

CASSIA REGINA DE ALMEIDA MORAES

EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E DO GESSO AGRÍ-
COLA SOBRE A PRODUÇÃO DE BATATA (*Solanum tuberosum*
L.) CULTIVAR ARACY

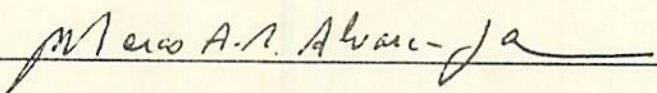
Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

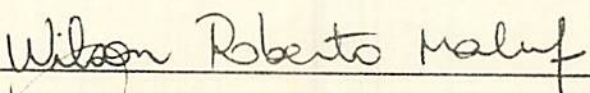
1991

EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E DO GESSO AGRÍCOLA SOBRE A
PRODUÇÃO DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.) cv. ARACY


APROVADA:



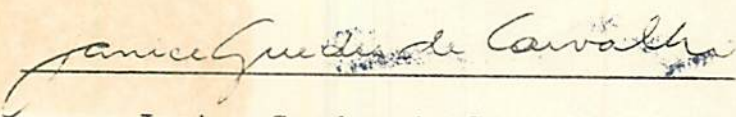
Marco Antonio Rezende Alvarenga
Orientador



Wilson Roberto Maluf



Rovilson José de Souza



Janice Guedes de Carvalho

O Guardador de Rebanhos

Não acredito em Deus porque nunca o vi.

.....

Mas se Deus é as flores e as árvores

E os montes e sol e o luar,

Então acredito nele a toda hora,

E a minha vida é toda uma oração e uma missa,

E uma comunhão com os olhos e pelos ouvidos.

(Caeiros - Fernando Pessoa)

AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade oferecida para a realização do curso.

A Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Pró-Reitoria de Pós-graduação e Pesquisa da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), na pessoa da professora Marileide Miranda, pela concessão da bolsa, através do Program Institucional de Capacitação de Docentes (PICD - UFPB).

Ao profo Marco Antonio Rezende Alvarenga pela orientação e apoio.

Aos profos Rovilson de Souza, Janice de Carvalho, Wilson Roberto Maluf ao pesquisador Francisco Nogueira pelas valiosas sugestões e amizade.

Aos profos Genildo Bruno e José de Arimatéia Lucena, pela amizade, incentivo, carinho e atenção dispensada a todos os momentos.

Aos amigos Raunira Araújo, Lucia Lira, Romilson Miranda, Luciniudo Freire, Carlos Antonio de Souza, Sebastião Konkkel, Eduardo Arelló e Israel Callori pelo constante apoio,

incentivo e carinho.

Aos companheiros Abel Gonzalez, Romy Peña, Deborah Guerra, Luciane Dante, Carlos Hissao, Mírian Costa, Vanda Cornélio, Francisco Godinho, Tália Macedo, Marluce Cortez pela amizade e agradável convívio.

Com certeza aprendi muito com todos vocês, de uma forma ou de outra.

A todos o meu

MUITO OBRIGADO!

CONTEUDO

	Página
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISAO DE LITERATURA	04
2.1. Adubação fosfatada	04
2.2. Gesso agrícola	08
2.2.1. Enxofre	12
2.2.2. Cálcio	16
3. MATERIAL E METODOS	21
3.1. Localização e caracterização da área	21
3.2. Delineamento experimental e tratamentos	23
3.3. Características avaliadas	25
3.3.1. Altura média de plantas	25
3.3.2. Número de hastes por planta	25
3.3.3. Porcentagem de plantas acamadas	26
3.3.4. "Stand" final	26
3.3.5. Ciclo vegetativo	26
3.3.6. Número de tubérculos por planta	26
3.3.7. Peso médio de tubérculos	26
3.3.8. Produtividade de tubérculos	27

3.3.9. Teores de nutrientes nos tubérculos	27
3.4. Análises estatísticas	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Altura média de plantas	29
4.2. Número de hastes por plantas	33
4.3. Acamamento	35
4.4. Stand final	36
4.5. Ciclo vegetativo	38
4.6. Número de tubérculos por planta	38
4.7. Peso médio de tubérculos	41
4.8. Produtividade de tubérculos	44
4.9. Teor de nutrientes nos tubérculos	48
4.9.1. Teor de N no tubérculo	48
4.9.2. Teor de P no tubérculo	49
4.9.3. Teor de K no tubérculo	50
4.9.4. Teor de Ca no tubérculo	52
4.9.5. Teor de Mg no tubérculo	53
4.9.6. Teor de S no tubérculo	54
5. CONCLUSOES	56
6. RESUMO	57
7. SUMMARY	59

Página

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	61
APENDICE	79

LISTA DE QUADROS

QUADRO	Página
01. Características químicas e físicas do solo utilizado	23
02. Altura média de plantas de batata aos 30 e 60 dias após o plantio em função das doses de gesso	33
03. Número de hastes por planta e stand final em plantas de batata em função das doses de P_2O_5	34
04. Número de hastes por planta, porcentagem de plantas acamadas e stand final em plantas de batata em função das doses de gesso	35
05. Número de tubérculos por planta em função das doses de gesso	41

06. Peso medio de tubérculos em função das doses de gesso	43
07. Produtividade de tubérculos em função das doses de gesso	47
08. Teor de nutrientes nos tubérculos em função das doses de P_2O_5	51
09. Teor de nutrientes nos tubérculos em função das doses de gesso	52

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1. Média da precipitação diária e da temperatura no período experimental	22
2. Altura média de plantas aos 30 dias após o plantio em função das doses de P_2O_5	31
3. Altura média de plantas aos 60 dias após o plantio em função das doses de P_2O_5	32
4. Porcentagem de plantas de batata acamadas em função das doses de P_2O_5	37
5. Número de tubérculos por planta em função das doses de P_2O_5	40
6. Peso médio de tubérculos em função das doses de P_2O_5	42

FIGURA

Página

7. Produtividade de tubérculos de batata em função das doses de P_2O_5	46
---	----

1. INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma planta originária dos Andes Sul Americanos e devido à sua alta capacidade de adaptação ao meio, foi, posteriormente, introduzida em todos os países do mundo (HIDALGO & ACCATINO, 1985 e FILGUEIRA, 1982). No Brasil, ocupa o primeiro lugar entre as olerícolas, com uma área colhida de 176.857 ha e produção de 2.330.817 toneladas (IBGE, 1989).

Essa cultura é bastante exigente quanto à disponibilidade de nutrientes no solo, retirando apreciáveis quantidades em todo o ciclo, tornando-se importante a investigação de seus aspectos nutricionais. As limitações de um bom rendimento da batata, dependem de fatores como: temperatura, dias de curta duração, baixa intensidade luminosa, más condições físicas do solo e aplicações de níveis desequilibrados dos macro e micronutrientes.

Aplicações equilibradas dos nutrientes certamente proporcionarão batatais mais resistentes e produtivos. Pesquisas demonstram que a adubação fosfatada é a que

proporciona os maiores aumentos de produtividade, sendo seguida pela nitrogenada (BOOCK & FREIRE, 1960; GOMES & FREIRE, 1962 e GARGANTINI *et alii*, 1963).

Os solos sob vegetação de cerrado, que constituem a maior parte dos solos de regiões tropicais e subtropicais são, em geral, extremamente pobres em fósforo disponível para as plantas e a correção desta deficiência, para sua incorporação no processo produtivo agrícola, exige grandes quantidades desse elemento devido à intensa adsorção do fosfato (VOLKWEISS & RAIJ, 1977 e ALMEIDA NETO & BRASIL SOBRINHO, 1977). O problema pode ser resolvido pela adubação fosfatada para a obtenção e manutenção de produtividades satisfatórias (VOLKWEISS & RAIJ, 1977 e SOUZA & LOBATO, 1988). Nesses solos, também há a presença de Al^{3+} trocável, fazendo-se necessária a utilização de corretivos que o reduzam e elevem os teores de Ca.

Neste contexto, o uso do gesso agrícola como melhorador das condições sub-superficiais do solo e do calcário como corretivo, tem se expandido largamente. A calagem profunda seria uma maneira de obter uma melhora nas condições de fertilidade, propiciando um melhor enraizamento das plantas, que exploram um maior volume de solo (RITCHEY *et alii*, 1981; ROSOLEM & MACHADO, 1984). No entanto, por ser uma operação difícil e cara, por exigir alta potência de máquina, emprega-se o gesso, que promove uma certa lixiviação de bases, além do fornecimento de S, sem alterar

significativamente o pH (MALAVOLTA *et alii*, 1979 e ROSOLEM & MACHADO, 1984).

O baixo custo deste produto e sua ampla disponibilidade nas indústrias de fertilizante, tem proporcionado o crescimento no consumo do gesso agrícola. Contudo, até hoje, poucas informações se tem deste produto como fornecedor de cálcio e/ou enxofre, bem como respostas da batata aos efeitos de doses destes macronutrientes secundários.

Diante do exposto, objetiva-se com este trabalho verificar o efeito de doses crescentes de fósforo, associado ao fornecimento de Ca e S através do gesso agrícola sobre a produção da batata.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Adubação Fosfatada

O conteúdo de fósforo total na crosta terrestre é cerca de 0,12%, variando em muitos solos de 0,02 a 0,5%, embora grande fração não esteja disponível para as plantas, encontrando-se "fixada", sendo que as formas mais abundantes nos solos ácidos são os fosfatos de ferro e de alumínio. É absorvido pelas plantas como ânion complexo, principalmente como íonio de $H_2PO_4^-$. O fósforo é o elemento que mais frequentemente limita a produção nas regiões tropicais e subtropicais, apesar de as exigências quantitativas relativamente pequenas das plantas. Isto é devido ao problema de fixação de P, aliado à toxidez de alumínio e/ou manganês (MALAVOLTA, 1985a e MAGALHAES, 1979).

A solubilidade do fósforo pode ser controlada pelo pH e pela concentração de Ca da solução do solo. Em soluções nutritivas, metade do fósforo comumente empregado é o bastante para se obter a produção máxima, uma vez corrigida a acidez causada pelo alumínio trocável, além do que este pode

interferir na assimilação e no translocação do fósforo (CAVALCANTI, 1972).

A absorção do fósforo da solução do solo pelas plantas ocorre em duas etapas: a primeira consiste no movimento deste nutriente até à superfície da raiz, o qual é influenciado diretamente por algumas propriedades do solo; e a segunda consiste na passagem para o interior das raízes, a qual depende de características da planta (SOUZA & LOBATO, 1988).

O P absorvido em forma mineral é rapidamente incorporado com compostos orgânicos. O transporte no xilema se faz principalmente na forma de $H_2PO_4^-$ podendo na seiva bruta aparecer o elemento como fosforil coalina e ésteres de carboidrato (MALAVOLTA, 1980).

Este elemento desempenha um papel chave no metabolismo energético, pois incorporado ao ATP, é parte da "moeda energética" universal de todas as células vivas de quaisquer espécies. Está presente nos fosfolipídeos, nucleotídeos, ácido fítico e coenzimas; promove a absorção do molibdato e regula muitos processos enzimáticos (FERRI, 1985). No entanto, seu excesso causa diminuição na disponibilidade de boro, cobre, manganês e zinco, conforme relatado por BUCKMAN & BRADY (1974), EPSTEIN (1975) e MALAVOLTA (1987). O aumento de alumínio trocável no solo reduz a absorção de fósforo, cálcio, potássio, manganês, sódio, boro e ferro, devido a coagulação das proteínas das raízes (MALAVOLTA, 1987).

Segundo OLIVEIRA *et alii* (1984) avaliando oito fontes

de fósforo em diferentes doses em culturas sucessivas milho-trigo-soja-trigo, constataram que o emprego do fósforo proporcionou aumentos nos rendimentos de todas as culturas. GOEDERT & LOBATO (1980) observaram que o máximo de produção nos cultivos de trigo-soja-soja-arroz, foi obtido com as doses entre 400 e 800Kg/ha de P_2O_5 . EMBRAPA (1976 e 1978) tem mostrado que em Latossolo Vermelho-Escuro, argiloso, são necessários cerca de 300Kg/ha de P_2O_5 para atingir o nível crítico.

NOVAIS *et alii* (1985), em estudos com milho, observaram maior crescimento das plantas, assim como, maior acúmulo de fósforo nas suas partes aéreas, quando feita uma aplicação uniforme.

NAKAGAWA *et alii* (1977a e 1977b), relataram efeitos do fósforo no peso da planta de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) quando aplicado na dose de 80 kg/ha de P_2O_5 em solos tanto com baixo como com alto teor de fósforo GALRAO & VOLKWEISS (1981), observaram que tanto a produção média de vagens por planta de amendoim (g), como a produção total de vagens (Kg/ha), não foram afetadas significativamente pela adubação fosfatada.

Em solos com nível de fósforo considerado alto, com teores correspondentes à produção relativa entre 90 e 100%, a probabilidade de a cultura responder a adubação fosfatada é muito pequena (FARIA *et alii*, 1986).

FREITAS & JORGE (1982) aplicando fósforo em solos sob cerrado, onde o teor desse nutriente é baixo, constataram que

sua adição determinou os maiores acréscimos de produção desde o início do plantio do capim-swanne-bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). A importância do fósforo é ainda enfatizada pelas interações verificadas com N e S, traduzida pelas respostas mais acentuadas a esses nutrientes na presença de doses mais elevadas de fósforo.

Em soja, houve um aumento do peso de grãos, da altura de plantas e da altura de inserção da primeira vagem em função do aumento da dose de fósforo aplicada ao solo (SOUZA & LOBATO, 1988). Resultados semelhantes foram observados por LOBATO (1982) com a cultura do milho, tendo obtido aumento do número de espigas por plantas, do número de plantas com espigas no fim do ciclo, do peso de grãos por espiga, da relação grãos/sabugo aumentaram em função de aumentos na dose de fósforo aplicada ao solo.

BOOCK & CASTRO (1950) constataram influência do fósforo na redução do ciclo vegetativo, assim como aumento da produção de tubérculos de batata. Foi verificado, ainda, que havendo deficiência deste elemento, haverá diminuição do conteúdo do ácido ascórbico, além da diminuição do amido (BOBKOVA, 1979) e uma drástica redução na produção de tubérculos (GALRAO, 1973).

