

Substratos fertilizados com uréia revestida e o crescimento e estado nutricional da muda de citros

Eduardo Buchaul de Azevedo*, Cláudia Sales Marinho, Rodrigo de Almeida Muniz e Almy Júnior Cordeiro de Carvalho

Laboratório de Fitotecnia, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Av. Alberto Lamego 2000, 28013-602, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: ebuchaul@yahoo.com.br

RESUMO. Foram conduzidos dois experimentos com objetivo de avaliar o crescimento e estado nutricional da muda de citros, em função de diferentes doses de uréia revestida (UR). No primeiro, conduzido do transplante (01/2006) ao ponto de enxertia (06/2006), foram avaliadas cinco doses de UR (0, 0,5, 1,0, 2,0 e 4,0 kg m⁻³ de substrato) e dois substratos (Plantmax® e outro obtido da mistura entre bagaço de cana + torta de filtro – BT). No segundo, conduzido do ponto de enxertia ao de despinde (12/2006), foram avaliadas as cinco doses de UR no substrato BT. O ponto de enxertia foi atingido aos 120 dias após o transplante nas plantas cultivadas no substrato BT, enquanto no Plantmax®, não foi atingido. O teor de N no porta-enxerto cultivado no substrato BT aumenta com as doses de UR. Maiores diâmetro e teor de N nas plantas cultivadas no substrato Plantmax® é observado na dose 2,4 kg m⁻³. Usando substrato BT com as características descritas neste experimento, seria possível a obtenção do porta-enxerto tangerineira ‘Cleópatra’ apto a enxertia aos 159 dias após o transplante e da muda de laranja ‘Seleta’, enxertada sobre ele, aos 182 dias após a enxertia, sem complementação da adubação nitrogenada com uréia revestida.

Palavras-chave: adubo de liberação lenta, resíduos agroindustriais, propagação, *Citrus reshni*, *Citrus sinensis*.

ABSTRACT. Substrata fertilized with coated urea and the growth and nutritional state of the young citrus tree. Two experiments were carried out with the objective of evaluating the growth and nutritional state of the young citrus tree in function of different levels of coated urea (UR). In the first experiment, carried out from transplanting (01/2006) up to the budding point (06/2006), five levels of UR were evaluated (0, 0.5, 1.0, 2.0 and 4.0 kg m⁻³ of substratum) and two substrata (Plantmax® and another obtained from sugar cane bagasse + filter cake – BT). In the second experiment, carried out from budding until the pinch out point (12/2006), five doses of UR in substratum BT were evaluated. The budding point was reached 120 days after the transplanting in the plants cultivated in substratum BT, while in Plantmax® it was not reached. The concentration of N in the rootstock leaves cultivated in substratum BT increases with the doses of UR. Major diameter and N concentration in the plants cultivated in substratum Plantmax® were observed in a level of 2.4 kg m⁻³. Using the substratum BT with the characteristics described in this experiment, it is possible to attain the rootstock ‘Cleópatra’ mandarin in the budding point at 159 days after the transplanting and the young ‘Seleta’ orange tree, budded on it, at 182 days after budding, without nitrogen fertilization supplementation with coated urea.

Key words: slow release fertilizers, agro-industrial residues, propagation, *Citrus reshni*, *Citrus sinensis*

Introdução

Na citricultura moderna todas as fases do processo de produção de mudas são feitas em recipientes, o que demanda grande quantidade de substratos, que devem possuir características adequadas para uso nesse sistema, além de apresentar custo compatível com a atividade.

Vários estudos são realizados com o intuito de utilizar resíduos da agroindústria para fabricação de

substratos agrícolas, para agregar valor e dar destino ecologicamente correto a esses subprodutos. Resíduos do processamento da cana-de-açúcar possuem potencial de uso para composição de substratos para produção de mudas (MEUNCHANG et al., 2005, SERRANO et al., 2006), e produtos resultantes da compostagem dessas misturas são utilizados, também, como fonte de nutrientes aumentando a produtividade das

culturas (DARIO et al., 2003). Tais resíduos existem em grande quantidade no Norte Fluminense, região que possui cinco usinas sucroalcooleiras em funcionamento, ano safra 2007/2008.

O crescimento de porta-enxertos de citros é influenciado pelo substrato utilizado, que varia em função de suas propriedades, e, para cada tipo, é exigido um manejo diferenciado da fertilização e da irrigação (ESPOSTI; SIQUEIRA, 2004; SERRANO et al., 2006). As exigências nutricionais também variam em função das variedades de porta-enxertos (MATTOS JÚNIOR et al., 2006). As perdas de N para o ambiente são reduzidas com o parcelamento das fertilizações nitrogenadas (BOMAN; BATTIKHI, 2007) ou com o uso de adubos de liberação controlada (SATO; MORGAN, 2008; MEDINA et al., 2008).

O emprego de fertilizantes revestidos, denominados “de liberação lenta” ou “controlada”, tem por finalidade disponibilizar os nutrientes para as culturas por um maior período de tempo e otimizar a absorção pelas plantas reduzindo perdas por lixiviação (MORGAN et al., 2009). Barati et al. (2006), comparando a eficiência de três fontes de N, cloreto de amônio, uréia e uréia revestida com enxofre, observaram que a recuperação de N foi maior quando se utilizou o fertilizante revestido.

Grande parte dos trabalhos com adubos de liberação lenta tem se centrado na utilização de uréia revestida com enxofre e uréia-formaldeído, os quais estão disponíveis no mercado há 40 anos (GUERTAL, 2009).

Segundo resultados obtidos por Boman e Battikhi (2007), o uso do fertilizante nitrogenado de liberação lenta reduz a necessidade de parcelamento das adubações. Entretanto, não foram encontrados, na literatura, trabalhos nos quais o substrato tenha sido fertilizado com esse tipo de adubo, apenas na ocasião do transplantio do porta-enxerto para a produção da muda de citros até o momento de desponde do enxerto.

