



VI Congresso Brasileiro de Palma e Outras Forrageiras para o Semiárido





VI Congresso Brasileiro de Palma
e Outras Forrageiras para o Semiárido



MANEJO NUTRICIONAL DA PALMA FORRAGEIRA



SÉRGIO DONATO



**INSTITUTO
FEDERAL**

Baiano

Campus
Guanambi



VI Congresso Brasileiro de Palma
e Outras Forrageiras para o Semiárido



APRESENTAÇÃO PANORÂMICA COM ENFOQUE EM...

FATORES DETERMINANTES DA PRODUTIVIDADE

EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

INCREMENTO DA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE COM ADUBAÇÃO

BALANÇO NUTRICIONAL SIMPLIFICADO

SUGESTÃO DE ADUBAÇÃO PARA PLANTIO E MANUTENÇÃO

VALORES DE REFERÊNCIA PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O QUE QUEREMOS?

SEGURANÇA PRODUTIVA = GARANTIA DE COLHEITA

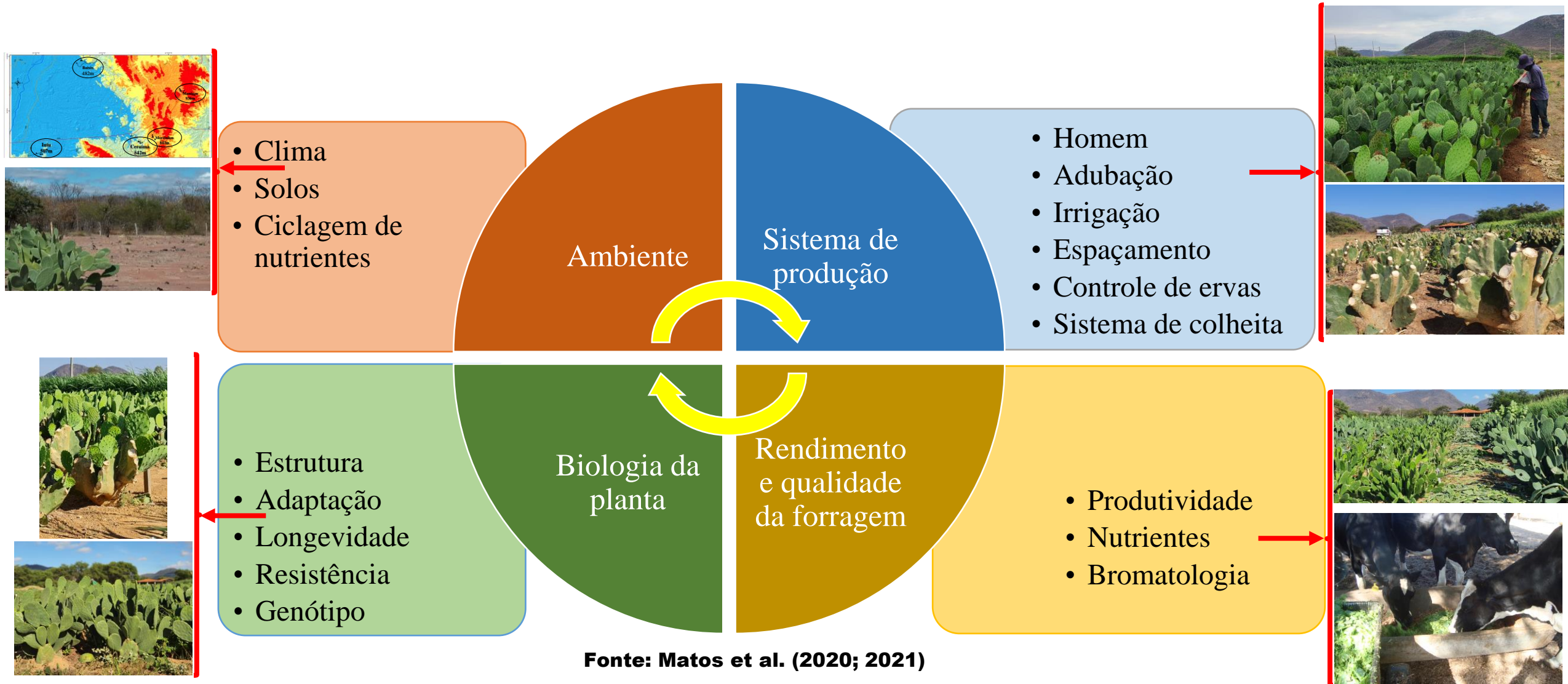
CONVERGÊNCIA MÍNIMA

PMV \geq 200 t/ha;
PMS \geq 15 t/ha;
PB \geq 75 g/kg;



O QUE DETERMINA A EXPRESSÃO DA PRODUTIVIDADE DE UM AGROECOSSISTEMA?

Inter-relações dos fatores edafoclimáticos (agroecossistemas), sistema de produção (manejo) que envolve o homem e os seus saberes, e o genótipo da planta na determinação da produtividade e da qualidade nutricional da palma forrageira



SEGURANÇA PRODUTIVA - RESILIÊNCIA

CORTE, JULHO DE 2021



BROTAÇÃO, AGOSTO DE 2021



BROTAÇÃO, SETEMBRO DE 2021



BROTAÇÃO, OUTUBRO DE 2021



PRODUTIVIDADE MASSA VERDE – PMV?



Fotos: Sérgio Donato



Fotos: Laudiceio Viana Matos

AVALIAÇÕES DE PRODUTIVIDADE

PRODUTIVIDADE DE MATÉRIA SECA, PMS

$$PMS = ((MS \times PMV)/1000); \text{ Mg ha}^{-1}$$

MS, TEOR DE MATÉRIA SECA, g kg⁻¹;
PMV, PRODUTIVIDADE DE MASSA VERDE Mg ha⁻¹.

MASSA VERDE



1.000 kg MV = 100 kg MS

MATÉRIA SECA



640 g MV = 64 g MS



Massa = 64 g; v = 200 ml;
d = 0,32 g cm⁻³;
Teor MS = 100 g kg⁻¹;

PRODUTIVIDADES DE MASSA VERDE E MATÉRIA SECA DE CULTIVARES DE PALMA FORRAGEIRA SOB DENSIDADES DE PLANTIO EM TRÊS CICLOS DE PRODUÇÃO

Cultivar	TMS			PMV			PMS		
	(%)			(t/ha/ciclo)			(t/ha/ciclo)		
	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III
Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill)	5,68 B	6,35 B	6,72 A	525,50 A	378,23 A	276,63 A	30,48 A	23,95 A	18,56A
Orelha de Elefante Mexicana (<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw)	6,57 A	7,65 A	7,22 A	460,27 A	366,90 A	313,32 A	29,78 A	27,95 A	22,57A
Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck)	6,14 AB	6,56 B	6,75 A	305,75 B	258,72 B	190,80 B	19,02 B	16,99 B	12,74B
Média	6,13	6,85	6,89	430,51	334,62	260,25	26,43	22,96	17,96
CV (%)	9,12	11,05	9,95	30,94	23,28	26,34	31,67	25,56	28,94

Fonte: dados não publicados

Tukey ($p \leq 0,05$)

Fotos: Sérgio Donato



DBC em esquema de parcelas subdivididas (3x4), três cultivares nas parcelas e quatro densidades de plantio nas subparcelas (20.000; 40.000; 60.000 e 80.000 plantas/ha), com quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Houve efeito independente de cultivar nos três ciclos de produção e efeito independente de densidade de plantio no terceiro ciclo de produção.

PRODUTIVIDADES DE MASSA VERDE E MATÉRIA SECA DE CULTIVARES DE PALMA FORRAGEIRA SOB DENSIDADES DE PLANTIO EM TRÊS CICLOS DE PRODUÇÃO

Cultivar	PMV			PMS		
	(t/ha/ano)			(t/ha/ano)		
	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III
Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill)	312,69 A	342,98 A	302,69 A	17,72 A	21,72 A	20,31 A
Orelha de Elefante Mexicana (<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw)	273,88 A	332,70 A	342,84 A	18,14 A	25,34 A	24,70 A
Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck)	181,94 B	234,61 B	208,78 B	11,32 B	15,41 B	13,94 B
Média	256,17	303,43	284,77	15,73	20,82	19,65
CV (%)	30,94	23,28	26,39	31,67	25,56	28,94

Fonte: dados não publicados

Tukey (p≤0,05)

Plantio - final	29/10/2019	Intervalo entre cortes	Precipitação
Colheita - início		(dias)	(mm)
1º ciclo - 25/06/21	25/06/2021	605	1.328,0
2º ciclo - 27/07/22	27/07/2022	397	784,6
3º ciclo - 21/06/23	21/06/2023	329	512,4
Datas referem-se ao início das colheitas			

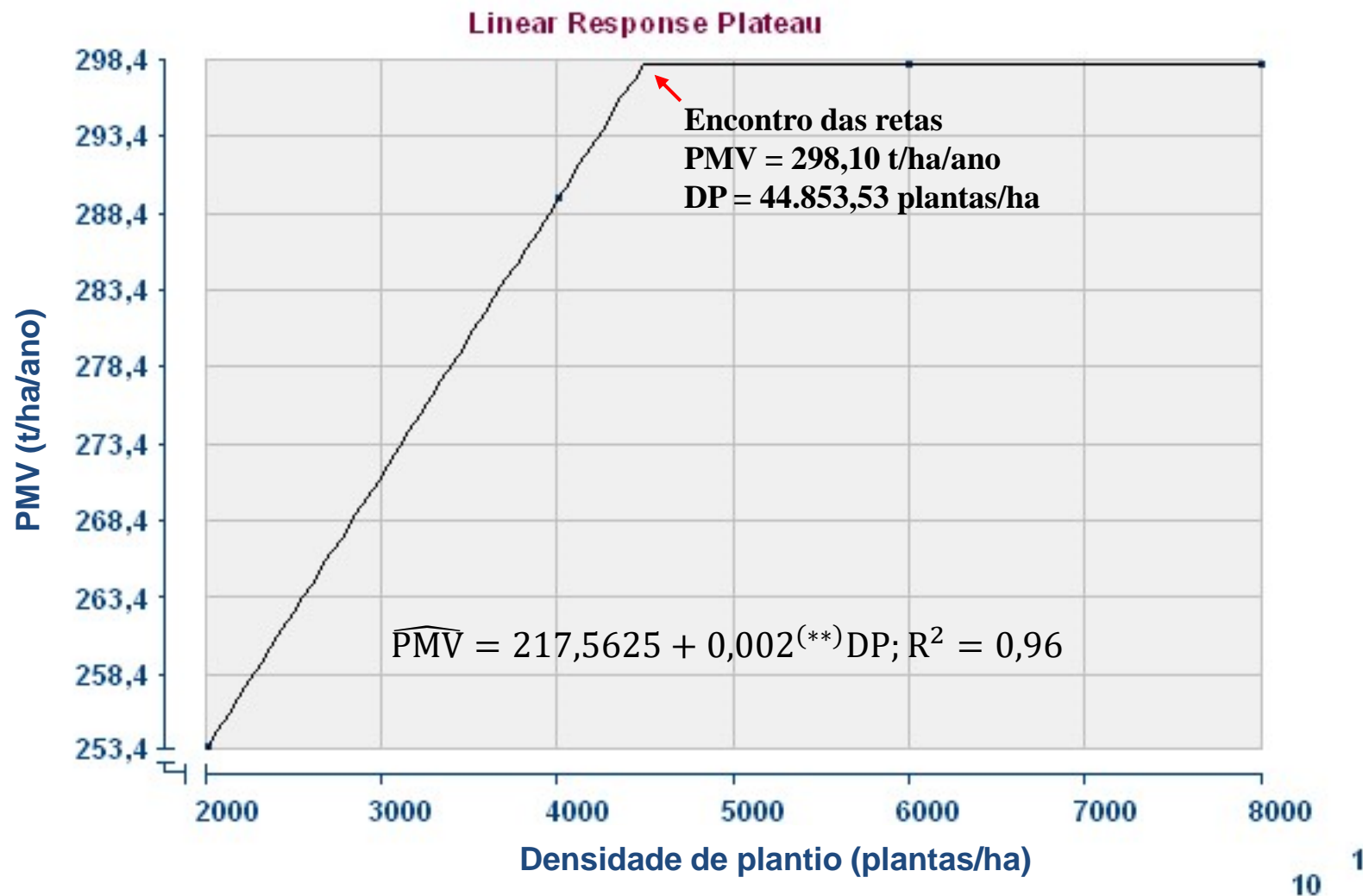
$$\text{Produtividade (t/ha/ano)} = \left[\frac{\text{produção (t/ha)}}{\text{duração do ciclo (meses)}} \right] 12$$

DBC em esquema de parcelas subdivididas (3x4), três cultivares nas parcelas e quatro densidades de plantio nas subparcelas (20.000; 40.000; 60.000 e 80.000 plantas/ha), com quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Houve efeito independente de cultivar nos três ciclos de produção e efeito independente de densidade de plantio no terceiro ciclo de produção.

