**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Produção e crescimento da batateira em sistemas de preparo de solo e
sucessão de poáceas**

Cristiano Fleury de Azevedo Costa

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2014**

Cristiano Fleury de Azevedo Costa
Engenheiro Agrônomo

**Produção e crescimento da batateira em sistemas de preparo de solo e sucessão de
poáceas**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **PAULO CÉSAR TAVARES DE MELO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2014**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Costa, Cristiano Fleury de Azevedo

Produção e crescimento da batateira em sistemas de preparo de solo e sucessão de
poáceas / Cristiano Fleury de Azevedo Costa. - - versão revisada de acordo com a resolução
CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2013.

85 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.
Bibliografia.

1. *Solanum tuberosum* L. 2. Olericultura 3. Bataticultura 4. Compactação 5. Manejo
Sustentável 6. Doenças da batateira 7. Partição de fotoassimilados I. Título

CDD 633.491
C837p

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo PACES – Projetando Agricultura Compromissada em Sustentabilidade, que mantem este trabalho vivo por sete anos.

Ao Professor Dr. Paulo César Tavares de Melo pela oportunidade de tê-lo como orientador e por lutar pela implantação dos projetos do Grupo PACES em nossa Escola, pelo incentivo e pelas inúmeras oportunidades que nos foram proporcionadas.

Ao Professor Dr. Hasime Tokeshi e Senhora Mitsue Tokeshi por desde a minha graduação compartilharem seus conhecimentos.

Ao Professor Dr. José Laercio Favarin por apoiar incondicionalmente a realização deste trabalho.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de estudo no período de junho de 2011 a março de 2013.

Ao Professor Dr. Álvaro Pires da Silva por apoiar e dar subsídio laboratorial as análises físicas do solo.

À Professora Dra. Elke Jurandy Bran Nogueira Cardoso pelo apoio, incentivo e confiança no grupo PACES como um todo.

A todos os funcionários do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP por auxiliar na realização do experimento em campo.

Aos Engenheiros Roberto Shiniti Sako e Henry Sako pela amizade e por idealizar e conceber o presente trabalho.

À MAFES Inteligência Agronômica pelos feitos transformadores, pelo aprendizado e por proporcionar, além das máquinas para o preparo de solo e plantio da batata, todo o necessário para a realização deste trabalho.

Ao Grupo Nascente, São Gotardo, MG, pelo acompanhamento e pela doação das batatas semente.

À Valtra, pelo trator cedido para a execução do ensaio.

À Manah, por sua doação dos Fertilizantes para a adubação de base da cultura.

À Nutrion, por sua doação dos Corretivos para o manejo da cultura.

À Produquímica, por sua doação dos Micronutrientes para o manejo da cultura.

À IHARA, por sua doação dos produtos para o manejo fitossanitário da cultura.

À Allplant, por sua doação dos Fertilizantes Foliares para o manejo nutricional da cultura.

À Senninger do Brasil pela doação dos aspersores.

À Fundação Mokiti Okada, por sua doação de produtos para o manejo do solo e cultura.

À Divisão de Biblioteca e Documentação da ESALQ/USP pela revisão e adequação do trabalho às normas.

Ao GEA (Grupo de Experimentação Agrícola) ESALQ/USP pela fundamental colaboração nos momentos cruciais da execução do experimento em campo.

Ao GEPOL (Grupo de Estudos e Práticas em Olericultura) ESALQ/USP pela fundamental colaboração no empréstimo de equipamentos e produtos nos momentos cruciais da execução do experimento.

Ao Projeto CAPIM (Caracterização e Avaliação de Pastagens Irrigadas e seu Manejo) ESALQ/USP pela fundamental colaboração do empréstimo de seu trator para a execução do experimento em Campo.

Ao Departamento de Genética da ESALQ/USP pela fundamental colaboração do empréstimo de um par de Pneus de Cultivo que possibilitaram a execução do experimento em Campo.

Aos Doutores, colegas e “bixos” da República Pau – A – Pique por todos os momentos maravilhosos que vivi neste ambiente de amizade e companheirismo.

Aos membros do grupo PACES, Albert Kenji Hirose, Elton Aparecido Sousa Martins, Evandro Marques Ferronato, Francielli Biazi, Gustavo Takeshi Hacimoto, Henrique Pose Guerra, Luciano Cegobias Jr. Luis Felipe Rinaldi, Rafael Nardini Cano, Roberto Stefani Takahashi, pelo apoio na concretização deste trabalho.

Aos amigos Ricardo Toshiharu Matsuzaki Cimidão, Paulo Ricardo Casagrande Lazzarini Pitomba e Márcia Eugênia Amaral de Carvalho e Thaís Helena de Araújo pela ajuda em aulas, desenvolvimento da estatística e revisão da redação do experimento.

À minha família, em especial a João Ribas Fleury e Stella Junqueira Fleury pelo apoio incondicional durante a graduação e mestrado.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	11
2 DESENVOLVIMENTO.....	13
2.1 Revisão bibliográfica.....	13
2.1.1 Aspectos gerais da cultura da batata.....	13
2.1.2 Origem, domesticação e difusão.....	14
2.1.3 Cultivares vs. adaptação	15
2.1.4 Exigências edáficas vs. compactação	16
2.1.5 Exigências edáficas vs. encharcamento.....	19
2.1.6 Doenças vs. práticas culturais.....	20
2.1.7 Conceito e fundamento do preparo profundo de solo.....	22
2.1.8 Curva de crescimento da batateira.....	27
2.2 Material e métodos	28
2.2.1 Área experimental.....	29
2.2.2 Preparo de solo	31
2.2.3 Práticas corretivas e adubação da área experimental.....	33
2.2.4 Plantio e espaçamento	34
2.2.5 Manejo fitossanitário	34
2.2.6 Irrigação.....	34
2.2.7 Coleta das plantas e preparo das amostras.....	35
2.2.8 Produção de matéria seca da parte aérea das poáceas	35
2.2.9 Estande, número de hastes e sanidade da parte aérea.....	35
2.2.10 Resistência do solo à penetração	36
2.2.11 Macroporosidade e densidade do solo.....	36
2.2.12 Produtividade e danos aos tubérculos.....	37
2.2.13 Dinâmica do crescimento e distribuição de fotoassimilados.....	37
2.2.14 Procedimentos estatísticos	37
2.3 Resultados e discussão	38
2.3.1 Produção de matéria seca da parte aérea das poáceas	38
2.3.2 Estande, número de hastes e sanidade da parte aérea.....	40
2.3.3 Resistência do solo à penetração	42
2.3.4 Macroporosidade e densidade do solo.....	44
2.3.5 Produtividade e danos aos tubérculos.....	45
2.3.6 Dinâmica do crescimento e distribuição de fotoassimilados.....	52

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS	61
4 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICES.....	77

RESUMO

Produção e crescimento da batateira em sistemas de preparo de solo e sucessão de poáceas

Usualmente a bataticultura no Brasil migra para novas áreas devido à alta ocorrência de doenças de solo, onde seu cultivo é realizado anualmente após a cultura do milho (*Zea mays*) com preparo de solo feito com grade aradora, implemento cujo uso frequente gera impedimentos físicos em subsuperfície. Atualmente, é limitado o esforço de pesquisa sobre sistemas sustentáveis baseados no baixo uso de insumos externos que minimizem impactos prejudiciais ao ambiente. Desse modo, o preparo profundo de solo em sucessão a poáceas, constitui uma alternativa viável a qual pode levar os produtores a manter altos níveis de produção e boa qualidade dos tubérculos, sem que seja necessária a mudança da área plantada. O presente estudo teve o objetivo de comparar dois sistemas de preparo de solo (preparo convencional e preparo profundo) para a cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. Atlantic, em sucessão a poáceas, quanto aos atributos do solo, produtividade e dinâmica do crescimento da batateira. O experimento foi conduzido por um ano com início em setembro de 2011 em área do Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP, situada na latitude 22°42'09'' S e na longitude 47°38'01'' W a 569 m de altitude. Foram estudadas quatro sucessões de poáceas com batata, sendo os tratamentos: T1: sucessão *Panicum maximum* cv. Tanzânia – batata, sob preparo profundo (Tanzânia PP), T2: sucessão *Brachiaria brizantha* cv. Marandu – batata, sob preparo profundo (Braquiária PP) e T3: sucessão milho (*Zea mays* cv. AG 6080) – batata, sob preparo profundo (Milho PP). Para efeito de comparação, foi utilizado como tratamento controle T4: a sucessão milho - batata em preparo convencional de solo (Milho PC), com uso de grade aradora a 0,20 m de profundidade antes do plantio. Para a análise estatística foi adotado o delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. As unidades experimentais foram constituídas por três linhas duplas de 10,0 m de comprimento. A linha dupla central teve 1,5 m de suas extremidades desconsideradas e os 7,0 m centrais, correspondente a 12,6 m² em área, definidos como unidade experimental útil ou unidade de observação. Foram avaliadas as características: produção de matéria seca da parte aérea das poáceas, resistência do solo à penetração, macroporosidade e densidade do solo, estande, número de hastes e sanidade da parte aérea da batateira, produtividade e danos aos tubérculos e dinâmica do crescimento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$). Posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelos programas estatísticos SAS e Sisvar. O preparo profundo de solo, em relação ao preparo convencional, independentemente da poácea utilizada em sucessão promoveu melhorias nos atributos físicos do solo, nos horizontes entre 0,20 e 0,60 m, propiciando redução da resistência à penetração, aumento da macroporosidade e diminuição da densidade, incrementou em 35,9% a produtividade da cv. Atlantic e proporcionou maior acúmulo de MS em todos os órgãos da planta.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L.; Olericultura; Bataticultura; Compactação; Manejo sustentável; Doenças da batateira; Partição de fotoassimilados

ABSTRACT

Production and growth of potato under soil tillage systems and after cultivation of grass types

Potato cropping in Brazil is marked by a constant need to migrate to new areas due to a high incidence of soil diseases, where the crop is annually planted after corn (*Zea mays*) and soil preparation is done by conventional tillage, using plow and harrow, a technique that when performed frequently can cause physical impediments in the soil's subsurface. There is limited research done on sustainable systems for potato production in Brazil, and these are characterized by lower use of chemical products, resulting in less detrimental impacts to the environment. Therefore, deep soil preparation for potato cropping succeeding grasses may be a viable alternative to producers attempting to reach and maintain high levels of production and quality of potato tubers without having to relocate to new cropping areas. The objective of the present study was to compare two types of soil preparation (i.e. conventional tillage and deep tillage) for potato crops (*Solanum tuberosum*) cv. Atlantic, succeeding the cultivation of a grass type, evaluating grass and soil characteristics, and productivity and growth dynamics of the potato crop. The experiment was conducted for one year starting in September 2011 in an area belonging to the Crop Science Department, ESALQ/USP, located at 22°42'09" South Latitude and 47°38'01" West Longitude at 569 m of altitude. It was studied the use of four grass types succeeded by potato cropping distributed in treatments: T1: *Panicum maximum* cv. Tanzania and deep tillage soil preparation (Tanzânia PP), T2: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu and deep tillage soil preparation (Braquiária PP) and T3: corn 'AG 6080', deep tillage soil preparation (Milho PP). A fourth treatment was used as control treatment, T4: corn 'AG 6080', using conventional tillage soil preparation (Milho PC), preparing the soil at 0.20 m depth before planting the potato crop. For statistical analysis it was adopted a randomized block design with four treatments and six replications. Each experimental unit consisted of three double rows of 10.0 m in length. Plants located in the final 1.5 m ends of each row were discarded and the 7.0 m located in the center were used, which corresponded to 12.6 m² in total area. The grass characteristic evaluated was the dry matter (DM) production above ground level, the soil characteristics evaluated were: resistance to penetration, macroporosity, and density, and finally the potato characteristics studied were: bulk density, number and sanity of potato shoots, and tubers production and occurrence of damage to tubers and the growth dynamics of the potato crop. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA $p \leq 0.05$). Tukey test was used to compare means adopting a 5% level to assess statistical significance using the softwares SAS and Sisvar. Deep soil tillage compared to conventional tillage promoted improvements in soil physical properties, for soil horizons between 0.20 and 0.60 m, providing lower resistance to penetration, increased macroporosity and lower soil density, regardless of the grass type, what resulted in increases of 35.9% in productivity of potato crop cv. Atlantic, with a greater DM accumulation in all plant organs evaluated.

Keywords: *Solanum tuberosum* L.; Olericulture; Compaction; Sustainable management; Potato disease; Partition of photoassimilates

1 INTRODUÇÃO

Na busca por áreas livres de inóculos, a produção de batata (*Solanum tuberosum* L.) no Brasil tornou-se migratória, aumentando o custo de produção da cultura e diminuindo cada vez mais a margem de lucro do produtor e a sustentabilidade da atividade.

Normalmente o cultivo da batata é realizado após a cultura do milho (*Zea mays* L.) ou de pastagens, em preparo convencional de solo, ou seja, feito superficialmente nos primeiros 0,20 m de solo com arado e grade. Tais implementos, quando utilizados frequentemente, proporcionam a formação de impedimentos mecânicos (compactação) abaixo da camada preparada. Isso ocorre em razão de impactos provocados nas partículas de solo pela ação desses implementos. A compactação subsuperficial prejudica diretamente o crescimento radicular devido à resistência mecânica à penetração e, indiretamente, devido à má drenagem e à restrição na difusão de gases, gerando ambiente favorável à incidência de doenças. A compactação do solo reduz sensivelmente a taxa de crescimento radicular da batateira. Em condições de resistência à penetração de 1,5 MPa o crescimento é reduzido pela metade (STALHAM et al., 2007).

A compactação em solos de cultivo de batata é um problema limitante devido à necessidade de oxigênio no solo. A batateira é muito exigente em relação a solos com alta capacidade de difusão de gases, pois, sua demanda por oxigênio é da ordem de $6,7 \text{ a } 12 \text{ mL h}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de O_2 de matéria seca de raízes, o que equivale de cinco a cem vezes os valores obtidos para outras plantas anuais.

Além disso, a exigência hídrica da batateira é alta. O excesso de água somado à má drenagem proporciona o encharcamento do solo e por consequência a ausência de ar. Essa condição, associada à presença de determinados patógenos no solo, causa o apodrecimento dos órgãos subterrâneos da planta.

Desse modo, as evidências indicam que o preparo convencional não é eficiente na manutenção da sanidade da batateira, por elevar os riscos bióticos causados pela compactação. A sucessão forrageira-batata associado ao sistema alternativo de preparo profundo de solo tem apresentado resultados positivos em melhorias nas qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo para o aumento da produtividade e redução de danos aos tubérculos na colheita (MITSUIKI, 2006; RAGASSI, 2009). Esse sistema alternativo de preparo de solo consiste no uso de implementos de ação profunda para eliminação dos impedimentos físicos e aplicação de corretivos quando necessário. Além disso, o uso de poáceas como cultura prévia ao cultivo da batata, tem a finalidade de oferecer

grande aporte de material orgânico visando à ativação de processos biológicos benéficos ao solo.

Os parâmetros de qualidade do solo são definidos por diversas análises físicas e químicas do solo quanto do desempenho das culturas adotadas. Dentre esses parâmetros as curvas de crescimento absoluto e relativo fornecem informações de grande importância para aperfeiçoar o manejo das culturas, além de ser ferramenta eficiente na identificação de genótipos promissores. O exame dessas curvas de crescimento permite ainda, a observação da velocidade de crescimento da planta ao longo de seu ciclo cultural, o acúmulo e a partição de biomassa seca nos seus órgãos (drenos) e as fases de transição de fluxo de assimilados (BENINCASA, 2003). O acúmulo de matéria seca (MS) e sua partição na planta são processos importantes na definição do rendimento de uma cultura.

Na busca de soluções para os gargalos da bataticultura brasileira, existe a demanda para experimentação na área fitotécnica focada na dinâmica do crescimento das cultivares em uso nas diferentes regiões de cultivo. Nesse sentido, é essencial aperfeiçoar a nova proposta de sistema de cultivo em bases sustentáveis e adequada às condições agroecológicas tropicais e subtropicais priorizando a redução de impactos ambientais decorrentes do uso excessivo de fertilizantes e de agrotóxicos. Além disso, diversos estudos mostram que a restauração das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo permite que as culturas se desenvolvam de modo equilibrado com o ecossistema, apresentando baixa incidência de pragas e doenças.

A presente pesquisa foi realizada com objetivo de comparar dois sistemas de preparo de solo (preparo convencional e preparo profundo) para a cultura da batata, cv. Atlantic, em sucessão a poáceas, quanto aos atributos do solo, produtividade e dinâmica do crescimento da batateira.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 Aspectos gerais da cultura da batata

Os 10 países líderes de produção de batata, em 2011, foram China (88,35 milhões de t), Índia (42,33 milhões de t), Federação Russa (32,68 milhões de t), Estados Unidos da América (19,36 milhões de t), Ucrânia (24,24 milhões de t), Alemanha (11,8 milhões de t), Bangladesh (8,32 milhões de t), Polônia (8,19 milhões de t), França (8,01 milhões de t) e Holanda (7,33 milhões de t). O Brasil, com 3,91 milhões de t, ficou na 19ª posição (FAO, 2013).

No panorama olerícola nacional, a cultura da batata se destaca por sua importância socioeconômica, sendo praticada por um expressivo contingente de pequenos produtores. No quinquênio 2007-2011, enquanto a produção e a produtividade de batata aumentaram 11% e 12%, respectivamente, a área teve acréscimo de apenas 1%. Na safra 2012, a produção brasileira alcançou 3,50 milhões de t, a área colhida foi de 130,4 mil ha e a produtividade 26,81 t ha⁻¹. Em relação à safra anterior, houve um decréscimo de produção de 11%. A região Sudeste participou com 56,94% da produção nacional, a Sul com 35,1%, a Centro-Oeste com 3,44% e a Nordeste com 4,6%. Os estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná detiveram 33,8%, 22,8% e 21,4% da produção total (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2013a, 2013b).

Em 2012, o valor bruto da produção (VBP) de batata alcançou R\$ 2,33 bilhões correspondendo a aproximadamente 1% do VBP total do setor agrícola (CONFEDERAÇÃO, 2013).

No período 1996-2007, as mudanças ocorridas na cultura da batata no Brasil permitiram avanços significativos na estrutura produtiva do setor e as taxas de crescimento anuais foram negativas para a área (-2,04%) e positiva para a produtividade (4,4%), resultando em acréscimo anual médio ao redor de 2,3% (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2008). Os fatores responsáveis por essas transformações recentes ocorridas na cadeia produtiva da batata estão relacionados à introdução de cultivares com alto potencial produtivo e com ciclo de maturidade precoce, novas tecnologias, melhoria na gestão das propriedades e à expansão da atividade em novas fronteiras de produção, notadamente na Chapada Diamantina, BA e na região sob Cerrado (GO e MG), no Brasil Central (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2008).

No contexto da agricultura paulista, a cultura da batata ocupa posição de destaque, sendo o cultivo realizado numa sucessão de três safras (águas, seca e inverno), relativamente bem distribuídas ao longo do ano. As regiões mais importantes de cultivo estão localizadas na região de São João da Boa Vista cujos principais municípios produtores são Vargem Grande do Sul, Divinolândia, Casa Branca, Porto Ferreira e Aguaí e na região de Itapetininga, estando a produção distribuída nos municípios de Itapetininga, São Miguel Arcanjo, Tatuí e Capão Bonito. A produção visa o abastecimento do mercado paulista e de outras regiões do país (CAMARGO FILHO; ALVES, 2005).

A batata é a terceira mais importante cultura alimentar do mundo em termos de consumo humano, sendo superada pelo arroz e trigo. Mais de um bilhão de pessoas consomem batata em todo o mundo. Além de grande fornecedora de proteína de alta qualidade, vitaminas e sais minerais, proporciona grande quantidade de energia oriunda dos carboidratos, sendo uma fonte cada vez mais importante de alimento. A cultura tem alta capacidade de produção de alimento por unidade de área. Um hectare de batata pode produzir duas a quatro vezes mais a quantidade de alimento que as culturas de grãos. Ademais, a batata produz mais alimento por unidade de água que qualquer outra grande cultura e é sete vezes mais eficiente no uso de água do que os cereais (CIPOTATO, 2010).