Assim, este trabalho teve como objetivos a avaliação do crescimento e do estado nutricional tanto do porta-enxerto tangerineira ‘Cleópatra’ quanto do enxerto da laranjeira ‘Seleta’, sobre ele enxertada, em dois substratos fertilizados com cinco doses de uréia revestida, aplicada na ocasião do transplantio do porta-enxerto.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação instalada na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizada no município

de Campos dos Goytacazes, Norte do Estado do Rio de Janeiro, com coordenadas geográficas de 21°44’47” S de latitude, 41°18’24” O de longitude e a 11 m de altitude.

Foram conduzidos dois experimentos em duas etapas do processo de produção da muda de citros. O primeiro experimento foi conduzido do ponto de transplantio do porta-enxerto ao ponto de enxertia, no período de janeiro a junho de 2006; o segundo, da enxertia ao ponto de desponde das mudas, no período de junho a dezembro de 2006.

O porta-enxerto utilizado foi a tangerineira ‘Cleópatra’ (*Citrus reshni* Hort. Ex Tanaka). As sementes do porta-enxerto foram adquiridas no banco de germoplasma do Centro APTA Citrus Silvio Moreira – IAC – Cordeirópolis, Estado de São Paulo, e este foi produzido em tubetes de 50 cm³, preenchidos com substrato comercial Plantmax® Hortalças. Foram realizadas adubações com nitrato de potássio (KNO₃) como fonte de N e K, em uma concentração de 4,5 g L⁻¹, duas vezes por semana, até as plantas atingirem o ponto de transplantio.

Para o primeiro experimento, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5, sendo utilizados dois tipos de substratos e cinco doses de uréia revestida com enxofre (UR) (Poly’s® 37-00-00). Os substratos utilizados foram o Plantmax® Hortalças (PH) e um outro produzido pela compostagem da mistura de bagaço de cana + torta de filtro, na proporção de 3:2 - v:v (BT). A caracterização química dos substratos utilizados está apresentada na Tabela 1. As doses de UR utilizadas foram as seguintes: 1 - controle (dose zero de UR); 2 - 0,5 kg m⁻³; 3 - 1,0 kg m⁻³; 4 - 2,0 kg m⁻³ e 5 - 4,0 kg m⁻³ de substrato, correspondentes a 0, 185, 370, 740 e 1.480 g de N m⁻³ de substrato. Foram utilizados cinco blocos e três plantas por parcela.

Para os dados de altura, número de folhas e diâmetro, que foram avaliados periodicamente, a análise foi feita em esquema de parcelas subdivididas no tempo. Em todos os tratamentos foi aplicado P numa dose de 314 g m⁻³ de substrato, na forma de superfosfato simples. O fertilizante fosfatado foi misturado aos substratos antes do preenchimento dos vasos, assim como a UR nas doses correspondentes a cada tratamento. Logo após o transplantio, todos os tratamentos receberam adubação nitrogenada de 100 mL por vaso de uma solução de arranque com KNO₃ a 4,5 g L⁻¹.

Foram avaliados a altura das plantas, o número de folhas e o diâmetro de caule medido a 1,5 cm acima do colo, aos 33, 55, 75, 107 e 120 dias após o transplantio.

Tabela 1. Caracterização química* do substrato composto por bagaço de cana + torta de filtro, na proporção de 3:2-v:v (BT) e do substrato Plantmax® (PH).

Substratos	pH (H ₂ O)	N	P	K	Ca	Mg	S	C	Fe	Cu	Zn	Mn
					g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹		
BT	6,0	17,85	8,99	2,27	17,4	4,0	1,59	266	18,5	60	348	850
PH	4,7	8,85	4,9	5,4	14,6	21,6	3,29	314	17,2	28	84	235

*Análises realizadas na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Campus Leonel Miranda. Teores totais dos nutrientes, determinados após digestão úmida da matéria seca.

Aos 120 dias após o transplantio, as plantas foram colhidas e avaliadas quanto à área foliar e massa seca de folhas, caule e raízes. Na massa seca das folhas, foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S.

Para avaliação da área foliar foi utilizado o medidor foliar modelo LI-3100 area meter®. As folhas, os caules e as raízes foram acondicionados em sacos de papel e levados à estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 72°C, durante 72h. Após a secagem, foi avaliada a massa seca das diferentes partes das plantas.

Os teores de N foram quantificados utilizando-se o extrato da digestão sulfúrica. A partir do extrato obtido da digestão nitro-perclórica, foram determinados os teores de P, K, Ca, Mg e S. Os métodos adotados para determinação dos teores dos nutrientes estão descritos em Malavolta et al. (1997).

Antes da instalação do segundo experimento, os procedimentos adotados para semeadura do porta-enxerto e demais condições de condução das mudas foram iguais aos do primeiro experimento. As plantas que foram conduzidas no substrato PH não atingiram o ponto de enxertia com o manejo de adubação adotado. Desse modo, apenas as plantas conduzidas no substrato BT foram enxertadas. Neste substrato, o porta-enxerto foi conduzido até os 159 dias após o transplantio, quando todas as plantas atingiram diâmetro mínimo de 6 mm a 10 cm acima do colo. A técnica de enxertia utilizada foi a borbulhia em “T invertido”.

O delineamento experimental adotado para o segundo experimento foi o de blocos casualizados, sendo avaliadas cinco doses de uréia revestida com enxofre (Poly's® 37-00-00) e quatro blocos. Cada parcela foi composta por duas plantas. A copa utilizada foi a laranjeira ‘Seleta’ (*Citrus sinensis*), proveniente de borbulheira instalada na Universidade Estadual do Norte Fluminense, e os ramos porta-borbulhas foram colhidos no momento da enxertia. Para os dados de altura, número de folhas e diâmetro, que foram avaliados periodicamente, a análise foi feita em esquema de parcelas subdivididas no tempo.

