

MARCA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES EM URUCUM (*Bixa orellana* L.) "TIPO CULTIVADO" PIAVE VERMELHA EM FASE DE VIVEIRO

Ana Rosa Ribeiro Bastos¹, Janice Guedes de Carvalho², Renato Prudente
de Assis³ e Arthur Bernardes Cecílio Filho⁴

RESUMO: O uso de corantes naturais tem sido impulsionado devido à crescente proibição da utilização de corantes sintéticos nas indústrias de alimentos e cosméticos. Os corantes extraídos do urucum encontram-se entre os poucos permitidos pela Organização Mundial de Saúde (O.M.S.). Trabalhos com diferentes "tipos cultivados" permitem avaliar o desenvolvimento e atividade fisiológica de cada planta em um ambiente, através da capacidade apresentada pelos tipos cultivados, na extração diferenciada dos nutrientes do solo. Com o objetivo de determinar a acumulação de nutrientes nas diferentes partes da planta de urucum, tipo cultivado Piave Vermelha, foi conduzido um experimento em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo/UFLA, Lavras-MG. O experimento constituiu-se de um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 6 épocas de coleta (60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias) e 4 repetições. As plantas foram cultivadas em vasos com 5 kg de um Latossolo Roxo, cuja saturação por bases foi corrigida com calcário dolomítico para 60%. Além do calcário, foram fornecidos os seguintes nutrientes em mg/kg: 400 N, 200 P, 200 K, 60 Mg, 50 S, 0,5 B, 1,5 Cu, 5,0 Zn e 0,1 Mo. Após cada época de coleta, as plantas foram divididas em raiz, caule e folha e determinou-se a matéria seca de macro e micronutrientes. A partir desses valores, foram calculadas as quantidades acumuladas dos nutrientes em cada parte da planta, bem como a acumulação total. Pode-se concluir que os maiores acúmulos de N foram verificadas nas folhas, enquanto para P, K, Ca, Mg e S, encontram-se no caule. Pode-se observar que K, N e Mg foram os macronutrientes acumulados em maior proporção nas diferentes partes das plantas. A acumulação total de macronutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente: K > N > Mg > P > S > Ca. Com relação aos micronutrientes, pode-se observar que as maiores acumulações, ao final dos 210 dias, foram verificadas nas raízes. De maneira geral, o Fe e o Mn foram os micronutrientes que em maior proporção apresentaram-se distribuídos nas diferentes partes da planta, sendo que B, Cu e Zn foram os outros micronutrientes que apareceram em menor proporção. O acúmulo total de micronutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente: Mn > Fe > Zn > B > Cu.

PALAVRAS-CHAVE: Urucuzeiro, *Bixa orellana*, Piave Vermelha, nutrição mineral, macronutrientes, micronutrientes.

¹ Pós-graduanda, CPGSNO., DCS/UFLA, CP 37, 37200-000, Lavras-MG.

² Professora Titular, DCS/UFLA, CP 37, 37200-000, Lavras-MG.

³ Pós-Graduando, CPGSNP, DCS/UFLA, CP 37, 37200-000, Lavras-MG.