A batata assumiu a condição de recurso alimentar mundial por ser de fácil digestão e, por sua versatilidade de uso culinária, podendo ser preparada no domicílio de várias maneiras ou industrializada nas formas de palitos pré-fritos congelados (“french fries”), rodela frita (“chips”), palha, amidos, féculas e farinhas.

2.1.2 Origem, domesticação e difusão

A história da batata teve início há cerca de 8.000 anos nas proximidades do Lago Titicaca no altiplano andino situado a 3.800 metros acima do nível do mar, fronteira da Bolívia com o Peru. Há evidências de que os povos pré-colombianos que habitavam essa região domesticaram a batata, utilizando espécies autóctones. Na domesticação da batata, as evidências indicam que o primeiro passo desse processo contemplou a seleção de tipos diploides livres de alcaloides e, portanto, comestíveis (PALMA, 2009). Desse modo, foram selecionados tipos variados para os diversos usos na alimentação, e ainda hoje centenas de batatas primitivas ou *landraces*, designadas de *papa andina*, são cultivadas em pequenas áreas pelos camponeses dos altiplanos andinos. Não resta dúvida que a batata teve fundamental importância para a segurança alimentar do Império Inca e de outros povos pré-colombianos (CIPOTATO, 2010).

Existe um centro secundário de diversidade de *S. tuberosum* no sul da América do Sul, particularmente no Chile (RÍOS et al., 2007).

A primeira evidência acerca da introdução da batata na Europa remonta a 1567, nas Ilhas Canárias, Espanha. No entanto, é importante ressaltar que, o valor alimentar da batata só foi reconhecido na Europa mais de um século depois de sua introdução na Espanha continental. Durante todo esse tempo, a batata era uma mera curiosidade (HAWKES, 1990).

A demora da difusão da batata como cultura alimentar para os europeus é atribuída à sua adaptação a condições climáticas distintas das existentes no continente europeu. Além disso, apenas uma amostra muito restrita do *pool* gênico da espécie cultivada a milênios nos Andes foi introduzida na Espanha. Por conseguinte, foram necessários 150 anos para que fossem selecionadas as primeiras cultivares com capacidade de tuberização sob condições de dias longos do verão europeu (RÍOS et al., 2007). Portanto, desde então a batata passou por importante mudança adaptativa em relação à sua região de origem e domesticação.

Em finais do século XVIII, a batata tornou-se uma cultura bastante importante, particularmente na Alemanha, Holanda e Inglaterra, e a Irlanda é considerada como o principal centro difusor da cultura para outros continentes (BARKER, 2002).

2.1.3 Cultivares vs. adaptação

As cultivares de batata disponíveis no mercado para o consumo *in natura* são importadas e se sobressaem pelo alto potencial produtivo e aparência externa do tubérculo, notadamente, película lisa e brilhante, tamanho e formato. As cultivares mais cultivadas atualmente no Brasil, com destaque para Agata, Cupido, Vivaldi, Ceasar, Monalisa, Mondial e Markies, possuem baixos teores de matéria seca. Além disso, são altamente exigentes em adubação e necessitam de proteção constante por defensivos e não têm aptidão culinária para fritura. Por sua vez, as cultivares Asterix e Atlantic, se destacam por seu alto teor de matéria seca e são adequadas para consumo na forma de fritura (PEREIRA; SOUZA; CHOER, 2003).

As maiores produtividades são obtidas nos países onde os dias duram de 13 a 17 horas na fase de tuberização, com temperaturas médias entre 15 e 18°C e com irrigação (HAEDER; BERINGER, 1983). A cultura é muito sensível ao estresse hídrico, sendo necessário, portanto, o fornecimento adequado de água, desde o início da tuberização até a maturidade (LOOM, 1981; HANG; MILLER, 1986). As exigências climáticas da cultura são peculiares e precisas, ressaltando-se que o fator limitante é a temperatura elevada, especialmente a temperatura noturna, pois quando esta se mantém acima de 20°C durante 60 noites ou mais, não ocorre a tuberização (EWING, 1997).

De modo geral, as cultivares estrangeiras não repetem nas diferentes regiões agroecológicas de cultivo brasileiras o bom desempenho exibido nas condições de cultivo de seu país de origem, especialmente no que diz respeito ao potencial produtivo e teor de matéria seca. Isso ocorre devido às diferenças climáticas entre o país de origem e o Brasil (PEREIRA; SOUZA; CHOER, 2003). Todavia, 26 Mg ha⁻¹ em 90 a 110 dias ainda representa um alto acúmulo de biomassa, o que implica em uma elevada demanda de oxigênio, água e nutrientes para realizar a manutenção do metabolismo vegetal.

A batateira apresenta alta produtividade somente em solos excepcionalmente porosos, sugerindo que esse tipo de solo possui um fornecimento adequado de O₂ para o desenvolvimento da planta (BUSHNELL, 1956). Assim, solos com baixa aeração comprometem o crescimento das raízes e a produtividade final de tubérculos. A taxa de difusão de oxigênio crítica para a batateira está acima do valor médio encontrado para outras culturas (JACKSON, 1962; SOJKA, 1985; DASBERG et al., 1970; WENGEL, 1966).

O fornecimento adequado de água e nutrientes são cruciais para manutenção da alta atividade metabólica da batateira. O processo de absorção de nutrientes dá-se de forma ativa, consumindo energia, sendo que a maior fonte de produção de energia em células não fotossintetizantes, como as células radiculares, é a respiração. Portanto, todos os fatores que afetam a respiração poderão influenciar a absorção ativa de nutrientes pela célula. Dentre os fatores que afetam a respiração da célula, destacam-se a temperatura, o teor de carboidrato e o fornecimento de O₂ (MARSCHNER, 1995). Labanauskas et al. (1966), verificaram que o baixo fornecimento de oxigênio para as raízes, diminuí a quantidade total de N, P, K, Ca, Mg, Cl, Zn, Cu, Mn, B e Fe nos tecidos da planta.

O intervalo hídrico ótimo do solo para a batateira é muito estreito. Campbell et al. (1976) verificaram que o início do fechamento estomático na cultura acontece num potencial hídrico foliar relativamente maior que de outras culturas. Isso ocorre devido à resistência do fluxo de água situada na parte subterrânea da planta, onde ocorre sua maior resistência, na passagem radial da água da superfície das raízes para o xilema. Na batateira, em torno de 65 a 75% da resistência do fluxo da água solo-planta se encontra no solo, e em condições de déficit hídrico, esse valor excede em 80% (GREGORY; SIMMONDS, 1992). Para que o fluxo da água solo-folha na batateira seja mais eficiente é necessário aumentar o comprimento radicular específico.

2.1.4 Exigências edáficas vs. compactação

A forma mais eficaz de aumentar o comprimento radicular específico, para melhorar a absorção de água, é por meio da eliminação da barreira física à penetração das raízes, denominada compactação. Entretanto, desde a década de 1920, quando passou a ser cultivada em escala comercial no Estado de São Paulo, o manejo da cultura da batata baseou-se em práticas agrícolas importadas de países de clima temperado, os quais ocasionam a compactação do solo em subsuperfície. (RAGASSI, 2009). Dessa forma, a compactação do solo, ao diminuir sua porosidade para o armazenamento de água e ar, afeta de forma significativa o desenvolvimento da batateira.

A porosidade drenável, porosidade efetiva, porosidade livre de água ou macroporosidade representa o volume de poros do solo no qual a água se move livremente. Seu valor equivale ao conteúdo de ar presente no solo na capacidade de campo e é determinada pela diferença entre a porosidade total e o conteúdo de água correspondente à capacidade de campo. Mediante essa definição, percebe-se que a determinação da porosidade drenável envolve o problema de que a capacidade de campo não é um valor precisamente definido no solo. Em condições de campo, a macroporosidade obtida em função do rebaixamento do lençol freático e da lâmina de água correspondente a esse rebaixamento (RIBEIRO et al., 2007). Logo, a escolha de um limite inferior para o tamanho de macroporos é um tanto arbitrária e, nesse sentido, Queiroz, Cruciani e Libardi (1995) citaram diversos autores que utilizaram como valor limite de separação entre a macro e microporosidade, uma tensão de 0,60 m de coluna d'água ou 6 kPa, correspondente aos poros de diâmetro da ordem de 0,0005 m.

Uma porosidade drenável mínima de 10% garante difusão de O_2 até as raízes, porém a diminuição no volume de macroporos causados pela compactação, reduzirá diretamente a difusão de O_2 do solo as raízes (DEXTER, 1988; GLINSKI; LIPIEC, 1990; GRABLE; SIEMER, 1968; XU; NIEBER; GUPTA, 1992). Como regra geral, o perfil de solo bem drenado internamente garante boa aeração do sistema radicular, pois, se os macroporos forem ocupados com ar, o processo de difusão de gases no solo é facilitado (OTTONI FILHO, 2003).

Solos com maior teor de argila e com menor teor em matéria orgânica são mais suscetíveis à compactação comparados a solos mais arenosos e mais ricos em matéria orgânica (THORNTON et al., 2008). Solos úmidos apresentam estrutura mais fraca e são mais suscetíveis à compactação quando comparado a solos secos. Sendo assim, as operações mecanizadas somente deveriam ocorrer após a secagem do solo, o que dificilmente ocorre nas áreas de plantio comercial.

A compactação influencia diretamente o crescimento radicular, pois, da mesma forma que a barreira química que pode impedir ou alterar o crescimento devido a toxidez de alumínio ou deficiência de cálcio, as raízes, ao crescerem em solos compactados, apresentam modificações morfológicas (THOMPSON; JANSEN; HOOKS, 1987), como o aumento da espessura do córtex e redução da superfície, interferindo na absorção de água e nutrientes (BARLEY, 1962; BENGOUGH et al., 1997; TAYLOR; BRAR, 1991), além de prejudicar o vigor e o rendimento (RUSANOV, 1991).

Cada cultura apresenta diferentes graus de tolerância à compactação, porém, de maneira generalizada, as raízes respondem a valores críticos, acima dos quais restringem seu crescimento (LAPEN et al., 2001; RADFORD et al., 2001). No geral, valores de resistência à penetração maiores que 2,0 MPa têm sido considerados fortemente restritivos ao crescimento das raízes e das plantas (TARDIEU, 1994).

O solo compactado compromete o crescimento da batateira de várias maneiras. A diminuição do movimento de água e de ar conseqüentemente reduzem sua disponibilidade às plantas. As raízes terão dificuldade no desenvolvimento, não penetrarão de forma efetiva no solo, ficando assim, localizadas somente na camada superficial do solo. Além disso, a planta necessitará de mais energia para o crescimento das raízes e dos tubérculos, o que reduzirá a energia disponível para o crescimento dos demais órgãos. O sistema radicular superficial diminui a capacidade de obtenção de nutrientes e a resistência a períodos de estresse hídrico. Dessa forma, as plantas serão menos vigorosas prejudicando a qualidade e o rendimento de tubérculos (THORNTON et al., 2008).

Na Inglaterra, os resultados de uma série de experimentos demonstraram que a compactação do solo atrasou a emergência, diminuiu a taxa de expansão da área foliar, reduziu o ciclo da batateira e restringiu a interceptação de luz. Todos esses fatores combinados prejudicaram o rendimento de tubérculos. A densidade de raízes e a profundidade máxima de enraizamento foram reduzidas, particularmente onde a compactação apresentava-se em camadas mais superficiais. Nos sulcos de plantio intensivamente preparados, a taxa de penetração das raízes da batateira foi de $0,02 \text{ m dia}^{-1}$ e reduzida à metade em locais com resistência à penetração de 1,5 MPa. Essas medidas foram obtidas com o uso de penetrômetro. Em uma amostragem de 602 campos comerciais daquele país, dois terços desses apresentaram resistência à penetração superior a 3 MPa e taxas de crescimento radicular inferiores a $0,002 \text{ m dia}^{-1}$ nos 0,55 m superficiais. Assim, a profundidade de enraizamento da cultura, devido à restrição física, mostrou-se aquém do ideal, levando à ineficiência de utilização da água e dos nutrientes (STALHAM et al., 2007).

Corroborando com o presente ensaio, trabalhos realizados em áreas de produção comercial de batata na Chapada Diamantina (BA) por Mitsuiki (2006), e em experimento desenvolvido na ESALQ em Piracicaba (SP) por Ragassi (2009), foi observado que o cultivo da batateira após poáceas, associado ao preparo profundo de solo, proporcionou resultados positivos sobre as propriedades físicas do solo. Foram observadas melhorias como menor resistência à penetração e maior infiltração de água, aumento da produtividade e redução de danos aos tubérculos. Em outro trabalho realizado, observou-se que a cultura empregada anteriormente ao cultivo da batateira influenciou significativamente a produtividade de tubérculos. Nesse sistema obteve-se maior produtividade com o cultivo do centeio, que é uma poácea, quando comparado com o nabo forrageiro, uma crucífera (BOLLER; PREDIGER, 2001).

2.1.5 Exigências edáficas vs. encharcamento

O encharcamento é consequência comum do preparo de solo convencional onde a permeabilidade do solo é reduzida e de difícil recuperação devido à baixa atividade biológica provocada pela intensa aplicação de fertilizantes e agrotóxicos (TOKESHI et al., 1997).

Há diversos relatos de ocorrência severa de podridões radiculares, como resultado da compactação e do posterior encharcamento do solo (JOUBERT, 1993; JOUBERT; LABUSCHAGNE, 1998; WILCOX; MIRCETICH, 1979). O encharcamento ocasiona privação de oxigênio e acúmulo de substâncias tóxicas dentro e ao redor das raízes. Mesmo um curto período de privação de oxigênio pode danificar severamente as raízes (LABUSCHAGNE; JOUBERT, 2006).

Além disso, condições prolongadas de alta umidade, que comumente se verifica em solos compactados, após chuva ou irrigação, reduzem a respiração da planta (LAMBERS, 1988) e aumentam a exsudação radicular (SMUKER; ERICKSON, 1987), como meio de compensar as condições adversas (LABUSCHAGNE; JOUBERT, 2006).

A existência de solo nessas condições provoca uma reação natural, como exemplificado pelo caso em que as raízes, em estado de anaerobiose, associado à camada com alta resistência à penetração, aumentam a produção de exsudatos (BARBER; GUNN, 1974). Esses compostos estimulam a atividade dos organismos primários da natureza, em particular *Phytophthora* spp., que é atraído às raízes (KEW; ZENTMEYER, 1973).

Na cultura da batata, o excesso de água reduz o rendimento e a qualidade dos tubérculos, além de acentuar o dano causado por doenças associadas ao excesso de umidade (THORNTON et al., 2008). A alta umidade leva à formação de um filme de água sobre o

tubérculo, o que faz com que sua superfície se torne anaeróbica, fato que inibe sua resistência natural a infecções, além de estabelecer um ambiente favorável a doenças bacterianas como a canela preta causada por *Pectobacterium atrosepticum* e à podridão do tubérculo causada por *Pectobacterium carotovorum* (DE BOER, 2008). Além disso, solo demasiadamente úmido causa a abertura das lenticelas, distúrbio denominado lenticelose, permitindo a entrada de patógenos. Desse modo torna o tubérculo mais suscetível a infecções (DE BOER, 2008).

Como medida paliativa, na agricultura convencional utiliza-se a estratégia de controle químico de doenças, a qual impede indiretamente o desenvolvimento de comunidades de microrganismos benéficos ao sistema de produção. A fumigação, por exemplo, tem sido utilizada para reduzir a população de patógenos de solo e de nematoides, no entanto, os fumigantes geralmente apresentam amplo espectro de ação sendo tóxicos a grande parte dos microrganismos do solo, o que leva à redução da população antagonista aos patógenos (KINKEL, 2008). Tal redução leva à alta incidência de doenças observada três a quatro anos após a fumigação, além de reduzir a diversidade microbiológica do solo. Os fumigantes podem, também, reduzir ou eliminar a colonização das plantas cultivadas pelos fungos micorrízicos arbusculares, o que pode aumentar a suscetibilidade das plantas às doenças (KINKEL, 2008). Nesse sentido, a estratégia mais adequada para o manejo de doenças é tornar o solo um ambiente favorável para sua biota, conferindo-lhe, dessa maneira, o caráter supressivo¹.

2.1.6 Doenças vs. práticas culturais

Plantios contínuos de batata de forma convencional, ou seja, empregando grade no preparo de solo, altos níveis de adubação e proteção fitossanitária excessiva, além da compactação podem favorecer lesões no caule da batateira causadas por *Rizoctonia solani* em até 58% da lavoura (HONEYCUTT; CLAPHAM; LEACH, 1996). Esse é um dos fatores, que inviabilizam o cultivo da batateira sucessivo na mesma área, e motiva a contínua migração da cultura, sempre visando áreas livres de patógenos, de preferência solos não cultivados com batata há pelo menos quatro anos. Isso torna a bataticultura uma atividade nômade, geralmente cultivada em terras arrendadas e que, por vezes, são abandonadas com o solo degradado física, química e biologicamente.

¹ Supressividade é a condição do solo em que a doença não ocorre, embora os organismos patogênicos estejam presentes em quantidade suficiente, ou até maior que a quantidade normalmente necessária para que ocorra (ALABOUVETTE, 1999).

Para controlar doenças de solo da batateira, como sarna comum (*Streptomyces scabies*), murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), podridão mole, canela preta ou talo-oco (*Pectobacterium* spp.), rizoctoniose (*R. solani*), bem como nematóides (*Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*), a rotação de culturas, principalmente com poáceas é recomendável (TOKESHI; BERGAMIN FILHO, 1980). Com efeito, a rotação minimiza a população de patógenos habitantes do solo antes dela se tornar grande o suficiente para causar impacto no rendimento e na qualidade dos tubérculos (POWELSON; ROWE, 2008).

O período de rotação deve variar de acordo com a capacidade de sobrevivência do patógeno na ausência da planta hospedeira (LOPES; QUEZADO-SOARES, 1997). Dessa forma, o cultivo de espécies de rotação por dois ou três anos entre dois plantios de batata é uma tática efetiva para a supressão de patógenos que apresentam limitada gama de hospedeiros ou não produzem estruturas de sobrevivência em longo prazo. Patógenos como *R. solani*, *S. scabies* e *Helminthosporium solani*, causadores da rizoctoniose, sarna comum e sarna prateada, respectivamente, possuem estreita a intermediária gama de hospedeiros, além disso, os dois últimos não apresentam estruturas de sobrevivência de longo prazo (POWELSON; ROWE, 2008).

A rotação com plantas não hospedeiras reduz a população de patógenos que atacam a batateira, principalmente quando o intervalo entre os cultivos é superior a um ou dois anos. Apesar da rotação com plantas não hospedeiras ser mais eficiente para o controle de patógenos que sobrevivem apenas em órgãos vivos de plantas hospedeiras (parasitas e epífitas), e patógenos que sobrevivem de forma saprofítica (LOPES; QUEZADO-SOARES, 1997), o cultivo de plantas não hospedeiras também reduz a severidade de diversas doenças cujo agente causal é habitante do solo, tais como as podridões de *Phytophthora erythroseptica* e *Pythium* spp., o mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), a requeima (*Phytophthora infestans*), a sarna comum (*S. scabies*) e doenças causadas por *Rhizoctonia* (THORNTON et al., 2008). Nos patógenos habitantes do solo, quanto maior o intervalo entre o cultivo de plantas hospedeiras, maior é a redução da severidade (THORNTON et al., 2008).

Um esquema de rotação de culturas bem planejado deve visar primeiramente a melhoria da qualidade do solo. Grandes quantidades de resíduo adicionado ao solo, no decorrer do tempo, promovem estruturação, disponibilizam nutrientes e aumentam a capacidade de retenção e infiltração de água, assim como sua drenagem. Essas condições melhoradas, conseqüentemente, tendem a reduzir a compactação e a erosão (THORNTON et al., 2008).