PRODUTIVIDADE DE MASSA VERDE DE CULTIVARES DE PALMA FORRAGEIRA SOB DENSIDADES DE PLANTIO NO TERCEIRO CICLO DE PRODUÇÃO

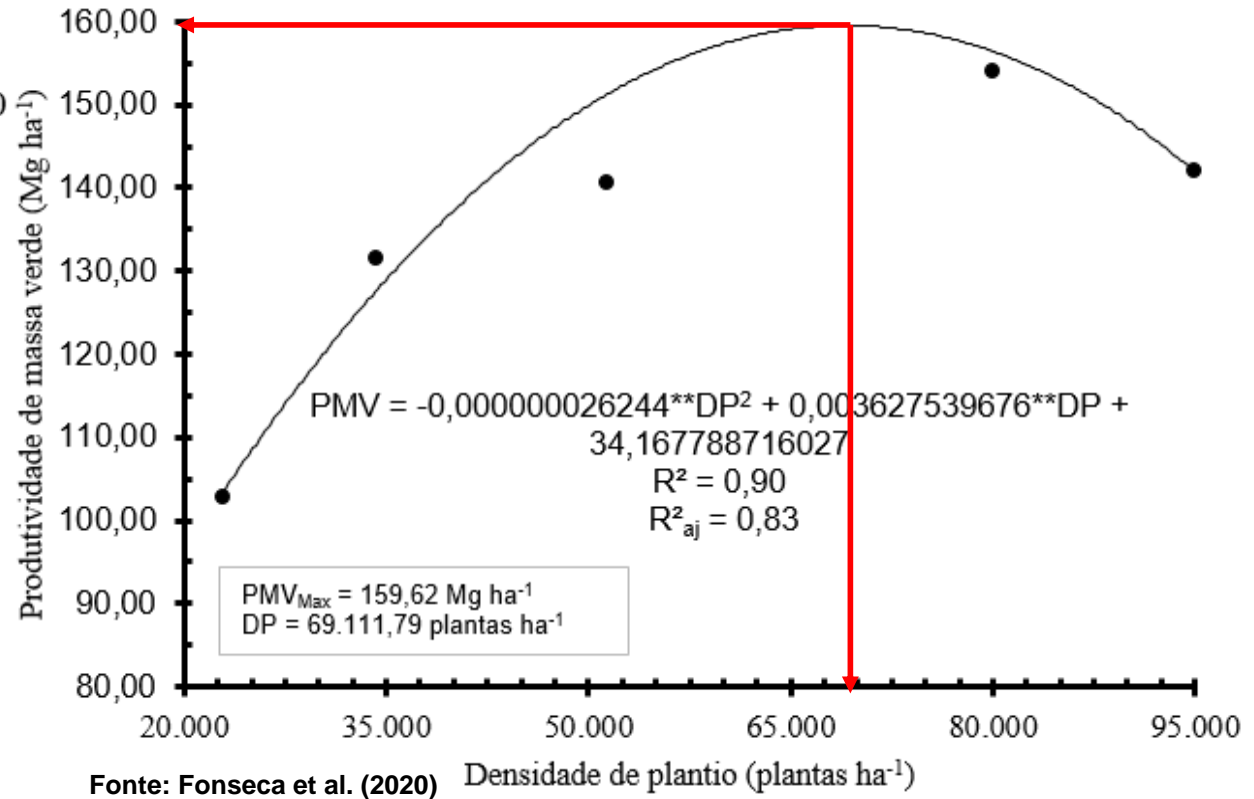
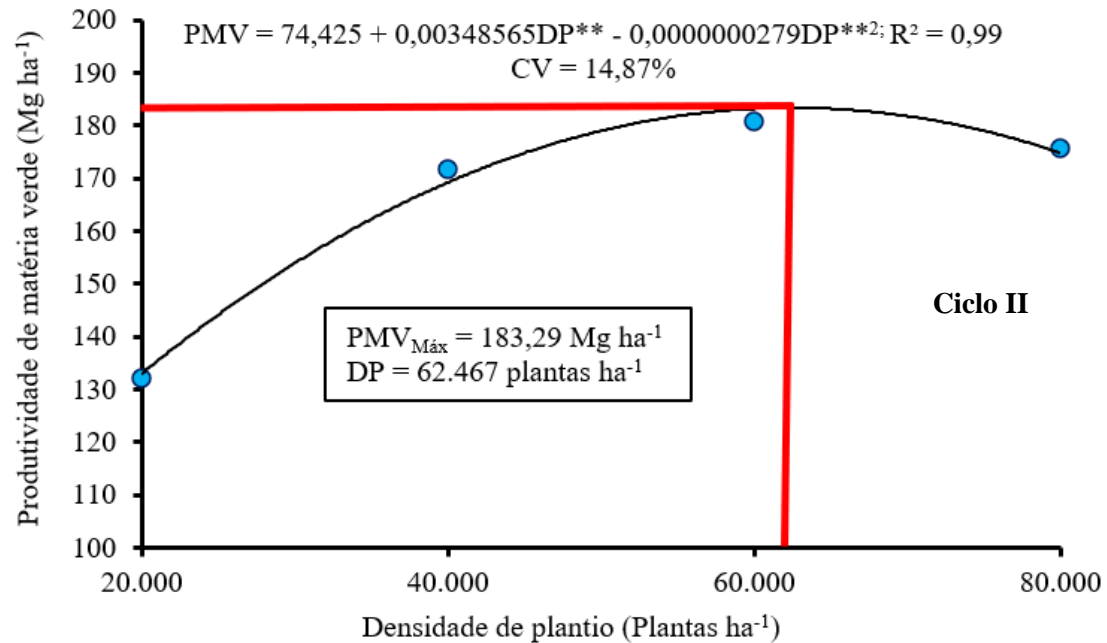
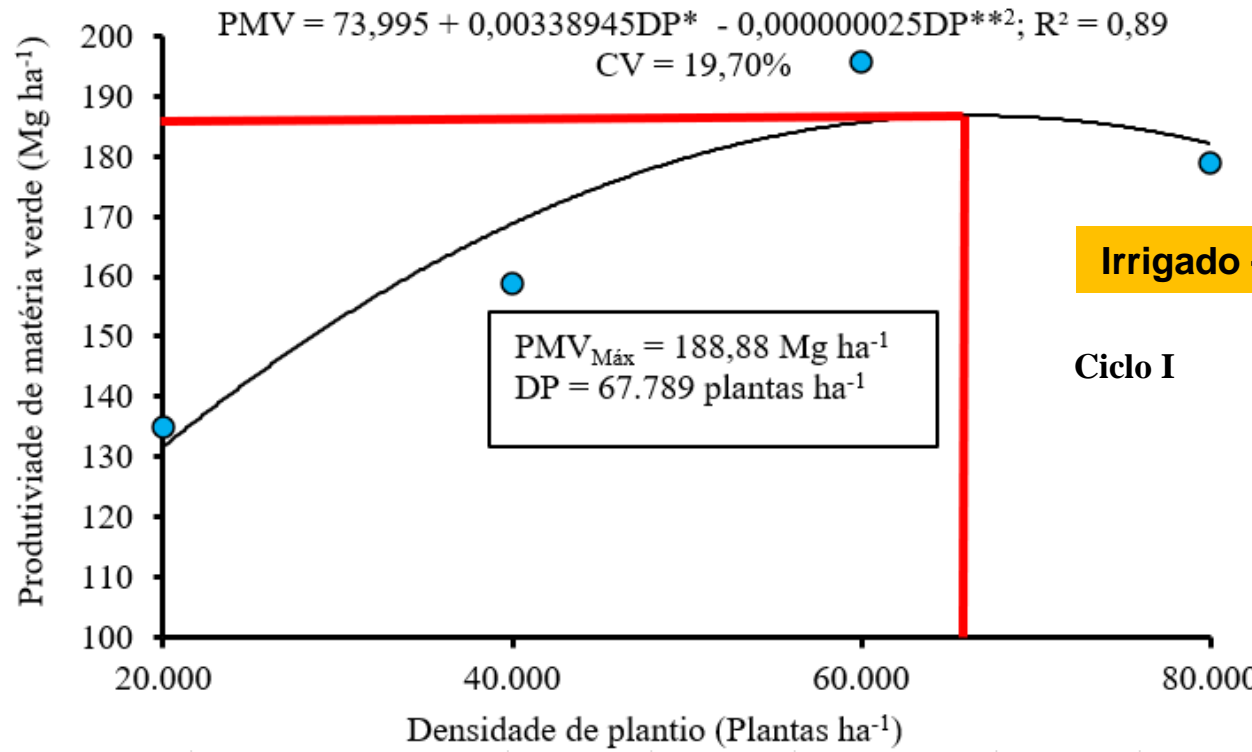
Sequeiro = CV (G; OEM, M) x DP



DBC em esquema de parcelas subdivididas (3x4), três cultivares nas parcelas e quatro densidades de plantio nas subparcelas (20.000; 40.000; 60.000 e 80.000 plantas/ha), com quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Houve efeito independente de cultivar nos três ciclos de produção e efeito independente de densidade de plantio no terceiro ciclo de produção.

PRODUTIVIDADE DE MASSA VERDE SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO



ONDE HÁ MAIOR EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES?



ONDE HÁ MAIOR NECESSIDADE DE REPOSIÇÃO DE NUTRIENTES?



Imagem aérea: Lucas Titonelli Ferreira Donato

Fotos: Sérgio Donato

EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

EPN_{ui}, EXPORTAÇÃO DO NUTRIENTE i

$$EPN_{ui} = (PMS \times 1.000) \times (TN_{ui}/1.000); \text{ kg ha}^{-1}$$

PMS, PRODUTIVIDADE DE MATÉRIA SECA, Mg ha⁻¹;
TN_{ui}, TEOR DO NUTRIENTE i g kg⁻¹.

$$EPN_{ui} = (PMS \times 1.000) \times (TN_{ui}/1.000.000); \text{ kg ha}^{-1}$$

Para micronutrientes TN_{ui}, TEOR DO NUTRIENTE i
mg kg⁻¹.