Foram avaliados, periodicamente, a altura das plantas, o número de folhas e o diâmetro a 5 cm acima do ponto da enxertia, dos 98 aos 182 dias após a enxertia, a intervalos de 14 dias. Aos 182 dias após a enxertia, as mudas atingiram o ponto de desponte (tecido maduro a 50 cm acima do colo) e foram avaliadas, também, quanto à altura do primeiro surto de crescimento vegetativo. Depois de colhidas, todas as mudas foram avaliadas quanto à área foliar, massa seca das folhas, do caule e das raízes. Na massa seca das folhas, foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S. Os procedimentos adotados foram os mesmos utilizados para o primeiro experimento. Para as avaliações de parte aérea, foi considerada apenas a copa da muda pronta, sendo descartadas as partes despontadas.

Os dados foram submetidos a análises de variância e, nos casos de significância ($p \leq 0,05$), submetidos a testes de média e análises de regressão. No primeiro experimento, foi empregado o teste de Tukey para comparação das médias entre os substratos. Nos dois experimentos, as doses de uréia revestida com enxofre foram submetidas a análises de regressão.

Resultados e discussão

No primeiro experimento, as maiores taxas de crescimento foram observadas nas plantas cultivadas no substrato BT (Figura 1). As diferenças no crescimento em altura e em número de folhas, entre as plantas cultivadas nos dois substratos, tornaram-se significativas a partir dos 75 dias após o transplantio, enquanto o efeito do substrato de cultivo no crescimento em diâmetro foi observado a partir dos 107 dias após o transplantio ($p \leq 0,05$). Aos 120 dias após o transplantio, as plantas cultivadas no substrato BT apresentaram valores médios para altura, nº de folhas e diâmetro a 1,5 cm acima do colo da planta, 128, 79 e 24% superiores às produzidas no substrato PH, respectivamente (Figura 1).

As doses de UR que proporcionaram maiores valores médios para altura, nº de folhas e área foliar, no substrato BT, foram 1,9; 2,0 e 2,1 kg m⁻³, respectivamente (Figura 2). Neste mesmo substrato, não foram observadas respostas às doses de UR para o diâmetro das plantas a 1,5 cm acima do colo, obtendo-se valor médio de 6,29 mm.

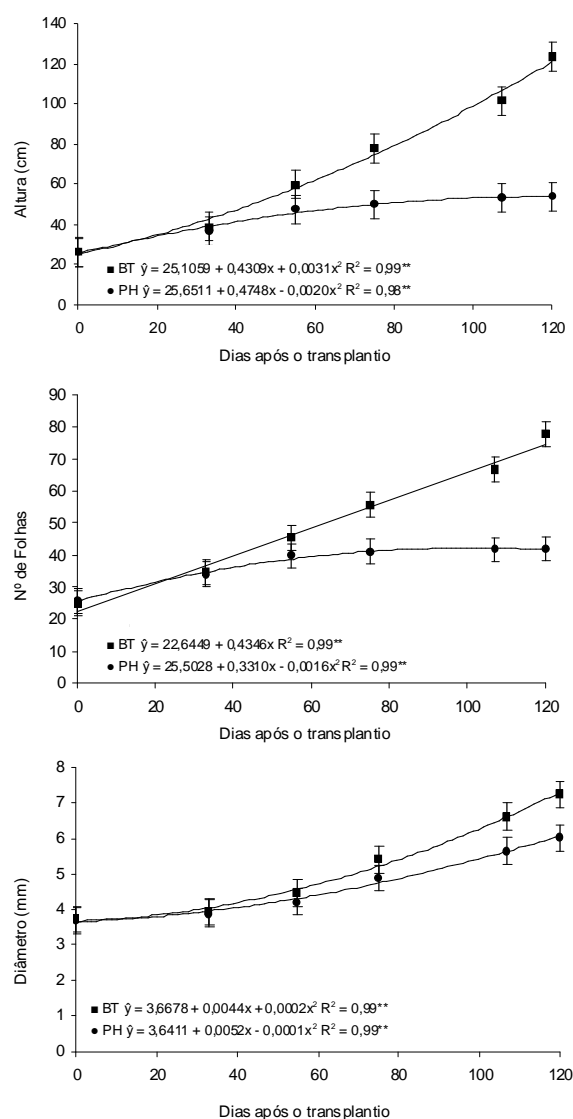


Figura 1. Altura, nº de folhas e diâmetro do caule medido a 1,5 cm do colo da tangerineira 'Cleópatra', em função das épocas de avaliações, do transplante (01/2006) ao ponto de enxertia (06/2006). Os valores são médias entre todas as doses de UR e repetições (n = 75). As barras na vertical representam a DMS do teste de Tukey a 5% de probabilidade. BT= bagaço de cana + torta de filtro; PH= Plantmax®.

Para o substrato PH, as doses de UR que proporcionaram maiores valores de altura, diâmetro a 1,5 cm acima do colo e nº de folhas foram 2,6, 2,3 e 2,8 kg m⁻³, respectivamente. No entanto, não foram observadas respostas às doses de UR para área foliar neste mesmo substrato (Figura 2). Foram observados valores de altura, diâmetro a 1,5 cm acima do colo, nº de folhas e área foliar, para as plantas cultivadas no substrato BT, 127, 170, 85 e 265% maiores que os valores observados para as plantas cultivadas no substrato PH, comparando-se os valores atingidos nos pontos de máximo das curvas de regressão, aos 120 dias após o transplante (Figura 2).

