

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

SISTEMAS DE CULTIVO PARA A PALMA FORRAGEIRA CV.
MIÚDA (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck)

TONI CARVALHO DE SOUZA

Engenheiro Agrônomo

RECIFE - PE

JANEIRO - 2015

SOUZA, T.C. Sistemas de cultivo para a palma forrageira...

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

SISTEMAS DE CULTIVO PARA A PALMA FORRAGEIRA CV.
MIÚDA (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck)

TONI CARVALHO DE SOUZA

RECIFE - PE
JANEIRO - 2015

SOUZA, T.C. Sistemas de cultivo para a palma forrageira...

TONI CARVALHO DE SOUZA

**SISTEMAS DE CULTIVO PARA A PALMA FORRAGEIRA CV.
MIÚDA (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck)**

Tese submetida como requisito para obtenção do grau de **Doutor em Zootecnia**, no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia subprograma da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Área de concentração: Forragicultura.

Comitê de Orientação:

Profa Mércia Virginia Ferreira dos Santos, Dra.

Prof. José Carlos Batista Dubeux Júnior, PhD.

Prof. Mário de Andrade Lira, PhD.

**RECIFE - PE
JANEIRO –2015**

Ficha catalográfica

S729s Souza, Toni Carvalho de
Sistemas de cultivo para a palma forrageira cv. Miúda
(*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) / Toni Carvalho de
Souza. – Recife, 2015.
119 f. : il.

Orientadora: Mércia Virginia Ferreira dos Santos.
Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco / Universidade
Federal da Paraíba / Universidade Federal do Ceará.
Departamento de Zootecnia da UFRPE, Recife, 2015.
Inclui referências e apêndice(s).

1. Cactácea 2. Espaçamento 3. Esterco bovino
4. Semiárido I. Santos, Mércia Virginia Ferreira dos,
Orientadora II. Título

CDD 636

SOUZA, T.C. Sistemas de cultivo para a palma forrageira...

SISTEMAS DE CULTIVO PARA A PALMA FORRAGEIRA CV. MIÚDA
(Nopalea cochenillifera Salm Dyck)

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 07 de Janeiro de 2015.

Orientadora: _____
Prof. Mércia Virginia Ferreira dos Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia

Comissão Examinadora:

Prof. Emídio Cantídio Almeida de Oliveira
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Agronomia

Prof. Márcio Vieira da Cunha
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia

Pesq. Maria da Conceição Silva
Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA

Prof. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Ciência Florestal

RECIFE - PE
JANEIRO – 2015

OFEREÇO

A Deus.

A minha família e a Élica Rios, pelo apoio, carinho e confiança, recebidos sempre.

DEDICO

À minha Mãe Joana Rita, por tudo que tem feito por seus filhos.

Ao meu pai Antônio Souza, pela confiança e atenção.

Aos meus irmãos, pela atenção e motivação.

Aos meus sobrinhos, pela alegria e carinho.

Aos demais familiares, pela confiança.

À Élica Rios, pela confiança, carinho e motivação.

Aos professores, pelos ensinamentos.

A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, e sim em ter novos olhos.

Marcel Proust

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, proteção e benção constantes em minha vida.

A minha família, pelo apoio e dedicação em todos os momentos.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade do estudo e particularmente a coordenação do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, pelo apoio em diferentes momentos desta jornada.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de Doutorado e do Programa de Doutorado Sanduíche.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, pelo apoio para realização do experimento, bem como aos funcionários, especialmente, Ivan Ferraz, José Ramos, Mirian, J. Leandro (Doca) e Dida.

A minha orientadora, Prof. Mércia Virginia Ferreira dos Santos, pela compreensão, incentivo, orientação e ensinamentos.

Aos meus co-orientadores, Prof. José Carlos Dubeux Júnior e Prof. Mário de Andrade Lira, pelo apoio, contribuições, incentivo e orientação.

Aos professores da equipe de Forragicultura-UFRPE, Prof. Alexandre C. L. de Mello e Prof. Márcio Vieira da Cunha, pelo apoio, incentivo e ensinamentos.

Aos colegas de Curso, pelo companheirismo e ajuda, especialmente, Nalígia, Carol Lira, Joelma, Talita, Osniel, Renan, Janerson, Marta Soares, Karina, Suelen, entre outros.