INTENSIDADE DO CORTE



Fotos: Sérgio Donato



EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

EXPORTAÇÃO DE MACRONUTRIENTES DE CULTIVARES DE PALMA FORRAGEIRA SOB DENSIDADES DE PLANTIO EM TRÊS CICLOS DE PRODUÇÃO

	Cultivar	EXPN		EXPP		EXPK		EXPS		EXPCa		EXPMg	
						kg/ha							
Ciclo I	Gigante	391,16	A	66,12	A	1.539,39	ns	65,57	A	1.190,91	A	440,26	A
	OEM	370,59	A	64,99	A	1.301,62	ns	36,77	C	1.126,92	A	496,75	A
	Miúda	215,75	B	50,78	A	1.222,50	ns	44,76	B	675,98	B	208,34	B
Média		325,83		60,63		1.354,50		49,03		997,94		381,78	
Ciclo II	Gigante	244,44	A	39,48	A	985,54	A	25,26	A	558,66	A	246,99	AB
	OEM	248,25	A	35,76	AB	950,32	A	18,20	B	653,81	A	306,01	A
	Miúda	170,13	B	30,05	B	732,84	A	22,01	AB	375,72	B	160,74	B
Média		220,94		35,10		889,57		21,82		529,40		237,91	
Ciclo III	Gigante	231,51	ns	33,01	ns	923,71	ns	25,65	A	454,30	ns	214,95	A
	OEM	160,52	ns	33,93	ns	982,19	ns	16,90	B	572,42	ns	222,81	A
	Miúda	219,52	ns	31,39	ns	717,76	ns	17,01	B	410,43	ns	133,91	B
Média		203,85		32,78		874,55		19,85		479,05		190,56	

K>Ca>Mg>N>P>S

K>Ca>Mg>N>P>S

K>Ca>N>Mg>P>S

DBC em esquema de parcelas subdivididas (3x4), três cultivares nas parcelas e quatro densidades de plantio nas subparcelas (20.000; 40.000; 60.000 e 80.000 plantas/ha), com quatro repetições. Tukey (p<0,05).

Houve efeito independente de densidade de plantio no terceiro ciclo de produção para EPCa e EPMg e de interação entre os fatores par EPN.



EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

EXPORTAÇÃO DE MACRONUTRIENTES DA PALMA FORRAGEIRA 'GIGANTE' SOB DIFERENTES ADUBAÇÕES EM TRÊS CICLOS DE PRODUÇÃO

Fertilização	Ciclo I - 2011-2013						Ciclo II - 2013-2014						Ciclo III - 2014-2015					
	EN	EP	EK	ES	ECa	EMg	EN	EP	EK	ES	ECa	EMg	EN	EP	EK	ES	ECa	EMg
(kg ha ⁻¹)																		
0-000-000-000	116 c	7 c	290 b	9 e	226 b	84 b	102 c	7 c	222 c	8 d	256 c	79 c	123 d	10 d	264 d	11 f	272 c	110 c
0-300-300-300	283 a	28 a	506 a	57 a	407 a	132a	220 a	26 a	444 b	40 a	425 a	127 b	340 b	36 b	520 c	51 c	511 b	171 c
0-300-300-600	256 a	26 a	591 a	50 b	434 a	133a	185 a	21 b	470 b	35 b	425 a	123 b	411 a	42 a	767 b	66 a	645 a	206 b
30-000-000-000	148 d	14 b	415 b	18 d	279 b	105 b	160 b	21 b	453 b	19 c	353 b	153 b	193 c	19 c	434 c	20 e	389 c	156 c
30-150-300-300	212 b	30 a	589 a	55 a	421 a	132 a	206 a	32 a	563 b	43 a	465 a	165 b	299 b	34 b	648 b	49 c	611 a	212 b
30-150-300-600	222 b	27 a	634 a	48 b	407 a	138 a	187 a	27 a	509 b	36 a	397 b	140 b	344 b	36 b	780 b	57 b	665 a	213 b
60-000-000-000	168 c	19 b	548 a	20 d	364 a	126 a	155 b	23 b	475 b	20 c	353 b	157 b	270 b	28 b	597 c	27 d	457 b	216 b
60-000-300-300	204 b	30 a	643 a	40 b	450 a	153 a	207 a	34 a	638 a	40 a	501 a	209 a	340 b	41 a	750 b	44 c	627 a	256 a
60-000-300-600	170 c	26 a	637 a	33 c	415 a	133 a	205 a	34 a	745 a	39 a	525 a	210 a	334 b	40 a	868 a	45 c	647 a	259 a
90-000-000-000	176 c	18 b	580 a	21 d	359 a	140 a	246 a	34 a	768a	29 b	473 a	219 a	328 b	37 a	805 b	33 d	632 a	298 a
90-000-000-300	208 b	20 b	613 a	22 d	358 a	131 a	217 a	30 a	677 a	25 c	393 b	194 a	304 b	32 b	760 b	27 d	518 b	251 a
90-000-000-600	186 c	17 b	651 a	18 d	366 a	137 a	252 a	33 a	801 a	30 b	473 a	222 a	332 b	41 a	1002 a	35 d	656 a	307 a
Médias	196	22	561	32	374	129	195	27	564	30	420	166	302	33	683	39	553	221
CV (%)	43.3	37.9	38.0	41.8	39	45	44	42	40	43	40	46	30	35	38	32	41	45

A exportação de nutrientes nos três ciclos de produção variou com a adubação, independentemente das configurações e espaçamentos de plantio. Não foram registradas interações entre os fatores estudados. Scott-Knott ($p < 0,05$). Fonte: Lédo et al. (2021)

CNF1=FT; CNF2=FQ;

E1=3,0x1,0x0,25m (24.000; 26.666 pl ha⁻¹);

E2=3,0x1,0x0,16m (36.000; 40.000 pl ha⁻¹);

E3=3,0x1,0x0,125m (48.000; 53.000 pl ha⁻¹)

De forma geral: **K > Ca > N > Mg > S > P**

Adubações orgânicas com 60 e 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ e organomineral com 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ mais 600 kg ha⁻¹

de K₂O: **K > Ca > N > Mg > P > S**

EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

EXPORTAÇÃO DE MACRONUTRIENTES DA PALMA FORRAGEIRA 'GIGANTE' SOB ADUBAÇÃO QUÍMICA P, N-P, N-P-K E DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

Fertilizations N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg ha ⁻¹ year ⁻¹)	Extraction/Export (kg ha ⁻¹)				
	Nitrogen	Phosphorus	Potassium	Sulfur	Calcium
000-000-000	180.20 B	12.37 B	393.72 A	17.12 B	444.07 A
000-150-000	232.80 B	20.16 A	401.44 A	31.29 B	505.06 A
200-150-000	391.00 A	20.74 A	384.98 A	100.53 A	431.89 A
200-150-100	413.40 A	21.95 A	504.01 A	100.51 A	476.71 A
Mean	304.35	18.81	421.04	62.35	464.63
CV (%)	20.12	22.79	24.87	23.43	19.84

Spacing (m)	Extraction/export of Mg					CV (%)
	Fertilization N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg ha ⁻¹ year ⁻¹)					
	000-000-000	000-150-000	200-150-000	200-150-100	Mean	
S ₁ - 1.00 x 0.50	140.08 Ab	253.46 Aa	267.86 Aa	248.73 Aa	227.53	19.51
S ₂ - 2.00 x 0.25	224.96 Aa	196.74 Aa	176.96 Ba	232.68 Aa	207.84	
S ₃ - 3.00 x 1.00 x 0.25	209.41 Aa	262.56 Aa	182.05 ABa	193.68 Aa	211.93	
Mean	191.48	237.59	208.96	225.03	215.77	

A exportação de N, P, K, S e Ca foi influenciada pela adubação, enquanto a EPMg pela interação entre adubação e espaçamento. 20.000 plantas/ha. Tukey (p<0,05).

Fonte: Silva et al. (2016)

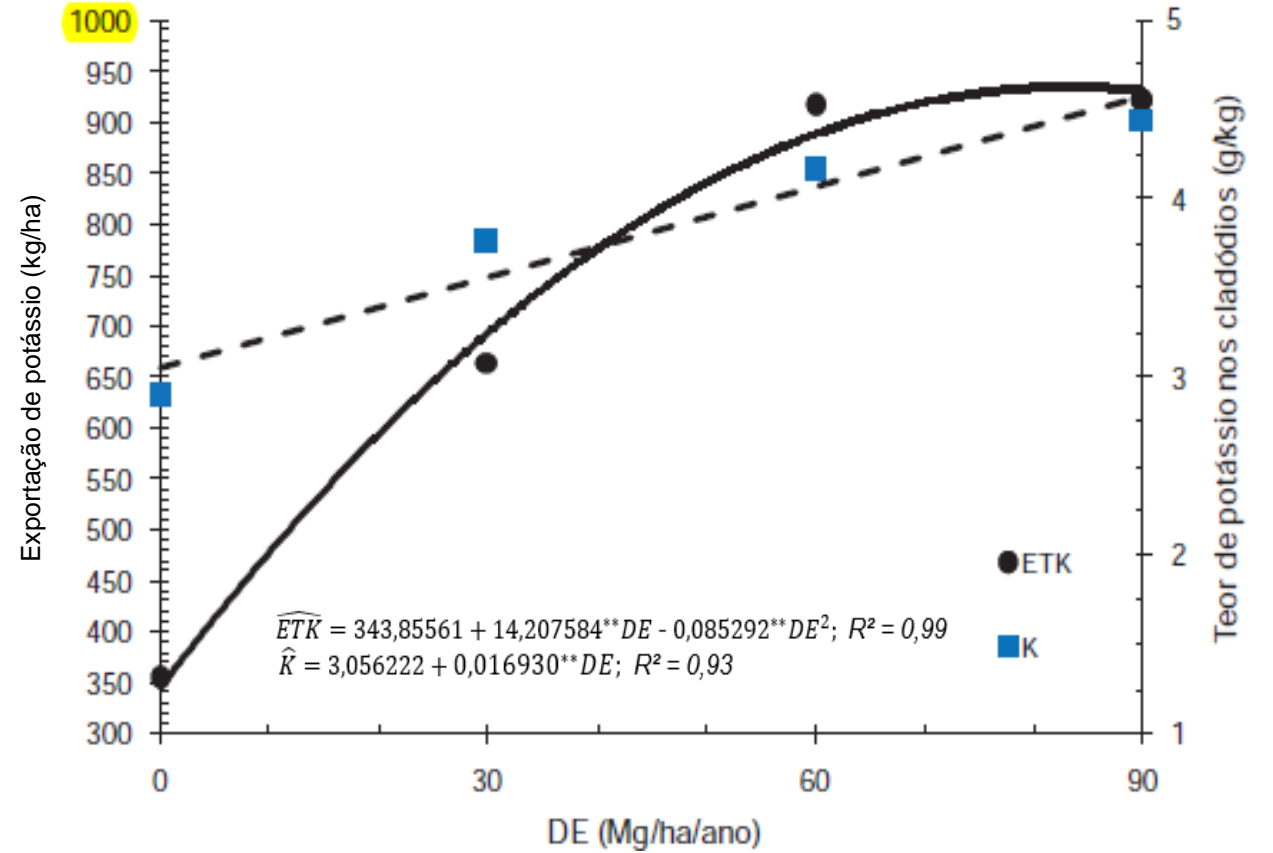
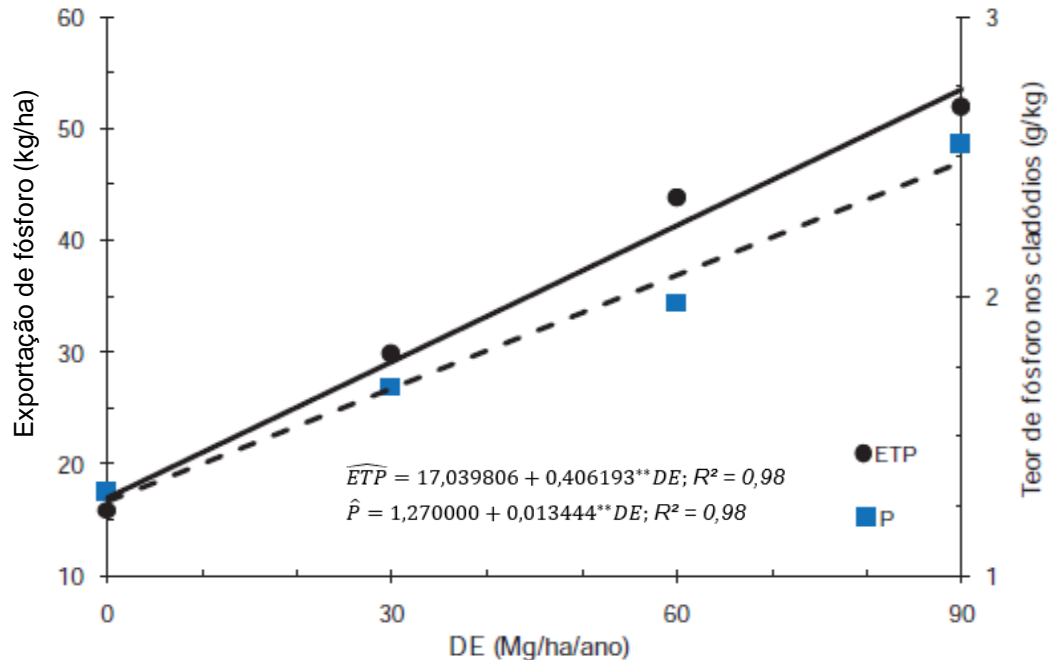
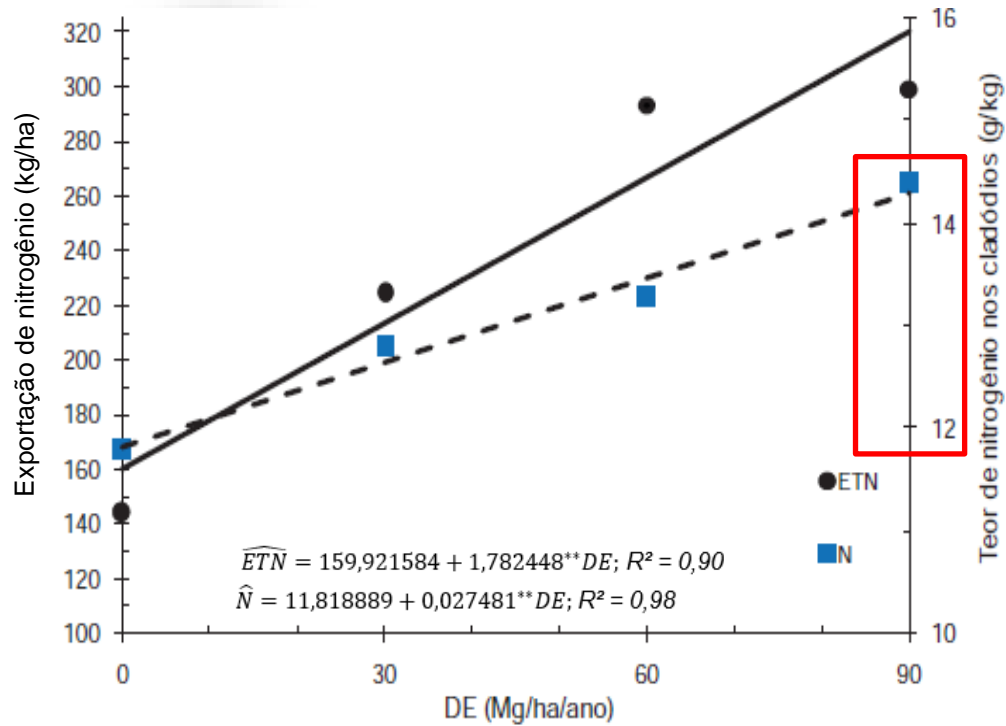
Ca > K > N > Mg > S > P