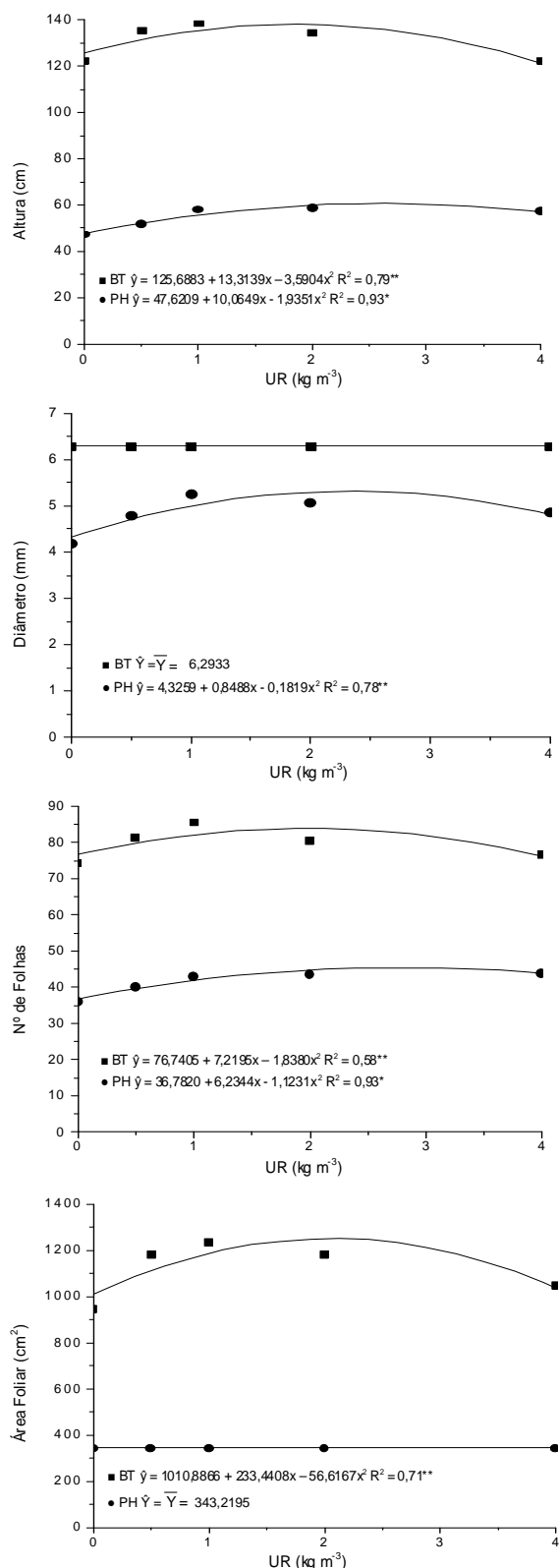


Figura 2. Altura, diâmetro do caule a 1,5 cm acima do colo, nº de folhas e área foliar da tangerineira 'Cleópatra' aos 120 dias após o transplante (06/2006), em função das doses de UR, nos dois substratos. UR= uréia revestida; BT= bagaço de cana + torta de filtro; PH= Plantmax®.

Para massa seca de folhas e de caule, os maiores valores médios, para as plantas cultivadas no substrato BT, foram proporcionados pelas doses de 2,2 e 1,8 kg m⁻³, respectivamente. Com uso do substrato PH, as maiores médias foram proporcionadas pelas doses de 2,5 e 2,3 kg m⁻³, respectivamente. Com o uso do substrato BT, foram observados aumentos da ordem de 214% para massa seca de folhas e de 144% para massa seca de caule (Figura 3).

A faixa de doses de UR que proporcionou maiores valores de crescimento às plantas cultivadas no substrato BT (1,8 a 2,3 kg m⁻³) foi inferior à faixa que proporcionou os maiores valores às plantas cultivadas no substrato PH (2,3 a 2,8 kg m⁻³) (Figuras 2 e 3). Esse resultado pode ter ocorrido pela maior quantidade de nutrientes presentes no substrato BT (Tabela 1).

Com o aumento das doses de UR, nas plantas cultivadas no substrato BT, observou-se aumento para altura, n^o de folhas, área foliar, massa seca de folhas e de caule, até a dose de 2,0 kg m⁻³ de UR, com posterior decréscimo dos valores observados. Para as plantas cultivadas no substrato PH, foram observados aumentos para altura, diâmetro a 1,5 cm acima do colo, n^o de folhas, massa seca de folhas e de caule, até, aproximadamente, a dose de 2,5 kg m⁻³ de UR.

Serrano et al. (2006) e Catunda et al. (2008) também observaram que o substrato composto por bagaço de cana + torta de filtro (3:2, v:v) proporcionou maior crescimento às plantas cultivadas em comparação a um substrato comercial composto por casca de pinus. Serrano et al. (2006) observaram, ainda, que as características biométricas avaliadas no porta-enxerto limoeiro 'Cravo' decresceram com o aumento das doses do fertilizante de liberação lenta (14-14-14) para as plantas cultivadas no substrato composto por bagaço de cana + torta de filtro, o que pode ter ocorrido em função da toxidez causada por um dos nutrientes presentes no adubo aplicado.

Nas plantas cultivadas no substrato BT, a massa seca de raízes decresceu 27% com o aumento das doses de UR do tratamento-controle (dose 0) para a maior dose (4 kg m⁻³). As plantas cultivadas no substrato PH não apresentaram respostas às doses de UR para essa característica (Figura 3).

Os maiores valores em crescimento, neste trabalho, foram observados com doses de N nas faixas de 0,676 a 0,851 e de 0,851 a 1,036 mg dm⁻³ para as plantas cultivadas no substrato BT e PH, respectivamente.