Ao Prof. Claudio Mistura, pelo incentivo e motivação.

A Felipe Martins Saraiva e Adeneide Candido, pela ajuda nos experimentos e amizade.

SOUZA, T.C. Sistemas de cultivo para a palma forrageira...

Aos Bolsistas de iniciação científica, Rodrigo Melo e João Leão, pela ajuda nas atividades dos experimentos.

A Élica Rios, pelo carinho, companheirismo, motivação e por sua presença constante em minha vida.

A Cleber Tiago, Marcondes Silva, Jessica Rodrigues, Antônio Renê, Adílio Rodrigues, Ricardo Silva e Matheus Silva, pela amizade.

A Banca Examinadora, pelas contribuições na melhoria do trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho e desta conquista.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	1
ABSTRACT	3
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	5
CAPÍTULO I	7
1. REFERENCIAL TÉORICO.....	8
1.1. Utilização da palma forrageira no Nordeste do Brasil	8
1.2. Adubação orgânica	9
1.3. Adubação mineral.....	10
1.5. Densidades de plantio.....	12
1.6. Frequência de colheita e intensidade de corte	13
2. REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO II.....	18
Produtividade e composição mineral da palma Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck) adubada com matéria orgânica e nitrogênio em duas frequências de colheita....	19
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
2.1. Área do estudo e condições de crescimento	22
2.2. Fatores testados	24
2.3. Variáveis mensuradas	26
2.4. Análise estatística	28
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
3.1. Características químicas do solo.....	28
3.2. Produtividade.....	30
3.3. Número de cladódios por planta.....	31
3.4. Índice de área de cladódios (IAC)	33
3.5. Altura de plantas.....	36
3.6. Número de plantas mortas por parcela	38
3.7. Teor de nitrogênio	40
3.8. Teor de fósforo	41
3.9. Teor de potássio.....	42
3.10. Teor de sódio	44
4. CONCLUSÕES	45
5. REFERÊNCIAS	46

CAPÍTULO III	50
Produtividade e composição mineral da palma forrageira cv. Miúda em diferentes densidades de plantio, frequências e intensidades de corte	51
1. INTRODUÇÃO.....	53
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	54
2.1. Área do estudo e condições de crescimento	54
2.2. Fatores testados	56
2.3. Variáveis mensuradas	59
2.4. Análise estatística	61
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
3.1. Características do solo.....	61
3.2. Produtividade.....	63
3.3. Número de cladódios por planta.....	64
3.4. Índice de área de cladódios (IAC)	65
3.5. Altura de plantas.....	66
3.6. Largura de plantas	68
3.7. Teor de nitrogênio	70
3.8. Teor de fósforo	72
3.9. Teor de potássio.....	73
4. CONCLUSÕES	75
5. REFERÊNCIAS	76
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
APÊNDICE	79

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Médias (erro padrão) das características químicas do solo da área experimental antes da aplicação dos tratamentos 24

Tabela 2. Médias (erro padrão) das características químicas do solo da área experimental após o cultivo da palma forrageira..... 30

CAPÍTULO III

Tabela 1. Médias (erro padrão) das características químicas do solo da área experimental antes da aplicação dos tratamentos 57

Tabela 2. Médias (erro padrão) das características químicas do solo após dois anos de cultivo da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conformedensidades de plantas. 63

Tabela 3. Largura da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme a frequência de colheita e intensidade de corte 71

Tabela 4. Teor de P na palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme a frequência de colheita e intensidade de corte 73

Tabela 5. Teor de K na palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme frequência de colheita e intensidade de corte 75

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1. Precipitação pluvial (mm) em Caruaru, Agreste de Pernambuco, durante o período experimental	23
Figura 2. Croqui da área experimental no Instituto Agrônomo de Pernambuco, Estação Experimental de Caruaru.....	25
Figura 3. Produtividade da palma forrageira cv. Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), conforme os níveis de adubação orgânica	32
Figura 4. Número de cladódios por planta da palma forrageira cv. Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), conforme níveis de adubação orgânica e frequências de colheita	33
Figura 5. Índice de área de cladódios da palma forrageira cv. Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), conforme níveis de adubação orgânica	34
Figura 6. Índice de área de cladódios da palma forrageira cv. Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), conforme a frequência de colheita	36
Figura 7. Altura de plantas da palma forrageira cv. Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), conforme níveis de adubação orgânica	38
Figura 8. Altura de plantas da palma forrageira cv. Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), conformefrequência de colheita	39
Figura 9. Número de plantas mortas de palma forrageira cv. Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), conforme os níveis matéria orgânica.....	40
Figura 10. Teor de N em cladódios de palma forrageira cv. Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), conforme os níveis de adubação orgânica.....	42
Figura 11. Teor de P em cladódios de palma forrageira cv. Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), conforme os níveis de adubação orgânica.....	42