A quantidade e diversidade de microrganismos nativos do solo aumentam com a elevação do teor de matéria orgânica. Tais microrganismos disputam o alimento e alguns até liberam substâncias químicas que minimizam os patógenos no solo. Além disso, a estruturação do solo, promovida pela matéria orgânica, aumenta sua capacidade de retenção de água e proporciona o desenvolvimento radicular em profundidade, resultando em plantas saudáveis, com rápido desenvolvimento e resistentes às doenças que seriam favorecidas por plantas estressadas hidricamente (WALTERS, 1980).

2.1.7 Conceito e fundamento do preparo profundo de solo

A qualidade de um solo pode ser definida como a sua capacidade em manter a produtividade biológica, a qualidade ambiental e a vida vegetal e animal saudável na face da terra (DORAN; PARKIN, 1994).

Com o objetivo de oferecer condições físicas, químicas e biológicas mais adequadas para a batateira, foi que se desenvolveu o conceito de preparo profundo de solo. Esse sistema consiste no uso de implementos de ação profunda para correção física do solo a 0,70 m de profundidade aliviando as camadas compactadas criadas pelo longo período de cultivo sob preparo convencional (LABUSCHAGNE; JOUBERT, 2006), tráfego dirigido (YOUNG et al., 1993), cultivo preciso (BISHOP; GRIMES, 1978; SOJKA et al., 1993), combinado com o emprego de poáceas como cultura prévia ao cultivo da batata (RAGASSI, 2009).

Baseados em ideias conservacionistas, em vez de se preparar excessivamente o solo, o preparo profundo visa manter o solo o mais parecido possível com o de um ecossistema natural. Isso se torna possível, por meio da incorporação profunda de fitomassa que contribui para a ativação de atividades biológicas no solo, de forma a reconstruir e manter as suas características físicas naturais, baseadas na agregação de suas partículas.

A perda da fertilidade do solo após conversão do ecossistema nativo para a agricultura está diretamente ligada à perda de matéria orgânica do solo (MOS), que é um dos indicadores mais importantes para se medir a qualidade do solo (LOPES; GUILHERME, 2007). A entrada de carbono (C) no solo está relacionada, principalmente, ao aporte de resíduos da biomassa aérea e radicular das plantas, liberação de exsudados radiculares, lavagem de constituintes solúveis da planta pela água da chuva e transformação desses materiais pelos macro e microrganismos do solo (SILVA; MENDONÇA, 2007). Assim sendo, manter e aumentar o teor de MOS são condições primordiais para evitar a diminuição da fertilidade dos solos e para garantir sua qualidade e seu funcionamento em agroecossistemas produtivos (LOPES; GUILHERME, 2007).

Nos ecossistemas tropicais intactos, ocorrem maiores taxas de decomposição da matéria orgânica do que nos ecossistemas de regiões temperadas, sendo assim, são necessárias maiores quantidades de C adicionadas pela vegetação para compensar essa maior decomposição (SANCHEZ, 1976). Porém, quando os solos tropicais são submetidos ao uso agrícola, seu estoque de matéria orgânica declina muito mais rapidamente.

A maioria das cultivares de batata foi desenvolvida em clima temperado onde ocorrem perdas equivalentes à metade do estoque original de matéria orgânica do solo entre 50 e 100 anos de cultivo, enquanto em regiões de clima quente e úmido como as do Brasil, perdas similares ocorrem em períodos de apenas 10 a 15 anos, o que se deve às condições climáticas mais favoráveis à decomposição microbiana. Assim, a quantidade de resíduos vegetais necessária para manutenção dos estoques de matéria orgânica no solo em regiões tropicais é muito superior àquela das regiões temperadas (BAYER; MIELNICZUK, 2008).

Como o aporte constante de matéria orgânica ao solo é fundamental para alimentar o processo dinâmico que mantém sua agregação, o baixo fornecimento de matéria orgânica resulta em desagregação (SILVA; MENDONÇA, 2007), o que torna o solo mais suscetível à erosão e à compactação, típicas da agricultura convencional.

A realização de um preparo de solo baseado na utilização do arado revolve e destrói seus agregados em área total e facilita a formação de compactação abaixo da camada arável (TOKESHI et al., 1997). Com a intensa desestruturação do solo e a subsequente movimentação vertical das argilas, seguida de deposição na subsuperfície, esse tipo de preparo de solo provoca a formação dessa camada, logo abaixo do volume de solo arável (CARVALHO JÚNIOR, 1995). Como essa camada possui menor permeabilidade, isso facilita o processo erosivo, e proporciona o acúmulo de água na região das raízes, formando um ambiente redutor, com possibilidade de profundas alterações químicas e biológicas (PRIMAVESI, 2002; VEPRASKAS; WAGGER, 1990).

O conceito de cultivo preciso (CARTER; TAVERNETTI, 1968) foi desenvolvido na Califórnia e consiste em cultivar de 0,50 a 0,60 m de profundidade somente abaixo da linha de plantio, conseguindo aumentos substanciais no rendimento da cultura do algodão, superiores aos obtidos com cultivo profundo realizado aleatoriamente no campo (BISHOP; GRIMES, 1978). Para que os benefícios do cultivo preciso não sejam perdidos após os tratos culturais, uma estratégia que pode ser considerada promissora para minimizar a compactação do solo é o tráfego dirigido. Esse sistema restringe o trânsito do rodado a determinadas ruas, o que resulta na diminuição da compactação e, potencialmente, promove o desenvolvimento da cultura (YOUNG et al., 1993). Por meio desse sistema, foram obtidos aumentos no

rendimento de cereais, batata e poáceas (CARTER; MEEK; RECHEL, 1988; DICKSON; CAMPBELL; RITCHIE, 1992; DOUGLAS; CAMPBELL; CRAWFORD, 1992).

Com a utilização do tráfego dirigido, o rendimento na produção de batata foi 18% superior ao sistema convencional devido à maior porosidade do solo ao ar nas épocas úmidas e menor resistência à penetração nas épocas secas (DICKSON; CAMPELL; RITCHIE, 1992). Além disso, durante a colheita, o sistema convencional produziu 34% mais torrões. Em outras avaliações, nesse mesmo experimento, a área foliar e a massa de matéria seca de folhas, caules e tubérculos foram consistentemente maiores no tráfego dirigido (YOUNG et al., 1993). Os autores também encontraram interceptação de radiação 5% maior pelas plantas no tráfego dirigido em comparação ao convencional estando, esses parâmetros, relacionados ao aumento da produtividade.

Outro importante benefício do tráfego dirigido é o incremento do número de dias em que o solo está apto para ser trabalhado. De acordo com Young et al. (1993), as condições físicas do solo no sistema de tráfego dirigido permitiram o início das atividades mecanizadas cinco dias antes em comparação ao sistema convencional, embora o solo sob tráfego dirigido se apresentasse mais úmido. Esse fato é de considerável importância prática no campo, visto que a realização do preparo de solo sob condições inadequadas de umidade é comum devido ao pequeno intervalo de dias secos na época chuvosa. Porém, quando o solo apresenta camadas compactadas abaixo de 0,30 m, o método mecânico empregado deve ser o da subsolagem (RIZZO, 2000). O cultivo profundo é empregado como um meio de reduzir problemas físicos e biológicos, que criam condições inadequadas de solo. Apesar dos efeitos positivos da descompactação mecânica do solo, existem evidências de que esses efeitos são de curta duração. Desse modo, Busscher, Bauer e Frederick (2002) e Busscher et al. (1995) constataram que o efeito da subsolagem é temporário, uma vez que a reconsolidação do solo aumenta com o volume cumulativo de precipitações. Segundo os mesmos autores, em solos estruturados, a reconsolidação pode ser influenciada pela dinâmica da água no espaço poroso inter e intra-agregados sendo também afetada pelo selamento superficial ou pela estabilidade estrutural, que pode modificar a quantidade de água que infiltra no solo.

Dessa forma, é essencial a associação dos métodos mecânicos aos métodos vegetativos, pois enquanto os métodos mecânicos promovem o cisalhamento e a quebra das camadas compactadas, os métodos vegetativos envolvem uma complexa relação entre as raízes, micro e mesofauna, que resulta em produtos variados, reagregando o solo (RIZZO, 2000). Assim, enquanto os métodos mecânicos rompem as camadas de impedimento, os vegetativos vão proporcionar sua estruturação, dificultando o readensamento. Além disso, os

sistemas radiculares profundos e agressivos complementam a ação mecânica do implemento, crescendo em camadas de solo compactadas (ABREU; REICHERT; REINERT, 2004), o que é mais evidente quando se utilizam poáceas (RIZZO, 2000). As raízes das poáceas, ao alterar o balanço iônico e osmótico na rizosfera, por meio da absorção de nutrientes e de sua decomposição, podem afetar a agregação (BRONICK; LAL, 2005).

Outros autores também consideram o papel fundamental das raízes na formação de agregados estáveis mediante o suprimento de resíduos orgânicos para a decomposição (OADES, 1978), exsudações de substâncias orgânicas, aproximação de partículas e microagregados por dessecações provocados pela absorção de água (BRADFIELD, 1937; OADES, 1978) e envolvimento físico de microagregados do solo (TISDALL; OADES, 1979).

Rizzo (2000), explica que cada pêlo radicular que penetra num torrão introduz um ponto de fraqueza no mesmo. A penetração abundante de pelos radiculares ou raízes através do torrão causa a formação de grânulos. A granulação é acompanhada por mudanças na umidade próxima do sistema radicular, como resultado da entrada de água na planta. Isso produz desidratação localizada, a qual leva à contração e à formação do agregado.

Outros trabalhos enfatizam a ação das raízes das plantas na formação e estabilização dos agregados do solo (BRADFIELD, 1937; TISDALL; OADES, 1979), entretanto, muitos pesquisadores têm destacado que dentro do universo de plantas as poáceas perenes têm exercido maiores benefícios (BRADFIELD, 1937; CARPENEDO; PALADINI; MIELNICZUK, 1990; TISDALL; OADES, 1979; RIZZO, 2000). Esses efeitos benéficos são atribuídos, principalmente, à alta densidade de raízes (HAYNES; BEARE, 1997), que promove a aproximação de partículas pela constante absorção de água do perfil do solo, às periódicas renovações do sistema radicular e à uniforme distribuição dos exsudatos no solo, que estimulam a atividade microbiana, cujos subprodutos atuam na formação e estabilização dos agregados.

Os agregados do solo uma vez formados desapareceriam rapidamente se não fossem estabilizados, fato que depende da atividade microbiológica (MOLOPE; GRIEVE; PAGE, 1987).

Com isso, para o ciclo da batata, a incorporação da biomassa da poácea no solo cria um reservatório ativo da MOS que servirá como fonte de energia e nutrientes para seus microorganismos. Esses, por sua vez melhoram a estrutura e porosidade do solo e aumentam o fornecimento de nutrientes para as plantas, bem como a eficiência dos fertilizantes (LEITE; GALVÃO, 2008).

Moreira e Siqueira (2006a) apontam a importância da incorporação de matéria orgânica e nutrientes no favorecimento do aumento dos microorganismos heterotróficos, postulando que o solo não rizosférico é um deserto nutricional mesmo sob cobertura vegetal. Portanto, a biomassa ativa como reflexo da deposição de C-oxidável respondendo ao manejo da cultura e dos restos culturais (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006b) resultará em posterior mineralização dos nutrientes contidos no material incorporado ao solo; na fixação biológica de nitrogênio favorecida pela alta relação carbono/nitrogênio (C/N) do raizame e do material incorporado da cultura sucessora, melhorando assim a porosidade do solo além de favorecer o fenômeno da supressividade.

Nos solos supressivos, observa-se que a incidência de doença é baixa mesmo quando o patógeno é introduzido, a planta é suscetível e há condições climáticas favoráveis à expressão da doença (ALABOUVETTE, 1999). Os patógenos geralmente são competidores fracos no solo, o que explica sua suscetibilidade à supressão pelos microrganismos saprofíticos (KINKEL, 2008).

A quantidade de biomassa das culturas forrageiras também possui influência sobre as relações hídricas do solo. Segundo Kiehl (1985), a matéria orgânica não decomposta apresenta capacidade de retenção de água em torno de 80%. Os materiais humificados, ricos em coloides, podem apresentar de 300 a 400% de capacidade de retenção. Para Stevenson (1982), a capacidade de retenção de água do material húmico do solo pode atingir 20 vezes o seu peso seco. Estes dados confirmam as informações citadas por Kiehl (1979), onde foi verificada uma correlação positiva entre o conteúdo de matéria orgânica do solo e o armazenamento de água do mesmo. Devido a esses fatores, a biomassa incorporada propicia uma disponibilidade de água maior que em solos sem incorporação, e o constante fornecimento hídrico à planta, estimula a abertura dos estômatos para uma alta taxa fotossintética (HARRIS, 1992). Além disso, biomassa incorporada propicia baixa resistência à penetração do solo porque retarda o processo de acamamento do solo provocado pelas chuvas e porque após sua decomposição tornam-se poros durante o ciclo cultural da batata. Dessa forma, favorece o desenvolvimento e crescimento radicular, mantendo o solo sob uma resistência à penetração média de 0,1 a 0,15 MPa (SAKO², 2013), bem distantes dos 2,0 MPa restritivos (BRADY, 2002).

² SAKO, R.S. MAFES. Máquinas Agrícolas Fazenda Experimental Sako, Mogi das Cruzes. **Entrevista concedida sobre o CD-ROM Sistema MAFES.**

Observando as características físicas e químicas do solo proporcionadas pelo cultivo de forrageiras, a escolha da espécie ou cultivar da poácea e seu manejo devem focar os seguintes aspectos morfológicos e bromatológicos: alta biomassa do sistema radicular, maior relação haste/folha, distribuição homogênea, aumento da porcentagem de lignina, hábito de crescimento ereto e ser responsiva à fertilidade do solo da região (SAKO, 2013).

A síntese de lignina depende do fornecimento adequado de nutrientes para a ativação do metabolismo secundário. Um dos compostos intermediários da lignina é o ácido cinâmico, produzido pela rota do ácido chiquímico, que necessita de Co e Mn para sua ativação (TAIZ; ZEIGER, 2004; YAMADA, 2004). A ativação do metabolismo secundário para a formação de lignina está ligada à idade fisiológica da planta ou à época do ano. O fornecimento adequado de nutrientes e a idade fisiológica do pasto consistem nas estratégias de manejo para produção de lignina e prolongamento de hastes (SANTOS, 2002).

Nessa sucessão de culturas, o preparo de solo encontra dificuldades operacionais devido à grande quantidade de material vegetal que causa embuchamento, baixa qualidade na trituração e baixa qualidade da mistura solo/palha, chegando a restringir todo resultado positivo dessa sucessão de culturas. No entanto, o sistema alternativo de preparo de solo avaliado por Mitsuiki (2006) o preparo profundo, propiciou, em média, produtividade de tubérculos 10 a 30% maior em relação ao sistema convencional de preparo de solo e menor proporção de tubérculos danificados (MITSUIKI, 2006). Segundo Sako (2013), além disso, tem sido observado incremento na sanidade da cultura, devido a maior drenagem proporcionada pelo sistema de preparo de solo, criando condições adversas para a propagação de inóculos como o causador da murchadeira (*Ralstonia solanacearum*) e incidência menor de canela-preta (*Pectobacterium spp.*).

2.1.8 Curva de crescimento da batateira

A massa de matéria seca (MS) na batateira é dividida em raízes, caules, folhas e tubérculos, sendo este último órgão, o que acumula a maior parte da MS total produzida pela planta (HOOKER, 1986; WESTCOTT et al., 1991).

A produção de MS é dividida em quatro estádios fenológicos. O estágio I ou período vegetativo tem início após a quebra de dormência das gemas, quando ocorre a produção de brotos. A MS é acumulada rapidamente através do desenvolvimento intenso das raízes e da parte aérea, incluindo a emergência e indo até o início do “enchimento” dos tubérculos. O estágio II ou período de tuberização tem início com a formação dos tubérculos nas pontas dos estolões e vai até o início do enchimento dos primeiros tubérculos. Embora a formação de

tubérculos continue durante o próximo estágio de desenvolvimento, aqueles que definirão a colheita formam-se nesse estágio. O estágio III ou período de enchimento dos tubérculos é caracterizado por uma taxa de aumento constante de massa e tamanho. A parte aérea continua a crescer, porém os aumentos na massa de material seco total são, na maior parte, devido aos tubérculos. Este é o estágio mais longo e vai até a maturação. O estágio IV ou período de maturação é marcado pelo início do amarelecimento dos caules e a senescência das folhas, indo até o final do ciclo (ROBERTS; DOLE, 1985; OJALA, et al., 1990; BIEMOND; VOS, 1992).

Na ausência de uma curva de absorção de nutrientes, a produção de MS fornece uma aproximação do acúmulo de nutrientes (SOUSA; COELHO, 2001) e os fatores associados à produção de MS na cultura da batateira são: as práticas culturais, a maturidade dos tubérculos, a disponibilidade hídrica, a eficiência fotossintética e a adubação (PEREIRA, 1987; BEUKEMA; ZAAG, 1990; CHAPMAN et al., 1992; EWING, 1997; PANIQUE et al., 1997; FAGERIA et al., 1997).

A produtividade de uma cultura depende de uma série de interações complexas entre plantas individuais, comunidades de plantas e o meio ambiente (CONCEIÇÃO et al., 2004). Essas relações, somadas ao potencial genético, manifestam-se por meio de processos fisiológicos (CONCEIÇÃO et al., 2004, 2005).

A análise de crescimento de plantas baseia-se no fato de que cerca de 90% da MS acumulada ao longo do seu desenvolvimento resulta da atividade fotossintética e o restante, da absorção de nutrientes minerais. Dessa forma, é possível avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total (BENINCASA, 2003; BARCELOS et al., 2007). O acúmulo de MS e sua distribuição na planta são processos importantes na definição da produtividade de uma cultura (TEKALIGN; HAMMES, 2005a; SILVA et al., 2009). O entendimento do padrão de partição de MS entre as partes da planta, a variação desse padrão e os efeitos das condições ambientais sobre o processo, podem ajudar na escolha da melhor cultivar para cada propósito e maximizar a produtividade de tubérculos com características desejáveis (TEKALIGN; HAMMES, 2005a). Portanto, a análise de crescimento e o estudo da partição da MS entre os órgãos da planta geram conhecimentos que podem facilitar a tomada de decisões relativas ao manejo da cultura (CONCEIÇÃO et al., 2005; TEKALIGN; HAMMES, 2005b; POHL et al., 2009).

2.2 Material e métodos

2.2.1 Área experimental

O experimento foi instalado em área pertencente ao Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP, situada na latitude 22°42'09'' S e na longitude 47°38'01'' W a 569 m de altitude, em Nitossolo Vermelho Eutrófico típico textura argilosa (argila = 60%), com declividade inferior a 5%, em clima Cwa segundo Köppen. Nessa área já foram conduzidos seis ciclos de cultivo da batata em sucessão a poáceas de acordo com o plano de pesquisa do Projeto PACES³.

Antes da condução do 1º ciclo forrageira-batata, a área havia sido cultivada com feijão (Apêndice A). Na fase de preparo de solo para a implantação do primeiro ciclo forrageira-batata, foi constatado com o auxílio de um penetrômetro Stolf, que a área apresentava resistência à penetração superior a 1,5 MPa, restritiva ao crescimento radicular, desde a camada superficial, cujo valor era incrementado com o aumento da profundidade, o que caracterizava o solo como compactado.

No ciclo em estudo (2011-2012) aferiu-se as características químicas do solo, através de duas amostras, referentes a 12 subamostras, coletadas nas parcelas de preparo profundo (PP) e quatro sub amostras na do preparo convencional (PC). As profundidades utilizadas para amostragem e análise foram: 0-0,20; 0,20-0,40; e 0,40-0,80 m. A análise seguiu os métodos descritos por Malavolta (2006). Os valores médios dos PP e PC encontram-se na Tabela 1.