⁴ Pós-Graduando em Fitotecnia, UFLA, CP 37, 37200-000, Lavras-MG

NUTRIENTS UPTAKE BY ANNATTO (*Bixa orellana* L.) CULTIVAR PIAVE VERMELHA DURING NURSERY STAGE

ABSTRACT: The use of natural pigments have boosted due to the growing rules against the use of artificial pigments by food and cosmetic industries. The pigments extracted from the Annatto plant are amongst the few pigments approved by the World Health Organization. Research with different cultivars of Annatto allow us to evaluate the development and physiological activity of the plants through their capacity for extracting nutrients from the soil. With the objective of determining the cumulation of nutrients in the different parts of the Annatto cultivar Piave Vermelha an experiment was carried out in the greenhouse of the Soil Science Department of the University of Lavras, Minas Gerais. The experiment was carried out in a completely randomized design with 6 sampling dates (60, 90, 120, 150, 180 and 210 days) and 4 replications. The plants were cultivated in pots with 5 kg of soil. The soil used was a Dusky Red Latosol whose base saturation had been corrected to 60% by liming. The following nutrients were also added to the soil in mg per kg: 400 N, 200 P, 200 K, 60 Mg, 50 S, 0.5 B, 1.5 Cu, 5.0 Zn, 0.1 Mo. After each sampling time, the plants were separated in roots, stems and leaves and the dry matter content and the levels of nutrients were determined. Based on these levels, the amounts of macronutrients cumulated in each part of the plant and also in the whole plant were calculated. At the end of the period of 210 days, it was possible to conclude that the greatest cumulation of N, Ca and S occurred in the leaves whilst for K, Mg and P, the greatest cumulation was observed in the stems. In all three parts of the plants analyzed, the levels of K, N and Mg were higher than the other nutrients. The total cumulation of macronutrients showed the following sequence: $K > N > Mg > P > S > Ca$. It is possible to conclude that the greatest cumulation of micronutrients at the end of the period of 210 days occurred in the roots. In all three parts of the plants analyzed, the levels of Fe and Mn were higher than B, Cu and Zn. The total cumulation of micronutrients showed the following sequence: $Mn > Fe > Zn > B > Cu$.

KEY-WORDS: Annatto, *Bixa orellana*, Piave Vermelha, plant nutrition, macronutrients, micronutrients.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do urucum visa a produção de vários tipos de corantes extraídos a partir de suas sementes. Tais corantes diferem entre si na solubilidade e pigmentação (Carvalho, 1989) e são atualmente importantes nas indústrias farmacêuticas, têxteis, de laticínios, de alimentos, de bebidas, de tintas e de cosméticos (Melo e Lima, 1990).

O uso desses corantes naturais tem sido impulsionado devido à crescente proibição da utilização de corantes sintéticos nas indústrias de alimentos e cosméticos (Ferreira e Falesi, 1989 e Póvoa, 1992). Os corantes extraídos do urucum encontram-se entre os poucos permitidos pela Organização Mundial de Saúde (O.M.S.). Além de não serem tóxicos,

não alteram o valor dos alimentos (Morera, 1983).

Trabalhos com diferentes "tipos cultivados" permitem avaliar o desenvolvimento e atividade fisiológica de cada planta em um ambiente, através da capacidade apresentada pelos tipos cultivados na extração diferenciada dos nutrientes do solo (Soria, 1994).

Assim, esse trabalho teve como objetivo determinar o acúmulo de macronutrientes e micronutrientes nas diferentes partes da planta de urucum, tipo cultivado "Piave Vermelha", em fase de viveiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foi utilizado um Latossolo Roxo distrófico, textura muito argilosa, coletado no Campus da UFLA, na camada 0-20 cm de profundidade. As características químicas e físicas do solo foram determinadas segundo metodologia da EMBRAPA (1979) e estão apresentadas na Tabela 1. O mesmo foi seco ao ar e peneirado em peneira de malha 2 mm.

O experimento foi instalado seguindo um delineamento experimental inteiramente casualizado com 6 épocas de coleta (60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias) e 4 repetições.

A unidade experimental foi constituída de um vaso plástico apresentando capacidade de 5,5 dm³, preenchido com 5 kg de solo.

Foram utilizadas sementes do tipo cultivado Piave Vermelha, provenientes do banco de germoplasma do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental/EMBRAPA. As sementes foram imersas em solução de bicarbonato de sódio a 2,5% por 24 horas (Falesi, 1987). Receberam ainda lavagem por três vezes em água destilada, sendo então semeadas em caixa com vermiculita e irrigadas diariamente com

solução de CaSO₄.10⁻⁴M. Quando as plântulas apresentaram 2 ou 3 pares de folhas, foram transplantadas para vasos definitivos.

Foi feita calagem 60 dias antes do transplântio, sendo calculada pelo método de saturação por bases, de maneira a elevar esse índice ao valor de 60%. A adubação de plantio seguiu a recomendação de Malavolta e Muraoka (1985) para adubações em vasos para experimento em casa de vegetação, sendo a dose de Mg modificada (Tabela 2). A fonte de fósforo foi incorporada 30 dias após a calagem, e os outros nutrientes foram aplicados na forma de solução e misturados ao solo antes do transplântio das mudas. Foram realizadas três adubações em cobertura, aos 25, 60 e 90 dias, com uréia e/ou sulfato de amônio e cloreto de potássio, visando a aplicação de 100 mg kg⁻¹ de solo de N e 50 mg kg⁻¹ de solo de K em cada época.

