

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

**ASSISTÊNCIA DE AR E ANGULAÇÃO DA BARRA PULVERIZADORA
NA DEPOSIÇÃO E PERDAS DA PULVERIZAÇÃO NA CULTURA DA
BATATA**

FÁBIO SCUDELER

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

BOTUCATU - SP

Março – 2005

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

**ASSISTÊNCIA DE AR E ANGULAÇÃO DA BARRA PULVERIZADORA
NA DEPOSIÇÃO E PERDAS DA PULVERIZAÇÃO NA CULTURA DA
BATATA**

FÁBIO SCUDELER

Orientador: Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano

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

BOTUCATU – SP

Março – 2005

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

Scudeler, Fábio, 1979-
S436a Assistência de ar e angulação da barra pulverizadora na
deposição de perdas da pulverização na cultura da batata/
Fábio Scudeler. - Botucatu, [s.n.], 2005.
v, 53 f. : il. color. , gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônomicas
Orientador: Carlos Gilberto Raetano
Inclui bibliografia

1. Batata. 2. Batata - Cultivo. 3. Pulverização. I. Raetano,
Carlos Gilberto. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências
Agrônomicas. III. Título.

CDD 635.218916

Aos meus pais Wilson e Genil
e meus irmãos Cátia, Márcia e Hélivio
pelo apoio e compreensão

DEDICO

Aos meus companheiros de *república*
pela amizade e estímulo

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A DEUS que tudo procede e a Nossa Senhora das Graças pela proteção.

Ao Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano, pela amizade e orientação responsável na condução dos trabalhos.

A Leandro H. Fugikawa e seu pai Pedro Fugikawa por terem cedido a área com a cultura da batata para a realização dos experimentos.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Produção Vegetal - Defesa Fitossanitária pela convivência e colaboração na condução dos experimentos.

À Máquinas Agrícolas Jacto S.A. pelo fornecimento do pulverizador e materiais necessários à condução dos trabalhos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante o curso.

Aos estagiários Cristiane e Ricardo pelo auxílio nos trabalhos e aos companheiros de laboratório Paulo, Angélica, Helen, Luiz Cláudio, Tomás e Fábio.

A Dra. Cristina G. Mendonça pela colaboração nas análises e ao Dr. Fernando C. Bauer pelo incentivo.

Aos amigos do curso Marcel, Marcos Cotrim, Marcos Tavares, Karina, Tiago, Caio, Pedro e Eduardo.

E a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO	01
2 SUMMARY	03
3 INTRODUÇÃO	05
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	07
4.1 Assistência de ar em barras de pulverização	07
4.2 Ângulo da barra pulverizadora	09
4.3 Perdas em pulverização	11
5 MATERIAL E MÉTODOS	14
5.1 Local	14
5.2 Delineamento experimental	14
5.3 Condições operacionais	15
5.4 Traçador.....	18
5.5 Precisão do método analítico	18
5.6 Avaliação dos depósitos da calda	18
5.7 Avaliação de perdas da pulverização	20
5.8 Análise estatística dos dados	21
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6.1 Condições meteorológicas	22
6.2 Precisão do método analítico	22
6.3 Avaliação da deposição da pulverização	23
6.4 Avaliação das perdas da pulverização	28
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
8 CONCLUSÕES	32
9 BIBLIOGRAFIA	33
APÊNDICES	38

1 RESUMO

A cultura da batata possui grande expressão econômica dentro do cenário agrícola. Para isso, equipamentos e técnicas de aplicação de produtos fitossanitários vêm sendo desenvolvidos visando melhorar o rendimento econômico da cultura. Neste sentido, experimentos foram conduzidos na cultura da batata (cv. Ágata) objetivando avaliar a deposição da pulverização por meio de um traçador cúprico, bem como as perdas da calda para o solo. Utilizou-se o pulverizador Advance Vortex 2000 com presença e ausência de ar junto a barra de pulverização e ângulos de aplicação de +30°, 0° e -30° (sinal + a favor e – contrário ao deslocamento), totalizando seis tratamentos. As diferentes combinações envolvendo assistência de ar e ângulo da barra foram analisadas por meio da aplicação de 400 L ha⁻¹ de calda utilizando-se pontas de jato cônico vazio JA-4 a 633 kPa de pressão. Para a avaliação dos depósitos do íon cobre foi desenvolvido um instrumento metálico de amostragem simultânea das superfícies adaxial e abaxial dos folíolos. Os depósitos foram removidos por água de lavagem e quantificados por espectrofotometria de absorção atômica, em ambas as superfícies foliares, nas posições superior e inferior das plantas de batata. As perdas da pulverização foram avaliadas em coletores plásticos colocados nas entrelinhas das parcelas experimentais. Os níveis dos depósitos do traçador cúprico nas diferentes posições da

planta foram analisados pelo teste estatístico T^2 de Hotteling. Os maiores depósitos foram constatados com a barra pulverizadora posicionada a 0° e $+30^\circ$, em presença da assistência de ar, tanto na posição superior quanto inferior da planta. A presença do ar, além de propiciar maiores depósitos na parte inferior das plantas possibilitou maior uniformidade na distribuição dos depósitos. As perdas da pulverização para o solo ficaram abaixo de 4%.

AIR-ASSISTANCE AND SPRAYER BOOM ANGLE IN SPRAY DEPOSITION AND LOSSES ON POTATO CROP. Botucatu, 2005, 53f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: FÁBIO SCUDELER

Adviser: Prof. Dr. CARLOS GILBERTO RAETANO

2 SUMMARY

Within the Brazilian agricultural scene, the potato crop plays a significant economic role. Modern equipment and the development of improved chemical product application techniques contribute to the constant search for a improved revenue from de potato crop. Experiments were carried out on a potato crop of the “Agata” variety. The aim was to evaluate spray deposition whit a cupric tracer using air assistance and also the spray loss on the soil. An Advance Vortex 2000 sprayer was used both with and without boom air assistance at different angles of application. The boom angles at 0°, +30° and -30° were directioned in a vertical position as well as forwards and back forwards in accordance with displacement. Six combinations treatments were used in a experiment. The trials were sprayed at 400 L ha⁻¹ volume rate using hollow cone nozzles JA-4 at 633 kPa. An instrument, which simultaneously took samples of both the underside and upperside of leaflets, was developed in order to evaluate the tracer deposits. The deposits on both surfaces at upper and lower leaflet were removed by washing with water and quantified by spectrophotometry of atomic absorption. To measure spray loss, plastic measuring collectors were placed between rows. The cupper tracer deposit levels in different positions of the plant were analysed by T² Hotteling statistic test. Larger deposits were detected in both upper and lower plant positions

when the spray boom was positioned at 0° and +30° with the presence of air assistance. The presence of air, as well as having the effect of increasing spray deposits in the lower regions of the plant, helped bring about greater uniformity in the distribution of it. The spray loss was below 4%.

key-words: *Solanum tuberosum*, application technology, sleeve boom sprayer, spray

3 INTRODUÇÃO

Um dos fatores que acarreta elevação no custo de produção da cultura da batata é, sem dúvida, a aplicação de produtos fitossanitários, que na safra de 2003 foi estimado em 27% do custo total: 13 e 14%, respectivamente, para a aplicação de fungicidas e inseticidas (BATATA, 2004). Dentre os fungicidas estão aqueles destinados ao controle das doenças fúngicas mais importantes da cultura, a requeima causada por *Phytophthora infestans* e a pinta preta por *Alternaria solani*, que juntas podem provocar perda total da cultura.

Para o controle eficiente das doenças da batata e a redução nos custos de produção deve-se aprimorar as técnicas e os equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários, os quais por sua vez melhoram a distribuição da pulverização e a colocação do produto fitossanitário no alvo desejado, mais especificamente nas folhas localizadas no baixeiro da cultura, onde as doenças acima mencionadas iniciam sua infestação. Na cultura da batata, a tecnologia de aplicação empregada no controle fitossanitário por pequenos e médios produtores de algumas regiões é muito deficiente quando comparada à utilizada por grandes produtores, os quais dispõem de modernos equipamentos de pulverização. Os pulverizadores semi-estacionários com mangueiras longas, operando sob altas pressões de trabalho, acoplados a diferentes barras de pulverização e conduzidas pelos aplicadores são freqüentes nos

tratamentos fitossanitários realizados por pequenos e médios produtores, enquanto os pulverizadores tratorizados, com ou sem assistência de ar junto à barra são utilizados em propriedades maiores e tecnificadas.

O uso de barras de pulverização dotadas de assistência de ar e dispositivos que regulam o ângulo de ataque das pontas de pulverização podem aumentar a eficiência de fungicidas protetores, pela sua melhor distribuição na planta dessa forma, as doenças terão sua infestação inibida e, conseqüentemente, aumentar-se-a o intervalo entre as aplicações, diminuindo o seu número.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os depósitos de um traçador cúprico na cultura da batata utilizando-se um pulverizador com diferentes ângulos da barra pulverizadora, em presença ou não da assistência de ar, bem como as perdas da pulverização para o solo.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.) no Brasil é realizado em três safras distintas: de janeiro a março (safra “da seca”), de abril a julho (safra de inverno) e de agosto a outubro (safra “das águas”), conforme relatado por Carvalho Dias (1993). A safra “das águas” representa pouco mais de 50% da produção total brasileira e normalmente é conduzida em regiões de maiores altitudes nos Estados de Minas Gerais e São Paulo e, ainda, nos Estados do Sul do país, buscando sempre condições de temperaturas mais amenas. A temperatura média ideal para a cultura da batata está entre 10 e 20°C (ANTUNES & FORTES, 1981), com melhor tuberização dos cultivares comerciais em temperaturas médias pouco acima de 15,5°C (FAO, 1991).

4.1 Assistência de ar em barras de pulverização

A deposição de produtos aplicados sobre plantas normalmente apresenta-se de forma irregular e entre os fatores que afetam a aplicação de produtos fitossanitários por pulverizadores equipados com barras horizontais está a manutenção da barra em uma altura constante do solo durante a pulverização (FEDRIZZI et al., 1995). Kaul et

al. (1996) relataram que a deposição e perdas do produto são influenciadas pela velocidade do vento, altura da barra (distância do alvo), espectro ou tamanho de gotas, evaporação, largura da faixa de trabalho, velocidade do trator, altura da cultura e estabilidade atmosférica. Desta forma, alterações nos equipamentos de pulverização que permitam melhorar o nível de eficiência dos produtos pelo aumento na quantidade depositada, proporcionalmente à quantidade aplicada, revertem em ganho econômico e menor impacto ao ambiente.

Com o intuito de melhorar a aplicação de fungicidas em culturas agrícolas, pulverizadores têm sido equipados com barras dotadas de assistência de ar, as quais direcionam o fluxo da calda de pulverização, reduzindo as perdas por deriva (COOKE et al., 1990; BAUER & RAETANO, 2000), melhorando a distribuição e a deposição do produto na superfície abaxial das folhas localizadas no baixeiro da cultura (LEONARD et al., 2000; PANNETON et al., 2000; VENEGAS, 2002; SCUDELER & RAETANO, 2004), bem como aumentando a penetração das gotas no dossel da cultura (MATTHEWS, 2000; RAETANO, 2004). Por outro lado, os níveis dos depósitos em plantas alvo não dependem somente do equipamento aplicador, mas também da idade e do tipo de cultura, condição operacional e do tipo de ponta de pulverização (COOKE et al., 1990).

Van de Zande et al. (1994), constataram aumento de 100% na deposição da superfície abaxial das folhas dos terços médio e baixo na cultura da batata, além de aumento de 20% dos depósitos no terço superior através da utilização da assistência de ar.

Piche et al. (2000), avaliaram diferentes volumes de aplicação (100 e 200 L ha⁻¹) e a presença e ausência de assistência de ar, na cultura da batata (cultivar 'Kennebec'), constatando melhor depósito da pulverização em folhas localizadas no baixeiro da cultura, na presença da assistência de ar junto à barra de pulverização.

Van de Zande et al. (2000), além de verificarem melhor depósito e penetração da pulverização com assistência de ar na cultura da batata, constataram menor deposição de produto no solo se comparado à pulverização convencional.

Uma das características que auxilia na melhor penetração e conseqüente distribuição da pulverização nas folhas é a velocidade do ar utilizado pelo equipamento. Panneton et al. (2000), avaliando o efeito da velocidade do ar na aplicação em túnel de pulverização, observaram que velocidades maiores que 25 m s⁻¹ contribuem para melhor deposição da pulverização em folhas de batata cultivar 'Kennebec'.

A assistência de ar em pulverizadores de barra também pode reduzir a variabilidade dos depósitos de pulverização. Venegas et al. (2003) constataram maior uniformidade na distribuição dos depósitos na cultura da batata cv. Bintje com o uso da assistência de ar em pulverização.

A utilização de pulverizadores dotados de assistência de ar é um fator importante na redução dos custos com aplicação de produtos fitossanitários, uma vez que eles podem reduzir o volume de aplicação, aumentando a capacidade operacional do equipamento (STEVENSON & JAMES, 1997; LEONARD et al., 2000).

4.2 Ângulo da barra pulverizadora

O ângulo de pulverização, em relação ao alvo, também tem efeito significativo sobre a deposição da pulverização, pois o aumento do ângulo de pulverização do bico até 45° em relação a vertical, pode proporcionar maiores depósitos sobre o alvo (BAUER, 2002).

Estudos envolvendo diferentes ângulos dos bicos na barra pulverizadora constataram que há maior depósito da pulverização quando a angulação dos bicos é voltada no sentido do deslocamento do equipamento (DORR, 1990; HISLOP et al., 1993; TOMAZELLA, 1997; TOMAZELLA, 2001; SILVA, 2000; SOUZA, 2001)

Dorr (1990) avaliou o ângulo de incidência do jato de pulverização de três diferentes pontas de jato plano e uma com jato plano duplo, em função da deposição da calda de pulverização, encontrando incrementos na deposição da calda quando utilizou o ângulo de 45° em relação a vertical.

Friesen & Wall (1991) estudaram o ângulo de pulverização (45 e 90°) de bicos para determinar a eficiência de fluasifop-p-butyl no controle de *Setaria viridis*, *A. fatua*, *Hordium vulgare* e *T. aestivum*, na cultura do linho. Observaram que a orientação do bico de pulverização 45° para frente, no sentido de deslocamento do equipamento, apresentou maior controle sobre *A. fatua*, *H. vulgare* e *T. aestivum*, sendo as diferenças maiores para as menores doses do produto e em condições de estresse hídrico.

Klein et al. (1994), em estudo para avaliar o comportamento de pontas tipo floodJet, turbofloodJet e raindrop, posicionadas com ângulos de 45° e 90° em relação a vertical, verificaram melhores resultados com as pontas posicionadas a 90°.

Tomazella (1997) ao avaliar os depósitos de traçantes no solo e nas plantas de *B. plantaginea*, trabalhou com o ângulo do jato de pulverização de -30°, -15°, 90°, +15° e +30° em relação a vertical. Os ângulos de pulverização de 15°, 30°, -15° e -30° proporcionaram incrementos na porcentagem de depósito nas plantas de *B. plantaginea* em torno de 53, 70, 55 e 40%, respectivamente, em relação ao ângulo de 90°, sendo que os maiores aumentos ocorreram para as pontas de pulverização posicionadas a 15° e 30°.

