

POLÍMERO HIDROABSORVENTE NA REDUÇÃO DE NUTRIENTES LIXIVIADOS DURANTE A PRODUÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO¹

MIRIÃ CRISTINA PEREIRA FAGUNDES², MARIA DO CÉU MONTEIRO CRUZ^{2*}, RAONI PEREIRA DE CARVALHO², JÉSSICA DE OLIVEIRA², BLENDIA CALAZANS SOARES²

RESUMO - A frequência de irrigação para satisfazer a necessidade hídrica durante a produção de mudas de maracujazeiro pode ocasionar a lixiviação dos nutrientes, reduzindo a eficiência da adubação. Deste modo, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do polímero hidroabsorvente na redução das perdas de nutrientes lixiviados durante a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. Utilizou-se o fatorial 5x2 distribuído no delineamento inteiramente casualizado, sendo os fatores representados por cinco doses do polímero hidroabsorvente (Hidroplan- EB[®]/HyB-M) (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g L⁻¹) de substrato e dois tipos de substratos (Bioplant[®] e Provaso[®]) com quatro repetições e 10 plantas por parcela. O polímero foi incorporado aos substratos efetuando-se a homogeneização das misturas, na ocasião do plantio. A irrigação foi realizada diariamente, suficiente para manter a umidade do substrato do tratamento testemunha na capacidade de campo, programada por um sistema de irrigação automatizado do tipo aspersão. A coleta do lixiviado foi realizada aos 30 e 60 dias após a emergência das sementes, o qual foi submetido à análise laboratorial para determinar a quantidade dos nutrientes lixiviados. Na última avaliação determinou-se o tamanho das mudas e os teores de nutrientes na massa seca. A incorporação do polímero hidroabsorvente aos substratos reduziu as perdas de nutrientes por lixiviação e a redução destes favoreceu o crescimento e incremento de nutrientes foliares em mudas de maracujazeiro produzidas com o polímero.

Palavras-chave: *Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* Deg. Lixiviação. Hidrogel.

HYDRO-ABSORBENT POLYMER IN REDUCING NUTRIENT LEACHATE DURING PRODUCTION OF YELLOW PASSION FRUIT SEEDLING

ABSTRACT - The irrigation frequency to meet the water requirement for the production of passion fruit seedlings can cause nutrients leaching, reducing the fertilization efficiency. Thus, the work was carried out to evaluate the effect of hydro-absorbent polymer in reducing losses of leached nutrients during the production of yellow passion fruit seedlings. The factorial design 5 x 2 was used, distributed in a completely randomized design, being the factors represented by five doses of polymer (Hidroplan[®]-EB/HyB-M): 0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 g L⁻¹ of substrate and two types of substrates: Bioplant[®] and Provaso[®] with four replications and 10 plants per plot. The polymer was incorporated into the substrates, making up the homogenization of the mixture at the time of planting. Irrigation was carried out daily sufficient to keep the substrate moisture control treatment at field capacity, programmed by a system of automated irrigation sprinkler type. Collection of the leachate was carried out at 30 and 60 days after emergence of seed, which was submitted to laboratory analysis to determine the amount of nutrients leached. In the last evaluation determined the seedlings size and nutrient content in leaf dry mass. The incorporation of hydro-absorbent polymer to substrate reduced nutrient losses by leaching in the substrates. The losses reduction of leached nutrients favored the growth and increase of leaf nutrients in passion fruit seedlings with the polymer.

Keywords: *Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* Deg. Leaching. Hydrogel.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 11/06/2013 e aceito em 21/08/2014.

²Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal - PPGPV/UFVJM, Campus JK: Rodovia MGT 367- Km 583, nº 5.000, CEP 39100-000 Diamantina (MG), mariceu@ufvjm.edu.br.

INTRODUÇÃO

Um dos problemas causados pelo uso da irrigação frequente no sistema de produção de mudas em recipientes é a perda de nutrientes por lixiviação, o que pode prolongar o tempo para a sua formação em decorrência da menor disponibilidade dos fertilizantes.

A lixiviação de íons do substrato de cultivo reduz a eficiência de sua utilização pelas mudas de maracujazeiro e, conseqüentemente, o viveirista precisa parcelar as adubações em mais vezes, contribuindo para o aumento dos custos de produção.

Essas perdas são elevadas para os nutrientes considerados móveis no solo, como o N (MERHAUT; NEWMAN, 2005), e para aqueles considerados com baixa mobilidade, a exemplo do P, podendo ocorrer, também, de forma expressiva, dependendo da capacidade de adsorção (GODOY; COLE, 2000). Além disso, a macroporosidade de muitos substratos favorece a lixiviação de nutrientes, sendo os substratos mais porosos os mais utilizados por favorecer o desenvolvimento das mudas de maracujazeiro (CRUZ et al., 2008a).

Embora a redução das perdas de nutrientes sejam amplamente estudadas, principalmente quando se refere à lixiviação de N, K, Ca e Mg, poucos são os trabalhos em que além das análises de solo se tenham realizadas as quantificações de nutrientes na água de drenagem (AGUIAR et al., 2006).

No sentido de otimizar os recursos do meio de cultivo, os polímeros sintéticos são incorporados ao meio de cultivo com o intuito de aumentar a disponibilidade de água e nutrientes, contribuindo para o desenvolvimento das culturas (OLIVEIRA et al., 2004). Esses polímeros são caracterizados pela capacidade de absorver e liberar água e nutrientes solúveis (MARQUES; BASTOS, 2010). A natureza do arranjo das moléculas confere a esse material uma forma granular quando está seco e ao ser hidratado se dilatam (AKHTER et al., 2004), o que contribui para manter o suprimento de água para as mudas por mais tempo, proporcionando que as irrigações sejam realizadas com menor frequência (CARVALHO, et al., 2013).