Em ensaios de adubação de batata com doses crescentes de fósforo (30,60,120,180 e 240 Kg de P_2O_5 /ha), BOOCK & FREIRE (1960), constataram que as áreas que receberam apenas NK apresentaram um aumento na produção, em relação à testemunha

(sem adubo) de 20% e na presença de fósforo o aumento foi de 42%, havendo acentuado aumento até a dose de 120 Kg/ha e a partir dessa dose, continuou a elevação da produção, mas de forma menos pronunciada. De modo geral, houve um aumento de tamanho e teor de fósforo nos tubérculos.

2.2. Gesso Agrícola

O gesso agrícola, é um subproduto da obtenção do ácido fosfórico, utilizado na fabricação do superfosfato triplo e fosfatos de amônio. Trata-se do sulfato de cálcio dihidratado, contendo cerca de 15% de S e 26% de óxido de cálcio, contudo não tem propriedade corretiva da acidez por ser um sal proveniente de um ácido forte, o ácido sulfúrico. Alguns anos atrás as indústrias brasileiras descartavam quase que totalmente o gesso, devido ao seu insignificante consumo na agricultura (MALAVOLTA, 1985b e TRANI, 1988).

A maioria dos solos brasileiros apresenta baixos teores de cálcio e magnésio e muitos deles são pobres em enxofre. Possuindo frequentemente alta saturação de alumínio trocável nas camadas subsuperficiais. Isto limita o desenvolvimento em profundidade do sistema radicular das culturas, tornando mais crítica a deficiência de água, e interfere na absorção e transporte de nutrientes, como P, Ca, Mg e K. Desta forma,

contribuindo para a fixação de fósforo no solo (OLMOS & CAMARGO, 1976; MALAVOLTA, 1985a).

Apesar de não ser muito solúvel em água (1 litro de água a 25°C dissolve 2,6g de gesso) e de não se decompor rapidamente no solo, o gesso é mais solúvel e móvel do que o calcário, sendo a forma mineral mais solúvel de cálcio (Collings, 1955 citado por MALAVOLTA, 1985b e KIEHL & FRANCO, 1984). A dissolução do gesso na solução do solo irá produzir os íons Ca^{++} e SO_4^- que irão participar das reações de troca catiônica e aniônica, respectivamente. Aproximadamente 40% do total do cálcio solúvel está presente como CaSO_4 , potencialmente móvel no solo. (PAVAN *et alii*, 1982).

A aplicação do gesso induz pequenos baixamentos de pH, conforme (FRIED & PEECH, (1946) e LOBATO & RITCHEY (1980). OLSEN & WATANABE (1979) não observaram variação de pH em três dos seis solos estudados com a aplicação de gesso, ocorrendo o mesmo com Ponte *et alii* citado por MALAVOLTA *et alii*, (1979), com solo de cerrado.

FRIED & PEECH (1946) afirmam que apesar de o gesso aumentar o teor de alumínio da solução do solo, a aplicação desse produto pode diminuir apreciavelmente o teor da forma trocável. REEVE & SUMMER (1972), observaram uma redução de 50% no teor de Al trocável devido a sua adição, enquanto que LOBATO & RITCHEY (1980), constataram decréscimo de 30 e de 50% para as respectivas dosagens de 0,8 e 2,0 t/ha de gesso, bem como sensível redução na saturação de alumínio do solo.

ROSOLEM & MACHADO (1984) observaram que não houve diferença estatística entre as produções de algodão com a utilização de calcário e gesso em Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Escuro. No entanto, neste último, houve uma tendência à diminuição da produção com a maior dose de gesso na ausência de calcário.

GALLO *et alii* (1968), adubaram com gesso a cultura do milho, além do NPK em ensaios realizados em 31 locais do Estado de São Paulo, encontrando aumentos de produção, devido ao enxofre contido no gesso. Somente em dois locais, os aumentos de produção não foram causados pelo enxofre. Resultados semelhantes foram obtidos por MASCARENHAS *et alii* (1976), relatando os bons efeitos do gesso para as culturas da soja e do feijão. Nesses experimentos, o gesso não foi aplicado isoladamente, mas como um componente do superfosfato simples (45% de gesso e 18% de P_2O_5).

BRAGANÇA (1984), utilizando mudas de café com diversos substratos, estabeleceu que as aplicações de gesso, aumentaram notadamente os teores de enxofre, tanto na matéria seca das raízes quanto na parte aérea.

LOTT *et alii* (s.d.), trabalhando sob condições de casa de vegetação, evidenciaram o efeito benéfico do enxofre sobre o desenvolvimento de mudas de café. A concentração de enxofre nas folhas foi elevada para os tratamentos que receberam 20 e 200 Kg de S/ha. Segundo Freitas *et al. i*, citado por FREITAS & JORGE (1982) a utilização de 30 Kg/ha de S, na

forma de gesso, promoveu o aumento na produção cafeeira em 82% num período de 10 anos. MALAVOLTA *et alii* (1979), observaram que o uso do gesso duplicou a produção do cafeeiro em solo sob cerrado de São Paulo, quando se utilizou a dose de 30Kg de S/ha. Esses resultados confirmam as observações de TRANI (1988) que para a maioria das culturas 200 a 400 Kg de gesso/ha é o adequado, o que representa 30 a 60 Kg de S/ha.

FRIED & PEECH (1946) encontraram maior concentração de cálcio na solução de um solo ácido tratado com gesso do que no mesmo solo tratado com calcário, muito embora plantas de centeio, cevada e alfafa tivessem absorvido melhor o cálcio proveniente do calcário do que do gesso.

KIEHL & FRANCO (1984) observaram liberação de cálcio pelo gesso em estudo com vários solos do Estado de São Paulo, constatando que o teor de cálcio trocável aumentou imediatamente, e que o solo mais pobre mostrou o maior aumento percentual do teor de cálcio.

Estudando o efeito do gesso, adubo verde e fosfato natural em dois cultivos sucessivos do alho, NOGUEIRA *et alii* (1989), observaram, na primeira colheita, que o gesso, a crotalária apresentaram efeito significativo, quando se fez a pesagem de bulbos. No entanto, na segunda pesagem, aos 90 dias após a colheita, o maior peso foi encontrado no tratamento que recebeu adubação verde, ocorrendo uma ligeira redução no peso dos bulbos com os incrementos das doses de gesso. No segundo cultivo, o fósforo, o gesso e o fósforo + gesso, tanto na

ausência como na presença de adubo verde, apresentou efeito significativo, sugerindo aí a solubilização do fosfato natural e do gesso, que provavelmente não foram solubilizadas em tempo hábil, de modo a permitir liberação dos nutrientes durante o primeiro cultivo.

2.2.1. Enxofre

A crosta terrestre contém cerca de 0,11% de enxofre, e a rocha mãe constitui a fonte primária desse elemento, fornecendo sulfetos metálicos os quais em solos bem arejados, se transformam rapidamente em sulfatos. A esse enxofre mineral junta-se o enxofre orgânico proveniente dos restos animais, vegetais e o da matéria orgânica do solo. Outra fonte adicional de enxofre é o SO_2 da atmosfera oriundo da queima de combustíveis fósseis, da madeira e de outros produtos orgânicos. O dióxido de enxofre é oxidado em parte a SO_4^- e trazido ao solo pelas chuvas em proporções que, no Brasil, correspondem de 5-30 Kg de S/ha/ano, insuficiente para atender as exigências da maioria das culturas nas nossas condições (MALAVOLTA, 1980).

A mineralização do enxofre orgânico, do mesmo modo que a do nitrogênio, depende da relação C/N do substrato. O sulfato se forma somente quando o teor de enxofre da matéria orgânica excede a necessidade alimentar dos microorganismos do

solo. Além desse fator, depende também da temperatura, umidade do solo, presença e ausência de plantas e pH do solo. Nos solos bem arejados o enxofre mineral aparece quase exclusivamente como sulfato e em condições anaeróbicas os sulfetos são a forma mais comum. As quantidades de enxofre nos solos minerais vão de 0,002-0,2% e nos orgânicos podem chegar a 1%, sendo que nos solos brasileiros a forma orgânica representa 60-90% do total e a inorgânica somente 5-10% do total (MAGALHAES, 1979 e VITTI & MALAVOLTA, 1985).

As deficiências naturais do enxofre estão associados à queima frequente de áreas cultivadas (McLUNG & FREITAS, 1959), tendendo a se agravar com o cultivo intensivo por vários anos, esgotando a baixa reserva natural deste nutriente e com o uso cada vez maior de misturas de fertilizantes de alta concentração, preparados com uréia, superfosfato triplo, cloreto de potássio e fosfato de amônio, que não contém quantidades apreciáveis deste nutriente (FERREIRA *et alii* 1979, KIEHL & FRANCO, 1984).

A forma de S predominantemente absorvida da solução do solo pelas raízes é a altamente oxidada, o sulfato ($\text{SO}_4^{=}$), sendo a principal forma de enxofre inorgânico presente nos solos (BISSANI & TEDESCO, 1988).

O contato do sulfato com a superfície das raízes, se faz principalmente pelo movimento de fluxo de massa e o processo de absorção é o ativo, como ocorre com a maioria dos elementos. Ao ser absorvido por estas, é translocado e

reduzido nas folhas. As plantas podem também absorver S orgânico de aminoácidos, SO_2 (gasoso) e até mesmo enxofre elementar (como S "molhável" finamente pulverizado) pelas folhas e frutos (FERRI, 1985, Johnson citado por MASCARENHAS, 1977 e MALAVOLTA, 1985).

De acordo com EPSTEIN (1975), além deste elemento fazer parte dos aminoácidos cistina, cisteína e metionina e das proteínas que os contém, desempenha outras funções, tais como ativador enzimático. Na fotossíntese participa da síntese de clorofila, da absorção do CO_2 , da atividade da carboxilase de ribulose, de reações de fosforilação e é essencial no processo de fixação do N_2 pelas leguminosas noduladas. O S é pouco móvel no floema, de modo que os sintomas de carências aparecem em primeiro lugar nas folhas mais novas como uma clorose geralmente uniforme, podendo haver tonalidades roxas (EPSTEIN, 1975).

O enxofre é em quantidade o quarto macronutriente exigido pela batata, e sua absorção atinge a máxima intensidade aos 40-50 dias após a emergência, assim como o K, Mg e N. Neste período ocorre o máximo desenvolvimento vegetativo da batata. Assim o S desempenha funções que determinam aumentos na produção e qualidade do produto obtido (FILGUEIRA, 1982 e VITTI & MALAVOLTA 1985).

A absorção iônica é influenciada por fatores do meio e por fatores relativos à própria planta. Como um dos fatores do meio, tem-se a presença de um nutriente interferindo

na absorção de outro, e nesta situação pode-se ter antagonismo, sinergismo e inibição, MALAVOLTA *et alii* (1974).

Sheard *et alii*, citado por HADDAD (1983), trabalhando com pastagens consorciadas "ryegrass" (*Lolium perene* L.) x trevo branco na Nova Zelândia, demonstraram que a utilização do S pelas plantas, através de gesso, foi aumentada, pela fertilização nitrogenada, resposta essa observada somente para a gramínea. A leguminosa apresentou similar utilização de S, com ou sem a presença de nitrogênio.

FAGERIA & SINGH (1982), citam haver tendência na qual a presença de níveis crescentes de S em trigo faz com que a planta aumente o teor de nitrogênio e vice e versa. Esse comportamento sinérgico de N e S é geralmente considerado como sendo resultado de uma absorção estimulada do ânion em resposta a um aumento total na absorção do cátion (REISENAVER & DICKSON, 1961 e REHM & CALDWELL, 1970).

FREITAS & JORGE (1982), fizeram observações em três anos de experimento (1962/1965); ao final do primeiro ano, o capim-swannee-bermuda não respondeu o quanto se poderia esperar. Somente no terceiro ano, houve um aumento em todas as colheitas e o tratamento que recebeu o equivalente a 160 Kg/ha/ano de S apresentou um aumento de 67,5% em relação a testemunha sem adubação sulfatada.

2.2.2. Cálcio

A maior parte dos solos das regiões tropicais úmidas tem reação ácida que é atribuída a dois fatores principais: remoção do Ca^{++} e Mg^{++} do solo e/ou adição de íons de hidrogênio de várias fontes (SANCHEZ, 1976 e MASCARENHAS, 1977). Para a obtenção do aumento no teor de cálcio e do pH do solo, se faz a adição de quantidades razoáveis de alguns compostos que contém esse nutriente e que podem ser utilizados na calagem: os óxidos de cálcio, os hidróxidos de cálcio e os carbonatos de cálcio.

O cálcio ocorre no solo nas seguintes formas principais: carbonatos, sulfatos, silicatos, trocável, solúvel (MALAVOLTA, 1980). É absorvido pelas raízes como Ca^{++} sendo a absorção diminuída por altas concentrações de K^+ e de Mg^{++} no meio como também por muito N-NH_4^+ e sua maior parte encontra-se nas folhas, sendo 60% nos cloroplastos (MALAVOLTA *et alii*, 1974). Segundo EPSTEIN (1975) o processo de absorção é por fluxo de massa, onde seus íons em solução com a água atingem a superfície das raízes.

Esse elemento desempenha importante papel no desenvolvimento e crescimento das plantas. Estudos fisiológicos tem mostrado que em solução do solo contendo menos de 1 a 5 mM de Ca o crescimento das plantas declina, ocorrendo necrose no meristema apical (FERRI, 1985). O Ca desempenha importantes funções como ativador enzimático,

regulador da permeabilidade da membrana citoplasmática, neutralização de ácidos tóxicos, aumenta o vigor da planta e a resistência das folhas, colmos, troncos e caules, desenvolvimento e funcionamento das raízes, germinação do grão de pólen e desenvolvimento do tubo polínico, além de fazer parte da lamela média como pectato ou sal de ácido poligalacturônico (MALAVOLTA, 1985 e MASCARENHAS, 1977).