Figura 12. Teor de potássio em cladódios de palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme níveis de matéria orgânica e frequência de colheita.....39

CAPÍTULO III

Figura 1. Precipitação pluvial (mm) em Caruaru, Agreste de Pernambuco, durante o período experimental 56

Figura 2. Croqui da área experimental no Instituto Agronômico de Pernambuco, Estação Experimental de Caruaru..... 58

Figura 3. Produtividade da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme densidades de plantas, frequência de colheita e intensidade de corte. 65

Figura 4. Número de cladódios por planta da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme densidades de plantas, frequências de colheita e intensidade de corte. 66

Figura 5. Índice de área de cladódios da palma forrageira cv. Miúda, conforme a densidades de plantas e frequências de colheitas 67

Figura 6. Altura de plantas da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme a densidades de plantas 68

Figura 7. Altura de plantas da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme a intensidade de corte 69

Figura 8. Largura de planta da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme densidades de plantas 70

Figura 9. Teor de nitrogênio na palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme frequência de colheita.....72

Figura 10. Teor de potássio na palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme densidades de plantas e frequência de colheita.....75

RESUMO GERAL

A palma forrageira (*Nopalea* e *Opuntia*) é uma cactácea bem adaptada às condições adversas de regiões áridas e semiáridas. No entanto, a produtividade, o teor de minerais e as características morfogênicas são afetadas pelo manejo de colheita, densidade de plantas e níveis de adubação orgânica e mineral, dentre outros fatores. Assim, o estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes sistemas de manejo na produtividade, características morfológicas e composição mineral da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) cv. Miúda. Foram realizados dois experimentos na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco IPA, em Caruaru – PE, no período de junho de 2011 a junho de 2013. No experimento 1, avaliou-se níveis de adubação orgânica (0, 10, 20 e 30 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹), níveis de nitrogênio (0, 120, 240 e 360 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) e frequências de colheita (anual e bienal), em delineamento casualizado em blocos, com arranjo de parcelas subdivididas, com 4 blocos. No experimento 2, avaliou-se densidades de plantas (10.417; 20.833; 41.666 e 83.333 plantas ha⁻¹), frequências de colheita (anual e bienal) e intensidades de corte (preservação dos cladódios primários e secundários durante a colheita). O delineamento experimental utilizado foi o casualizado em blocos, com 4 repetições e arranjo de parcelas subdivididas, onde a parcela foi formada pelas diferentes densidades de plantio e as subparcelas formadas pelo arranjo fatorial entre frequências de colheita e intensidades de corte. As variáveis avaliadas foram produtividade, número de cladódios por planta, índice de área de cladódios (IAC), altura de plantas (cm), número de plantas mortas, teores de N, P, K e Na (g kg⁻¹) e características químicas do solo ao final do experimento. A produtividade e os teores de N, P e K aumentaram à medida que se

elevou o nível de adubação orgânica. O número de cladódios por planta, índice de área de cladódios e altura da planta aumentaram de forma quadrática em resposta aos níveis de adubação. O número de plantas mortas reduziu de forma quadrática com o aumento no nível de adubação orgânica. O IAC e a altura de plantas foram superiores nas plantas com colheita bienal. Não houve efeito da adubação nitrogenada para as variáveis avaliadas na palma forrageira cv. Miúda. A elevação na densidade de plantas causou redução quadrática na altura e largura de plantas e no número de cladódios das plantas com colheita anual e preservação dos cladódios primários e nas duas intensidades de corte da colheita bienal. Com a colheita anual e preservação dos cladódios primários, o aumento na densidade de plantas causou redução linear no número de cladódios. O teor de N foi maior nas plantas com colheita anual, o teor de P foi maior com a colheita anual e preservação dos cladódios primários, em relação a colheita anual e preservação dos cladódios secundários. O aumento na densidade de plantas causou redução quadrática no teor de K das plantas com colheita anual e redução linear no teor de K das plantas com colheita bienal.