A utilização de polímero hidroabsorvente pode reduzir as perdas de nutrientes que ocorrem nos substratos utilizados para a produção de mudas de maracujazeiro. Diante do exposto, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a adição do polímero hidroabsorvente na redução das perdas de nutrientes lixiviados durante a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante o período de março a maio de 2012, em casa de vegetação. As variações de temperatura foram monitoradas com um termo-higrômetro digital, modelo MT 240 MINIPA, instalado no interior da casa de vegetação durante o período de produção das mudas (Figura 1).

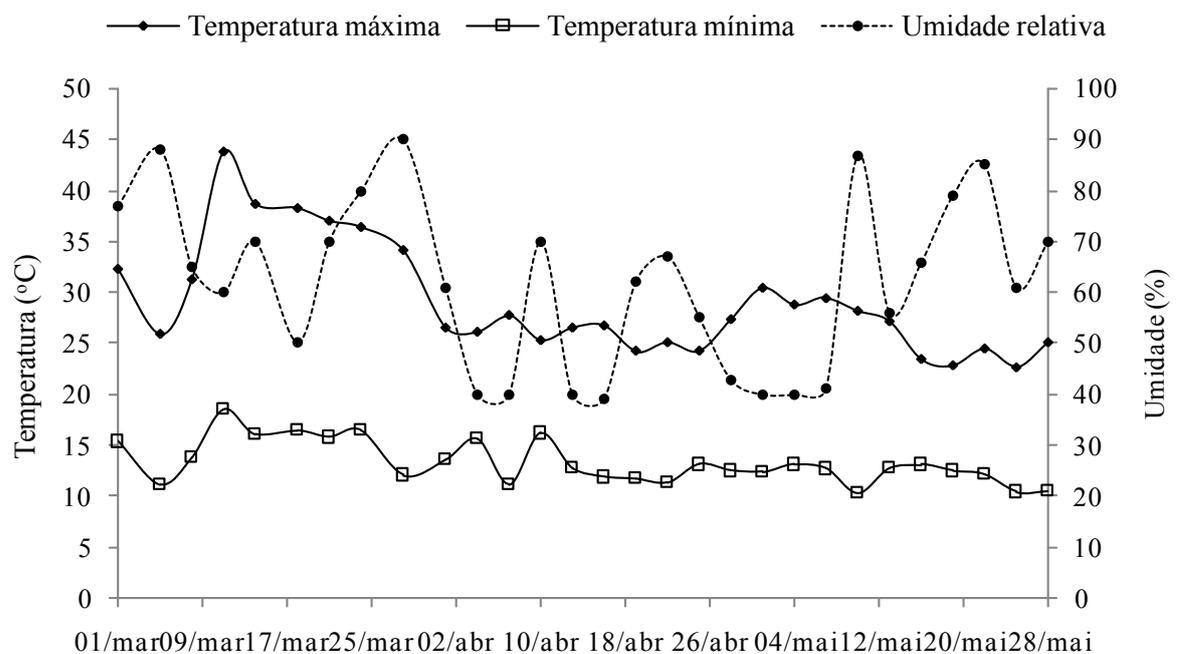


Figura 1. Variações das temperaturas máxima e mínima e umidade que ocorreram no interior da casa de vegetação durante o período (março a maio de 2012) de formação das mudas de maracujazeiro-amarelo.

Utilizou-se o fatorial 5x2 distribuído no delineamento inteiramente casualizado, sendo os fatores representados por cinco doses do polímero hidroabsorvente (Hidroplan- EB[®]/HyB-M) (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g L⁻¹) de substrato e por dois tipos de substratos (Bioplant[®] e Provaso[®]) com quatro repetições e 10 plantas por parcela. Para a avaliação do lixiviado foi adotado o esquema de parcelas subdivididas no tempo, com duas épocas de avaliação, aos 30 e 60 dias após a emergência.

A incorporação do polímero hidroabsorvente foi realizada com os substratos ainda secos para permitir a homogeneização das misturas, de acordo com as doses estabelecidas. O polímero Hidroplan-EB[®]/HyB-M apresentou partículas de 0,3 mm a 1 mm, característica iônica aniônica, pH da água absorvida neutra, densidade aparente de 0,8, tempo de absorção para 60 % de equilíbrio de 30 minutos e composto de copolímero de acrilamida e acrilato de potássio usado para absorver e reter grandes quantidades de água e nutrientes

O enchimento dos tubetes de 180 mL foi realizado deixando-se espaço suficiente para o aumento do volume do substrato que continha o polímero em decorrência de sua expansão após a irrigação, antes de realizar o plantio das sementes maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). Após esse procedimento, foram semeadas duas sementes por tubete e depois da emergência realizado o desbaste, deixando-se uma muda por recipiente, aos 10 dias após a semeadura. A irrigação foi realizada diariamente, programada por um sistema automatizado do tipo aspersão para manter a umidade do substrato na capacidade de campo.

A adubação suplementar das mudas foi baseada na recomendação proposta por Malavolta (1981), que indica o uso de 300 mg de N por dm³ e 150 mg de K por dm³ de solo para ensaio em vasos, na forma de sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente. As quantidades foram calculadas em função do tamanho do recipiente e fonte dos nutrientes utilizados e aplicadas 53,8 mg de N e 37,5 mg de K por planta aos 15 e 45 dias após a emergência, diluídos em água e colocando-se com uma proveta graduada 50 mL em cada recipiente.