O teor de umidade no solo foi controlado por pesagens diárias de modo a manter a umidade correspondente a 60% do volume total de poros (Freire et al., 1980). A coleta das plantas foi feita mensalmente a partir do segundo mês de transplântio. Após cada época de coleta, as plantas foram divididas em raiz, caule e folha e foram determinados a matéria seca e teores de macro e micronutrientes. As determinações de N, P,

Tabela 1

Características químicas e físicas da amostra de solo (camada 0-20 cm) usado no experimento.

Physical and chemical characteristics of a sample of the soil used in this experiment.

pH	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg mmol _c dm ⁻³	Al	V %	MO G kg ⁻¹
4,9	1	6	2	1	6	5	29
Areia= 300g kg ⁻¹			Silte=100 g kg ⁻¹		Argila=600g kg ⁻¹		

Tabela 2

Quantidades de nutrientes utilizados como adubação de plantio nos tratamentos.

Amounts of nutrients utilized as fertilizers in the treatments.

Macronutriente	mg kg ⁻¹ de solo	Fonte
N	300	Uréia
P	200	Superfosfato Simples
K	200	Cloreto de Potássio
Micronutriente		
B	0,5	Bórax
Cu	1,5	Sulfato de Cobre
Mo	0,1	Molibdato de Amônio
Zn	5,0	Sulfato de Zinco

K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn na raiz, caule e folhas foram feitas segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997); os extratos da matéria seca da raiz, caule e folhas foram obtidos por digestão nitroperclórica, exceto para o B, cuja digestão foi por via seca. P e B foram determinados por colorimetria; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; K por fotometria de chama e S por turbidimetria. Os teores de N foram determinados pelo método semi-micro Kjeldahl. A partir desses valores, foram calculadas as quantidades acumuladas dos nutrientes em cada parte da planta, bem como a acumulação total.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

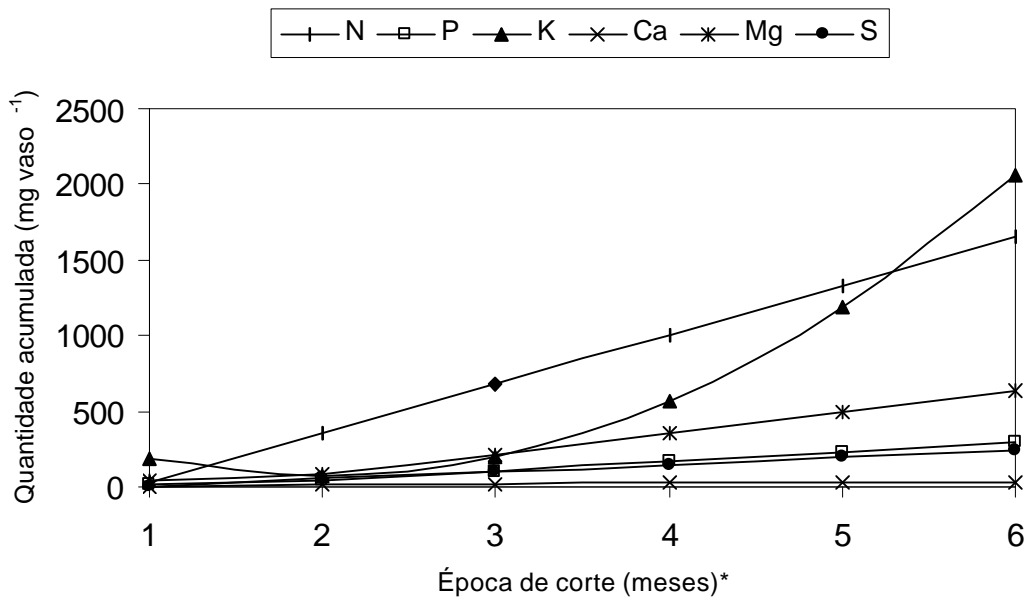
Na Figura 1 encontram-se as quantidades acumuladas totais de macronutrientes em função da época de coleta.