Palavras-chave: cactácea, espaçamento, esterco bovino, Semiárido

ABSTRACT

The Spineless cactus (*Opuntia and Nopalea*) is one plant well adapted to the harsh conditions of arid and semiarid zones. However, productivity, mineral content and morphogenesis are affected by the management of crop plant density and levels of organic and mineral fertilizer, among other factors. Thus the study was to evaluate the effect of different management systems on productivity, morphological characteristics and mineral composition of the forage cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) cv. Miúda. Two experiments were conducted at the Experimental Agronomic Institute of Pernambuco IPA Station in Caruaru - PE, from June 2011 to June 2013. In experiment 1 we evaluated levels of organic fertilization (0, 10, 20 and 30 t MO ha⁻¹ yr⁻¹), nitrogen levels (0, 120, 240 and 360 kg N ha⁻¹ yr⁻¹) and harvest frequency (one year and two year), in randomized block design with plots arrangement split split, with four blocks. In experiment 2 plant densities were evaluated (10.417; 20.833; 41.666 and 83.333 plants ha⁻¹), harvest frequencies (one year and two year) and cut intensities (preservation of primary and secondary cladodes during harvest). The experimental design was a randomized block with four blocks and a split plot arrangement, where the plot was formed by the different densities of planting / spacing and the split formed by the factorial arrangement between harvest frequencies and cut intensities. The variables were productivity, cladodes number per plant, cladodes area index (CAI), plant height (cm), dead number per plants, N, P, K and Na (g kg⁻¹) and chemical characteristics of the soil at the end of the experiment. Productivity and the N, P and K increased as increased the level of organic fertilization. The number of cladodes per plant, cladodes area index (CAI) and plant height increased quadratically in response to fertilization levels. The number of dead plants reduced quadratically with the increase in the level of

organic fertilization. The IAC and plant height were higher in plants with biennial harvest. No effect of nitrogen fertilization for the variables evaluated in spineless cactus cv. Miúda. The increase in plant density caused quadratic reduction in height and width of plants and cladodes number of plants with annual harvest and preservation of primary cladodes and the two cut intensities of the biennial harvest. With the annual harvest and preservation of primary cladodes increased plant density caused linear reduction. The N content was higher in plants with annual harvest the P content was higher with the annual harvest and preservation of primary cladodes for annual harvest and preservation of the side cladodes. The increase in plant density caused quadratic reduction in K content of plants with annual harvest and linear decrease in K content of plants biennial harvest.

Key words: cactus, cattle manure, semiarid, spacing

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para se desenvolver em ambientes áridos e semiáridos, as plantas que apresentam metabolismo MAC (metabolismo ácido das crassuláceas) abrem seus estômatos para a captação do CO₂ atmosférico durante o período da noite, quando a temperatura é mais amena e a umidade relativa do ar é superior em relação ao dia, reduzindo assim a perda de água para o ambiente.

O metabolismo fotossintético do tipo MAC ocorre em muitas plantas suculentas, como cactáceas, crassuláceas e bromeliáceas (Solbrig e Orians, 1977). Nas cactáceas, este metabolismo está, geralmente, associado a adaptações anatômicas, morfológicas e fisiológicas tais como cutículas espessas e cerosas, baixa razão superfície/volume, vacúolos grandes, estômatos de tamanho reduzido e com menor frequência de abertura e cladódios suculentos (com aproximadamente, 90% de umidade), o que permite a estocagem de água necessária para tolerar longos períodos de seca (Nobel, 1995; Smith et al., 1997). No entanto, é preciso a utilização de práticas de manejo que favoreçam o desenvolvimento da cultura.

Em cultivos de palma forrageira, geralmente a forragem produzida é colhida e ofertada aos animais fora da área de cultivo, o que elimina a contribuição de fezes e urina na reposição de nutrientes ao sistema de produção. Outra característica dos cultivos de palma forrageira é que ocorre uma reduzida deposição de serapilheira via senescência de folhas, uma vez que a folha é uma estrutura efêmera e pequena com poucos dias de duração. Assim, para manter adequados níveis de nutrientes no solo é preciso um adequado sistema de adubação para repor os nutrientes extraídos do solo pela colheita da forragem produzida pela palma forrageira. De acordo com as

estimativas feitas por Dubeux Júnior e Santos (2005), para cada tonelada de matéria seca produzida a palma forrageira extrai do solo 9,0 kg de nitrogênio; 1,6 kg de fósforo; 25,8 kg de potássio e 23,5 kg de cálcio.