Foto: João Abel da Silva

EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

Exportação e teores de N, P e K da palma forrageira 'Gigante' em função das doses de esterco bovino e diferentes espaçamentos

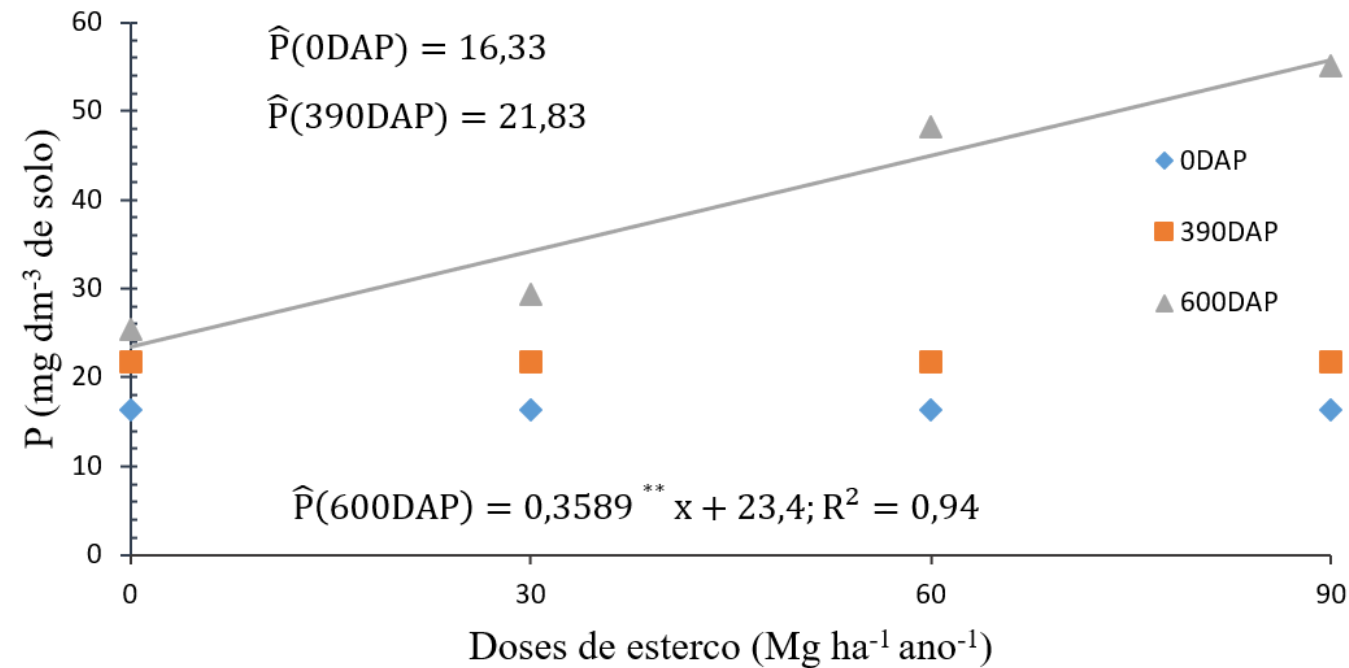


K > Ca > N > Mg > P > S

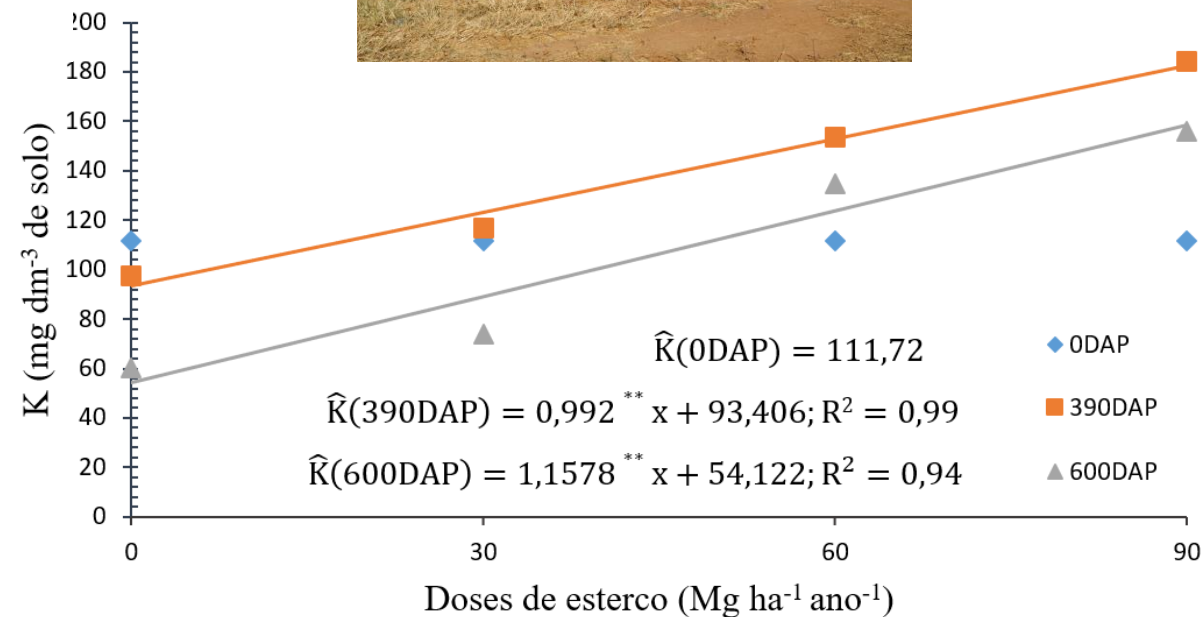
Fonte: Donato et al. (2016; 2017)

A exportação de N, P, K e Ca foi influenciada pela adubação, enquanto a EP de S e Mg pela interação entre adubação e espaçamento (1,0 x 0,5; 2,0 x 0,25; 3,0 x 1,0 x 0,25). 20.000 plantas/ha.

Aumento dos teores de P e K de solos cultivados com palma forrageira 'Gigante' em função das doses de esterco bovino



