevados do que os produtos oriundos da agricultura orgânica. No caso de hortaliças, em particular folhosas, observou-se maior concentração de massa seca nos alimentos orgânicos em relação aos convencionais. No que diz respeito aos outros aspectos nutricionais, na maior parte dos casos, não foram observadas em análises físico-químicas diferenças significativas entre os produtos convencionais e orgânicos. O mesmo se aplica aos testes sensoriais. Nos experimentos com alimentação de animais, foi demonstrado que eles preferem os alimentos orgânicos. Miklós et al. (1999) trabalhando com compostagem de resíduos da indústria de cana-de-açúcar demonstraram que, com a utilização de preparados biodinâmicos houve uma considerável redução de perdas de nutrientes durante o processo de compostagem. Carpenter-Boggs et al. (2000), analisando os efeitos dos preparados biodinâmicos em pilhas de composto, demonstraram que havia maior atividade microbiana termofílica e fermentação mais acelerada em pilhas inoculadas com os preparados biodinâmicos. Krueger (2003) em um ensaio sobre adubação mineral, orgânica e biodinâmica de yacon demonstrou que a massa fresca de rizóforos, o teor de proteínas, o conteúdo de cinzas e de fósforo foram superiores com as adubações orgânicas e biodinâmicas no primeiro ciclo de cultivo. Em um trabalho semelhante com batata-doce Ramos (2004) concluiu que nos aspectos econômicos e energéticos os sistemas orgânicos e biodinâmicos apresentaram maior rentabilidade melhor eficiência energética e maior saldo de energia por área em relação ao sistema convencional, apresentando deste modo maior sustentabilidade econômica e ambiental por dependerem menos de energia industrial e mais da biológica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

O presente trabalho foi desenvolvido na Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, no Bairro Demétria, localizado no município de Botucatu, SP. A Associação Biodinâmica está localizada em uma área de cerrado, tendo um tipo de solo e vegetação característicos deste ecossistema, e está delimitada pelas coordenadas geográficas 22°57' latitude Sul e 48°25' de longitude Oeste, com altitude de 900m. O clima local é do tipo “cfa”, subtropical chuvoso, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 25°C e a precipitação média anual é de 1.549 mm, ocorrendo em maior quantidade de novembro a março, conforme dados registrados durante 20 anos, na Estação Meteorológica da Faculdade de Ciências Agrônomicas, Fazenda Lageado, UNESP, Campus de Botucatu, SP. O experimento foi conduzido no período de maio de 2003 a fevereiro de 2004.

O solo onde o experimento foi instalado vem sendo trabalhado há 16 anos com práticas da agricultura biodinâmica. A análise de solo foi feita pelo Laboratório de Análise de Solos da UNESP, com o objetivo de determinar as recomendações de adubação e calagem para a espécie. O preparo do solo consistiu em uma roçada das ervas espontâneas e uma gradagem leve. Os camalhões foram feitos manualmente com o uso de enxadas. Anter

Tabela 3. Análise química do solo antes da instalação do experimento. Botucatu – UNESP, 2003.

PH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	SB	CTC	V%
CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----mmol _c /dm ³ -----							
6,5	11	26	5	14	0,4	20	7	27	41	66

Tabela 4. Análise química de micronutrientes do solo antes da instalação do experimento. Botucatu – UNESP, 2003.

Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
-----mg/dm ³ -----				
0,23	1,2	24	9,0	1,2

3.2 Dados climatológicos

Os dados climatológicos (Tabela 5) ocorrentes durante o período de condução do experimento foram fornecidos pelo Departamento de Recursos Naturais, área de Ciências Ambientais / FCA UNESP- Botucatu.

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com sete tratamentos e três repetições. As parcelas foram constituídas de duas fileiras espaçadas de 1,00m, com 0,40m entre plantas, totalizando 20 plantas por parcela. Este espaçamento foi adotado para facilitar os tratos culturais durante o experimento. Foram implantadas bordaduras de duas fileiras de plantas de mandioquinha-salsa, com o mesmo espaçamento adotado acima, no perímetro total do experimento.

A cultivar empregada no experimento foi a Amarela de Senador Amaral. Os propágulos foram obtidos de um produtor em Itatinga –SP, o Engenheiro Agrônomo André Yamanaka. A área foi conservada livre de plantas espontâneas por meio de capinas manuais e arranquio, e a irrigação utilizada neste experimento foi via aspersão.

Tabela 5 - Médias mensais de temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, radiação solar, insolação e evaporação em tanque de classe A, nos meses de cultivo. Botucatu – UNESP, 2005.

Meses	Ano	Temp. C°	Precipitação mm	UR %	Rad. solar cal/cm ² /dia	Insolação horas	Evap.TCLA mm
Maio	2003	16,76	52,90	61,55	327,90	264,60	133,30
Junho	2003	18,38	23,70	61,73	304,83	187,60	116,00
Julho	2003	17,10	15,80	52,35	314,42	237,40	141,10
Agosto	2003	16,36	33,90	52,03	348,50	236,50	142,40
Setembro	2003	18,91	14,90	48,70	382,32	224,90	163,80
Outubro	2003	19,83	149,10	63,29	379,27	218,00	184,60
Novembro	2003	20,09	173,50	62,10	407,10	180,80	167,90
Dezembro	2003	21,81	183,90	68,00	451,16	211,70	175,30
Janeiro	2004	20,55	302,00	71,10	366,20	161,00	140,20
Fevereiro	2004	21,36	161,6	73,00	405,89	201,70	156,50

3.3.1 Elaboração das pilhas de composto

Em fevereiro de 2003 montaram-se duas pilhas de composto utilizando-se camadas de palha seca de *Brachiaria decumbens*, intercaladas com esterco fresco de vacas leiteiras. O esterco proveniente do estábulo da Fazenda Demétria Botucatu SP, continha 50% de cama de palha de milho de silagem presente no estábulo. Utilizaram-se 500kg deste esterco (úmido) adicionado a 80kg de palha seca de brachiaria para ambas as pilhas. As pilhas foram montadas em camadas alternadas de palha e esterco formando cada uma um trapézio de 1,5m de comprimento por 1m de largura e 0,60m de altura, e foram cobertas com uma camada de 50 cm de palha seca de brachiaria. Entre uma camada e outra de material adicionou-se água de poço. As pilhas localizavam-se sobre a grama parcialmente sombreadas por arbustos.

Destinou-se uma das pilhas à elaboração de composto orgânico referente ao tratamento T3 - Orgânico. Na outra pilha, foram inoculados os preparados

biodinâmicos 502 ao 507 sendo que este composto foi destinado aos tratamentos T4 – Biod.1 e T6 – Biod.3. A análise química dos compostos encontra-se na Tabela 6.

O composto biodinâmico foi elaborado da mesma forma que o composto orgânico e difere apenas por ter sido inoculado com os preparados biodinâmicos para compostagem 502 ao 507. Os seis preparados elaborados a partir das plantas medicinais Milfolhas – 502 (Flores de *Achillea millefolium* e bexiga de cervo macho), Camomila – 503 (Flores de *Matricaria chamomila* e intestino delgado de bovino), Urtiga – 504 (Parte aérea de *Urtica dioica*), Casca de Carvalho – 505 (Casca de *Quercus robur* e crânio de bovino), Dente de Leão – 506 (Flores de *Taraxacum officinale* e mesentério bovino) e Valeriana – 507 (Suco de flores fermentado de *Valeriana officinalis*), cuja elaboração é descrita por Wistinghausen (2000a), foram adicionados à pilha de composto biodinâmica.

Segundo Wistinghausen (2000b), para a inoculação dos preparados foram feitos 5 buracos com um cabo de madeira despontado até metade do composto recém formado, sendo um buraco em cada ponta periférica e um buraco bem no centro da pilha. Colocou-se em cada buraco 2 gramas dos cinco primeiros preparados, mencionados acima, envoltos em uma camada de argila formando uma bola de aproximadamente 5cm de diâmetro sendo que o buraco central destinou-se ao preparado de Urtiga (504). O preparado de Valeriana (507) foi dinamizado em água na proporção de 2 mililitros para 5 litros de água morna (36°C) em um recipiente redondo de barro; a dinamização consistiu em um movimento circular no sentido horário até a formação de um vórtice e, quando este estava formado, inverteu-se o sentido da agitação formando um novo vórtice no sentido anti-horário, procedendo desta maneira alternada por 20 minutos. Metade do preparado de Valeriana (507) foi aspergido em gotas grossas em toda a superfície da pilha de composto biodinâmico antes da cobertura com palha seca de brachiaria e metade depois da cobertura.

Tabela 6 – Teores de nutrientes dos compostos orgânico e biodinâmico, utilizados no experimento. Botucatu – UNESP, 2005.

Determinações	Composto orgânico	Composto biodinâmico
Umidade (%)	73,39	75,84
Nitrogênio (g/kg)	16,9	17,5
Fósforo (g/kg)	5,81	5,65
Potássio (g/kg)	8,57	15,63
Magnésio (g/kg)	6,77	7,32
Cálcio (g/kg)	8,52	7,58
Enxofre (g/kg)	3,20	3,51
Zinco (mg/kg)	164,33	154,33
Cobre (mg/kg)	28	24
Manganês (mg/kg)	290,33	183,33
Ferro (mg/kg)	7317	5383
Boro (mg/kg)	12,75	13,77

3.3.2 Tratamentos de adubação

Os tratamentos de adubação consistiram em:

- T1 = Testemunha absoluta, sem qualquer tipo de adubação.
- T2 = Mineral - Adubação mineral com 4:14:8 (NPK) na dosagem de 1,200 kg / 8m² no plantio (conforme análise de solo).
- T3 = Orgânico - Adubação com 11,200 kg / 8m² de composto orgânico úmido (conforme análise do composto)
- T4 = Biod.1- Adubação com 10,805 kg / 8m² de composto biodinâmico úmido (conforme análise do composto).
- T5 = Biod.2 - Aplicação do preparado Fladen, uma aplicação no solo de preparado de chifre-esterco (500), e uma pulverização da parte aérea com preparado de chifre-sílica (501).

- T6 = Biod.3 - Adubação com 10,805 kg / 8m² de composto biodinâmico úmido, uma pulverização do solo com preparado de chifre-esterco (500), e uma pulverização da parte aérea com preparado de chifre-sílica (501) (T4 + T7).
- T7 = Biod.4 - Aplicação no solo de preparado de chifre-esterco (500), e uma pulverização na parte aérea de preparado de chifre-sílica (501).

A dosagem de adubo mineral foi estabelecida segundo a necessidade da espécie de acordo com o Boletim Técnico 100 (RAIJ et al, 1997). Relacionou-se, com estes dados, o teor de nitrogênio presente nas pilhas de composto para estabelecer a quantidade de composto utilizado nos tratamentos T3 – Orgânico, T4 – Biod.1 e T6 – Biod.3 (Tabela 6).

A elaboração e uso dos preparados biodinâmicos empregados neste experimento são descritos por Wistinghausen (2000a e 2000b). O preparado Fladen é constituído de esterco fresco de bovino, misturado com pó de basalto e casca de ovos triturados sendo esta massa colocada em uma caixa de madeira dentro do solo, e durante o processo fermentativo da mistura são inoculados por três a quatro vezes os preparados biodinâmicos para compostagem (502 ao 507); destina-se à aplicação sobre cobertura vegetal morta (compostagem laminar). O preparado biodinâmico de chifre-esterco (500) é constituído de esterco fresco de vacas em lactação, colocado em chifres de vacas e submetido a uma fermentação por seis meses dentro do solo, destina-se à aplicação no solo e atua no desenvolvimento radicular. O preparado biodinâmico de chifre-sílica (501) é constituído de sílica moída (cristais de quartzo moídos), colocada em chifres de vacas e submetido a uma fermentação por seis meses dentro do solo destina-se à aplicação na parte aérea e atua na fotossíntese e qualidade de frutos.

Nos tratamentos T5 – Biod.2, T6 – Biod.3 e T7 – Biod.4 foi aplicado o preparado de chifre-esterco (500) cinco dias após o plantio, na dosagem de 200g/ha, dinamizadas em 100 litros de água morna de chuva por uma hora, em dia de raiz segundo o calendário astronômico/agrícola de Thun & Thun (2003). Nos tratamentos T5 – Biod.2, T6 – Biod.3 e T7 – Biod.4 foi aplicado o preparado de chifre-sílica (501) cinco meses após o plantio, na dosagem de 4 g/ha, dinamizadas em 100 litros de água morna de chuva por uma hora, em dia de raiz segundo o calendário astronômico/agrícola de Thun & Thun (2003). No tratamento T5 – Biod.2 foi aplicado o preparado Fladen, uma semana após o plantio na

dosagem de 300g/ha dinamizadas por 20 minutos em água morna de chuva, em dia de raiz, segundo o calendário astronômico/ agrícola de Thun & Thun (2003).

3.3.3 Preparo dos propágulos e plantio

Os propágulos foram destacados da planta-mãe com antecedência de 1 dia e, no dia do plantio, sua parte basal foi cortada transversalmente com um estilete bem fino, deixando-se cerca de 3cm de propágulo.