As folhas apresentaram maiores quantidades acumuladas de nitrogênio em comparação com o caule e raiz (Tabela 3); estas maiores quantidades deveram-se aos maiores teores de nitrogênio e matéria seca

foliar produzida por estas partes. Resultados semelhantes de acúmulo de nitrogênio foram observados por Soria (1993).

Verifica-se, com relação ao fósforo, que o caule, durante todo o período em estudo, sempre apresentou menores acúmulos (Tabela 3). Segundo Soria (1994), isto era de se esperar, uma vez que o caule não se apresenta como uma região de grande atividade fisiológica na planta, mas sim como o caminho natural entre a área de atividade fotossintética e a região de absorção, mostrando a sua importância no processo de translocação do fósforo. O mesmo foi observado por Soria (1993).

Para o potássio, pode-se observar que até os 150 dias os maiores acúmulos foram encontrados nas folhas, seguidas pelo caule e raízes (Tabela 3). Já para Soria (1993), esta ordem se projetou durante todo o período em estudo. Pode-se observar que o potássio foi o macronutriente que em maior proporção encontrou-se distribuído nas diferentes partes da planta, sendo seguido pelo N e pelo Mg (Figura 1).



$$N- y= -298,032696+325,1801859x$$

$$R^2(\%)= 96,69$$

$$P- y= -88,550187+63,6175128x$$

$$R^2(\%)= 93,85$$

$$K- y= 543,583382-485,4863107x+122,92669713x^2$$

$$R^2(\%)= 86,49$$

$$Ca- y= -6,577596+12,0815739x-1,01517975x^2$$

$$R^2(\%)= 89,59$$

$$Mg- y= -196,201497+137,4863835x$$

$$R^2(\%)= 88,41$$

$$S- y= -44,105000+48,0128502x$$

$$R^2(\%)= 88,80$$

* 1, 2, 3, 4, 5 e 6 representam, respectivamente, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias após transplântio das mudas de urucum.

Figura 1

Acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S total na planta de urucum tipo cultivado "Piave Vermelha".

Accumulation of N, P, K, Ca, Mg and total S in Annato plants.

Os maiores acúmulos de cálcio seguem a seguinte ordem: folha > caule > raiz. Os maiores acúmulos nas folhas seriam explicados por ser o cálcio um nutriente imóvel no floema e que, ao atingir este órgão, não se redistribui com facilidade para outras partes da planta (Malavolta, 1980; Malavolta e Violante Neto, 1989; Soria, 1993) (Tabela 3).

Para magnésio, os maiores acúmulos se encontraram nas folhas, até aos 150 dias, seguidas pelo caule e raízes. Aos 180 e 210 dias, foi no caule que se encontraram os maiores acúmulos (Figura 1, Tabela 3).

As folhas foram os tecidos que mais acumularam enxofre durante todo o crescimento em comparação ao caule e raízes (Tabela 3). O mesmo foi observado por Soria (1993).

Tabela 3

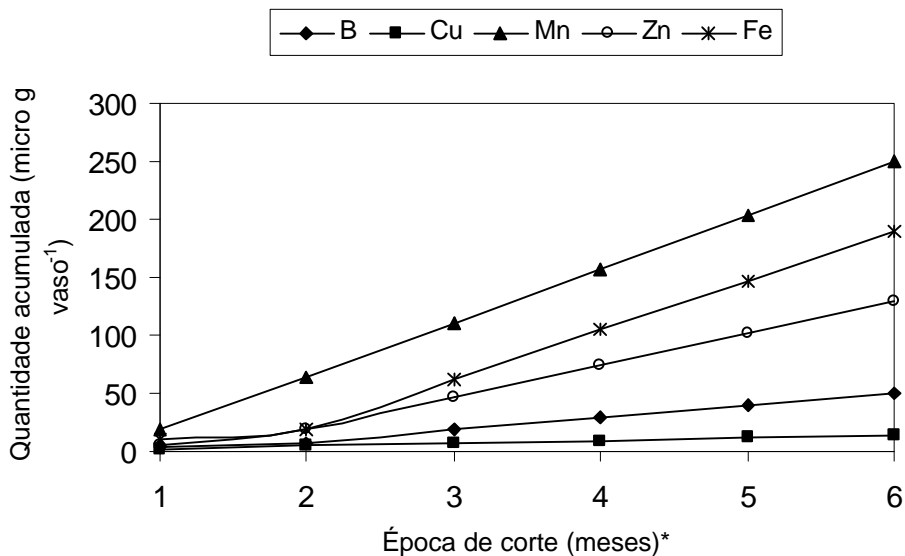
Quantidades acumuladas de N, P, K, Ca, Mg e S nas diferentes partes da planta de urucum “tipo cultivado” Piave Vermelha, em função da época de coleta.