Resultados similares foram obtidos por Silva (2000) ao estudar os depósitos de traçantes nos solo e nas plantas de *C. rotundus*, trabalhando com ângulos de incidência do jato de pulverização -30°, -15°, 90°, +15° e +30° em relação a vertical, constatou que os maiores valores dos depósitos nas plantas foram proporcionados para os ângulos de +15° e +30°, onde estes sofreram incrementos de 26,34 e 50,60%, respectivamente, no depósito de calda nas plantas, comparados ao ângulo de 90°.

Tomazella (2001) concluiu que o ângulo de +30° aumentou a deposição em 24%, se comparado com a pulverização a 0° (vertical), em plantas de *Brachiaria plantaginea*. Neste mesmo trabalho, o autor constatou que os ângulos de 15 e 30° no sentido oposto ao deslocamento do pulverizador proporcionaram decréscimos nos depósitos na planta alvo.

Bauer (2002), utilizando-se diferentes pontas de pulverização, diferentes pressões, alturas e ângulos de aplicação com relação à vertical para avaliar a deposição da pulverização em dois estádios de desenvolvimento da cultura da soja, concluiu que melhores deposições da pulverização foram obtidas com a angulação da barra e que os bicos posicionados a 45°, no sentido do deslocamento do equipamento proporcionaram os maiores depósitos nessa cultura.

May (1991) estudando a interação entre ângulo das pontas de pulverização (+30° e -30°, sendo o sinal + a favor do deslocamento do equipamento) e velocidade ar (0, 12 e 23 m s⁻¹) em pulverizadores com assistência de ar, em beterraba açucareira, constatou que não houve diferença na deposição da pulverização em alvos artificiais localizados no baixeiro da cultura, em ambos os ângulos e com a maior velocidade

do ar. Já, para alvos localizados na posição superior da cultura, houve melhor deposição com o ângulo +30°.

Maciel et al. (2001), avaliando os depósitos em alvos artificiais (papel hidrossensível) e naturais (plantas de *Ipomea grandifolia*), na presença e ausência do surfatante Aterbane BR e em cinco ângulos da ponta de pulverização XR11002, sendo -30°, -15°, 90°, +15° e +30°, onde o sinal negativo indica sentido contrário ao deslocamento do equipamento e positivo a favor, concluíram não haver diferenças na deposição para os diferentes alvos em estudo com a variação no ângulo de aplicação.

Andersen et al. (2000), avaliando os depósitos da pulverização na cultura do trigo com auxílio da assistência de ar e angulação da barra, obtiveram um aumento de 100% de depósito na posição inferior das plantas com a barra pulverizadora angulada contra o deslocamento do equipamento.

Os depósitos da pulverização em folhas de batata utilizando-se a assistência de ar foram avaliados por Quanquin et al. (1989), os quais concluíram que pontas com ângulo de 30°, contrário ao deslocamento do equipamento e com velocidade do ar de 30 m s^{-1} , proporcionaram melhores resultados na deposição.

Panneton et al. (2000) analisando os efeitos dos ângulos das pontas de pulverização, em túnel de pulverização, utilizando ângulos de aplicação desde -10° a 40,2° puderam observar que as pontas num ângulo de 20° em relação a vertical, no sentido de deslocamento do equipamento, aumentaram o depósito e a penetração da pulverização na cultura da batata cultivar 'Kennebec'.

O efeito da combinação dos ângulos das pontas de pulverização e da assistência de ar na pulverização de produtos fitossanitários ainda é desconhecida na cultura da batata no Brasil. Portanto, os estudos desses fatores tornam-se importantes para a melhoria do controle fitossanitário nesta cultura.

4.3 Perdas em pulverização

Em proteção de plantas é fundamental que o equipamento libere o produto fitossanitário no local desejado, possibilitando que o ingrediente ativo atue sobre organismos prejudiciais. Uma aplicação eficiente é aquela que somente usa a quantia mínima

de produto depositada em todos os locais sem nenhuma contaminação para áreas vizinhas e com mínima perda para o solo.

Himel (1969) considerou a perda da pulverização pela ação do vento nas gotas como “exo-deriva” enquanto que aquela que é perdida para o solo antes que seja retida pelas plantas ou insetos alvo foi denominado de “endo-deriva”. A endo-deriva surge principalmente do ricocheteio (pulo) e escorrimento das gotas grandes de volumes altos da calda.

Quando da aplicação de um produto químico em área total de uma cultura (visando a sua parte foliar), muitas gotas podem passar pela folhagem e atingir o solo, principalmente nas entrelinhas. Outras gotas que atingem as folhas podem se coalescer de tal maneira que não são mais retidas e escorrem para o solo. Essas perdas internas, isto é, dentro da área cultivada, estão muito ligadas às aplicações de volumes altos e com gotas grandes que geralmente ultrapassam a capacidade máxima de retenção de líquidos pelas superfícies foliares. Esse fato pode interferir de forma negativa na biota do solo, principalmente com o uso de produtos de ação residual prolongada e não seletivos para algumas culturas (herbicidas), como também para insetos benéficos e outras formas de vida (inseticidas e fungicidas).

Nas pulverizações, os desperdícios de produtos fitossanitários podem ultrapassar 70% do total do produto aplicado (CHAIM et al., 1999a, 1999b, 2000). Outros autores constataram perdas entre 30% e 50% (BUISMAN et al., 1989; PERGHER et al., 1999), mas em alguns casos a deposição nas plantas tem sido superior a 64% do total aplicado (PERGHER & GUBIANI, 1995).

Andersen et al. (2000) verificaram que o uso da assistência de ar e da angulação da barra aumentaram a penetração da pulverização na cultura do trigo e diminuíram as perdas para o solo em até 60%.

Cooke et al. (1990) comparando um pulverizador convencional com outro equipamento dotado de assistência de ar junto a barra de pulverização demonstraram que o equipamento com assistência de ar pode aumentar ou diminuir as perdas, se comparado ao equipamento convencional, dependendo da idade e do tipo da cultura alvo, da configuração operacional, inclusive da velocidade do ar na barra de pulverização e do tipo de ponta de pulverização. Os mesmos autores verificaram que aos 48 dias após o plantio da cevada e com

volumes de 100 L ha⁻¹ a perda de calda para o solo foi de 11% com o equipamento convencional e apenas 4 % com o equipamento dotado de assistência de ar.

Bauer e Raetano (2000) avaliando perdas da pulverização na cultura da soja utilizando equipamentos dotado ou não da assistência de ar, não constataram diferenças significativas no volume de calda capturado por coletores artificiais distribuídos nas entrelinhas da cultura após aplicação pelos respectivos equipamentos, com um volume de aplicação de 100 L ha⁻¹.

A deposição e perdas da calda de pulverização na cultura do feijoeiro, aos 26 dias após a emergência, utilizando-se de pulverizadores dotado de assistência de ar junto à barra e convencional (sem ar) e volumes de 60 e 100 L ha⁻¹ foram avaliados por Raetano & Bauer (2004). Os autores constataram perdas elevadas para o solo (mais de 60%) mesmo com o uso da assistência de ar. Em parte, tais resultados foram atribuídos a 40% do solo descoberto pela vegetação nesse estágio de desenvolvimento da cultura.

São poucas as referências sobre estudos de perdas da pulverização para o solo proveniente de pulverizadores de barras, principalmente barras dotadas de assistência de ar.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local

Dois experimentos foram conduzidos em cultivo comercial da cultura da batata, cultivar Ágata, com espaçamento de 0,80 x 0,35 m, na Fazenda São Pedro, Bairro de São Roque, município de São Miguel Arcanjo, SP, um visando a avaliação dos depósitos da pulverização de um traçador cúprico sob diferentes condições operacionais e outro experimento para a avaliação das perdas de pulverização.

5.2 Delineamento experimental

Para a avaliação dos depósitos em folíolos e das perdas da pulverização para o solo na área do cultivo, os experimentos foram conduzidos no delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos: presença e ausência de ar junto à barra, combinados a três ângulos de aplicação $+30^\circ$, 0° e -30° , onde o sinal positivo indica

sentido a favor do deslocamento do equipamento e o negativo contrário, em quatro repetições, totalizando 24 parcelas experimentais.

A dimensão de cada parcela foi de 8 m de largura (10 linhas de plantio) e 10 m de comprimento. Ao final de cada parcela foram deixados 5 metros como divisor de parcelas, deste modo impedindo a interferência entre tratamentos.

5.3 Condições operacionais

Utilizou-se para a realização de ambos experimentos o pulverizador de arrasto modelo Advance Vortex 2000, marca Jacto, com barra pulverizadora de 18 m e todos os comandos acionados eletricamente. O pulverizador foi acoplado a um trator New Holland TL 75. Um controlador eletrônico foi instalado na cabina do trator possibilitando a angulação da barra a favor e contrário ao deslocamento (Figuras 1A e 1B). O equipamento possibilita realizar a pulverização em presença ou não da assistência de ar junto à barra combinados a diferentes ângulos de aplicação, representados, respectivamente nas Figuras 2A e 2B.

A velocidade do conjunto moto-mecanizado foi de $4,5 \text{ km h}^{-1}$. O pulverizador equipado com pontas de pulverização hidráulicas de jato cônico vazio modelo JA-4 e a pressão de trabalho de 633 kPa (vazão da ponta de $1,51 \text{ L min}^{-1}$) proporcionaram um volume de aplicação de 400 L ha^{-1} .

Nas aplicações utilizou-se apenas 50% da seção da barra, com acionamento da pulverização apenas no lado direito do equipamento, porém mantendo-se a velocidade e o volume de ar em toda a barra em função da máxima rotação do ventilador, devido a largura da parcela experimental ser de 8 m.

Nos tratamentos onde utilizou-se a assistência de ar, o ventilador trabalhou em sua rotação máxima (3.000 rpm), fornecendo um volume de ar de $667 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$ a uma velocidade de 28 m s^{-1} , conforme especificações fornecidas pelo fabricante do equipamento.

A temperatura, umidade relativa do ar e a velocidade do vento a 1,0 m de altura da superfície do solo foram monitorados na ocasião das aplicações com o auxílio de termohigrômetro e anemômetro digital, respectivamente.



Figura 1. Angulação da barra de pulverização a favor do deslocamento do conjunto trator-pulverizador ($+30^\circ$ - A) e contra o deslocamento (-30° - B).



Figura 2. Pulverização com (A) e sem assistência de ar (B), junto à barra combinado ao ângulo de 30° a favor do deslocamento, na cultura da batata.

5.4 Traçador

Para a avaliação dos depósitos e perdas da pulverização foi utilizado como traçador o fungicida cúprico Cobox (840 g kg^{-1} de oxicloreto de cobre, equivalente a 50% de cobre metálico), na dose de 200 g de p.c. / 100 L de água.

5.5 Precisão do método analítico

A precisão do método analítico foi avaliada através da estimativa da porcentagem de recuperação dos depósitos do íon cobre nos folíolos de batata. Utilizando-se microseringas com capacidade de 1, 5 e 10 microlitros (μl), volumes conhecidos da calda (200 g de Cobox em 100 L de água): 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 96 e 128 μl foram distribuídos nesses alvos. Para cada volume foram realizadas 3 repetições. Após a secagem da solução os alvos foram lavados com 10 ml de água destilada e a solução de lavagem foi colocada em frascos de vidro. A quantificação dos depósitos do íon cobre nesses folíolos foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica.

5.6 Avaliação dos depósitos da calda

Esse experimento foi realizado no dia 11/05/2004 quando as plantas de batata apresentavam aproximadamente 0,5 m de altura aos 58 dias após o plantio das batatas-semente. Para a realização de tal procedimento as plantas alvo foram divididas em dois setores de amostragem: superior e inferior. Foram amostradas 10 plantas por parcela (uma planta por linha), adotando-se o caminhamento transversal ao deslocamento do equipamento e os depósitos foram avaliados em alvos naturais (folíolos da batata).

Após a aplicação do traçador foram coletadas amostras para quantificação dos depósitos das superfícies adaxial e abaxial dos folíolos de batata com o auxílio de um instrumento metálico amostrador desenvolvido para este procedimento (Figura 3). O amostrador é um suporte metálico em forma de “ Ω ” invertido, contendo dois orifícios,

um frontal ao outro e posicionados na extremidade proximal do instrumento, possibilitando a lavagem simultânea das superfícies adaxial e abaxial de folhas e folíolos.

A aproximação das extremidades das hastes do amostrador mantém o folíolo preso entre os orifícios, os quais estão interligados por canais metálicos às partes distais do instrumento. Na parte distal de cada haste do amostrador, estão conectados por meio de rosca, vidros com capacidade de 20 mL que mediante a aproximação das extremidades das hastes possibilita o contato do líquido de lavagem com ambas superfícies foliares para a remoção do traçador. Ao afastá-las o líquido retorna aos respectivos frascos coletores conectados às partes distais do amostrador.

A área de amostragem da superfície pode variar em função da remoção de dois anéis de vedação concêntricos, os quais limitam a área de lavagem em 10 e 20 mm de diâmetro (Figura 3 A).

Os folíolos amostrados foram escolhidos ao acaso, sendo um na posição superior e outro na posição inferior da planta e para padronizar a amostragem escolheu-se um ponto na parte central de cada folíolo para a utilização do amostrador.

Para a remoção do traçador foram colocados 10 mL de água destilada em cada vidro posicionado na parte distal do instrumento amostrador e por meio de movimentos sincronizados de um quarto de volta no sentido horário e anti-horário procedeu-se a lavagem simultânea das superfícies adaxial e abaxial dos folíolos de batata, com posterior descontaminação do aparelho entre uma amostra e outra (Figura 3 B).

A solução de lavagem proveniente de cada amostra foi encaminhada ao laboratório para análise dos depósitos utilizando-se também a espectrofotometria de absorção atômica para a quantificação do íon cobre (Cu^{+2}). Assim, os resultados foram expressos em valores médios de depósitos (mg.L^{-1}) para cada amostra.

Com o conhecimento da concentração do íon cobre na calda foi possível o estabelecimento do volume líquido capturado através da Equação 1.

$$C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

Equação 1

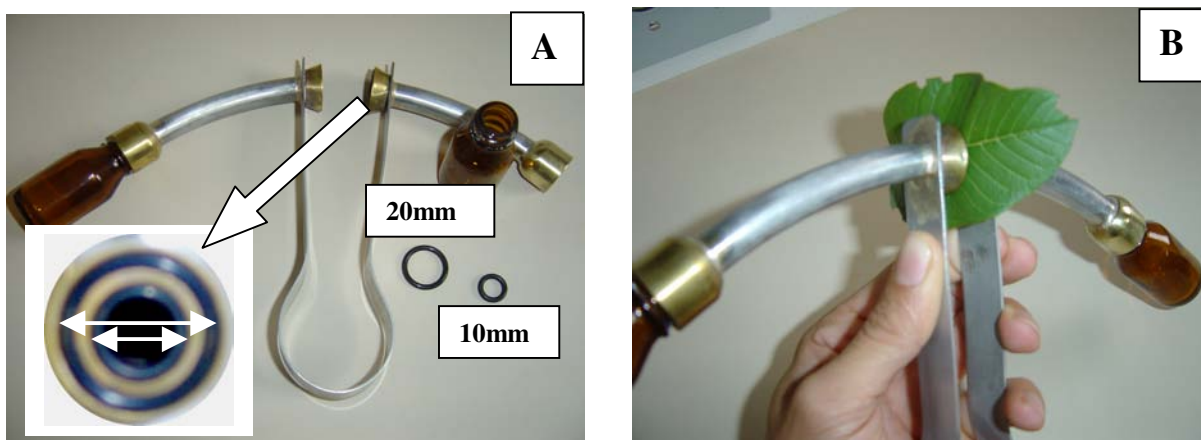


Figura 3. Instrumento metálico amostrador de depósitos da pulverização das superfícies dos folíolos de batata: A) anéis delimitadores da área de lavagem; B) folíolo preso às hastes para proceder a lavagem.

onde:

C_i = concentração de cobre na calda (mg L^{-1})

C_f = concentração de cobre detectada no espectrofotômetro de absorção atômica (mg L^{-1})

V_i = volume capturado na amostra (μL)

V_f = volume da diluição da amostra (μL)

Com o conhecimento do diâmetro do orifício do coletor, nesse caso de 20 mm, pode-se estabelecer o volume capturado do traçador por cm^2 de área foliar.