Foram feitos sulcos de 10cm de profundidade na terra, na extensão total das linhas de cultivo, com a ajuda de enxadões, onde foi colocado o adubo mineral, orgânico e biodinâmico segundo os tratamentos. Com enxadas, os camalhões foram erguidos sobre os sulcos a uma altura de 30cm do nível do solo. O plantio foi feito manualmente, afundando-se os propágulos nos camalhões, deixando-se a parte apical (cerca de 1cm) para fora do solo. Depois de uma semana os canteiros foram cobertos com palha seca de *brachiaria*.

3.3.4 Irrigação e manejo

A irrigação foi feita via aspersão com turnos de rega a cada três ou quatro dias, conforme a necessidade. Durante o ciclo foram feitas três capinas com enxada, três limpezas dos camalhões arrancando-se manualmente os inços, e duas aplicações de chorume de urtigas de 24 horas*, para controle de infestação por pulgões.

3.3.5 Colheita e preparo das amostras

A colheita foi realizada aos 10 meses de ciclo, utilizando-se como indicador do ponto de colheita o amarelecimento e secamento das folhas; utilizaram-se enxadões para o afrouxamento da terra e posterior arranquio das plantas. Separaram-se cepas e

* O chorume de urtigas de 24 horas é elaborado com 1 kg de parte aérea fresca de *Urtica dioica* em 100 litros de água, deixando-se as folhas e hastes de molho por 24 horas.

propágulos de raízes e de folhas e com a ajuda de uma esponja macia foi retirada a terra aderida às raízes e estas foram armazenadas à sombra.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Características relacionadas à produção

a) Massa fresca de raízes:

Determinada pela pesagem das raízes tuberosas produzidas pelas plantas da parcela.

b) Massa fresca de cepas:

Determinada pela pesagem de cepas e propágulos produzidos pelas plantas da parcela.

c) Massa fresca de folhas:

Determinada pela pesagem de folhas produzidas pelas plantas da parcela.

3.4.2 Características relacionadas à qualidade.

As características relacionadas à qualidade foram avaliadas por amostragem de raízes no momento da colheita e após conservação por 120 dias. Antes do período de armazenamento foram selecionadas ao acaso três raízes de cada parcela útil sendo estas lavadas em água corrente, cortadas em fatias finas, secas em estufa de ventilação forçada a 65°C até peso constante, moídas em moinho tipo Wiley e acondicionadas em saquinhos de papel encerado. Estas amostras foram destinadas à análise química dos constituintes minerais e às análises de amido, cinzas, fibras, açúcares solúveis totais e açúcares redutores. Para as avaliações de conservação pós-colheita foram escolhidas ao acaso dez raízes de cada parcela útil. Depois da conservação em câmara fria por 120 dias todas as raízes foram lavadas em água corrente, cortadas em fatias finas, secas em estufa de ventilação forçada a 65°C até peso constante, moídas em moinho tipo Wiley e acondicionadas em saquinhos de papel encerado.

Estas amostras foram submetidas à análise química dos constituintes minerais e às análises de amido, cinzas, fibras, açúcares solúveis totais e açúcares redutores.

3.4.2.1 Conteúdo de minerais nas raízes antes e após o período de armazenamento.

Foram determinados os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio, cálcio, ferro, enxofre, boro e manganês, segundo os métodos descritos por Malavolta et al. (1989). Foram feitas duas determinações, antes e depois do período de armazenamento.

3.4.2.2 Teores de amido, cinzas, fibras, açúcares solúveis totais e açúcares redutores antes e após o período de armazenamento.

Foram determinados os teores de amido, açúcares solúveis totais e açúcares redutores, segundo os métodos descritos por Nelson (1944) e Somogy (1945); os teores de cinzas foram determinados segundo a metodologia da AOAC (1970) e o teor de fibras determinado segundo os métodos da American Association of Cereal Chemists (1975). Foram feitas duas determinações, antes e depois do período de armazenamento.

3.4.3 Características relacionadas à conservação pós-colheita

Foram selecionadas aleatoriamente dez raízes de cada parcela útil que foram embaladas, sem prévia lavagem, em embalagens plásticas e colocadas em câmara de refrigeração a 5°C.

3.4.3.1 Perecibilidade.

Em pós-colheita foi avaliada a perecibilidade (com avaliação subjetiva por notas de 0 a 5) em condição de câmara fria, com avaliações aos 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após a colheita.

3.4.3.2 Perda de massa.

A característica perda de massa foi avaliada do início ao fim do armazenamento nas mesmas raízes. As avaliações foram realizadas nos mesmos dias das avaliações de perecibilidade, aos 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após a colheita.

3.4.4 Teor de nutrientes no solo após o experimento

Foram determinados os dados de pH, matéria orgânica, fósforo, H+Al, cálcio, magnésio, soma de bases, capacidade de troca catiônica, V%, boro, cobre, ferro, manganês e zinco de cada parcela do experimento após a colheita das raízes.

3.5 Análise estatística

Os dados relativos à produção, à qualidade e aos teores de nutrientes no solo foram submetidos à análise de variância e foram verificados alguns contrastes entre os efeitos de tratamento; T2 contra T3+T4, T3 contra T4, e T5 contra T6. Foi também realizado o teste de Tukey com comparações entre médias, a 5% de probabilidade. Os dados de perecibilidade e perda de massa pós-colheita foram submetidos à análise de variância; para verificar o efeito de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e, para verificar o efeito das épocas, realizou-se análise de regressão considerando-se os componentes linear e quadrático. Utilizou-se o programa de análise estatística SAS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características relacionadas à produção: massa fresca de raízes, de cepas e de folhas.

A análise de variância para a massa fresca de raízes não apontou diferenças entre os tratamentos (Anexo 1), e os contrastes entre o tratamento Mineral vs Orgânico+Biod.1, Orgânico vs. Biod.1 e Biod.2 vs. Biod.3, não foram significativos (Anexo 2). Entretanto, a produção de raízes obtida no tratamento Biod.3 foi 42% maior que a produção da testemunha, e 21% maior que a mineral (Tabela 7).

Estes resultados são semelhantes aos encontrados em trabalhos de comparação de sistemas de adubação por Piamonte (1996) com cenoura, Neuhoﬀ et al.(1998) com batata, Kruger (2003) com yacon e Ramos (2004) com batata-doce. De fato, segundo Koepf (1998) a aplicação dos preparados biodinâmicos leva a uma influência positiva sobre a produção de plantas cultivadas, mas os aumentos significativos dependem do tipo de fertilização, das condições climáticas, do tipo de planta e da frequência das aplicações dos preparados. De acordo com Koepf et al. (2001), em diversos experimentos com aveia, trigo, batata e beterraba houve um aumento de 4 a 32 % de produção, quando da utilização de preparados biodinâmicos. Vieira (1995) obteve produção de raízes de mandioquinha-salsa semelhantes às encontradas neste trabalho; em função do uso de fósforo e resíduo orgânico, a autora obteve produção de massa fresca de raízes entre 165,90 e 410,80 g/planta e, no presente trabalho, esta produção variou de 265,2 a 525,5 g/planta.

Tabela 7 – Massa fresca (g/planta) de raízes, cepas, e folhas de mandioquinha-salsa*, sob tratamentos mineral, orgânico e biodinâmicos 1, 2, 3 e 4. Botucatu – UNESP, 2005.

Tratamento	Raízes	Cepas	Folhas
Testemunha	302,9	52,88	302,43
Mineral	415,1	52,90	253,17
Orgânico	443,5	67,42	504,95
Biodinâmico 1	492,8	83,15	546,58
Biodinâmico 2	265,2	48,25	304,70
Biodinâmico 3	525,5	68,00	470,33
Biodinâmico 4	279,5	49,49	352,57

* Médias nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à massa fresca de cepas, a análise de variância não apontou diferenças significativas entre os tratamentos (Anexo 1); entretanto, o tratamento Biod.1 destacou-se, apresentando uma produção 36% superior à testemunha e ao tratamento mineral, assim como o tratamento Orgânico e Biod.3 apresentaram produção 22% superior em relação à testemunha e ao tratamento mineral (Tabela 7). No contraste entre médias houve diferença significativa entre Mineral vs Orgânico+Biod.1 (Anexo 2), demonstrando que os efeitos positivos nas características químicas, físicas, químicas e biológicas do solo promovidos pelos compostos orgânico e biodinâmico, possibilitaram maior massa de cepas. As cepas são constituídas por tecido de reserva e por propágulos que além de se destinarem ao material de propagação podem ser utilizadas como alimento para os animais, viabilizando o sistema de agricultura familiar.

No que diz respeito à massa fresca de folhas, a análise de variância não apontou diferenças entre os tratamentos (Anexo 1). No entanto, o tratamento orgânico apresentou uma produção de folhas 44% superior à testemunha e 50% superior ao tratamento mineral, assim como o tratamento Biod.1 foi 45% e 54% superior respectivamente em relação à testemunha e ao tratamento mineral (Tabela 7). No contraste entre médias houve diferença significativa entre Mineral vs Orgânico+Biod.1 (Anexo 2). Estes resultados apontam que os tratamentos com composto orgânico e biodinâmico promovem maior produção de massa

fresca de folhas devido à atuação da matéria orgânica que estimula a nutrição mineral das plantas, o desenvolvimento radicular, diversos processos metabólicos, a atividade respiratória e o crescimento celular (SOUZA & RESENDE, 2003).

4.2 Características relacionadas à qualidade.

4.2.1 Conteúdo de minerais nas raízes.

4.2.1.1 Antes do período de armazenamento

A análise de variância não apontou diferença entre os tratamentos para os teores de nitrogênio, magnésio, cálcio, ferro, boro e manganês; entretanto, houve diferenças significativas para os teores de fósforo, potássio e enxofre (Anexo 3). No contraste entre médias (Anexo 4) houve diferença significativa para o teor de potássio entre Mineral vs Orgânico+Biod.1 e Biod.2 vs. Biod.3 e, para o teor de enxofre entre Mineral vs Orgânico+Biod.1 e Orgânico vs Biod.1.

Os teores de nitrogênio nas raízes variaram pouco em função dos tratamentos (Tabela 8) e foram inferiores aos teores encontrados por Vieira (1995), que trabalhando com doses crescentes de fósforo e cama de aviário encontrou teores que variaram de 5,40 até 7,70 g/kg de raízes. Com uma adubação de composto de esterco de curral aumenta-se a quantidade de proteínas, os teores de aminoácidos e o teor de húmus no solo. A incorporação biológica do nitrogênio aos solos ocorre pela ação de organismos que desenvolveram aparatos anatômicos e enzimáticos para converter o N gasoso em formas orgânicas e, uma vez fixados nos compostos orgânicos, fica a disposição da ciclagem pelo mundo vivo, constituindo-se em uma fonte de N para as plantas (KIEHL, 1985; SCHELLER, 2000; KHATOUNIAN, 2001).

Tabela 8 – Teores de nutrientes em raízes de mandioquinha-salsa* em função dos tratamentos mineral, orgânico e biodinâmicos 1, 2, 3 e 4, na colheita. Botucatu - UNESP, 2005.

Tratamento	N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	B	Mn
	-----g/kg-----						-----mg/kg-----		
Testemunha	4,69	1,86c	23,00bc	0,80	2,97	0,39b	123	12,12	3,67
Mineral	4,90	2,23ab	25,30abc	0,78	3,29	0,83a	100	12,12	5,67
Orgânico	5,09	2,28a	31,13a	0,67	2,22	0,38b	64	10,89	5,00
Biod. 1	5,11	2,27a	30,87ab	0,65	2,72	0,53b	102	11,18	4,00
Biod. 2	4,76	1,91abc	25,20abc	0,80	3,50	0,49b	126	13,34	5,33
Biod. 3	4,62	1,99abc	32,27a	0,68	3,12	0,54b	97	11,90	6,00
Biod. 4	4,55	1,75c	20,97c	0,73	3,43	0,49b	79	11,40	3,33

* Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os tratamentos Orgânico e Biod.1 apresentaram teores mais elevados de fósforo em relação à Testemunha e ao tratamento Biod.4 (Tabela 8), possivelmente devido ao uso de composto orgânico e biodinâmico nos tratamentos mais expressivos. Os teores de P neste trabalho foram semelhantes aos encontrados por Vieira (1995), que trabalhou com doses crescentes de P e resíduo orgânico (cama de aviário) e obteve resultados entre 2,50 e 1,70 g/kg de P nas raízes de mandioquinha-salsa, e por Câmara (1984) que obteve, aos 11 meses de ciclo, um teor de P de 2,10 g/kg na massa seca de raízes. A quantidade de fósforo solúvel no solo depende do metabolismo de aminoácidos e proteínas; assim, o fósforo solúvel espelha, indiretamente, a atividade da biomassa microbiana. Aumentando o metabolismo protéico no solo por meio de uma adubação regular com composto de esterco de estábulo, aumenta-se também o fósforo solúvel no solo, pois a proteína contida no esterco alimenta os microorganismos e, por meio disto, a biomassa microbiana é aumentada, e em especial, a troca de fósforo (SCHELLER, 2000).