Além da adubação complementar em cobertura, os substratos testados continham em sua composição o Bioplant[®] pH em água de 5,0, 20,5 dag kg⁻¹ de C, 35,2 daq kg⁻¹ de matéria orgânica, 935 mg dm⁻³ de P, 1,0 g kg⁻¹ de N, 1.061 mg dm⁻³ de K, 15,9 cmolc dm⁻³ de Ca e 4,6 cmolc dm⁻³ de Mg e o Provaso[®] pH em água de 6,1, 15,0 dag kg⁻¹ de C, 13,7 g kg⁻¹ de N, 16,5 g kg⁻¹ de P, 9,2 g kg⁻¹ de K, 40,0 g kg⁻¹ de Ca e 6 g kg⁻¹ de Mg.

Para a avaliação do lixiviado foram colocados coletores individuais abaixo dos tubetes com capacidade de 500 mL. Durante o período de 60 dias foram realizadas duas coletas do lixiviado, tempo em que as mudas estavam com 30 e 60 dias após a emergência, encaminhando-se as amostras de cada tratamento

para análise dos teores dos nutrientes e com o somatório do volume determinado o volume total lixiviado.

Aos 60 dias após a emergência das sementes, quando as mudas emitiram a primeira gavinha, estágio ideal para o plantio no campo, determinou-se o tamanho das mudas. A avaliação foi realizada a partir da altura, diâmetro do caule, número de folhas por planta, comprimento de raiz, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, área foliar, área foliar específica e razão de área foliar.

A determinação da altura foi realizada medindo a distância entre o colo e o ápice, utilizando uma régua graduada em milímetro, o diâmetro do caule aferido com um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm, o número de folhas obtido por meio de contagem, levando em consideração as folhas totalmente expandidas, e a massa seca da parte aérea e do sistema radicular foram determinadas após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingirem massa constante, procedendo-se a pesagem em balança analítica eletrônica com precisão de 0,001 g.

A área foliar foi avaliada seguindo a metodologia de medida de superfície, na qual faz-se o uso de furadores cilíndricos para retirar discos foliares de área conhecida (BENINCASA, 2003). Os discos foliares e o restante das folhas utilizadas para retirar os discos foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C. A área foliar (AF) foi estimada a partir da relação entre a massa seca dos discos (Msd), a área total dos discos, a soma das áreas de todos os discos (Ad) e a massa seca total das folhas amostradas (Msf), conforme a equação [AF = (Msf x Ad/Msd)].

A partir da área foliar foi calculada a área foliar específica (AFE) [AFE = (área foliar/massa das folhas)], o que evidencia a disponibilidade da mesma em cada grama de folha para determinar a razão de área foliar (RAF), característica que relaciona a área foliar que está sendo usada pela planta para produção de massa seca através da equação [RAF = (área foliar / massa total da planta)].

Após a determinação da massa seca, as amostras de cada tratamento foram moídas separadamente em um moinho tipo Willey e submetidas a análises químicas. Para a determinação dos teores de N na massa seca e no lixiviado foi feita a digestão sulfúrica, sendo o nutriente quantificado pelo método de Kjeldahl (destilação). Para a determinação dos teores de P, K, Ca, Mg na massa seca foi realizada a digestão nitroperclórica. No lixiviado, a determinação dos teores dos nutrientes foi por leitura direta. Os teores de P foram determinados pelo método de redução do fosfomolibdato pela vitamina C, o K por fotometria de chama e Ca e Mg quantificados por espectrofotometria de absorção. Todas as análises laboratoriais foram realizadas seguindo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

A quantidade total de nutriente perdida por

tubete, nos diferentes tratamentos, foi determinada a partir dos teores dos nutrientes e o volume do lixiviado.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, regressão polinomial e comparação de médias a 5 % de probabilidade de erro. A escolha dos modelos foi baseada no potencial para explicar o fenômeno biológico, no coeficiente de determinação e na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t”, considerando $p < 0,05$ de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os tipos de substrato e as doses de polímero para os teores de N, Ca, Mg, K lixiviados e de N na massa seca foliar, assim como

para as características relacionadas ao crescimento das mudas (altura, diâmetro, número de folhas, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, área foliar específica e razão de área foliar e entre a época de coleta do lixiviado e as doses do polímero para o K). Foi observada diferenças entre os substratos para o P contido no lixiviado e na massa seca foliar para o P e o Ca e entre as doses do polímero para os teores de K e Mg na massa seca e a área foliar.

Na avaliação dos nutrientes no lixiviado foram observadas que as perdas de N por lixiviação diminuíram na medida em que se aumentou a dose do polímero, com redução de 47,8 % no lixiviado do substrato Bioplant® e 33,4 % no Provaso® em relação ao lixiviado sem a incorporação do polímero hidroabsorvente (Figura 2A).