Accumulated amounts of N, P, K, Ca, Mg and S in different parts of plants of Annato six collecting times.

Nutrientes	Dias após transplantio	mg vaso ⁻¹			Total
		Folha	Caule	Raiz	
Nitrogênio	60	22,18	3,09	-	25,27
	90	188,06	34,14	26,36	248,57
	120	562,60	100,37	98,75	761,72
	150	690,45	214,91	235,38	1155,87
	180	694,39	263,56	245,51	1193,33
	210	894,73	414,56	446,55	1655,84
Fósforo	60	1,53	0,24	0,48	2,25
	90	12,38	2,58	5,20	20,16
	120	48,26	14,50	18,79	81,55
	150	49,85	45,69	67,76	186,52
	180	61,18	59,15	79,63	188,75
	210	98,50	136,21	90,72	325,43
Potássio	60	15,50	2,38	1,05	18,94
	90	114,81	45,99	10,89	171,69
	120	120,00	114,39	37,00	271,39
	150	125,00	154,50	114,00	412,67
	180	129,25	570,50	153,82	749,44
	210	880,05	1287,07	169,03	2328,94
Cálcio	60	3,78	2,60	2,67	4,27
	90	10,32	4,03	5,20	11,80
	120	13,73	9,06	9,15	23,03
	150	16,15	11,71	10,93	24,39
	180	16,82	14,95	14,20	26,40
	210	20,79	19,80	15,98	31,96
Magnésio	60	3,12	0,78	0,69	4,60
	90	28,88	7,47	7,18	43,54
	120	96,21	44,76	29,38	226,37
	150	128,94	89,47	80,28	319,60
	180	152,23	177,02	101,19	353,51
	210	272,87	364,82	124,68	762,37
Enxofre	60	1,37	0,36	0,29	2,03
	90	16,08	3,74	3,34	23,17
	120	58,73	23,38	12,65	110,36
	150	69,04	54,55	49,03	172,62
	180	74,31	59,82	55,34	206,17
	210	91,01	89,58	80,97	229,29

Os resultados de acúmulo de boro, cobre, zinco, manganês e ferro encontrados nos tecidos vegetativos do tipo cultivado, em função das épocas de amostragens, encontram-se na Figura 2, onde são mostrados os valores totais de acumulação.

As maiores quantidades acumuladas de boro nas diferentes partes do tipo cultivado Piave Vermelha se encontraram nas raízes, seguidas pelas folhas e caules (Tabela 4). Comparando com o que foi observado por



Soria (1993), os tipos cultivados INKA, CPATU 113 e LAVRAS tiveram as maiores

B- $y = -14,157262 + 10,8324828x$	$R^2(\%) = 87,54$
Cu- $y = 0,294602 + 2,2207684x$	$R^2(\%) = 87,40$
Mn- $y = -28,012577 + 46,2918451x$	$R^2(\%) = 50,16$
Zn- $y = -36,280735 + 27,5779865x$	$R^2(\%) = 88,69$
Fe- $y = -65,895430 + 42,5860107x$	$R^2(\%) = 92,33$

* 1, 2, 3, 4, 5 e 6 representam, respectivamente, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias após transplântio das mudas de urucum.

Figura 2

Acúmulo de B, Cu, Mn, Zn e Fe total na planta de urucum tipo cultivado “Piave Vermelha”.

Accumulation of B, Cu, Mn, Zn and total Fe in Annato plants.

quantidades acumuladas de boro encontradas nas folhas, seguidas pelo caule e raízes.