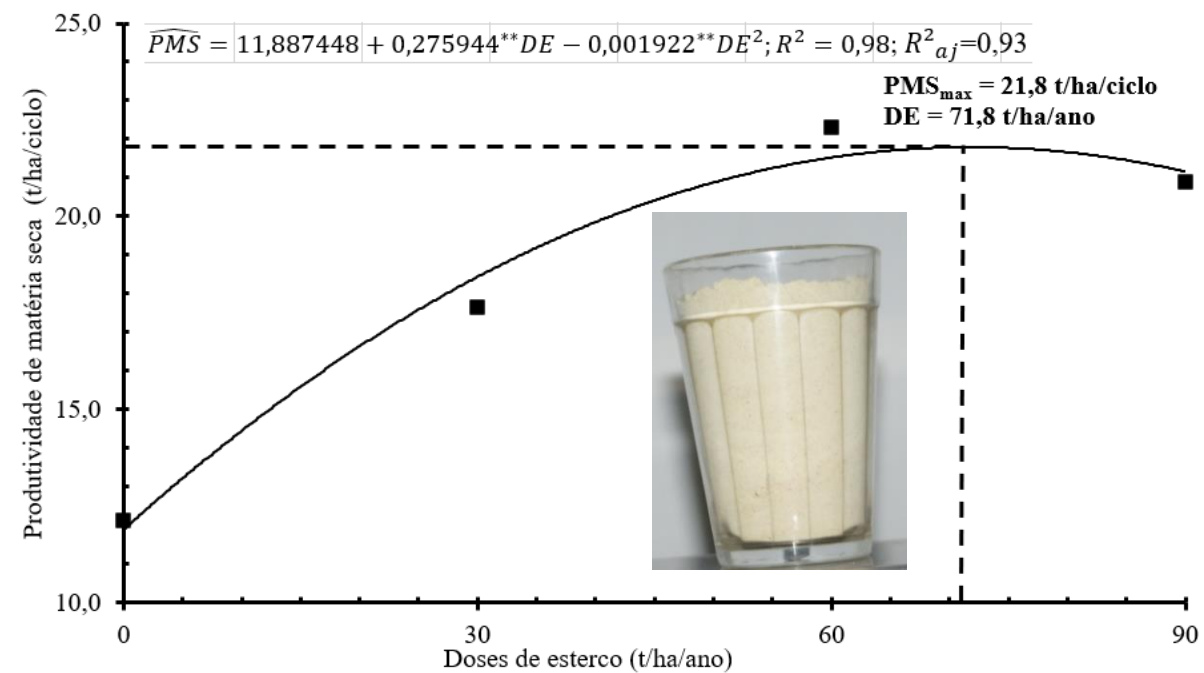
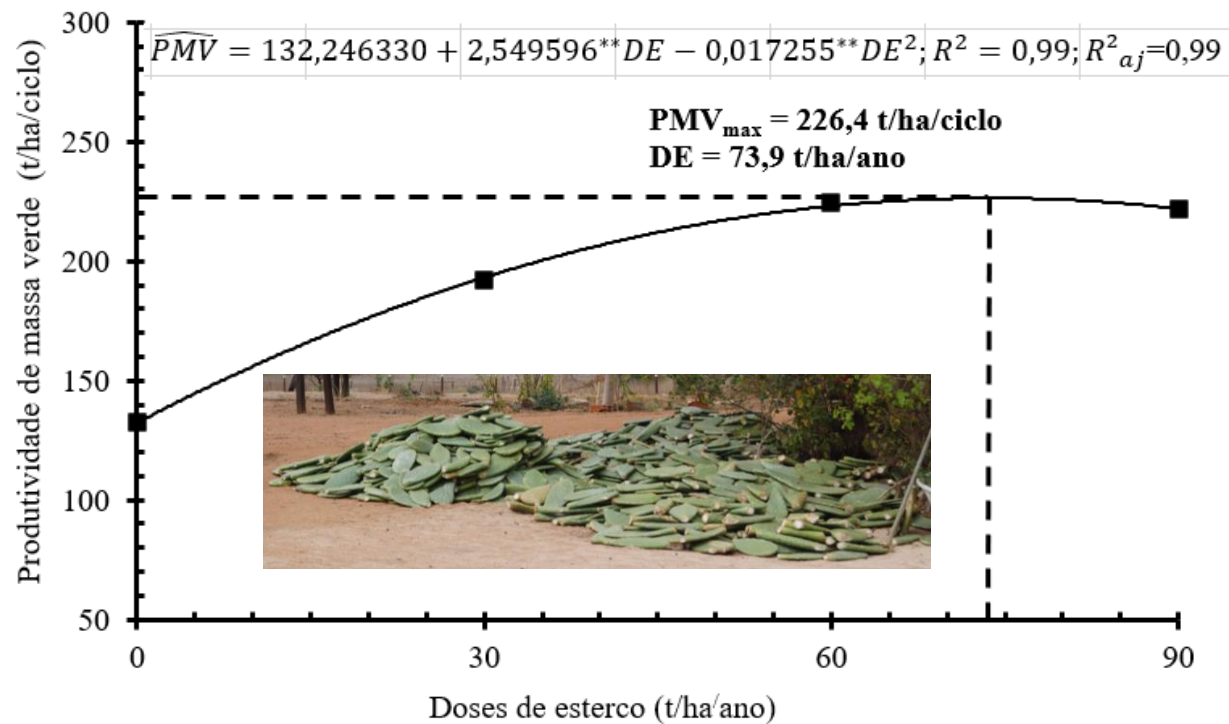
Fotos: Sérgio Donato



PRODUTIVIDADE

ADUBAÇÃO

Produtividades de massa verde (PMV) e de matéria seca (PMS) da palma forrageira 'Gigante' em função de doses de esterco



INCREMENTO DE PRODUTIVIDADE E ÁGUA COM ADUBAÇÃO

Cultivar Gigante Ciclo	Tratamentos	MS	PMV	PMS	Incremento PMV	Incremento PMS	H ₂ O armazenada
		(g kg ⁻¹)	(Mg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	(%)			L ha ⁻¹
Ciclo I Lédo et al. (2019)	Sem adubação	127,40	75,51	9,62	125,98	72,25	65.890,03
	Adubação organomineral	97,11	170,64	16,57	-	-	154.069,15
Ciclo II Lédo et al. (2019)	Sem adubação	78,86	98,91	7,80	165,21	168,46	91.109,96
	Adubação organomineral	79,83	262,32	20,94	-	-	241.378,99
Ciclo III Lédo et al. (2019)	Sem adubação	70,79	116,55	8,25	175,89	182,30	108.299,43
	Adubação organomineral	72,41	321,55	23,29	-	-	298.266,56
Ciclo I Donato et al. (2014)	Sem adubação	91,62	132,62	12,15	67,03	72,02	120.469,36
	Adubação orgânica	94,35	221,52	20,90	-	-	200.619,59
Ciclo II Barros et al. (2016)	Sem adubação	68,84	94,83	6,39	180,08	146,01	88.301,90
	Adubação orgânica	59,06	265,60	15,72	-	-	249.913,66
Ciclo I Silva et al. (2013, 2016)	Sem adubação	95,00	131,67	13,40	135,19	69,63	119.161,35
	Adubação química	77,20	309,67	22,73	-	-	285.763,48

**>IP
SEGUNDO
2º CICLO EM
DIANTE**

Lédo et al. (2019), adubação organomineral correspondente a 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino + 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O na forma de KCl; Donato et al. (2014) e Barros et al. (2016), adubação orgânica corresponde a 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino; Silva et al. (2013, 2016), adubação química corresponde a 200-150-100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O na forma de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

INCREMENTO DE TEORES DE NUTRIENTES COM ADUBAÇÃO QUÍMICA

Médias dos teores de nitrogênio (dag kg⁻¹), aos em tecidos de cladódios de palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubação química.

Adubações N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Teor de nitrogênio (dag kg ⁻¹)
	Nitrogênio
000- 000- 000	1,19 B
000-150-000	1,38 B
200-150-000	2,22 A
200-150-100	2,19 A
Média	1,75
CV (%)	12,58

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV – coeficiente de variação.

Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações químicas

RESUMO

Objetivou-se avaliar teores de nutrientes e produção de matéria seca na palma cultivar gigante, sob diferentes espaçamentos e adubações aos 390 e 620 dias após o plantio (DAP). Utilizaram-se delineamento em blocos casualizados, 12 tratamentos, três repetições, em fatorial 3 x 4: três espaçamentos: 1,00 x 0,50; 2,00 x 0,25 e 3,00 x 1,00 x 0,25 m e quatro adubações: 000-000-000; 000-150-000; 200-150-000; 200-150-100, kg ha⁻¹, de N, P, O₃ e K₂O. Determinaram-se: N, P, K, S, Ca, Mg, B, Fe, Mn, Zn, Na e Cu, com respectivas médias: 1,25; 0,08; 2,51; 0,30; 1,75; 0,77 (dag kg⁻¹) e 15,82; 12,22; 37,88; 444,02; 42,36; 40,21 (mg kg⁻¹) aos 390 DAP; 1,75; 0,12; 2,49; 0,37; 2,68; 1,25 (dag kg⁻¹) e 22,43; 04,55; 45,20; 1.354,28; 65,37; 40,44 (mg kg⁻¹) aos 620 DAP, e produção de matéria seca média de 17,10 Mg ha⁻¹. Não houve interações para teores de nutrientes, apenas na PMS. O uso de NPK e NP reduziu os teores de Ca e Na e aumentou os de N, P, S e Mn. A adubação com NP reduziu o teor de K e a adubação com P aumentou o teor de P nos cladódios, comparado ao tratamento sem adubação. O potássio e nitrogênio extraídos foram maiores que os adicionados. As adubações elevaram os teores de nutrientes principalmente nitrogênio e fósforo melhorando o valor nutricional e, no espaçamento 1,00 x 0,50 m, resultou em maior produção de matéria seca.



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n3p236-242>

Extraction/export of nutrients in *Opuntia ficus-indica* under different spacings and chemical fertilizers

João A. da Silva¹, Sérgio L. R. Donato¹, Paulo E. R. Donato¹, Evilasio dos S. Souza¹, Milton C. Padilha Júnior¹ & Ancilon A. e Silva Junior¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano. Guanambi, BA. E-mail: joao.silva@guanambi.tfbatano.edu.br (Corresponding author); sergio.donato@guanambi.tfbatano.edu.br; paulo.donato@guanambi.tfbatano.edu.br; evilasiosomutans@hotmail.com; padilhaajr@gmail.com; ancilon.silva@guanambi.tfbatano.edu.br

Key words:
Opuntia
nutrient uptake
concentration
NPK fertilization

ABSTRACT

This work aimed to evaluate extraction/export of nutrients and dry matter production in the 'Gigante' cactus pear, grown in different spacings and fertilizations 620 days after planting. Twelve combination of treatments were used consisting of: three spacings - 1.00 x 0.50; 2.00 x 0.25; and 3.00 x 1.00 x 0.25 m, and four fertilizations - 000-000-000; 000-150-000; 200-150-000; and 200-150-100, kg ha⁻¹, of N, P₂O₅ and K₂O, in a 3 x 4 factorial scheme in a randomized block design, with three replicates. Extraction/export of N, P, K, S, Ca, Mg, B, Fe, Mn, Zn, Na and Cu were determined and the means were 304.35; 18.81; 421.04; 62.35; 464.63; 215.77; 0.39; 0.81; 23.74; 1.11; 0.62 and 0.08 kg ha⁻¹, besides the mean dry matter production of 17.11 Mg ha⁻¹. There were significant interactions for extraction/export of Mg and dry matter production. The fertilizations used were insufficient to meet the demand of N, K, Ca, Mg, S and micronutrients. Fertilization increased the extraction of nutrients, particularly N, P and S at the spacing of 1.00 x 0.50 m, and increased dry matter production. The decreasing order of extraction/export was Ca, K, N, Mg, S and P for macronutrients and Mn, Zn, Fe, Na, B and Cu for micronutrients.

Fonte: Silva et al. (2012; 2016)

INCREMENTOS DO TEOR DE PROTEÍNA BRUTA COM ADUBAÇÃO QUÍMICA

Teores médios (g kg^{-1}) de proteína bruta (PB) em tecidos de cladódios de palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubação química, aos 620 após o plantio

Proteína Bruta (g kg^{-1})	Adubação N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg ha^{-1})				CV (%)
	000-000-000	000-150-000	200-150-000	200-150-100	
	67,80 B	74,00 B	124,40 A	123,50 A	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV – coeficiente de variação



Composição bromatológica de palma forrageira cultivada em diferentes espaçamentos e adubações química

João A. Silva¹, Paulo Bonomo², Sérgio L. R. Donato¹, Aureliano J. V. Pires², Fabiano F. Silva² & Paulo E. R. Donato¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Distrito de Ceraíma, CEP 46430-000, Guanambi-BA, Brasil. Caixa Postal 09. E-mail: joaobelsilva@yahoo.com.br; sergio.donato@guanambi.ifbaiano.edu.br; paulodeteco@yahoo.com.br
² Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Praça Primavera, 40, Primavera, CEP 45700-000, Itapetinga-BA, Brasil. E-mail: bonomopaulo@gmail.com; aurelianojvp@yahoo.com.br; flfeliva@pq.cnpq.br

RESUMO

Neste trabalho a composição bromatológica da palma foi avaliada aos 620 dias após o plantio. O delineamento foi em blocos casualizados, 12 tratamentos e três repetições, em arranjo fatorial 3 x 4: três espaçamentos (1,00 x 0,50 m; 2,00 x 0,25 m e 3,00 x 1,00 x 0,25 m) e quatro fertilizações (000-000-000; 000-150-000; 200-150-000 e 200-150-100) kg ha^{-1} de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Os teores médios de MS, PB, FDA, NIDA_{MS}, NT, NIDN_{NT}, NIDA_{NT}, (A + B1)_{CHTMS}, (B1 + B2)_{PB}, B3_{PB}, diferiram (P < 0,05) para as adubações independentemente dos espaçamentos. Teores médios de MO e MM diferiram entre os espaçamentos, independentemente das adubações. CHT variaram com as adubações e espaçamentos, de forma independente. EE, FDN, FDNcp, CEL, LIG, CIDN, carboidratos não fibrosos (A + B1), fibra disponível (B2) e fibra indisponível (C), não diferiram entre os fatores espaçamentos e adubações. Teores médios de HEM, NIDN_{MS}, A_{MS} e produção de matéria seca, foram dependentes das interações (P < 0,05) entre as adubações e espaçamentos. A adição de NPK e NP melhorou a qualidade bromatológica da palma e no espaçamento 1,00 x 0,50 m esses elementos aumentaram a produção de matéria seca.