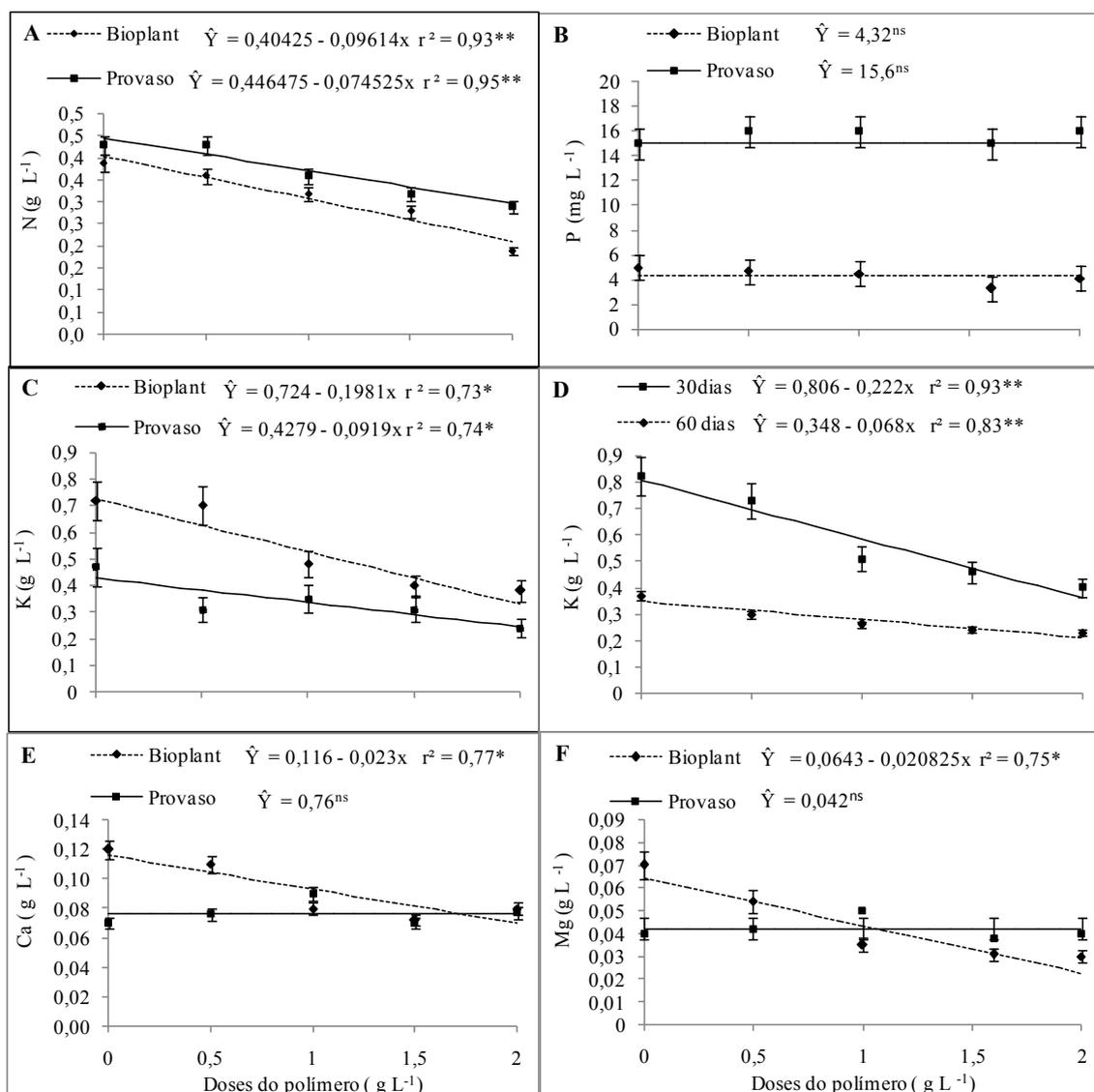


Figura 2. Teores de N (A), P (B), K (C, D), Ca (E) e Mg (F) avaliados no lixiviado durante a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em função das doses de polímero incorporadas aos substratos Bioplant® e Provaso® e da época de coleta.

Em relação ao P (Figura 2B), foi observado menor quantidade no lixiviado do substrato Bioplant[®] (4,32 mg L⁻¹), comparado ao Provaso[®] (15,6 mg L⁻¹). Essa diferença em relação aos substratos se deve possivelmente à composição dos substratos, pois o Bioplant tinha cerca de 0,93 g dm⁻³ de P, enquanto o Provaso[®] apresentava 16,5 g kg⁻¹ de P. A não influência da dose do polímero para esse nutriente pode ser devido ao fato do P ser um nutriente pouco móvel, ou seja, mesmo sem o polímero ele fica aderido ao substrato até que seja disponibilizado para a planta.

Para o K, os menores teores no lixiviado foram observados para ambos os substratos. Na dose de 2 g do polímero, para o substrato Bioplant[®] e Provaso[®], o menor valor lixiviado foi 0,3278 g L⁻¹ e 0,2441 g L⁻¹, respectivamente, valores que representaram reduções de 54,7 % e 42,9 % em relação à testemunha (Figura 2C). A diferença do substrato Provaso[®] em relação ao Bioplant[®] pode ser atribuída à sua estruturação física, uma vez que o substrato Provaso[®] é um composto orgânico bioestabilizado, apresentando menores perdas mesmo sem a adição do polímero, possivelmente porque as suas características contribuíram para aumentar a capacidade de armazenamento de água e a disponibilidade de nutrientes para as mudas.

Em relação à época, as perdas foram maiores aos 30 dias, com 0,806 g L⁻¹ de K, enquanto aos 60 dias a lixiviação foi de 0,348 g L⁻¹ no substrato sem a incorporação do polímero, observando-se a redução de 55 % aos 30 dias e 39 % aos 60 dias, com a adição de 2 g do polímero em relação à testemunha (Figura 2D). Esse comportamento se deve a maior utilização de K pelas mudas a partir dos 30 dias após a emergência, favorecendo menor lixiviação.

Em relação aos teores de Ca (Figura 2E) e Mg (Figura 2F) foram observadas reduções de 40 % e 65 % na lixiviação de Ca e Mg, respectivamente, em relação à testemunha, com a incorporação de 2 g do polímero no substrato Bioplant[®].

Os resultados observados em relação à redução das perdas de nutrientes podem ser atribuídos a incorporação do polímero hidroabsorvente, que proporcionou melhor nas propriedades físicas dos substratos e maior disponibilização de nutrientes para as mudas. Isso pode ser explicado porque a disponibilidade de água no substrato com adição do polímero favorece a absorção de nutrientes pelas plantas (OLIVEIRA et al., 2004), evitando que estes sejam perdidos por lixiviação.