5.7 Avaliação de perdas da pulverização

Para este procedimento foram inicialmente distribuídas nas entrelinhas das 24 parcelas experimentais, coletores plásticos com 100 cm^2 de área (Figura 4) e, em seguida, aplicado o fungicida Cobox (840 g kg^{-1} de oxiclureto de cobre, equivalente a 50% de cobre metálico), na dosagem de $200 \text{ g de p.c. / } 100 \text{ L}$.

Após a aplicação, o conteúdo capturado nos coletores foi lavado com 10 mL de água destilada e acondicionado em frasco de vidro para posterior análise dos depósitos em espectrofotometria de absorção atômica para a quantificação do íon cobre.

Através da Equação 1 foi estabelecido o volume líquido capturado por placa e com o conhecimento da área dos mesmos, foi estabelecido o volume capturado por cm^2 , ou seja, quanto da pulverização está sendo perdida nas estrelinhas da cultura.



Figura 4. Coletor plástico para amostragem de perdas da pulverização para o solo.

5.8 Análise estatística dos dados

Os valores dos depósitos do traçador cúprico quantificados em espectrofotometria de absorção atômica foram submetidos à análise de médias repetidas (duas posições de amostragem na planta) no esquema fatorial 2×3 no delineamento de blocos casualizados (presença e ausência da assistência de ar combinada a três ângulos de aplicação: $+30^\circ$, 0° e -30°) no nível de 1% de significância (WICHERN & JOHNSON, 1992), através do programa computacional PERFIL (ROSA, 1994).

Os valores das perdas de pulverização após quantificados foram submetidos a análise de variância pelo teste F para o esquema fatorial 2×3 (presença e ausência da assistência de ar combinada a três ângulos de aplicação: $+30^\circ$, 0° e -30°), no delineamento em blocos, complementada com o teste de comparação de médias de Tukey ao nível de 5% de significância.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Condições meteorológicas

Os dados meteorológicos no momento das aplicações do traçador cúprico se mantiveram em níveis adequados e praticamente constantes durante toda a aplicação, com valores de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento, respectivamente de 21,4 a 24,8°C, 48,3 a 60,1% e 2,9 a 5,8 km h⁻¹.

6.2 Precisão do método analítico

A leitura dos depósitos do traçador por espectrofotometria de absorção atômica permitiu obter valores médios de recuperação do elemento cobre próximos a 100% para os alvos em análise. Isso demonstra a confiabilidade e o elevado grau de precisão do método analítico selecionado.

As diferenças entre as concentrações (mg L^{-1}) observada e esperada em função do volume aplicado para o traçador cúprico podem ser observadas na Figura 5.

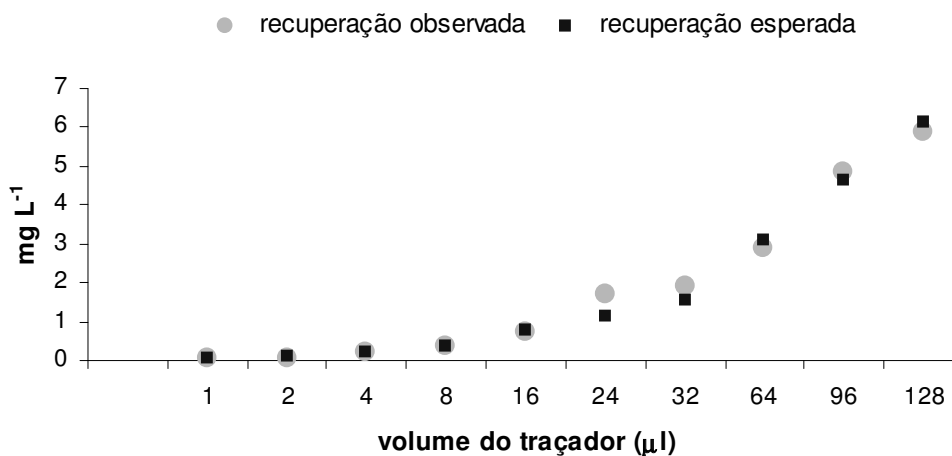


Figura 5. Valores da concentração esperada e observada do traçador cúprico em folíolos de batata em diferentes volumes de calda.

6.3 Avaliação da deposição da pulverização

Os valores médios dos depósitos obtidos do traçador cúprico na superfície adaxial, tanto na posição superior quanto na inferior das plantas de batata, cultivar Ágata são apresentados na Tabela 1.

O ângulo de 30° a favor do deslocamento do equipamento independente da condição de aplicação e o ângulo de 0° com a assistência de ar favoreceram a deposição na posição inferior das plantas de batata, contrastando com o ângulo de -30° (contrário ao deslocamento do pulverizador) e o ângulo de 0° sem assistência de ar, os quais obtiveram, em média, 50% menos depósitos na posição inferior do que na superior das plantas (letras maiúsculas, nas linhas). Panneton et al. (2000) também constataram que a assistência de ar modifica o gradiente vertical proporcionando melhor uniformidade na deposição de diferentes posições dentro das plantas de batata.

Tabela 1. Média \pm desvio padrão dos depósitos do traçador cúprico na superfície adaxial de folíolos de batata. São Miguel Arcanjo – SP, 2004.

CONDIÇÃO	ÂNGULO	SUPERIOR		INFERIOR	
		$\mu\text{l cm}^{-2}$		$\mu\text{l cm}^{-2}$	
Sem ar	- 30 °	1,4151 \pm 0,6780	A ¹ a ² α ³	0,5977 \pm 0,2438	B a α
Com ar	- 30 °	0,9271 \pm 0,2699	A a β	0,2920 \pm 0,2347	B b β
Sem ar	0 °	1,0063 \pm 0,4191	A b α	0,4166 \pm 0,1607	B b β
Com ar	0 °	2,5224 \pm 0,5247	A a α	1,9523 \pm 0,6385	A a α
Sem ar	+ 30 °	1,0093 \pm 0,2542	A b α	0,8171 \pm 0,2877	A b α
Com ar	+ 30 °	2,3404 \pm 0,5567	A a α	2,1137 \pm 0,5154	A a α

¹letras maiúsculas comparam posições de amostragem fixando condição de aplicação e ângulo da barra pulverizadora.

²letras minúsculas comparam condição de aplicação fixando ângulo da barra pulverizadora e posições de amostragem.

³letras gregas comparam ângulo da barra pulverizadora fixando condição de aplicação e posições de amostragem.

Mesmas letras não diferem entre si pelo teste T² de Hotteling no nível de 1% de significância.

Comparando as condições de aplicação (letras minúsculas) – equipamento com ou sem assistência de ar – fixando-se a posição de amostragem e o ângulo da barra pulverizadora pode-se constatar, no geral, que maiores depósitos foram obtidos na superfície adaxial de folíolos de batata quando a pulverização com o traçador cúprico foi realizada na presença da assistência de ar, exceto para o ângulo da barra pulverizadora de – 30°, onde o maior depósito foi obtido sem assistência de ar (Figura 6). Enquanto os depósitos na posição superior das plantas ficaram 57 e 60% para os ângulos de +30 e 0°, respectivamente, os depósitos na posição inferior foram 62 e 79%, respectivamente para os ângulos de +30 e 0°, na presença da assistência de ar.

Na comparação dos ângulos da barra pulverizadora (letras gregas) fixando-se a condição de aplicação e a posição de amostragem, constata-se que os maiores depósitos foram obtidos com os ângulos de 0° com relação a vertical e 30° a favor do deslocamento do conjunto motorizado na presença da assistência de ar, onde os depósitos foram de 62 e 86% maiores para as posições superior e inferior, respectivamente. O mesmo

fato não pode ser observado com o ângulo de 30° da barra pulverizadora contrário ao deslocamento do equipamento, pois não houve diferenças estatísticas entre esses tratamentos. Resultados semelhantes foram observados por Bauer (2002), ao detectar maiores depósitos da pulverização com o ângulo da barra pulverizadora a favor do deslocamento do equipamento pulverizador, na cultura da soja, especialmente a 45° a favor do deslocamento do equipamento em relação a vertical, aos 45 dias após a emergência.

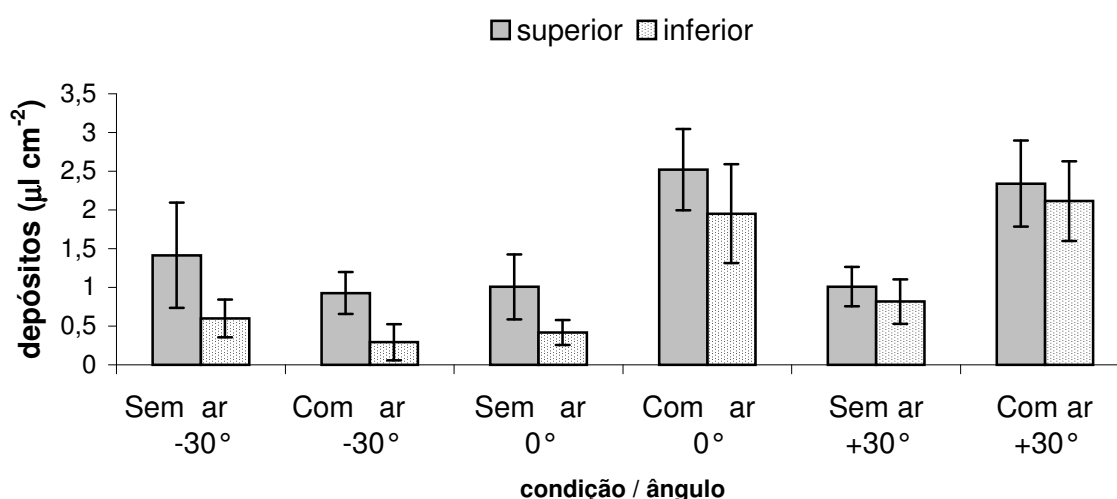


Figura 6. Média \pm desvio padrão dos depósitos da superfície adaxial de folíolos nas posições superior e inferior de plantas de batata, cv. Ágata, aos 58 DAP.

Os dados médios dos depósitos obtidos da superfície abaxial de folíolos de batata são apresentados na Tabela 2. De maneira geral, a assistência de ar não influenciou a deposição da superfície abaxial de folíolos de batata na posição inferior das plantas, mesmo sem a assistência de ar, a deposição em ambos os setores foi semelhante (letras maiúsculas).

A combinação da assistência de ar com o ângulo de +30° proporcionou aumento nos depósitos da ordem de 74 e 75% respectivamente para as posições superior e inferior das plantas e, para o ângulo 0° o aumento nos depósitos foi da ordem de 85 e 84% respectivamente para as posições superior e inferior concordando com resultados obtidos por

Panneton et al. (2000) e Leonard et al. (2000). Para o ângulo de -30° , ocorreu fato completamente contrário, a deposição sem assistência de ar foi maior na superfície abaxial do que com a assistência de ar tanto na posição superior quanto inferior. Isto, em parte, pode ser explicado pelo aumento do número de gotas propensas à deriva decorrente da combinação desta condição operacional (-30° com assistência de ar), com a velocidade de deslocamento incrementando as perdas.

Tabela 2. Média \pm desvio padrão dos depósitos do traçador cúprico na superfície abaxial de folíolos de batata. São Miguel Arcanjo – SP, 2004.

CONDIÇÃO	ÂNGULO	SUPERIOR		INFERIOR	
		$\mu\text{l cm}^{-2}$		$\mu\text{l cm}^{-2}$	
Sem ar	-30°	0,1254 \pm 0,0302	A ¹ a ² α ³	0,1201 \pm 0,0605	A a α
Com ar	-30°	0,0407 \pm 0,0346	A b β	0,0519 \pm 0,0655	A b β
Sem ar	0°	0,0541 \pm 0,0267	A b β	0,0526 \pm 0,0215	A b α
Com ar	0°	0,3696 \pm 0,1035	A a α	0,3206 \pm 0,0966	A a α
Sem ar	$+30^\circ$	0,1104 \pm 0,0430	A b α	0,0881 \pm 0,0231	A b α
Com ar	$+30^\circ$	0,4224 \pm 0,1024	A a α	0,3607 \pm 0,0610	A a α

¹letras maiúsculas comparam posições de amostragem fixando condição de aplicação e ângulo da barra pulverizadora.

²letras minúsculas comparam condição de aplicação fixando ângulo da barra pulverizadora e posições de amostragem.

³letras gregas comparam ângulo da barra pulverizadora fixando condição de aplicação e posições de amostragem.

Mesmas letras não diferem entre si pelo teste T² de Hotteling no nível de 1% de significância.

Na comparação entre os ângulos de aplicação fixando-se a condição (com ou sem ar) e a posição de amostragem na planta pode-se constatar que os ângulos de $+30^\circ$ e 0° associados a assistência de ar proporcionaram um aumento de 90% nos depósitos na posição superior e 85 % de aumento nos depósitos na posição inferior, quando comparado com o ângulo de -30° na mesma condição de aplicação (Figura 7).

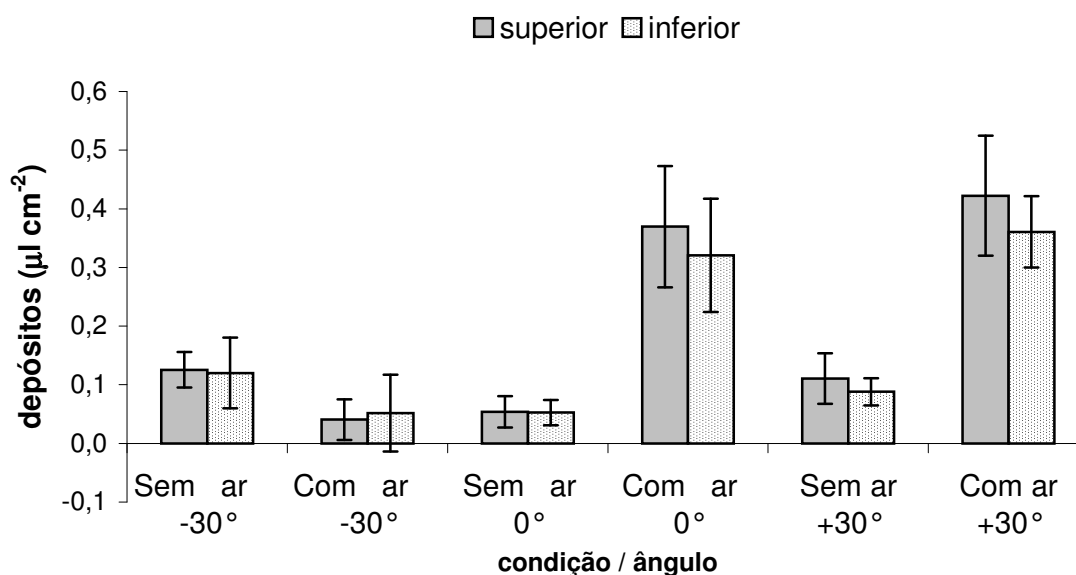


Figura 7. Média \pm desvio padrão dos depósitos na superfície abaxial de folíolos nas posições superior e inferior de plantas de batata, cv. Ágata, aos 58 DAP.