Práticas de manejo como densidade de plantas, frequência de colheita e intensidade de corte também devem ser consideradas, pois afetam a eficiência na captação de luz e conseqüentemente, a produtividade da palma forrageira (Nobel, 1995). Assim, objetivou-se avaliar o efeito da adubação orgânica e mineral, frequência de colheita e intensidade de corte na produtividade, características morfológicas e composição mineral da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), no Agreste de Pernambuco.

CAPÍTULO I

Sistemas de cultivo para a palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck)

1. REFERENCIAL TÉORICO

1.1. Utilização da palma forrageira no Nordeste do Brasil

As principais características das regiões semiáridas são os prolongados períodos de seca e irregularidades nas precipitações, causando forte sazonalidade na produção de forragens, perdas de animais e prejuízos aos produtores rurais da região, que tem como principal atividade a pecuária, em virtude da maior vulnerabilidade dos cultivos agrícolas à seca (Antonino et al., 2000; Dubeux Júnior et al., 2006). No entanto, o cultivo de plantas forrageiras adaptadas às condições adversas do semiárido pode ser uma alternativa sustentável para reduzir os efeitos deletérios da baixa oferta de forragem nos períodos secos sobre a produção animal local.

A palma forrageira pertence à família das cactáceas, originada da América tropical e subtropical, e, apresenta elevado potencial de utilização, podendo ser cultivada em todas as regiões áridas e semiáridas do mundo, desde abaixo do nível do mar como nos desertos da Califórnia, até 4.700 m nas montanhas do Peru (Nobel, 1995).

Esta cactácea apresenta maior estabilidade produtiva ao longo do tempo, quando comparada com outras forrageiras (Menezes et al., 2005) e pode permanecer no campo até o momento de ser oferecida aos animais, sem necessidade de aplicação de processos de conservação. Por conter aproximadamente 90% de umidade nos cladódios, a alimentação dos rebanhos com palma forrageira contribui para atender parte das exigências de água dos animais (Le Houérou, 1996; Ben Salem et al., 2002; Atti et al.,

2006). Bem Salem et al. (1996) observaram que o consumo de água por ovinos foi nulo quando o nível de palma forrageira da dieta ultrapassou 300g de MS por dia.

1.2. Adubação orgânica

A adição de matéria orgânica ao solo contribui para a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, favorecendo a formação de agregados, retenção de água e nutrientes e redução das perdas por erosão, além de aumentar o sequestro de carbono pela decomposição lenta (Matos et al., 2008).

Além disso, nas propriedades dedicadas a produção animal o esterco de animais (caprinos, ovinos, suínos, bovinos, etc.) pode ser utilizado como uma fonte de matéria orgânica, de boa qualidade, principalmente pela proximidade com a área de cultivo da palma forrageira (Nascimento et al., 2003; Sampaio et al., 2005).

Com relação à resposta da palma forrageira a adubação orgânica, Santos et al. (2008) avaliaram a palma forrageira cv. IPA-20 adubada com diferentes níveis de matéria orgânica, utilizando esterco bovino, em duas regiões de Pernambuco (Arcoverde e Caruaru) e observaram que após dois anos do plantio, a produtividade da palma forrageira cv. IPA-20 (*Opuntia fícus-indica* Mill.) aumentou de forma linear com a elevação do nível de adubação orgânica. Os valores aumentaram de 15,6 e 14,31 para 42,15 e 29,678 t ha⁻¹ dois anos⁻¹ de matéria seca, na testemunha e com 80 t de esterco bovino ha⁻¹ dois anos⁻¹, em Arcoverde e Caruaru, respectivamente. Donato et al. (2014) avaliaram efeito de doses de esterco bovino (0; 30; 60 e 90 t de esterco bovino ha⁻¹ ano⁻¹) na palma forrageira cv. Gigante (*Opuntia fícus-indica* Mill) em espaçamentos de plantio de 1,0 x 0,5 m; 2,0 x 0,25 m e 3,0 x 1,0 x 0,25 m e colheita aos 600 dias após o

plântio e observaram que o número de cladódios por planta aumentou de forma linear em resposta à adição de esterco bovino em todos os espaçamentos testados.