BALANÇO DE NUTRIENTES

BN_{ui} , BALANÇO DO NUTRIENTE i

$$BN_{ui} = SAN_{ui} - EPN_{ui}; \text{ kg ha}^{-1}$$

SAN_{ui} , SUPRIMENTO PELO ADUBO DO NUTRIENTE i , kg ha^{-1} ;

EPN_{ui} , EXPORTAÇÃO DO NUTRIENTE i , kg ha^{-1} .

$$BN_{ui} = SAN_{ui} + SSN_{ui} - EPN_{ui}; \text{ kg ha}^{-1}$$

SSN_{ui} , SUPRIMENTO PELO SOLO DO NUTRIENTE i , kg ha^{-1} .

$$BN_{ui} = SAN_{ui} + SSN_{ui} + GN_{ui} - EPN_{ui} - PN_{ui}; \text{ kg ha}^{-1}$$

GN_{ui} , GANHOS DO NUTRIENTE i
(CONTRIBUIÇÃO DA ATMOSFERA E
OUTRAS ADIÇÕES), kg ha^{-1} ;

PN_{ui} , PERDAS DO NUTRIENTE i
(VOLATILIZAÇÃO, LIXIVIAÇÃO, EROSÃO,
FIXAÇÃO, PRECIPITAÇÃO), kg ha^{-1} .



Fotos: Sérgio Donato

ADIÇÃO DE NUTRIENTES PELO ESTERCO – QUANTIDADE TEÓRICA TOTAL ADICIONADA

Macronutrientes no esterco bovino		
	(kg/t)	g/lata de 18 litros (6,84 kg)
N	4,3	29,4
P ₂ O ₅	9	61,6
K ₂ O	2,5	17,1
Ca	1,4	9,6
Mg	0,16	1,1
S	1,9	13,0

Macronutrientes	Dose de esterco (DE)	
	30 (t/ha)	60 (t/ha) = 1 Lata de 18 L/m de sulco espaçados de 1 m
N adicionado (kg/ha)	130	260
P ₂ O ₅ adicionado (kg/ha)	270	540
K ₂ O adicionado (kg/ha)	75	150
Ca adicionado (kg/ha)	42	84
Mg adicionado (kg/ha)	5	10
S adicionado (kg/ha)	57	114



Instituto Agrônômico de Campina (IAC).

Taxa de mineralização
TMN primeiro ano de aplicação

40% esterco de galinha

20% esterco de curral;

TMK = 100%;

TMP = 70%;

Há perdas no sistema, particularmente para N

**Necessidade adubação = 60 t/ha/ano de esterco bovino;
1 ha palma 40 vacas 60 t esterco/ano**

260-540-150kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O

Concentração de nutrientes em cladódios de palma forrageira 'Gigante' submetidos a adubações mineral, organomineral e orgânica no terceiro ciclo de produção

Ciclo III - 2014-2015	Macronutrients					Micronutrients	
	N	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺
Fertilização	(g kg ⁻¹)					(mg kg ⁻¹)	
0-000-000-000*	14.5 C	1.2 D	31.8 C	33.9 A	13.0 A	589.4 C	60.4 C
0-300-300-300	20.9 A	2.1 A	30.5 C	31.1 A	10.2 B	1984.9 A	73.4 A
0-300-300-600	20.2 A	2.0 A	36.4 B	31.1 A	9.5 B	2558.3 A	71.1 A
30-000-000-000	14.5 C	1.5 C	32.4 C	28.9 B	11.8 A	406.3 D	64.9 B
30-150-300-300	16.7 B	1.8 B	34.3 C	32.8 A	11.2 B	732.7 B	60.3 C
30-150-300-600	17.3 B	1.7 B	37.5 B	32.2 A	10.4 B	950.7 B	58.4 C
60-000-000-000	15.5 C	1.6 C	32.8 C	25.4 B	12.1 A	264.1 D	53.1 D
60-000-300-300	17.2 B	2.0 A	36.5 B	30.3 A	12.6 A	262.6 D	53.8 D
60-000-300-600	15.1 C	1.9 A	40.6 A	29.9 A	11.9 A	270.2 D	54.8 D
90-000-000-000	16.8 B	1.8 B	37.6 B	29.3 B	13.6 A	187.4 D	49.9 D
90-000-000-300	15.6 C	1.7 B	38.9 B	26.5 B	12.8 A	137.0 D	47.9 D
90-000-000-600	14.8 C	1.7 B	42.8 A	28.2 B	13.2 A	154.4 D	52.5 D
Médias	16.6	1.7	36.0	29.9	11.8	708.2	58.4
CV (%)	15.00	16.30	12.80	16.52	19.37	64.45	18.52
p-value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

*(Mg ha⁻¹) of manure - N (kg ha⁻¹) - P₂O₅ (kg ha⁻¹) - K₂O (kg ha⁻¹); Means followed by the same letter in the columns belong to the same group by the Scott- Knott test (p ≤ 0.05)

Fonte: Lédo et al. (2020)



Foto: Sérgio Donato

Taxa de recuperação aparente de nutrientes (TRAP) da palma forrageira 'Gigante' em função das adubações mineral, organomineral e orgânica em três ciclos de produção

Fertilização *	Ciclo I - 2011-2013						Ciclo II - 2013-2014						Ciclo III - 2014-2015					
	APRR																	
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
	(%)																	
0-000-000-000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0-300-300-300	27.3	1.5	29.7	32.3	-	4.3	42.6	2.9	64.7	64.6	-	5.8	74.0	3.5	64.4	77.0	-	6.8
0-300-300-600	23.6	1.4	20.5	33.8	-	3.8	26.2	2.0	32.8	50.7	-	4.9	105.3	4.8	71.7	129.0	-	10.2
30-000-000-000	12.8	0.6	73.1	68.4	305.6	8.1	46.0	2.2	264.2	233.4	1505.0	18.5	54.4	1.5	181.5	236.9	963.4	16.8
30-150-300-300	18.1	0.9	34.2	32.6	575.0	5.3	37.2	1.9	76.7	60.9	1637.3	8.0	66.8	1.8	81.7	94.6	1982.2	8.7
30-150-300-600	19.9	0.8	21.5	27.3	601.0	4.5	29.8	1.5	34.3	41.0	1272.1	6.5	83.2	1.9	61.9	110.5	2101.4	10.3
60-000-000-000	10.2	0.5	73.4	85.7	236.5	5.2	21.7	1.3	143.6	118.5	820.3	10.6	59.1	1.5	174.2	199.1	1064.2	14.1
60-000-300-300	17.9	0.6	36.0	30.1	378.8	5.2	40.8	1.4	77.0	65.6	1285.2	10.4	90.2	1.6	89.9	89.2	1510.9	10.6
60-000-300-600	10.9	0.5	19.9	26.0	266.2	3.2	39.3	1.4	57.6	69.9	1321.3	8.7	78.1	1.5	66.7	92.7	1461.8	9.9
90-000-000-000	7.7	0.3	52.3	50.3	205.6	3.4	36.5	1.5	201.1	174.4	944.7	12.2	60.5	1.5	196.4	266.7	1204.3	12.6
90-000-000-300	11.5	0.4	26.8	53.7	180.6	3.6	29.6	1.2	71.9	111.6	796.5	9.8	49.1	1.3	81.1	195.7	981.6	9.5
90-000-000-600	9.0	0.3	18.8	55.8	189.3	3.0	36.5	1.4	57.4	171.5	903.9	12.7	57.9	1.7	74.0	297.1	1341.7	13.5

* - Mg ha⁻¹ of manure - N (kg ha⁻¹) - P₂O₅ (kg ha⁻¹) - K₂O (kg ha⁻¹); (-) - Recovery rates without values indicate no application of the nutrient

TRAP_{ui}, TAXA DE RECUPERAÇÃO APARENTE DO NUTRIENTE i

$$TRAP_{ui} = \frac{(CN_{ui} (TRATAD) - CN_{ui} (TRATSAD)) \times 100}{(QN_{ui})}; \text{ kg ha}^{-1}$$

CN_{ui} (TRATAD), CONTEÚDO DO NUTRIENTE i NO TRATAMENTO COM ADUBAÇÃO, kg ha⁻¹;
 CN_{ui} (TRATSAD), CONTEÚDO DO NUTRIENTE i NO TRATAMENTO SEM ADUBAÇÃO, kg ha⁻¹;
 QN_{ui}, QUANTIDADE DO NUTRIENTE i APLICADA NO TRATAMENTO COM ADUBAÇÃO, kg ha⁻¹.

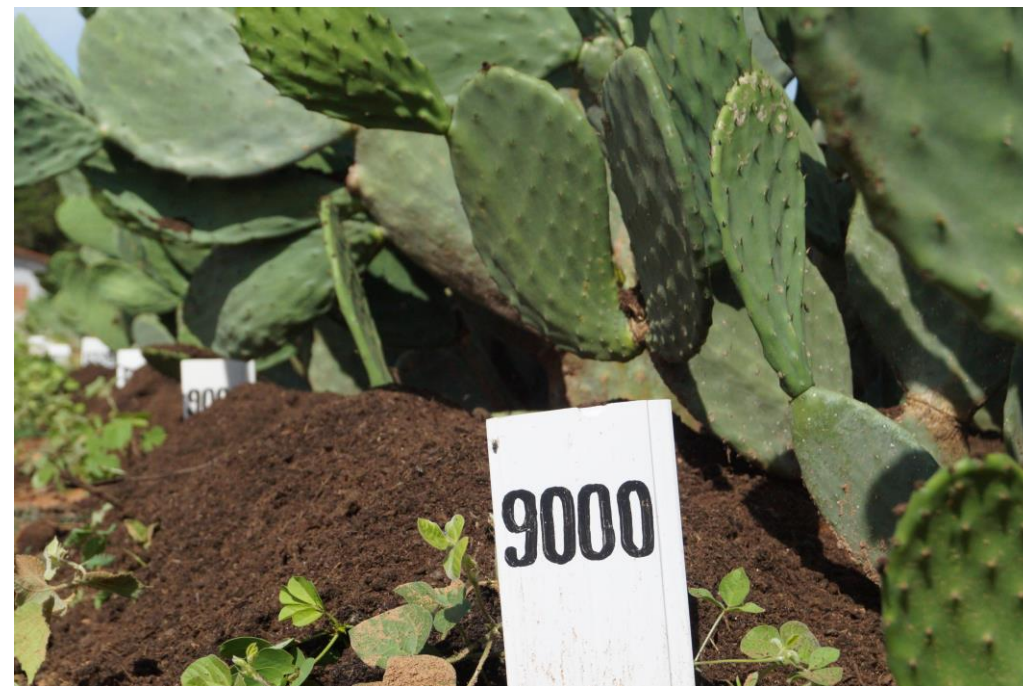
TRAP = indica a quantidade do nutriente extraída por unidade do nutriente aplicada

As >s TRAPK e as <s TRAPN ocorrem sob fertilização orgânica, que adicionam as menores e maiores quantidades de K e N no solo em comparação às fertilizações minerais e organominerais. TRA aumenta com os ciclos.