As raízes foram os tecidos que apresentaram as maiores quantidades acumuladas de cobre em relação às folhas e caules. Isso é explicado pelo fato de ser o cobre capaz de deslocar muitos outros íons dos sítios de trocas de raízes e principalmente por vir a ser fortemente ligado aos espaços

livres radiculares, conforme observado por Soria (1993), (Tabela 4).

Os maiores valores de ferro encontrados nas raízes se devem certamente à contaminação das amostras pelo solo (LRd) ou devido à dose de fósforo usada (200 ppm P), que poderia trazer a precipitação de fosfato de ferro, na superfície radicular ou interna, conforme encontrado também por Marques (1990) em estudo com porta-enxertos de

seringueira e Soria (1993) em estudo com três tipos cultivados de urucum. As folhas apresentaram as maiores quantidades acumuladas de ferro em seus tecidos quando em comparação ao caule (Tabela 4). Os valores totais se encontram na Figura 2.

Os valores observados nos caules com relação ao manganês se mostraram sempre inferiores aos encontrados nas folhas e raízes durante todo o período de estudo (Tabela 4), o

que demonstra ser o caule apenas um tecido de translocação do manganês das raízes para as folhas (Soria, 1993). Entre os micronutrientes estudados, o manganês apresentou-se como um dos nutrientes que em maior proporção encontrou-se distribuído nas diferentes partes da planta, o que demonstra ser o manganês, conjuntamente com o ferro, um nutriente importante para o urucuzeiro.

Tabela 4

Quantidade acumulada de B, Cu, Zn, Fe e Mn nas diferentes partes da planta de urucum “tipo cultivado” Piave Vermelha, em função da época de coleta.

Accumulated amounts of B, Cu, Zn, Fe and Mn in different parts of Annato plants at six collecting times.

Nutrientes	Dias após transplantio	µg vaso ⁻¹			Total
		Folha	Caule	Raiz	
Boro	60	-	-	0,24	0,24
	90	0,24	0,04	2,66	2,93
	120	0,78	0,14	9,57	10,49
	150	1,94	0,62	34,21	36,84
	180	1,95	0,75	40,19	42,76
	210	2,34	0,79	46,14	49,27
Cobre	60	0,33	0,01	1,04	2,46
	90	0,55	0,03	3,80	3,91
	120	0,62	0,11	5,40	6,21
	150	0,65	0,40	11,20	12,00
	180	0,91	0,46	12,20	12,34
	210	0,99	0,69	12,50	12,58
Zinco	60	0,03	0,01	0,70	0,74
	90	0,26	0,26	7,24	7,55
	120	1,62	0,32	2,9,55	31,49
	150	1,68	0,93	101,86	104,39
	180	1,80	1,43	104,89	105,00
	210	1,91	5,28	126,24	135,43
Ferro	60	0,16	0,04	0,29	0,50
	90	0,82	0,22	7,32	8,35
	120	2,64	0,72	30,86	34,22
	150	4,45	1,65	113,11	119,21
	180	5,70	2,49	116,83	125,02
	210	9,48	5,25	196,87	211,61
Manganês	60	0,08	0,01	2,18	2,28
	90	0,87	0,11	24,13	25,12
	120	4,86	0,48	95,35	100,69
	150	11,23	1,04	115,29	127,00
	180	12,96	1,66	116,27	130,90
	210	16,05	2,15	199,28	217,48

As raízes foram os tecidos que apresentaram as maiores quantidades acumuladas de zinco em relação às folhas e caules. No estudo de Soria (1993), os maiores acúmulos foram observados nas folhas (Tabela 4).

Nas Tabelas 5 e 6 encontram-se as médias referentes às medidas de crescimento

(altura, diâmetro do colo, matéria seca de folha, caule, raiz e total), bem como as equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) nas diferentes partes da planta de urucum “tipo cultivado” Piave Vermelha, em função da época de coleta.

Tabela 5

Altura (A), diâmetro do colo (D), matéria seca de folha (MSF), caule (MSC), raiz (MSR) e total (MST) nas diferentes partes da planta de urucum “tipo cultivado” Piave Vermelha, em função da época de coleta.

Height (A), stem base diameters (D), dry weight of leaves (MSF), stem (MSC), roots (MSR), and total (MST) in Annato plants at six collecting times.