Apesar do incremento da adubação orgânica sobre a produtividade da palma forrageira nas condições do Nordeste brasileiro e da disponibilidade de esterco nas propriedades, poucos produtores utilizam adubação em seus palmais. Almeida (2011) realizou uma pesquisa em 130 municípios do Semiárido baiano e observou que 59% dos produtores rurais adubavam seus palmais com matéria orgânica e 5% utilizavam adubação orgânica associada com adubação química. Segundo estudo realizado por Leite et al. (2014), 34,2% dos produtores de palma forrageira do Cariri paraibano adicionam matéria orgânica em seus plantios de palma forrageira, enquanto apenas 0,5% utilizam adubação mineral e não foi observada a associação de adubação orgânica e mineral. Em Pernambuco, Chagas (1992) relatou que em Serra Talhada, Semiárido de Pernambuco, 46,0% dos produtores rurais utilizavam esterco em seus cultivos de palma forrageira ou capim.

1.3. Adubação mineral

As plantas sintetizam todos os seus componentes a partir de substâncias inorgânicas básicas e luz solar, assim, é importante devolver os nutrientes retirados do solo por meio da adição de fertilizantes (Taiz e Zeiger, 2009), principalmente para os elementos mais extraídos pela palma forrageira que são N, P, K e Ca (Nobel, 1995). A fertilização com estes nutrientes, geralmente promove efeitos positivos no desenvolvimento da palma forrageira, especialmente em cultivos adensados onde a demanda por nutrientes aumenta (Dubeux Júnior et al., 2006; Mimouni et al., 2013).

Dubeux Júnior et al. (2006) avaliaram a palma Gigante com duas densidades de plantio (5.000 e 40.000 plantas ha⁻¹) adubada com cinco níveis de nitrogênio (0, 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N) e duas doses de fósforo (0 e 33 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P) e observaram que com a menor densidade de plantas, não houve resposta ao N no tratamento sem P e o número de cladódios por planta reduziu de forma linear em resposta aos níveis de N no tratamento com 33 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P. No entanto, com a maior densidade houve resposta quadrática aos níveis de N no tratamento sem P e resposta linear crescente aos níveis de N com 33 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P.

Diversos trabalhos evidenciam a resposta da palma forrageira a adubação mineral. Nobel (1987) avaliou o efeito da adubação nitrogenada e fosfatada sobre o número de cladódios por planta e observou que com adubação de 160 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de P, houve 47,7 cladódios por planta, enquanto, na testemunha (sem adubação) o número de cladódios por planta foi de apenas 27,3 cladódios. Cunha et al. (2012) avaliaram o efeito de 0, 100, 200 e 300 kg de nitrogênio ha⁻¹ sobre o desenvolvimento da palma Miúda (40.000 plantas ha⁻¹) e observaram que houve aumento linear no número de cladódios. Santos et al. (2006) avaliaram o efeito da adubação com N e P em duas densidades de plantio em clone IPA 20, e concluíram que a adubação com nitrogênio e fósforo aumentou a produtividade. Santos et al. (2011) avaliaram genótipos de palma forrageira adubada com 500 kg da formulação 20-10-20 de NPK, no município de Serra Talhada (Sertão do Pajeú) e observaram que a produtividade da Orelha de elefante Mexicana foi superior a 100 t de MS ha⁻¹ dois anos⁻¹, o que revela o elevado potencial de ganhos com a cultura, quando manejada adequadamente.

A recomendação de adubação para a palma forrageira no Estado de Pernambuco é de 25 m³ t ha⁻¹ colheita⁻¹ de estrume bovino (IPA, 2008). No entanto, a exportação de nutrientes de uma área de palma de elevada produtividade supera a adição de nutrientes adicionados via adubação orgânica, ou muitas vezes o produtor não tem disponibilidade de matéria orgânica em quantidade suficiente na propriedade ou a mão-de-obra é limitante para aplicar a quantidade recomendada, o que justifica a adubação mineral. Outro benefício da associação de adubação orgânica com mineral consiste em reduzir a ocorrência de *Fusarium sp.*, que é favorecida em quando elevadas doses de matéria orgânica são adicionadas ao solo (Santos et al., 2008).