Várias desordens fisiológicas de órgãos de armazenamento, tais como caroço amargo em maçãs, podridão apical em tomates, queima das margens em alfaces e coração oco em batatas estão relacionadas ao conteúdo de cálcio nos tecidos. Aumentando-se o nível de cálcio nos tecidos, a ocorrência dessas desordens diminui. Sob condições de deficiência de cálcio as membranas tornam-se não seletivas, a compartimentalização celular é perdida e a interligação com as pectinas da lamela média é afetada (MARINOS, 1982).

Uma das propriedades do cálcio é que há pouca ou nenhuma redistribuição após o acúmulo (HIMELRICK & McDUFFIE, 1983). Muitos experimentos fornecem a evidência de que as plantas devem ser supridas continuamente com cálcio, uma vez que o cálcio interno não é redistribuído às partes de crescimento. As extremidades radiculares exigem um suprimento contínuo de cálcio para sua atividade meristemática. Uma parada temporária ao suprimento deste nutriente pode impedir a divisão celular e causar a morte das raízes.

Foi demonstrado em cerrado de Goiás, por RITCHEY *et*

alii (1980) que o cálcio aplicado na forma de carbonato teve pouca movimentação no perfil do solo, ao passo que, na forma de sulfato a movimentação se deu até uma profundidade de 0,40 a 0,80 m e na forma de cloreto até 1,50 m de profundidade.

Segundo RITCHEY *et alii* (1980); QUAGGIO *et alii* (1982) e ROSOLEM & MACHADO (1984), a lixiviação de Ca é bem mais rápida quando é realizada a gessagem do que por calagem.

Na planta exerce efeitos inibitório, diminuindo a assimilação não metabólica do potássio; e, estimulante, que é resultado da participação do cálcio em mecanismos metabólicos na assimilação do potássio. O efeito estimulante, segundo menciona KAHN & HANSON (1957), ocorre em pH abaixo de 6,5 enquanto que acima deste valor, o efeito é depressivo.

ROSOLEM & MACHADO (1984), observando os efeitos da calagem e da gessagem na produção do algodoeiro, presumiram que tenha ocorrido uma deficiência do potássio, motivada pela aplicação do cálcio, principalmente na forma de gesso. Este fato poderia explicar a tendência de menores produções obtidas com a dose maior de gesso. McMILLER (1918), em estudos com plantas cítricas obteve resultados diferentes, pois observou aumento na disponibilidade de potássio pelas aplicações de gesso, proporcionando maior absorção deste por plantas cítricas.

Em plantas cítricas, Jacoby citado por BARBOSA (1981) comprovou que alta concentração de cálcio foi a causa da

diminuição na absorção de magnésio. LIMA *et alii* (1984), obtiveram respostas semelhantes estudando a relação Ca/Mg em cinco diferentes proporções, e observaram que a omissão de um ou outro nutriente causou decréscimo na produção de tomates devido essas relações serem muito altas ou baixas. Entretanto, o decréscimo causado pelo excesso de magnésio foi maior do que aquele proporcionado pelo excesso de cálcio. Provavelmente, a elevada concentração de um estaria prejudicando a absorção do outro, evidenciando a importância do balanceamento adequado entre os nutrientes (SFREDO, 1976 e LIMA *et alii*, 1981).

Como consequência das elevadas doses de cálcio, tem-se aumentos nos teores desse elemento como uma redução na acidez do solo, acarretando uma diminuição na disponibilidade de boro, cobre, manganês e zinco (BUCKMAN & BRADY, 1974; EPSTEIN, 1975 e MALAVOLTA, 1987).

Para a cultura da batata, é observada uma tolerância diferencial à toxidez do alumínio entre as diversas cultivares. Os efeitos do alumínio sobre a planta são: redução do crescimento da parte aérea, do número de tubérculos, e mesmo, a influência direta na absorção (Lee, 1971 citado por FAHL *et alii*, 1980). No entanto, essas observações discordam com as de FAHL *et alii* (1980) estudando as variedades Bintje e Aracy, pois não foi observada redução do número de tubérculos, mas sim seu menor desenvolvimento e menor concentração de cálcio e magnésio na parte aérea.

SIMMONS *et alii* (1988), observaram que a aplicação de cálcio para a cultura da batata em solo com baixa CTC, baixo teor de cálcio, e em solos arenosos incrementa o rendimento de tubérculos graúdos (170-370 g) aumenta a concentração de cálcio na periderme, a resistência às doenças bacterianas e reduz a mancha de chocolate.

O mesmo autor afirma que o aumento do tamanho dos tubérculos e melhor qualidade tem sido correlacionados com o aumento na concentração de cálcio no tubérculo. A eficiência de vários métodos de aplicação de cálcio para esta cultura depende do mecanismo de absorção da planta e o seu transporte para os tubérculos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e Caracterização da Area

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Setor de Olericultura do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras - MG, no período de agosto a dezembro de 1989.

Lavras situa-se a uma altitude média de 910 m, 21° 14'S e 45° 00' W com uma ocorrência de precipitação média anual de 1493 mm e temperatura média anual de 19,3° C (CASTRO NETO *et alii*, 1980). O clima, segundo Köppen é do tipo CWb com uma estação seca entre abril e setembro e uma chuvosa de outubro a março (VILELA & RAMALHO, 1979).

Os dados relativos à precipitação pluviométrica e temperatura durante o período de condução do experimento estão apresentados na Figura 1.

O experimento foi conduzido em solo do tipo Latossolo Vermelho Escuro Distrófico. Os resultados das análises químicas e físicas são apresentados no Quadro 1.

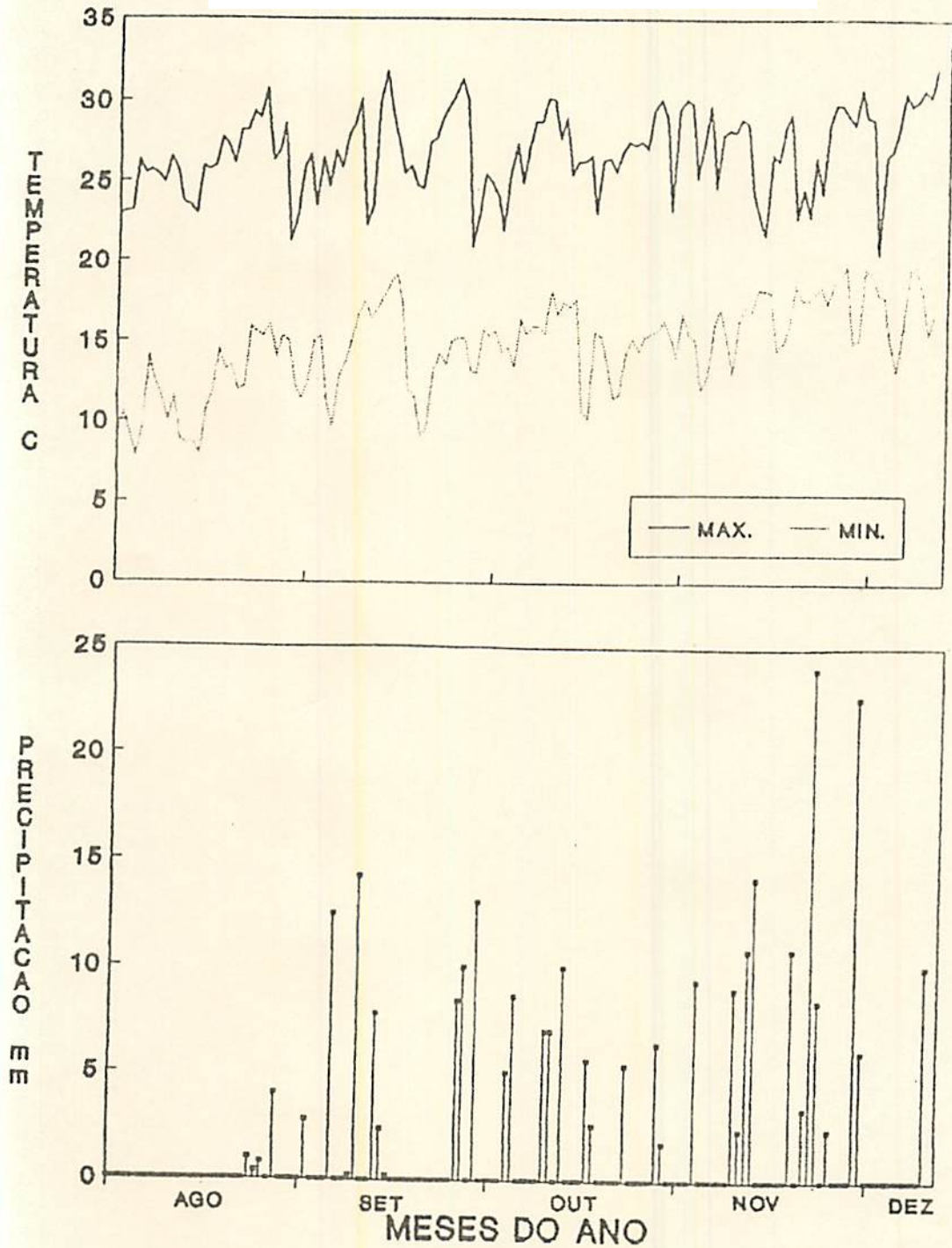


FIGURA 1. Média da precipitação diária e da temperatura no período de agosto a dezembro de 1989 no município de Lavras - MG.

QUADRO 1. Características químicas e físicas do solo da área experimental. ESAL, Lavras-MG, 1989.

Características do Solo	Teores
pH (água 1:2,5)	5.6
Alumínio Trocável (Al^{+++}) em meq/100cc	0.1
Fósforo (P) em ppm	11
Potássio (K) em ppm	59
Cálcio (Ca^{++}) em meq/100 cc	2.5
Magnésio (Mg^{++}) em meq/100 cc	0.9
Enxofre (S) em ppm	37
Matéria orgânica (%)	3.4
Areia (%)	26
Limo (%)	26
Argila (%)	48
V (%)	47
T (%)	7.6
t (%)	3.7

Determinações realizadas no Departamento de Ciências do Solo da ESAL.

3.2. Delineamento Experimental e Tratamentos

Foi adotado o delineamento em blocos casualizados com esquema fatorial 4 x 4, correspondente a quatro níveis de fósforo (0, 200, 400 e 600 Kg/ha de P_2O_5) e quatro níveis de gesso (0, 200, 400 e 600 Kg/ha), constituindo 16 tratamentos.

Os tratamentos foram repetidos 3 vezes totalizando desta forma 48 parcelas. A unidade experimental constituiu-se de 4 fileiras, de 3,00m de comprimento x 3,20m de largura, espaçadas de 0,80m x 0,30m totalizando, portanto, $9,6m^2$, utilizando-se a profundidade de 0,15m. Para efeito de avaliação, considerou-se como área útil $3,84 m^2$, comportando as duas linhas centrais, conforme recomendado por CARDOSO *et alii* (1981), perfazendo um total de 16 plantas úteis.

A adubação de plantio foi feita com base na análise do solo e nas recomendações da COMISSAO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1989) e constou de 80 Kg/ha de uréia, 200 Kg/ha de cloreto de potássio e 20 Kg/ha de bórax. A aplicação de P_2O_5 , na forma de super fosfato triplo, e a gessagem foram efetuadas também no plantio.

O preparo do solo constou das operações de aração e gradagem antecedendo o plantio, que foi realizado em 02/08/89 utilizando-se a cultivar Aracy. Aos 33 dias após o plantio, efetuou-se a adubação de cobertura, utilizando-se 80 kg/ha de uréia antes da amontoa. Após esta operação, foi efetuado apenas uma capina.

Fez-se um tratamento de solo com Têmik 10G em quantidade equivalente a 10 Kg/ha, aplicado ao solo da área experimental, por ocasião da abertura dos sulcos de plantio. A área experimental foi irrigada uniformemente por aspersão, durante a condução do cultivo.

O controle fitossanitário da batata foi realizado

semanalmente através de pulverizações preventivas com fungicidas à base de Metalaxyl (RIDOMIL) e Iprodione (ROVRAL), alternado com Mancozeb (Dithane M. 45). De acordo com a constatação de incidências de insetos, realizaram-se pulverizações com defensivos à base de Paration Metílico (Folidol Emulsão 60%), sendo a última pulverização cerca de 20 dias antes da senescência das ramas.

3.3. Características avaliadas

3.3.1. Altura média de plantas

Na área útil de cada parcela, foram tomadas, aleatoriamente, 10 hastes principais, medindo o seu comprimento (cm) da base até o ápice. Os dados foram obtidos aos 30 e 60 dias após o plantio.

3.3.2. Número de hastes por planta

Aos 65 dias do plantio, procedeu-se a contagem das hastes de 10 plantas da área útil de cada parcela, tomadas aleatoriamente.

3.3.3. Porcentagem de plantas acamadas

Aos 65 dias de plantio, avaliou-se o índice de todas as plantas acamadas da área útil de cada parcela.

3.3.4. "Stand" final

A avaliação do "stand" final foi feita aos 130 dias após o plantio da cultura, por ocasião da colheita. Procedeu-se a contagem das plantas que produziram na parcela útil.

3.3.5. Ciclo vegetativo

Número de dias decorridos do plantio até a colheita.

3.3.6. Número de tubérculos por planta

Realizou-se a contagem do número de tubérculos por planta produzidos na área útil.

3.3.7. Peso médio de tubérculos

Obtido da produção da parcela em grama, dividido pelo

número de tubérculos produzidos na parcela útil.

3.3.8. Produtividade de tubérculos

Após a senescência natural das plantas, os tubérculos foram colhidos e pesados, sendo os dados obtidos expressos em Kg/ha.

3.3.9. Teores de nutrientes nos tubérculos)

Realizou-se uma amostragem dos tubérculos produzidos na área útil. Os tubérculos foram lavados em água corrente, cortados em fatias e acondicionados em sacos de papel. Foram postos para secar em uma estufa com circulação de ar forçada, a 65-75° C, durante 72 horas. Fez-se a moagem do material em moinho tipo wiley e acondicionado em frascos de vidro, para análises químicas.