Com relação ao potássio, os tratamentos Orgânico e Biod.3 apresentaram teores superiores aos tratamentos Testemunha e Biod.4 (Tabela 8). Os teores encontrados neste trabalho, entre 20,97 e 32,27 g/kg, foram semelhantes aos encontrados por

Vieira (1995), entre 26,40 e 31,80 g/kg e por Câmara (1984) de 26,3 g/kg de K na massa seca de raízes com 11 meses de ciclo. O íon potássio é muito solúvel em água, não participa de combinações orgânicas nas plantas (KIEHL, 1985), e é um elemento ativo em forma livre, sendo prontamente liberado para o solo quando restos vegetais são a ele incorporados. Nos solos com maior CTC, a retenção do potássio no complexo coloidal do solo é mais intensa, e este poderá ficar retido até que haja extração pela planta (KATHOUNIAN, 2001). O potássio encontra-se no solo adsorvido à matéria orgânica e aos colóides de argila, ou como constituinte dos resíduos orgânicos e de microorganismos vivos; desta forma, o uso de composto disponibilizou o elemento para a mandioquinha-salsa. Assim, os contrastes realizados pelo teste F foram significativos para os teores de potássio entre os tratamentos Mineral vs Orgânico+Biod.1 e Biod.2 vs. Biod.3, provavelmente pela presença de composto orgânico e biodinâmico nos tratamentos que apresentaram maiores teores deste elemento (Tabela 8).

Os teores de magnésio e cálcio foram semelhantes para todos os tratamentos (Tabela 8). Câmara (1984) encontrou teores de Mg e Ca de 0,69 g/kg e 0,736 g/kg, respectivamente na massa seca de raízes de mandioquinha-salsa com 11 meses de ciclo, valores semelhantes aos deste trabalho para magnésio que variam entre 0,65 e 0,80 g/kg, mas inferiores para o elemento cálcio que variou neste trabalho entre 2,22 e 3,50 g/kg. O magnésio e o cálcio fornecidos às plantas provêm dos minerais do solo e a matéria orgânica tem um papel fundamental no suprimento destes elementos, pois primeiramente ela disponibiliza este nutriente através da mobilização ativa; isto ocorre graças às secreções de microorganismos e disponibilização de nutrientes pelas raízes vegetais, por ação dos ácidos orgânicos que disponibilizam os nutrientes contidos em rochas (SCHELLER, 2000). Por outro lado, elevados teores de húmus no solo garantem o suprimento destes elementos, pois os colóides orgânicos adsorvem eletrostaticamente o cálcio e o magnésio, retendo-os em uma forma trocável e evitando perdas por lixiviação (KIEHL, 1985).

O elemento enxofre foi constatado em maiores teores no tratamento mineral (Tabela 8), resultado que, provavelmente se deve à natureza do adubo químico empregado neste ensaio, o superfosfato simples, que é um fertilizante mineral que contém o elemento enxofre em grande quantidade (12%); devido a este fato, no contraste entre médias (Anexo 4) houve diferença significativa para o teor de potássio entre os tratamentos Mineral

vs Orgânico+Biod.1. A presença de um teor um pouco mais elevado de enxofre no composto biodinâmico (Tabela 6) pode ter levado à uma diferença significativa do contraste entre médias entre Orgânico vs Biod.1.

O teor de boro teve pouca variação quando analisadas as raízes de mandioquinha-salsa em função dos tratamentos (Tabela 8). Segundo Câmara (1990), trabalhando com solução nutritiva e omissão de macronutrientes e boro, a omissão deste último reduziu seu teor nos órgãos de reserva (raízes, cepas e propágulos). Este nutriente está associado à divisão e atividades das células; contribui na reprodução das plantas e atua no metabolismo e transporte de carboidratos; a falta deste elemento compromete a absorção de cálcio, magnésio, potássio e fósforo. O boro aparece ligado à matéria orgânica como boro orgânico, sendo que solos ricos em matéria orgânica têm boa disponibilidade de boro, demonstrando que há proteção do micronutriente liberado contra lavagens do perfil, entretanto, com poucas evidências de ser adsorvido ao húmus (KIEHL, 1985).

A análise de variância não apontou diferença entre os tratamentos para os teores de manganês e ferro (Anexo 3). Entretanto, o tratamento Biod.3 apresentou teor de manganês 44% superior em relação ao tratamento Biod.4 e 39% superior em relação à Testemunha (Tabela 8). O manganês tem importância na fotossíntese, faz parte de enzimas envolvidas na respiração e síntese de proteínas, atuando no crescimento das plantas e no desenvolvimento de raízes; ele está fortemente adsorvido pela matéria orgânica, formando complexos insolúveis e estáveis sendo que a maior disponibilidade ocorre em condições de acidez (KIEHL, 1985). A presença deste elemento em grande concentração nos compostos (Tabela 6) e a acidez do material podem ter sido os fatores para a maior concentração de manganês nas raízes do tratamento Biod.3.

O micronutriente ferro é o que se encontra em maiores quantidades no solo, como óxido de ferro; sendo que a matéria orgânica em solos ácidos aumenta o teor de ferro solúvel. A matéria orgânica adicionada ao solo pode contribuir para o fornecimento de ferro pela adição do elemento contido na sua composição, pela decomposição e desprendimento de gás carbônico, que aumenta a solubilidade do ferro formando bicarbonato de ferro solúvel; pela ação de microrganismos heterotróficos e autotróficos, que torna o micronutriente mais disponível, reduzindo-o da forma férrica (Fe^{3+}) para a ferrosa (Fe^{2+}); pela formação de quelado de ferro ou pela adsorção do cátion ferro (KIEHL, 1985). Entretanto as

variações deste elemento neste ensaio (Tabela 8) não permitem uma avaliação concreta em função dos tratamentos de adubação.

4.2.1.2 Após o período de armazenamento

A análise de variância apontou diferenças estatísticas entre os tratamentos para os teores de fósforo, potássio, cálcio, ferro e enxofre, não ocorrendo diferenças para os teores de nitrogênio, magnésio, boro e manganês (Anexo 5). Os contrastes realizados pelo teste F foram significativos para os teores de potássio entre Mineral vs. Orgânico + Biod.1 e Biod.2 vs. Biod.3; para os teores de magnésio entre Mineral vs. Orgânico + Biod.1; para os teores de cálcio entre Mineral vs. Orgânico + Biod.1 e Biod.2 vs. Biod.3; para os teores de ferro entre Biod.2 vs. Biod.3 e para os teores de enxofre entre Mineral vs. Orgânico + Biod.1 (Anexo 6).

Apesar dos dados relativos ao nitrogênio não apresentarem diferença significativa entre tratamentos, nota-se uma tendência de maior concentração deste elemento no tratamento Biod.1, efetivamente este apresenta teor 14% superior aos outros tratamentos; o que pode ter sido efeito do composto biodinâmico (Tabela 9). O nitrogênio é considerado como o quarto elemento mais abundante em vegetais depois o carbono, hidrogênio e oxigênio; ele é componente de proteínas, coenzimas, nucleotídeos e clorofila e participa de todos os processos de crescimento e desenvolvimento vegetal. Acumula-se principalmente em rebentos jovens, folhas, gemas, sementes e órgãos de reserva e possui uma capacidade de transporte boa sobretudo na forma ligada organicamente (LARCHER, 1986; COLL et al., 1995).

No caso do fósforo, o tratamento Orgânico apresenta um teor 25% superior ao tratamento Biod.4, com diferença estatística entre estes tratamentos; que já ocorreu também antes do período de armazenamento; entretanto, este dado não se manteve para os tratamentos Biod. 1 e Testemunha, que não mais apresentavam esta diferença (Tabelas 8 e 9). O fosfato participa de todas reações energéticas do metabolismo e de síntese (fosforilação); ele se acumula principalmente nos órgãos reprodutores e tem uma boa capacidade de transporte ligada organicamente (LARCHER, 1986; COLL et al., 1995). Neste ensaio, o composto orgânico promoveu, após o período de armazenamento, um maior acúmulo deste elemento nas

raízes de mandioquinha-salsa, comparado ao tratamento Biod.4 que não recebeu qualquer tipo de adubação.

Tabela 9 – Teores de nutrientes em raízes de mandioquinha-salsa*, sob tratamentos mineral, orgânico e biodinâmicos 1, 2, 3 e 4, após o armazenamento. Botucatu – UNESP, 2005.

Tratamento	N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	B	Mn
	-----g/kg-----					-----mg/kg-----			
Test.	5,30	2,64ab	12,99b	0,91	1,31a	0,83ab	134ab	17,00	8,44
Mineral	5,66	2,79ab	13,13b	0,92	1,17ab	1,10a	65b	15,90	6,89
Orgânico	5,83	3,15a	18,30a	0,76	0,88b	0,71b	67b	16,07	7,00
Biod.1	6,23	3,08ab	17,51a	0,75	0,99ab	0,81b	88ab	15,73	6,78
Biod.2	5,04	2,40ab	12,06b	0,91	1,26a	0,72b	170a	17,90	6,78
Biod.3	5,15	2,89ab	17,53a	0,79	1,01ab	0,75b	87ab	17,60	6,22
Biod.4	5,23	2,37b	11,61b	0,80	0,89b	0,61b	67b	12,67	5,11

* Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os tratamentos Orgânico, Biod.1 e Biod.3 que receberam composto orgânico/biodinâmico diferenciam-se dos demais para o teor de potássio o que é apontado pela análise de variância, e também no teste F de contraste entre médias (Anexos 5 e 6), entre o tratamento Mineral vs. Orgânico + Biod.1 e Biod.2 vs. Biod.3, comprovando a eficiência do composto em relação a este nutriente. O principal papel do potássio é o de atuar como ativador de numerosas enzimas, e parece desempenhar importante papel no transporte de açúcares no floema. É um elemento que promove hidratação por seu efeito coloidal e apresenta sinergismo com o íon amônio e antagonismo com o cálcio (LARCHER, 1986; COLL et al., 1995).

Para o magnésio o contraste entre médias foi significativo quando houve comparação entre os tratamentos Mineral vs. Orgânico + Biod.1 (Anexo 6). Efetivamente, o tratamento Mineral apresenta teor 17% superior aos tratamentos Orgânico e Biod.1. O magnésio se encontra nas plantas como elemento estrutural e como ativador enzimático. Apresenta antagonismo com outros íons com o potássio e o cálcio, sendo que a

presença de um deles pode causar a deficiência de outro (COLL et al., 1995). Sendo assim, os teores mais altos de potássio nas raízes de mandioquinha-salsa nos tratamentos Orgânico e Biod.1 podem ter diminuído o teor de magnésio nestes tratamentos (Tabela 9).

Quando considerado o elemento cálcio percebe-se que o tratamento Testemunha apresenta teor 33% e 32% superior aos tratamentos Orgânico e Biod.4 respectivamente e, o tratamento Biod.2, apresenta teor 30% superior aos tratamentos Orgânico e Biod.4 (Tabela 9). O cálcio atua na formação e funcionamento da membrana celular e no transporte de carboidratos das folhas para as raízes, é importante para a permeabilidade da membrana das células e participa da lamela média na parede celular; apresenta antagonismo com o potássio e magnésio (COSTA, 2000). Neste caso, assim como para o magnésio, o teor mais alto de potássio no tratamento Orgânico pode ter influenciado negativamente o teor de cálcio. Isto pode explicar também as diferenças encontradas no teste de contraste entre médias (Anexo 6), quando comparado o tratamento Mineral ao Orgânico + Biod.1; a adubação com composto orgânico e biodinâmico propiciou absorção elevada de potássio, comprometendo a absorção de cálcio, e esta diferença manifestou-se com mais intensidade após o período de 120 dias de armazenamento.

O tratamento mineral apresentou maiores teores de enxofre em relação aos demais tratamentos (Tabela 9), assim como o teste entre médias apontou diferenças quando comparados o tratamento Mineral ao Orgânico + Biod.1; estas diferenças podem ser explicadas, pela constituição do adubo empregado neste tratamento, como mencionado no item 4.2.1.1. O enxofre tem como função mais importante a participação na estrutura de proteínas e também é componente do protoplasma. Sua capacidade de transporte é pobre na forma de íon, mas boa na forma orgânica (LARCHER, 1986; COLL et al., 1995).

O tratamento Biod.2 apresenta teor em ferro 39% superior aos tratamentos Mineral, Orgânico e Biod.4 (Tabela 9). O ferro é incorporado na planta em compostos organometálicos e em componentes de enzimas, tem função no metabolismo basal, metabolismo do nitrogênio e síntese da clorofila; sua capacidade de transporte é baixa (LARCHER, 1986). Para este ensaio não se encontra explicação lógica para as diferenças apontadas estatisticamente.

Para os elementos boro e manganês, os tratamentos de adubação não apresentaram diferenças em suas concentrações nas raízes de mandioquinha-salsa (Tabela 9).

O manganês é incorporado na planta em compostos e complexos organometálicos, e também como componente de enzimas. Ele tem função principal no metabolismo basal e estabiliza a estrutura dos cloroplastos, assim como atua no metabolismo do nitrogênio e na síntese de ácido nucléico, apresentando sinergismo com magnésio e zinco, e sua capacidade de transporte é pobre. O boro está ligado e tem função no metabolismo dos carboidratos e sua capacidade de transporte é pobre (LARCHER, 1986).

4.2.2 Teores de amido, cinzas, fibras, açúcares solúveis totais e açúcares redutores antes e após o armazenamento.

Para o teor de amido, a análise de variância não apontou diferenças quando considerado o momento da colheita (Anexo 7), assim como o teste F não apresenta diferença significativa quando comparam-se as médias dos tratamentos (Anexo 8); entretanto, os tratamentos Orgânico e Biod.1 apresentaram teores de amido, respectivamente, 29% e 25% superiores à Testemunha, mostrando uma tendência destes tratamentos à o acumularem mais (Tabela 10).