³ PACES (Projetando a Agricultura Compromissada em Sustentabilidade): Grupo de pesquisa formado por alunos de graduação e pós-graduação criado em 2006 com intuito de estudar alternativas para o caráter migratório da bataticultura por meio de práticas agronômicas sustentáveis. Em uma área experimental de 0,7 ha localizada no Campus “Luiz de Queiroz”, considerada inicialmente imprópria devido à presença de pedras e muita compactação, o Projeto foi implementado e no presente ano foi concluído o sétimo ciclo da sucessão forrageira-batata e preparo profundo de solo.

Tabela 1 - Propriedades químicas de Nitossolo Eutrófico típico localizado no Departamento de Produção Vegetal – ESALQ/USP, da amostragem de abril de 2012

Profundidade (m)	pH (CaCl ₂)	M.O. (g dm ⁻³)	P Resina (mg dm ⁻³)	K	Ca (mmol _c dm ⁻³)	Mg
PC 0,00-0,20	5,5	20	50	3,8	54	18
PC 0,20-0,40	6,0	16	15	3,3	54	22
PC 0,40-0,80	5,8	11	13	2,8	49	20
PP 0,00-0,20	5,6	18	53	5,3	53	15
PP 0,20-0,40	5,4	13	25	3,7	48	15
PP 0,40-0,80	5,9	6	6	1,3	45	14

Profundidade (m)	H+Al	Al	Soma Bases S.B. (mmol _c dm ⁻³)	CTC	Sat. Bases (V%)	Sat. AL (m%)	S-SO ₄ (mg dm ⁻³)
PC 0,00-0,20	34	0	76	110	69	0	11
PC 0,20-0,40	25	0	79	104	76	0	28
PC 0,40-0,80	25	0	72	97	74	0	67
PP 0,00-0,20	34	0	73	107	68	0	12
PP 0,20-0,40	38	0	67	105	64	0	39
PP 0,40-0,80	25	0	60	85	71	0	67

Profundidade (m)	Cu	Fe	Zn	Mn	B (água quente)
DTPA (mg dm ⁻³)					
PC 0,00-0,20	6,6	26	11,8	24	0,41
PC 0,20-0,40	4,6	35	1,4	24,4	0,43
PC 0,40-0,80	2,5	12	1,1	9,6	0,42
PP 0,00-0,20	6,6	34	4,8	31,2	0,4
PP 0,20-0,40	5,3	23	2,7	24,4	0,35
PP 0,40-0,80	2,4	10	0,7	6,4	0,37

CTC: capacidade de troca catiônica.

A correção e adubação objetivaram a elevação dos teores dos nutrientes do solo a valores adequados para o desenvolvimento da batateira (Apêndice B).

Foram estudadas quatro sucessões de poáceas com batata ou tratamentos: T1: sucessão *P. maximum* cv. Tanzânia – batata, sob preparo profundo (Tanzânia PP), T2: sucessão *B. brizantha* cv. Marandu – batata, sob preparo profundo (Braquiária PP) e T3: sucessão milho (*Z. mays* ‘AG 6080’) – batata, sob preparo profundo (Milho PP). Para efeito de comparação, foi utilizado como tratamento controle T4: a sucessão milho - batata em preparo convencional de solo (Milho PC), com uso de grade aradora a 0,20 m de profundidade antes do plantio.

A cultivar adotada foi a Atlantic, pois é a mais plantada no segmento de batata industrializada na forma de *chips* (ABBA, 2013). Essa cultivar é caracterizada pelo porte

médio a alto, ereto e hastes grossas. Os tubérculos são de formato arredondado, polpa branca, película amarela ligeiramente áspera e ‘olhos’ semiprofundos. Sua brotação é tardia e a planta é suscetível à requeima, tinta preta e a viroses (PEREIRA; DANIELS, 2003).

As unidades experimentais foram constituídas por três linhas duplas de 10,0 m de comprimento. A linha dupla central teve 1,5 m de suas extremidades desconsideradas e os 7,0 m centrais, definidos como unidade experimental útil ou unidade de observação (Figura 1), que corresponde a 12,6 m² em área.

Figura 1 - Dimensões da unidade experimental

2.2.2 Preparo de solo

O preparo de solo e a semeadura das poáceas (1ª etapa) para sucessão com a batata foram realizados em outubro de 2011. A dessecação mecânica das poáceas foi feita no mês de abril de 2012 e o preparo de solo e plantio da batata (2ª etapa), no mês de maio de 2012.

Para o preparo do solo destinado à semeadura das poáceas, foi empregada a ROTIN⁴, enxada rotativa que gira no sentido anti-horário e trabalha sob alta rotação. O objetivo dessa operação foi quebrar torrões e pré-incorporar os restos vegetais da batata colhida em 2011, a 0,20 m de profundidade. Essa operação foi realizada em todos os tratamentos.

⁴ Enxada rotativa desenvolvida pela Mafes Inteligência Agronômica.

No preparo convencional, após a operação com a enxada rotativa, o terreno foi preparado com grade aradora a 0,20 m de profundidade. Nos tratamentos com o preparo profundo, após a operação com a enxada rotativa, o solo foi subsolado no centro do canteiro (1,80 m de bitola do trator), a 0,70 m de profundidade com o equipamento DRENO⁵. Em seguida o solo foi preparado com enxada rotativa encanteiradora de baixa rotação TURBO⁶ a 0,40 m de profundidade incorporando os restos de cultura e fertilizantes residuais do ciclo anterior, visando estabelecer a uniformidade do perfil e evitando que o fósforo proveniente da adubação para a cultura da batata promova a concentração do sistema radicular das poáceas no horizonte mais superficial do solo.

Em sequência, procedeu-se a semeadura a lanço das forrageiras utilizando 5 Kg de sementes puras e viáveis para Tanzânia e Braquiária. Para o milho, foi estabelecido o estande de 65.000 plantas por hectare com espaçamento de 0,60 m entre linhas e 0,25 m entre plantas na linha (Apêndice C).

O preparo de solo para a cultura da batata começou após o corte das poáceas. Inicialmente as espigas de milho foram colhidas quando os grãos atingiram sua maturidade fisiológica. Em abril de 2012, a massa das poáceas e as plantas de milho sem espiga foram roçadas e picadas com uso de um TRITON⁷ e permaneceram na superfície do solo até que apresentassem aspecto seco. Posteriormente, a massa seca e algumas brotações foram trinchadas novamente com o emprego do TRIBAR⁸. Logo após essa operação, foi empregado a ROTIN, superficialmente, para promover a “capina” das poáceas que, somada a baixas temperaturas predominantes na época, garantiram a dessecação mecânica.

Após essa etapa, começaram as operações de preparo de solo para o plantio da cultura de batata. No preparo de solo profundo, foi utilizado o DRENO seguido pelo TURBO e ROTO⁹, enxada rotativa que trabalha sob alta rotação com o objetivo de quebrar torrões e incorporar fertilizantes a 0,20 m de profundidade. Para o preparo convencional foi utilizado apenas grade aradora a 0,20 m.

No final do mês de maio, foi feito o plantio mecanizado da batata utilizando a plantadora ECOPLAN¹⁰. Após a emergência dos brotos, foi realizada a amontoa pelo

⁵ Haste subsoladora desenvolvida pela Mafes Inteligência Agronômica.

⁶ Enxada rotativa encanteiradora desenvolvida pela Mafes Inteligência Agronômica.

⁷ Implemento de trincha com facas modelo Triton.

⁸ Implemento de trincha com martelos desenvolvido pela Mafes Inteligência Agronômica.

⁹ Enxada rotativa desenvolvida pela Mafes Inteligência Agronômica.

¹⁰ Plantadora de batata desenvolvida pela Mafes Inteligência Agronômica.

implemento GAIA¹¹. (Apêndice D). A Figura 2 esquematiza o preparo de solo proposto (preparo profundo) em comparação ao preparo convencional.

Figura 2 - A: Dimensões do sistema proposto para a cultura da batata (mm). B: Dimensões do sistema convencional. A e B: Observa-se área maior proporcionada pelo sistema proposto. C e D: Área disponível para o tráfego. I e T: Área compactada pela ação do tráfego. J: Camada profunda que não sofreu compactação. U: Área que não recebeu mobilização de solo. X e M: Área que não possui restrição física para o desenvolvimento radicular (resistência de 0,1 a 1 MPa). Y: região subsolada. Z: Camada compactada existente somente no sistema convencional. (RAGASSI, 2009)

2.2.3 Práticas corretivas e adubação da área experimental

De acordo com o histórico de produtividade de milho na área, foi feita adubação com 350 kg ha⁻¹ de 04-14-08 na cultura, considerando exportação de 6.000 kg de grãos.

Nas poáceas Braquiária e Tanzânia, como não há exportação de nutrientes da área, foi feita a semeadura sem adubação, aproveitando os resíduos de fertilizante da batata.

As doses dos fertilizantes para batateira foram definidas conforme as necessidades nutricionais da planta, baseando-se nos teores observados na análise química do solo e sintomas visuais de deficiência das poáceas.

¹¹ Implemento de amontoa desenvolvido pela Mafes Inteligência Agronômica.

Aos 30 DAP foram coletadas 10 amostras da terceira folha a partir da gema apical da batateira de cada tratamento para avaliação do estado nutricional das plantas. Os teores na folha seguem a metodologia de amostragem e interpretação de Lorenzi et al. (1997). Os fertilizantes utilizados na adubação de base foram: 45 kg ha⁻¹ de N via uréia; 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via super fosfato simples; 100 kg ha⁻¹ de K₂O via Kmag; 5 kg ha⁻¹ de B via produbor e 10 kg ha⁻¹ de Zn via zincodur.

O corretivo utilizado foi 1.000 kg ha⁻¹ de gesso agrícola, meia dose no plantio e meia dose na amontoa.

2.2.4 Plantio e espaçamento

Foram utilizados tubérculos inteiros de 0,04 a 0,05 m de diâmetro (tipo II), provenientes de 3ª geração clonal, plantados mecanicamente com a plantadora ECOPLAN, de duas linhas, no dia 23 de maio de 2012.

O espaçamento entre plantas foi de 0,285 m em linhas de plantio de espaçamento combinado que se refere a 0,80 m entre linhas no canteiro e 1,0 m entre linhas no rodado, resultando em população de 38.986 plantas ha⁻¹ (Apêndice E).

2.2.5 Manejo fitossanitário

A incidência de pragas e doenças foi monitorada diariamente durante todas as fases de desenvolvimento da cultura e foram registrados semanalmente a ocorrência e severidade das mesmas.

Para o manejo fitossanitário da pinta-preta (*Alternaria solani*) foram feitas pulverizações com calda bordalesa. Com relação à requeima (*Phytophthora infestans*) foram utilizados fungicidas registrados de forma preventiva. As pulverizações foram realizadas quando as condições climáticas encontravam-se favoráveis à incidência da doença, tal como longo período de umidade relativa acima de 90% e baixas temperaturas, de acordo com o Sistema de Alerta Fitossanitário de Wallin (1962).

2.2.6 Irrigação

A irrigação foi feita pelo sistema de aspersão com o uso de aspersores tipo bailarina. O critério para definição da lâmina a ser aplicada seguiu a recomendação de Marouelli (1996) que consiste em manter o solo úmido de forma que os tensiômetros instalados na área permanecessem com leitura de 30 a 50 kPa. Para tal, foram aplicadas lâminas variáveis de irrigação, em média a cada dois dias.

2.2.7 Coleta das plantas e preparo das amostras

As coletas de plantas utilizadas para estabelecer as curvas de crescimento, bem como determinação da altura e área foliar, foram realizadas a cada 14 dias.

Para remover as plantas foram utilizadas pás estreitas e compridas que permitiam um alcance profundo no solo. Foram coletadas duas plantas por parcela seguindo dois critérios: seleção de plantas que sempre tivessem rodeadas por outras plantas de porte e estande adequados, evitando assim a coleta de plantas que superestimariam ou subestimariam os resultados devido ao efeito de bordadura; e seleção visual das plantas, coletando apenas àquelas que melhor representavam a média da população de plantas presentes na parcela.

As plantas foram transportadas em bandejas diretamente ao Laboratório do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ-USP, onde foram cuidadosamente separadas do solo através do uso de água. Para que as plantas não murchassem e comprometessem a análise de área foliar, a atividade era realizada sempre no período da manhã. Após lavagem das amostras, as plantas tiveram seus órgãos separados em raízes, hastes, folhas e tubérculos.

As medições de área foliar ($\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$) foram realizadas no momento da chegada das plantas no laboratório, com a utilização de integrador de área foliar modelo LI 300 (LI-COR). As biomassas das raízes, dos tubérculos, das hastes e folhas foram secas em estufa até obter massa constante pesada em balança analítica.

2.2.8 Produção de matéria seca da parte aérea das poáceas

Após a operação em que as poáceas foram trinchadas pela TRITON, avaliou-se a produção de MS de todo material vegetal presente sobre o solo. Para isso, coletou-se a parte aérea das plantas em $1,0 \text{ m}^2$ de cada parcela. A fitomassa coletada foi submetida à pesagem e dela retirou-se uma amostra de aproximadamente 100 g, a qual foi seca em estufa a 65°C por 72 horas para obtenção da umidade da massa. O resultado foi convertido em produção de matéria seca por unidade de área (Mg ha^{-1}).

2.2.9 Estande, número de hastes e sanidade da parte aérea

Para quantificação do estande e número de hastes foi utilizado, aos 29 dias após plantio (DAP), o critério de contagem de plantas e aferição do número de hastes por planta em 7 metros nas 2 linhas centrais de cada parcela (unidade experimental útil). Também foram quantificadas as plantas com sintomas de requeima, canela preta e virose. O índice de

ocorrência de doenças foi calculado com base na razão entre o número de plantas com sintomas de doenças e o total de plantas da parcela.

2.2.10 Resistência do solo à penetração

Para avaliar a resistência do solo à penetração, foi utilizada a técnica descrita em Stolf, Fernandes e Furlani Neto (1983) por meio de penetrômetro modelo IAA/Planalsucar- Stolf, produzido pela KAMAQ (Araras-SP). Esse penetrômetro se baseia no impacto de uma massa constante, após percorrer um curso fixo, o que provoca a penetração da haste no solo. Com o auxílio do software “Impact Penetrometer Stolf Model”, versão 2.0, foram obtidos os valores de resistência à penetração em MPa a cada 0,20 m de profundidade.

Essa técnica foi escolhida pelo seu baixo custo e simplicidade de uso, embora possam ocorrer dificuldades na interpretação dos resultados obtidos, devido à dependência dos mesmos em relação ao teor de água do solo (CASSEL; BOWEN; NELSON, 1978). Para reduzir os erros devido à diferença na umidade do solo, a avaliação foi feita em um único dia, aos 107 DAP. Os dados foram coletados em cada parcela, no ponto central do canteiro (0,90 m) entre as linhas duplas, até 0,60 m de profundidade.

2.2.11 Macroporosidade e densidade do solo

Amostras indeformadas de solo para determinação de macroporosidade e densidade foram coletadas no centro de cada parcela, nas camadas de solo localizadas entre 0,15 e 0,20 m e 0,35 e 0,40 m de profundidade aos 106 DAP. Utilizaram-se cilindros de aço inoxidável de 0,03 m de diâmetro por 0,05 m de altura. As amostras foram colocadas dentro de bandejas, às quais se adicionou água de forma fracionada, de modo que, ao final de três dias, a lâmina de água dentro da bandeja chegasse quase à altura da superfície da amostra, com o cuidado de não ultrapassá-la. Depois de saturadas, as amostras apresentavam um filme de água sobre sua superfície e foi determinada a massa das amostras saturadas e, em seguida, colocadas sobre mesa à tensão de 0,60 m de água, onde permaneceram até o estabelecimento do equilíbrio hidrostático. As amostras foram, então, novamente pesadas, para se obter a massa das amostras em equilíbrio com a tensão de 0,60 m de água e colocadas para secar em estufa a 105°C por 48 horas para obtenção da massa seca.

Para o cálculo da macroporosidade, se considerou a densidade da água igual a 1 g cm⁻³ e, então, dividiu-se a diferença entre a massa da amostra saturada e a massa da amostra em equilíbrio com a tensão de 0,60 m de água pelo volume total da amostra. Obteve-se, assim, a razão adimensional: volume de macroporos por volume total de solo. A densidade foi

calculada dividindo-se a massa seca pelo volume total da amostra, obtendo-se o valor em g cm⁻³.

2.2.12 Produtividade e danos aos tubérculos

Dez dias após a dessecação das ramas, os tubérculos foram colhidos aos 121 DAP, e classificados de acordo com o tamanho, sendo divididos nas classes: graúdos (maiores que 0,10 m de diâmetro), médios (diâmetro entre 0,04 e 0,10 m) e miúdos (diâmetro inferior a 0,04 m). Após a classificação, foi determinada a massa fresca de cada classe de diâmetro de tubérculo dentro de cada parcela. Para avaliação da ocorrência de danos, foram amostrados 50 tubérculos por parcela, em que se quantificou o número de tubérculos com danos fisiológicos, danos por pragas e doenças (Apêndice F).

2.2.13 Dinâmica do crescimento e distribuição de fotoassimilados

Para construção da curva de crescimento e distribuição de fotoassimilados (massa seca radicular, de hastes, folhas e tubérculos), foram feitas seis coletas de plantas. A primeira foi realizada aos 35 DAP e as subsequentes a cada 14 dias, somando seis coletas (35, 49, 63, 77, 91 e 105 DAP); exceto para massa seca de tubérculos, que ainda não apresentava massa seca na coleta aos 35 DAP, então foi somada uma coleta aos 119 DAP. O método de coleta e preparo das amostras estão descritos no item 2.2.7.

2.2.14 Procedimentos estatísticos

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos (Milho PC, Tanzânia PP, Braquiária PP, Milho PP) e seis repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$). Posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizou-se os programas estatísticos SAS e Sisvar.

Os dados referentes à resistência do solo à penetração foram analisados em esquema de parcelas subdivididas, no qual foram considerados os tratamentos como parcela principal e a profundidade (de 0,20 em 0,20 m) como subparcela. Similarmente, os dados relacionados à macroporosidade e densidade do solo também foram analisados em esquema de parcelas subdivididas, no qual os tratamentos foram considerados como parcelas e as profundidades avaliadas (0,15-0,20 e 0,35-0,40 m) como subparcelas. O teste de Tukey (5% de probabilidade de erro) foi utilizado para comparar as médias entre/dentre tratamentos e profundidades.

Para construção da curva de crescimento e distribuição de fotoassimilados, suas variáveis foram analisadas em esquema fatorial (tratamentos x épocas de coleta). Foi utilizada a análise de regressão para avaliar o comportamento de cada tratamento ao longo do período experimental. Foi adotado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparar as médias dos tratamentos dentro de cada época de coleta.

Quando indicados, dados discrepantes (*outliers*) foram retirados antes da análise estatística. Além disso, para atender as pressuposições para a realização da ANOVA, algumas variáveis foram transformadas, tais como: i) produção de matéria seca da parte aérea das poáceas, resistência do solo à penetração, esverdeamento do tubérculo, unhadura no tubérculo, matéria seca de raízes e hastes para $\log_{10}(x)$, e ii) altura da maior haste, área foliar e matéria seca de folhas e tubérculos para $\sqrt{x}$.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Produção de matéria seca da parte aérea das poáceas

Na Figura 3, podem ser observadas a massa de parte aérea produzida pelas poáceas, as quais antecederam o cultivo da batateira. Verifica-se que houve diferença entre as massas produzidas entre as poáceas utilizadas, na seguinte ordem decrescente: Tanzânia PP > Braquiária PP > Milho PP = Milho PC. Nesse sentido, pode-se inferir que o acúmulo de material orgânico do solo adicionado pelas poáceas, segue a mesma ordem da produção de fitomassa.