A determinação da concentração de N, P, K, Ca, Mg e S exportada pelos tubérculos de batata, foi realizada no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras (MG). Os teores de K e P foram obtidos respectivamente, por fotometria de chama e por colorimetria com molibdato e vanadato de amônio; o Ca e o Mg foram determinados pelo espectrofotômetro de absorção atômica; o N pelo método Kjeldahl e S por

turbidimetria. Todas as análises de tecido seguiram as normas preconizadas por SARRUGE & HAAG (1974).

3.4. Análise Estatística

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância e posteriormente à análise de regressão (PIMENTEL GOMES, 1973), com exceção das características número de hastes principais por planta, "stand" final, ciclo vegetativo e teor de nutrientes nos tubérculos, as quais não apresentaram diferença estatística significativa pelo teste F.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Altura Média de Plantas

Os resultados de altura média de plantas aos 30 e 60 dias após o plantio em função das doses de P_2O_5 , demonstraram que a medida que se aumentavam as doses, havia aumento na altura das plantas. Não havendo efeito significativo do gesso e nem da interação gesso + P_2O_5 sobre a altura de plantas, cujos resultados estão apresentados no QUADRO 2.

A análise de regressão (FIGURA 2) explica 96% da variação total. Aos 30 dias após o plantio, a estimativa da altura máxima atingida foi de 33,7cm correspondente à dose de 506Kg/ha de P_2O_5 .

Aos 60 dias após o plantio a estimativa da altura máxima atingida foi de 60,4cm com a dose de 456Kg/ha de P_2O_5 , como é mostrado na FIGURA 3, com 97% da variação total.

Com relação as doses de P_2O_5 para se obter as alturas máximas aos 60 e 30 dias, observou-se que ocorreu um decréscimo de 49Kg de P_2O_5 na quantidade. Provavelmente essa diminuição na absorção do elemento após os 30 dias se deva a maior

necessidade de N e K exigida pela planta para seu desenvolvimento vegetativo aos 40-50 dias aproximadamente, FILGUEIRA (1982).

CRISOSTOMO *et alii* (1983), obtiveram altura média de plantas de 65cm também aos 60 dias, com a dose de 160-560-320Kg/ha de NPK.

A contribuição do P, é dada pela sua grande mobilização durante o crescimento de tecidos meristemáticos (MALAVOLTA, 1985a).

Após 60 dias do plantio não se constatou maior resposta à adubação, apesar deste elemento ser aos poucos liberado para a planta, atingindo o máximo aos 80 dias e ser o responsável pela produção e estímulo à formação de tubérculos, conforme resultados obtidos por MACEDO (1976).

Os resultados de altura média de plantas aos 30 e 60 dias após o plantio, obtidos em função das doses de gesso estão apresentados no QUADRO 2, os quais não se diferenciaram estatisticamente.

A adubação com gesso agrícola não mostrou efeito para a cultura no que se refere a altura de plantas. Resultados análogos foram encontrados para mudas de café (RUIZ AGUAS, 1989). FERNANDES (1985), estudando variedades de cana-de-açúcar, observou que a maior altura média da cultura, ocorreu nos tratamentos que receberam além da adubação básica, o gesso. De acordo com o mesmo autor verificou-se que ocorreu menores alturas para as outras duas variedades. Estas se comportaram semelhantemente na presença e ausência do gesso

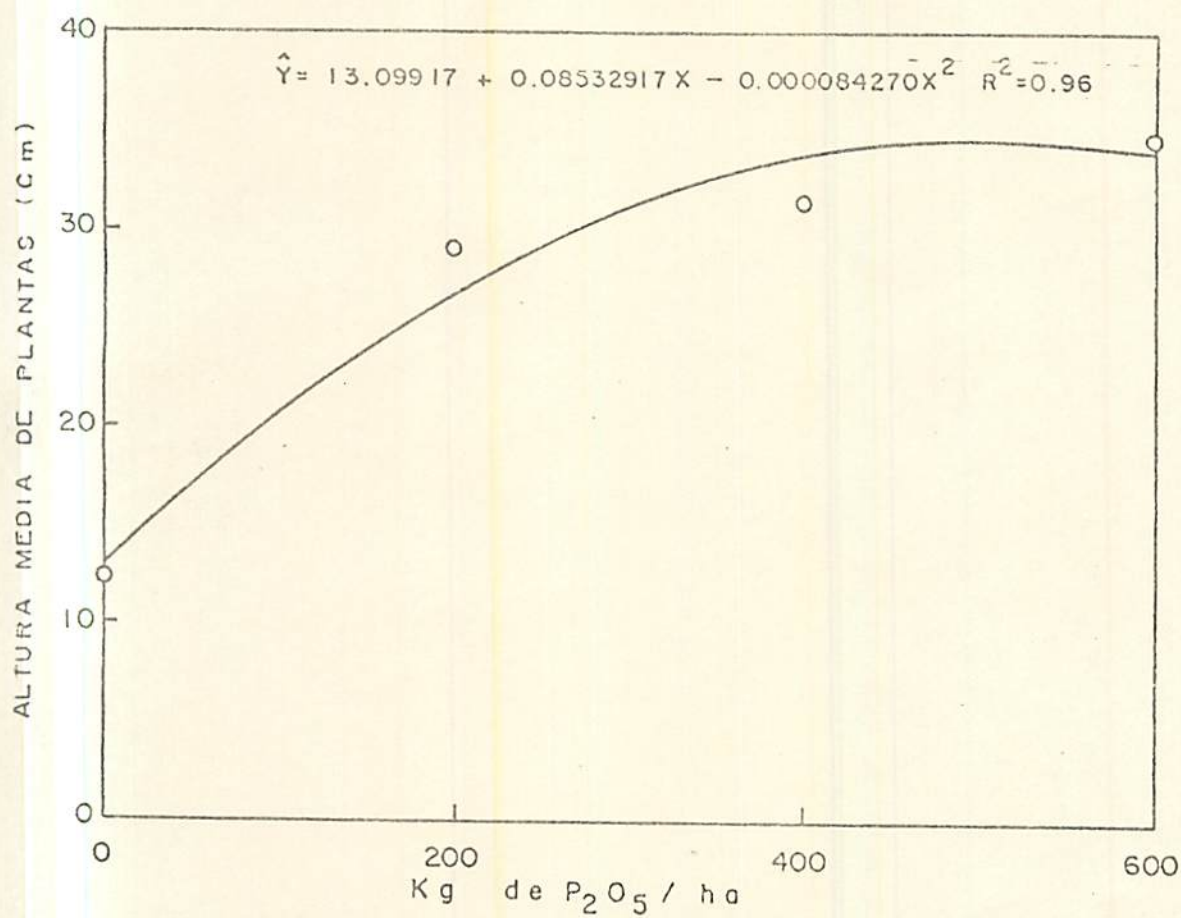


FIGURA 2. Efeito das doses de P_2O_5 na altura de plantas de batata aos 30 dias após o plantio. ESAL, Lavras-MG, 1989.

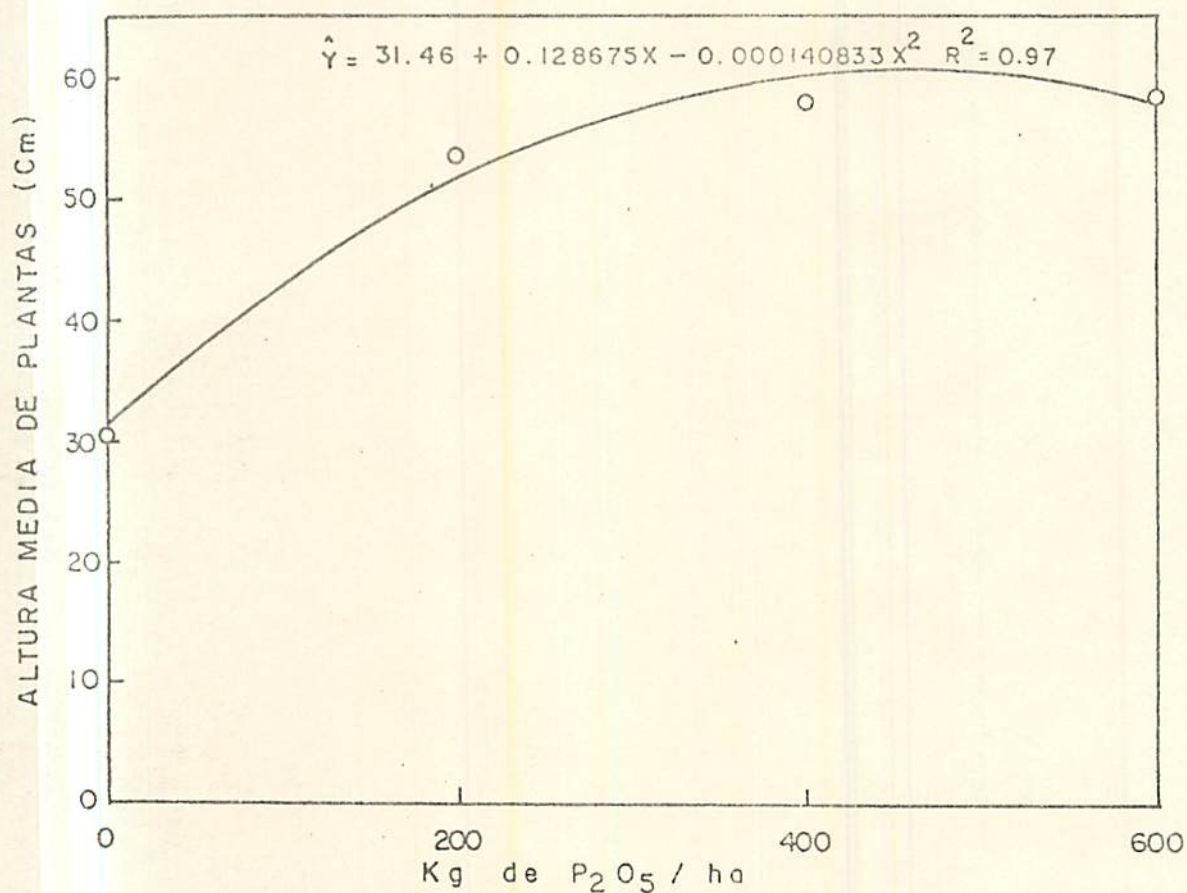


FIGURA 3. Efeito das doses de P_2O_5 na altura média de plantas de batata aos 60 dias após o plantio. ESAL, Lavras-MG, 1989.

como também na presença e ausência do enxofre na forma elementar.

QUADRO 2. Altura média de plantas de batata (cm) aos 30 e 60 dias após o plantio em função das doses de gesso. ESAL, Lavras-MG, 1989.

Dias após o plantio	Doses de Gesso (Kg/ha)	Altura de Plantas (cm)
30	0	26.45 a
	200	25.38 a
	400	27.52 a
	600	28.26 a
60	0	52.48 a
	200	47.73 a
	400	49.99 a
	600	51.18 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.2. Número de hastes por planta

Os resultados referentes ao número de hastes por planta em função dos diferentes níveis de P_2O_5 e de gesso utilizados estão apresentados no QUADRO 3 e 4.

Não houve influência dos tratamentos e da interação sobre o número de hastes/planta, embora SILVA FILHO (1981), estudando níveis de adubação, observou um incremento no número de hastes quando se utilizou 560Kg de P_2O_5 /ha sobre a dose de 280Kg de P_2O_5 /ha. Segundo SANDHU *et alii* (1972), esta característica está associada a dormência e que depende da cultivar. Entretanto, ISHIKAWA (1985) utilizando as mesmas doses citadas acima, também não observou influência da adubação no número de hastes/planta, mas, da influência da cultivar, do número de brotações por tubérculo, do estado fisiológico das brotações, da dormência dos tubérculos, da profundidade de plantio, do tamanho do tubérculo, além da disponibilidade de nutrientes no solo.

QUADRO 3. Número de hastes por planta e stand final em plantas de batata em função das doses de P_2O_5 . ESAL, Lavras-MG, 1989.

Doses de P_2O_5 (Kg/ha)	Número de hastes/planta	Stand final
0	4.21 a	15.08 a
200	4.72 a	15.50 a
400	4.82 a	15.58 a
600	4.94 a	15.75 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 4. Número de hastes por planta, porcentagem de plantas acamadas e stand final em plantas de batata em função das doses de gesso. ESAL, Lavras-MG, 1989.

Doses de gesso (Kg/ha)	Numero de hastes/planta	% de plantas acamadas	Stand final
0	5.13 a	21.10 a	15.75 a
200	4.80 a	20.01 a	15.67 a
400	4.37 a	16.07 a	15.08 a
600	4.38 a	21.11 a	15.42 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.3. Acamamento

Observando-se a FIGURA 4 pode-se verificar que o índice de acamamento foi influenciado significativamente de forma linear pelas doses de P_2O_5 . O gesso e a interação gesso + P_2O_5 não exerceram efeitos significativos sobre o índice de acamamento.

Tal fato sugere que por o fósforo ser responsável pela síntese de proteínas, seu efeito se reflete no maior crescimento das plantas. A maior absorção de fósforo ocorre em presença do magnésio, devido ao seu papel nas reações de fosforilação (MALAVOLTA, 1980). Podendo-se admitir que o teor

de magnésio existente no solo (0,9meq/100cc) foi o suficiente para que esta absorção tenha ocorrido.

O crescimento exagerado das plantas provocando acamamento, proporciona condições para o desenvolvimento de doenças como a rizoctoniose (*Rhizoctonia solani* Kiihn) que pode ocorrer no fim do ciclo nas hastes próximas ao solo. Sua sobrevivência e sua disseminação ocorrem na forma de micélio em restos de cultura, de escleródios no solo ou em tubérculos contaminados, tendo como formas de controle a rotação de culturas, a amontoa aos 30 dias, quando o caule estiver mais rígido, uso de tubérculos sementes sadios (JULIATTI, 1985 e REIFSCHNEIDER, 1981). De modo semelhante ocorre com a requeima (*Phytophthora infestans*), devido a ausência da fase sexuada deste fungo no Brasil, este sobrevive nos restos de cultura e os tubérculos que ficam descobertos no campo são facilmente infectados, segundo REIFSCHNEIDER (1981).

O QUADRO 4, mostra que não houve efeito do gesso sobre esta característica avaliada, possivelmente pelos teores de cálcio e enxofre existentes no solo, serem suficientes para as exigências da cultura.