Relacionando a deposição da pulverização das superfícies adaxial e abaxial dos folíolos de batata (Figura 8) pode-se constatar que utilizando a assistência de ar e ângulo da barra pulverizadora de +30° pode-se obter a mesma deposição em ambas as faces dos folíolos de batata nos dois setores de amostragem. Também pode-se observar para a posição inferior que ao utilizar o ângulo de 0° mais a assistência de ar, a menor deposição da pulverização na superfície abaxial (80% dos depósitos da superfície adaxial) pode ser explicada devido ao fato de o ar gerado pelo ventilador atingir verticalmente o dossel da cultura.

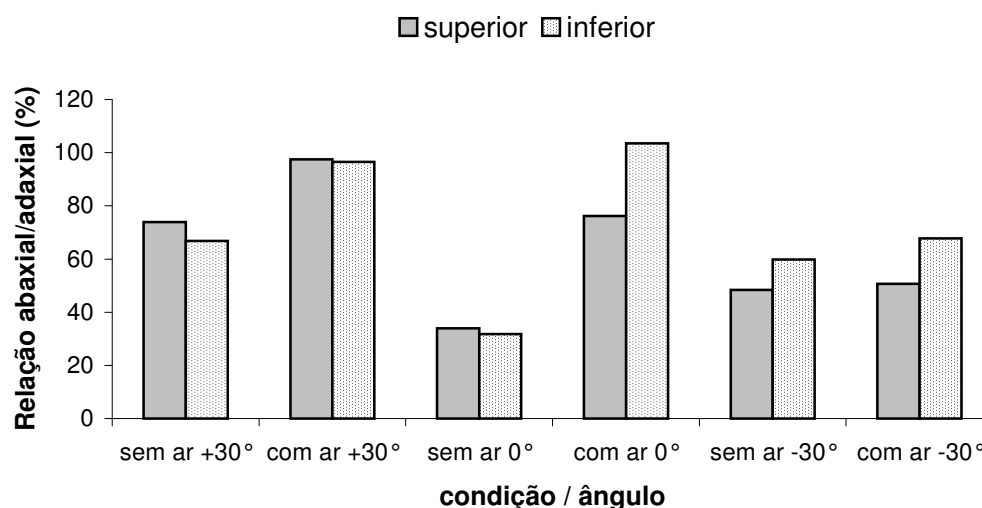


Figura 8. Relação dos depósitos superfície abaxial/adaxial nos folíolos das posições superior e inferior das plantas de batata, cv. Ágata, após pulverização com traçador cúprico, 58 DAP.

6.4 Avaliação das perdas da pulverização

A contaminação do solo pela pulverização pode ser grandemente diminuída quando da utilização de pulverizadores dotados de assistência de ar (TAYLOR & ANDERSEN, 1997). A densidade, arquitetura e estágio de desenvolvimento da espécie vegetal na área alvo são fatores que influenciam as perdas para o solo e na cultura da batata isso não é diferente. Apesar de haver diferenças das condições ambientais e concentração do íon cobre, vale a pena comparar os seus valores de depósitos com os obtidos por Venegas (2002), o qual utilizou as variedades Bintje e Asterix em relação a Ágata, agora objeto deste estudo, explicando um pouco mais a arquitetura diferente das variedades, já que o estágio de desenvolvimento foram semelhantes.

A interação entre os fatores condição de aplicação (com ou sem ar) e ângulo da barra não foi significativa a 5% de probabilidade (Tabela 3). Isto demonstra que os dois fatores agem de forma independente sobre as perdas da pulverização.

Tabela 3. Análise de variância para as perdas em pulverização realizada na cultura da batata, cv. Ágata, aos 58 DAP. São Miguel Arcanjo – SP, 2004.

Causas da variação	GL	F
Condição (C)	1	4,44 ns ¹
Ângulo (A)	2	0,67 ns
C x A	2	1,59 ns
Blocos	3	1,02 ns
Tratamentos	5	1,79 ns
Resíduos	15	

¹não significativo (p<0,05).

As perdas da pulverização para o solo após a aplicação de um traçador cúprico na cultura da batata são apresentados na Tabela 4. Como pode-se constatar não houve diferença estatística entre as condições operacionais avaliadas, ficando abaixo de 4% as perdas para o solo. A porcentagem de perda da pulverização para o solo foi menor em relação a obtida por Bauer e Raetano (2000) na cultura da soja, estágio R6 de desenvolvimento, variando de 15 a 18,9% no interior do dossel da cultura.

Tabela 4. Perdas da pulverização em função de diferentes condições operacionais na cultura da batata, cv. Ágata, aos 58 DAP. São Miguel Arcanjo – SP, 2004.

Condição	Ângulo	Perdas µl cm ⁻²	Perdas %
Sem ar	- 30 °	0,1687 A ¹	4,22
Com ar	- 30 °	0,1496 A	3,74
Sem ar	0 °	0,1484 A	3,71
Com ar	0 °	0,0706 A	1,77
Sem ar	+ 30 °	0,1396 A	3,49
Com ar	+ 30 °	0,0799 A	2,00
DMS		0,1395	
CV		48,10	

¹médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem, entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5 % de significância.

As mínimas perdas observadas neste estudo são consequência da influência do tipo de planta alvo bem como do seu estágio de desenvolvimento, como mencionado anteriormente no item material e métodos, as plantas de batata, aos 58 dias após o plantio apresentavam em média 0,5 m de altura, o que confere a cultura um índice de área foliar (IAF) entre 5 e 7, pelo grau de enfolhamento.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura da batata apresenta inúmeras limitações com relação à tecnologia de aplicação empregada para o controle fitossanitário. Com o avanço desses estudos pode-se auxiliar no desenvolvimento tecnológico da cultura, proporcionando dessa maneira incrementos na produtividade.

O estudo aqui realizado levou em consideração novas tecnologias que podem ser empregadas com êxito na aplicação de produtos fitossanitários nessa cultura.

O ângulo de ataque da barra pulverizadora, sendo esta assistida de uma cortina de ar promoveu ganhos significativos na deposição da pulverização. A coleta simultânea da calda de pulverização em ambas as superfícies foliares nos permite estabelecer um índice de qualidade de nossos sistemas de pulverização, pois um número expressivo de nossos alvos (insetos e doenças) podem ser encontrados na superfície abaxial das folhas das plantas cultivadas. Produtos fitossanitários que agem por contato no alvo podem ser utilizados de maneira mais eficiente, uma vez que adotando-se as configurações adequadas dos sistemas de pulverização pode-se obter melhores depósitos da pulverização na superfície abaxial das folhas com incrementos na produtividade como já relatado por Venegas et al. (2003) usando assistência de ar junto à barra de pulverização na cultura da batata cv. Bintje.

8 CONCLUSÕES

Baseado nas condições experimentais em que o estudo foi desenvolvido e nas análises dos resultados obtidos, conclui-se:

- a) a assistência de ar junto à barra pulverizadora posicionada a 0° e $+30^\circ$ melhora os depósitos da pulverização em plantas de batata e modifica o gradiente vertical proporcionando uniformidade à aplicação;
- b) os ângulos de ataque da barra pulverizadora 0° e $+30^\circ$ na presença da assistência de ar promoveram os maiores depósitos da pulverização na superfície abaxial de folíolos de batata;
- c) as perdas da pulverização para o solo, aos 58 dias após o plantio da cultura da batata, cv. Ágata, foram inferiores a 4%, para o volume de 400 L ha^{-1} .

9 BIBLIOGRAFIA

ANDERSEN , P. G.; JORGENSEN, M. K.; TAYLOR,W.A. Hardi Twin Assistance for field crop sprayers – The status after 10 years in use. *Hardi International Application Technology Course*, v.1, p.138-144, 2000.

ANTUNES, F.Z.; FORTES, M. Exigências climáticas da cultura da batata. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.7, n.76, p.19-23, abr. 1981.

BAUER, F.C. *Distribuição e deposição da pulverização sob diferentes condições operacionais na cultura da soja* [Glycine max (L.) Merrill]. 2002, 130f. Tese (Doutorado em Agronomia – Proteção de Plantas), Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2002.

BAUER, F.C.; RAETANO, C.G. Assitência de ar e perdas na deposição de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.2, p. 271-276, 2000.

BATATA. *Agrianual 2004: Anu. Estat. Agric. Bras.*, p.235-243, 2003.

BRUNE, S. Resistência de batata a pinta preta. CNPH Brasília: Pesquisa em andamento, n.33, p.1-5, 1999.

BUISMAN, P.; SUNDARAM, K. M. S.; SUNDARAM, A.; TRAMMEL, K. Field deposit patterns of a diflufenzuron spray mix, after application to apple orchard using an air-blast

sprayer, and a laboratory evaluation of physical properties and atomization characteristics. *Journal of Environmental Science and Health*, New York, v. 24, n. 4, p. 389-411, 1989.

CARVALHO DIAS, C.A. *Cultura da Batata*. Campinas: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1993. 33 p. (Documento Técnico da CATI, 65).

CHAIM, A.; CASTRO, V. L. S. S.; CORRALES, F.; GALVÃO, J. A. H.; CABRAL, O. M. R. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura do tomate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.5, p.741-747, maio 1999a.

CHAIM, A.; VALARINI, P. J.; OLIVEIRA, D. A.; MORSOLETO, R. V.; PIO, L. C. Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1999b. 29p. (Boletim de Pesquisa, 2).

CHAIM, A.; VALARINI, P. J.; PIO, L. C. Avaliação de perdas na pulverização de agrotóxicos na cultura do feijão. *Pesticidas Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, Curitiba, v.10, p.65-74, 2000.

COOKE, B.K. et al. Air-assisted spraying of arable crops, in relation to deposition, drift and pesticides performance. *Crop Protection*, v.9, n.4, p. 697, 1990.

DORR, G. J. The effect of orientation and fan angle on spray deposition by flat fan nozzles. In: AGRICULTURAL ENGINEERS CONFERENCE, 1990. *Proceedings*. Toowoomba p.30-32, 1990.

FAO. (Itália, Roma) *Potato production and consumption in developing countries*. Rome, 1991, n.110, 47p.

FEDRIZZI, M., MENESATTI, P., PARI, L., VANNUCCI, D. Laser system for the movement track of a horizontal spray boom: equipment, methodology and first experimental results. *Rivista di Ingegneria Agrária*, Italy, v.26, n.3, p. 129-126, 1995.

FRIESEN, G. H., WALL, D. A. Effect of application factors on efficacy of fluazifop-p-butyl in flax. *Weed Technology*, v.5, n.1, p.504-508, 1991.

HIMEL, C.H. The optimum size for insecticide spray droplets. *J. Econ. Entomol.*, v.62, p.919-925, 1969.

HISLOP, E. C.; WESTERN, B. K.; COOKE, B. K.; BUTLER, R. Experimental air-assisted spraying of young cereal plants under controlled conditions. *Crop Protection*, v.12, 1993.

KAUL, P., GEBAUER, S., NEUKAMPF, R., GANZELMEIER, H. Modelling of direct drift of plant protection products - field sprayers. *Nachrichtenblatt-des-Deutschen-Pflanzenschutzdienstes*, German, v.48, n.2, p.21-31, 1996.

KLEIN, R. N., THRAILKILL, D. J., PEARSON, S. L. Dynamic testing of three nozzle packages on a high capacity sprayer. In: ANNUAL MEETING OF THE NORTH CENTRAL WEED SCIENCE SOCIETY, 49, 1994. Michigan. *Proceeding...*, Michigan: North Central Weed Society, p.65-67, 1994.

LEONARD, R.; RICE, B.; DOWLEY, L.J.; WARD, S. The effect of air assistance on spray deposition and biological effect in the control *Phytophthora infestans* in potatoes. *Aspects of Applied Biology*, n.57, p.243-249, 2000.

MACIEL, C.D.G.; VELINI, E.D.; RAETANO, C.G.; SOUZA, R.T.; NEGRISOLI, E.; CAVENAGHI, A.L.; SILVA, M.A.S. Estimativa de depósito e distribuição da calda de pulverização em papel hidrossensível e plantas de *Ipomea grandifolia*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: EFICIÊNCIA, ECONOMIA E PRESERVAÇÃO DA SAÚDE HUMANA E DO AMBIENTE 2, 2001, Jundiaí. *Anais...* Jundiaí: Instituto Agrônomo – Centro de Mecanização e Automação Agrícola, 2001. 6p. CD-ROM. Disponível em: http://www.iac.br/~cma/Sintag/num15a_1a.PDF>. Acesso em: 07 fev. 2003.

MATTHEWS, G.A. *Pesticide applications methods*. 3ª ed. Malden: Blackwell Science, 2000, 432 p.

MAY, M.J. Early studies on spray drift, deposit manipulation and weed control in sugar beet with two air-assisted boom sprayers. In: LAVERS, A.; HERRINGTON, P.; SOUTHCOMBE, E.S (eds.). *Air-assisted spraying in crop protection*. Farnham, UK: BCPC, Monograph n.46, p.89-96, 1991.

PANNETON, B.; PHILION, H.; THERIAULT, R.; KHELIFI, M. Spray chamber evaluation of air-assisted spraying on potato plants. *Transactions of ASAE*, v.43, n.3, p.529-534, 2000.

PERGHER, G.; GUBIANI, R. The effect of spray application rate on foliar deposition in a hedgerow vineyard. *Journal of Agricultural Engineering Research*, London, v.61, n.3, p.205-216, 1995.

PERGHER, G.; ZUCCHIATTI, N.; GUBIANI, R. Influence of spray application parameters on the position in asparagus crop. *Journal of Agricultural Engineering Research*. v.73, n.1, p.19-28, 1999.

PICHE, M.; PANNETON, B.; THERIAULT, B. Field evaluation of air-assisted boom spraying on broccoli and potato. *Transactions of ASAE*, v.43, n.3, p.793-799, 2000.

QUANQUIN, B.J.; ANDERSON, G.W.; TAYLOR, W.A.; ANDERSEN, P.G. Spray drift reduction and on-target deposition using the Hardi Twin System air assisted boom sprayer. *ASAE Paper*. St. Joseph, Mich.: ASAE, n.89, p.1523, 1989.

RAETANO, C.G. Assistência de ar em pulverizadores de barras. IN: RAETANO, C.G.; ANTUNIASSI, U.R (Ed.). *Qualidade em tecnologia de aplicação*. 1ª ed. Fepaf: Botucatu, 2004, p.8-18. (CD ROM)

RAETANO, C.G.; BAUER, F.C. Deposição e perdas da em feijoeiro em aplicação com assistência de ar na barra pulverizadora. *Bragantia*, Campinas, v.63, n.2, p.309-315, 2004.