Figura 3 - Matéria seca da parte aérea produzida por três poáceas em preparo profundo e por milho em preparo convencional de solo do experimento ESALQ/USP, 2012. Médias seguidas por letras distintas são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de significância. As barras representam a diferença mínima significativa (DMS)

A massa de matéria seca produzida pela parte aérea do capim Tanzânia em PP foi de 26,56 Mg ha⁻¹ em 150 dias de acúmulo, sendo, portanto, o tratamento com maior acúmulo de fitomassa. A alta produtividade do capim Tanzânia é característica intrínseca do capim quando cultivado em solos muito férteis (EMBRAPA, 2013).

Quanto à Braquiária em PP o acúmulo de MS foi de 17,94 Mg ha⁻¹ em 150 dias. Tal valor é baixo se comparado com os reportados por Ferreira (2001), em cujo experimento houve um acúmulo de 23 Mg ha⁻¹ de MS no mesmo tempo. Especula-se que a baixa produção seja devido ao início do desenvolvimento da Braquiária com a ocorrência de competição com o capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*), planta daninha abundante na área e de difícil controle seletivo em culturas de folha estreita.

A produção de palhada nos tratamentos Milho PC (5,72 Mg ha⁻¹) e Milho PP (5,56 Mg ha⁻¹) foi menor que o das poáceas perenes, mas não diferiram estatisticamente entre si. Tal equidade deve-se, ao que tudo indica, ao período de condução, bem como a alta fertilidade do solo, uma vez que não houve déficit hídrico durante o ciclo, o solo apresentava teores adequados de nutrientes (Tabela 1) e recebeu adubação complementar.

2.3.2 Estande, número de hastes e sanidade da parte aérea

Não houve diferença estatística entre os tratamentos quanto ao número de plantas por parcela (NP). Mas quanto ao número de hastes por parcela (NH) e o número de hastes por planta (NH_P), os tratamentos diferenciaram estatisticamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Número de plantas por parcela (NP), número de hastes por parcela (NH) e número de hastes por planta (NH_P) de batata cultivada em sucessão a três poáceas em preparo profundo e a milho em preparo convencional de solo, aos 29 DAP. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamento	NP	NH	NH_P
Milho PC	45,33 a	205,08 a	4,53 a
Tanzânia PP	45,75 a	177,79 b	3,89 b
Braquiária PP	46,17 a	183,96 ab	3,99 b
Milho PP	46,71 a	187,83 ab	4,02 b
C.V. (%)	6,08 ^{ns}	6,81 [*]	5,67 ^{**}

C.V.: coeficiente de variância; ns= não significativo a 5% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade, **= significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

Esse resultado pode ser um indicativo que o plantio mecanizado obteve uniformidade satisfatória.

A diferença entre os tratamentos, referente a NH e NH_P, pode ser explicado principalmente pela operação de amontoa. Esse manejo deveria ocorrer após a emergência das plantas no dia 07/06/12, no entanto, foi atrasada pela ocorrência de chuvas dos dias 4, 5, 6, 7, 8 e 12 de junho (Figura 4), sendo somente realizada, no dia 14 do mesmo mês, em função do excesso de chuvas no período.

Figura 4 - Precipitação registrada na área experimental. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Como pode ser observado nas curvas de crescimento (Figura 5) e altura média (Tabela 3), nos tratamentos com PP, as plantas tiveram crescimento mais acelerado quando comparadas com o tratamento em PC.

Tabela 3 – Altura média das hastes durante o período de avaliação (cm), de batateiras cultivadas em sucessão a três poáceas em preparo profundo e a milho em preparo convencional de solo. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamentos	Altura da maior haste (cm)
Milho PC	45,33 b
Tanzânia PP	51,44 a
Braquiária PP	52,79 a
Milho PP	53,65 a
C.V. (%)	2,54 **

C.V.: coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

Figura 5 - Curvas de crescimento em comprimento (altura) da batateira cultivada em sucessão a três poáceas em preparo profundo e a milho em preparo convencional de solo. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012. Milho PC, $y = -0,0001x^2 + 0,016436x + 1,045315$ ($R^2 = 0,9797^{**}$); Tanzânia PP, $y = -0,000083x^2 + 0,013476x + 1,217809$ ($R^2 = 0,9727^{**}$); Braquiária PP, $y = -0,000081x^2 + 0,013182x + 1,238308$ ($R^2 = 0,8248^{**}$); Milho PP, $y = -0,000084x^2 + 0,01386x + 1,215826$ ($R^2 = 0,8868^{**}$). ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

Nesse sentido, por ocasião da amontoa, as plantas em PP estavam mais desenvolvidas que as plantas em PC. Desse modo, ocorreram maiores danos mecânicos e perda de hastes nas plantas com maior desenvolvimento vegetativo. Esse fator contribuiu, aparentemente, para que o tratamento Milho PC se sobressaísse em virtude da menor ocorrência de plantas danificadas pela amontoa.

No que diz respeito à ocorrência de sintomas de doenças, aos 29 DAP, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos para a requeima e a canela preta (Tabela 4). No entanto, para doenças viróticas (PVY¹²), verifica-se que a incidência foi maior no tratamento Braquiária PP e menor no tratamento Milho PC (Tabela 4). Apesar dessa diferença, a qual foi originária dos tubérculos-semente, o tratamento Braquiária PP mostrou, mesmo assim, maiores produtividades que o Milho PC.

Tabela 4 - Proporção de plantas com sintoma de requeima, virose (PVY) e canela preta (nº de plantas com sintomas / nº total de plantas da parcela) em plantas de batata cultivada sob sucessão a três poáceas em PP e a milho em PC de solo, 29 DAP. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamento	Requeima	PVY	Canela preta
Milho PC	0,2270 a	0,1012 b	0,0837 a
Tanzânia PP	0,1762 a	0,1685 ab	0,0611 a
Braquiária PP	0,2007 a	0,3565 a	0,0945 a
Milho PP	0,2032 a	0,1516 ab	0,0719 a
C.V. (%)	67,51 ^{ns}	78,25 [*]	46,11 ^{ns}

C.V.: coeficiente de variância; ns = não significativo a 5% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

O CV elevado das avaliações deve-se, ao que tudo indica, ao caráter de dispersão das doenças, que apresentavam-se em “reboleiras” na área experimental.

2.3.3 Resistência do solo à penetração

O crescimento radicular das plantas e a sua profundidade estão intimamente relacionados com a resistência à penetração medida por penetrômetro (BISHOP; GRIMES, 1978; LETEY, 1985), a qual aumenta com a compactação do solo e limita o crescimento radicular acima de certos valores. Grimes, Miller e Wiley (1975) encontraram desenvolvimento radicular de milho e algodão, em diferentes tipos de solo, intimamente relacionados às medidas feitas com penetrômetro no campo.

Os resultados para a resistência do solo à penetração no centro do canteiro, que corresponde ao local da subsolagem nos tratamentos com PP de solo, revelaram diferenças estatísticas tanto entre os tratamentos como entre as profundidades.

Conforme se observa na Tabela 5, os valores de resistência do solo à penetração aumentaram com a profundidade e foram superiores no PC de solo. Para essa variável, a interação entre tratamento (parcela) e profundidade (subparcela) foi significativa e seu detalhamento evidenciou que o sistema de PC de solo apresentou aumento significativo da

¹² Identificação visual feita pelo prof. Dr. Hasime Tokeshi (ESALQ/USP).

resistência à penetração a cada camada de profundidade, enquanto nos tratamentos com PP, houve diferença entre a primeira camada com as demais. No entanto, as duas camadas mais profundas apresentaram valores bem inferiores aos 2 MPa restritivos à raiz nos três tratamentos com PP, assim como os encontrados por Ragassi (2009).

Tabela 5 - Resistência do solo à penetração (MPa) na região central subsolada do canteiro em função dos tratamentos e das profundidades analisadas aos 107 DAP. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamentos	Profundidade (m)		
	0 - 0,20	0,20 - 0,40	0,40 - 0,60
Milho PC	0,81 aC	1,80 aB	2,91 aA
Tanzânia PP	0,77 aB	1,23 bA	1,54 bA
Braquiária PP	0,78 aB	1,28 bA	1,68 bA
Milho PP	0,84 aB	1,32 bA	1,71 bA

C.V. (%) tratamento = 2,25^{**}

C.V. (%) profundidade = 2,70^{*}

C.V.:coeficiente de variação; *= significativo a 5% de probabilidade; **= significativo a 1% de probabilidade. Médias seguidas por distintas letras minúsculas são estatisticamente diferentes entre tratamentos dentro de cada profundidade. Distintas letras maiúsculas indicam diferença estatística entre faixas de profundidades para cada tratamento. Foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, para a comparação de médias

Embora a profundidade de alcance da enxada rotativa utilizada para incorporação da fitomassa tenha sido de 0,40 m, a subsolagem, no centro do canteiro, promoveu a exploração radicular da batateira até a, aproximadamente, 0,70 m, como pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 - Perfil do solo na batateira implantada após o preparo convencional (esquerda) e profundo (direita)

A resistência à penetração é limitante ao crescimento radicular das culturas acima de certos valores, os quais apresentam pequena variação na literatura, como 1,5 MPa (GRANT; LAFOND, 1993; STALHAM et al., 2007) e 2,0 MPa (SILVA; KAY; PERFECT, 1994; TAYLOR; ROBERSON; PARKER, 1966; TORMENA et al., 1998).

Considerando-se o valor de 1,5 MPa como referência, verifica-se que até 0,20 m de profundidade, não houve limitação para o crescimento radicular da cultura em nenhum dos tratamentos, ao passo que, na camada seguinte, somente os tratamentos com PP apresentaram resistência a penetração inferior à 1,5 MPa, assim como os reportados por Ragassi (2009).

2.3.4 Macroporosidade e densidade do solo

Houve interação significativa entre tratamentos e profundidades do solo para a macroporosidade (Tabela 6), sendo observado o aumento desta variável em solos com preparo profundo. Contudo, para a densidade, não foi observada a interação entre estes dois fatores, mas comprovou-se a influência dos mesmos de forma independente sobre esta variável (Tabela 7).

Tabela 6 – Efeito dos tratamentos e profundidades sobre a macroporosidade (%), aos 106 DAP ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamentos	Profundidade (m)	
	0,15 - 0,20	0,35 - 0,40
Milho PC	13,1 bA	10,1 cB
Tanzânia PP	16,2 abA	17,8 abA
Braquiária PP	15,6 abA	19,6 aA
Milho PP	17,9 aA	16,4 bA

C.V. (%) tratamento = 14,11**

C.V. (%) profundidade = 12,25**

C.V.: Coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade. Médias seguidas por letras minúsculas distintas são estatisticamente diferentes entre tratamentos dentro de cada profundidade. Letras maiúsculas distintas indicam diferença estatística entre faixas de profundidades para cada tratamento. Foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, para a comparação de médias

Alguns estudos associam porosidade de aeração mínima de 10% como suficiente ao crescimento das plantas (DEXTER, 1988; GLINSKI; LIPIEC, 1990; GRABLE; SIEMER, 1968). Ao se considerar esse valor como referência, verifica-se que nenhum tratamento apresentou restrição quanto à macroporosidade do solo nas profundidades avaliadas. Entretanto os valores apresentaram diferença estatística na camada de 0,15 a 0,20 m variando de 13,1% (b) para o Milho PC a 17,9% (a) para o Milho PP de solo e, na camada de 0,35 a 0,40 m, de 10,1% (c) para o Milho PC a 19,6% (a) para a Braquiária PP (Tabela 6) e com relação a diferença de porosidade entre as profundidades, somente o tratamento com preparo convencional que apresentou diferença entre as camadas.

Como não houve interação entre tratamento e profundidade para densidade, avaliou-se o efeito do tratamento para cada profundidade, porém sem realizar a comparação entre as profundidades. Os valores de densidade de solo na camada de 0,15 a 0,20 m variaram de 1,24

g dm^{-3} , no tratamento Tanzânia PP, a $1,38 \text{ g dm}^{-3}$ no Milho PC e, na camada de 0,35 a 0,40 m, de $1,16 \text{ g dm}^{-3}$, para Braquiária PP, a $1,45 \text{ g.dm}^{-3}$ para o Milho PC (Tabela 7).

Tabela 7 – Efeito dos tratamentos sobre a densidade aparente (g dm^{-3}) nas profundidades 0,15-0,20 m e 0,35-0,40 m, aos 106 DAP ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamentos	Profundidade (m)	
	0,15 - 0,20	0,35 - 0,40
Milho PC	1,38 a	1,45 a
Tanzânia PP	1,24 b	1,18 b
Braquiária PP	1,25 b	1,16 b
Milho PP	1,27 b	1,19 b
C.V. (%)	2,54**	6,7**

C.V.: Coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

Nota-se que o preparo de solo influenciou o parâmetro densidade independentemente da poácea utilizada.

2.3.5 Produtividade e danos aos tubérculos

A Figura 7 mostra que a produtividade total de tubérculos diferiu estatisticamente entre o sistema de PC associado ao cultivo de milho ($17,75 \text{ Mg ha}^{-1}$) e o sistema de PP com cultivo de milho ($24,08 \text{ Mg ha}^{-1}$). A maior produtividade (35,66%) no sistema Milho PP é um indicativo da eficiência do preparo do solo proposto neste trabalho.

Figura 7 - Produtividade de batata cv. 'Atlantic' cultivada sob sucessão a três poáceas em preparo profundo e ao milho em preparo convencional de solo, ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012. Letras distintas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de significância. As barras no gráfico representam a diferença mínima significativa. Coeficiente de variação: 13,91%

A produtividade alcançada pelo tratamento Braquiária PP de 25,04 Mg ha⁻¹ é compatível com a média de cv. Atlantic de lavouras comerciais de cooperados da Pepsico/Elma Chips que oscila entre 25 e 30 Mg ha⁻¹ (GALVÃO¹³. 2013).

Além disso, alguns aspectos do manejo devem ser considerados: (a) o espaçamento combinado adotado utiliza 1 Mg ha⁻¹ (13%) a menos de tubérculos-semente, (b) na adubação de plantio foi aplicado, aproximadamente, 50% dos 2.811 kg ha⁻¹ de fertilizantes utilizados em média convencionalmente (ABBA, 2011).

Sendo assim, mesmo com a equidade dos resultados com a média dos cooperados, a menor utilização de tubérculos-semente e adubação, somado a ausência da migração da cultura, devem contribuir para redução de custos e provavelmente o aumento das receitas.

A incidência de algumas doenças na área experimental está diretamente relacionada à alta precipitação e à ocorrência de neblina em junho de 2012 (Tabela 8).

Tabela 8 - Valores Médios das temperaturas máxima, mínima e da precipitação pluvial mensal e umidade relativa durante o período de cultivo da batateira. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Período		Temperatura		Precipitação	Umidade
Mês	Ano	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Pluvial Mensal (mm)	Relativa (%)
Maio	2012	25,9	13,5	59,9	77
Junho	2012	24,4	13,9	169,7	85
Julho	2012	26,1	11,1	0,8	72
Agosto	2012	28,4	11,7	0,0	64

Fonte: Estação Meteorológica ESALQ

Deve ser ressaltado que foi a primeira vez, em seis ciclos de cultivo da execução do Projeto PACES, que ocorreram focos de requeima na área (Figura 8). Com isso, fez-se necessário o tratamento fitossanitário em caráter curativo.

¹³ GALVÃO, R.L. Comunicação pessoal, 2013. Pepsico Elma Chips

Figura 8 – A: área experimental com reboleiras apresentando sintomas de requeima (*P. infestans*); B: Sintoma típico de requeima em um folíolo de batateira da área do experimento ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

As chuvas que se estenderam por vários dias proporcionaram longo período de molhamento foliar, com temperaturas próximas de 12°C, que são condições ótimas para a germinação dos zoósporos de *P. infestans*. Segundo Dias (1986), essa doença gera danos significativos na produção e afeta também o tamanho de tubérculos.

Especula-se que o equilíbrio nutricional da batateira da área de condução do experimento (Tabela 9), contribuiu também para conter a expansão da requeima juntamente com o tratamento fitossanitário utilizado.

Tabela 9 - Teores médios de nutrientes na folha (g Kg^{-1}) de cada tratamento. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
Milho PP	45,44	3,68	48,96	12,85	3,60	6,88
Tanzânia PP	36,74	3,89	40,70	11,40	3,80	6,21
Braquiária PP	45,39	4,08	40,01	11,65	3,60	6,56
Milho PC	39,48	3,65	53,55	11,30	3,60	7,80
Teores Ideais	30 a 50	2,5 a 5	40 a 65	10 a 20	3 a 5	2,5 a 5

Fonte: Lorenzi et al. (1997)

Além disso, devido à presença da requeima, foi adotado um maior controle da irrigação durante o mês de junho, para auxiliar no controle de focos da doença. Em cima disso, foram necessárias apenas oito aplicações de fungicidas, contra as 10 a 25 pulverizações realizadas convencionalmente por produtores (ABBA, 2011). O esquema de pulverizações encontra-se no Apêndice G.

Além da incidência de requeima, o tratamento Tanzânia PP, foi prejudicado por produzir o maior volume de fitomassa, o que seria favorável em um ano típico sob o ponto de vista climático. Diferentemente dos tratamentos Braquiária PP, Milho PP e Milho PC, que apresentavam a fitomassa com aspecto de feno, a fitomassa do tratamento Tanzânia PP não pôde secar na superfície do solo, devido às chuvas excessivas do mês de abril. Com a incorporação úmida do capim Tanzânia, especula-se que o processo de decomposição anaeróbico liberou compostos tóxicos prejudicando à batateira, posteriormente. Segundo Tsai et al. (1992), em condição de baixa aeração, ocorrem alguns processos prejudiciais ao desenvolvimento das plantas, como, por exemplo, a liberação de H_2 ou CH_4 , o aparecimento de inibidores orgânicos e acúmulo de sulfeto.

Quanto à proporção de tubérculos em cada classe de tamanho, não houve ocorrência de tubérculos graúdos em nenhum tratamento o que favoreceu a baixíssima incidência dos distúrbios coração oco e mancha chocolate. Não houve diferenças estatísticas para a porcentagem de tubérculos das classes de diâmetro médio (0,04 a 0,10 m) e pequeno (inferior a 0,04 m) (Tabela 10).

Tabela 10 - Valores médios de proporção (%) em massa de tubérculos miúdos (abaixo de 0,04m), médios (entre 0,04 e 0,10m), número de tubérculos por parcela (NT), número de tubérculos por haste (NT_H), e teor de matéria seca (MS) dos tubérculos (%) (Teor MS). ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamento	Miúdo	Médio	NT	NT_H	Teor MS
Milho PC	10,07 a	89,93 a	248,17 a	1,21 a	20,00 a
Tanzânia PP	8,03 a	91,96 a	249,67 a	1,42 a	18,67 b
Braquiária PP	6,83 a	93,17 a	248,33 a	1,36 a	18,67 b
Milho PP	8,20 a	91,80 a	303,17 a	1,61 a	19,00 ab
C.V. (%)	35,32 ^{ns}	3,19 ^{ns}	16,78 ^{ns}	17,88 ^{ns}	4,02*

C.V.: coeficiente de variação; = não significativo a 5% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Na Tabela 10, observa-se que os valores médios para as classes de tubérculos de diâmetro comercial ou médio variaram de 93,17%, no tratamento Braquiária PP, a 89,93% no Milho PC, configurando valores considerados muito satisfatórios.

A resistência à penetração no centro do canteiro foi, dentre as avaliações de solo realizadas, a variável mais influenciada pelo tipo de preparo. No entanto, as poáceas utilizadas não exerceram qualquer influência na resistência do solo à penetração. Ao que tudo indica, a maior produtividade e qualidade de tubérculos estão relacionadas à ausência de compactação na região central do canteiro, onde não houve efeito do trânsito de máquinas após o preparo de solo (CARTER; MEEK; RECHEL, 1988; CRAWFORD, 1992; DICKSON; CAMPBELL; RITCHIE, 1992; YOUNG et al., 1993).