Foto: Sérgio Donato

ADUBAÇÃO ORGÂNICA



Fotos: Sérgio Donato



BALANÇO DE NUTRIENTES COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Exportação e balanço de macronutrientes pela palma forrageira ‘Gigante’ para produção de 21,8 t/ha de matéria seca (MS), com dose de esterco de 71,8 t/ha/ano, no primeiro ciclo ou corte – 600 dias após o plantio (DAP)

ESPAÇAMENTOS

(1,0x0,5m; 2,0x0,25m; 3,0x1,0x0,25m)

DENSIDADE DE PLANTIO 20.000 plantas/ha

EXPORTAÇÃO

K>Ca>N>Mg>P>S

$$\widehat{PMS} = 11,887448 + 0,275944^{**}DE - 0,001922^{**}DE^2; R^2 = 0,98; R^2_{aj} = 0,93$$

Fonte: Donato et al. (2017)	Dose de esterco (DE)	
Macronutrientes	0 (t/ha)	71,8 x 2 aplicações = 143,6 (t/ha/ciclo)
N exportado (kg/ha/ciclo)	143,9	287,9
N exportado (kg/t MS)	11,8	13,2
N adicionado (kg/ha/ciclo)	0,0	621,8
Balanço de N (kg/ha/ciclo)	- 143,9	333,9
P ₂ O ₅ exportado (kg/ha/ciclo)	36,4	107,44
P ₂ O ₅ exportado (kg/t MS)	2,9	4,9
P ₂ O ₅ adicionado (kg/ha/ciclo)	0,0	1.287,0
Balanço P ₂ O ₅ (kg/ha/ciclo)	-36,4	1.179,6
K ₂ O exportado (kg/ha/ciclo)	425,7	1.113,5
K ₂ O exportado (kg/t MS)	34,9	51,0
K ₂ O adicionado (kg/ha/ciclo)	0,0	360,0
Balanço K ₂ O(kg/ha/ciclo)	-425,7	-753,5
Ca exportado (kg/ha/ciclo)	419,8	609,7
Ca exportado (kg/t MS)	34,4	28,0
Ca adicionado (kg/ha/ciclo)	0,0	203,3
Balanço Ca (kg/ha/ciclo)	- 419,0	-406,4
Mg exportado (kg/ha/ciclo)	129,8	249,1
Mg exportado (kg/t MS)	10,6	11,4
Mg adicionado (kg/ha/ciclo)	0,0	23,9
Balanço Mg (kg/ha/ciclo)	- 129,8	-225,2
S exportado (kg/ha/ciclo)	15,2	40,7
S exportado (kg/t MS)	1,2	1,9
S adicionado (kg/ha/ciclo)	0,0	275,0
Balanço S (kg/ha/ciclo)	- 15,2	234,3
PMS (t/ha/ciclo)	12,2	21,8



Fotos: Paulo e Sérgio Donato

BALANÇO FINAL APÓS TRÊS CICLOS DE PRODUÇÃO

Balanço final de macronutrientes após três ciclos de produção em função da exportação média dos cladódios da palma forrageira 'Gigante' na colheita e da quantidade adicionada ao solo pelas diferentes pelas adubações orgânica, organomineral e mineral

Fertilização *	N	P	K	Ca	Mg	S
	(kg ha ⁻¹)					
0-000-000-000	-343.1	-24.8	-776.4	-755.7	-274.3	-28.9
0-300-300-300	350.2	425.2	-475.3	-157.8	-431.5	2,091.7
0-300-300-600	351.6	425.3	182.4	-288.4	-460.5	2,087.9
30-000-000-000	17.3	414.1	-1,053.7	-853.3	-395.6	171.8
30-150-300-300	400.8	881.9	-555.6	-128.4	-490.6	1,602.2
30-150-300-600	361.4	887.0	317.6	-100.5	-472.7	1,607.7
60-000-000-000	445.7	868.8	-1,122.2	-833.8	-459.6	390.9
60-000-300-300	282.0	1,335.0	-567.5	-39.2	-579.3	1,133.2
60-000-300-600	329.4	1,339.7	240.2	-48.6	-563.5	1,140.8
90-000-000-000	808.9	1,319.5	-1,408.4	-955.4	-599.2	605.6
90-000-000-300	828.9	1,304.5	-305.6	-760.6	-518.0	614.5
90-000-000-600	787.7	1,295.2	285.9	-986.3	-607.1	604.1

* - Mg ha⁻¹ of manure - N (kg ha⁻¹) - P₂O₅ (kg ha⁻¹) - K₂O (kg ha⁻¹) **Fonte: Lédo et al. (2021)**



Foto: Milton Padilha Júnior

REFLEXÃO SOBRE USO DE ÁGUA SALINA E BALANÇO NUTRICIONAL

Características químicas e classificação da água utilizada no experimento

Características	Unidade	Valor	Unidade	Valor
pH	-	6,30		
Condutividade elétrica (CE)	dS m ⁻¹	2,91		
Cálcio (Ca ⁺⁺)	mmol _c L ⁻¹	15,83	mg L ⁻¹	322,93
Magnésio (Mg ⁺⁺)	mmol _c L ⁻¹	9,13	mg L ⁻¹	111,02
Potássio (K ⁺)	mmol _c L ⁻¹	0,28	mg L ⁻¹	10,95
Sódio (Na ⁺)	mmol _c L ⁻¹	8,26	mg L ⁻¹	189,90
Carbonato (CO ₃ ²⁻)	mmol _c L ⁻¹	0,00	mg L ⁻¹	0,00
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	mmol _c L ⁻¹	5,20	mg L ⁻¹	317,25
Cloreto (Cl ⁻)	mmol _c L ⁻¹	26,40	mg L ⁻¹	942,44
RAS	(mmol _c L ⁻¹) ^{1/2}	2,34		
HCO ₃ ⁻ /Ca ⁺⁺		0,33		
Ca ⁰	mmol _c L ⁻¹	4,76		
RASco	(mmol _c L ⁻¹) ^{1/2}	3,13		
RAS ≤ 18,87-4,44 log CEai		16,82		
Classificação ¹	-	C4S1 (Salinidade muito alta)		

1 Classificação de Richards (AYERS & WESTCOT, 1985). meq L⁻¹ = mmol_c L⁻¹.

Fonte: Fonseca et al. (2022; 2023)

ADIÇÃO DE NUTRIENTES PELA ÁGUA

**COMO FICA O BALANÇO DE NUTRIENTES PARA Ca E Mg COM USO DE ÁGUA SALINA?
E OS PROBLEMAS COM Na E Cl?**

Quantidade de elementos aportados com aplicação das lâminas de irrigação e turnos de regas

Lâminas	Turnos de rega	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻
		1º Ciclo de produção (kg ha ⁻¹)					
11% da ETo	7	445,53	153,17	15,10	261,99	437,69	1.290,45
22% da ETo	7	891,06	306,34	30,21	523,98	875,39	2.580,90
33% da ETo	7	1.336,59	459,51	45,31	785,97	1.313,08	3.871,35
11% da ETo	15	458,01	157,46	15,53	269,33	449,95	1.326,59
22% da ETo	15	916,02	314,92	31,05	538,66	899,90	2.653,18
33% da ETo	15	1.374,02	472,38	46,58	807,98	1.349,86	3.979,77
2º Ciclo de produção (kg ha ⁻¹)							
11% da ETo	7	485,22	166,81	16,45	285,33	476,68	1.405,41
22% da ETo	7	970,44	333,63	32,90	570,66	953,37	2.810,81
33% da ETo	7	1.455,66	500,44	49,35	855,99	1.430,05	4.216,22
11% da ETo	15	472,62	162,48	16,02	277,92	464,30	1.368,90
22% da ETo	15	945,23	324,96	32,05	555,83	928,61	2.737,80
33% da ETo	15	1.417,85	487,44	48,07	833,75	1.392,91	4.106,70

SOLOS – PAISAGENS DE OCORRÊNCIA

CLASSES - ATRIBUTOS QUÍMICOS, FÍSICOS, MINERALÓGICOS E BIOLÓGICOS



- Clima
- Organismos
- Material de origem
- Relevo
- Tempo
- Intemperismo
- Adição
- Remoção
- Transformação
- Translocação

Vista geral das paisagens de ocorrência de cinco agroecossistemas onde foram selecionados os sistemas tradicionais de produção de palma forrageira 'Gigante'.

Classes de fertilidade do solo na profundidade de 0 a 0,20 m estabelecidas com uso das técnicas da faixa de suficiência (FS) e nível crítico pela distribuição normal reduzida (NCRiz) para palma forrageira ‘Gigante’ cultivada no Semiárido baiano



Fonte: Donato et al. (2017; 2020)

Classe		pH (H ₂ O)	MOS (g/kg)	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca (cmol _c /dm ³)	Mg (cmol _c /dm ³)
Muito baixo		<5,3	<10,0	<10	<60,0	<1,6	<0,6
Baixo		5,3-5,6	10,0-13,0	10-22,0	60,0-100,0	1,6- 2,0	0,6-1,0
Médio (suficiente)		5,6-6,3	13,0-20,0	22,0-48,0	100-180	2,0-3,0	1,0-1,6
Bom (alto)		6,3-6,7	20,0-23,0	48,0-60,0	180-220	3,0-4,0	1,6-2,0
Muito bom (muito alto)		≥6,7	≥23,0	≥60,0	≥220	≥4,0	≥2,0
⁽¹⁾ Média		5,86	15,18	30,69	122,13	2,20	1,16
⁽¹⁾ Desvio padrão		0,38	4,47	17,98	52,79	0,51	0,44
⁽¹⁾ CV (%)		6,43	29,47	58,59	43,22	23,28	38,26
⁽²⁾ IC		5,4-6,6	9,1-23,1	0,0-71,3	55,1-223,0	1,5-3,1	0,5-2,0
^(A) NCRiz		6,0	13,8	21,7	101,4	2,2	1,0
Classes	H + Al (cmol _c /dm ³)	SB (cmol _c /dm ³)	t (cmol _c /dm ³)	T (cmol _c /dm ³)	V (%)	P-rem (mg/L)	CE (dS/m)
Muito baixo	<1,0	<2,5	<2,5	<4,1	<52,4	<39,8	<0,3
Baixo	1,0-1,4	2,5-3,3	2,5-3,3	4,1-4,9	52,4-61,1	39,8-41,7	0,3-0,4
Médio (suficiente)	1,4-2,0	3,3-4,8	3,3-4,8	4,9-6,6	61,1-78,5	41,7-45,6	0,4-0,7
Bom (alto)	2,0-2,3	4,8-5,6	4,8-5,6	6,6-7,4	78,5-87,2	45,6-47,6	0,7-0,8
Muito bom (muito alto)	≥2,3	≥5,6	≥5,6	≥7,4	≥87,2	≥47,6	≥0,8
⁽¹⁾ Média	1,73	3,73	3,73	5,46	67,14	43,61	0,46
⁽¹⁾ Desvio padrão	0,37	1,00	1,00	0,83	9,98	2,41	0,18
⁽¹⁾ CV (%)	21,35	26,85	26,85	15,26	14,87	5,52	38,89
⁽²⁾ IC	1,0-2,4	2,4-5,6	2,4-5,6	4,3-7,2	55,0-84,5	40,0-47,0	0,3-0,8
^(A) NCRiz	1,5	3,7	3,7	5,7	67,4	40,8	0,4

SUGESTÃO DE ADUBAÇÃO - PLANTIO

Recomendação de adubação fosfatada para implantação da palma forrageira 'Gigante' no Semiárido baiano, com base nos teores de fósforo disponível no solo e em medidas do fator de capacidade de P dos solos

Fonte: Donato et al. (2017; 2020)



⁽¹⁾ Medidas do Fator Capacidade de P do solo (FCP)		⁽²⁾ Teores de P no solo (mg/dm)	Quantidade de P ₂ O ₅ a aplicar no plantio (kg/ha/ano)
⁽¹⁾ P-rem (mg/L)	⁽¹⁾ Teor de argila (g/kg)		
< 38	≥ 350 (textura argilosa)	< 5	150
		≥ 5 e < 11	100
		≥ 11 e < 24	60
		≥ 24 e < 30	40
		≥ 30	0
⁽³⁾ ≥ 38 e < 50	≥ 150 e < 350 (textura média)	⁽⁴⁾ < 10	150
		≥ 10 e < 22	100
		≥ 22 e < 48	60
		≥ 48 e < 60	40
		≥ 60	0
⁽⁵⁾ ≥ 50	< 150 (textura arenosa)	⁽⁵⁾ < 20	150
		≥ 20 e < 44	100
		≥ 44 e < 60	60
		≥ 60 e < 120	40
		≥ 120	0