ROSA, G.J.M. *Desenvolvimento de aplicativo para análise de perfil na experimentação zootécnica*. Botucatu, 1994, 72f. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu, 1994.

SCUDELER, F.; RAETANO, C.G. *Assistência de ar e angulação da barra pulverizadora na deposição e perdas da pulverização na cultura da batata*. Botucatu. Depto. de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2004, 35p. (Relatório Científico).

SILVA, M. A. S. *Depósitos da calda de pulverização no solo e em plantas de tiririca (Cyperus rotundus L.) em diferentes condições de aplicação*. 2000, 57f. Tese (Doutorado em Agronomia – Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2000.

SOUZA, R.T.; VELINI, E.D.; MACIEL, C.D.G.; COSTA, A.G.F.; SILVA, M.A.S. Depósito de calda de pulverização sobre *Cyperus rotundus* em função do posicionamento dos bicos de pulverização. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: EFICIÊNCIA, ECONOMIA E PRESERVAÇÃO DA SAÚDE HUMANA E DO AMBIENTE 2, 2001, Jundiaí. *Anais...* Jundiaí: Instituto Agrônômico – Centro de Mecanização e Automação Agrícola, 2001. 6p. CD-ROM. Disponível em: <http://www.iac.br/~cma/Sintag/num16a_1a.PDF>. Acesso em: 07 fev. 2003.

STEVENSON, W.R.; JAMES, R.V. Evaluation of different sprayer technologies for fungicide application to control early and late blights. *Vegetable Diseases Control Trials*, p.21-28, 1997. Disponível em: <<http://www.plantpath.wisc.edu/wivegdis>>. Acessado em: 10 fev. 2003.

TAYLOR, W.A.; ANDERSEN, P.G. A review of benefits of air assisted spraying trial in arable crops. *Aspects of Applied Biology*, Wellesbourne, v.48, p.163-174, 1997.

TOMAZELLA, M. S. *Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da densidade populacional de Brachiaria plantaginea (Link)Witc., volume e ângulo de aplicação*. 1997, 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 1997.

TOMAZELLA, M. S. *Efeitos do estágio de desenvolvimento de Brachiaria plantaginea (Link)Witc., ângulo de aplicação e tipo de ponta na deposição da calda de pulverização*. 2001, 53f. Tese (Doutorado em Agronomia – Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2001.

VAN de ZANDE, J.C.; MEIER, R.; VAN IJZENDOOR, M.T. Air-assisted spraying in winter wheat – results of deposition measurements and biological effect of fungicides against leaf and ear diseases. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE: PESTS AND DISEASES, 1994, Brighton. *Proceedings...*, Brighton, 1994, p.313-318.

VAN de ZANDE, J.C.; VAN IJZENDOOR, M.T.; MEIER, R. The effect of air assistance, dose and spray interval on late blight (*Phytophthora infestans*) in potatoes. In: THE BCPC CONFERENCE: PESTS AND DISEASES, 3, 2000, Brighton. *Proceedings...*, 13-16 november 2000. 2000, p.1087-1092.

VENEGAS, F. *Assistência de ar em barra de pulverização, deposição da calda e controle da pinta preta na cultura da batata*. 2002, 76f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Proteção de Plantas), Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2002.

VENEGAS, F.; RAETANO, C.G; BAUER, F.C. Assistência de ar em barra de pulverização, deposição da calda e controle da pinta preta na cultura da batata. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v.29, n.4, p.323-329, 2003.

WICHERN, D.; JOHNSON, R.A. *Applied multivariate statistical analysis*, 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992, 642 p.

APÊNDICES

Apêndice 1. Volume recuperado de cobre em mg L^{-1} e transformados em $\mu\text{L cm}^{-2}$ corrigidos em função da concentração, em plantas de batata.

T ¹	R ²	P ³	Po ⁴	S ⁵	mg L ⁻¹	$\mu\text{L cm}^{-2}$	T ¹	R ²	P ³	Po ⁴	S ⁵	mg L ⁻¹	$\mu\text{L cm}^{-2}$
1	1	1	A	1	0,2100	0,6306	1	2	1	A	1	0,0800	0,2402
1	1	1	A	2	0,1200	0,3603	1	2	1	A	2	0,0400	0,1201
1	1	1	B	1	0,1100	0,3303	1	2	1	B	1	0,0700	0,2102
1	1	1	B	2	0,1400	0,4204	1	2	1	B	2	0,0200	0,0601
1	1	2	A	1	0,1000	0,3003	1	2	2	A	1	0,0500	0,1501
1	1	2	A	2	0,1100	0,3303	1	2	2	A	2	0,0800	0,2402
1	1	2	B	1	0,1400	0,4204	1	2	2	B	1	0,0900	0,2703
1	1	2	B	2	0,1000	0,3003	1	2	2	B	2	0,0600	0,1802
1	1	3	A	1	0,1300	0,3904	1	2	3	A	1	0,1300	0,3904
1	1	3	A	2	0,1100	0,3303	1	2	3	A	2	0,0600	0,1802
1	1	3	B	1	0,1100	0,3303	1	2	3	B	1	0,1000	0,3003
1	1	3	B	2	0,1400	0,4204	1	2	3	B	2	0,0400	0,1201
1	1	4	A	1	0,1300	0,3904	1	2	4	A	1	0,0800	0,2402
1	1	4	A	2	0,1300	0,3904	1	2	4	A	2	0,0600	0,1802
1	1	4	B	1	0,1000	0,3003	1	2	4	B	1	0,0900	0,2703
1	1	4	B	2	0,1200	0,3603	1	2	4	B	2	0,0700	0,2102
1	1	5	A	1	0,1800	0,5405	1	2	5	A	1	0,1900	0,5706
1	1	5	A	2	0,0800	0,2402	1	2	5	A	2	0,1300	0,3904
1	1	5	B	1	0,0900	0,2703	1	2	5	B	1	0,0900	0,2703
1	1	5	B	2	0,1200	0,3603	1	2	5	B	2	0,1000	0,3003
1	1	6	A	1	0,1000	0,3003	1	2	6	A	1	0,0200	0,0601
1	1	6	A	2	0,0900	0,2703	1	2	6	A	2	0,0000	0,0000
1	1	6	B	1	0,1100	0,3303	1	2	6	B	1	0,0000	0,0000
1	1	6	B	2	0,0700	0,2102	1	2	6	B	2	0,0100	0,0300
1	1	7	A	1	0,0800	0,2402	1	2	7	A	1	0,0200	0,0601
1	1	7	A	2	0,0900	0,2703	1	2	7	A	2	0,0200	0,0601
1	1	7	B	1	0,0800	0,2402	1	2	7	B	1	0,0000	0,0000
1	1	7	B	2	0,1100	0,3303	1	2	7	B	2	0,0000	0,0000
1	1	8	A	1	0,1200	0,3603	1	2	8	A	1	0,0400	0,1201
1	1	8	A	2	0,1100	0,3303	1	2	8	A	2	0,0000	0,0000
1	1	8	B	1	0,0500	0,1501	1	2	8	B	1	0,0100	0,0300
1	1	8	B	2	0,0000	0,0000	1	2	8	B	2	0,0000	0,0000
1	1	9	A	1	0,1300	0,3904	1	2	9	A	1	0,0200	0,0601
1	1	9	A	2	0,0900	0,2703	1	2	9	A	2	0,0000	0,0000
1	1	9	B	1	0,0500	0,1501	1	2	9	B	1	0,0200	0,0601
1	1	9	B	2	0,0800	0,2402	1	2	9	B	2	0,0000	0,0000
1	1	0	A	1	0,0600	0,1802	1	2	0	A	1	0,0300	0,0901
1	1	0	A	2	0,0800	0,2402	1	2	0	A	2	0,0400	0,1201
1	1	0	B	1	0,0900	0,2703	1	2	0	B	1	0,0300	0,0901
1	1	0	B	2	0,0500	0,1501	1	2	0	B	2	0,0100	0,0300

T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²	T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²
1	3	1	A	1	0,0200	0,0601	1	4	1	B	2	0,0100	0,0300
1	3	1	A	2	0,0100	0,0300	1	4	2	A	1	0,0500	0,1501
1	3	1	B	1	0,0000	0,0000	1	4	2	A	2	0,0000	0,0000
1	3	1	B	2	0,0000	0,0000	1	4	2	B	1	0,0100	0,0300
1	3	2	A	1	0,0400	0,1201	1	4	2	B	2	0,0000	0,0000
1	3	2	A	2	0,0000	0,0000	1	4	3	A	1	0,0800	0,2402
1	3	2	B	1	0,0000	0,0000	1	4	3	A	2	0,0000	0,0000
1	3	2	B	2	0,0000	0,0000	1	4	3	B	1	0,0000	0,0000
1	3	3	A	1	0,0500	0,1501	1	4	3	B	2	0,0000	0,0000
1	3	3	A	2	0,0000	0,0000	1	4	4	A	1	0,0900	0,2703
1	3	3	B	1	0,0700	0,2102	1	4	4	A	2	0,0100	0,0300
1	3	3	B	2	0,0000	0,0000	1	4	4	B	1	0,0000	0,0000
1	3	4	A	1	0,0100	0,0300	1	4	4	B	2	0,0000	0,0000
1	3	4	A	2	0,0200	0,0601	1	4	5	A	1	0,0100	0,0300
1	3	4	B	1	0,0300	0,0901	1	4	5	A	2	0,0000	0,0000
1	3	4	B	2	0,0600	0,1802	1	4	5	B	1	0,0200	0,0601
1	3	5	A	1	0,0100	0,0300	1	4	5	B	2	0,0900	0,2703
1	3	5	A	2	0,0000	0,0000	1	4	6	A	1	0,1500	0,4504
1	3	5	B	1	0,0000	0,0000	1	4	6	A	2	0,0000	0,0000
1	3	5	B	2	0,0000	0,0000	1	4	6	B	1	0,0700	0,2102
1	3	6	A	1	0,5600	1,6816	1	4	6	B	2	0,0000	0,0000
1	3	6	A	2	0,0000	0,0000	1	4	7	A	1	0,0100	0,0300
1	3	6	B	1	0,0000	0,0000	1	4	7	A	2	0,0000	0,0000
1	3	6	B	2	0,0000	0,0000	1	4	7	B	1	0,0600	0,1802
1	3	7	A	1	0,0300	0,0901	1	4	7	B	2	0,0000	0,0000
1	3	7	A	2	0,0200	0,0601	1	4	8	A	1	0,0800	0,2402
1	3	7	B	1	0,0600	0,1802	1	4	8	A	2	0,0000	0,0000
1	3	7	B	2	0,0500	0,1501	1	4	8	B	1	0,0100	0,0300
1	3	8	A	1	0,0800	0,2402	1	4	8	B	2	0,0000	0,0000
1	3	8	A	2	0,0800	0,2402	1	4	9	A	1	0,0800	0,2402
1	3	8	B	1	0,0600	0,1802	1	4	9	A	2	0,0000	0,0000
1	3	8	B	2	0,0200	0,0601	1	4	9	B	1	0,0000	0,0000
1	3	9	A	1	0,1100	0,3303	1	4	9	B	2	0,0000	0,0000
1	3	9	A	2	0,0400	0,1201	1	4	0	A	1	0,2000	0,6006
1	3	9	B	1	0,0300	0,0901	1	4	0	A	2	0,0200	0,0601
1	3	9	B	2	0,0500	0,1501	1	4	0	B	1	0,1100	0,3303
1	3	0	A	1	0,0800	0,2402	1	4	0	B	2	0,0200	0,0601
1	3	0	A	2	0,0200	0,0601	2	1	1	A	1	0,1500	0,4504
1	3	0	B	1	0,0800	0,2402	2	1	1	A	2	0,0000	0,0000
1	3	0	B	2	0,0600	0,1802	2	1	1	B	1	0,0000	0,0000
1	4	1	A	1	0,1300	0,3904	2	1	1	B	2	0,0100	0,0300
1	4	1	A	2	0,0100	0,0300	2	1	2	A	1	0,0500	0,1501
1	4	1	B	1	0,0800	0,2402	2	1	2	A	2	0,0000	0,0000

T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²	T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²
2	1	2	B	1	0,0200	0,0601	2	2	3	A	2	0,0400	0,1201
2	1	2	B	2	0,0000	0,0000	2	2	3	B	1	0,0300	0,0901
2	1	3	A	1	0,0400	0,1201	2	2	3	B	2	0,0200	0,0601
2	1	3	A	2	0,0000	0,0000	2	2	4	A	1	0,0400	0,1201
2	1	3	B	1	0,0600	0,1802	2	2	4	A	2	0,0200	0,0601
2	1	3	B	2	0,0000	0,0000	2	2	4	B	1	0,0200	0,0601
2	1	4	A	1	0,0100	0,0300	2	2	4	B	2	0,0000	0,0000
2	1	4	A	2	0,0000	0,0000	2	2	5	A	1	0,0400	0,1201
2	1	4	B	1	0,0200	0,0601	2	2	5	A	2	0,0100	0,0300
2	1	4	B	2	0,0300	0,0901	2	2	5	B	1	0,0500	0,1501
2	1	5	A	1	0,0900	0,2703	2	2	5	B	2	0,0200	0,0601
2	1	5	A	2	0,0200	0,0601	2	2	6	A	1	0,0500	0,1501
2	1	5	B	1	0,0300	0,0901	2	2	6	A	2	0,0000	0,0000
2	1	5	B	2	0,0200	0,0601	2	2	6	B	1	0,0000	0,0000
2	1	6	A	1	0,1400	0,4204	2	2	6	B	2	0,0100	0,0300
2	1	6	A	2	0,0000	0,0000	2	2	7	A	1	0,0100	0,0300
2	1	6	B	1	0,0000	0,0000	2	2	7	A	2	0,0000	0,0000
2	1	6	B	2	0,0000	0,0000	2	2	7	B	1	0,0000	0,0000
2	1	7	A	1	0,0200	0,0601	2	2	7	B	2	0,0000	0,0000
2	1	7	A	2	0,0000	0,0000	2	2	8	A	1	0,0600	0,1802
2	1	7	B	1	0,0000	0,0000	2	2	8	A	2	0,0000	0,0000
2	1	7	B	2	0,0000	0,0000	2	2	8	B	1	0,0100	0,0300
2	1	8	A	1	0,0100	0,0300	2	2	8	B	2	0,0000	0,0000
2	1	8	A	2	0,0000	0,0000	2	2	9	A	1	0,0500	0,1501
2	1	8	B	1	0,0000	0,0000	2	2	9	A	2	0,0100	0,0300
2	1	8	B	2	0,0000	0,0000	2	2	9	B	1	0,0100	0,0300
2	1	9	A	1	0,2300	0,6907	2	2	9	B	2	0,0000	0,0000
2	1	9	A	2	0,0100	0,0300	2	2	0	A	1	0,0300	0,0901
2	1	9	B	1	0,0200	0,0601	2	2	0	A	2	0,0000	0,0000
2	1	9	B	2	0,0000	0,0000	2	2	0	B	1	0,0200	0,0601
2	1	0	A	1	0,1100	0,3303	2	2	0	B	2	0,0200	0,0601
2	1	0	A	2	0,0000	0,0000	2	3	1	A	1	0,0500	0,1501
2	1	0	B	1	0,0000	0,0000	2	3	1	A	2	0,0300	0,0901
2	1	0	B	2	0,0000	0,0000	2	3	1	B	1	0,0900	0,2703
2	2	1	A	1	0,1000	0,3003	2	3	1	B	2	0,0100	0,0300
2	2	1	A	2	0,0000	0,0000	2	3	2	A	1	0,0500	0,1501
2	2	1	B	1	0,0000	0,0000	2	3	2	A	2	0,0300	0,0901
2	2	1	B	2	0,0000	0,0000	2	3	2	B	1	0,0400	0,1201
2	2	2	A	1	0,0700	0,2102	2	3	2	B	2	0,0000	0,0000
2	2	2	A	2	0,0000	0,0000	2	3	3	A	1	0,0000	0,0000
2	2	2	B	1	0,0000	0,0000	2	3	3	A	2	0,0100	0,0300
2	2	2	B	2	0,0000	0,0000	2	3	3	B	1	0,0300	0,0901
2	2	3	A	1	0,0600	0,1802	2	3	3	B	2	0,0000	0,0000