Houve diferença entre os tratamentos para o teor de MS dos tubérculos. O tratamento Milho PC exibiu maior teor de MS, isto é, menos água no tubérculo, provavelmente por ser o tratamento com menor quantidade de raízes (Figura 6).

Quanto à incidência de doenças nos tubérculos colhidos, foi possível avaliar os danos causados por sarna comum superficial, sarna comum profunda e rizoctoniose.

Na Tabela 11, vê-se que não ocorreram diferenças entre os tratamentos para sarna profunda e rizoctoniose. Por outro lado, para a sarna comum superficial houve diferença entre os tratamentos, sendo que os maiores níveis de incidência foram verificados nos tratamentos sob sucessão com milho.

Tabela 11 - Incidência de doenças (%) em tubérculos colhidos da batateira cultivada sob sucessão a três poáceas em preparo profundo e ao milho em preparo de solo convencional. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamento	Sarna comum superficial	Sarna comum profunda	Rizoctoniose
Milho PC	15,66 ab	2,50 a	13,33 a
Tanzânia PP	9,50 c	1,75 a	12,25 a
Braquiária PP	11,66 bc	1,33 a	6,17 a
Milho PP	16,90 a	9,17 a	10,92 a
C.V. (%)	20,78 ^{**}	91,16 ^{ns}	40,64 ^{ns}

C.V.: coeficiente de variação; ns= não significativo a 5% de probabilidade; **= significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

Isso se deve, ao que tudo indica, ao controle de irrigação adotado devido à incidência da requeima, e ao menor volume de fitomassa incorporada ao solo. Esses fatores provavelmente, foram responsáveis por uma maior oscilação hídrica na fase de tuberização. O menor volume de fitomassa incorporada possivelmente promoveu um secamento mais abrupto do solo, uma vez que não atuou como mantenedora da umidade, como se verificou nos outros tratamentos. Com isso, não deve ter ocorrido o total fechamento das lenticelas, favorecendo a incidência da sarna, que é causada por uma bactéria aeróbica (WAKSMAN, 1961). Além disso, em solos cultivados com milho seus microrganismos rizosféricos favorecem a predominância de nitrato que quando absorvido faz com que a planta libere OH⁻

o que alcaliniza o meio e favorece a sarna e em solos cultivados com capim Braquiária e Tanzânia seus microorganismos rizosféricos favorecem a predominância de amônio que quando absorvido faz com que a planta libere H^+ o que acidifica o meio e desfavorece a sarna (HUBER; WATSON, 1974). De acordo com Kinkel (2008) em alguns solos, após longo período de cultivo com batata, se tornaram altamente supressivos à sarna comum, nos quais, mesmo as cultivares mais suscetíveis, permaneciam livres da doença. Segundo esse autor, a supressão dessa doença foi atribuída ao crescimento de uma comunidade microbiana que inibia o desenvolvimento danoso da população de *S. scabies*. Isso ilustra o grande potencial das comunidades microbianas do solo em promover a supressão de doenças de forma eficaz e duradoura.

A incidência de rizoctoniose pode estar ligada à maior umidade do solo. Tal condição em solos com alto teor de argila e alta capacidade de retenção de água (ZAMBOLIM, 2011) e temperatura por volta de $18^{\circ}C$ (REIS; LOPES, 2011), geralmente favorecem o desenvolvimento dessa doença.

De maneira geral, se observou que a ocorrência de doenças de solo foi baixa em todos os tratamentos, mesmo ao final do sexto ciclo de sucessão do Projeto PACES. Somado a isso, por se tratar de uma cultivar de batata para fins industriais, e como a maioria dos sintomas encontrados eram superficiais, grande parte deles seriam removidos do tubérculo já no processo de lavagem ou descascamento durante o processamento industrial dos tubérculos.

No que diz respeito ao ataque de pragas aos tubérculos, apenas a larva alfinete (*Diabrotica speciosa*) causou danos quantificáveis, mas não se observou diferença estatística entre os tratamentos. Deve ser lembrado que os ataques dessa praga foram superficiais e pequenos, mesmo sem o controle com inseticidas (Tabela 12).

Tabela 12 - Ocorrência de larva alfinete (%) em tubérculos de batata colhidos no sistema de cultivo sob sucessão a três poáceas em preparo profundo e milho em preparo convencional de solo. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamento	Larva Alfinete
Milho PC	12,20 a
Tanzânia PP	10,08 a
Braquiária PP	7,08 a
Milho PP	9,75 a
C.V. (%)	37,95 ^{ns}

C.V.: coeficiente de variância; ns= não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Azeredo (1998) reporta que em cultivos de batata com elevado nível de adubação nitrogenada, observa-se um maior teor de açúcares nos tubérculos que se relaciona com maior

ataque da larva alfinete. Edwards e Wratten (1981) relatam que a elevação da concentração de açúcares presentes na planta exerce influência favorável sobre a escolha de local de ataque e sobre a taxa de alimentação dos insetos.

A Tabela 13 mostra que houve baixa ocorrência para os três distúrbios fisiológicos avaliados. Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos para lenticelose e unhadura. Para o esverdeamento dos tubérculos, o tratamento Milho PC diferiu estatisticamente do tratamento Tanzânia PP.

A lenticelose é um distúrbio fisiológico causado pela restrição de ar ao tubérculo em solos encharcados (ROSA, 2003). Como as lenticelas são estruturas de respiração, elas se expandem para contrabalançar a pequena quantidade de oxigênio disponível no ambiente. Especula-se que a baixa ocorrência de lenticelose no presente experimento pode estar relacionada ao período chuvoso que ocorreu na fase de desenvolvimento vegetativo da batateira e no estágio de enchimento dos tubérculos as chuvas já haviam se normalizado.

Tabela 13 - Incidência de distúrbios fisiológicos (%) em tubérculos colhidos de batateiras cultivadas sob sucessão a três poáceas em preparo profundo e a milho em preparo convencional de solo. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamento	Lenticelose	Esverdeamento	Unhadura
Milho PC	5,50 a	6,33 a	4,82 a
Tanzânia PP	9,42 a	2,58 b	3,29 a
Braquiária PP	7,92 a	3,22 ab	5,16 a
Milho PP	3,08 a	4,10 ab	6,48 a
C.V. (%)	79,72 ^{ns}	38,11*	33,66 ^{ns}

C.V.=coeficiente de variação; ns= não significativo a 5% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

O esverdeamento é um distúrbio fisiológico que ocorre quando o tubérculo fica exposto ao sol, ativando uma reação que transforma amiloplastos em cloroplastos (CONOVER; PRIKE, 1987), geralmente acompanhada pela formação de glicoalcalóides (REEVES, 1988), substância considerada potencialmente nociva à saúde (VAN ES; HARTMANS, 1987). Para esse distúrbio, houve diferença entre os tratamentos, e os tubérculos do tratamento Milho PC mostraram maior incidência (6%), provavelmente, devido ao menor volume de solo propício ao desenvolvimento dos tubérculos, o que contribuiu a exposição a luz a medida que estes cresciam.

Para a desordem fisiológica unhadura, não houve diferença estatística entre os tratamentos. Esse distúrbio fisiológico é caracterizado por pequenas fendas curvadas de 0,01 a 0,02 m de comprimento, como se fossem originadas pela compressão de uma unha ao

tubérculo. A ocorrência dessa desordem está relacionada com desbalanço hídrico no solo (MAROUELLI, 2005).

2.3.6 Dinâmica do crescimento e distribuição de fotoassimilados

A primeira coleta de plantas foi realizada aos 35 DAP. A ocorrência de chuvas por vários dias atrasou a amontoa e impediu que a primeira coleta de plantas fosse realizada mais cedo conforme o planejado, isto é, aos 20 DAP.

Além da curva de crescimento ou curva de acúmulo de massa seca, foi avaliada a área foliar dos tratamentos. Essa medição permite uma estimativa de forma indireta da produtividade, uma vez que a expansão da área foliar está relacionada com a fotossíntese.

Figura 9 - Curva de crescimento da área foliar da batateira cultivada em sucessão a três poáceas em preparo profundo e a milho em preparo convencional de solo. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012. Milho PC: $y = -0,007711x^2 + 1,276381x - 5,221675$ ($R^2 = 0,6613^{**}$) Pto máximo = 82 dias; Tanzânia PP: $y = -0,018007x^2 + 2,602599x - 31,240570$ ($R^2 = 0,9397^{**}$) Pto máximo = 72 dias; Braquiária PP: $y = -0,016957x^2 + 2,422099x - 22,311658$ ($R^2 = 0,7871^{**}$) Pto máximo = 71 dias; Milho PP: $y = -0,019391x^2 + 2,691004x - 28,783784$ ($R^2 = 0,9784^{**}$) Pto máximo = 69 dias. ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

A Figura 9 mostra que houve diferença entre os tratamentos. Isso pode ser atribuído à maior disponibilidade hídrica e nutricional proporcionada pelo preparo profundo de solo. Nesse sistema a planta apresenta maior área foliar, possibilitando maior superfície fotossinteticamente ativa e com isso se verifica incrementos de produtividade. Essa figura também evidencia que houve interação significativa do tratamento por tempo para área foliar. O tratamento Milho PP exibiu um crescimento da área foliar 80% maior e 18% mais rápido, obtendo em seu ponto máximo $4089,29 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ aos 69 DAP, enquanto o crescimento da

área foliar no tratamento Milho PC foi mais lento e menor, obtendo em seu ponto máximo 2267,20 cm² planta⁻¹ aos 82 DAP, ou seja, somente 13 dias depois. Tal comportamento mostra que o preparo profundo proporcionou precocidade ao aparato fotossintético o que, provavelmente, acelerou o enchimento dos tubérculos.

A área foliar, considerada como parte funcional produtiva da planta, afeta diretamente no seu índice de eficiência (HUNT, 1982). Especula-se, portanto, que a maior disponibilidade hídrica proporcionada pelo preparo profundo no presente estudo, tenha influenciado favoravelmente a eficiência da cultura. Tal resultado é corroborado pelos dados reportados em vários estudos sobre disponibilidade hídrica em batata (GANDAR; TANNER, 1976; SCALOPPI; FERRAZ, 1978; DAR; ROSÁRIO, 1981; KLEINKOPF, 1982; WOLFE et al., 1983; HANG; MILLER, 1986; WRIGHT; STARK, 1990).

As relações entre o estresse hídrico e o desenvolvimento das plantas são muito complexas, pelo elevado número de processos fisiológicos envolvidos, os quais são afetados de modos e intensidades diferentes. Entretanto, sabe-se que o estresse hídrico atua direta e fisicamente, causando redução no crescimento das plantas pela diminuição da turgescência celular (HSIAO, 1973) e exercendo um efeito negativo, principalmente, na fase inicial da expansão celular (KRUEV, 1994). Com isso, há intensa redução da taxa de crescimento da área foliar, que se constitui num dos primeiros sintomas de estresse hídrico (BEGG; TURNER, 1976).

A redução da taxa de crescimento da área foliar constitui-se numa estratégia de defesa dos vegetais (MANSFIELD; DAVIES, 1985). Contudo, essa adaptação na cultura da batata acarreta decréscimos na acumulação de matéria seca, como também relataram Dar e Rosário (1981).

Com relação à análise de crescimento e distribuição de fotoassimilados, os fatores associados à produção de MS na batateira são: as práticas culturais, a maturidade dos tubérculos, a disponibilidade hídrica, a eficiência fotossintética e a adubação (PEREIRA, 1987; BEUKEMA; ZAAG, 1990; CHAPMAN et al., 1992; EWING, 1997; PANIQUE et al., 1997; FAGERIA et al., 1997). Como no presente experimento, os tubérculos-semente, a adubação, a irrigação e os tratos culturais foram os mesmos em toda área experimental, foi possível avaliar como o preparo profundo do solo e a cultura sucessora afetaram a dinâmica de crescimento da batateira cv. Atlantic.

O efeito dos tratamentos e das épocas de avaliação sobre o acúmulo de matéria seca radicular pode ser visto na Tabela 14 e Figura 10.

Houve diferença estatística para o acúmulo de MS radicular entre os tratamentos. Considerando a média de todas as coletas, o tratamento Milho PP (5,56 g planta⁻¹) obteve acúmulo nas raízes 28% maior em comparação ao tratamento Milho PC (4,34 g planta⁻¹). No preparo profundo de solo, as raízes da batateira cresceram até 0,70 m de profundidade enquanto no preparo convencional se limitaram aos 0,20 m (Figura 6). Especula-se que a maior exploração do solo pelo sistema radicular contribuiu para o aumento da quantidade de água disponível, reduzindo estresse à planta, elevando o acúmulo e crescimento das raízes (Figura 10).

Tabela 14 – Efeito dos tratamentos (poáceas e preparo do solo) sobre a média de MS acumulada em raízes, durante o período de avaliação. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamentos	MS radicular (g planta ⁻¹)
Milho PC	4,34 b
Tanzânia PP	5,51 ab
Braquiária PP	5,16 ab
Milho PP	5,56 a
C.V.:	20,97*

C.V.: coeficiente de variação; *= significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Figura 10 - Curvas de acúmulo de massa seca das raízes da batateira cultivada em sucessão a três poáceas em preparo profundo e a milho em preparo convencional de solo. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012. Milho PC, $y = -0,000027x^2 + 0,01017x - 0,2975$ ($R^2 = 0,3105^{ns}$) Pto máximo = 76 dias; Tanzânia PP, $y = -0,00019x^2 + 0,0272x - 0,1643$ ($R^2 = 0,7290^{**}$) Pto máximo = 72 dias; Braquiária PP, $y = -0,000063x^2 + 0,0097x + 0,3565$ ($R^2 = 0,7222^{ns}$) Pto máximo = 75 dias; Milho PP, $y = -0,000198x^2 + 0,0272x - 0,927$ ($R^2 = 0,9056^{**}$) Pto máximo = 74 dias. ns: não significativo; ** significativo a 1% de probabilidade

Deve ser ressaltado que, a regressão quadrática expõe somente o comportamento do acúmulo de MS das raízes em cada tratamento, pois não houve interação tratamento por tempo significativa a 5% de probabilidade.

O tratamento Tanzânia PP mostrou o acúmulo máximo de MS nas raízes com 6,32 g planta⁻¹ ou 246,55 Kg ha⁻¹, aos 72 DAP. Esse valor representa 29% a mais do que o acúmulo máximo do tratamento Milho PC com 4,88 g planta⁻¹ ou 190,37 kg ha⁻¹, aos 76 DAP (Figura 10). É provável que os tratamentos com preparo profundo de solo foram prejudicados devido à dificuldade da total remoção de suas raízes que alcançavam até 0,70 m de profundidade. Além disso, o solo argiloso e a fragilidade das raízes, devem também ter contribuído para consequente perda de parte das raízes.

No que concerne às hastes, o acúmulo de MS foi favorecido pelo preparo profundo, posto que esse sistema disponibiliza mais água e nutrientes. Isso pode afetar favoravelmente o crescimento e a produtividade. O tratamento Milho PC obteve o menor acúmulo de MS na haste diferindo dos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si (Tabela 15). Deve ser mencionado que não houve interação significativa de tratamento por tempo (Figura 11).

Tabela 15 – Efeito dos tratamentos (poáceas e preparo do solo) a média de matéria seca acumulada nas hastes durante o período de avaliação. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamentos	MS das hastes (g planta ⁻¹)
Milho PC	5,53 b
Tanzânia PP	8,39 a
Braquiária PP	9,69 a
Milho PP	8,43 a
C.V.:	13,81**

C.V.: coeficiente de variação; **= significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

Figura 11 - Curva de acúmulo de massa seca das hastes da batateira cultivada em sucessão a três poáceas em preparo profundo e a milho em preparo convencional de solo. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012. Milho PC, $y = -0,00022x^2 + 0,035758x - 0,595336$ ($R^2 = 0,9485^{**}$) Pto máximo = 80 dias; Tanzânia PP, $y = -0,000234x^2 + 0,037242x - 0,442546$ ($R^2 = 0,8847^{**}$) Pto máximo = 79 dias; Braquiária PP, $y = -0,00022x^2 + 0,036271x - 0,392016$ ($R^2 = 0,8952^{**}$) Pto máximo = 83 dias; Milho PP, $y = -0,000255x^2 + 0,03949x - 0,480293$ ($R^2 = 0,9239^{**}$) Pto máximo = 76 dias. **: significativo a 1 % de probabilidade pelo teste de Tukey

A regressão quadrática da curva de acúmulo de MS das hastes mostra que o tratamento Braquiária PP teve o acúmulo máximo de $11,87 \text{ g planta}^{-1}$ ou $463,09 \text{ kg ha}^{-1}$ aos 83 DAP. Esse valor é 71% maior que o acúmulo máximo do tratamento Milho PC que foi de $6,93 \text{ g planta}^{-1}$ ou $270,22 \text{ kg ha}^{-1}$ aos 80 DAP. Esses valores são inferiores ao $602,92 \text{ kg ha}^{-1}$ encontrado por Yorinori (2003).

Como o presente experimento recebeu menor adubação nitrogenada, visando reduzir o porte das plantas, para auxiliar no controle do acamamento e ferimento das hastes, isso possivelmente favoreceu o menor acúmulo máximo de MS nas hastes do presente estudo comparado aos dados reportados por Yorinori (2003).

De modo análogo às hastes, as folhas apresentaram maior acúmulo de MS nos tratamentos com preparo profundo. O tratamento Milho PP obteve na média de todas suas coletas $85,51 \text{ g planta}^{-1}$ que é 31% maior que a média apresentada pelo tratamento Milho PC (Tabela 16).

Tabela 16 – Efeito dos tratamentos (poáceas e preparo do solo) sobre a média de MS acumulada nas folhas durante o período de avaliação. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamentos	MS foliar (g planta ⁻¹)
Milho PC	64,83 b
Tanzânia PP	72,27 ab
Braquiária PP	73,71 ab
Milho PP	85,51 a
C.V.:	11,84*

C.V.: coeficiente de variação; *= significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

A curva de acúmulo de MS foliar apresentou diferença estatística entre os tratamentos e interação significativa de tratamento por tempo (Figura 12).

Figura 12 - Curvas de acúmulo de massa seca das folhas da batateira cultivada em sucessão a três poáceas em preparo profundo e a milho em preparo convencional de solo. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012. Milho PC: $y = -0,000849x^2 + 0,14359x - 2,000076$ ($R^2 = 0,9054^{**}$) Pto máximo = 77 dias; Tanzânia PP: $y = -0,001216x^2 + 0,184307x - 2,533859$ ($R^2 = 0,8914^{**}$) Pto máximo = 76 dias; Braquiária PP: $y = -0,001099x^2 + 0,165078x - 1,68487$ ($R^2 = 0,8908^{**}$) Pto máximo = 74 dias; Milho PP: $y = -0,001202x^2 + 0,176306x - 1,99285$ ($R^2 = 0,9251^{**}$) Pto máximo = 74 dias. ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

A regressão quadrática da curva de acúmulo de MS foliar mostra que o tratamento Braquiária PP apresentou o maior acúmulo máximo de MS foliar. Observou-se para esse tratamento um aumento do acúmulo de MS foliar até os 74 DAP, quando ocorreu o acúmulo máximo de 19,80 g planta⁻¹ ou 772,29 kg ha⁻¹. Para o tratamento Milho PC o acúmulo foi de 16,18 g planta⁻¹ ou 630,91 kg ha⁻¹ aos 77 DAP. Esse valor é 22% inferior ao do tratamento Milho PP. Ambos resultados são inferiores aos valores encontrados por Yorinori (2003)

(944,59 kg ha⁻¹) e por Fernandes (2010) (893,7 kg ha⁻¹), possivelmente também devido a menor adubação nitrogenada.