A retenção de nutrientes aos substratos também pode contribuir para reduzir as perdas, pois de acordo com Mikkelsen et al. (1993) a adição do polímero em solo arenoso misturado a solução de nitrato de amônio e uréia (32% N) e submetido à lixiviação semanal durante seis semanas proporcionou a redução de 45% na lixiviação de N. Além disso, a produção de mudas em substratos com a adição de polímero contribui para reduzir a frequência de irrigação

(CARVALHO et al., 2013), que é uma das causas da lixiviação de nutrientes.

Em relação à quantidade do total de nutrientes lixiviado por tubete, foi observado para todos os nutrientes, com exceção do P, redução da quantidade lixiviada com o aumento das doses do polímero em ambos os substratos. Sem a adição do polímero, o viveirista pode perder 132,94 mg e 153,98 mg de N (Figura 3A), 217,17 mg e 176,27 mg de K (Figura 3C), 32,76 mg e 26,18 mg de Ca (Figura 3D), 17,13 mg e 14,93 mg de Mg (Figura 3E) por tubete utilizando o Bioplant[®] e Provaso[®], respectivamente. Esses resultados evidenciam as quantidades de nutrientes indisponíveis para as mudas de maracujazeiro, o que leva o viveirista a parcelar a adubação em mais vezes, onerando o seu custo de produção.

No presente trabalho, os resultados dos teores foliares de nutrientes nas mudas de maracujazeiro (Figura 4) evidenciaram relação positiva da adição do polímero na redução de nutrientes que foram perdidos por lixiviação (Figuras 2 e 3).

Em relação aos teores foliares de nutrientes, foram verificados acréscimos de 43,96 % nas mudas produzidas utilizando o substrato Bioplant[®] e 15,67% nas mudas do Provaso[®] para o N (Figura 4A), 22,26 % para o K e 27,28 % para Mg (4C) com a utilização de 2 g L⁻¹ do polímero hidroabsorvente em relação aos teores das mudas sem polímero. Quanto ao P (Figura 4B), os maiores teores foram observados nas mudas do Provaso[®] e para o Ca (Figura 4D) nas mudas do Bioplant[®], independente da dose do polímero. Essa diferença pode ser atribuída à composição dos substratos, que influencia na disponibilidade destes nutrientes para as mudas.

A capacidade de retenção de nutrientes tem sido discutida por alguns pesquisadores, pois em algumas situações a sua adição aos substratos interferiu na absorção de nutrientes pelas plantas (SITA et al., 2005). Isso pode explicado porque externamente os polímeros podem parecer semelhantes, mas a sua constituição química e estrutura física são diferentes e isso influencia na absorção, retenção e liberação de água e nutrientes.

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam que o polímero utilizado não interferiu na absorção de nutrientes pelas mudas de maracujazeiro-amarelo, que além de apresentar a capacidade de retenção de água pode ser utilizado na produção de mudas em tubetes para evitar perdas de nutrientes.

O resultado em relação ao incremento dos teores foliares de nutrientes pode ser atribuído à maior disponibilidade de água nos substratos que receberam as maiores doses do polímero. Os resultados em relação à absorção iônica e a disponibilidade de nutrientes têm sido variáveis. A adição do polímero influenciou negativamente a absorção de nutrientes em plantas de crisântemo, com retenção de K nos substratos, devido à adsorção de cátions da solução do solo (SITA et al., 2005), enquanto nos porta-enxertos de tangerineira ‘Cleopatra’ não houve alte-

ração expressiva do estado nutricional (VICHATO et al., 2003).

Essas diferenças podem estar relacionadas com o tipo do polímero utilizado, pois entre os polímeros utilizados na agricultura existem três grupos principais, co-polímeros de amido poliacrilonitrila-

amido, polivinil alcoois e poliacrilamidas (co-polímero de acrilamida) (TITTONELL et al., 2002), os quais apresentam capacidade diferenciada na absorção ou do contato das raízes com o grânulo do polímero hidratado (FONTENO; BILDERBARCK, 1993).