O amido é um carboidrato de reserva e um produto da fotossíntese, cujo acúmulo depende, sobretudo, da constituição morfológica e fisiológica da planta, mas também depende de fatores ambientais como a disponibilidade de nutrientes no solo; a provisão inadequada/desequilibrada de nutrientes reduz a produção deste fotossintato (LARCHER, 1986). A análise de variância apontou diferença estatística quando considerado o teor de amido nas raízes de mandioquinha-salsa após o período de armazenamento (Anexo 9). Da mesma forma, o contraste entre médias mostrou significância quando comparados o tratamento Mineral vs. Orgânico + Biod.1 neste mesmo período (Anexo 10).

O amido é um polissacarídeo e principal material de reserva nos vegetais e, pelo fato de ser facilmente hidrolisado e digerido, é um dos elementos mais importantes na alimentação humana (BOBBIO & BOBBIO, 1985). Durante a maturação dos órgãos de reserva ocorre a decomposição de carboidratos, ou seja, a hidrólise de amido em açúcares solúveis (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Nota-se que no tratamento Mineral houve hidrólise de grande parte do amido, em torno de 53%, enquanto que os outros tratamentos tiveram uma hidrólise menor, em torno de 11%.

Outra observação é que os tratamentos biodinâmicos que não receberam adubação na forma de composto ou de adubo mineral, tratamentos Biod.2 e Biod.4, apresentam maiores teores de amido após o armazenamento quando comparados ao tratamento mineral (Tabela 10). Pode-se supor que a ação dos preparados biodinâmicos de aspersão (500, 501 e Fladen), quando não utilizados em conjunto ao composto biodinâmico, podem ter interferido na hidrólise de amido em açúcares, mantendo por mais tempo a integridade deste carboidrato.

A análise de variância apresentou diferença estatística para o teor de cinzas antes e após o período de conservação (Anexo 7 e 9), assim como o contraste entre médias apontou diferença estatística quando comparados os tratamentos Mineral vs. Orgânico + Biod.1 na colheita (Anexo 8), e Mineral vs. Orgânico + Biod.1 e Biod.2 vs. Biod.3 no armazenamento (Anexo 10).

Na colheita, o teor de cinzas nas raízes foi superior no tratamento Orgânico em relação aos tratamentos Testemunha, Mineral e Biod.4, e após o armazenamento o tratamento Biod.3 apresentou teor superior ao tratamento Mineral (Tabela 10). Isto revela que, neste experimento, nos tratamentos que receberam o composto orgânico/biodinâmico, foi favorecida a concentração de nutrientes nas raízes de mandioquinha-salsa. Na colheita, o tratamento Orgânico apresentou teor de cinzas 33% e 22% superior aos tratamentos Testemunha e Mineral respectivamente; e, após o armazenamento, o tratamento Biod.3 apresentou teor de cinzas 22% superior ao tratamento mineral. Kruger (2003), em ensaio comparativo entre sistema de adubação mineral, orgânico e biodinâmico de yacon, encontrou teores de cinzas 13% superiores nos tratamentos orgânicos quando comparados aos tratamentos minerais.

A partir do conteúdo e da composição da cinza pode-se inferir acerca do suprimento de nutrientes do local onde as plantas crescem, e a determinação de cinzas indica, então, o conteúdo de minerais, muitos deles indispensáveis ao metabolismo (LARCHER, 1986; KRUGER, 2003).

Tabela 10 - Teores de amido, cinzas e fibras, em raízes de mandioquinha-salsa* sob tratamentos mineral, orgânico e biodinâmicos 1, 2, 3 e 4, na colheita (c) e após o armazenamento (ap). Botucatu – UNESP, 2005.

Tratamento	Amido (c)	Amido (ap)	Cinzas (c)	Cinzas (ap)	Fibras (c)	Fibras (ap)
	-----%-----					
Testemunha	47,97	42,41ab	3,16c	3,65ab	4,10ab	3,82
Mineral	54,93	25,41b	3,65bc	3,48b	4,19ab	5,84
Orgânico	67,77	49,26ab	4,69a	4,17ab	3,01ab	5,62
Biod.1	64,00	46,97ab	4,26ab	4,17ab	2,42b	4,18
Biod.2	52,78	50,14a	3,91abc	3,64ab	4,78ab	4,81
Biod.3	54,13	48,90ab	4,35ab	4,46a	5,96a	5,72
Biod.4	54,54	51,81a	3,19c	3,61ab	5,15ab	4,00

* Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No caso das fibras, a análise de variância apontou diferenças na avaliação das raízes de mandioquinha-salsa na colheita (Anexo 7); no entanto, esta diferença não se repetiu após o período de conservação (Anexo 9). Os contrastes entre médias não foram significativos quando comparados os tratamentos antes e depois do período de conservação (Tabelas 8 e 10). Neste ensaio, o tratamento Biod.3 apresentou um teor em fibras 59% superior em relação ao tratamento Biod.1 no período da colheita (Tabela 10), diferindo entre os tratamentos a aplicação dos preparados 500 e 501.

As fibras são definidas como um material vegetal resistente à digestão e de muita importância para a dieta humana, pois regulam a digestão; elas são principalmente constituídas de celulose, que é o composto orgânico encontrado com maior frequência na natureza, e um dos principais constituintes da parede celular dos vegetais superiores (BOBBIO & BOBBIO, 1985). Neste caso, pode-se inferir então, que o ideal seja a utilização conjunta de todos os preparados biodinâmicos para o incremento no teor de fibras.

Quando comparados os teores de fibras antes e após o período de armazenamento (Tabela 10), percebe-se que para os tratamentos Testemunha, Biod.3 e Biod.4,

o teor de fibras diminuí e para os tratamentos Mineral, Orgânico, Biod.1 e Biod.2 este teor aumenta. As fibras representam uma das propriedades da textura de alimentos, sendo que os principais componentes químicos dos tecidos responsáveis pela mudança de textura são as substâncias pécticas; estas atuam na decomposição das moléculas poliméricas como celuloses, hemiceluloses e amido, amaciam as paredes celulares que apresentam diminuição da força coesiva que mantém as células unidas. Esta degradação dos componentes da parede celular ocorre principalmente na maturação e no armazenamento durante o qual há um aumento na concentração do teor de pectina. Contudo, alguns frutos e hortaliças podem apresentar uma síntese de lignina, que pode afetar adversamente a textura (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Apesar disto, não foi possível propor uma relação lógica para as diferenças entre os tratamentos neste ensaio.

Para o teor de açúcares solúveis totais a análise de variância não apontou diferença estatística para o período da colheita (Anexo 7); porém, apontou diferença para o período de armazenamento (Anexo 9). Na colheita, os tratamentos que não receberam qualquer tipo de adubação (Testemunha, Biod.2 e Biod.4), apresentaram teores de açúcares solúveis totais 34% superior aos tratamentos Mineral, Orgânico, Biod.1 e Biod.3, que receberam adubação mineral ou via composto orgânico/biodinâmico. Isto mostra uma tendência ao acúmulo de açúcares solúveis totais em raízes de mandioquinha-salsa que não foram adubadas. O contraste entre médias mostrou diferença estatística entre o tratamento Mineral vs. Orgânico + Biod.1 para o período de armazenamento (Anexo 10). Esses dados vêm de encontro aos dados referentes a amido, pois concluiu-se que o tratamento Mineral, depois do armazenamento, hidrolisou o amido em açúcares promovendo então um maior teor destes elementos (Tabela 11).

Segundo Chitarra & Chitarra (1990), o teor de açúcares aumenta com o amadurecimento via processos de biossíntese, ou pela degradação de polissacarídeos. As variações nesta hidrólise dependem de fatores diversos como cultivares, tipo de solo, condições climáticas e práticas culturais. Os principais açúcares solúveis são a glicose, a frutose e a sacarose. O armazenamento sob baixas temperaturas de produtos ricos em amido altera a relação entre o amido e os açúcares solúveis com modificação no sabor. Em condições normais o amido e os açúcares solúveis encontram-se em equilíbrio dinâmico, com degradação de alguns açúcares a CO_2 durante o processo respiratório, e com tendência ao

acúmulo de amido. Com o armazenamento sob temperaturas abaixo da crítica, a taxa de respiração e a conversão de açúcares em amido decrescem com acúmulo de açúcares solúveis nos tecidos.

Tabela 11 – Teores de açúcares solúveis totais e açúcares redutores em raízes de mandioquinha-salsa*, sob tratamentos mineral, orgânico e biodinâmicos 1, 2, 3 e 4; na colheita (c) e após o armazenamento (ap). Botucatu – UNESP, 2005.

Tratamento	Aç. Totais (c)	Aç. totais (ap)	Aç.redutores (c)	Aç. redutores (ap)
	-----%-----			
Testemunha	21,24	37,66ab	12,51	11,96a
Mineral	14,92	48,97a	12,84	8,64ab
Orgânico	13,12	29,65b	4,28	6,46ab
Biod.1	12,27	30,90b	4,75	5,28b
Biod.2	23,28	30,64b	14,33	9,96ab
Biod.3	18,370	28,10b	8,34	10,43ab
Biod.4	22,663	27,91b	13,73	7,07ab

* Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para açúcares redutores, a análise de variância não apontou diferença estatística quando considerado o período da colheita (Anexo 7); entretanto quando considerasse o período de armazenamento há diferença estatística (Anexo 9). Os contrastes realizados pelo teste F entre tratamentos não foram significativos (Anexo 8 e 10).

Os dissacarídeos podem ser classificados como redutores e não redutores; quando os açúcares que compõem o dissacarídeo apresentam uma ligação glicosídica, o açúcar é não redutor. A sacarose é o principal açúcar não redutor e é facilmente hidrolisada por soluções diluídas de ácidos minerais ou por enzimas (BOBBIO & BOBBIO, 1985). É também o principal açúcar de translocação das fontes para os drenos, mas apenas em alguns frutos a sua concentração excede à dos açúcares redutores (glicose + frutose).

Na tabela 11 nota-se que o tratamento Testemunha apresentou maior teor de açúcares redutores quando comparado ao tratamento Biod.1. Quando se compara o teor de açúcares redutores antes e depois do armazenamento percebe-se que esses teores aumentaram para os tratamentos Orgânico, Biod.1 e Biod.3, em torno de 22%, e diminuíram para os tratamentos Testemunha, Mineral, Biod.2 e Biod.4, em torno de 29% (Tabela 11); pode-se supor, então, que os tratamentos que receberam composto orgânico e biodinâmico responderam com uma diminuição no teor de sacarose, e conseqüentemente, aumento nos teores de glicose + frutose nas raízes durante o período de conservação pós-colheita, aumentando a doçura das raízes de mandioquinha-salsa nos tratamentos mencionados acima. O grau de doçura é função da proporção nos teores desses açúcares. A frutose tem poder adoçante superior ao da sacarose e ao da glicose; portanto, o conhecimento da concentração de cada açúcar permite o conhecimento de sua contribuição no sabor do produto (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

4.3 Características relacionadas à conservação pós-colheita.

4.3.1. Perda de massa

A análise de regressão apontou significância quando considerada a equação linear para a perda de massa em função do tempo de armazenamento para todos os tratamentos (Anexo 13). Entretanto, a análise de variância não apontou diferença estatística para a perda de massa aos 120 dias de armazenamento em função dos tratamentos de adubação (Anexo 11); e o contraste entre médias não foi significativo para os tratamentos (Anexo 12).

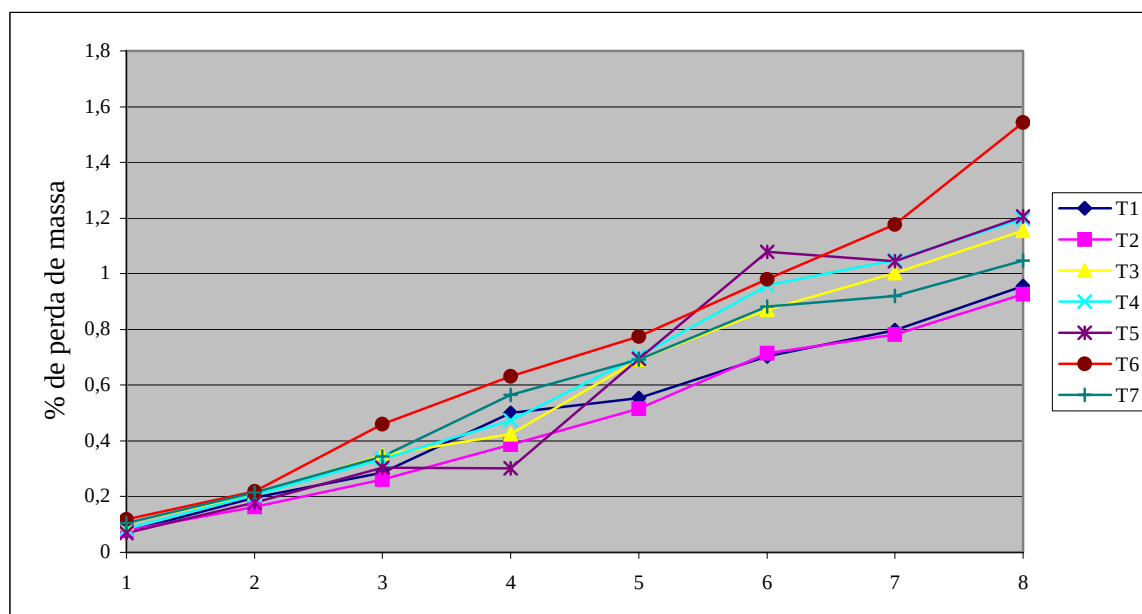
As perdas fisiológicas são decorrentes de fatores endógenos metabólicos, sendo que os principais fatores a serem considerados são as mudanças pela respiração e transpiração. Após a colheita o processo respiratório já não é tão eficiente, uma vez que não é suprido pelo processo fotossintético das folhas. No entanto, os órgãos vegetais produzem energia na forma de calor, e quanto mais rápido o produto respira e amadurece, maior a taxa de calor gerado. O tempo de armazenamento, conservando a qualidade, varia inversamente com a taxa de evolução do calor produzido. O processo da respiração está associado ao da transpiração, principal fator responsável pela perda de peso (CHITARRA &

CHITARRA, 1990). Neste ensaio houve uma perda de massa fresca em média de 0,30% aos 40 dias e de 1,06% aos 120 dias de armazenamento, em embalagens plásticas à temperatura de 5°C, para a média dos tratamentos (Gráfico 1 e Tabela 12).