4.4. Stand final

Os resultados da característica stand final obtidos em

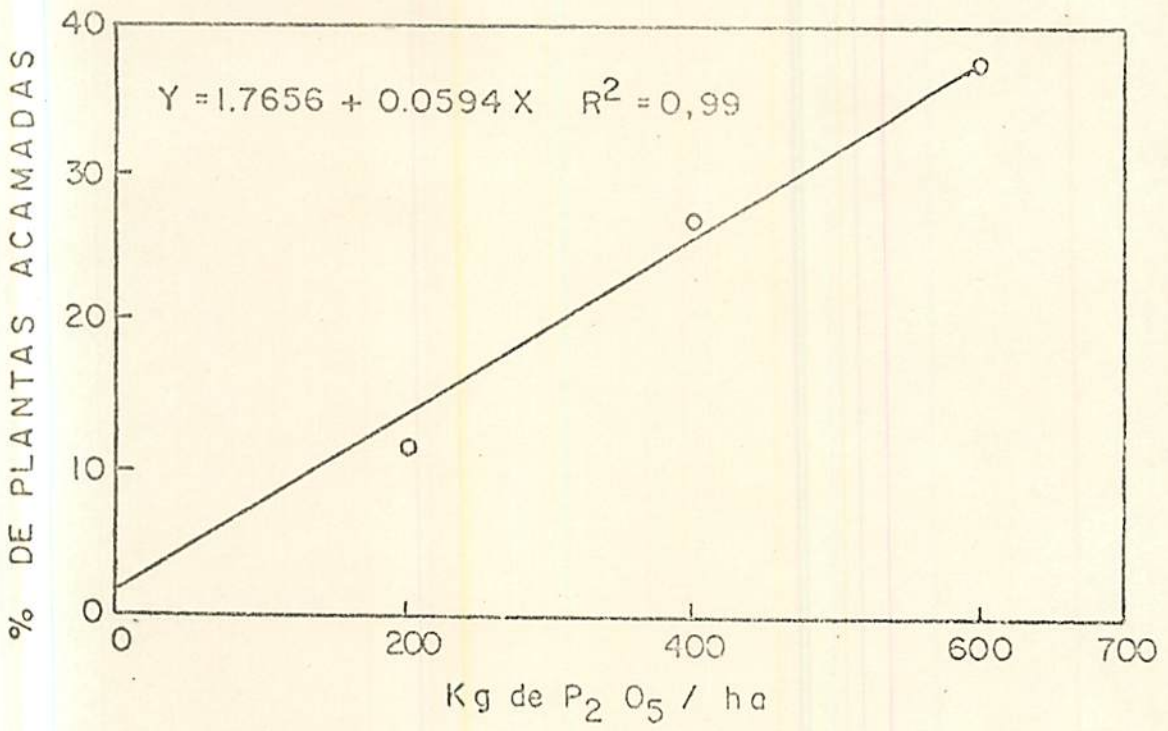


FIGURA 4. Efeito das doses de P_2O_5 no número de plantas de batata acamadas. ESAL, Lavras-MG, 1989.

função dos diferentes níveis de P_2O_5 e gesso encontram-se nos QUADROS 3 e 4 onde observa-se efeitos não significativos dos tratamentos e da interação P_2O_5 + gesso sobre esta característica

O stand é uma característica importante de ser avaliada, por determinar o potencial de produção.

Estes resultados sugerem que as dosagens utilizadas foram suficientes para promover uma boa sobrevivência das plantas, atingindo-se ao final um stand de 95,44%.

4.5 Ciclo vegetativo

O número de dias decorridos do plantio até a colheita, foi de 130 dias, não sendo influenciado pelos tratamentos. Este resultado concorda com os de MOREIRA DUQUE (1983) que relata ser o ciclo vegetativo mais influenciado pelo genótipo do que pelo ambiente, sendo portanto, características bem definidas de cultivares, desta forma, é pouco variável sob condições normais, e o seu conhecimento se faz importante na descrição de cultivares

4.6 Número de tubérculos por planta

Os resultados de número de tubérculos por planta em

função das doses de P_2O_5 , demonstram que à medida que se aumentavam as doses, havia aumento no número de tubérculos por planta

Não houve efeito significativo do gesso e nem da interação gesso + P_2O_5 sobre o número de tubérculos por plantas, cujos resultados estão apresentados no QUADRO 6.

O efeito do fósforo explica 93% da variação total (FIGURA 5), sendo que a maior média do número de tubérculos por planta foi estimada com a dose de 470Kg/ha de P_2O_5 .

Em muitas plantas, durante o crescimento do fruto e dos tecidos meristemáticos há grande mobilização do fósforo, devido sua participação nos compostos ricos de energia, como o ATP, importante nas reações de síntese e desdobramento de carboidratos, inclusive amido entre outras (FERRI, 1985). Com a cultura da batata ocorre uma absorção mais intensa no estágio em que a cultura encontra-se em desenvolvimento e crescimento dos tubérculos. Esta absorção é variável conforme a cultivar, na Aracy, ocorre até aos 80 dias (MACEDO, 1976).

Provavelmente, a ausência de efeito do gesso sobre esta característica, se deve ao fato da sua velocidade de solubilização no solo ser lenta e a cultura, mesmo sendo utilizada uma cultivar tardia, ainda possui um ciclo vegetativo curto, não possibilitando então a absorção e rápida redistribuição do S ou do Ca nele contido, considerando ainda que as quantidades existentes no solo, desses nutrientes, 37ppm e 2,5meq/100cc respectivamente serem satisfatórias para o cultivo

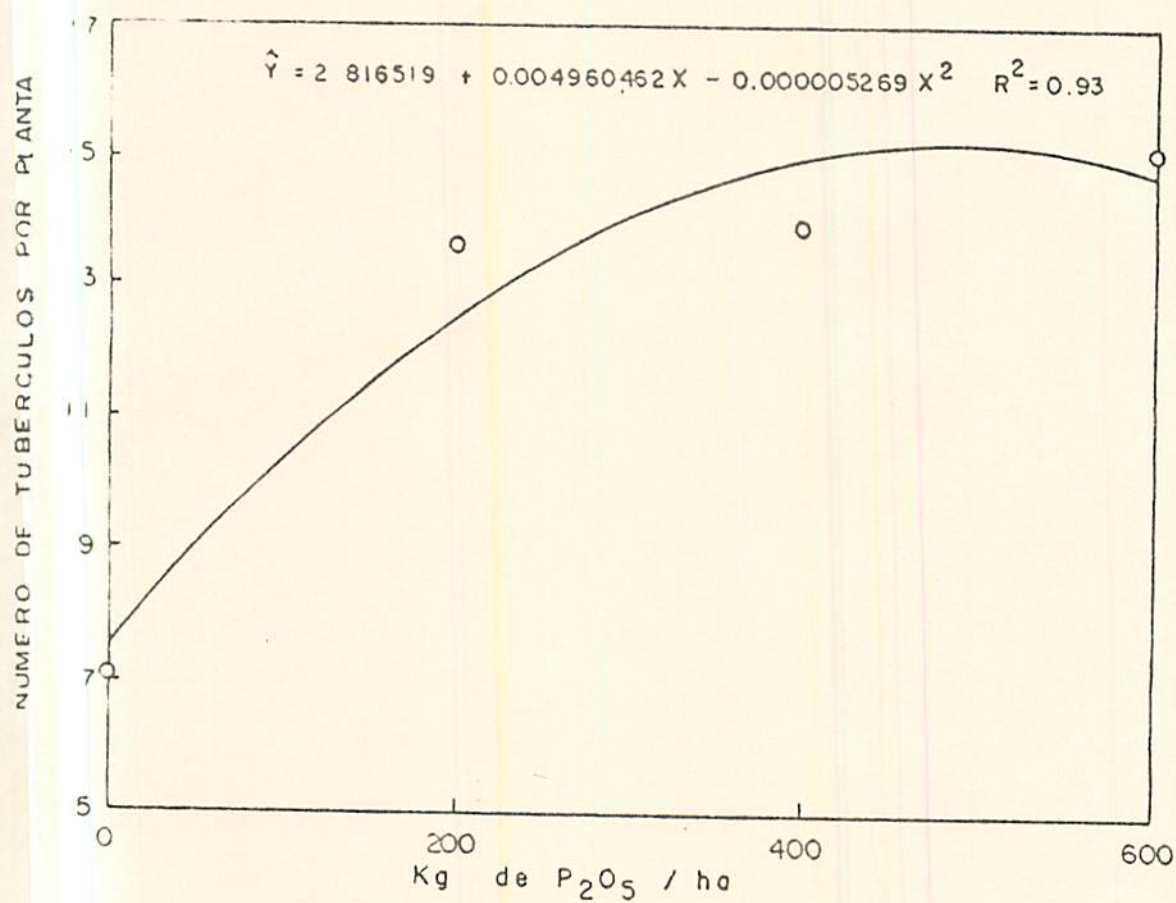


FIGURA 5 Efeito das doses de P_2O_5 no número de tubérculos por planta. ESAL, Lavras-MG, 1989.

da batateira

QUADRO 5 Número de tubérculos por planta em função das doses de gesso ESAL, Lavras-MG, 1989.

Doses de gesso (Kg/ha)	Número de tubérculos por planta
0	12.17 a
200	11.96 a
400	12.10 a
600	12.68 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.7 Peso médio de tubérculos

Os dados referentes ao peso médio de tubérculos, obtidos em função das doses de P_2O_5 , demonstram que à medida que se aumentava as doses, havia decréscimo no peso dos tubérculos. O gesso e a interação P_2O_5 + gesso não exerceram efeitos significativos sobre o peso dos tubérculos, cujos resultados estão no QUADRO 6.

Na FIGURA 6 a análise de regressão explica 91% da variação total. Observa-se que o maior peso médio de tubérculos foi obtido pela testemunha. Este resultado permite

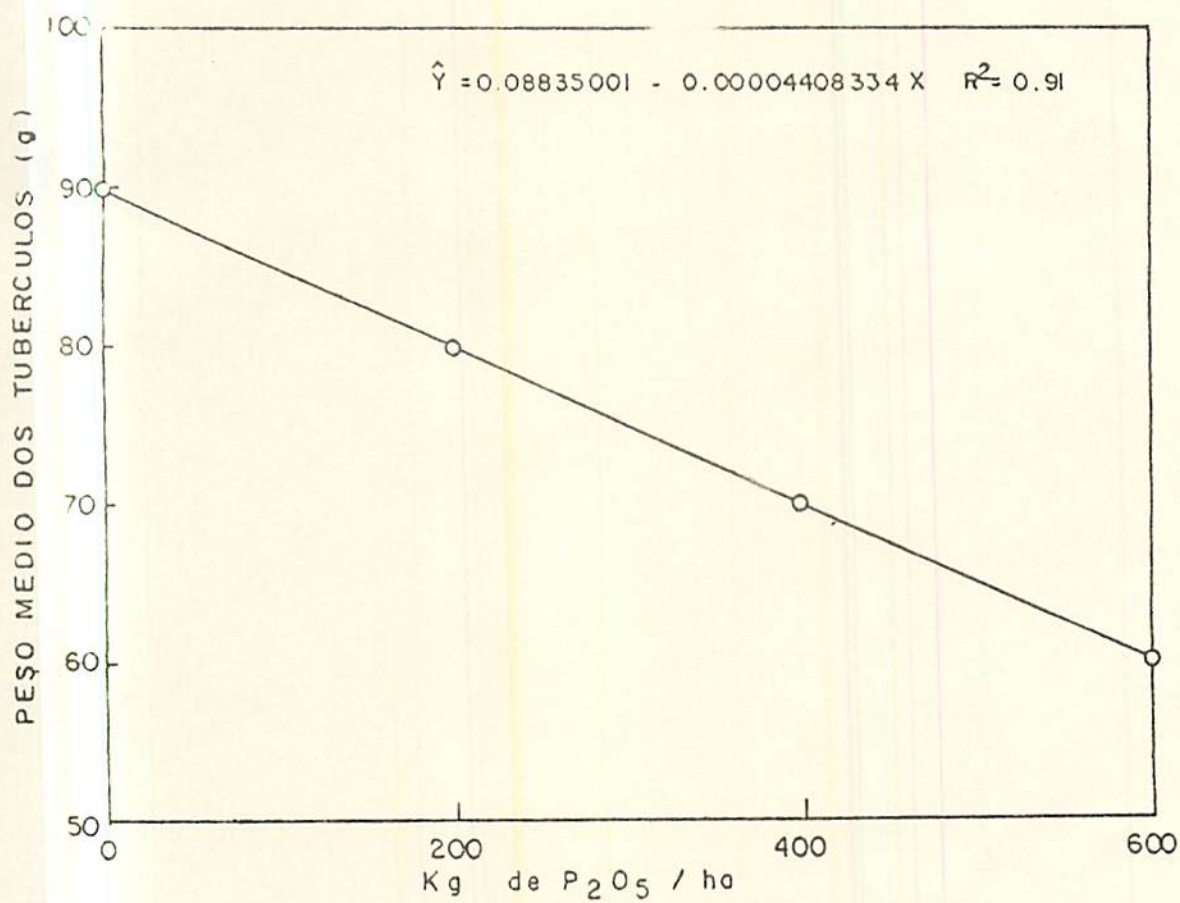


FIGURA 6 Efeito das doses de P_2O_5 no peso médio dos tubérculos por planta. ESAL, Lavras-MG, 1989.

admitir que sendo o fósforo o elemento que estimula a formação de tubérculos e apressa a sua maturação, (FILGUEIRA, 1982) provocou o aumento no número de tubérculos com consequente diminuição no peso dos mesmos.

QUADRO 6. Peso médio dos tubérculos em função das doses de gesso. ESAL, Lavras-MG, 1989.