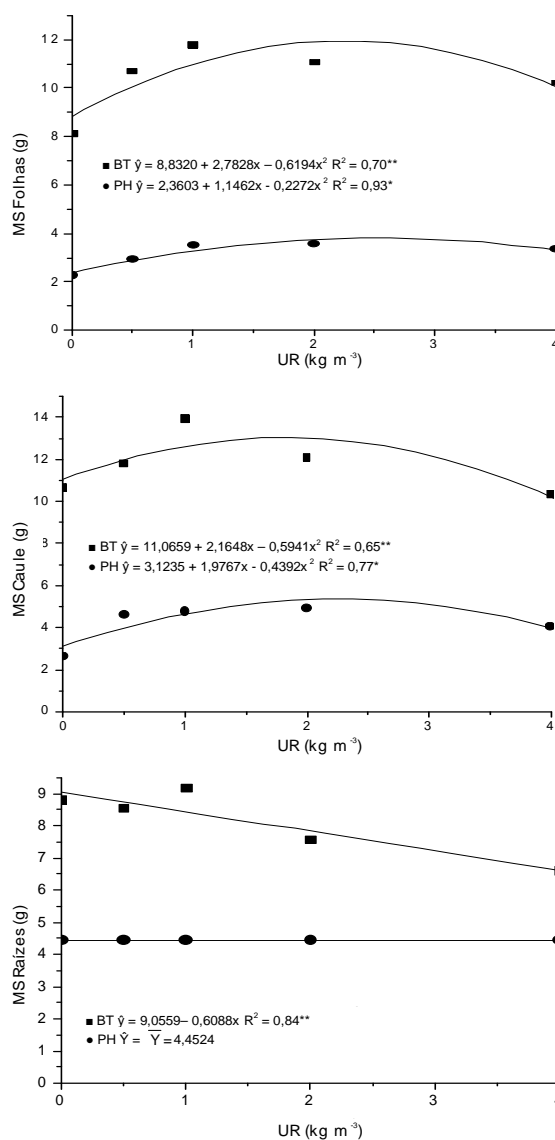


Figura 3. Acúmulo de massa seca nas folhas, caules e raízes da tangerineira 'Cleópatra' aos 120 dias após o transplantio (06/2006), em função das doses de UR, nos dois substratos. UR= uréia revestida. BT= bagaço de cana + torta de filtro. PH= Plantmax®.

As faixas de doses de N determinadas para ambos os substratos assumiram valores próximos à faixa determinada por Esposti e Siqueira (2004), que obtiveram plantas de tangerineira 'Cleópatra', cultivadas em substrato comercial a base de casca de pinus, com crescimento máximo em altura e diâmetro, aos 240 dias após o transplantio, com doses de N na faixa de 543 a 772 mg dm⁻³, divididas em 20 aplicações em cobertura, realizadas a cada 15 dias.

Raigon et al. (1999) obtiveram boa colheita e qualidade de frutos de citros com uso de uréia revestida com enxofre como fonte de N, tendo, ainda, a utilização do adubo revestido possibilitado a redução da quantidade de N aplicada.

De modo geral, o substrato PH proporcionou maiores teores de nutrientes na matéria seca foliar (Figura 4). No entanto, as plantas cultivadas no substrato BT, embora com menores teores, tiveram maior crescimento (Figura 3).

Diferentes respostas em crescimento podem provocar alterações nas concentrações dos nutrientes, pelo chamado efeito de diluição ou de

concentração (MALAVOLTA et al., 1997).

Foi observada interação entre os substratos e as doses de UR para o teor de N. A dose de UR que proporcionou maior média para o teor de N na massa seca das folhas das plantas cultivadas no substrato PH foi de $2,4 \text{ kg m}^{-3}$. Para as plantas cultivadas no substrato BT, o aumento das doses de UR proporcionou aumento linear nos teores de N (Figura 4).