1.5. Densidades de plantio

A maioria dos produtores, especialmente os de agricultura familiar, utiliza baixas densidades de plantas, geralmente para consorciar com culturas anuais como milho e feijão, o que resulta em baixa produtividade ou da utilização da palma forrageira apenas como cultura emergencial, para o período mais crítico do ano.

De acordo com Almeida (2011), 95% dos produtores de palma forrageira cultivam seus palmais em espaçamentos de 3,0 x 2,0; 2,0 x 2,0; 2,0 x 1,0 e 1,0 x 1,0 m. Menezes et al. (2005) apresentaram os resultados de palma forrageira em palmais de 50 propriedades, distribuídas em 11 municípios de Pernambuco e da Paraíba, contendo palmais de 0,5 ha cultivados com clone IPA 20 em Pernambuco e Gigante na Paraíba. A densidade de plantio utilizada variou entre 6.300 e 36.300 plantas ha⁻¹ e a produtividade média obtida aos 3,3 anos após o plantio variou entre 1,8 e 15,2 t de MS ha⁻¹ ano⁻¹.

Em plantios com baixa densidade de plantas a baixa produtividade pode ser justificada pela perda de parte da energia luminosa incidente (solo descoberto), resultando em baixa eficiência na conversão desta energia em produção de biomassa por área. (Santos et al., 2006). Entretanto, quando se eleva o índice de área de cladódios (IAC), até o ponto ótimo de crescimento, ocorre uma maior interceptação da energia luminosa, refletindo na produtividade (Nobel, 1995).

Santos et al. (2006) verificaram que com o cultivo adensado a produção de matéria seca aumentou em torno de 80%, em relação ao cultivo mais largo. Dubeux Júnior et al. (2006) avaliaram a palma forrageira em espaçamentos de 2,0 x 1,0 e 1,0 x 0,25 m, em 4 locais de Pernambuco e observaram que na maior densidade de plantas a produtividade foi 51,68% superior, em comparação a obtida no plantio com menor densidade de plantas. Na menor densidade a produtividade média foi de 11,5 t de MS ha⁻¹, enquanto, com a maior densidade de plantas a produtividade foi de 23,8 t de MS ha⁻¹.

1.6. Frequência de colheita e intensidade de corte

A palma forrageira apresenta um crescimento inicial lento, resultado da baixa área fotossintética. Assim, colheitas realizadas com menor frequência permitem a manutenção da produtividade (Farias et al., 2005). No entanto, a frequência de colheita vai depender da densidade de plantas, uma vez que em condições adequadas de adubação, os palmais com maior densidade de plantas atingirão IAC ótimo mais rapidamente, o que requer colheitas mais frequentes, visando reduzir os efeitos negativos do sombreamento (Inglese, 1995).

De acordo com um levantamento realizado por Almeida (2011), 47% dos produtores rurais realizam a colheita da palma forrageira em intervalos de 2 anos, 24% fazem a colheita anual e apenas 15% dos produtores fazem a colheita da palma forrageira quando há a necessidade, ou seja, dependente do período de estiagem e da escassez de forragem para os rebanhos (Santos et al., 2011). Dos demais produtores 8% dos produtores colhem a palma aos três anos após o plantio, 2% colhem entre um e dois anos e 4% quando o palmal está entre dois e três anos. Farias et al. (2000) avaliaram frequências de colheita (2 e 4 anos) e intensidades de corte (preservando cladódios primários e secundários) e obtiveram maior produtividade nas plantas com colheita a cada 4 anos e preservação dos cladódios primários, entretanto, quando houve a preservação dos cladódios secundários, não houve efeito da frequência de colheita. Assim, em colheitas mais frequentes que as usuais, o corte deve ser feito com menor intensidade, o que permite ao palmal um maior índice de área de cladódios remanescente para continuar realizando fotossíntese, acumulando reservas e emitindo novos cladódios.