Doses de Gesso (Kg/ha)	Peso de tubérculos (g)
0	80 a
200	70 a
400	80 a
600	80 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em estudos com alho, NOGUEIRA *et alii* (1989) constataram que com a aplicação do gesso, da crotalária e do gesso + crotalária houve efeitos significativos, quando se fez a primeira pesagem de bulbos. No entanto, na segunda pesagem, ocorreu uma ligeira redução no peso dos bulbos com os incrementos das doses de gesso. No segundo cultivo, o fósforo, o gesso e o fósforo + gesso, tanto na ausência como na presença de adubo verde, apresentou efeito significativo, sugerindo aí a solubilização do fosfato natural e do gesso, que provavelmente não foram solubilizados em tempo hábil de

modo a permitir liberação dos nutrientes durante o primeiro cultivo.

Possivelmente, o mesmo ocorreu neste estudo, talvez pelas baixas doses de gesso utilizadas, aliada ao seu processo de solubilização, e a rápida lixiviação do cálcio proveniente do gesso (ROSOLEM & MACHADO, 1984).

4.8 Produtividade de tubérculos

Os dados referentes à produtividade, obtidos em função das doses de P_2O_5 , demonstram que a maior produtividade foi de 40 9t e ocorreu com a dose de 200Kg/ha de P_2O_5 , estabilizando-se à medida em que se aumentavam as doses.

Não houve efeito significativo do gesso e nem da interação gesso + P_2O_5 sobre produtividade de tubérculos, cujos resultados estão apresentados no QUADRO 7.

O modelo estatístico (FIGURA 7) explica 97% da variação total. Tal fato mostra que o P é o nutriente que promove aumentos mais significativos na produtividade, estimulando a formação de tubérculos, apressando a maturação (FILGUEIRA, 1982).

BOOCK & FREIRE (1960) verificaram que a produtividade da batata era uma função crescente da dose de fósforo até 180Kg/ha de P_2O_5 , estabilizando-se em seguida. Constatação semelhante foi encontrada por DUBETZ & BOLE (1975), trabalhando com outros solos e cultivares, com níveis de estabilização de

224Kg/ha. BOOCK & FREIRE (1961), testando as doses de 60-120-240Kg de P_2O_5 /ha, observaram que apenas a dose de 240Kg de P_2O_5 /ha apresentou efeito significativo, aumentando a produção.

NÃO houve resposta significativa ao gesso para nenhuma das características avaliadas. Desta forma, esses dados discordam dos obtidos por BRAGANÇA (1984) que confirma o aumento dos teores de enxofre tanto na matéria seca das raízes, quanto na parte aérea das mudas de café e de Freitas *et alii*, citado por FREITAS & JORGE (1982), que utilizando 30 Kg/ha de S na forma de gesso, promoveu aumento na produção de 82%. TRANI (1988), constatou que para a maioria das culturas 200 a 400 Kg de gesso/ha é adequado, fornecendo assim 30 a 60 Kg de S/ha. Esses resultados nos permitem admitir que as doses de gesso utilizadas não foram solubilizadas, pois é um produto de decomposição lenta no solo (Collings citado por MALAVOLTA, 1985b e KIEHL & FRANCO, 1984), permanecendo de forma não disponível para as plantas.

Possivelmente deve ter ocorrido um melhoramento da camada sub-superficial do solo para culturas posteriores. Esta hipótese encontra suporte em RITCHEY *et alii* (1980) em estudos com milho, onde observaram aumento nos teores de Ca + Mg e pH e diminuição na saturação de alumínio no subsolo e conseqüentemente um maior desenvolvimento radicular em profundidade das plantas, com melhor aproveitamento de água durante os veranicos.

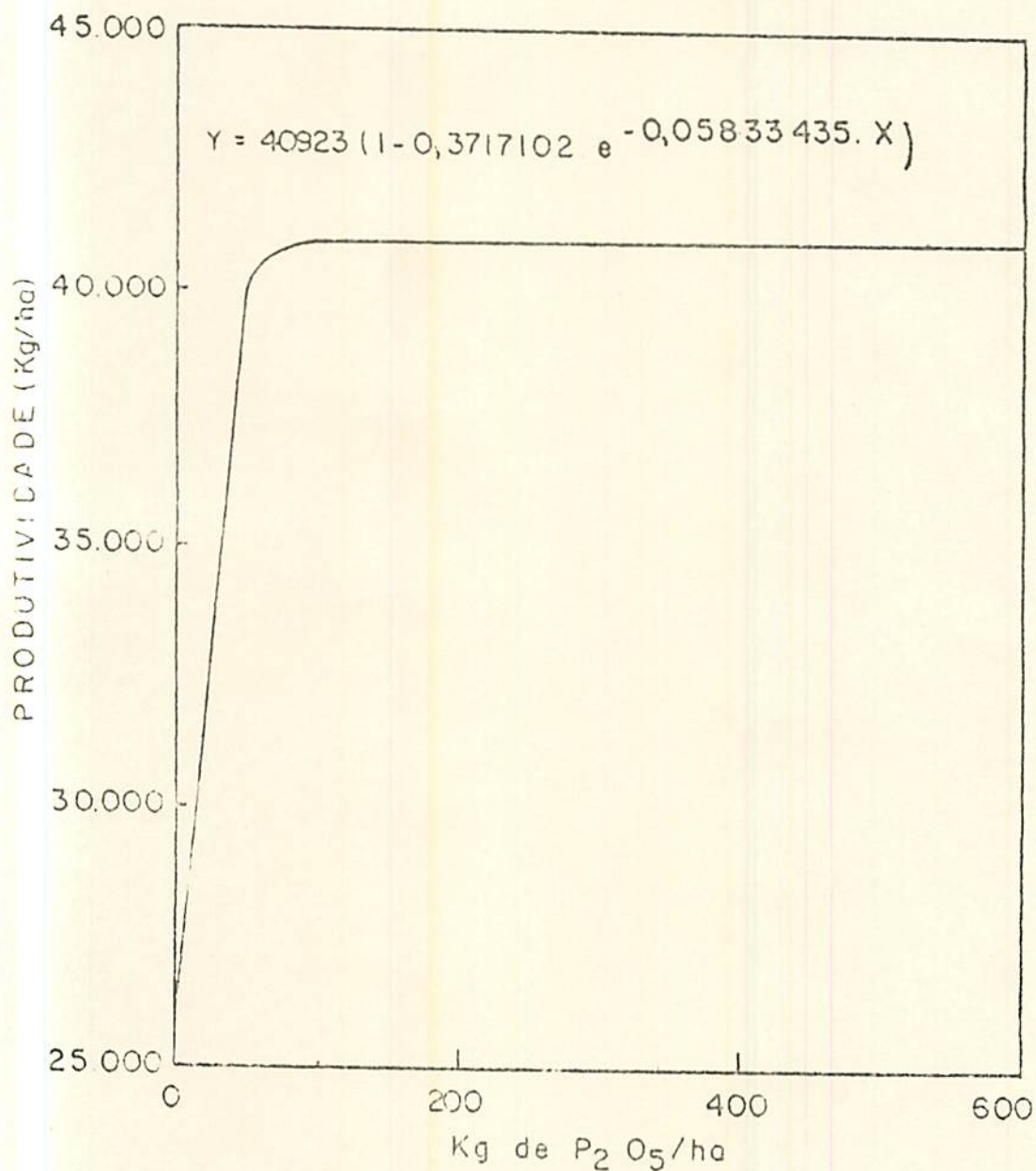


FIGURA 7. Efeito das doses de P₂O₅ na produtividade de tubérculos de batata. ESAL, Lavras-MG, 1989. RIRIE *et alii* (1952), RITCHEY *et alii* (1980), QUAGGIO

et alii (1982) e PAVAN *et alii* (1984), afirmam que além da dificuldade de definição de dosagens e em que condições se aplicar o gesso para diminuir a saturação de alumínio em subsolos, há ainda outros problemas relacionados ao uso desse insumo como a remoção de potássio e magnésio para as camadas inferiores do solo, ou ainda, aumento do manganês e alumínio na solução do solo, provocando toxidez desses elementos, quando o gesso é eliminado da região de absorção das raízes.

QUADRO 7 Produtividade de tubérculos em função das doses de gesso ESAL, Lavras-MG, 1989.

Doses de gesso (Kg/ha)	Produtividade de tubérculos (kg/ha)
0	37131.08a
200	34879.56a
400	36085.07a
600	37327.47a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.9 Teor de nutrientes nos tubérculos

4.9.1 Nitrogênio

Com relação ao nitrogênio nos tubérculos, pode-se observar (QUADROS 8 e 9) que as doses de P_2O_5 e gesso não apresentaram nenhuma influência, mesmo havendo presença do cálcio fornecido pelo gesso, pois EPSTEIN (1975) e MALAVOLTA (1980) consideram a presença deste nutriente no meio essencial para a absorção normal de outros nutrientes.

Como a maior parte do N é absorvido por fluxo de massa, a distribuição do sistema radicular, se torna importante do ponto de vista de absorção desse elemento do que nos casos do P e do K (EPSTEIN, 1975 e MALAVOLTA, 1980). Como o NO_3^- não é praticamente fixado no solo, pode haver arrastamento e perda por lavagem. Daí a necessidade de um sistema radicular suficientemente desenvolvido, para que se estabeleça o contato íon/raiz. A adubação nitrogenada foi feita com uréia, e, neste caso, as perdas podem atingir 20-30% do N aplicado (RODRIGUES & KIEHL, (1986).

O N é o segundo elemento mais absorvido pela planta, sendo constituinte de aminoácidos, nucleotídeos e coenzimas. Na batata sua absorção atinge a máxima intensidade 40 - 50 dias após emergência, fase em que se inicia a tuberização (EPSTEIN, 1975 e FILGUEIRA, 1982).

Soltanpur, Jackson e Haddock citados por MACEDO (1976) em estudos com cultivares nacionais de batata, afirma que o teor

de N nos tubérculos varia de 0,32 a 2,31%. Para a cultivar Aracy MACEDO (1976) obteve o resultado de 1,89%, assemelhando-se aos encontrados no presente estudo.

4 9 2. Fósforo

Conforme se pode observar pelos QUADROS 8 e 9, não houve efeito significativo dos tratamentos no teor de fósforo.

Plantas de crescimento muito rápido e sistema radicular pouco desenvolvido, como no caso da batata aproveitam mal o fósforo do solo, necessitando de altos teores de P_2O_5 em formas assimiláveis, e também da presença do magnésio, por facilitar sua absorção, sendo conhecido o efeito sinérgico entre estes nutrientes (CHAVES & PEREIRA, 1985). As dosagens aplicadas não proporcionaram resposta significativa sobre o teor de fósforo nos tecidos talvez, pelo fato do solo apresentar teor médio deste nutriente (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1989) o que seria suficiente para evitar uma diferença de teores nos tecidos em função dos níveis crescentes de fósforo aplicados ao solo.

Em estudos com a cultivar Aracy aos 100 dias após a germinação, MACEDO (1976) observou teor de 0,32% nos tubérculos, discordando dos resultados obtidos no presente estudo, onde se constatou que o teor mais elevado de P nos tubérculos foi de 0,20% obtido com a dose de 600Kg/ha de P_2O_5 . No entanto, de acordo com GARGANTINI *et alii* (1963) e Jackson e

Haddock citados por MACEDO (1976), pode-se afirmar que os teores de P nos tubérculos variam de 0,11 a 0,39%.

4 9 3 Potássio

As doses de P_2O_5 e de gesso não influenciaram o teor de potássio (QUADROS 8 e 9). RITCHEY *et alii* (1981) mostraram que a aplicação isolada de gesso promoveu uma lixiviação de K^+ , mais intensa que a observada quando se aplicou calcário e gesso que é explicado pelo aumento da CTC do solo. Resultados análogos foram encontrados por QUAGGIO *et alii* (1982) e ROSOLEM & MACHADO (1984) afirmando que o potássio, como também o Mg^{+2} são lixiviados para horizontes inferiores, quando testaram calcário dolomítico e gesso na cultura do amendoim, onde observaram as maiores produções quando utilizaram as maiores doses de calcário e gesso.

No entanto, TANAKA *et alii* (1983), em estudos com arroz, observaram efeito significativo do gesso no teor de potássio para uma determinada cultivar. Provavelmente, o efeito benéfico do gesso sobre a produção foi devido ao suprimento de Ca e S, pois o solo apresentava-se com baixos teores desses nutrientes e a saturação de alumínio era considerada baixa.

Em diversas hortaliças, o K é encontrado em concentrações mais elevadas dentre os macronutrientes (FURLANI

et alii, 1978) e na batata, é o elemento mais absorvido pela planta. GARGANTINI et alii (1963) obtiveram resultados análogos com os obtidos por MACEDO (1976) quando constatou o teor de 2,95% de K na cultivar Aracy. Segundo Jackson e Haddock, citados por MACEDO (1976), de uma maneira geral o teor de K nos tubérculos varia de 1,41 a 3,26%, concordando com os encontrados no presente trabalho.

QUADRO 8. Teores médios de N, P, K, Ca, Mg e S nos tubérculos em função das doses de P_2O_5 . ESAL, Lavras-MG, 1989.

Doses de P_2O_5 (kg/ha)	N	P	K	Ca	Mg	S
	%					
0	1.54 a	0.17 a	2.02 a	0.03 a	0.12 a	0.16 a
200	1.47 a	0.18 a	1.98 a	0.03 a	0.12 a	0.15 a
400	1.45 a	0.19 a	1.98 a	0.03 a	0.13 a	0.15 a
600	1.48 a	0.20 a	2.02 a	0.03 a	0.11 a	0.15 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 9 Teores de N, P, K, Ca, Mg e S nos tubérculos em função das doses de gesso. ESAL, Lavras-MG, 1989.

Doses de gesso (Kg/ha)	N	P	K	Ca	Mg	S
	%					
0	1.49a	0.18a	2.07a	0.03a	0.12a	0.15a
200	1.53a	0.18a	2.04a	0.03a	0.12a	0.15a
400	1.48a	0.19a	1.97a	0.03a	0.12a	0.15a
600	1.44a	0.19a	1.92a	0.03a	0.13a	0.16a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.9.4 Cálcio

Pode-se observar, (QUADROS 8 e 9), que as doses de P_2O_5 e gesso não apresentaram nenhuma influência no teor de cálcio nos tubérculos, provavelmente devido a disponibilidade deste nutriente no solo (2,5meq/100cc), de sua imobilidade, ou ainda, de sua lixiviação. ANJOS & ROWELL (1983), afirmam que as quantidades de cálcio lixiviadas aumentam com o incremento da aplicação de óxidos de cálcio, tanto em Latossolo Roxo distrófico como em Cambissolo Húmico distrófico. TANAKA *et alii* (1983) estudando arroz, observaram efeito significativo do gesso, provavelmente devido ao suprimento de Ca e S, pois o solo

em questão apresentava-se com baixos teores desses nutrientes.