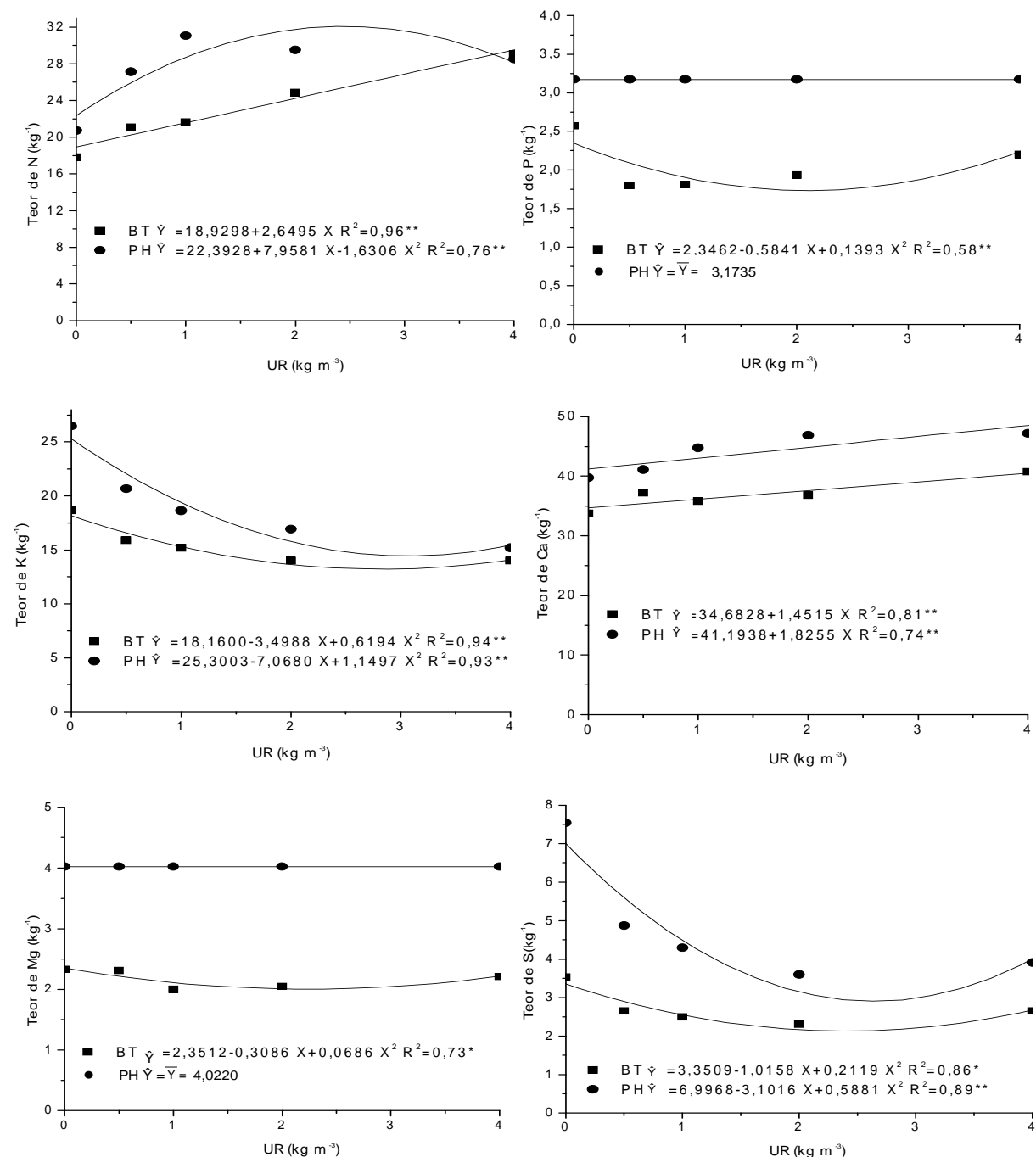


Figura 4. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S na massa seca das folhas da tangerineira 'Cleópatra' aos 120 dias após o transplântio (06/2006), em função das doses de UR, nos dois substratos. UR= uréia revestida. BT= bagaço de cana + torta de filtro. PH= Plantmax®.

Quanto ao teor de P, o menor valor médio foi obtido na dose de $2,1 \text{ kg m}^{-3}$ com uso do substrato BT, enquanto para as plantas cultivadas no substrato PH, não foram observadas respostas às doses de UR para o teor de P nas folhas (Figura 4).

O teor de K diminuiu com o aumento das doses de UR, atingindo os menores valores com as doses de 2,8 e $3,1 \text{ kg m}^{-3}$ para as plantas cultivadas nos substratos BT e PH, respectivamente, voltando a aumentar com as maiores doses (Figura 4).

O aumento das doses de UR proporcionou aumentos lineares nos teores de Ca (Figura 4) na massa seca foliar, para as plantas cultivadas nos dois substratos.

A menor média do teor de Mg, nas folhas, foi obtida com a dose de $2,2 \text{ kg m}^{-3}$ aplicada ao substrato BT, enquanto para as plantas cultivadas no substrato PH, não foram observadas respostas dos teores de Mg às doses de UR (Figura 4). O teor de S diminuiu com o aumento das doses de UR, até as doses de 2,4 e $2,6 \text{ kg m}^{-3}$, para as plantas cultivadas nos substratos BT e PH, respectivamente, voltando a aumentar com as maiores doses (Figura 4). Apesar de a uréia ser revestida com S e deste ter relativa expressividade na quantidade total do fertilizante (16%), pode-se observar que o fertilizante não contribuiu para elevar os teores de S nas plantas, provavelmente por estar em sua forma elementar, não disponível às plantas.

Na Figura 5, são apresentadas as curvas de crescimento da muda de laranjeira 'Seleta', cultivada no substrato BT nas diferentes épocas de avaliações, dos 98 dias após a enxertia até o ponto de desponte (182 dias após a enxertia). Os valores médios de altura e n° de folhas, atingidos aos 182 dias após a enxertia, foram de 106 cm e 9 unidades, respectivamente (Figura 5). Quanto ao diâmetro, este apresentou crescimento linear, com taxa de $0,03 \text{ mm dia}^{-1}$. O valor médio entre todos os tratamentos e repetições foi de 7,5 mm aos 182 dias após a enxertia.

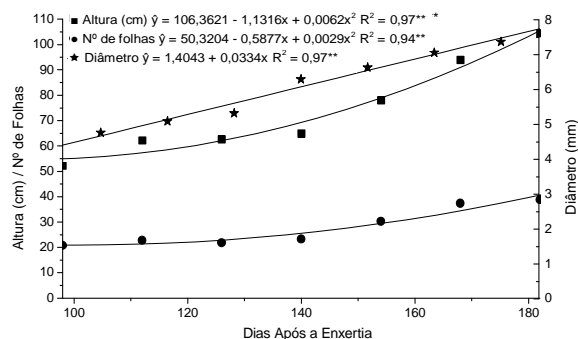


Figura 5. Altura, n° de folhas e diâmetro do caule a 5 cm acima da região da enxertia da muda de laranjeira 'Seleta' nas várias épocas de amostragem do ponto de enxertia (06/2006) ao de desponte (12/2006). Os valores são médias entre todas as doses de uréia revestida e repetições (n = 40).

O padrão de mudas fiscalizadas, segundo normas editadas pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA-SP), exige que o diâmetro médio seja de 7 mm a 5 cm acima do ponto de enxertia, portanto, as mudas estavam adequadas ao padrão quanto a este parâmetro.