Scalon et al. (2002), aos 42 dias após o armazenamento de raízes de mandioquinha-salsa em embalagens não perfuradas a 5°C obteve perda de massa em torno de 0,46%; e Avelar Filho (1989) aos 40 dias obteve perdas de 0,43%. Os dados encontrados neste trabalho estão em torno de 33% inferiores aos encontrados por estes autores, provavelmente, pela qualidade dada pelo solo onde foi instalado este ensaio, o qual tem sido trabalhado há 16 anos sob o manejo biodinâmico; segundo Koepf (1998) a capacidade de conservação e a perda de qualidade durante o período de armazenamento de produtos perecíveis são características comerciais importantes que podem ser beneficiadas pelo manejo biodinâmico do solo.

Entretanto, aos 120 dias de armazenamento, o tratamento Biod.3 apresentou perda de massa 38% e 40% superiores aos tratamentos testemunha e mineral, respectivamente (Tabela 12). Estes dados não correspondem aos encontrados em literatura; Samaras (1978), citado por Koepf et al.(2001), em experimento comparativo de adubação mineral e biodinâmica com cenoura, encontrou porcentagem de perda de massa superior (23%) nos tratamentos minerais quando comparados aos biodinâmicos; em ensaio semelhante com batata, Granstedt & Kjellenberg (1996), apresentam perda de massa superior (21%) nos tratamentos convencionais quando comparados aos orgânicos. Kruger (2003), em ensaio comparativo de sistemas de adubação orgânico, biodinâmico e convencional obteve, à temperatura ambiente, perda de massa de 16% nas raízes de yacon com adubo mineral e 15% nas raízes adubadas organicamente; entretanto, quando as raízes foram armazenadas em câmara fria, a perda de massa das que receberam o composto biodinâmico foi em média 7% superior à perda das adubadas com fertilizantes minerais. No presente experimento, este fato pode ter ocorrido pelo maior acúmulo de minerais, e por consequência também constatou-se maior acúmulo cinzas nos tratamentos que receberam composto orgânico e biodinâmico (Tabela 10), promovendo uma maior absorção de água e perda da mesma no período de armazenamento.

Gráfico 1. Perda de massa (%) de raízes de mandioquinha-salsa em embalagens plásticas, em câmara fria a 5°C, em função do tempo de armazenamento para os tratamentos Testemunha (T1), Mineral (T2), Orgânico (T3), Biodinâmico1 (T4), Biodinâmico 2 (T5) Biodinâmico 3 (T6) e Biodinâmico 4 (T7). Botucatu, UNESP, 2005.



T1 – Testemunha	$y = 0,1247x - 0,0528$	$R^2 = 0,992$
T2 – Mineral	$y = 0,1253x - 0,0847$	$R^2 = 0,9905$
T3 – Orgânico	$y = 0,1564x - 0,1035$	$R^2 = 0,9865$
T4 – Biodinâmico1	$y = 0,168x - 0,13$	$R^2 = 0,9874$
T5 – Biodinâmico2	$y = 0,1788x - 0,1952$	$R^2 = 0,9318$
T6 – Biodinâmico3	$y = 0,1962x - 0,1448$	$R^2 = 0,9824$
T7 – Biodinâmico4	$y = 0,1411x - 0,0388$	$R^2 = 0,9848$

Legenda do eixo x:

Leitura no eixo x	1	2	3	4	5	6	7	8
Dias após a colheita	15	30	45	60	75	90	105	120

Tabela 12 – Porcentagem de perda de massa em raízes de mandioquinha-salsa, em embalagens plásticas, em câmara fria a 5°C, em função dos tratamentos de adubação. Botucatu – UNESP, 2005.

Dias após a colheita	15	30	45	60	75	90	105	120
Testemunha	0,075	0,197	0,285	0,500	0,554	0,704	0,797	0,956
Mineral	0,079	0,163	0,262	0,387	0,517	0,715	0,782	0,927
Orgânico	0,104	0,210	0,348	0,424	0,691	0,870	1,002	1,154
Biod.1	0,085	0,205	0,336	0,473	0,703	0,958	1,050	1,198
Biod.2	0,069	0,178	0,303	0,302	0,693	1,079	1,046	1,206
Biod.3	0,119	0,218	0,459	0,633	0,774	0,981	1,178	1,544
Biod.4	0,106	0,213	0,345	0,565	0,692	0,882	0,920	1,047

4.3.2 Perecibilidade

A perecibilidade das raízes de mandioquinha-salsa foi observada durante todo o período de armazenamento, utilizando-se notas subjetivas de 0 a 5 (5 representando um estado de ótima conservação). A perecibilidade decresceu de forma linear (Gráfico 2), e a equação de regressão linear da perecibilidade em função do tempo de conservação foi significativa para todos os tratamentos. (Anexo 16). A análise de variância não apontou diferença estatística quando comparados os tratamentos de adubação em relação à perecibilidade aos 120 dias de armazenamento em embalagens plásticas em câmara fria a 5°C (Anexo 14). Da mesma forma, os contrastes entre médias não apontaram diferenças quando comparadas as médias dos tratamentos (Anexo 15).

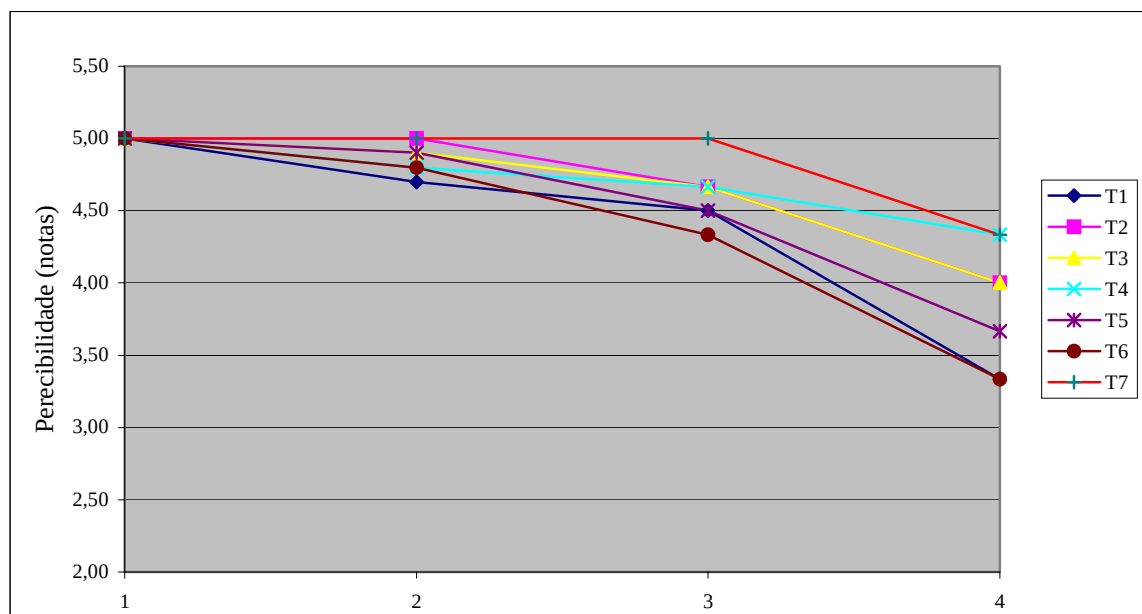
As perdas fisiológicas normais ou inevitáveis são aquelas decorrentes de fatores endógenos metabólicos que ocorrem em todos os sistemas vivos. As mudanças que ocorrem durante o amadurecimento e senescência podem aumentar a susceptibilidade do vegetal a danos e ataques de patógenos ao longo de sua vida pós-colheita. Os principais fatores a serem considerados são as mudanças pela respiração, transpiração e senescência. As perdas de peso devido ao processo de respiração e transpiração podem afetar a aparência, e

conseqüentemente a aceitação do produto. Durante a senescência, que é um processo que se segue à maturidade, ocorrem atividades anabólicas e catabólicas, havendo perda de energia à medida que os substratos são convertidos em moléculas simples. A energia é suprida por alguns processos degradativos, principalmente a hidrólise de amido, que gera glicose utilizada durante o processo de amadurecimento. Durante este processo as células e suas organelas passam por processos enzimáticos que levam ao envelhecimento e à morte dos tecidos (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Tabela 13 – Perecibilidade (notas) de raízes de mandioquinha-salsa, em embalagens plásticas em câmara fria a 5°C, em função dos tratamentos de adubação. Botucatu – UNESP, 2005.

Dias após a colheita	15	30	45	60	75	90	105	120
Testemunha	5	5	5	5	5	4,7	4,5	3,3
Mineral	5	5	5	5	5	5,0	4,7	4,0
Orgânico	5	5	5	5	5	4,9	4,7	4,0
Biod.1	5	5	5	5	5	4,8	4,7	4,3
Biod.2	5	5	5	5	5	4,9	4,5	3,7
Biod.3	5	5	5	5	5	4,8	4,3	3,3
Biod.4	5	5	5	5	5	5,0	5,0	4,3

Gráfico 2. Perecibilidade (notas de 0 a 5) de raízes de mandioquinha-salsa em embalagens plásticas, em câmara fria a 5°C, em função do tempo, para os tratamentos Testemunha (T1), Mineral (T2), Orgânico (T3), Biod.1 (T4), Biod.2 (T5), Biod.3 (T6) e Biod.4 (T7). Botucatu, UNESP, 2005.



T1 – Testemunha	$y = - 0,52x + 5,6833$	$R^2 = 0,8468$
T2 – Mineral	$y = - 0,3333x + 5,5$	$R^2 = 0,8333$
T3 – Orgânico	$y = - 0,3233x + 5,45$	$R^2 = 0,8664$
T4 – Biodinâmico1	$y = - 0,2133x + 5,2333$	$R^2 = 0,966$
T5 – Biodinâmico2	$y = - 0,44x + 5,6167$	$R^2 = 0,8773$
T6 – Biodinâmico3	$y = - 0,5467x + 5,7333$	$R^2 = 0,9013$
T7 – Biodinâmico4	$y = - 0,2x + 5,3333$	$R^2 = 0,6$

Legenda do eixo x:

Leitura no eixo x	1	2	3	4
Dias após a colheita	75	90	105	120

O início da deterioração das raízes de mandioquinha-salsa ocorreu somente 90 dias após o início do armazenamento (Tabela 13). Segundo Scalón et al. (2002), o armazenamento em embalagens plásticas associado à refrigeração atua sinergisticamente na conservação de raízes de mandioquinha-salsa, permitindo a manutenção da qualidade por 112 dias. De acordo com Câmara (1984), em estudo da avaliação comercial subjetiva de mandioquinha-salsa, a qualidade das raízes manteve-se excelente em sacos plásticos a 5° C, por 3 semanas após o armazenamento. Câmara & Medina (1983) afirmam que a redução da temperatura no armazenamento prolonga a conservação da mandioquinha-salsa, desde que as raízes estejam protegidas com filme de polietileno, o qual aumenta a umidade relativa internamente e reduz o desenvolvimento de microrganismos, devido à modificação da atmosfera interna da embalagem.

No armazenamento em atmosfera modificada, a atmosfera ambiental é geralmente alternada pelo uso de filmes plásticos, permitindo que a concentração de CO₂ proveniente do próprio produto aumente, e a concentração de O₂ diminua, à medida que o mesmo é utilizado pelo processo respiratório. Este processo é um complemento para o procedimento de refrigeração trazendo benefícios como o retardamento da senescência (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

4.4 Teores de nutrientes no solo após o experimento.

Análise de variância para os teores de matéria orgânica, potássio, magnésio, e boro no solo após o experimento apontou diferença significativa entre os tratamentos de adubação; entretanto, para os teores de pH, fósforo, H+Al, Soma de Bases, Capacidade de Troca Catiônica e V%, a diferença não foi significativa (Anexo 17).

Apesar do teste F para contraste entre médias não apresentar diferença significativa entre os tratamentos para o pH (Anexo 18), o tratamento Biod1. apresenta valor 13% superior à testemunha e, 10% superior ao tratamento Mineral (Tabela 14). Com efeito, a matéria orgânica humificada contribui para o solo ácido ficar com pH mais favorável às plantas. A matéria orgânica quando decomposta em condições aeróbicas, tem reação alcalina, pelos humatos alcalinos que forma, concorrendo para elevar o pH (KIEHL, 1985).