O teor de Ca encontrados na matéria seca dos tubérculos de acordo com GARGANTINI *et alii* (1963) varia de 0,03 a 0,08%, assemelhando-se com os obtidos no presente trabalho. No entanto, MACEDO (1976) obteve teor de 0,08% com a cultivar Aracy

4.9.5 Magnésio

O efeito não significativo dos tratamentos sobre o teor de magnésio (QUADROS 8 e 9), pode ter sido devido a uma relação não adequada entre os nutrientes K:Ca:Mg e conseqüentemente competição catiônica.

REEVE & SUMNER (1972), em estudos em casa de vegetação, mostraram que aplicações elevadas de Ca na forma de gesso, acima de 3,0 meq/100g, causaram perdas de mais da metade do Mg nativo, cerca de 1,7 meq/100g. Por outro lado, os teores de Mg existentes no solo (0,9meq/100cc), podem ter sido suficientes para às exigências da cultura, visto que não foi efetuada uma adubação à contendo este nutriente.

Observou-se no presente trabalho que o teor de magnésio nos tubérculos encontrava-se a 0,12%, enquanto que MACEDO (1976) em estudos com a cultivar Aracy, constatou teor de 0,08%

O Mg^{+2} corresponde a 27% do peso molecular da clorofila, por isso exerce influência importante na

fotossíntese juntamente com o N. Este, quando carente na planta, promove amarelecimento geral das folhas ou clorose, devido a inibição da síntese de clorofila. Isto acarreta carência de aminoácidos essenciais, da síntese de carboidratos e de esqueletos carbônicos para todas as sínteses orgânicas
EPSTEIN 1975.

4 9 6 Enxofre

De maneira semelhante ao que ocorreu com os demais nutrientes, não se observou influência de doses de P_2O_5 e gesso no teor de enxofre, nos tubérculos de batata (QUADROS 8 e 9)

Resultados análogos foram encontrados por QUAGGIO *et alii* 1982, em amendoim, ocorrendo absorção de enxofre independentemente da aplicação de gesso no solo.

Os dados demonstram que a quantidade de S existente no solo antes da utilização do gesso, 37ppm, atendem as necessidades, ou que estas foram atendidas com as primeiras doses de gesso pois segundo TRANI (1988), 200 a 400Kg/ha de gesso, são suficientes para atender as exigências da maioria das culturas, correspondendo a 30 e 60Kg/ha de S, respectivamente.

De acordo com MACEDO (1976), o teor de S nos tubérculos é de 28%, enquanto que no presente estudo obteve-se a média de 0,15% A mineralização do S contido no alto

teor da matéria orgânica, pode ter contribuído para a falta de resposta sobre o teor de S nos tubérculos.

Quanto ao nível crítico de S no solo, são relativamente poucos os trabalhos desenvolvidos para sua determinação. no entanto, pode-se considerar que o nível crítico desse nutriente no solo está na faixa de 6 a 12ppm. Isto significa, que solos com menos de 6ppm de S quase sempre darão respostas e solos com mais de 12ppm raramente responderão à aplicação deste nutriente (FONTES *et alii*, 1982).

5 CONCLUSOES

Diante dos resultados encontrados foi possível concluir que a aplicação de P_2O_5 promoveu um incremento na altura média de plantas aos 30 e 60 dias, atingindo o máximo de 33,75cm e 60,40cm com as doses de 506,28 Kg e 456,84 Kg/ha de P_2O_5 respectivamente.

O incremento de doses de P_2O_5 promoveu um aumento no numero de plantas acamadas.

O numero de tubérculos estimados por planta foi maior 15 tubérculos aproximadamente quando se usou a dose de 470Kg/ha de P_2O_5 , provocando um menor peso médio dos mesmos.

A maior produção foi obtida com a dose em torno de 200Kg/ha de P_2O_5 , atingindo uma produção de pouco mais de 40 ton

As características: número de hastes por planta, stand final, ciclo vegetativo e teores de nutrientes contidos nos tubérculos, não foram afetados significativamente pelas doses de P_2O_5 e de gesso utilizadas.

O gesso não influenciou nenhuma das características avaliadas.

6 RESUMO

EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E DO GESSO AGRÍCOLA SOBRE A PRODUÇÃO DA BATATA (*Solanum tuberosum* L.) cv. ARACY

O presente trabalho foi realizado no período de agosto a dezembro de 1989, no Campo Experimental do Setor de Olericultura do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, no Estado de Minas Gerais, com objetivo de avaliar o efeito de níveis crescentes de fósforo, associado ao fornecimento de cálcio e enxofre através do gesso agrícola, a produção e alguns de seus componentes.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com esquema fatorial 4 x 4, correspondente a quatro níveis de fósforo (0, 200, 400 e 600 Kg/ha de P_2O_5) e quatro níveis de gesso (0, 200, 400, 600 Kg/ha com 3 repetições. A cultivar utilizada foi a Aracy e avaliaram-se as seguintes características: altura média de plantas aos 30 e 60 dias, número de hastes principais por planta, acamamento, "stand" riral, ciclo vegetativo, número de tubérculos por planta, peso médio de tubérculo, produtividade e teor de nutrientes exportados pelos tubérculos.

Nas condições em que o trabalho foi realizado,

concluiu-se que o superfosfato triplo promoveu:

- altura média de plantas aos 30 e 60 dias, até os valores estimados de 506Kg e 456Kg de P_2O_5 /ha.

- números de tubérculos por planta até o valor estimado de 470Kg de P_2O_5 /ha.

- produtividade de tubérculos (Kg/ha) até o valor de 200Kg de P_2O_5 /ha.

O aumento das doses de P_2O_5 teve os seguintes efeitos depressivos

reduziu o peso médio dos tubérculos,

contribuiu para aumentar o acamamento das plantas.

Para o gesso, não se observou seu efeito sobre nenhuma das características avaliadas.

SUMMARY

THE EFFECT OF PHOSPHATIC FERTILIZERS AND GYPSUM ON THE PRODUCTION OF POTATO (*Solanum tuberosum* L) (variety ARACY)

This project was done during the period August - December, 1989 in the experimental site of the Agriculture Department Olericulture section - of the Escola Superior de Agricultura de Lavras in the city of Lavras in the state of Minas Gerais Brazil with the objective of evaluating the effects of increasing dosages of phosphorous, in association with calcium and sulfur supplied through the application of gypsum, in potato plant vigour and potato production.

The experimental design was based in randomised blocks using a 4 x 4 factorial scheme corresponding to 4 different dosages of phosphorous (0, 200, 400 and 600Kg/ha) and different dosages of gypsum (0, 200, 400 and 600Kg/ha) using three repetitions.

The variety ARACY was used, and the following characteristics were evaluated: mean plant height at 30 days and 60 days respectively, number of stalks per plant, plant layering,

final stand crop, vegetative cycle, number of tubers per plant, mean weight per tuber, productivity, and proportion of nutrients exported by the tubers.

Under the experimental conditions used, it can be concluded that the use of triple superphosphate promoted:

an increase in the mean height of the plants at 30 days and 60 days for maximum values of 506Kg and 456Kg of P_2O_5 /ha respectively;

an increase in the number of tubers per plant for the maximum value of 470Kg of P_2O_5 /ha;

an maximum increase in tuber productivity (Kg/ha) until the value of 200Kg of P_2O_5 /ha.

The increase in the doses of P_2O_5 had the following negative effects:

reduction of the mean weight of the tubers;

- increase in the degree of plant layering

No effect at all was detected for gypsum in relation to the characteristics evaluated.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 01 ALMEIDA NETO, J.X & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do. Fixação de fósforo em três solos sob cerrado de Goiás. Revista Agropecuária Brasileira, Campinas, 1(1):12-15, jan/abr. 1977
- 02 ANJOS, J I & ROWELL, D.L. Perdas de calcário em solos: efeito de doses de óxido de cálcio, temperatura e períodos de secagem, em colunas de solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Brasília, 7(1):75-81, 1983
- 03 ANUARIO ESTATISTICO DO BRASIL - 1989. Rio de Janeiro, IBGE. v 49 1989.
04. BARBOSA, S.J.V Efeito de superfosfato simples e de seus nutrientes no crescimento do limoeiro "cravo" (Citros Limônia Osbeck em vasos até a reciclagem. Lavras, ESAL, 1981. 100p. (Tese MS).

- 05 BISSANI, C A & TEDESCO, M.J. O enxofre no solo. In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 17, Londrina, 1988. Anais do Simpósio: Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira. Londrina, EMBRAPA - CNPSO/CIAPAR SBCS, 1988. Cap.1, p.11-29.
- 06 BOBKOVA L P Residual effect of fertilizers on quality of potato tubers Field Crop Abstract, England, 32(9):666-9, 1979
- 07 BOOCK O J & CASTRO, J.B. de. Efeito de nitrogênio, fósforo e potássio na adubação da batatinha - Solanum tuberosum L. Bragantia, Campinas, 10:221-33, 1950.
- 08 - - - & FREIRE, E.S. Adubação da batatinha experiências com doses crescentes de fósforo. Bragantia, Campinas, 19(25):369-91, maio 1960.
- 09 BRAGANÇA, S M Efeito de fontes e doses de fósforo no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (Coffea arabica L.). Lavras, ESAL, 1984. 94p. (Tese MS).
- 10 BUCKMAN O H & BRADY, C.N. Natureza e propriedades dos solos Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1974. 549p.

- 11 CARDOSO, M R & FERREIRA, F.A. & DESSIMONI, D.P.G. Manejo e tratos culturais do batatal. Informe Agropecuário, Belo Horizonte 7(76): 30-4, abr. 1981.
- 12 CASTRO NETO, P. SEDIYAMA, G.C. & VILELA, E. de A. Probabilidade de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. Ciência e Prática. Lavras, 4(1):46-55, jan./jun. 1980.
- 13 CAVALCANTI, F J de A. Efeito da calagem e da adubação fosfatada em um solo podzólico vermelho-amarelo. Revista Agropecuária Brasileira, Brasília, 7:81-5, 1972.
- 14 CHAVES, I H G & PEREIRA, H.H.G. Nutrição e adução de tubérculos Campinas, Fundação Cargill, 1985. 97p.
- 15 COMISSAO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, Lavras. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 4. aproximação. Belo Horizonte. EPAMIG. 1989. 80p.
- 16 CRISOSTOMO, L A & CAMPOS, T. G.S.; CORDEIRO, C.M.T. & CASTOR, O S. Diferentes níveis de adubação da fórmula 4-14-08 na rentabilidade e risco da produção comercial da batata. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 18(3):205-12, 1983.

17. DUBETZ, S. & BOLE, J.B. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers in yield components and specific gravity of potatoes. American Potato Journal, Madison, 52(12):399-405, 1975.
18. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro de Pesquisa dos Cerrados, Planaltina, DF. Relatório Técnico Anual dos Cerrados - 1975-1976. Planaltina, 1976. v.1, 150p.
19. _____. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF. Relatório Técnico anual dos Cerrados - 1976-1977. Planaltina, 1978. v.2, 184p.
20. EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 344p.
21. FAGERIA, N.K. & SINGH, H. Response of wheat to soil application of nitrogen and sulfur. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 17(8):1121-6, 1982.

22. FAHL, J.I.; HIROCE, R.; CARELLI, M.L.C. & CASTRO, J.L. de .
Efeitos do alumínio na nutrição, desenvolvimento e
produção de cultivares de batatinha (Solanum tuberosum
L.) Revista Brasileira de Ciência do Solo,
Campinas, 4(1):22-6, 1980.
23. FARIA, C.M.B. de; PEREIRA, J.R. & MORGADO, L.B.
Disponibilidade de fósforo no solo e estimativa de doses
adequadas de adubação fosfatada para tomateiro no sub-
médio São Francisco. Pesquisa Agropecuária Brasileira,
Brasília, 21(2):111-6, fev. 1986.
24. FERNANDES, F.A. Efeitos do gesso como fonte de cálcio e de
enxofre na cultura da cana-de-açúcar (Saccharum
officinarum L.). Piracicaba, ESALQ, 1985. 92p. (Tese
MS).
- 25 FERREIRA, M.E.; FORNASIERI, D.; VITTI, G.C. & MARVULO, C.
Estudo de doses e épocas de aplicação de gesso na
cultura do amendoim (A. hypogaea), Científica,
Jaboticabal, 7(2):235-40, 1979.
- 26 FERRI, M.G. Fisiologia vegetal. São Paulo, EDUSP, 1985.
v.1, 331p.

27. FILGUEIRA, F. A. R. Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças. 2.ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1982, v.1, 338p.
28. FONTES, M. P. F.; NOVAIS, R. F.; ALVARES, V. H. & BORGES, A. C. Nível crítico de enxofre em Latossolos e recuperação do sulfato adicionado por diferentes extratores químicos, em casa de vegetação. Revista Brasileira de Ciência do Solo Brasília, 6(3):226-30, 1982.
29. FREITAS, D. M. M. de & JORGE, J. de P. N. Resposta de capim-swannee bermuda à aplicação de nitrogênio, fósforo e enxofre em região de cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Brasília, 6(3):195-202, 1982.
30. FRIED, M. & FEECH, M. The comparative effects of lime and gypsum upon plants grown on acid soils. Journal of the American Society of Agronomy, Washington, 38(1):614-23, 1946
31. GALLO, J. R.; HIROCE, R. & MIRANDA, L. T. Análise foliar na produção do milho: I. Correlação entre a análise de folhas e produção. Bragantia, Campinas, 27(15):177-86, 1968

32. GALRAO, E.Z. Adubação da batatinha em solo de cerrado. Cerrado, Brasília, 5(20):9, 1973.
33. _____ & VOLKWEISS, S.J. Disponibilidade de fósforo do solo para as plantas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 5(2):114-18, maio/ago 1981.
34. GARGANTINI, H.; NOBREGA, S. de A.; HUNGRIA, L.S.; WUTKE, A.C.P.; SCIVITTARO, A. & FREIRE, E.S. Adubação mineral da batatinha II. Vale do Paraíba, Bragantia, Campinas, 24(3):29-40, jan. 1963.
35. GOEDERT, W.J. & LOBATO, E. Eficiência agronômica de fosfatos em solos de cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 15(3):311-18, jul. 1980.
36. GOMES, A.G. & FREIRE, E.S. Adubação da batatinha no vale do Paraíba. Experiências com doses crescentes de N, P e K. Bragantia, Campinas, 21(10):123-41, fev. 1962.
37. HADDAD, C.M. Efeito do enxofre, aplicado na forma de gesso, sobre a produção e qualidade do capim colonião (*Panicum maximum* Jacq.). Piracicaba, ESALQ, 1983. 115p. (Tese Doutorado).