Aos 182 dias após a enxertia, as mudas foram avaliadas quanto ao crescimento, não sendo observadas diferenças entre as doses de UR ($p \leq 0,05$) para altura, diâmetro do caule a 5 cm acima da região da enxertia, n° de folhas e altura do primeiro surto, que apresentaram médias de 105 cm; 7,4 mm; 39 unidades e 37,5 cm, respectivamente. Houve efeito das doses de UR sobre a área foliar, que diminuiu com o aumento das doses em 16% do tratamento-controle (dose 0) para a maior dose de UR (4 kg m^{-3}) (Figura 6).

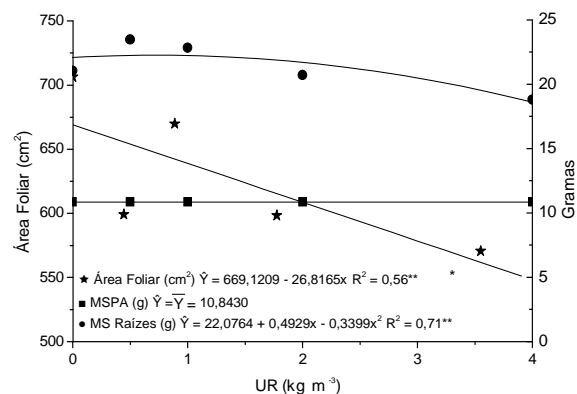


Figura 6. Área foliar e acúmulo de massa seca nas raízes e parte aérea (MS Folhas + MS Caule) da muda de laranjeira 'Seleta' aos 182 dias após a enxertia (12/2006), em função das doses de uréia revestida (UR).

Foi observado efeito negativo das doses de UR para a produção de massa seca de raízes (Figura 6), com resultado semelhante para as plantas cultivadas no mesmo substrato (BT) no primeiro experimento (Figura 3). Não foram observados efeitos das doses de UR para massa seca de folhas e de caule e, conseqüentemente, para massa seca de parte aérea, sendo obtidos valores médios de 5,3 g para massa seca de folhas e 5,6 g para a massa seca de caule.

Na massa seca das folhas, o teor de N atingiu valor máximo com a dose de $1,9 \text{ kg m}^{-3}$ (Figura 7). Com relação ao teor de P, o menor valor médio foi obtido com a dose de $3,0 \text{ kg m}^{-3}$, voltando a aumentar com a maior dose ($4,0 \text{ kg m}^{-3}$). A redução do teor de P com o aumento das doses de UR pode estar relacionada com a redução do sistema radicular, ocasionada pelo aumento das doses de UR (Figura 6), mesma tendência observada no primeiro experimento (Figura 3).

Pela baixa mobilidade do P, o processo de difusão é o principal responsável pelo contato entre o fosfato e as raízes, e a absorção do P pelas plantas cria uma zona de depleção ao redor das raízes; os íons se difundem por gradiente de potencial químico até a superfície radicular (BARBER, 1984). Em consequência, o maior crescimento do sistema radicular aumenta a área explorada pela planta e diminui a distância que o fosfato tem de percorrer até atingir a superfície do sistema radicular.

O aumento das doses de UR ocasionou decréscimo linear no teor de K (Figura 7), com redução de 11% do tratamento-controle (dose 0) para a maior dose de UR (4 kg m⁻³). Quanto ao teor de Ca, não foram observadas respostas às doses de UR (Figura 7).

O comportamento da curva do teor de S em relação às doses de UR é inverso ao comportamento da curva do teor de N (Figura 7). Esta inversão de comportamento entre os nutrientes com relação às doses de UR pode estar ligada à competição pela absorção entre os nutrientes no substrato. A menor média para o teor de S foi obtida na dose de 1,9 kg m⁻³, sendo esta dose a que proporcionou maior média para o teor de N.

Foi observada a presença de grânulos do fertilizante de liberação lenta no substrato aos 182 dias após a enxertia. A presença desses grânulos, no substrato, demonstra que o revestimento do fertilizante foi mantido. Entretanto, foi possível a obtenção da muda pronta neste mesmo período de tempo sem complementação da adubação nitrogenada com uréia revestida. Assim como para o primeiro experimento, não foi observado efeito da UR sobre os teores de S nas folhas.

Foi observada resposta às doses de UR para o teor de Mg, sendo obtido comportamento semelhante à curva do teor de N (Figura 7). O maior valor médio obtido para o teor de Mg foi observado com a dose de 3,0 kg m⁻³ de UR.

No ponto de desponte, as mudas apresentavam-se com padrão físico de mudas fiscalizadas, de acordo com as normas editadas pela SAA-SP. O enxerto e porta-enxerto constituíam haste única, ereta e vertical; apresentavam diâmetro médio maior que 7 mm a 5 cm acima da região da enxertia. O sistema radicular apresentou-se bem desenvolvido, com raiz principal com mais de 20 cm de comprimento, reta e sem enovelamento.

Conclusão

As plantas cultivadas, no substrato BT, atingiram o ponto de enxertia aos 120 dias após o transplantio, enquanto as cultivadas no substrato PH não atingiram.