T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²	T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²
2	3	4	A	1	0,0200	0,0601	2	4	4	B	2	0,0400	0,1201
2	3	4	A	2	0,0000	0,0000	2	4	5	A	1	0,0500	0,1501
2	3	4	B	1	0,0500	0,1501	2	4	5	A	2	0,0100	0,0300
2	3	4	B	2	0,0200	0,0601	2	4	5	B	1	0,0400	0,1201
2	3	5	A	1	0,0800	0,2402	2	4	5	B	2	0,0000	0,0000
2	3	5	A	2	0,0300	0,0901	2	4	6	A	1	0,0100	0,0300
2	3	5	B	1	0,0600	0,1802	2	4	6	A	2	0,0200	0,0601
2	3	5	B	2	0,0500	0,1501	2	4	6	B	1	0,0200	0,0601
2	3	6	A	1	0,0800	0,2402	2	4	6	B	2	0,0000	0,0000
2	3	6	A	2	0,1000	0,3003	2	4	7	A	1	0,0860	0,2583
2	3	6	B	1	0,0600	0,1802	2	4	7	A	2	0,0100	0,0300
2	3	6	B	2	0,0600	0,1802	2	4	7	B	1	0,0200	0,0601
2	3	7	A	1	0,0500	0,1501	2	4	7	B	2	0,0000	0,0000
2	3	7	A	2	0,0300	0,0901	2	4	8	A	1	0,1000	0,3003
2	3	7	B	1	0,0600	0,1802	2	4	8	A	2	0,0100	0,0300
2	3	7	B	2	0,0800	0,2402	2	4	8	B	1	0,0000	0,0000
2	3	8	A	1	0,0500	0,1501	2	4	8	B	2	0,0000	0,0000
2	3	8	A	2	0,1100	0,3303	2	4	9	A	1	0,1700	0,5105
2	3	8	B	1	0,0700	0,2102	2	4	9	A	2	0,0300	0,0901
2	3	8	B	2	0,0800	0,2402	2	4	9	B	1	0,0200	0,0601
2	3	9	A	1	0,1000	0,3003	2	4	9	B	2	0,0000	0,0000
2	3	9	A	2	0,0500	0,1501	2	4	0	A	1	0,0800	0,2402
2	3	9	B	1	0,1300	0,3904	2	4	0	A	2	0,0300	0,0901
2	3	9	B	2	0,1000	0,3003	2	4	0	B	1	0,0000	0,0000
2	3	0	A	1	0,0600	0,1802	2	4	0	B	2	0,0000	0,0000
2	3	0	A	2	0,0600	0,1802	3	1	1	A	1	0,0200	0,0601
2	3	0	B	1	0,0800	0,2402	3	1	1	A	2	0,0200	0,0601
2	3	0	B	2	0,0600	0,1802	3	1	1	B	1	0,0100	0,0300
2	4	1	A	1	0,0300	0,0901	3	1	1	B	2	0,0000	0,0000
2	4	1	A	2	0,0400	0,1201	3	1	2	A	1	0,0300	0,0901
2	4	1	B	1	0,0500	0,1501	3	1	2	A	2	0,0000	0,0000
2	4	1	B	2	0,0400	0,1201	3	1	2	B	1	0,0000	0,0000
2	4	2	A	1	0,0450	0,1351	3	1	2	B	2	0,0000	0,0000
2	4	2	A	2	0,0000	0,0000	3	1	3	A	1	0,0700	0,2102
2	4	2	B	1	0,0000	0,0000	3	1	3	A	2	0,0000	0,0000
2	4	2	B	2	0,0000	0,0000	3	1	3	B	1	0,0000	0,0000
2	4	3	A	1	0,0400	0,1201	3	1	3	B	2	0,0000	0,0000
2	4	3	A	2	0,0100	0,0300	3	1	4	A	1	0,0500	0,1501
2	4	3	B	1	0,0000	0,0000	3	1	4	A	2	0,0000	0,0000
2	4	3	B	2	0,0300	0,0901	3	1	4	B	1	0,0300	0,0901
2	4	4	A	1	0,1400	0,4204	3	1	4	B	2	0,0500	0,1501
2	4	4	A	2	0,0000	0,0000	3	1	5	A	1	0,0200	0,0601
2	4	4	B	1	0,0300	0,0901	3	1	5	A	2	0,0000	0,0000

T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²	T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²
3	1	5	B	1	0,0300	0,0901	3	2	6	A	2	0,1110	0,3333
3	1	5	B	2	0,0300	0,0901	3	2	6	B	1	0,0580	0,1742
3	1	6	A	1	0,0400	0,1201	3	2	6	B	2	0,0800	0,2402
3	1	6	A	2	0,0400	0,1201	3	2	7	A	1	0,1290	0,3874
3	1	6	B	1	0,0600	0,1802	3	2	7	A	2	0,1170	0,3513
3	1	6	B	2	0,0300	0,0901	3	2	7	B	1	0,1020	0,3063
3	1	7	A	1	0,0600	0,1802	3	2	7	B	2	0,0440	0,1321
3	1	7	A	2	0,0400	0,1201	3	2	8	A	1	0,0630	0,1892
3	1	7	B	1	0,0600	0,1802	3	2	8	A	2	0,0490	0,1471
3	1	7	B	2	0,0000	0,0000	3	2	8	B	1	0,1260	0,3784
3	1	8	A	1	0,0200	0,0601	3	2	8	B	2	0,0350	0,1051
3	1	8	A	2	0,0400	0,1201	3	2	9	A	1	0,0550	0,1652
3	1	8	B	1	0,0500	0,1501	3	2	9	A	2	0,0590	0,1772
3	1	8	B	2	0,0700	0,2102	3	2	9	B	1	0,0870	0,2613
3	1	9	A	1	0,0100	0,0300	3	2	9	B	2	0,0680	0,2042
3	1	9	A	2	0,0600	0,1802	3	2	0	A	1	0,0960	0,2883
3	1	9	B	1	0,0100	0,0300	3	2	0	A	2	0,0500	0,1501
3	1	9	B	2	0,0300	0,0901	3	2	0	B	1	0,0160	0,0480
3	1	0	A	1	0,0400	0,1201	3	2	0	B	2	0,0580	0,1742
3	1	0	A	2	0,0500	0,1501	3	3	1	A	1	0,0500	0,1501
3	1	0	B	1	0,0400	0,1201	3	3	1	A	2	0,0510	0,1531
3	1	0	B	2	0,0300	0,0901	3	3	1	B	1	0,0850	0,2552
3	2	1	A	1	0,1300	0,3904	3	3	1	B	2	0,0030	0,0090
3	2	1	A	2	0,0600	0,1802	3	3	2	A	1	0,0480	0,1441
3	2	1	B	1	0,0400	0,1201	3	3	2	A	2	0,0690	0,2072
3	2	1	B	2	0,0300	0,0901	3	3	2	B	1	0,1020	0,3063
3	2	2	A	1	0,1000	0,3003	3	3	2	B	2	0,1040	0,3123
3	2	2	A	2	0,0000	0,0000	3	3	3	A	1	0,1710	0,5135
3	2	2	B	1	0,0000	0,0000	3	3	3	A	2	0,0840	0,2522
3	2	2	B	2	0,0200	0,0601	3	3	3	B	1	0,1190	0,3573
3	2	3	A	1	0,0950	0,2853	3	3	3	B	2	0,0870	0,2613
3	2	3	A	2	0,0000	0,0000	3	3	4	A	1	0,0340	0,1021
3	2	3	B	1	0,0400	0,1201	3	3	4	A	2	0,0270	0,0811
3	2	3	B	2	0,0590	0,1772	3	3	4	B	1	0,0160	0,0480
3	2	4	A	1	0,1260	0,3784	3	3	4	B	2	0,0430	0,1291
3	2	4	A	2	0,0790	0,2372	3	3	5	A	1	0,0940	0,2823
3	2	4	B	1	0,1200	0,3603	3	3	5	A	2	0,0930	0,2793
3	2	4	B	2	0,0320	0,0961	3	3	5	B	1	0,0830	0,2492
3	2	5	A	1	0,0750	0,2252	3	3	5	B	2	0,0210	0,0631
3	2	5	A	2	0,0900	0,2703	3	3	6	A	1	0,0630	0,1892
3	2	5	B	1	0,0280	0,0841	3	3	6	A	2	0,0230	0,0691
3	2	5	B	2	0,0360	0,1081	3	3	6	B	1	0,0000	0,0000
3	2	6	A	1	0,0530	0,1592	3	3	6	B	2	0,0000	0,0000

T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²	T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²
3	3	7	A	1	0,0340	0,1021	3	4	7	B	2	0,0000	0,0000
3	3	7	A	2	0,0580	0,1742	3	4	8	A	1	0,1440	0,4324
3	3	7	B	1	0,0510	0,1531	3	4	8	A	2	0,0130	0,0390
3	3	7	B	2	0,0000	0,0000	3	4	8	B	1	0,0450	0,1351
3	3	8	A	1	0,0020	0,0060	3	4	8	B	2	0,0420	0,1261
3	3	8	A	2	0,0000	0,0000	3	4	9	A	1	0,1320	0,3964
3	3	8	B	1	0,0000	0,0000	3	4	9	A	2	0,0000	0,0000
3	3	8	B	2	0,0000	0,0000	3	4	9	B	1	0,2530	0,7597
3	3	9	A	1	0,1000	0,3003	3	4	9	B	2	0,0320	0,0961
3	3	9	A	2	0,0000	0,0000	3	4	0	A	1	0,0640	0,1922
3	3	9	B	1	0,0150	0,0450	3	4	0	A	2	0,0310	0,0931
3	3	9	B	2	0,0000	0,0000	3	4	0	B	1	0,0270	0,0811
3	3	0	A	1	0,0450	0,1351	3	4	0	B	2	0,0230	0,0691
3	3	0	A	2	0,0000	0,0000	4	1	1	A	1	0,0200	0,0601
3	3	0	B	1	0,0110	0,0330	4	1	1	A	2	0,0670	0,2012
3	3	0	B	2	0,0000	0,0000	4	1	1	B	1	0,0540	0,1622
3	4	1	A	1	0,0600	0,1802	4	1	1	B	2	0,0520	0,1562
3	4	1	A	2	0,0000	0,0000	4	1	2	A	1	0,0760	0,2282
3	4	1	B	1	0,0520	0,1562	4	1	2	A	2	0,0110	0,0330
3	4	1	B	2	0,0620	0,1862	4	1	2	B	1	0,0220	0,0661
3	4	2	A	1	0,0480	0,1441	4	1	2	B	2	0,0000	0,0000
3	4	2	A	2	0,0150	0,0450	4	1	3	A	1	0,0090	0,0270
3	4	2	B	1	0,1380	0,4144	4	1	3	A	2	0,0000	0,0000
3	4	2	B	2	0,0000	0,0000	4	1	3	B	1	0,0260	0,0781
3	4	3	A	1	0,0820	0,2462	4	1	3	B	2	0,0130	0,0390
3	4	3	A	2	0,0130	0,0390	4	1	4	A	1	0,0600	0,1802
3	4	3	B	1	0,0620	0,1862	4	1	4	A	2	0,0080	0,0240
3	4	3	B	2	0,0000	0,0000	4	1	4	B	1	0,0850	0,2552
3	4	4	A	1	0,0920	0,2763	4	1	4	B	2	0,0010	0,0030
3	4	4	A	2	0,0450	0,1351	4	1	5	A	1	0,0740	0,2222
3	4	4	B	1	0,0220	0,0661	4	1	5	A	2	0,0850	0,2552
3	4	4	B	2	0,0000	0,0000	4	1	5	B	1	0,0890	0,2673
3	4	5	A	1	0,0510	0,1531	4	1	5	B	2	0,1050	0,3153
3	4	5	A	2	0,0840	0,2522	4	1	6	A	1	0,1350	0,4054
3	4	5	B	1	0,1650	0,4955	4	1	6	A	2	0,1170	0,3513
3	4	5	B	2	0,0550	0,1652	4	1	6	B	1	0,1170	0,3513
3	4	6	A	1	0,0090	0,0270	4	1	6	B	2	0,0680	0,2042
3	4	6	A	2	0,0000	0,0000	4	1	7	A	1	0,0980	0,2943
3	4	6	B	1	0,0240	0,0721	4	1	7	A	2	0,1760	0,5285
3	4	6	B	2	0,0000	0,0000	4	1	7	B	1	0,1220	0,3664
3	4	7	A	1	0,0840	0,2522	4	1	7	B	2	0,2490	0,7477
3	4	7	A	2	0,0000	0,0000	4	1	8	A	1	0,1990	0,5976
3	4	7	B	1	0,0000	0,0000	4	1	8	A	2	0,1150	0,3453