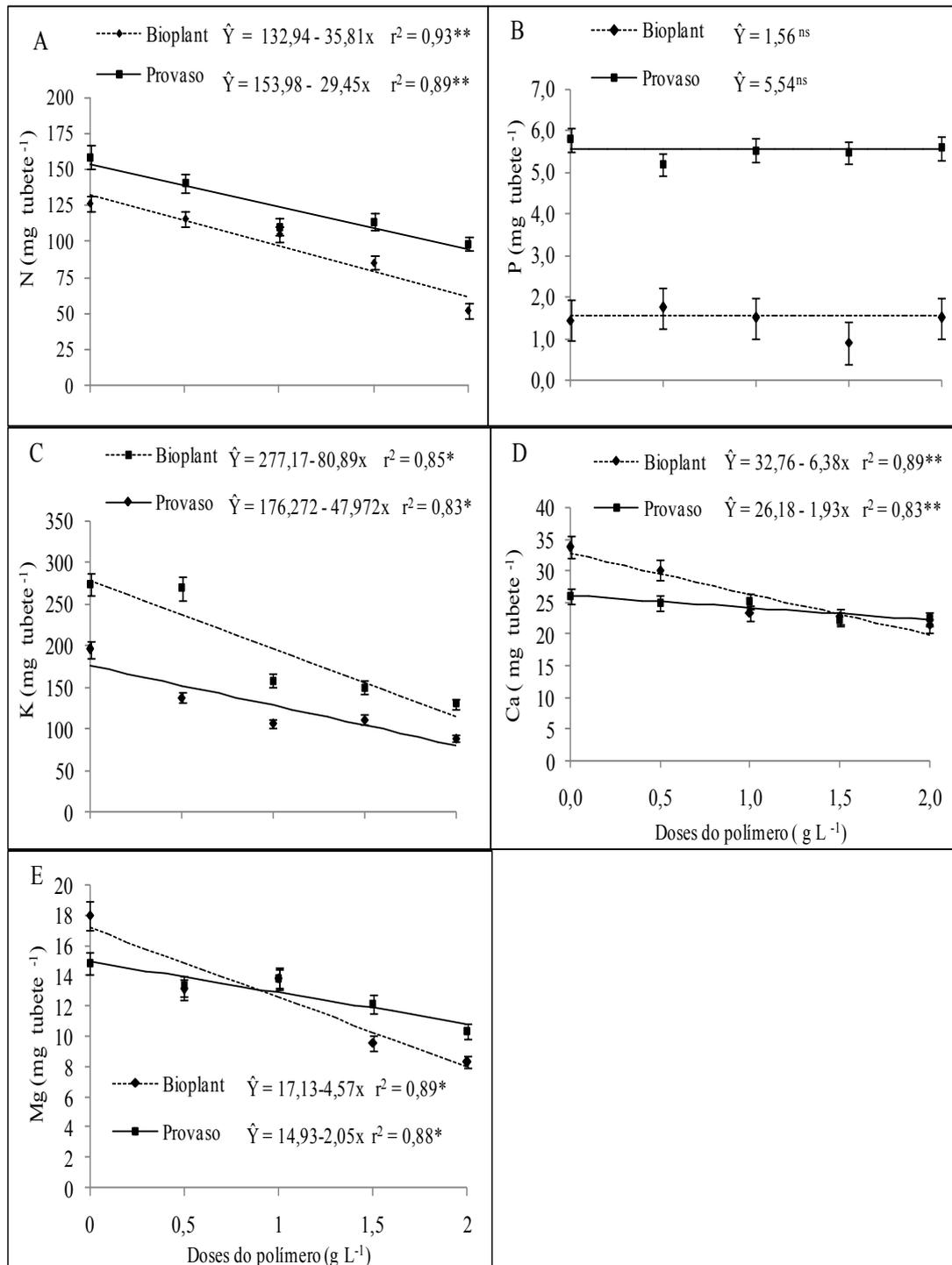


Figura 3. Quantidade total de N (A), P (B), K (C), Ca (D) e Mg (E) lixiviada durante a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em função das doses de polímero hidroabsorvente.

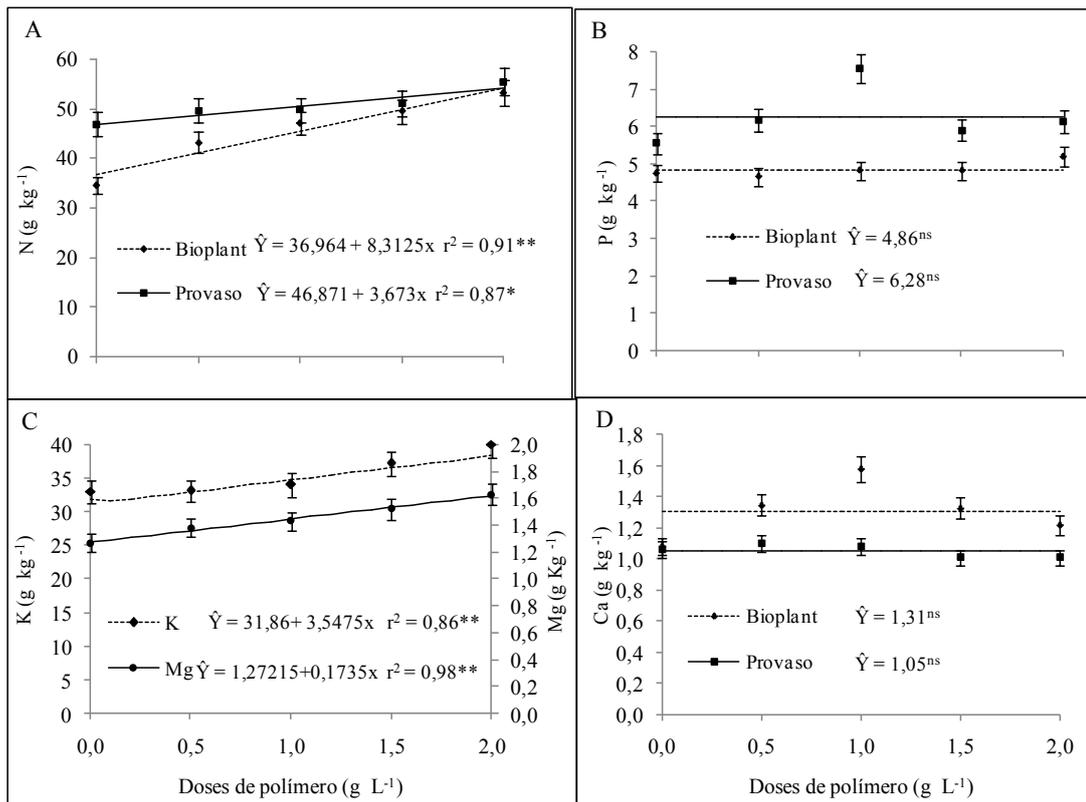


Figura 4. Teores foliares de N (A), P (B), K, Ca (C) e Mg (D) em mudas de maracujazeiro-amarelo em função das doses de polímero hidroabsorvente.

A melhoria proporcionada em relação aos teores de nutrientes com a incorporação do polímero hidroabsorvente aos substratos foi refletida no crescimento das mudas. As mudas cultivadas com o substrato Bioplant[®] apresentaram maior altura com a incorporação da dose de 1,25 g L⁻¹ de polímero, alcançando 19,32 cm, o que correspondeu ao aumento de 45, 83% em relação às mudas produzidas sem a adição do polímero. Já para as mudas do substrato Provaso[®] o maior comprimento da parte aérea de 23,44 cm foi alcançado com 1,49 g L⁻¹ de polímero, o que representou o acréscimo de 83,47 % (Figura 5A).