SUGESTÃO DE ADUBAÇÃO DE ADUBAÇÃO

IMPLANTAÇÃO E COBERTURA ANTES DO PRIMEIRO CORTE

Recomendação de adubação de implantação e primeiro ano para palma forrageira 'Gigante' no Semiárido baiano: nitrogênio e enxofre, com base no teor de matéria orgânica (MO) do solo; potássio, magnésio e cálcio, com base nos teores disponíveis no solo



Nitrogênio				
Teor de MO no solo (g/kg)				
< 10	≥ 10 e < 15	≥ 15 e < 20	≥ 20 e < 25	≥ 25
⁽¹⁾ kg/ha/ano de N – Implantação e primeiro ano				
300	200	150	75	0

Potássio				
⁽²⁾ Teor de K no solo (mg/dm ³)				
< 60	≥ 60 e < 100	≥ 100 e < 180	≥ 180 e < 220	≥ 220 ⁽³⁾
^(1, 4) kg/ha/ano de K ₂ O – Implantação e primeiro ano				
600 ⁽⁴⁾	450	300	150	75

Enxofre				
Teor de MO no solo (g/kg)				
< 10	≥ 10 e < 15	≥ 15 e < 20	≥ 20 e < 25	≥ 25
⁽¹⁾ kg/ha/ano de S – Implantação e primeiro ano				
40	30	20	10	0

⁽⁵⁾ Magnésio				
⁽²⁾ Teor de Mg no solo (cmol/dm ³)				
< 0,6	≥ 0,6 e < 1,0	≥ 1,0 e < 1,6	≥ 1,6 e < 2,0	≥ 2,0
⁽¹⁾ kg/ha/ano de MgO – Implantação				
200	150	100	50	0

⁽⁵⁾ Cálcio				
⁽²⁾ Teor de Ca no solo (cmol/dm ³)				
< 1,6	≥ 1,6 e < 2,0	≥ 2,0 e < 3,0	≥ 3,0 e < 4,0	≥ 4,0
⁽¹⁾ kg/ha/ano de CaO – Implantação				
400	300	150	75	0

Adubação orgânica (t/ha/ano) - Implantação e primeiro ano				
⁽⁶⁾ ≥ 30				

SUGESTÃO DE ADUBAÇÃO

ADUBAÇÃO DE MANUTENÇÃO APÓS CADA CORTE - MACRONUTRIENTES

Faixas de suficiência dos teores de nutrientes nos cladódios de palma forrageira ‘Gigante’ e sugestão de adubação de manutenção

Classe	N	P	K	Ca	Mg	S	(1)N	(2)P ₂ O ₅	(3)K ₂ O	(4)CaO	(4)MgO	S
	Teores nos cladódios (g/kg)						Adubação de manutenção (kg/ha/ano), conform- me teores nos cladódios					
Deficiente	<10,0	<0,6	<25,3	<18,3	<7,0	<0,7	300	120	600	400	200	40
Marginal	10,0-12,9	0,6-0,9	25,2-31,6	18,3-23,2	7,0-9,5	0,7-1,0	225	90	450	375	188	30
Suficiente	13,0-18,9	1,0-1,7	31,6-44,1	23,2-32,8	9,5-14,3	1,1-1,9	150	60	300	250	125	20
Bom (alta)	19,0-21,9	1,8-2,1	44,1-50,4	32,8-37,6	14,3-16,7	2,0-2,3	75	30	150	125	63	10
Muito bom (muito balta)	≥22,0	≥2,2	≥50,4	≥37,6	≥16,7	≥2,3	38	15	75	63	31	5



Fonte: Donato et al. (2017; 2020)

Foto: Sérgio Donato

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL

Valores de referência (macronutrientes) para avaliação do estado nutricional da palma forrageira 'Gigante' cultivada com adubação orgânica em condições semiárida estabelecidos com uso da técnica da faixa de suficiência (FS) e nível crítico pelo critério da distribuição normal reduzida (NCR_{Iz})

Classe	N	P	K	Ca	Mg	S
	Teores nos cladódios					
	(g/kg)					
Deficiente	<10,0	<0,6	<25,3	<18,3	<7,0	<0,7
Marginal	10,0-12,9	0,6-0,9	25,2-31,6	18,3-23,2	7,0-9,5	0,7-1,0
Suficiente	13,0-18,9	1,0-1,7	31,6-44,1	23,2-32,8	9,5-14,3	1,1-1,9
Bom (alta)	19,0-21,9	1,8-2,1	44,1-50,4	32,8-37,6	14,3-16,7	2,0-2,3
Muito bom (muito balta)	≥22,0	≥2,2	≥50,4	≥37,6	≥16,7	≥2,3
⁽⁵⁾ Média	14,87	1,41	36,00	29,11	12,03	1,4
⁽⁵⁾ Desvio padrão	2,78	0,71	7,92	0,47	6,09	2,82
⁽⁵⁾ CV (%)	18,73	50,13	21,99	32,09	20,92	23,44
⁽⁶⁾ IC	10,0-20,5	0,3-2,6	24,6-51,8	18,0-37,0	6,7-16,9	0,7-2,4
^(A) NCR _{Iz}	14,4	1,0	31,9	24,6	10,2	1,1



Foto: Paulo Donato

Fonte: Alves et al. (2019a); Donato et al. (2020)

AMOSTRAGEM DO TECIDO DO CLADÓDIO PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA PALMA FORAGEIRA



Fotos: Paulo Donato, Sérgio Donato

Cladódio quaternário (4ª ordem)

Cladódio terciário (3ª ordem)

Cladódio secundário (2ª ordem)

Cladódio primário (1ª ordem – conservado corte anterior)

Cladódio mãe



Posição menos indicada para amostragem

Posição de amostragem Terço médio; Posição mediana do cladódio;

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL

Valores de referência (macronutrientes) para avaliação do estado nutricional da palma forrageira 'Gigante' cultivada com adubação orgânica em condições semiárida estabelecidos com uso dos métodos DRIS e IBK

Nutriente	Método	Valores de Referência				
		Deficiente ¹	Baixo ¹		Normal	Alto
		g kg ⁻¹				
N	DRIS	< 14.6	14.6 - 15.1	15.1 - 16.1	16.1 - 16.7	≥ 16.7
	IBKW	< 6.1	6.1 - 12.4	12.4 - 18.9	18.9 - 25.2	≥ 25.2
P	DRIS	< 0.6	0.6 - 1.0	1.0 - 1.9	1.9 - 2.4	≥ 2.4
	IBKW	< 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 1.9	1.9 - 2.8	≥ 2.8
K	DRIS	< 37.3	37.3 - 37.6	37.6 - 38.2	38.2 - 38.47	≥ 38.5
	IBKW	< 14.0	14.0 - 29.8	29.8 - 46.0	46.0 - 61.8	≥ 61.8
S	DRIS	< 0.9	0.9 - 1.2	1.2 - 1.9	1.9 - 2.2	≥ 2.2
	IBKW	< 0.4	0.4 - 1.2	1.2 - 2.0	2.0 - 2.7	≥ 2.7
Ca	DRIS	< 27.4	27.4 - 27.7	27.7 - 28.3	28.3 - 28.6	≥ 28.6
	IBKW	< 11.1	11.1 - 22.3	22.3 - 33.8	33.8 - 45.00	≥ 45.0
Mg	DRIS	< 11.0	11.0 - 11.4	11.4 - 12.3	12.3 - 12.8	≥ 12.8
	IBKW	< 3.9	3.9 - 9.2	9.2 - 14.6	14.6 - 19.8	≥ 19.8

Fonte: Teixeira et al. (2021)

Ciência e Agrotecnologia
SCIENCE AND AGRICULTURE TECHNOLOGY

Agropecuária
ISSN 1981-1829

Ciência e Agrotecnologia, 45(4):0721, 2021
http://dx.doi.org/10.1590/1413-7054202145010721

Reference values for nutritional diagnosis of 'Gigante' cactus pear by DRIS and IBK methods

Valores de referência para diagnóstico nutricional de palma forrageira 'Gigante' pelos métodos DRIS e IBK

Marcelo Batista Teixeira^{1*}, Sérgio Luiz Rodrigues Donato², João Abel da Silva³, Paulo Emilio Rodrigues Donato⁴

¹Instituto Federal do Bahia/IFBA, Seabra, BA, Brasil
²Instituto Federal do Rio Grande do Sul/IFRR, Guanambi, BA, Brasil
³Corresponding author: marcolotba@gmail.com
Received in May 21, 2021 and approved in September 17, 2021

ABSTRACT
The equilibrium and nutritional balance of plants are known to be of utmost importance to evaluate their yield potential and to comprehend the dynamics of nutrients in the soil-plant system. Hence, the present study determined the reference values for evaluating the nutritional status of 'Gigante' cactus pear cultivated with organic fertilization in semi-arid conditions by Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) and Balanced Indexes of Kenworthy (BIK) methods. The cladodes nutrients contents and dry matter yield of 72 plots were employed. The database was classified into a high-yield and low-yield population, above and below 19.93 Mg ha⁻¹ cycle⁻¹, respectively. The low ranges of nutrient contents in cladodes were defined based on the standard deviation (ranges) of the DRIS indexes of the high-yield population. Furthermore, the fixed BIK values made it possible to ascertain the lower and the upper limit of the reference values of nutrient contents in the cladodes. The reference values for all nutrients determined by the DRIS and BIK methods varied from each other and those reported in the literature. These methods were efficient in identifying the limiting nutrients for 'Gigante' cactus pear, with differences in the hierarchical order of limitation, due to lack or excess, and nutrients not limiting to productivity.

Index terms: Opuntia; optimal range; nutrient dynamic.



Foto: Paulo Donato

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL

Valores de referência para avaliação do estado nutricional de palma forrageira ‘Gigante’ cultivada com adubação orgânica em condições semiáridas da Bahia estabelecidos com uso do método da Linha de Fronteira.

Valores de Referência

Nutriente	Deficiente ¹	Baixo ¹	Normal ¹	Alto	Excessivo
	(PMS < 70%)	(70% ≤ PMS < 90%)	(90% ≤ PMS < 90%)	(90% > PMS ≥ 70%)	(PMS > 70%)
			g kg ⁻¹		
N	< 8.3	8.3 - 11.2	11.2 - 19.0	19.0 - 21.9	≥ 21.9
P	< 0.6	0.6 - 1.0	1.0 - 2.1	2.1 - 2.5	≥ 2.5
K	< 20.3	20.3 - 26.7	26.7 - 44.2	44.2 - 50.6	≥ 50.6
S	< 0.5	0.5 - 0.9	0.9 - 2.1	2.1 - 2.5	≥ 2.5
Ca	< 18.3	18.3 - 22.1	22.1 - 32.6	32.6 - 36.4	≥ 36.4
Mg	< 7.6	7.6 - 9.1	9.1 - 13.0	13.0 - 14.5	≥ 14.5



Foto: Paulo Donato

Fonte: Teixeira (2019)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

**A RESILIÊNCIA E A SUSTENTABILIDADE DEPENDEM DA NOSSA CAPACIDADE DE
PRESERVAR A FONTE**



**INSTITUTO
FEDERAL**
Baiano
Campus
Guanambi



**INSTITUTO
FEDERAL**
Baiano
Campus
Guanambi



Pós-Graduação
**PRODUÇÃO VEGETAL
NO SEMIÁRIDO**

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico



Muito Obrigado!

EDITORA



COMERCIALIZAÇÃO



[Palma forrageira do plantio à colheita \(editoraufv.com.br\)](http://www.palmaforrageira.com.br)

- sergio.donato@ifbaiano.edu.br
- donatosergiocrf@gmail.com
- 55031(77)988313700



EDITORES



EPAMIG

AUTORES



<http://www.palmaforrageira.com.br>



EPAMIG



**FAEMG
SENAR**