Assim, a matéria orgânica presente no solo após a colheita do experimento apresenta diferença significativa quando comparados os tratamentos Biod.1 e Testemunha, com valor 36% superior (Tabela 14). Da mesma forma o contraste entre médias é significativo quando comparados os tratamentos Mineral vs. Orgânico + Biod.1 (Anexo 18), mostrando a contribuição dos compostos para os teores de matéria orgânica no solo.

A acidez do solo ocorre devido à remoção de suas bases pelas plantas ou pela água da chuva, cujos hidrogênios tomam os lugares, por troca, do cálcio, magnésio, potássio, amônio, sódio e outras bases retidas na argila e na matéria orgânica; quando o acúmulo de hidrogênio chega a certa concentração dá-se a alteração da argila existente no solo, liberando alumínio, portanto o índice H+Al determina a acidez do solo (KIEHL, 1985). Apesar do contraste entre médias não ter sido significativo para os valores de H+Al (Anexo 18), o tratamento Mineral apresentou teor de acidez 21% superior quando comparado ao tratamento Biod.1, podendo sugerir a eficiência do composto biodinâmico na diminuição da acidez do solo.

Tabela 14 – Análise química do solo* após a colheita do experimento. Botucatu – UNESP, 2004.

Tratamento	pH	M.O.	P _{resina}	Al ⁺³	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl ₂	G/dm ³	mg/dm ³	-----mmol _c /dm ³ -----							
Testemunha	6,0	15b	85	-	12	0,8	34	10b	44	56	78
Mineral	6,2	16ab	159	-	13	0,8	47	9b	57	69	80
Orgânico	6,2	21ab	124	-	12	1,2	46	18a	65	77	85
Biod.1	6,8	23a	162	-	10	1,2	61	19a	81	92	88
Biod.2	6,4	17ab	116	-	11	0,8	46	11ab	58	69	82
Biod.3	6,5	22ab	125	-	11	1,2	49	18a	68	80	84
Biod.4	6,1	17ab	105	-	12	0,8	37	11ab	49	62	79

*Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O fósforo disponível no solo não apresentou diferenças quando comparados os tratamentos (Tabela 14). Também no contraste entre médias não há diferenças estatísticas (Anexo 18). Entretanto, há uma tendência a maior acúmulo deste elemento no tratamento Biod.1 que apresentou teor 47% superior à Testemunha (Tabela 14). Devido a uma fixação química do ânion fosfato com ferro, alumínio e outros cátions do solo formando precipitados estáveis, a remobilização do fósforo desses compostos para as plantas é difícil. Também devido a essa fixação química, o fósforo disponível para as plantas tende a ser aquele mantido na forma orgânica que é liberado durante a decomposição da biomassa (KATHOUNIAN, 2001). Os colóides orgânicos são predominantemente eletronegativos; assim quando a matéria orgânica imobiliza o ferro e o alumínio, estes não podem mais precipitar os fosfatos da solução do solo, havendo maior disponibilização do íon para as plantas (KIEHL, 1985).

O teor de potássio no solo após a colheita do experimento apresentou diferenças significativas na análise de variância (Anexo 17). O contraste entre médias também apontou diferenças quando comparados os tratamentos Mineral vs. Orgânico + Biod.1 e Biod.2 vs. Biod.3. Com efeito os tratamentos Orgânico e Biod.1 apresentam teor de potássio 30% superior aos teores dos tratamentos Testemunha e Mineral; assim como o tratamento Biod.3 apresenta teor 56% superior ao tratamento Biod.4 (Tabela 14). O potássio não participa de combinações orgânicas na planta sendo um elemento ativo, mas de forma livre, e por isso é prontamente liberado para o solo quando restos vegetais são a ele incorporados. Quando a biomassa morta é exposta à água, e ela penetrar no solo, o potássio será retido no complexo coloidal do solo. Nos solos com maior CTC, a retenção do potássio no complexo coloidal é mais intensa e aí poderá permanecer até a extração por alguma planta (KIEHL, 1985; KATHOUNIAN, 2001). No caso do presente experimento, a cobertura com palha de *brachiaria* pode ter contribuído para a disponibilização do potássio e para o maior teor de matéria orgânica, devido à incorporação dos compostos orgânico e biodinâmico, com retenção de potássio no complexo coloidal, além do próprio composto disponibilizar o nutriente.

Para o cálcio, o contraste entre médias não foi significativo (Anexo 18); entretanto, nota-se que o tratamento Biod.1 apresentou teor 45% e 39% superior à Testemunha e ao tratamento Biod.4, respectivamente (Tabela 14). Já para o magnésio os tratamentos que receberam composto orgânico ou biodinâmico apresentam teores em média

49% superiores aos tratamentos Testemunha e Mineral (Tabela 12). Da mesma forma o contraste entre médias apontou diferenças quando comparados os tratamentos Mineral vs. Orgânico + Biod.1 e Biod.2 vs. Biod.3 (Anexo 18). Efetivamente, a maior parte do cálcio e do magnésio provém dos minerais do solo, sendo pequena a contribuição da matéria orgânica como fornecedora destes nutrientes, porém elevados teores de húmus no solo garantem o suprimento destes elementos às raízes. Os colóides orgânicos adsorvem eletrostaticamente o cálcio e o magnésio, retendo-os em forma trocável, disponível às plantas, e evitando perdas por lavagens. O húmus tem capacidade de adsorção destes nutrientes cerca de 30 vezes maior do que a capacidade de troca catiônica da caulinita; assim, a matéria orgânica tem papel fundamental como fonte de cálcio e magnésio. Os tratamentos que receberam composto orgânico e biodinâmico apresentam maiores teores destes elementos quando comparados aos outros tratamentos.

Para os valores de Capacidade de Troca Catiônica, V% e Soma de Bases a análise de variância (Anexo 17) e o contraste entre médias (Anexo 18) não apresentaram diferenças estatísticas. Entretanto, para a CTC o tratamento Biod.1 apresentou valores 38% e 33% superiores aos tratamentos Testemunha e Biod.4, respectivamente; para a V% o tratamento Biod.1 apresentou teores 11% superiores aos tratamentos Testemunha e Mineral; e, para a SB, 45% e 30% superior aos tratamentos Testemunha e Mineral, respectivamente (Tabela 14). Nota-se uma tendência do tratamento Biod.1 a resultar em melhores índices destes indicativos. Com efeito, o colóide orgânico húmico tem a habilidade de adsorver cátions existentes na solução do solo, podendo depois cedê-los às raízes ou efetuar trocas caso ocorra uma concentração iônica diferente ou uma variação do pH. A contribuição do húmus na CTC é 30 a 40% maior do que a dos colóides minerais. A matéria orgânica apresenta grande quantidade de hidrogênios dissociáveis e alto grau de subdivisão de partículas de húmus, conferindo-lhe uma grande superfície específica e conseqüentemente elevada capacidade de troca catiônica (KIEHL, 1985).

Para o micronutriente boro, a análise de variância apontou diferença estatística entre os tratamentos (Anexo 17) assim como o contraste entre médias apontou diferença quando comparados os tratamentos Mineral vs. Orgânico + Biod.1 e Orgânico vs. Biod.1 (Anexo 18). Efetivamente, o tratamento Biod.1 apresentou teores 35% superiores aos tratamentos Testemunha e Mineral, 38% superior ao tratamento Biod.4 e 25% superior ao

tratamento Orgânico (Tabela 14). O boro aparece ligado à matéria orgânica como boro orgânico, que é a principal fonte para as plantas; ele também está contido em minerais primários como a turmalina, mas em estado insolúvel. Solos ricos em matéria orgânica têm boa disponibilidade de boro havendo proteção do micronutriente liberado contra lavagens do perfil (KIEHL, 1985). Segundo Scheller (2000), a liberação de micronutrientes também ocorre por meio das secreções de microrganismos como os ácidos orgânicos, sendo que estes necessitam dos aminoácidos secretados pelas raízes das plantas para seu desenvolvimento. Os preparados biodinâmicos para composto atuam elevando o teor de aminoácidos e o teor de húmus no solo pela modificação quantitativa do metabolismo do solo, influenciando-o positivamente.

Para os micronutrientes cobre, ferro, manganês e zinco, a análise de variância não apontou diferenças estatísticas entre os tratamentos (Anexo 17); assim como o contraste entre médias também não foi significativo (Anexo 18).

Entretanto, o tratamento Biod.4 apresenta teores 36% e 26% superiores em cobre quando comparado aos tratamentos Testemunha e Biod.1 respectivamente (Tabela 15). O cobre pode ser encontrado no solo nas formas não tocável, trocável e iônica, dissolvida na solução do solo. Na forma não trocável pode ser encontrado nos minerais primários ou fixado à matéria orgânica e só se torna disponível pela ação dos microrganismos no húmus. Existe uma forte ligação deste micronutriente na matéria orgânica por formação de complexos e quelatos de cobre com ligno-proteínas. Em pH 7,0 e 8,0 o solo retém o cobre, diminuindo progressivamente à medida que o meio se torna ácido (KIEHL, 1985). Assim sendo, o menor pH no tratamento Biod.4 pode ter levado a uma disponibilização maior deste micronutriente quando comparado ao tratamento Biod.1. Por outro lado, o teor inferior de matéria orgânica no tratamento Testemunha pode ter levado a uma menor disponibilização de cobre pela ação dos microrganismos (Tabela 14 e 15).

Tabela 15 - Análise química de micronutrientes do solo após a colheita do experimento. Botucatu – UNESP, 2004.

Tratamento	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
-----mg/dm ³ -----					
Testemunha	0,14b	11,3	11	1,3	3,6
Mineral	0,14b	14,3	14	1,3	3,6
Orgânico	0,16ab	14,7	14	1,4	3,4
Biodinâmico 1	0,21a	13,0	14	1,4	3,9
Biodinâmico 2	0,16ab	15,3	16	1,2	2,7
Biodinâmico 3	0,17ab	16,7	14	1,3	3,4
Biodinâmico 4	0,13b	17,7	15	1,4	3,5

*Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os micronutrientes ferro, manganês e zinco os tratamentos de adubação não apresentaram diferenças em seus teores no solo após a colheita do experimento (Tabela 15). O ferro é o micronutriente que se encontra em maiores quantidades no solo como óxido de ferro, sendo que a matéria orgânica em solos ácidos aumenta o teor de ferro solúvel, agindo inversamente em solos alcalinos. Depois do ferro, o manganês é o micronutriente mais abundante no solo. Assim como para o cobre, manganês é fortemente adsorvido pela matéria orgânica formando complexos insolúveis e estáveis, e sua maior disponibilização ocorre em condições de acidez. O zinco é encontrado em maiores quantidades no solo no horizonte superficial, devido à deposição dos resíduos vegetais contendo o nutriente extraído pelas raízes das camadas mais profundas. Para a disponibilização de zinco é recomendado o emprego de fertilizantes orgânicos bem humificados pois este estará menos firmemente preso ao ácido húmico do que o cobre e o ferro.

5. CONCLUSÕES

A adubação com composto orgânico e biodinâmico foi mais eficiente para os teores de fósforo e potássio em raízes de mandioquinha-salsa no período da colheita assim como após 120 dias de armazenamento. Houve uma maior hidrólise de amido nas raízes mandioquinha-salsa submetidas ao tratamento mineral. Deste modo, recomenda-se o uso de composto orgânico e biodinâmico para promover uma melhor qualidade dos alimentos.

Em Agroecologia, representada nesta pesquisa pelos sistemas orgânico e biodinâmico, enfatizam-se técnicas, enfoque e objetivos que contemplem qualidade dos alimentos, justiça social e preservação dos recursos naturais. Portanto, não se deve pensar em simples substituição de insumos, mas optar por uma visão sistêmica da cadeia produtiva.

A qualidade comercial das raízes de mandioquinha-salsa manteve-se igual para todos os tratamentos até 90 dias em câmara fria a 5°C.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists**, 12^a ed, Washington, 1970. 1094p.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. St. Paul, 1975.
- AVELAR FILHO, J. A. **Estudo da conservação pós-colheita da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)**. 1989. 42p. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1985.
- RAIT, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Boletim técnico 100. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Ed: Instituto Agrônomo – FUNDAG, 1997. 287 p.

- CÂMARA, F. L. A.; MEDINA, P. V. L. Diferentes métodos de armazenamento de batata- baroa (*Arracacia xanthorrhiza* Banc.). CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 23, 1983. Rio de Janeiro. (Resumos) Rio de Janeiro: SOB, 1983. p. 238.
- CÂMARA, F. L. A. Manejo pós-colheita da mandioquinha-salsa. **Informe agropecuário**. Belo Horizonte, n. 10 (120), Dezembro, 1984 p. 70-72.
- CÂMARA, F. L. A. **Sintomatologia de carências de macronutrientes e boro em mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)**. 1990. 66p. Tese de Doutorado. ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- CÂMARA, F. L. A; SANTOS, F. F.; A mandioquinha-salsa. **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino-americanas**. São Paulo: Ed. Fundação Cargill, 2002.
- CARPENTER-BOGGS, L; REGANOLD, J. P.; KENNEDY, A. C. Effects of biodynamic preparations on compost development. **Biological Agriculture and Horticulture**, Great Britain, v. 17, p. 313-328, 2000.
- CASALI, V. W. D.; SEDIYAMA, M. A. N.; CAMPOS, J. P. Métodos culturais da mandioquinha-salsa. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.26-28, 1984.
- CEREDA, M. P. (Coordenadora). **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino-americanas**. São Paulo: Ed. Fundação Cargill, 2002.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293 p.
- COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCÍA, B. S.; TAMÉS, R. S. **Fisiología Vegetal**. Ediciones Pirámides S.A., Madrid, 1995. 661 p.