A manutenção das folhas no enchimento dos tubérculos é muito importante para se obter alta produtividade, pois é nessa fase que os fotossintetatos e os nutrientes minerais da parte aérea são translocados para os tubérculos (ROBERTS; DOLE, 1985). Além disso, no estágio de maturação dos tubérculos, o aumento da MS é resultado, principalmente, da translocação de materiais da parte aérea (KLEINKOPF et al., 1981; ROBERTS; DOLE, 1985; OJALA et al., 1990; BIEMOND; VOS, 1992). Segundo Yorinori (2003), quanto mais tempo as hastes e folhas permanecerem sadias, maior é a produtividade.

A curva de acúmulo de MS pelos tubérculos apresentou diferença entre os tratamentos, mas não houve interação significativa de tratamento por tempo.

Considerando a média de todas as coletas, a MS dos tubérculos acumulada pelo tratamento Milho PP apresentou diferença estatística em relação ao Milho PC. O tratamento Milho PP foi 31% maior que a média de acúmulo de MS dos tubérculos do tratamento Milho PC, sendo um indicativo da eficácia do sistema de preparo profundo de solo (Tabela 17).

Tabela 17 – Efeito dos tratamentos (poáceas e preparo do solo) sobre a matéria seca média acumulada nos tubérculo durante o período de avaliação. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012

Tratamentos	MS de tubérculos (g planta ⁻¹)
Milho PC	73,56 b
Tanzânia PP	82,55 b
Braquiária PP	87,56 b
Milho PP	96,40 a
C.V. (%)	11,54*

C.V.: coeficiente de variação; *= significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Figura 33 - Curvas de acúmulo de massa seca de tubérculos da batateira cultivada em sucessão a três poáceas em preparo profundo e a milho em preparo convencional de solo. ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2012. Milho PC, $y = -0,002041x^2 + 0,45921x - 14,901908$ ($R^2 = 0,9946^{**}$) Pto máximo = 112 dias; Tanzânia PP, $y = -0,001867x^2 + 0,442804x - 14,276468$ ($R^2 = 0,9964^{**}$) Pto máximo = 119 dias; Braquiária PP, $y = -0,002187x^2 + 0,506549x - 17,120908$ ($R^2 = 0,9971^{**}$) Pto máximo = 116 dias; Milho PP, $y = -0,002097x^2 + 0,47175x - 14,284583$ ($R^2 = 0,9975^{**}$) Pto máximo = 113 dias. ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

O acúmulo máximo de MS nos tubérculos ocorreu na fase de maturação, diferindo das outras partes da planta. No tratamento Milho PC o máximo acúmulo ocorreu aos 112 DAP, totalizando 119,40 g planta⁻¹ de MS (4.655,16 kg ha⁻¹), que corresponde a 20% da massa do material fresco (MF) (23,27 Mg ha⁻¹), enquanto que no tratamento Braquiária PP, o máximo ocorreu aos 116 DAP, com acúmulo de 149,09 g planta⁻¹ de MS (5.812,67 kg ha⁻¹), que corresponde a 18,67% da MF (31,13 Mg ha⁻¹), configurando em aumento de 33% de produtividade. A produtividade do tratamento Braquiária PP foi 20% e 38% superior que os rendimentos reportados por Yorinori (2003) (25,80 Mg ha⁻¹) e Fernandes (2010) (22,54 Mg ha⁻¹), respectivamente.

Diante desses resultados, o manejo proposto no presente trabalho, preparo profundo, mostrou-se eficiente, para a obtenção de produtividade em níveis comparáveis aos da cv. Atlantic em escala comercial.

Dar e Rosário (1981), investigando respostas da cultura da batata ao estresse hídrico, observaram diminuição na taxa de crescimento da cultura. Por sua vez, Hang e Miller (1986), estudaram as respostas fisiológicas da cultura da batata ao estresse hídrico e observaram redução no tamanho das plantas, no número de folhas, na taxa de crescimento da cultura e na taxa de crescimento do tubérculo. Os resultados encontrados nesses estudos corroboram os

dados reportados no presente trabalho, o qual apresentou maior crescimento e acúmulo de MS em todos os órgãos, quanto maior foi a qualidade dos atributos do solo e sua disponibilização de água e nutrientes.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O cultivo da batateira em escala intensiva propicia elevada produtividade ao setor produtivo, mas pode causar sérios danos ao ambiente em vista do uso de altas doses de fertilizantes e excessiva proteção fitossanitária. Por sua vez, os danos ao ambiente favorecem a elevação de populações de patógenos impondo à bataticultura nacional, historicamente, a condição de cultura nômade, isto é, que está sempre em busca de novas áreas para o estabelecimento de lavouras de batata.

A adoção de sistemas sustentáveis de produção, com destaque para o preparo profundo de solo em sucessão a poáceas, surge como uma alternativa viável a qual pode levar os produtores a manter altos níveis de produção e boa qualidade dos tubérculos com baixo uso de insumos externos além de poder contribuir, potencialmente, para a redução dos impactos ambientais.

Esse sistema vem sendo aprimorado pelo Projeto PACES cuja ideia central desde a sua concepção, em 2006, tem sido norteadada pelo desenvolvimento de um sistema de produção de batata que prioriza o manejo sustentável com ênfase no menor uso de fertilizantes e agrotóxicos. A busca de soluções duradouras para viabilizar esse manejo alternativo preconizado pelo projeto PACES, abrange uma visão multidisciplinar, contemplando diversas áreas do conhecimento agrônomo, tais como, física, fertilidade e biologia do solo, sistemas de manejo cultural, rotação e sucessão de cultivos, conservação do solo e mecanização agrícola.

O presente trabalho foi conduzido como uma das atividades do projeto PACES em seu sexto ciclo de execução (2011-2012) numa área experimental da ESALQ/USP, Piracicaba, SP. Em função disso, se considerou oportuno discutir em caráter geral, os resultados obtidos nesse ciclo comparando-o com os cinco ciclos conduzidos a partir de 2006. Desse modo, verifica-se na Tabela 18 que a média de produtividade, independentemente da poácea que antecedeu a cv. Atlantic, foi em média 27,22 Mg ha⁻¹ no sistema de preparo profundo.

Tabela 18 - Histórico de produtividade (Mg ha⁻¹) do experimento, comparação da performance entre tratamentos em cada ano. ESALQ/USP, Piracicaba, SP

Tratamento	2007 ¹	2008	2009	2010	2011	2012	Média
Milho PC	28,33 b	29,52 b	19,75 b	19,69 a	18,64 b	17,75 b	22,28
Tanzânia PP	32,15 ab	36,28 a	25,85 a	21,05 a	24,19 a	23,25 a	27,13
Braquiária PP	31,05 ab	33,29 ab	25,07 a	25,71 a	21,32 ab	25,04 a	26,91
Milho PP	32,94 a	35,00 ab	24,72 a	26,22 a	22,90 a	24,08 a	27,64
C.V. (%)	10,3*	11,37*	7,98**	20,40 ^{ns}	10,76*	13,91*	

¹Médias e análise estatística extraídos do trabalho de RAGASSI 2009. ns= não significativo a 5% de probabilidade; **= significativo a 1% de probabilidade; *= significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras distintas são estatisticamente diferentes entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

De outro lado, na comparação entre o sistema de preparo profundo e o convencional com grade aradora e milho ($22,28 \text{ Mg ha}^{-1}$), a produtividade média do sistema proposto foi 22% maior. Deve ser ressaltado que, a média nacional de produtividade para a cv. Atlantic, segundo informações da maior processadora dessa cultivar para fabricação de chips (Pepsico) é da ordem de 25 Mg ha^{-1} em sistemas convencionais com altos níveis de adubação e proteção fitossanitária durante todo o ciclo da cultura. Portanto, conforme pode ser constatado as médias obtidas pelo manejo sustentável preconizado pelo Projeto PACES é compatível com a média nacional. Tais resultados evidenciam benefícios para o solo da área experimental cujos volumes de fitomassa incorporados anualmente variaram de 6 Mg ha^{-1} no milho, a 25 Mg ha^{-1} para o capim Tanzânia. Nesse sentido, os resultados obtidos até a presente data permitem inferir que o sistema de preparo profundo em associação com poáceas, tem proporcionado, ao longo do tempo, alterações vantajosas às propriedades físicas do solo, notadamente, quanto à menor densidade, maior macroporosidade e à menor resistência à penetração. Com isso, a cv. Atlantic tem mantido uma produtividade média compatível com a produtividade comercial numa mesma área de cultivo em seis anos consecutivos.

4 CONCLUSÕES

O preparo profundo de solo, em relação ao preparo convencional, independentemente da poácea utilizada em sucessão:

- a) promoveu melhorias nos atributos físicos do solo, nos horizontes entre 0,20 e 0,60 m, propiciando redução da resistência à penetração, e nas camadas de 0,15 a 0,20 m e 0,35 a 0,40 m aumentou a macroporosidade e diminuiu a densidade;
- b) incrementou em média 35,9% a produtividade da cv. Atlantic;
- c) aumentou o acúmulo de MS em todos os órgãos da planta.

REFERÊNCIAS

- ABREU, S.L.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 519-531, 2004.
- ALABOUVETTE, C. Fusarium wilt suppressive soils: an example of disease-suppressive soils. **Australasian Plant Pathology**, Collingwood, v. 28, p. 57-64, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br>>. Acesso em: 27 abr. 2011.
- _____. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista11_009.htm>. Acesso em: 09 set. 2013.
- AZEREDO, E.H. **Bioecologia e influência de nutrientes N e K, sobre "insetos-pragas", doenças e fenologia, no agossistema batatinha (*Solanum tuberosum* L.), no município de Pinheiral, RJ**. 1998. 313 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1998.
- BARBER, B.A.; GUNN, K.B. The effect of mechanical forces on the exudation of organic substances by the roots of cereal plants grown under sterile conditions. **New Phytologist**, Oxford, v. 73, n. 1, p. 39-45, 1974.
- BARKER, A. **Manual prático da batata**. Lisboa: Ed. Estampa, 2002. 256 p.
- BARCELOS, D.M.; GARCIA, A.; MACIEL JUNIOR, V.A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 21-27, 2007.
- BARLEY, K.P. Effects of mechanical stress on growth of roots. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.13, n.37, p. 95-96, 1962.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. cap. 2, p. 7-18.
- BENGOUGH, A.G.; CROSER, C.; PRITCHARD, J. A biophysical analysis of root growth under mechanical stress. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 189, n.1, p. 155-164, Feb. 1997.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- BEUKEMA, H.P.; ZAAG, van der. **Introduction to potato production**. Amsterdam: PUDOC, 1990. 208 p.
- BIEMOND, H.; VOS, J. Effects of nitrogen on the development and growth of potato plant. 2. The partitioning of dry matter, nitrogen and nitrate. **Annals of Botany**, Wageningen, v. 70, p. 37-45, 1992.
- BISHOP, J.C.; GRIMES, D.W. Precision tillage effects on potato root and tuber production. **American Potato Journal**, Orono, v. 55, n. 2, p. 65-71, 1978.

BOLLER, W.; PREDIGER, L.J. Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.) em função de diferentes sistemas de preparo e condições de cobertura de solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 21, p. 174-179, maio 2001.

BRADFIELD, R. Soil conservation from the view point of soil physics. **Agronomy Journal**, Madison, v. 29, p. 85-92, 1937.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **The nature and properties of soils**. 13th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 960 p.

BRONICK, C.J.; LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**, Amsterdam, v. 124, n. 1/2, p. 3-22, 2005.

BUSHNELL, J. Exploratory study of the rate of oxygen consumption by potato roots. **American Potato Journal**, Orono, v.33, p.203-210, 1956.

BUSSCHER, W.J.; BAUER, P.J.; FREDERICK, J.R. Recompaction of a coastal loamy sand after deep tillage as a function of subsequent cumulative rainfall. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.68, p.49-57, 2002.

BUSSCHER, W.J.; EDWARDS, J.H.; VEPRASKAS, M.J.; KARLEN, D.L. Residual effects of slit tillage and subsoiling in a hardpan soil. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 35, p. 115-123, 1995.

CAMARGO FILHO, W.P.; ALVES, H.S. Mercado de batata no Brasil: análise de produção, importação e preços. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 71-76, maio 2005.

CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F.P. Produção de Batata no Brasil, 1990-2007: evolução, distribuição regional e safras. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 26, n. 2, jul./ago. 2008. 1 CD-ROM.

CAMPBELL, M.D.; CAMPBELL, G.S.; KUNKEL, R.; PAPENDICK, R.I. A model describing soil-plant-water relations for potatoes. **American Potato Journal**, Orono, v. 53, p. 431-441, 1976.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUCK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de latossolos roxos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.14, p.99-105, 1990.

CARTER, L.M.; TAVERNETTI, J.R. Influence of precision tillage and soil compaction on cotton yields. **American Society of Agricultural Engineers Transactions**, Saint Joseph, v. 11, p. 65-67, 1968.

CARTER, L.; MEEK, B.; RECHEL, E. Zone production research with wide tractive research vehicle. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ISTRO, 1., 1988, Edinburgh. **Proceedings...** Edinburgh: ISTRO, 1988. p. 221-226.

CARVALHO JÚNIOR, I. **Estimativas de parâmetros sedimentológicos para estudo de camadas compactadas e/ou adensadas em latossolo de textura média, sob diferentes usos**. 1995. 83 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

CASSEL, D.K.; BOWEN, H.D.; NELSON, L. An evaluation of mechanical impedance for three tillage treatments on Norfolk Loanmy Sand. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 42, p. 116-120, 1978.

CHAPMAN, K.S.R.; SPARROW, P.R.; HARDMAN, D.N. Potassium nutrition of Kennebec and Russet Burbank Potatoes in Tasmania: effect of soil and fertilizer potassium on yield, petiole and tuber potassium concentrations, and tuber quality. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Devonport, v. 32, p. 521-527, 1992.

CIPOTATO. **Facts and figures about potato**. Disponível em:
<<http://cipotato.org/potato/publications/pdf/005449.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2013

CONCEIÇÃO, M.K. da; LOPES, N.F.; FORTES, G.R. de L. Partição de matéria seca entre órgãos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam), cultivares Abóbora e Da Costa. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, p. 313-316, 2004.

_____. Análise de crescimento de plantas de batata-doce (*Ipomea batatas* (L) LAM), cultivares Abóbora e Da Costa. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, p. 273-278, 2005.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Valor bruto da produção agropecuária cresce 8,7%**. Disponível em:
<<http://www.canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/sut.valor-bruto-producao.15out2012.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2013.

CONOVER, J.C; PRIKE, J.A. Plastid and nuclear DNA in potato tuber tissue during greening. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 38, n. 192, p. 1219-1227, 1987.

DAR, W.D.; ROSARIO, D.A. Responses of white potato (*Solanum tuberosum* L.) to moistures stress. **Philippine Agriculturist**, Laguna, v. 64, p. 125-134, 1981.

DASBERG, S.; BAKKER, J.W. Characterizing soil aeration under changing soil moisture conditions for bean growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 62, p. 689-692, 1970.

DE BOER, S.H. Managing soft rot and ring rot. In: JOHNSON, D.A. (Ed.). **Potato health management**. 2nd ed. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 2008. chap. 18, p. 171-182.

DEXTER, A.R. Advances in characterization of soil structure. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.11, p.199-238, 1988.

DICKSON, J.W.; CAMPBELL, D.J.; RITCHIE, R.M. Zero and conventional traffic systems for potatoes in Scotland, 1987-1989. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 24, p. 397-419, 1992.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. chap. 1 p. 3-21.

DOUGLAS, J.T.; CAMPBELL, N.J.; CRAWFORD, C.E. Soil and crop responses to conventional, reduced ground pressure and zero traffic systems for grass silage production. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 24, p. 421-439, 1992.

EDWARDS, P.J.; WRATTEN, S.D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. São Paulo: USP, 1981. 71 p.

EMBRAPA. **Tanzânia**: cultivar de *Panicum maximum*. Disponível em: <<http://www.cnpqc.embrapa.br/produtoseseservicos/pdf/tanzania.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2013.

EWING, E.E. Potato. In: WIEN, H.C. **The physiology of vegetable crops**. Wallingford: CABI, 1997. p. 295-344.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 1997. 624 p.

FAO. **FAOSTAT**: production: crops. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 25 maio 2013.

FERNANDES, A.M. **Crescimento, produtividade, acúmulo e exportação de nutrientes em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2010. 144 p. Tese (Mestrado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

FERREIRA, A.M. **Emergência, crescimento e senescência de uma cultivar de braquiária em condições dos Cerrados**. 2001. 46 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.

GANDAR, P.W.; TANNER, C.B. Leaf growth, tuber growth, and water potential in potatoes. **Crop Science**, Madison, v. 16, p.534-538, 1976.

GLINSKI, J.; LIPIEC, J. **Soil physical conditions and plant roots**. Boca Raton: CRC Press, 1990. 250 p.

GRABLE, A.R.; SIEMER, E.G. Effects of bulk density, aggregate size and soil water suction on oxygen diffusion, redox potential and elongation of corn roots. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 32, n. 2, p. 180-186, 1968.

GRANT, C.A.; LAFOND, G.P. The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in Southern Saskatchewan. **Canadian Journal Soil Science**, Ottawa, v. 73, n. 2, p. 223-232, 1993.

GREGORY, P.J.; SIMMONDS, L.P. Water relation and growth of potatoes. In: HARRIS. **The potato crop**: the scientific basis for improvement. North Yorkshire: Chapman & Hall, 1992. chap. 5, p. 214–241.

GRIMES, D.W.; MILLER, R.J.; WILEY, P.L. Cotton and corn root development in two field soils of different strength characteristics. **Agronomy Journal**. Madison, v. 67, p. 519-523, 1975.

GUPTA, S.C.; SHARMA, P.P.; De FRANCHI, S.A. Compaction effects on soil structure, **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 42, n. 2 p. 311-338, 1989.

HAEDER, H.E.; BERINGER, H. Potato: In: _____. **Potential productivity of field crops under different environments**. Philippines: IRRI, 1983. p. 307-317.

HANG, A.N.; MILLER, D.E. Yield and physiological responses of potato to deficit, high frequency sprinkler irrigation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, p. 436-440, 1986.

HAWKES, J.G. **The potato, evolution, biodiversity and genetic resources**. London: Belhaven Press, 1990. 259 p.

HAYNES, R.J.; BEARE, M.H. Influence of six crop species on aggregate stability and some labile organic matter fractions. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 29, p. 1647-1653, 1997.

HOOKE, W.J. Potato. In: _____. **Compendium of potato diseases**. Minnesota: American Phytopathological Society, 1986. p. 1-6.

HONEYCUTT, C.W.; CLAPHAM, W.M.; LEACH, S.S. Crop rotation and N fertilization effects on growth, yield, and disease incidence in potato. **American Potato Journal**, Orono, v. 73, p. 45-61, 1996.

HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 24, p. 519-570, 1973.

HUBER, D.M.; WATSON, R.D. Nitrogen form and plant disease. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 1, p. 139-165, 1974.

HUNT, R. **Plant growth curves**: the functional approach to plant growth analysis. London: E. Arnold, 1982. 248 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201304.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2013

JACKSON, I.P. The relation of soil aeration to the growth of potato sets. **American Potato Journal**, Orono, v. 58, p. 436-438, 1962.

JOUBERT, D. **Relationship between soil compaction and *Phytophthora* root rot of citrus**. 1993. 123 p. Dissertation (Master in Agronomy) - University of Pretoria, Pretoria, 1993.

JOUBERT, D.; LABUSCHAGNE, N. Effect of soil compaction on *Phytophthora nicotianae* root rot of Rough lemon and Troyer citrange seedlings. **African Plant Protection**, Pretoria, v. 4, p. 123-128, 1998.

KEW, K.L.; ZENTMEYER, G.A. Chemotactic response of zoospores of five species of *Phytophthora*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 63, p. 1511-1517, 1973.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**: relações solo-planta. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

_____. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KINKEL, L. Soil health: managing the soil microflora to enhance potato health. In: JOHNSON, D.A. (Ed.). **Potato health management**. 2nd ed. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 2008. chap. 3, p. 11-14.