Em relação ao diâmetro (Figura 5B), observou-se que não houve diferença significativa nas mudas cultivadas no substrato Bioplant[®], que alcançaram valores médios de 2,84 mm, enquanto as mudas do substrato Provaso[®] o maior diâmetro alcançado foi de 3,69 mm, com a dose de 2,0 g L⁻¹, o que proporcionou o incremento de 44,78 % em relação à testemunha.

Para o número de folhas as mudas não apresentaram diferenças quando foram produzidas com o substrato Bioplant[®], com média de 7 folhas por planta. As mudas cultivadas no Provaso[®] apresentaram incremento no número de folhas com o aumento da dose do polímero, observando-se com a dose de 2,0 g L⁻¹ de polímero 9 folhas, o que correspondeu ao aumento de 21,76 % em relação as mudas que não receberam a aplicação do polímero (Figura 5C).

Para o comprimento da raiz, as mudas culti-

vadas em ambos os substratos não apresentaram diferenças entre as doses do polímero, o que pode ter ocorrido pelo fato das mudas terem sido produzidas em tubetes vazados na extremidade e por isso as raízes não ultrapassaram a dimensão do recipiente, sendo o maior tamanho observado nas mudas cultivadas no Provaso[®] (Figura 5D).

Quanto à massa seca da parte aérea (Figura 5E) e à massa seca do sistema radicular (Figura 5F), as mudas produzidas no substrato Bioplant[®] não diferiram em função das doses do polímero, com média de 1,02 g para a massa seca da parte aérea e 0,25 g para a massa do sistema radicular. Nas mudas produzidas no Provaso[®] verificou-se acréscimo linear, observando-se aumento de 214 % na produção de massa seca da parte aérea e 187 % na massa seca das raízes com a aplicação de 2 g do polímero em relação às mudas cultivadas sem a adição do polímero.

Em relação à área foliar, o maior tamanho de 57,08 (cm²) foi observado nas mudas cultivadas com a dose de 1,0 g L⁻¹, independente do substrato, o que correspondeu ao incremento de 129 % em relação ao tratamento testemunha (Figura 5G).

As mudas do substrato cultivados no Provaso[®], por terem apresentado maior tamanho, foram as que apresentaram menor área foliar específica e menor razão de área foliar. Em relação à área foliar específica, verificou-se que as mudas do Provaso[®] não diferiram entre as doses do polímero e apresentaram menor área que as do Bioplant[®], as quais alcançaram maior área com a dose 1,0 g L⁻¹, com o valor de

317,49 cm² g⁻¹ (5H). Para a razão de área foliar, as mudas do substrato Bioplant[®] apresentaram aumento desse índice até a dose de 1,2 g L⁻¹, com 43,92 cm² g⁻¹. Já nas mudas do Provaso[®] o maior valor estimado de 35,5 cm² g⁻¹ foi observado nas mudas cultivadas sem o polímero, com decréscimo do índice a partir da incorporação do polímero ao substrato (Figura 5I). Essa característica é importante para a atividade fotossintética, pois representa a área foliar que está sendo utilizada pela planta para produção de massa seca, índice que foi menor nas mudas produzidas com a incorporação de polímero aos substratos, evidenciando maior eficiência fotossintética nessas mudas.

Os resultados observados em relação ao crescimento das mudas evidenciam que a adição do polímero além ter contribuído para diminuir as perdas de nutrientes por lixiviação favoreceram o crescimento das mudas de maracujazeiro, mediante o aumento da disponibilidade e nutrientes. Entretanto, com a utilização dos polímeros, o viveirista precisa definir a

frequência de irrigação, pois com 2 g do polímero o crescimento das mudas foi menor (Figura 5A e 5G), evidenciando a necessidade de reduzir a frequência de irrigação nas condições estudadas, conforme apontada na produção de porta-enxertos de tangerineira ‘Cleópatra’ (CRUZ et al., 2008), amoreira (MOREIRA et al., 2010), meloeiro (BERNARDI et al., 2005) e maracujazeiro (CARVALHO et al., 2013).

Os polímeros sintéticos hidroabsorventes estão sendo utilizados para a produção e plantio de mudas no campo de diferentes espécies. No entanto, os resultados têm sido variáveis devido às diferenças existentes entre as espécies e cultivares, doses utilizadas do produto e as condições do ambiente de cultivo. Porém, para que o seu uso seja viável para o produtor algumas vantagens precisam ser alcançadas, como a melhoria da eficiência de adubação, menor frequência de irrigação, menor demanda de mão-de-obra e energia e conseqüentemente redução do tempo e de custos para a produção de mudas.