T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²	T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²
4	1	8	B	1	0,1950	0,5856	4	2	9	A	2	0,1890	0,5676
4	1	8	B	2	0,1140	0,3423	4	2	9	B	1	0,1770	0,5315
4	1	9	A	1	0,2010	0,6036	4	2	9	B	2	0,1480	0,4444
4	1	9	A	2	0,2040	0,6126	4	2	0	A	1	0,2810	0,8438
4	1	9	B	1	0,1810	0,5435	4	2	0	A	2	0,2040	0,6126
4	1	9	B	2	0,1050	0,3153	4	2	0	B	1	0,1540	0,4624
4	1	0	A	1	0,1830	0,5495	4	2	0	B	2	0,1350	0,4054
4	1	0	A	2	0,1100	0,3303	4	3	1	A	1	0,1660	0,4985
4	1	0	B	1	0,1240	0,3724	4	3	1	A	2	0,1220	0,3664
4	1	0	B	2	0,0960	0,2883	4	3	1	B	1	0,0500	0,1501
4	2	1	A	1	0,1620	0,4865	4	3	1	B	2	0,1640	0,4925
4	2	1	A	2	0,1220	0,3664	4	3	2	A	1	0,2190	0,6576
4	2	1	B	1	0,0950	0,2853	4	3	2	A	2	0,1680	0,5045
4	2	1	B	2	0,0610	0,1832	4	3	2	B	1	0,2410	0,7237
4	2	2	A	1	0,1140	0,3423	4	3	2	B	2	0,1490	0,4474
4	2	2	A	2	0,1190	0,3573	4	3	3	A	1	0,2170	0,6516
4	2	2	B	1	0,1670	0,5015	4	3	3	A	2	0,1520	0,4564
4	2	2	B	2	0,1180	0,3543	4	3	3	B	1	0,0750	0,2252
4	2	3	A	1	0,1340	0,4024	4	3	3	B	2	0,1330	0,3994
4	2	3	A	2	0,1720	0,5165	4	3	4	A	1	0,2770	0,8318
4	2	3	B	1	0,2120	0,6366	4	3	4	A	2	0,1570	0,4715
4	2	3	B	2	0,1100	0,3303	4	3	4	B	1	0,1650	0,4955
4	2	4	A	1	0,1740	0,5225	4	3	4	B	2	0,1220	0,3664
4	2	4	A	2	0,2280	0,6847	4	3	5	A	1	0,0970	0,2913
4	2	4	B	1	0,1840	0,5525	4	3	5	A	2	0,1890	0,5676
4	2	4	B	2	0,1550	0,4655	4	3	5	B	1	0,1720	0,5165
4	2	5	A	1	0,1040	0,3123	4	3	5	B	2	0,1120	0,3363
4	2	5	A	2	0,1640	0,4925	4	3	6	A	1	0,2390	0,7177
4	2	5	B	1	0,1930	0,5796	4	3	6	A	2	0,1290	0,3874
4	2	5	B	2	0,1790	0,5375	4	3	6	B	1	0,1290	0,3874
4	2	6	A	1	0,2200	0,6606	4	3	6	B	2	0,1110	0,3333
4	2	6	A	2	0,1880	0,5645	4	3	7	A	1	0,0800	0,2402
4	2	6	B	1	0,2700	0,8108	4	3	7	A	2	0,1150	0,3453
4	2	6	B	2	0,2080	0,6246	4	3	7	B	1	0,1620	0,4865
4	2	7	A	1	0,2230	0,6697	4	3	7	B	2	0,1160	0,3483
4	2	7	A	2	0,1130	0,3393	4	3	8	A	1	0,1300	0,3904
4	2	7	B	1	0,1420	0,4264	4	3	8	A	2	0,1360	0,4084
4	2	7	B	2	0,1150	0,3453	4	3	8	B	1	0,1170	0,3513
4	2	8	A	1	0,1150	0,3453	4	3	8	B	2	0,1740	0,5225
4	2	8	A	2	0,0650	0,1952	4	3	9	A	1	0,2940	0,8829
4	2	8	B	1	0,0610	0,1832	4	3	9	A	2	0,2410	0,7237
4	2	8	B	2	0,1530	0,4594	4	3	9	B	1	0,1870	0,5615
4	2	9	A	1	0,1540	0,4624	4	3	9	B	2	0,0570	0,1712

T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²	T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²
4	3	0	A	1	0,1630	0,4895	4	4	0	B	2	0,0770	0,2312
4	3	0	A	2	0,1190	0,3573	5	1	1	A	1	0,1520	0,4564
4	3	0	B	1	0,0420	0,1261	5	1	1	A	2	0,1470	0,4414
4	3	0	B	2	0,0640	0,1922	5	1	1	B	1	0,0970	0,2913
4	4	1	A	1	0,0980	0,2943	5	1	1	B	2	0,0950	0,2853
4	4	1	A	2	0,1040	0,3123	5	1	2	A	1	0,0890	0,2673
4	4	1	B	1	0,0560	0,1682	5	1	2	A	2	0,0900	0,2703
4	4	1	B	2	0,1030	0,3093	5	1	2	B	1	0,0750	0,2252
4	4	2	A	1	0,0890	0,2673	5	1	2	B	2	0,2690	0,8078
4	4	2	A	2	0,0560	0,1682	5	1	3	A	1	0,2610	0,7838
4	4	2	B	1	0,1090	0,3273	5	1	3	A	2	0,2090	0,6276
4	4	2	B	2	0,1430	0,4294	5	1	3	B	1	0,2440	0,7327
4	4	3	A	1	0,2170	0,6516	5	1	3	B	2	0,2280	0,6847
4	4	3	A	2	0,2290	0,6877	5	1	4	A	1	0,2120	0,6366
4	4	3	B	1	0,2430	0,7297	5	1	4	A	2	0,2660	0,7988
4	4	3	B	2	0,2520	0,7567	5	1	4	B	1	0,2590	0,7778
4	4	4	A	1	0,3060	0,9189	5	1	4	B	2	0,0780	0,2342
4	4	4	A	2	0,2570	0,7717	5	1	5	A	1	0,1360	0,4084
4	4	4	B	1	0,3190	0,9579	5	1	5	A	2	0,1210	0,3634
4	4	4	B	2	0,1910	0,5736	5	1	5	B	1	0,0610	0,1832
4	4	5	A	1	0,1930	0,5796	5	1	5	B	2	0,0090	0,0270
4	4	5	A	2	0,2500	0,7507	5	1	6	A	1	0,1200	0,3603
4	4	5	B	1	0,1710	0,5135	5	1	6	A	2	0,0680	0,2042
4	4	5	B	2	0,1820	0,5465	5	1	6	B	1	0,0130	0,0390
4	4	6	A	1	0,1920	0,5766	5	1	6	B	2	0,0560	0,1682
4	4	6	A	2	0,1440	0,4324	5	1	7	A	1	0,0560	0,1682
4	4	6	B	1	0,1000	0,3003	5	1	7	A	2	0,0050	0,0150
4	4	6	B	2	0,1670	0,5015	5	1	7	B	1	0,0110	0,0330
4	4	7	A	1	0,1220	0,3664	5	1	7	B	2	0,0000	0,0000
4	4	7	A	2	0,1690	0,5075	5	1	8	A	1	0,0320	0,0961
4	4	7	B	1	0,1230	0,3694	5	1	8	A	2	0,0000	0,0000
4	4	7	B	2	0,0930	0,2793	5	1	8	B	1	0,0000	0,0000
4	4	8	A	1	0,1280	0,3844	5	1	8	B	2	0,0000	0,0000
4	4	8	A	2	0,1250	0,3754	5	1	9	A	1	0,1840	0,5525
4	4	8	B	1	0,1730	0,5195	5	1	9	A	2	0,0000	0,0000
4	4	8	B	2	0,1040	0,3123	5	1	9	B	1	0,0000	0,0000
4	4	9	A	1	0,1600	0,4805	5	1	9	B	2	0,1390	0,4174
4	4	9	A	2	0,1810	0,5435	5	1	0	A	1	0,2220	0,6666
4	4	9	B	1	0,1710	0,5135	5	1	0	A	2	0,1840	0,5525
4	4	9	B	2	0,1060	0,3183	5	1	0	B	1	0,1800	0,5405
4	4	0	A	1	0,1120	0,3363	5	1	0	B	2	0,1950	0,5856
4	4	0	A	2	0,1260	0,3784	5	2	1	A	1	0,2450	0,7357
4	4	0	B	1	0,1560	0,4685	5	2	1	A	2	0,2090	0,6276

T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²	T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²
5	2	1	B	1	0,1720	0,5165	5	3	2	A	2	0,0680	0,2042
5	2	1	B	2	0,2000	0,6006	5	3	2	B	1	0,0990	0,2973
5	2	2	A	1	0,2270	0,6817	5	3	2	B	2	0,0820	0,2462
5	2	2	A	2	0,1360	0,4084	5	3	3	A	1	0,1980	0,5946
5	2	2	B	1	0,1600	0,4805	5	3	3	A	2	0,2270	0,6817
5	2	2	B	2	0,1160	0,3483	5	3	3	B	1	0,2770	0,8318
5	2	3	A	1	0,1810	0,5435	5	3	3	B	2	0,1720	0,5165
5	2	3	A	2	0,1240	0,3724	5	3	4	A	1	0,2330	0,6997
5	2	3	B	1	0,0900	0,2703	5	3	4	A	2	0,1630	0,4895
5	2	3	B	2	0,1300	0,3904	5	3	4	B	1	0,1960	0,5886
5	2	4	A	1	0,1470	0,4414	5	3	4	B	2	0,0670	0,2012
5	2	4	A	2	0,1890	0,5676	5	3	5	A	1	0,1870	0,5615
5	2	4	B	1	0,2900	0,8708	5	3	5	A	2	0,1070	0,3213
5	2	4	B	2	0,1670	0,5015	5	3	5	B	1	0,1060	0,3183
5	2	5	A	1	0,1450	0,4354	5	3	5	B	2	0,0460	0,1381
5	2	5	A	2	0,1350	0,4054	5	3	6	A	1	0,1250	0,3754
5	2	5	B	1	0,0860	0,2583	5	3	6	A	2	0,0900	0,2703
5	2	5	B	2	0,1200	0,3603	5	3	6	B	1	0,1100	0,3303
5	2	6	A	1	0,1760	0,5285	5	3	6	B	2	0,0130	0,0390
5	2	6	A	2	0,1320	0,3964	5	3	7	A	1	0,0900	0,2703
5	2	6	B	1	0,1150	0,3453	5	3	7	A	2	0,1260	0,3784
5	2	6	B	2	0,0980	0,2943	5	3	7	B	1	0,1030	0,3093
5	2	7	A	1	0,1240	0,3724	5	3	7	B	2	0,0690	0,2072
5	2	7	A	2	0,1220	0,3664	5	3	8	A	1	0,1180	0,3543
5	2	7	B	1	0,1780	0,5345	5	3	8	A	2	0,0190	0,0571
5	2	7	B	2	0,0670	0,2012	5	3	8	B	1	0,0810	0,2432
5	2	8	A	1	0,2070	0,6216	5	3	8	B	2	0,1110	0,3333
5	2	8	A	2	0,1010	0,3033	5	3	9	A	1	0,0460	0,1381
5	2	8	B	1	0,1010	0,3033	5	3	9	A	2	0,0600	0,1802
5	2	8	B	2	0,1280	0,3844	5	3	9	B	1	0,0110	0,0330
5	2	9	A	1	0,1220	0,3664	5	3	9	B	2	0,0850	0,2552
5	2	9	A	2	0,0820	0,2462	5	3	0	A	1	0,1470	0,4414
5	2	9	B	1	0,1380	0,4144	5	3	0	A	2	0,1120	0,3363
5	2	9	B	2	0,1210	0,3634	5	3	0	B	1	0,1490	0,4474
5	2	0	A	1	0,1210	0,3634	5	3	0	B	2	0,0940	0,2823
5	2	0	A	2	0,2220	0,6666	5	4	1	A	1	0,2830	0,8498
5	2	0	B	1	0,1220	0,3664	5	4	1	A	2	0,0930	0,2793
5	2	0	B	2	0,0990	0,2973	5	4	1	B	1	0,1510	0,4534
5	3	1	A	1	0,1870	0,5615	5	4	1	B	2	0,1420	0,4264
5	3	1	A	2	0,1000	0,3003	5	4	2	A	1	0,2410	0,7237
5	3	1	B	1	0,1380	0,4144	5	4	2	A	2	0,1910	0,5736
5	3	1	B	2	0,0320	0,0961	5	4	2	B	1	0,0760	0,2282
5	3	2	A	1	0,1110	0,3333	5	4	2	B	2	0,1520	0,4564

T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²	T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²
5	4	3	A	1	0,2420	0,7267	6	1	3	B	2	0,0200	0,0601
5	4	3	A	2	0,1200	0,3603	6	1	4	A	1	0,0820	0,2462
5	4	3	B	1	0,1360	0,4084	6	1	4	A	2	0,0100	0,0300
5	4	3	B	2	0,1010	0,3033	6	1	4	B	1	0,0300	0,0901
5	4	4	A	1	0,1430	0,4294	6	1	4	B	2	0,0000	0,0000
5	4	4	A	2	0,0850	0,2552	6	1	5	A	1	0,0300	0,0901
5	4	4	B	1	0,1480	0,4444	6	1	5	A	2	0,0000	0,0000
5	4	4	B	2	0,1060	0,3183	6	1	5	B	1	0,0300	0,0901
5	4	5	A	1	0,1630	0,4895	6	1	5	B	2	0,0200	0,0601
5	4	5	A	2	0,1280	0,3844	6	1	6	A	1	0,0200	0,0601
5	4	5	B	1	0,1710	0,5135	6	1	6	A	2	0,0100	0,0300
5	4	5	B	2	0,1680	0,5045	6	1	6	B	1	0,0080	0,0240
5	4	6	A	1	0,2720	0,8168	6	1	6	B	2	0,0000	0,0000
5	4	6	A	2	0,2070	0,6216	6	1	7	A	1	0,0590	0,1772
5	4	6	B	1	0,2150	0,6456	6	1	7	A	2	0,0000	0,0000
5	4	6	B	2	0,1980	0,5946	6	1	7	B	1	0,0000	0,0000
5	4	7	A	1	0,2420	0,7267	6	1	7	B	2	0,0000	0,0000
5	4	7	A	2	0,0380	0,1141	6	1	8	A	1	0,0150	0,0450
5	4	7	B	1	0,1750	0,5255	6	1	8	A	2	0,0620	0,1862
5	4	7	B	2	0,0750	0,2252	6	1	8	B	1	0,0450	0,1351
5	4	8	A	1	0,0850	0,2552	6	1	8	B	2	0,0820	0,2462
5	4	8	A	2	0,1670	0,5015	6	1	9	A	1	0,0750	0,2252
5	4	8	B	1	0,2700	0,8108	6	1	9	A	2	0,0210	0,0631
5	4	8	B	2	0,2420	0,7267	6	1	9	B	1	0,0150	0,0450
5	4	9	A	1	0,2310	0,6937	6	1	9	B	2	0,0000	0,0000
5	4	9	A	2	0,2800	0,8408	6	1	0	A	1	0,0950	0,2853
5	4	9	B	1	0,1970	0,5916	6	1	0	A	2	0,0000	0,0000
5	4	9	B	2	0,0000	0,0000	6	1	0	B	1	0,0000	0,0000
5	4	0	A	1	0,2170	0,6516	6	1	0	B	2	0,0000	0,0000
5	4	0	A	2	0,0000	0,0000	6	2	1	A	1	0,0800	0,2402
5	4	0	B	1	0,0000	0,0000	6	2	1	A	2	0,0000	0,0000
5	4	0	B	2	0,0000	0,0000	6	2	1	B	1	0,0000	0,0000
6	1	1	A	1	0,0650	0,1952	6	2	1	B	2	0,0000	0,0000
6	1	1	A	2	0,0000	0,0000	6	2	2	A	1	0,0750	0,2252
6	1	1	B	1	0,0000	0,0000	6	2	2	A	2	0,0000	0,0000
6	1	1	B	2	0,0000	0,0000	6	2	2	B	1	0,0240	0,0721
6	1	2	A	1	0,0030	0,0090	6	2	2	B	2	0,1310	0,3934
6	1	2	A	2	0,0000	0,0000	6	2	3	A	1	0,0510	0,1531
6	1	2	B	1	0,0050	0,0150	6	2	3	A	2	0,0000	0,0000
6	1	2	B	2	0,0460	0,1381	6	2	3	B	1	0,0040	0,0120
6	1	3	A	1	0,0150	0,0450	6	2	3	B	2	0,0000	0,0000
6	1	3	A	2	0,0000	0,0000	6	2	4	A	1	0,0390	0,1171
6	1	3	B	1	0,0110	0,0330	6	2	4	A	2	0,0240	0,0721