38. HIDALGO, D.A. & ACCATINO, P. O centro internacional de la papa e sua contribuição para os programas de batata dos países não andinos da América Latina. Horticultura Brasileira, Brasília, 3(2):4-12, nov. 1985.
39. HIMELRICK, D.G. & McDUFFIE, R.F. The calcium cycle: uptake and distribution in apple trees. Hortscience, Alexandria, 18(2):147-50, 1983.
40. ISHIKAWA, S. de F.T. Utilização da primeira geração clonal da cultivar chiquita na produção comercial de batata (*Solanum tuberosum* L.). Lavras, ESAL, 1985. 69p. (Tese MS).
41. JULIATTI, F. C. Variabilidade de isolamentos de *Rhizoctonia Solani* Kiihn (1958) em batata (*Solanum tuberosum* L.). Viçosa, UFV, 1985. 66p. (Tese MS).
42. KAHN, F.S. & HANSON, J.B. The effect of calcium on potassium accumulation in corn and soybeans roots. Plant physiology, Michigan, 32(4):312-16, July 1957.
43. KIEHL, J.C. & FRANCO, O. Efeito do gesso industrial sobre alguns componentes da fertilidade do solo. O solo, Piracicaba, 76:11-16, 1984.

44. LIMA, J. de A.; DEFELIPO, B.V.; NOVAIS, R.F. & THIEBAVT, J.T.L. Efeito das relações Ca/Mg e Ca + Mg/K na correção da acidez de dois latossolos e sobre a produção de matéria seca do tomateiro (*Lycopersicum esculentum*, Mill) cv. 'Kada'. Revista Ceres, Viçosa, MG, 28(156):104-15, 1981.
45. _____; FERREIRA, P.E.; FONTES, R.R. & SOUZA, A.F. Relação cálcio e magnésio na produção comercial de tomate. Horticultura Brasileira, Brasília, 2(2):26-32, nov. 1984.
46. LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos sob vegetação de cerrado. In: OLIVEIRA, J.A.; LOURENÇO, S.; GOEDERT, W.J., eds. Adubação fosfatada no Brasil, Brasília, DID/EMBRAPA, 1982. p.201-40.
47. LOBATO, E. & RITCHEY, K.D. Manejo do solo visando melhorar o aproveitamento da água. In: MARCHETTI, D. & MACHADO, A.D., coord. V Simpósio sobre o cerrado. Brasília, Editerra, 1980. p.643-671.
48. LOTT, W.L.; McLUNG, A.C. & MEDCALF, J.F. Deficiência do enxofre no cafeeiro. New York, IBC Research Institute, s.d. 23p. (Boletim, 22)

49. MACEDO, C.M.M. Absorção de nutrientes por cultivares nacionais de batatinha (*Solanum tuberosum* L.). Piracicaba, ESALQ, 1976. 97p. (Tese MS).
50. McLUNG, A.C. & FREITAS, L.M.M. de. Sulphur deficiency in soil from Brazilian campos. Ecology, New York, 140(2):315-317, 1959.
51. McMILLER, P.R. Influence of gypsum availability of potash in soil. Journal of Agricultural Research, Western, 14(1):61-6, Aug. 1918.
52. MAGALHÃES, J.C.A.J. de. Efeito de níveis de calcário e de fósforo em duas variedades de trigo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 3(1):24-9, 1979.
53. MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 254p.
54. _____. Manual de calagem e adubação das principais culturas. São Paulo, Ceres, 1987. 496p.
55. _____. Nutrição mineral. In: FERRI, M.G. Fisiologia Vegetal. 2.ed. São Paulo, 1985a. p.97-114.

56. MALAVOLTA, E. Seminário sobre corretivos agrícolas.
Campinas, Fundação Cargill, 1985b. 375p.
57. _____; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C.
Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas.
São Paulo, Pioneira, 1974. 727p.
58. _____; ROMERO, J.P.; LIEM, T.H. & VITTI, G.C. Gesso
agrícola - seu uso na adubação e correção do solo.
São Paulo, Ultra fértil-Departamento de Serviços
Técnicos, 1979. 32p.
59. MARINOS, N.G. Studies on sub-microscopic aspects of
mineral deficiency calcium deficiency in the shoot apex of
barley. American Journal of Botany, Columbus, 49:834-
41,1982.
60. MASCARENHAS, H.A.A. Cálcio, enxofre e ferro no solo e na
planta. Campinas, Fundação Cargill, 1977. 95p.
61. _____; BULISANI, E.A. & BELLINAZZI JUNIOR, E. O enxofre
na adubação. Campinas, Coordenadoria de Assistência
Técnica Integral, 1976. 11p.

62. MOREIRA DUQUE, M.I. Avaliação e seleção de clones de batata (*Solanum tuberosum* L.). Lavras, ESAL, 1983. 88p. (Tese MS)
63. NAKAGAWA, J.; NAKAGAWA, J.; TOLEDO, F.F.; MACHADO, J.R. Efeitos de doses crescentes de adubo fosfatado na cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). Experimento II. Botucatu. Científica, Jaboticabal, 2(2):129-36, 1977a.
64. _____; TOLEDO, F.F.; NAKAGAWA, J. & MARCONDES, D.A.S. Efeitos de doses crescentes de adubo fosfatado na cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). Experimento I. Botucatu. Científica, Jaboticabal, 2(1):57-66, 1977b.
65. NOGUEIRA, F.D.; GUIMARAES, P.T.G.; PAULA, M.B. de. & FARIA, J.R. Gesso, fosfato natural e adubo verde na cultura do alho em solo aluvial. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 13(3):349-54, 1989.
66. NOVAIS, R.F. de; FERREIRA, R.P.; NEVES, J.C.L. & BARROS, N.F. de. Absorção de fósforo e crescimento do milho com sistema radicular parcialmente exposto a fonte de fósforo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 20(7):741-48, jul. 1985.

67. OLIVEIRA, E.L. de; MUZILLI, O.; IGUE, K. & TORNERO, M.T.T. Avaliação da eficiência agronômica de fosfatos naturais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 8(1):63-7, 1984.
68. OLMOS, J.I.L. & CAMARGO, M.N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. Ciência e Cultura, São Paulo, 28(2):171-80, 1976.
69. OLSEN, S.R. & WATANABE, F.S. Interaction of added gypsum in alkaline soils with uptake of iron, molybdenum, manganese and zinc by sorghum. Soil Science American Journal, Madison, 43:125-30, 1979.
70. PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T. & PRATT, P.F. Redistribution of exchangeable calcium, magnesium and aluminum following lime ou gypsum applications to a Brazilian oxisol. Soil Science Society American Journal, Madison, 48(1):33-8, 1984.
71. _____; BINGMAN, F.T. & PRATT, P.F. Toxicity of aluminum to coffee in ultisols and oxisols amendeol with CaCO_3 , MgCO_3 and $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Soil Science Society American Journal, Madison, 46:1201-7, 1982.

72. PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental.
5.ed. São Paulo, Nobel, 1973. 430p.
73. QUAGGIO, J.A.; DECHEN, A.R. & RAIJ, B. VAN. Efeitos da aplicação de calcário e gesso sobre a produção de amendoim e lixiviação de bases no solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 6(3):189-94, 1982.
74. REEVE, N.G. & SUMMER, M.E. Amelioration of subsoil acidity in Natal oxisols by leaching of surface applied amendments. Agrochemophysica, Pretoria, 4:1-6,1972.
75. REHM, G.W. & CALDWELL, A.C. Sulfur uptake by corn as influenced by ammonium and nitrate nitrogen. Soil Science Society America Proceedings, Madison, 34:327-29,1970.
76. REIFSCHNEIDER, F.J.B. Doenças fúngicas da batata. Informe Agropecuário, Belo Horizonte,7(76):42-6, 1981.
77. REISENAVER, H.M. & DICKSON, A.D. Effects of nitrogen and sulphur fertilization on yield and malting quality of barley. Agronomy Journal, Madison, 53:192-195, 1961.

83. RUIZ A'GUAS, L.H. Efeito de fontes e doses de cálcio e enxofre no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Lavras, ESAL, 1989. 101p. (Tese MS)
84. SANCHEZ, P.A. Soil fertility evolution. In: SANCHEZ, P.A. Properties and management of soil in tropics. 2.ed. New York, J. Wiley, 1976. p. 295-355.
85. SANDHU, H.D.; CHEEMA, S.S. & PADDA, D.S. Correlation studies in potato. Indian Journal of Horticulture, Bangalore, 127(3/4):164-6, 1970. In: BIOLOGICAL ABSTRACTS, Philadelphia, 54(10):5433, 1972.
86. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
87. SFREDO, G.J. Efeito das relações entre Ca e Mg sobre o pH, Al^{3+} , Ca^{2+} e Mg^{2+} no solo e sobre a produção de matéria seca do sorgo (*Sorghum bicolor* L.) Moench. Viçosa, UFV, 1976. 61p. (Tese MS)
88. SILVA FILHO, A.V. Efeito residual da adubação da batata (*Solanum tuberosum* L.) sobre o feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho verde (*Zea mays* L.). Lavras, ESAL, 1981. 120p. (Tese MS)

89. SIMMONS, K.A.; WOLKOWSKI, R.P. & KELMAN, A. Effect of calcium source and application method on potato yield and cation composition. Agronomy Journal, Madison, 80(1):13-21, 1988.
90. SOUZA, D.M.G. de & LOBATO, E. Aducação fosfatada. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO; SAVANAS. ALIMENTO E ENERGIA. Brasília, DF, 1982. Planaltina, EMBRAPA - CPAC, 1988. 870p.
91. TANAKA, R.T.; PONTE, A.M.; MORAIS. O.P. & CASTILLO, J.A.B. Influência do gesso na fertilidade do solo de cerrado para duas cultivares de arroz, (*Oryza sativa* L.) de sequeiro. Resultados 1978/79 e 1979/80. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DE MINAS GERAIS. Projeto Arroz; relatório 78/80. Belo Horizonte, 1983. p.199-214.
92. TRANI, P.E. O gesso agrícola. Campinas. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1988. 8p. (Boletim técnico, 196)
93. VILELA, E. de A & RAMALHO, M.A.P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. Ciência e Prática, Lavras, 3(1):71-9, jan./jun. 1979.

94. VITTI, G.C. & MALAVOLTA, E. Fosfogesso -Uso agrícola. In: SEMINARIO SOBRE CORROSIVOS AGRICOLAS, Campinas, 1985. Campinas, Fundação Cargill, 1985. p.161-201.
95. VOLKWEISS, S.J. & RAIJ, B. van. Retenção e disponibilidade de fósforo em solos. In: SIMPOSIO SOBRE CERRADO, Brasília, 4. 1976. VI Simpósio sobre o cerrado: bases para a utilização agropecuária. Belo Horizonte, Itatiaia, 1977. p.151-60.

A P E N D I C E

QUADRO 1A. Análise de variância e de regressão da altura média de plantas (cm), número de tubérculos por planta, peso médio de tubérculos (g) e produtividade (kg/ha) em função das diferentes doses de P_2O_5 .

B. M. das Características avaliadas

Causas da variação	GL	Altura média de plantas aos 30/d. após o plantio (cm)	Altura média de plantas aos 60/d. após o plantio (cm)	Porcentagem de plantas acaadas 1/	Número de tubérc. por planta 2/	Peso médio de tubérc. (g)	Produtividade de tubérculos (Kg/ha)
P_2O_5 R.Linear	1	2900.9310**	4683.4312**	8455.308	7.7697**	0.0046640***	974324288.0**
R.Quadrat.	1	545.4009**	1523.2541**	13.874	2.1319**	0.0003968	624798720.0**
R.Cubica	1	134.7001	135.6007	76.009	0.6700	0.0000468	235954496.0
Gesso	3	19.0139	49.0581	2846.397	0.0240	0.0000517	15191189.0
P_2O_5 x gesso	9	22.1644	33.4783	155.490	0.1757	0.0002923	75354776.0
C.V. (%)		15.68	14.39	76.82	8.48	16.65	16.77
ERRO	30	17.7883	52.5340	226.068	0.0914	0.0001564	37152108.0

1/ Análise realizada com dados transformados para arc sen $v\%$ acaad./100

2/ Análise realizada com dados transformados para $x+0.5$

** Significativos a 1% de probabilidade

QUADRO 1B. Análises de variância de número de hastes principais por planta, "stand" final e teor de nutrientes removidos pelos tubérculos.

Q.M. das Características Avaliadas

Causas da variação	GL	Número de hastes/ planta	"Stand" final	% de nutrientes nos tubérculos					
				N	P	K	Ca	Mg	S
P ₂ O ₅	3	1.2458	0.9653	0.01765	0.002728	0.00618	0.000052	0.0005354	0.00015
Gesso	3	1.6030	1.0764	0.01509	0.000272	0.05436	0.000046	0.0001076	0.00038
P ₂ O ₅ x gesso	9	0.2817	0.2060	0.0371	0.0013407	0.02513	0.0000409	0.0003669	0.0001185
c.v. (%)		17.49	5.92	13.25	19.68	10.90	15.54	18.26	11.53
ERRO	30	0.6679	0.8403	0.03875	0.001326	0.047408	0.000024	0.0005088	0.00031