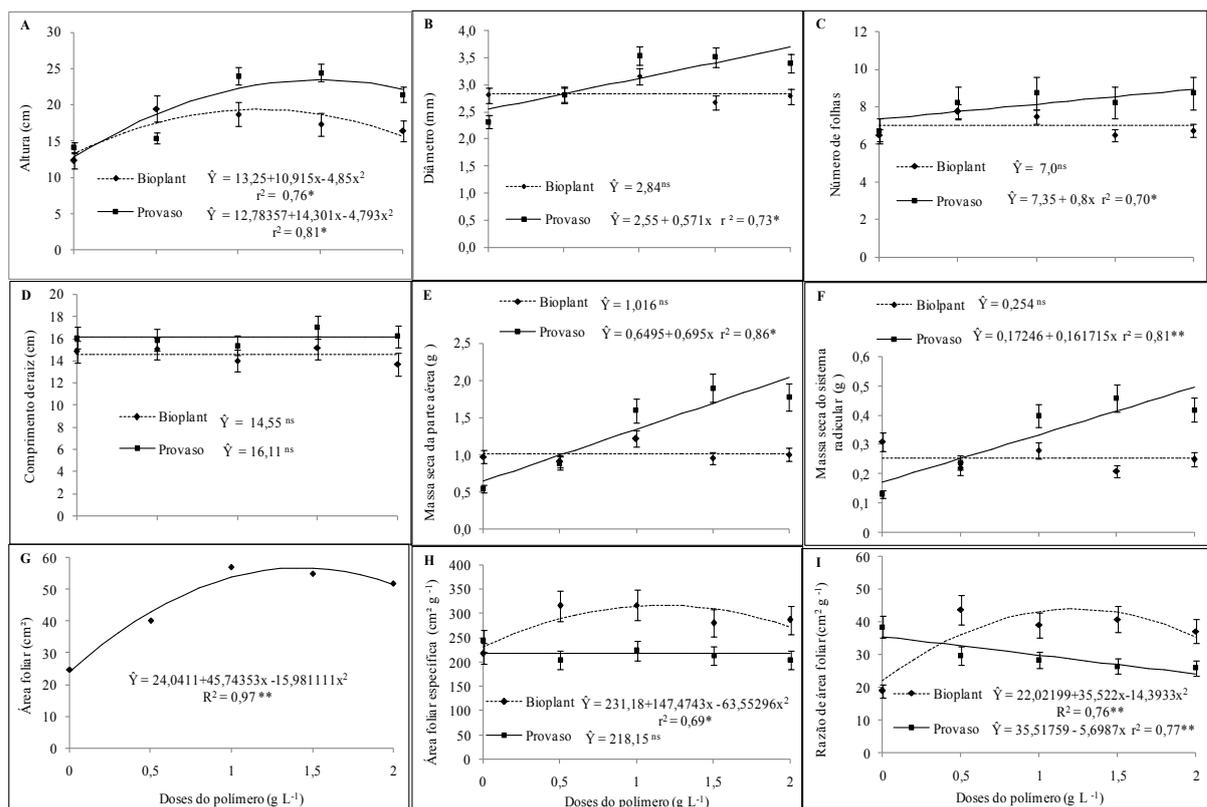


Figura 5. Altura (A), diâmetro (B), número de folhas (C), comprimento de raiz (D), massa seca da parte aérea (E), massa seca do sistema radicular (F), área foliar (G), área foliar específica (H) e razão de área foliar (I) em mudas de maracujazeiro-amarlo em função das diferentes doses do polímero hidroabsorvente.

CONCLUSÕES

A incorporação de 2 g L⁻¹ de polímero hidroabsorvente aos substratos reduziu as perdas de nutri-

entes por lixiviação e a redução das perdas de nutrientes lixiviados favoreceu o crescimento e incremento de nutrientes foliares em mudas de maracujazeiro produzidas com o polímero.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. I. et al. Perda de nutrientes por lixiviação em um Argissolo Acinzentado cultivado com meloeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 811-819, 2006.
- AKHTER, J. et al. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. **Plant Soil and Environment**, Prague, v. 50, n. 10, p. 463-469, 2004.
- BERNARDI, A. C. C.; TAVARES, S. R. L.; SCHMITZ, A. A. Produção de meloeiro utilizando um polímero hidrofílico em diferentes frequências de irrigação em casa-de-vegetação. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 82-87, 2005.
- CARVALHO, R. P.; CRUZ, M. C. M.; MARTINS, L. M. Frequência de irrigação utilizando polímero hidroabsorvente na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 518-526, 2013.
- CRUZ, M. C. M. et al. Utilização de água residuária de suinocultura na produção de mudas de maracujazeiro-azedo cv Redondo Amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1107-1112, 2008a.
- CRUZ, M. C. M. et al. Desenvolvimento do Porta-Enxerto de Tangerineira 'Cleópatra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 471-475, 2008b.
- FONTENO, W. C.; BILDERBARCK, T. E. Impact of hydrogel physical properties of coarse-structured horticultural substrates. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Michigan, v. 118, n. 2, p. 217-222, 1993.
- GODOY, A.; COLE, J. C. Phosphorus source affects phosphorus leaching and growth of containerized Spirea. **HortScience**, Alexandria, v. 35, p. 1249-1252, 2000.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 594 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308 p.
- MARQUES, P. A. A.; BASTOS, R. O. Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 2, p. 53-57, 2010.
- MERHAUT, D.; NEWMAN, J. Effects of substrate type on plant growth and nitrate leaching in cut flower production of oriental lily. **HortScience**, Alexandria, v. 40, n. 7, p. 2135-2137, 2005.
- MIKKELSEN, R. L.; BEHEL, A. D.; WILLIAMS, H. M. Addition of gel-forming hydrophilic polymers to nitrogen fertilizer solutions. **Fertilizer Research**, Raleigh, v. 36, p. 55-61, 1993.
- MOREIRA, R. A. et al. Efeito de doses de polímero hidroabsorvente no enraizamento de estacas de amoreira. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 3, n. 8, p. 133-139, 2010.
- OLIVEIRA, R. A. et al. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 160-163, 2004.
- SITA, R. C. M. et al. Effect of polymers associated with N and K fertilizer sources on *Dendrathera grandiflorum* growth and K, Ca and Mg relations. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 48, n. 3, p. 335-342, 2005.
- VICHIATO, M.; VICHIATO, M. R. M.; SILVA, C. R. R. Crescimento e composição mineral do porta-enxerto tangerineira 'Cleópatra' cultivado em substrato acrescido de polímero hidroabsorvente. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 748-756, 2004.
- TITTONELL, P. A.; GRAZIA, J.; CHIESA, A. Adición de polímeros superabsorbentes en el medio de crecimiento para la producción de plantines de pimiento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 541-645, 2002.