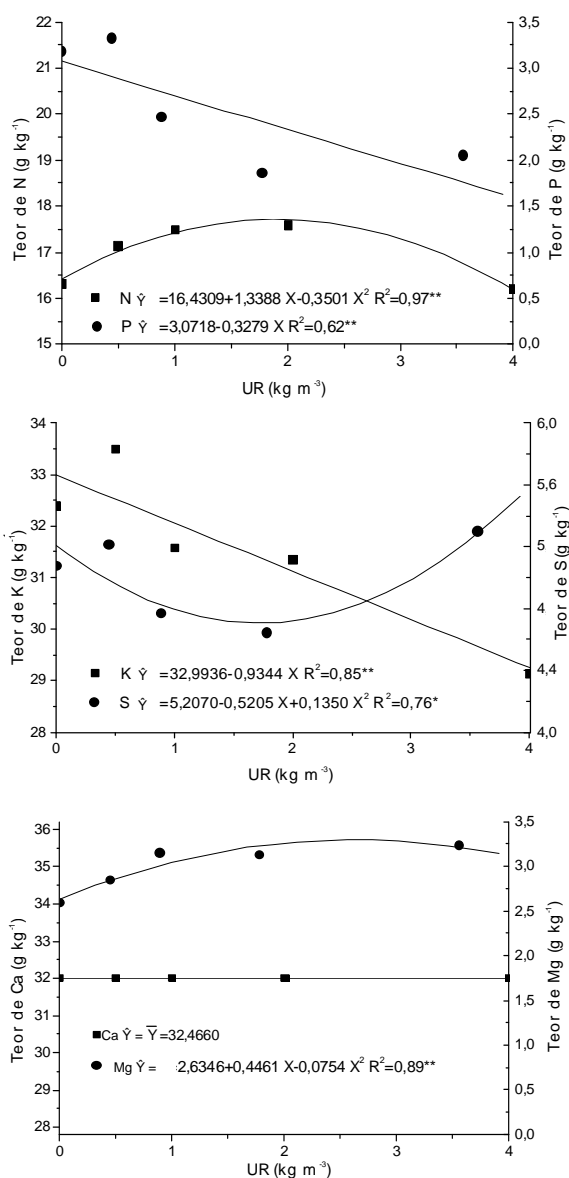


Figura 7. Teores de N, P, K, S, Ca e Mg na massa seca das folhas da muda de laranja 'Seleta' aos 182 dias após a enxertia (12/2006), em função das doses de uréia revestida (UR).

Os maiores diâmetro e teor de N, nas plantas cultivadas no substrato PH, são observados com a dose de 2,4 kg m⁻³ de UR aos 120 dias após o transplantio, evidenciando maior necessidade de adubação com N para este substrato.

O substrato BT, com 17,85 g kg⁻¹ de N, proporciona, aos 120 dias após o transplantio, a obtenção de plantas de tangerineira 'Cleópatra' com maior altura, número de folhas, área foliar e massa seca de parte aérea quando comparadas às plantas cultivadas no substrato PH.

Usando o substrato BT com as características descritas, neste trabalho, seria possível a obtenção do

porta-enxerto tangerineira 'Cleópatra', apto a enxertia, aos 159 dias, após o transplântio, e da muda de laranja 'Seleta', enxertada sobre ele, aos 182 dias após a enxertia, sem complementação da adubação nitrogenada com uréia revestida aos 341 dias após o transplântio.

Referências

- BARATI, V.; EMAM, Y.; MAFTOUN, M. Responses of two lowland: Rice cultivars to the different sources and levels of nitrogen. **Agrochimica**, v. 50, n. 3-4, p. 158-164, 2006.
- BARBER, S. A. **Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach**. New York: Willey Interscience, 1984.
- BOMAN, B. J.; BATTIKHI, A. M. Growth, evapotranspiration, and nitrogen leaching from young lysimeter-grown orange trees. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering-Asce**, v. 133, n. 4, p. 350-358, 2007.
- CATUNDA, P. H. A.; MARINHO, C. S.; GOMES, M. M. A.; CARVALHO, A. J. C. Brassinosteróide e substratos na aclimatização do abacaxizeiro 'Imperial'. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 345-352, 2008.
- DARIO, F. R.; De VINCENZO, M. C. V.; CARDELLI, R.; MIKLOS, A. A. D.; LEVI-MINZI, R.; KAEMMERER, M. Application of compost elaborated with sugar-cane (*Saccharum officinarum* L.) crop residues. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 12, n. 11, p. 1379-1383, 2003.
- ESPOSTI, M. D. D.; SIQUEIRA, D. L. Doses de uréia no crescimento de porta-enxertos de citros produzidos em recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 136-139, 2004.
- GUERTAL, E. A. Slow-release nitrogen fertilizers in vegetable production: a review. **Horttechnology**, v. 19, n. 1, p. 16-19, 2009.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997.
- MATTOS JÚNIOR, D.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A. K.; GRAETZ, D. A. Response of young citrus trees on selected rootstocks to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization. **Journal of Plant Nutrition**, v. 29, n. 8, p. 1371-1385, 2006.
- MEDINA, L. C.; OBREZA, T. A.; SARTAIN, J. B.; ROUSE, R. E. Nitrogen release patterns of a mixed control led-release fertilizer and its components. **Horttechnology**, v. 18, n. 3, p. 475-480, 2008.
- MEUNCHANG, S.; PANICHSAPATANA S.; WEAVER, R. W. Co-composting of filter cake and bagasse; by-products from a sugar mill. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 4, p. 437-442, 2005.
- MORGAN, K. T.; CUSHMAN, K. E.; SATO, S. Release mechanisms for slow- and controlled-release fertilizers and strategies for their use in vegetable production. **Horttechnology**, v. 19, n. 1, p. 10-12, 2009.
- SATO, S.; MORGAN, K. T. Nitrogen recovery and transformation from a surface or sub-surface application of controlled-release fertilizer on a sandy soil. **Journal of Plant Nutrition**, v. 31, n. 12, p. 2214-2231, 2008.
- SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; BARROSO, D. G.; CARVALHO, A. J. C. Sistema de blocos prensados e doses de adubo de liberação lenta na formação de porta-enxerto cítrico. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 441-447, 2006.
- RAIGON, M. D.; YUFERA, E. P.; MAQUIEIRA, A.; PUCHADES, R. Available N in the root area for citrus orchards fertilized with sulphur-coated-urea and ammonium nitro-sulphate. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 55, n. 3, p. 187-196, 1999.

Received on October 31, 2007.

Accepted on March 5, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.