- COSTA, G. P. **Nutrição da cultura da mandioquinha-salsa**. Horticultura Brasileira. Brasília, v.18, n° 3, p. 250-252, 2000.
- EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origem e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra Editora, 1996. 178p.
- DEFFUNE, G. Curso Fundamental de Revisão Científica e Prática em Agroecologia, Agricultura Orgânica e Alelopatia Aplicada. Wye College –University of London, **Sustainable Agriculture Research Group**. England. 1998. 28 p. Apostila.
- GONÇALVES, S. Brasileira por adoção. **Globo rural**, São Paulo, ano 19, n.224, p. 60-64, junho 2004.
- GRANSTEDT, A. G.; KJELLENBERG, L. Quality investigations with the K-trial, Järna, and other Scandinavian fertilization experiments. In: RAUPP, J. (Ed.) **Quality of plant products grown with manure fertilization**. Institute for Biodynamic Research, Darmstadt 1996. Vol 9.
- HERMANN, M. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: Hermann, M.; Heller, J. (editors). **Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon**. Gatersleben: Institute of Plant Genetics and Crop Plants Research, Rome: International Plant Resources Institute, 1997. p. 75-172.
- HOLDSWORTH, S. D. **Conservación de frutas e hortalizas**. Zaragoza – España. Editorial Acribia S.A., 186 p. 1988.
- KATHOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu. Editora Agroecológica, 2001. 348 p.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1985, 492p.

- KLETT, M. & MIKLÓS, A. A. W. Agricultura biodinâmica: origem, gnosiologia, epistemologia, ética, organismo agrícola, adubação, preparados biodinâmicos e nutrição humana. In: FERTIBIO 2000, BIODINÂMICA DO SOLO. XXIV REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. VIII REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS. VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO. III REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. SOCIEDADE BRASILEIRA DE MICROBIOLOGIA. Universidade Federal de Santa Maria, 23 a 27 de Outubro de 2000. Santa Maria, 2000, 41p.
- KOEPF, H. H. **La recherche Bio-dynamique: méthodes et résultats**. Paris: Mouvement de Culture Bio-Dynamique, 1998. 108 p.
- KOEPF, H. H., SCHAUMANN, W. ; HACCIUS, M. **Agriculture biodynamique : Introduction aux acquis scientifiques de sa méthode**. Genève. Ed. Antroposophiques Romandes, 2001. 381p.
- KRUGER, F, G. **Adubação mineral, orgânica e biodinâmica de Yacon (*Polymnia sonchifolia* POEP & ENDL) : rendimento, qualidade e armazenamento**. 2003. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2003.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Editora Pedagógica e universitária LTDA. São Paulo, 1986. 319 p.
- MADEIRA, N. R. Processos de obtenção de mudas de mandioquinha-salsa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n.3, p. 249-250, novembro 2000.
- MALAVOLTA, E. ; VITTI, G. C. ; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas : princípios e aplicações**. Associação Brasileira para a pesquisa da potassa e do fósforo. Piracicaba, 1989. 201 p.

- MESQUITA FILHO, M. V. ; SOUZA, A. F. ; SILVA, H. R. ; SANTOS F. F. ; OLIVEIRA, S. A. Adubação nitrogenada e fosfatada para produção comercializável de mandioquinha-salsa em latossolo vermelho-amarelo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.14, n. 2, p. 211-215, novembro 1996.

- MIKLÓS, A. A. W.; KARALL, J. M.; PIEDADE, S. M. S.; BOCHI, U. Avaliação dos efeitos dos preparados biodinâmicos sobre as perdas de nutrientes na compostagem. **Agricultura Biodinâmica**. Ano 16, n. 82. p. 27-32. 1999.

- NELSON, N.A. Photometric adaptation of the somology method for the determination of glucose. **J. Biol. Chem.**, Baltimore, nº 153, p. 375-380. 1944.

- NEUHOFF, D.; SCHULZ, D. G.; KÖPKE, U. Yield and quality of potato tubers: effects of different intensity and kind of manuring (biodynamic or organic). In: 12TH IFOAM SCIENTIFIC CONFERENCE, 1998. Mar del Plata. **Anais**. Disponível em: <<http://orgprints.org/00001214>> Acesso em 22 fev. 2005.

- PEREIRA, A. S. Mandioquinha-salsa: alimento protéico, energético ou nutracêutico? **Horticultura Brasileira**, V.18, n.3, nov. 2000. p. 246-249.

- PIAMONTE, P. R. **Rendimento, qualidade e conservação pós-colheita de cenoura (*daucus carota* l.) sob adubação mineral, orgânica e biodinâmica**. 1996. Dissertação (mestrado em Agronomia / Horticultura). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

- PORTZ, A.; MARTINS, C. A. C.; LIMA, E. Crescimento e produção de raízes comercializáveis de mandioquinha-salsa em resposta à aplicação de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 485-488, julho/setembro 2003.

- RAMOS, R. F. **Comparações produtiva, econômica e energética de sistemas convencional, orgânico e biodinâmico de cultivo de batata-doce (*Ipomea batatas*)**.

2004. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

- REGANOLD, J. P.; PALMER, A. S. Significance of gravimetric versus volumetric measurements of soil quality under biodynamic, conventional, and continuous grass management. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.50, n.3, p.298-305, 1995.
- RYALL, L. A.; LIPTON, W. I. **Handling, transportation and storage of fruits and vegetables**. Westport: AVI, 1972. v. 1, p. 1-34.
- SANTOS, F. F. Colheita, classificação e embalagem da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n.190, p. 53-54, jan. 1997a.
- SANTOS, F. F. Clima, cultivares e época de plantio da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n.190, p. 35-36, jan. 1997b.
- SANTOS, F. F.; CÂMARA, F. L. A. **O cultivo da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)**. Botucatu: UNESP/CERAT/Brasília: EMBRAPA/CNPH, 1995. 13 p.
- SATTLER, F.; WISTINGHAUSEN, E. V. **La ferme biodynamique**. Stuttgart, Ed. Eugen Ulmer GmbH & Co. 1992. 329 p.
- SCALON, S. P. Q.; ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C. Embalagem e temperatura na manutenção da qualidade pós-colheita de mandioquinha-salsa. **Ciência agrotec.**, Lavras, v. 26, N.3, p. 559-563, maio/jun., 2002.
- SCHELLER, E. **Fundamentos científicos da nutrição vegetal na agricultura ecológica**. Botucatu: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica. 2000. 78p.

- SILVA, J. R. da; GARCIA, B. H.; NORMANHA, E. S. Adubação de mandioquinha-salsa: ensaio preliminar N-P-K em terra tipo massapê. **Revista de Olericultura**, Viçosa, v. 2, p. 1-9, 1962.
- SILVA, J. R. da; GARCIA, B. H.; NORMANHA, E. S.; FREIRE, E. S. Efeito de doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio sobre a produção de raízes de mandioquinha-salsa. **Bragantia**, São Paulo, v. 25, n. 33, p. 365-370, 1966.
- SIXEL, B. T. **Biodinâmica e Agricultura – Amar a Terra, Amar o Sol, um caminho para a agricultura no Brasil e para as regiões tropicais e subtropicais da Terra a partir da Antroposofia de Rudolf Steiner**. Botucatu, SP: Ed. Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2003, 279 p.
- SOMOGY, M. Determination of blood sugar. **J. Biol. Chem.**, Baltimore, n°. 160, p. 69-73, 1945.
- SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa: Aprenda fácil, 2003. 564p.
- SOUZA, R. M.; HENZ, G. P.; PEIXOTO, J. R. Incidência de injúrias mecânicas em raízes de mandioquinha-salsa na cadeia pós-colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 712-718, outubro-dezembro 2003.
- THUN, M; THUN, M. K. **Aussaattage 2003. Mit Pflanz-Hack und Erntezeiten und Günstigen Arbeitstagen für den Imker 2003**. Tradução da Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, São Paulo, 2003. 47 p.
- VIEIRA, M.C. **Avaliação do crescimento e da produção de clones e efeito de resíduo orgânico e de fósforo em mandioquinha-salsa no estado de Mato Grosso do Sul**. 1995. 146p. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 1995.

- WILLS, R. H. J.; LEE, T. H.; GRAHAN, D.; MCGLASSON, W. B.; HALL, E. G. **Post harvest**, Westport: AVI, 1981. 163p.
- WISTINGHAUSEN, C. V.; SCHEIBE, W.; HEILMANN, H.; WISTINGHAUSEN, E. V.; KÖNING, U. J. **Manual para elaboração dos Preparados Biodinâmicos**. São Paulo Ed: Antroposófica; Botucatu, SP: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 95 p., 2000a.
- WISTINGHAUSEN, C. V.; SCHEIBE, W.; HEILMANN, H.; WISTINGHAUSEN, E. V.; KÖNING, U. J. **Manual para uso dos Preparados Biodinâmicos**. São Paulo Ed: Antroposófica; Botucatu, SP: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 77 p., 2000b.
- WOESE, K.; LANGE, D.; BOESS, C.; BÖGL, K. W. A comparison of organically and conventionally grown foods – results of a review of the relevant literature. **Science Food Agriculture**, Great Britain, v. 74, p. 281-293. 1997.

7. ANEXO – Tabelas de análise de variância dos dados do experimento.

Anexo 1 – Análise de variância de massa fresca de raízes, cepas e folhas em função dos tratamentos de adubação. Botucatu – UNESP, 2005.

	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.	C.V.
Raízes	33891,8646	1,43	0,2819	N.S.	39,59
Cepas	501,9591	2,55	0,0794	N.S.	23,28
Folhas	39624,1245	2,91	0,0543	N.S.	29,85

N.S. – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Anexo 2 – Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, na massa fresca de raízes, cepas e folhas. Botucatu – UNESP, 2005.

	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.
Massa fresca de raízes				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	5620,1202	0,24	0,6353	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	3647,7173	0,15	0,7019	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	101618,5176	4,28	0,0608	N.S.
Massa fresca de cepas				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	1002,1645	5,08	0,0436	*
Orgânico vs. Biod.1	370,8348	1,88	0,1953	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	584,8963	2,97	0,1106	N.S.
Massa fresca de folhas				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	148616,0681	10,93	0,0063	**
Orgânico vs. Biod.1	2599,5853	0,19	0,6697	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	41151,6017	3,03	0,1075	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.

Anexo 3 – Análise de variância do teor de nutrientes nas raízes na colheita, em função dos tratamentos de adubação. Botucatu – UNESP, 2005.

	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.	C.V.
Nitrogênio (g/kg)	0,1493	0,50	0,7999	N.S.	11,39
Fósforo (g/kg)	0,1376	7,88	0,0013	**	6,47
Potássio (g/kg)	59,1471	7,39	0,0017	**	10,49
Magnésio (g/kg)	0,0126	0,51	0,7884	N.S.	21,48
Cálcio (g/kg)	0,6039	1,28	0,3361	N.S.	22,61
Ferro (mg/kg)	1500,222	1,28	0,3367	N.S.	34,72
Enxofre (g/kg)	0,0674	18,64	<0,0001	**	11,53
Boro (mg/kg)	1,9773	2,24	0,115	N.S.	7,93
Manganês (mg/kg)	3,2698	2,90	0,0550	N.S.	22,52

N.S. – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Anexo 4 – Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no teor de nutrientes nas raízes na colheita. Botucatu – UNESP, 2005.

	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.
Nitrogênio (g/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,0813	0,27	0,6127	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,0004	0,00	0,9709	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,0294	0,10	0,7601	N.S.
Fósforo (g/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,0043	0,25	0,6267	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,00006	0,00	0,9518	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,0096	0,55	0,47729	N.S.
Potássio (g/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	64,9800	8,12	0,0146	*
Orgânico vs. Biod.1	0,1066	0,01	0,9100	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	74,9066	9,36	0,0099	**

Magnésio (g/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,0312	1,27	0,2821	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,0004	0,02	0,8987	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,0204	0,83	0,3806	N.S.
Cálcio (g/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	1,3284	2,82	0,1192	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,3700	0,78	0,3933	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,2128	0,45	0,5146	N.S.
Ferro (mg/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	612,500	0,52	0,4838	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	2204,1667	1,88	0,1956	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	1320,1667	1,13	0,3097	N.S.
Enxofre (g/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,2762	76,32	<0,0001	**
Orgânico vs. Biod.1	0,0337	9,32	0,010	*
Biod.2 vs. Biod.3	0,0042	1,18	0,2990	N.S.
Boro (mg/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	2,3544	2,67	0,1284	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,1261	0,14	0,7120	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	3,1104	3,52	0,0850	N.S.
Manganês (mg/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	2,7222	2,42	0,1461	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	1,5000	1,33	0,2711	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,6667	0,59	0,4567	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.				