Dias após transplantio	A	D	MSF	MSC	MSR	MST
	cm	mm				
60	9.75	1.92	0.50	0.15	0.10	0.76
90	25.44	5.52	5.32	1.61	1.24	8.16
120	51.37	8.25	17.49	7.72	5.49	30.70
150	68.06	14.34	35.92	29.02	21.85	86.78
180	69.75	16.67	32.30	32.97	25.88	91.15
210	79.81	18.02	40.37	60.35	47.54	148.26

Tabela 6

Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) referentes as medidas de crescimento nas diferentes partes da planta de urucum “tipo cultivado” Piave Vermelha, em função da época de coleta.

Regression equations and coefficients of determination (R^2) referring to growth measures of different parts of Annato plants.

Medidas de crescimento	Equações	R^2 (%)
Altura	$y = -13,579762 + 14,2839286x$	93,29
Diâmetro	$y = -3,830905 + 3,3305714x$	96,28
Matéria seca de folha	$y = -16,419476 + 8,5341428x$	91,17
Matéria seca de caule	$y = 5,872179 - 7,5417947x + 2,15986609x^2$	96,84
Matéria seca de raiz	$y = 7,219125 - 7,494674x + 1,88417409x^2$	97,25

CONCLUSÕES

Os maiores acúmulos de N, Ca e S, ao final dos 210 dias, foram verificados nas folhas, enquanto para K, Mg e P, encontraram-se no caule.

Para os micronutrientes os maiores acúmulos ao final dos 210 dias foram verificados nas raízes.

Pode-se observar que K, N e Mg foram os macronutrientes que em maior proporção foram acumulados nas diferentes partes das plantas.

De maneira geral, o Fe e o Mn foram os micronutrientes que em maior proporção apresentaram-se distribuídos nas diferentes partes da planta, sendo que B, Cu e Zn foram os outros micronutrientes que apareceram em menor proporção.

O acúmulo total de macronutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente: $K > N > Mg > P > S > Ca$. Já para os micronutrientes, a ordem decrescente foi a seguinte: $Mn > Fe > Zn > B > Cu$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, P.R.N. O urucum e sua utilização na indústria de alimentos. **Boletim Informativo ITAL**, Campinas, v.3, n.1, p.10-11, jan./abr. 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos e análises de solos**. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
- FALESI, J.C. **Urucuzeiro** - recomendações básicas para o seu cultivo. Belém: EMBRAPA-UEPAE, 1987. 27p. (EMBRAPA-UEPAE. Documento 3).
- FERREIRA, W.A.; FALESI, J.C. **Características nutricionais do fruto e teor de bixina em urucum (*Bixa orellana* L.)**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1989. 31p.
- FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S.; AQUINO, L.H. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.4, p.58, 1980.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; MURAKA, T. **Avaliação do estado nutricional e da fertilidade do solo; métodos de vegetação e diagnose por subtração em vasos**. Piracicaba: CENA-USP, 1985. 7p. (Mimeografado).
- MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citrus**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 153p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. rev. e atual., Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MARQUES, R. **Efeitos do fósforo e zinco na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.)**. Lavras: ESAL, 1990. 110p. (Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- MELO, A.A.A.; LIMA, L.C.F. A situação do urucum no Brasil e perspectivas. In: SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.H. **A cultura do urucum no Brasil**. Vitória da Conquista: UESB, BA - Brasil, 1990. p.9-19.
- MORERA, J.A. Mantenimiento de colecciones de achiote em bancos de germoplasma. In: **Aspectos sobre el achiote y perspectivas para a Costa Rica**. Turrialba, Costa Rica, CATIE: 1983. p.122-133.
- PÓVOA, M.E.B. Extração do corante de urucum (*Bixa orellana* L.) com diversos solventes. **Revista Bras. Cor. Nat.**, v.1, n.1, p.153-157, 1992.
- RODRIGUES, J.P.F. **Análise de isoenzimas em progênies de meio-irmãos de urucum (*Bixa orellana* L.)**. Viçosa: UFFV, 1995. 76p. ((Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SORIA, L.G.T. **Crescimento e acumulação de nutrientes em três "tipos cultivados" de urucum (*Bixa orellana*), em fase de viveiro**. Lavras, UFLA: 1993. 88p. (Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).