KLEINKOPF, G.E. Potato. In: TEARE, I.D.; PEET, M.M. (Ed.). **Crop water relations**. New York: J. Wiley, 1982. p. 287-305.

KLEINKOPF, G.E.; WESTERMANN, D.T.; DWELLE, R.B. Dry matter production and nitrogen utilization by six potato cultivars. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, p. 799-802, 1981.

KRUDEV, T.G. **Água, vida das plantas**. São Paulo: Ícone, 1994. 178 p.

LABUSCHAGNE, N.; JOUBERT, D. Profile modification as a means of soil improvement: promoting root health through deep tillage. In: UPHOFF, N.; BALL, S.A.; PALM, C. **Biological approaches to sustainable soil systems**. Boca Raton: CRC Press, 2006. chap. 38, p. 547-558.

LABANAUSKAS, C.K.; STOLZY, L.H.; KLOTZ, L.J.; DEWOLFE, T.A. Effects of soil-oxygen and irrigation on the accumulation of macro and micronutrients in citrus seedlings (*Citrus sinensis* var. Osbeck). **Soil Science**, New Jersey, v. 101, p. 378-384. 1966.

LAMBERS, H. Growth, respiration, exudation and symbiotic associations: the fate of carbon translocated to the roots. In: GREGORY, P.J.; LAKE, J.V.; ROSE, D.A. (Ed.). **Root development and function**. Cambridge: Society for Experimental Biology, 1988. chap. 4, p. 125-147.

LAPEN, D.R.; TOPP, G.C.; GREGORICH, E.G.; HAYHOE, H.N.; CURNOE, W.E. Divisive field-scale associations between corn yields, management, and soil information, **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 58, p. 193-206, 2001.

LEITE, L.F.C.; GALVÃO, S.R.S. Matéria orgânica do solo: funções, interações e manejo em solo tropical. In: ARAÚJO, A.S.F. de; LEITE, L.F.C.; NUNES, L.A.P.L.; CARNEIRO, R.F.V.. **Matéria orgânica e organismos do solo**. Teresina: EDUFPI, 2008. p. 11-46.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, New York, v. 1, p. 277-294, 1985.

LOOM, C.D. van. Effect of water stress on potato growth, development and yield. **American Potato Journal**, Vancouver, v. 58, p. 51-69, 1981.

LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 1, p. 1-64.

LOPES, C.A.; QUEZADO-SOARES, A.M. **Doenças bacterianas das hortaliças: diagnose e controle**. Brasília: EMBRAPA, CNPH, 1997. 70 p.

LORENZI, J.O.; MONTEIRO, P.A.; MIRANDA FILHO, H.S.; RAIJ, B. van. Raízes e tubérculos. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. p. 221-229. (Boletim Técnico, 100)

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.

MANSFIELD, T.A.; DAVIES, W.J. Mechanisms for leaf control of gas exchange. **BioScience**, Washington, v. 35, n. 3, p. 158-164, 1985.

MAROUELLI, W.A. Irrigar bem: um dos segredos para reduzir doenças e aumentar o lucro do bataticultor. **Batata Show – A revista da batata**, Itapetininga, v. 5, n. 11, p. 13-15, abr. 2005.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA, SPI; EMBRAPA, CNPH, 1996. 72 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: Academic Press, 1995. 887 p.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. cap. 1, p. 1-5.

MIRANDA FILHO, H. da S. Batata. In : Van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas : Instituto Agrônômico; Fundação IAC, 1996. p.225. (IAC. Boletim Técnico, 100).

MITSUIKI, C. **Efeito de sistemas de preparo de solo e do uso de microrganismos eficazes nas propriedades físicas do solo, produtividade e qualidade da batata**. 2006. 97 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

MOLOPE, M.B.; GRIEVE, I. C.; PAGE, E.R. Contributions by fungi and bacteria to aggregate stability of cultivated soils. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v. 38, p. 71-77, Mar. 1987.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Ecologia do solo. In: _____. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006a. cap. 3, p. 83-161.

_____. Metabolismo e processos microbianos. In: _____. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006b. cap. 4, p. 163-201.

OADES, J.M. Mucilages at the root surface. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v. 29, p. 1-16, 1978.

OJALA, J.C.; STARK, J.C.; KLEINKOPF, G.E. Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. **American Potato Journal**, Orono, v. 67, p. 29-43, 1990.

OTTONI FILHO, T.B. Uma classificação físico-hídrica do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 211-222, 2003.

PALADINI, F.L.S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistema de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 15, p. 135-140, 1991.

PALMA, S. **Batata**. Disponível em: <<http://batata.do.sapo.pt/distribuição.htm>>. Acesso em: 19 fev. 2009.

PANIQUE, E.; KELLING, K.A.; SCHULTE, E.E. Potassium rate and source effects on potato yield, quality, and disease interaction. **American Potato Journal**, Orono, v. 74, p. 379-398, 1997.

PEREIRA, A.S. Composição química, valor nutricional e industrialização. In: REIFSCHNEIDER, F.J.B. **Produção de batata**. Brasília: Linha Gráfica, 1987. p. 12-28.

PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2003. 567 p.

POHL, S.; LOPES, N.F.; BRAGA, E.J.B.; SILVA, C.P. da; SILVA, F.S.P. da; PETERS, J.A. Características de crescimento de plantas de batata, cv. Baronesa, e seu genótipo transformado geneticamente para resistência ao PVY. **Revista Ceres**, Pelotas, v. 56, p. 736-743, 2009.

POWELSON, M.L.; ROWE, R.C. Managing diseases caused by seedborne and soilborne fungi and fungus-like pathogens. In: JOHNSON, D.A. (Ed.). **Potato health management**. 2nd ed. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 2008. chap. 19, p. 183-196.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002. 549 p.

QUEIROZ, J.E.; CRUCIANI, D.E.; LIBARDI, P.L. Estimativa da porosidade drenável de um solo de várzea a partir da tensão de água no solo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 469-475, set./dez. 1995.

RAGASSI, C.F. **Sistema de preparo profundo de solo e sucessão de gramíneas para o plantio da Batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2009. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

RADFORD, B.J.; YULE, D.F.; McGARRY, D.; PLAYFORD, C. Crop responses to applied soil compaction and to compaction repair treatments. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 61, p. 157-166, 2001.

REIS, A.; LOPES, C.A. **Rizoctoniose da batateira**. Brasília: Embrapa, 2011. 5 p. (Comunicado Técnico, 81).

RIBEIRO, K.D.; NASCIMENTO, J.M.S.; GOMES, N.M.; LIMA, L.A.; MENEZES, S.M. Relações matemáticas entre porosidade drenável e condutividade hidráulica do solo saturado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 6, p. 600-606. 2007.

RÍOS, D.; GHISLAIN, M.; RODRIGUEZ, F.; SPOONER, D.M. What the origin of the European potato? Evidence from Canary Island Landraces. **Crop Science**, Madison, v. 47, p. 1271-1280. 2007.

RIZZO, L.T.B. **Indicadores da resiliência do latossolo vermelho escuro cultivado com citros e eucalipto em Itapetininga-SP: recuperação de um solo degradado pela compactação.** 2000. 200 p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ROBERTS, S.; DOLE, R.E. Potassium nutrition of potatoes. In: MUNSON, R.D. **Potassium in agriculture.** Madison: American Society of Agronomy, 1985. p. 799-818.

ROSA, J.A. Manejo da irrigação na batata. **Batata Show – A revista da batata**, Itapetininga, v. 3, n. 8, p. 32-34, dez. 2003.

RUSANOV, V.A. Effect of wheel and track traffic on the soil and crop growth and yield, **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 19, p. 131-143, 1991.

SANCHEZ, P.A. **Properties and management of soil in the tropics.** Raleigh: North Carolina State University, 1976. 618 p.

SANTOS, P. M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: um desafio.** 2002. 98 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SCALOPPI, E.J.; FERRAZ, E.C. Dependência do crescimento das plantas ao regime de umidade do solo. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v.35, p.169-184, 1978.

SILVA, A.P.; KAY, B.D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range of soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, p. 1775-1781, 1994.

SILVA, F.L. da; PINTO, C.A.B.P; ALVES, J.D.; BENITES, F.R.G.; ANDRADE, C.M.; RODRIGUES, G.B.; LEPRE, A.L.; BHERING, L.P. Caracterização morfofisiológica de clones precoces e tardios de batata visando à adaptação a condições tropicais. **Bragantia**, Campinas, v. 68, p. 295-302, 2009.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 7 p. 275-374.

SMUKER, A.J.M.; ERICKSON, A.E. Anaerobic stimulation of root exudates and diseases of peas. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 99, p. 423-433, 1987.

SOJKA, R.E. Soil oxygen effects on two determinate soybean isolines. **Soil Science**. New Jersey, v. 140, p. 333-343, 1985.

SOJKA, R.E.; WESTERMANN, D.T.; KINCAID, D.C.; McCANN, I.R.; HALDERSON, J.L.; THORNTON, M. Zone-subsoiling effects on potato yield and grade. **American Potato Journal**, Orono, v. 70, n. 6, p. 475-484, 1993.

SOUSA, V.F. de; COELHO, E.F. Manejo de fertirrigação em fruteiras. In: FOLEGATTI, M.V. (Coord.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças.** Guaíba: Agropecuária, 2001. v. 2, cap. 9, p. 289-317.

- STALHAM, M.A.; ALLEN, E.J.; ROSENFELD, A.B.; HERRY, F.X. Effects of soil compaction in potato (*Solanum tuberosum*) crops. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 145, p. 295-312, Feb. 2007.
- STEVENSON, E.J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. New York: John Wiley, 1982. 443 p.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. Penetrômetro de impacto- IAA/ Planalsucar – STOLF (Recomendações para seu uso). **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 1, n. 3, p. 18-23, jan./fev. 1983.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed editora. 2004. 719 p.
- TAYLOR, H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 19, p. 111-119, 1991.
- TAYLOR, H.M.; ROBERSON, G.M.; PARKER, J.J. Soil strength-root penetration relations to coarse textured materials. **Soil Science**, New Jersey, v. 102, n. 1, p. 18-22, 1966.
- TARDIEU, F. Growth and functioning of roots and to root systems subjected to soil compaction towards a system with multiple signaling. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 30, p. 217-243, 1994.
- TEKALIGN, T.; HAMMES, P.S. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth. I. Stomatal conductance, rate of transpiration, net photosynthesis, and dry matter production and allocation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 105, p. 13-27, 2005a.
- _____. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth. II. Growth analysis, tuber yield and quality. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 105, p. 29-44, 2005b.
- THOMPSON, P.J.; JANSEN, I.J.; HOOKS, C.L. Penetration resistance and bulk density as parameters for predicting root system performance in mine soils, **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 51, p. 1288-1293, 1987.
- THORNTON, M.; STARK, J. HOPKINS, B. G.; THORNTON, R. E. Selecting and preparing the planting site. In: JOHNSON, D.A. (Ed.). **Potato health management**. 2nd ed. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 2008. chap. 5, p. 23-30.
- TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Stabilization of soil aggregates by the root systems of ryegrass. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v. 17, p. 429-441, 1979.
- TOKESHI, H.; BERGAMIN FILHO, A. Doenças da batata - *Solanum tuberosum* L. In: GALLI, F. **Manual de fitopatologia**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. cap. 5, p. 102-140.
- TOKESHI, H.; ALVES, M.C.; SANCHES, A.B.; HARADA, D.Y. Controle de *Sclerotinia sclerotiorum* com microrganismos eficazes. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 23, p. 146-154, 1997.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 573-581, 1998.

TSAI, S.M.; BARAIBAR, A.V.L.; ROMANI, V.L.M. Efeitos de fatores físicos e químicos sobre os microorganismos do solo umidade e aeração. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 59-72.

VAN ES, A.; HARTMANS, K.J. Structure and chemical composition of the potato. In: RASTOVSKI, A.; VAN ES, A. (Eds.). **Storage of potatoes**. Wageningen: Pudoc, 1987. p. 15-77.

VEPRASKAS, M.J.; WAGGER, M.G. Corn root distribution and yield response to subsoiling for Paleudults having different aggregate sizes. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 54, p. 849-854, 1990.

WAKSMAN, S.A. **The Actinomycetes**. London: Balliere, Tindall and Cox, 4, 1961. v. 2: Classification, identification and descriptions of genera and species.

WALLIN, J.R. Summary of recent progress in predicting late blight epidemics in United States and Canada. **American Potato Journal**, Orono, v. 39, n. 3, p. 306-312, 1962

WALTERS, H.J. Disease control. **Crops and Soils Magazine**, Madison, v. 32, p. 7-8, 1980.

WENGEL, R.W. Emergence of corn in relation to soil oxygen diffusion rates. **Agronomy Journal**, Madison, v. 58, p. 69-72, 1966.

WESTCOTT, M.P.; STEWART, V.R.; LUND, R.E. Critical petiole nitrate levels in potato. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, p. 844-850, 1991.

WILCOX, W.; MIRCETICH, S.M. The influence of different levels of soil moisture on *Phytophthora* root rot and crown rot of Mahaleb cherry rootstock. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 69, p. 1049-1050, 1979.

WOLFE, D.W.; FERERES, E.; VOSS, R.E. Growth and yield of two potato cultivars to various levels of applied water. **Irrigation Science**, Berlin, v. 3, p. 211-222, 1983.

WRIGHT, J.L.; STARK, J.C. Potato. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. (Ed.). **Irrigation of agricultural crops**. Madison: American Society Agronomy, 1990. p. 859-888.

XU, X.; NIEBER, J.L. GUPTA, S.C. Compaction effects on the gas diffusion coefficients in soil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 56, p. 1743-1750, 1992.

YAMADA, T. Resistência de plantas às pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura? **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 108, p. 1-7, 2004.

YORINORI, G.T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. "Atlantic"**. 2003. 66 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2003.

YOUNG, I.M.; BENGOUGH, A.G.; MACKENZIE, C.J.; DICKSON, J.W. Differences in potato development (*Solanum tuberosum* cv. Maris Piper) in zero and conventional traffic treatments are related to soil physical conditions and radiation interception. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 26, p. 341-359, 1993.

ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; ZAMBOLIM, E. M. medidas integradas de controle das doenças fúngicas da batata. In: ZAMBOLIM, L. **Produção integrada de batata**. Viçosa: UFV, 2011. p. 411-438.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Histórico da área e cronograma de operações e avaliações

Histórico da área

Esquema Detalhado do ciclo da Batata 2012

1ª Etapa Gramíneas											
Preparo de solo	Plantio Gramíneas	Condução das Gramíneas					Colheita do Milho	Trinchar	Coleta	Triturar	
Outubro de 2011	Outubro	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abril	Abril	Abril	Abril	
Rotin	Dreno	Turbo						Triton	Fitomassa	Tribar	

→ 2ª Etapa Batata →																
Preparo de solo				Plantio Batata		Amontoa		Condução da Batata								
Maio de 2012				23 de Maio		14 de Junho		29DAP	35DAP	49DAP	63DAP	77DAP	91DAP	105DAP	106DAP	107DAP
Rotin	Dreno	Turbo	Roto	Ecoplan		Gaia		Estande	1ª aval	2ª aval	3ª aval	4ª aval	5ª aval	6ª aval	Anéis	Stolf

2ª Etapa Batata			
Dessecação	Colheita Batata	Produtividade	Sanidade
111DAP	Setembro	Setembro	Setembro

Continuidade

APÊNDICE B – Teores adequados de nutrientes no solo para batateira

Teores Adequados de Fósforo, Potássio, Magnésio e Boro no estado de São Paulo

Teores	P-resina mg.dm-3	K+ trocável mmolc.dm-3	B* mg.dm-3	Mg+2 trocável mmolc.dm-3
Baixo	0-25	0-1,5	0-0,20	0-4
Médio	26-60	1,6-3,0	0,21-0,60	5-8
Alto	>60	>3,0	>0,60	> 8

Fonte: Adaptado Miranda F., 1996.

*água quente

APÊNDICE C - Sequência de operações do preparo de solo das poáceas

(1) destorroamento pela ROTIN, (2) subsolagem profunda pelo dreno, (3) destorroamento e incorporação profunda dos fertilizantes pelo TURBO, (4) emergência das poáceas, (5) desenvolvimento das poáceas e (6) massa acumulada pelas poáceas

APÊNDICE D - Sequência de operações do preparo de solo da batata

(1) poáceas 150 dias após plantio (DAP), (2) trincha das poáceas pela TRITON, (3) retrincha das poáceas pelo TRIBAR, (4) capina e destruição das touceiras pela ROTIN, (5) subsolagem profunda pelo DRENO, (6) destorroamento e incorporação profunda da palha pelo TURBO, (7) destorroamento e fertilização de 0,20 m de solo pela ROTO, (8) plantio mecanizado pela ECOPLAN, (9) amontoa pela GAIA

APÊNDICE E - Controle de qualidade do plantio da batata

Aferição da qualidade de plantio (0,285 m entre tubérculos e 0,07 m de profundidade)

APÊNDICE F - Doenças, ataque de pragas e distúrbios fisiológicos nos tubérculos

(1) tubérculo de batata com sintoma de sarna comum superficial (*Streptomyces scabies*); (2) tubérculo de batata com sintoma de sarna comum profunda (*Streptomyces scabies*); (3) tubérculo de batata com sintoma de sarna prateada (*Helminthosporium solani*); (4) tubérculo de batata com sintoma de rizoctoniose (*Rhizoctonia solani*); (5) tubérculo de batata com sintoma de podridão mole (*Pectobacterium spp.*); (6) sintoma do ataque de larva-alfinete (*Diabrotica speciosa*) em tubérculo de batata; (7) sintoma do ataque de lagarta - rosca (*Agrotis ipsilon*) em tubérculo de batata; (8) sintoma do ataque de cupim (*Coptotermes formosanu*) em tubérculo de batata; (9) rachadura distúrbio fisiológico em tubérculo de batata

(1) lenticelose distúrbio fisiológico em tubérculo de batata; (2) coração oco distúrbio fisiológico em tubérculo de batata; (3) mancha chocolate distúrbio fisiológico em tubérculo de batata; (4) embonecamento distúrbio fisiológico em tubérculo de batata (5) esverdeamento distúrbio fisiológico em tubérculo de batata; (6) unhadura distúrbio fisiológico em tubérculo de batata

APÊNDICE G - Pulverizações da batateira 2012

Tabela 19 - Pulverizações do ciclo 2012 de batata

DAP	Produto	Princípio	Razão
18	Calda Bordalesa	Sulfato de Cobre + Cal	Contato, ação protetora
22	Sencor	Metribuzim	Herbicida pré-emergente
32	Aliette	Fosetyl-Al	1ª Fungicida requeima
34	Aliette	Fosetyl-Al	2ª Fungicida requeima
	Daconil	Clorothalonil	
37	Cabrio-Top	Ditiocarbamato + Estrobirulina	3ª Fungicida requeima
	Sulfato de Mg	MgSO ₄	Adubação foliar
39	Calda Bordaleza	Sulfato de Cobre + Cal	Contato, ação protetora
	Nano Mn	Mn quelato	Adubação foliar
	Nano Zn	Zn quelato	
45	Frowncide	Fluazinan	4ª Fungicida requeima
	Nutriphite (P+K)	Fosfito de potássio	
49	Frowncide	Fluazinan	5ª Fungicida requeima
	Nutriphite (P+K)	Fosfito de potássio	
57	Acrobat	Dimetomorfe + mancozebe	6ª Fungicida requeima
	Daconil	Clorothalonil	
62	Dacobre	Clorothalonil+ Oxicleto de Cobre	7ª Fungicida requeima
	Curathane	Mancozebe + Cimoxani	
66	Consento	Propanocarbe + Fluopicolide	8ª Fungicida requeima
111	Gramoxone	Paraquat	Dessecação das ramas

Emergência ocorreu em 23/05/2012. DAP: dias após o plantio