Anexo 5 – Análise de variância do teor de nutrientes nas raízes de mandioquinha-salsa, após o armazenamento, em função dos tratamentos de adubação. Botucatu – UNESP, 2005.

	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.	C.V.
Nitrogênio (g/kg)	0,5628	1,20	0,3688	N.S.	12,46
Fósforo (g/kg)	0,2829	4,04	0,0190	*	9,58
Potássio (g/kg)	25,3901	14,41	<0,0001	**	9,01
Magnésio (g/kg)	0,0168	1,72	0,2000	N.S.	11,85
Cálcio (g/kg)	0,0931	6,05	0,0041	**	11,56
Ferro (mg/kg)	4847,095	4,12	0,0177	*	35,40
Enxofre (g/kg)	0,0711	7,10	0,0021	**	12,67
Boro (mg/kg)	9,1358	2,50	0,0838	N.S.	11,87
Manganês (mg/kg)	2,9588	2,12	0,1257	N.S.	17,49

N.S. – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Anexo 6 – Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no teor de nutrientes nas raízes de mandioquinha-salsa, após o período de armazenamento. Botucatu – UNESP, 2005.

	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.
Nitrogênio (g/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,2738	0,58	0,4592	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,2400	0,51	0,4877	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,0193	0,04	0,8427	N.S.
Fósforo (g/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,2156	3,08	0,1048	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,0073	0,10	0,7516	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,3601	5,14	0,0426	N.S.
Potássio (g/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	45,6012	25,88	0,0003	**
Orgânico vs. Biod.1	0,9520	0,54	0,4764	N.S.

Biod.2 vs. Biod.3	44,8813	25,47	0,0003	**
Magnésio (g/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,0512	5,22	0,0413	*
Orgânico vs. Biod.1	0,00006	0,01	0,9356	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,0216	2,20	0,1635	N.S.
Cálcio (g/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,1104	7,17	0,0201	*
Orgânico vs. Biod.1	0,0181	1,18	0,2990	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,0963	6,25	0,0279	*
Ferro (mg/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	338,00	0,29	0,6016	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	640,6667	0,54	0,4746	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	10168,1667	8,65	0,0124	*
Enxofre (g/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,2335	23,30	0,0004	*
Orgânico vs. Biod.1	0,0140	1,40	0,2599	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,001350	0,13	0,7200	N.S.
Boro (mg/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,000006	0,00	0,9990	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,1768	0,05	0,8297	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,1350	0,04	0,8509	N.S.
Manganês (mg/kg)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,000005	0,00	0,9984	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,0748	0,05	0,8206	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,4593	0,33	0,5764	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.

Anexo 7 – Análise de variância do teor de amido, cinzas, fibras, açúcares solúveis totais e açúcares redutores em função dos tratamentos de adubação na colheita. Botucatu – UNESP, 2005.

	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.	C.V.
Amido (%)	100,7487	1,22	0,2919	N.S.	24,82
Cinzas (%)	1,0384	9,21	0,0006	**	8,64
Fibras(%)	4,4689	4,13	0,0176	*	24,59
Açúcar total (%)	78,5112	2,73	0,1054	N.S.	29,83
Açúcar redutor(%)	55,0179	1,66	0,2132	N.S.	56,88

N.S. – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Anexo 8 – Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação no teor de amido, cinzas, fibras, açúcares solúveis totais e açúcares redutores na colheita. Botucatu – UNESP, 2005.

	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.
Amido (%)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	239,9510	1,22	0,2919	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	21,2817	0,11	0,7483	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	2,7068	0,01	0,9087	N.S.
Cinzas (%)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	1,3722	12,17	0,0045	**
Orgânico vs. Biod.1	0,2860	2,54	0,1372	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,2904	2,58	0,1345	N.S.
Fibras (%)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	4,3512	4,02	0,0681	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,5221	0,48	0,5007	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	2,1122	1,95	0,1879	N.S.
Açúcar solúvel total (%)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	9,9309	0,35	0,5677	N.S.

Orgânico vs. Biod.1	1,0837	0,04	0,8493	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	36,1621	1,26	0,2841	N.S.
Açúcar redutor (%)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	138,7223	4,19	0,0631	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,3313	0,01	0,9219	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	53,7004	1,62	0,2267	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.

Anexo 9 – Análise de variância do teor de amido, cinzas, fibras, açúcares solúveis totais e açúcares redutores nas raízes de mandioca-salsa, após o período de armazenamento, em função dos tratamentos de adubação. Botucatu – UNESP, 2005.

	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.	C.V.
Amido (%)	250,2034	3,45	0,0323	*	18,93
Cinzas (%)	0,4180	3,77	0,0241	*	8,58
Fibras(%)	2,2782	0,88	0,5363	N.S.	33,09
Açúcar total (%)	173,4631	5,76	0,0050	**	16,42
Açúcar redutor(%)	17,2261	4,44	0,0136	*	23,06

N.S. – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Anexo 10 – Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação no teor de amido, cinzas, fibras, açúcares solúveis totais e açúcares redutores nas raízes de mandioca-salsa, após o período de armazenamento. Botucatu – UNESP, 2005.

	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.
Amido (%)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	1030,7313	14,21	0,0027	**
Orgânico vs. Biod.1	7,8661	0,11	0,7476	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	2,3064	0,03	0,8614	N.S.
Cinzas (%)				

Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,9338	8,42	0,0133	*
Orgânico vs. Biod.1	0,0000	0,00	1,0000	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,9923	8,95	0,0113	*
Fibras (%)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	1,7484	0,68	0,4266	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	3,1248	1,21	0,2929	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	1,2421	0,48	0,5012	N.S.
Açúcares solúveis totais (%)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	699,5046	23,24	0,0004	**
Orgânico vs. Biod.1	2,3437	0,08	0,7850	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	9,6267	0,32	0,5821	N.S.
Açúcares redutores (%)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	15,4012	3,97	0,0696	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	2,1004	0,54	0,4760	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,3267	0,08	0,7766	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.

Anexo 11 – Análise de variância da perda de massa (%) nas raízes de mandioquinha-salsa, em função dos tratamentos de adubação, após 120 dias do período de armazenamento, em câmara fria à 5°C. Botucatu – UNESP, 2005.

Perda de massa (%)	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.	C.V.
	0,00026	1,61	0,2274	N.S.	11,98

N.S. – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Anexo 12 – Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação na perda de massa (%) de raízes de mandioquinha-salsa, após 120 dias do período de armazenamento, em câmara fria à 5°C. Botucatu – UNESP, 2005.

Perda de massa (%)	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,000300	1,85	0,1987	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,000006	0,04	0,8455	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,000312	1,92	0,1905	N.S.

N.S. – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Anexo 13 – Análise de variância da regressão linear da perda de massa (%) de raízes de mandioquinha-salsa, durante o período de armazenamento em função das épocas para cada tratamento de adubação. Botucatu – UNESP, 2005.

Tratamento	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.
Testemunha	1,9604	842,63	<0,0001	**
Mineral	1,9769	175,27	<0,0001	**
Orgânico	3,0838	177,73	<0,0001	**
Biodinâmico 1	3,5569	220,74	<0,0001	**
Biodinâmico 2	4,0276	131,01	<0,0001	**
Biodinâmico 3	4,8521	135,96	<0,0001	**
Biodinâmico 4	2,5086	307,45	<0,0001	**

N.S. – ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Anexo 14 – Análise de variância da perecibilidade (notas) das raízes de mandioquinha-salsa, em função dos tratamentos de adubação, após 120 dias do período de armazenamento, em câmara fria à 5°C. Botucatu – UNESP, 2005.

Perecibilidade	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.	C.V.
	0,53968	1,21	0,3635	N.S.	17,28

N.S. – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Anexo 15 – Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação na perecibilidade (notas) de raízes de mandioquinha-salsa, após 120 dias do período de armazenamento, em câmara fria à 5°C. Botucatu – UNESP, 2005.

Perecibilidade (notas)	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,05556	0,12	0,7298	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,16667	0,38	0,5517	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,16667	0,37	0,5517	N.S.

N.S. – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Anexo 16 – Análise de variância da regressão linear da perecibilidade (notas) de raízes de mandioquinha-salsa, durante o período de armazenamento em função das épocas para cada tratamento de adubação. Botucatu – UNESP, 2005.

Tratamento	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.
Testemunha	4,0560	15,55	0,0056	**
Mineral	1,6667	23,33	0,0019	**
Orgânico	1,5681	23,94	0,0018	**
Biodinâmico 1	0,6827	13,13	0,0085	**
Biodinâmico 2	2,9040	24,71	0,0016	**
Biodinâmico 3	4,4827	45,00	0,0003	**
Biodinâmico 4	0,6000	7,41	0,0297	*

* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Anexo 17 – Análise de variância do teor de nutrientes no solo, após a colheita do experimento, em função dos tratamentos de adubação. Botucatu – UNESP, 2005.

	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.	C.V.
p.H. (CaCl ₂)	0,2474	1,41	0,2873	N.S.	6,64
M.O. (g/dm ³)	31,3809	4,28	0,0155	*	14,54
P ^{resina} (mg/dm ³)	2300,4127	2,24	0,1105	N.S.	25,62
H+Al (mmol _c /dm ³)	2,5397	0,99	0,4733	N.S.	13,56

K (mmol _c /dm ³)	0,1249	3,73	0,0250	*	19,02
Ca (mmol _c /dm ³)	231,5556	1,02	0,4579	N.S.	33,01
Mg (mmol _c /dm ³)	60,3809	7,35	0,0018	**	20,54
SB (mmol _c /dm ³)	469,3175	1,56	0,2395	N.S.	28,63
CTC (mmol _c /dm ³)	414,2063	1,71	0,2012	N.S.	21,55
V%(mmol _c /dm ³)	40,6032	1,10	0,4814	N.S.	7,40
Boro (mg/dm ³)	0,0023	4,08	0,0184	*	15,02
Cobre (mg/dm ³)	0,0105	0,48	0,8085	N.S.	11,08
Ferro (mg/dm ³)	13,7143	1,91	0,1595	N.S.	18,19
Manganês (mg/dm ³)	7,3232	1,09	0,4207	N.S.	18,39
Zinco (mg/dm ³)	0,4333	0,79	0,5954	N.S.	21,59

N.S. – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Anexo 18 – Análise de variância do contraste entre médias dos tratamentos de adubação, no teor de nutrientes no solo, após a colheita do experimento. Botucatu – UNESP, 2005.

	Q.M.	Valor F	Pr>F	Signif.
p.H. (CaCl₂)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,2689	1,53	0,2392	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,5400	3,08	0,1047	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,0067	0,04	0,8487	N.S.
M.O. (g/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	80,2222	10,94	0,0063	**
Orgânico vs. Biod.1	6,0000	0,82	0,3835	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	32,6667	4,45	0,0565	N.S.
P^{resina} (mg/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	522,7222	0,51	0,4892	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	2204,1667	2,15	0,1686	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	140,1667	0,14	0,7182	N.S.
H+Al (mmol_c/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	8,0000	3,12	0,1027	N.S.

Orgânico vs. Biod.1	2,6667	1,04	0,3279	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,0000	0,00	1,0000	N.S.
K (mmol/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,2500	7,32	0,0191	*
Orgânico vs. Biod.1	0,0016	0,05	0,8272	N.S
Biod.2 vs. Biod.3	0,2400	7,17	0,0202	*
Ca (mmol/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	93,3889	0,41	0,5335	N.S
Orgânico vs. Biod.1	337,5000	1,49	0,2464	N.S
Biod.2 vs. Biod.3	20,1667	0,09	0,7709	N.S
Mg (mmol/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	180,5000	21,97	0,0005	**
Orgânico vs. Biod.1	1,5000	0,18	0,6767	N.S
Biod.2 vs. Biod.3	73,5000	8,95	0,0112	*
SB (mmol/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	555,5556	1,85	0,1985	N.S
Orgânico vs. Biod.1	384,000	1,28	0,2799	N.S
Biod.2 vs. Biod.3	170,6667	0,57	0,4652	N.S
CTC (mmol/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	470,2222	1,94	0,1884	N.S
Orgânico vs. Biod.1	322,6667	1,33	0,2705	N.S
Biod.2 vs. Biod.3	160,1667	0,66	0,4316	N.S
V%(mmol/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	93,3889	2,52	0,1384	N.S
Orgânico vs. Biod.1	20,1667	0,54	0,4749	N.S
Biod.2 vs. Biod.3	4,1667	0,11	0,7432	N.S
Boro (mg/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,0044	7,82	0,0162	*
Orgânico vs. Biod.1	0,0043	7,66	0,0170	*
Biod.2 vs. Biod.3	0,0001	0,27	0,6133	N.S.

Cobre (mg/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,0200	0,92	0,3556	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,0000	0,00	1,0000	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,0150	0,69	0,4216	N.S.
Ferro (mg/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,5000	0,07	0,7962	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	4,1667	0,58	0,4605	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	2,6667	0,37	0,5532	N.S.
Manganês (mg/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,2005	0,03	0,8656	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,8817	0,13	0,7233	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	7,0417	1,05	0,3259	N.S.
Zinco (mg/dm³)				
Mineral vs. Orgânico + Biod.1	0,0050	0,01	0,9256	N.S.
Orgânico vs. Biod.1	0,3750	0,68	0,4248	N.S.
Biod.2 vs. Biod.3	0,7350	1,34	0,2699	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.				