T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²	T	R	P	Po	S	mg L ⁻¹	µl cm ⁻²
6	2	4	B	1	0,0190	0,0571	6	3	5	A	2	0,0000	0,0000
6	2	4	B	2	0,0000	0,0000	6	3	5	B	1	0,0090	0,0270
6	2	5	A	1	0,0230	0,0691	6	3	5	B	2	0,0000	0,0000
6	2	5	A	2	0,0460	0,1381	6	3	6	A	1	0,0240	0,0721
6	2	5	B	1	0,0450	0,1351	6	3	6	A	2	0,0120	0,0360
6	2	5	B	2	0,0340	0,1021	6	3	6	B	1	0,0000	0,0000
6	2	6	A	1	0,0480	0,1441	6	3	6	B	2	0,0000	0,0000
6	2	6	A	2	0,0000	0,0000	6	3	7	A	1	0,0380	0,1141
6	2	6	B	1	0,0860	0,2583	6	3	7	A	2	0,0000	0,0000
6	2	6	B	2	0,0750	0,2252	6	3	7	B	1	0,0000	0,0000
6	2	7	A	1	0,0460	0,1381	6	3	7	B	2	0,0000	0,0000
6	2	7	A	2	0,0160	0,0480	6	3	8	A	1	0,0000	0,0000
6	2	7	B	1	0,0000	0,0000	6	3	8	A	2	0,0000	0,0000
6	2	7	B	2	0,0000	0,0000	6	3	8	B	1	0,0250	0,0751
6	2	8	A	1	0,1100	0,3303	6	3	8	B	2	0,0000	0,0000
6	2	8	A	2	0,0000	0,0000	6	3	9	A	1	0,0750	0,2252
6	2	8	B	1	0,0100	0,0300	6	3	9	A	2	0,0410	0,1231
6	2	8	B	2	0,0000	0,0000	6	3	9	B	1	0,0590	0,1772
6	2	9	A	1	0,0500	0,1501	6	3	9	B	2	0,0040	0,0120
6	2	9	A	2	0,0000	0,0000	6	3	0	A	1	0,0160	0,0480
6	2	9	B	1	0,0000	0,0000	6	3	0	A	2	0,0000	0,0000
6	2	9	B	2	0,0000	0,0000	6	3	0	B	1	0,0000	0,0000
6	2	0	A	1	0,0240	0,0721	6	3	0	B	2	0,0000	0,0000
6	2	0	A	2	0,0000	0,0000	6	4	1	A	1	0,0790	0,2372
6	2	0	B	1	0,0000	0,0000	6	4	1	A	2	0,0280	0,0841
6	2	0	B	2	0,0000	0,0000	6	4	1	B	1	0,0220	0,0661
6	3	1	A	1	0,1130	0,3393	6	4	1	B	2	0,0000	0,0000
6	3	1	A	2	0,0000	0,0000	6	4	2	A	1	0,0230	0,0691
6	3	1	B	1	0,0000	0,0000	6	4	2	A	2	0,0000	0,0000
6	3	1	B	2	0,0000	0,0000	6	4	2	B	1	0,0000	0,0000
6	3	2	A	1	0,1130	0,3393	6	4	2	B	2	0,0000	0,0000
6	3	2	A	2	0,0000	0,0000	6	4	3	A	1	0,1000	0,3003
6	3	2	B	1	0,0610	0,1832	6	4	3	A	2	0,0000	0,0000
6	3	2	B	2	0,0640	0,1922	6	4	3	B	1	0,0000	0,0000
6	3	3	A	1	0,1600	0,4805	6	4	3	B	2	0,0000	0,0000
6	3	3	A	2	0,0400	0,1201	6	4	4	A	1	0,1400	0,4204
6	3	3	B	1	0,0370	0,1111	6	4	4	A	2	0,0000	0,0000
6	3	3	B	2	0,0170	0,0510	6	4	4	B	1	0,0000	0,0000
6	3	4	A	1	0,0430	0,1291	6	4	4	B	2	0,0000	0,0000
6	3	4	A	2	0,0270	0,0811	6	4	5	A	1	0,0200	0,0601
6	3	4	B	1	0,0000	0,0000	6	4	5	A	2	0,0000	0,0000
6	3	4	B	2	0,0000	0,0000	6	4	5	B	1	0,0630	0,1892
6	3	5	A	1	0,0510	0,1531	6	4	5	B	2	0,0380	0,1141

T	R	P	Po	S	mg L⁻¹	µl cm⁻²	T	R	P	Po	S	mg L⁻¹	µl cm⁻²
6	4	6	A	1	0,1190	0,3573	6	4	8	B	1	0,1090	0,3273
6	4	6	A	2	0,1160	0,3483	6	4	8	B	2	0,0000	0,0000
6	4	6	B	1	0,0730	0,2192	6	4	9	A	1	0,1020	0,3063
6	4	6	B	2	0,1260	0,3784	6	4	9	A	2	0,0240	0,0721
6	4	7	A	1	0,1130	0,3393	6	4	9	B	1	0,0000	0,0000
6	4	7	A	2	0,0130	0,0390	6	4	9	B	2	0,0000	0,0000
6	4	7	B	1	0,0130	0,0390	6	4	0	A	1	0,1050	0,3153
6	4	7	B	2	0,0340	0,1021	6	4	0	A	2	0,0000	0,0000
6	4	8	A	1	0,0060	0,0180	6	4	0	B	1	0,0000	0,0000
6	4	8	A	2	0,0520	0,1562	6	4	0	B	2	0,0000	0,0000

¹tratamentos: 1- sem ar +30°; 2- com ar +30°; 3- com ar 0°; 4- sem ar 0°; 5- sem ar -30°; 6- com ar -30°.

²repetições dentro do tratamento.

³planta dentro da repetição experimental.

⁴posição de amostragem dentro da planta: A- posição superior; B- posição inferior da planta.

⁵superfície do folíolo avaliado: 1- superfície adaxial; 2- superfície abaxial.

Apêndice 2. Volume recuperado de cobre em mg L^{-1} e transformados em $\mu\text{L cm}^{-2}$, corrigidos em função da concentração, nos coletores plásticos posicionados nas entrelinhas da cultura da batata, cv. Ágata.

T ¹	R ²	C ³	mg L ⁻¹	$\mu\text{L cm}^{-2}$	T	R	C	mg L ⁻¹	$\mu\text{L cm}^{-2}$
1	1	1	2,560	0,2415	1	4	9	2,130	0,2009
1	1	2	1,220	0,1151	1	4	0	2,275	0,2146
1	1	3	2,725	0,2571	2	1	1	2,555	0,2410
1	1	4	0,225	0,0212	2	1	2	3,425	0,3231
1	1	5	2,625	0,2476	2	1	3	0,450	0,0425
1	1	6	1,215	0,1146	2	1	4	0,000	0,0000
1	1	7	0,020	0,0019	2	1	5	1,980	0,1868
1	1	8	2,205	0,2080	2	1	6	1,725	0,1627
1	1	9	1,290	0,1217	2	1	7	1,145	0,1080
1	1	0	1,380	0,1302	2	1	8	0,000	0,0000
1	2	1	0,925	0,0873	2	1	9	3,365	0,3175
1	2	2	2,835	0,2675	2	1	0	3,575	0,3373
1	2	3	3,430	0,3236	2	2	1	0,505	0,0476
1	2	4	0,635	0,0599	2	2	2	0,000	0,0000
1	2	5	0,625	0,0590	2	2	3	1,165	0,1099
1	2	6	0,795	0,0750	2	2	4	2,195	0,2071
1	2	7	1,095	0,1033	2	2	5	2,085	0,1967
1	2	8	1,840	0,1736	2	2	6	1,420	0,1340
1	2	9	2,360	0,2226	2	2	7	1,445	0,1363
1	2	0	0,000	0,0000	2	2	8	2,260	0,2132
1	3	1	5,050	0,4764	2	2	9	0,000	0,0000
1	3	2	3,140	0,2962	2	2	0	0,000	0,0000
1	3	3	0,000	0,0000	2	3	1	3,590	0,3387
1	3	4	0,640	0,0604	2	3	2	0,375	0,0354
1	3	5	4,030	0,3802	2	3	3	3,475	0,3278
1	3	6	1,460	0,1377	2	3	4	2,500	0,2358
1	3	7	1,525	0,1439	2	3	5	2,030	0,1915
1	3	8	3,325	0,3137	2	3	6	1,125	0,1061
1	3	9	2,115	0,1995	2	3	7	2,545	0,2401
1	3	0	2,090	0,1972	2	3	8	3,865	0,3646
1	4	1	0,705	0,0665	2	3	9	0,000	0,0000
1	4	2	0,815	0,0769	2	3	0	0,145	0,0137
1	4	3	1,095	0,1033	2	4	1	0,155	0,0146
1	4	4	3,110	0,2934	2	4	2	0,570	0,0538
1	4	5	0,940	0,0887	2	4	3	4,495	0,4241
1	4	6	3,785	0,3571	2	4	4	0,665	0,0627
1	4	7	1,500	0,1415	2	4	5	0,330	0,0311
1	4	8	1,805	0,1703	2	4	6	0,035	0,0033

T	R	C	mg L⁻¹	μL cm⁻²	T	R	C	mg L⁻¹	μL cm⁻²
2	4	7	4,675	0,4410	3	4	0	0,000	0,0000
2	4	8	0,705	0,0665	4	1	1	0,275	0,0259
2	4	9	0,385	0,0363	4	1	2	0,850	0,0802
2	4	0	1,935	0,1825	4	1	3	0,520	0,0491
3	1	1	1,210	0,1142	4	1	4	0,845	0,0797
3	1	2	0,000	0,0000	4	1	5	1,115	0,1052
3	1	3	0,155	0,0146	4	1	6	2,645	0,2495
3	1	4	1,745	0,1646	4	1	7	1,830	0,1726
3	1	5	0,070	0,0066	4	1	8	1,850	0,1745
3	1	6	2,305	0,2175	4	1	9	0,265	0,0250
3	1	7	1,385	0,1307	4	1	0	1,235	0,1165
3	1	8	0,630	0,0594	4	2	1	0,000	0,0000
3	1	9	2,995	0,2825	4	2	2	0,520	0,0491
3	1	0	3,045	0,2873	4	2	3	0,625	0,0590
3	2	1	0,000	0,0000	4	2	4	0,355	0,0335
3	2	2	1,245	0,1175	4	2	5	0,320	0,0302
3	2	3	2,885	0,2722	4	2	6	0,230	0,0217
3	2	4	1,955	0,1844	4	2	7	3,635	0,3429
3	2	5	0,000	0,0000	4	2	8	0,075	0,0071
3	2	6	3,060	0,2887	4	2	9	1,620	0,1528
3	2	7	4,385	0,4137	4	2	0	0,990	0,0934
3	2	8	6,300	0,5943	4	3	1	1,100	0,1038
3	2	9	0,215	0,0203	4	3	2	0,255	0,0241
3	2	0	0,220	0,0208	4	3	3	0,990	0,0934
3	3	1	2,375	0,2241	4	3	4	1,285	0,1212
3	3	2	2,695	0,2542	4	3	5	1,835	0,1731
3	3	3	4,020	0,3792	4	3	6	0,135	0,0127
3	3	4	5,900	0,5566	4	3	7	0,990	0,0934
3	3	5	0,350	0,0330	4	3	8	0,325	0,0307
3	3	6	0,945	0,0892	4	3	9	0,600	0,0566
3	3	7	2,775	0,2618	4	3	0	0,780	0,0736
3	3	8	2,035	0,1920	4	4	1	0,435	0,0410
3	3	9	0,805	0,0759	4	4	2	0,530	0,0500
3	3	0	0,675	0,0637	4	4	3	1,520	0,1434
3	4	1	0,000	0,0000	4	4	4	0,485	0,0458
3	4	2	0,000	0,0000	4	4	5	0,765	0,0722
3	4	3	1,100	0,1038	4	4	6	0,305	0,0288
3	4	4	0,040	0,0038	4	4	7	0,845	0,0797
3	4	5	1,485	0,1401	4	4	8	0,300	0,0283
3	4	6	0,000	0,0000	4	4	9	0,280	0,0264
3	4	7	0,165	0,0156	4	4	0	0,325	0,0307
3	4	8	0,000	0,0000	5	1	1	0,550	0,0519
3	4	9	0,000	0,0000	5	1	2	2,020	0,1906

T	R	C	mg L ⁻¹	μL cm ⁻²	T	R	C	mg L ⁻¹	μL cm ⁻²
5	1	3	0,420	0,0396	6	1	2	3,905	0,3684
5	1	4	1,860	0,1755	6	1	3	3,795	0,3580
5	1	5	0,110	0,0104	6	1	4	4,340	0,4094
5	1	6	1,445	0,1363	6	1	5	2,150	0,2028
5	1	7	1,215	0,1146	6	1	6	5,300	0,5000
5	1	8	1,410	0,1330	6	1	7	2,925	0,2759
5	1	9	0,350	0,0330	6	1	8	0,700	0,0660
5	1	0	1,030	0,0972	6	1	9	0,000	0,0000
5	2	1	0,900	0,0849	6	1	0	5,200	0,4906
5	2	2	1,235	0,1165	6	2	1	0,000	0,0000
5	2	3	0,505	0,0476	6	2	2	0,675	0,0637
5	2	4	0,390	0,0368	6	2	3	0,835	0,0788
5	2	5	1,510	0,1425	6	2	4	0,000	0,0000
5	2	6	0,700	0,0660	6	2	5	0,000	0,0000
5	2	7	0,000	0,0000	6	2	6	0,000	0,0000
5	2	8	0,000	0,0000	6	2	7	2,175	0,2052
5	2	9	1,650	0,1557	6	2	8	2,815	0,2656
5	2	0	1,295	0,1222	6	2	9	0,190	0,0179
5	3	1	0,785	0,0741	6	2	0	0,105	0,0099
5	3	2	0,130	0,0123	6	3	1	0,755	0,0712
5	3	3	0,095	0,0090	6	3	2	2,960	0,2792
5	3	4	0,550	0,0519	6	3	3	0,145	0,0137
5	3	5	1,075	0,1014	6	3	4	0,220	0,0208
5	3	6	1,300	0,1226	6	3	5	0,490	0,0462
5	3	7	0,090	0,0085	6	3	6	0,030	0,0028
5	3	8	0,010	0,0009	6	3	7	0,000	0,0000
5	3	9	0,710	0,0670	6	3	8	1,785	0,1684
5	3	0	0,230	0,0217	6	3	9	0,930	0,0877
5	4	1	1,715	0,1618	6	3	0	0,045	0,0042
5	4	2	0,740	0,0698	6	4	1	0,930	0,0877
5	4	3	0,665	0,0627	6	4	2	0,570	0,0538
5	4	4	0,695	0,0656	6	4	3	2,265	0,2137
5	4	5	0,535	0,0505	6	4	4	0,490	0,0462
5	4	6	0,680	0,0642	6	4	5	4,740	0,4472
5	4	7	0,715	0,0675	6	4	6	1,430	0,1349
5	4	8	0,160	0,0151	6	4	7	3,495	0,3297
5	4	9	0,445	0,0420	6	4	8	2,045	0,1929
5	4	0	0,015	0,0014	6	4	9	1,095	0,1033
6	1	1	2,485	0,2344	6	4	0	1,405	0,1325

¹tratamentos: 1- sem ar +30°; 2- com ar +30°; 3- com ar 0°; 4- sem ar 0°; 5- sem ar -30°; 6- com ar -30°.

²repetições dentro do tratamento.

³coletor dentro da repetição experimental.