2. REFERÊNCIAS

- Almeida, J. 2011. A palma forrageira na região semiárida do Estado da Bahia: diagnóstico, crescimento e produtividade. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 95p.
- Antonino, A.C.D., Everardo V. S. B. Sampaio, E.V.S.B., Dall’Olio, A., Salcedo, I.H. 2000. Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no Semiárido do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 4 (1), 29 – 34.
- Atti, N., MahouachI, M., Rouissi, H. 2006. The effect of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) supplementation on growth, carcass, meat quality and fatty acid composition of male goat kids. *Meat Science* 73, 229–235.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Abdouli, H., Ørskov, E.R. 1996. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. *Animal Science* 62, 293-299.
- Ben Salem, H.A., Nefzaoui, B.S.L. 2002. Supplementing spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) based diets with urea treated straw or oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L). Effects on intake, digestion and sheep growth. *Journal of Agricultural Science* 138, 85–92.
- Chagas, A.J.C. 1992. Adoção de tecnologia na pecuária pernambucana. In: Anais do IV Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes, SNAR /UFRPE, Recife, PE, Brasil. pp. 108 – 116.
- Cunha, D.N.F.V., Gomes, E.S., Martuscello, J.A. 2012. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 13 (4), 1156-1165.
- Dubeux Júnior, J.C.B., Santos, M.V.F. 2005. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: Menezes, R.S.C., Simões, D.A., Sampaio, E.V.S.B. A palma no Nordeste do Brasil - conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 105-128.
- Dubeux Júnior, J.C.B., Santos, M.V.F., Lira, M.A., Santos, D.C., Farias, I., Lima, L.E., Ferreira, R.L.C. 2006. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. *Journal of Arid Environments* 67, 357-372.
- Farias, I., Lira, M.A., Santos, D.C., Tavares Filho, J.J., Santos, M.V.F., Fernandes, A.P.M., Santos, V.F. 2000. Manejo de colheita e espaçamento da palma-forrageira,

em consórcio com sorgo granífero, no agreste de Pernambuco. Pesquisa Agropecuária Brasileira 35 (2), 341-347.

Farias, I., Santos, D.C., Dubeux Jr, J.C.B. 2005. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: Menezes, R.S.C., Simões, D.A., Sampaio, E.V.S.B. A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 81-103.

Inglese, P. 1995. Orchard planting and management. In: Barbera, G., Inglese, P., Pimienta-Barrios, E., (eds.) Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO Rome, pp. 78-91.

Le Houérou, H.N. 1996. The role of cacti (*Opuntia* spp.) in erosion control, and reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean Basin. Journal of Arid Environments 33, 135–159.

Leite, M.L.M.V., Silva, D.S., Andrade, A.P., Pereira, W.E., Ramos, J.P.F. 2014. Caracterização da produção de palma forrageira no Cariri paraibano. Revista Caatinga 27 (2), 192-200.

Matos, E.S., Mendonça, E.S., Leite, L.F.C., Galvão, J.C.C. 2008. Estabilidade de agregados e distribuição de carbono e nutrientes em Argissolo sob adubação orgânica e mineral. Pesquisa Agropecuária Brasileira 43(9), 1221-1230.

Menezes, R.S.C., Sampaio, E.V.S.B., Salcedo, I.H., Souza, F. J. 2005. Produtividade da palma em propriedades rurais. Menezes, R.S.C., Simões, D.A., Sampaio, E.V.S.B., A palma no Nordeste do Brasil – Conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 129 - 142.

Mimouni, A., Ait Lhaj, A., Ghazi, M. 2013. Mineral nutrition effect on cactus (*Opuntia ficus-indica* spp.) growth and development. Acta Horticulturae 995, 213-220.

Nascimento, J.T., Silva, I.F., Santiago, R.D., Silva Neto, L.F. 2003. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 7 (3), 457-462.

Nobel, P.S. 1995. Environmental biology In: Barbera, G; Inglese, P.; Pimienta-Barrios. Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO, Rome, pp. 36-48.

Nobel, P.S., Russel, C.E., Felker, P.; Medina, J.G., Acunã, E., 1987. Nutrient relations and productivity of prickly pear cacti. Agronomy Journal 79 (13), 550-55.

Sampaio, E.V.S.B. 2005. Fisiologia da palma. In: Menezes, R.S.C., Simões, D.A., Sampaio, E.V.S.B. (eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 43-56.

- Santos, D.C., Lira, M.A., Silva, M.C., Cunha, M.V., Dubeux Júnior, J.C.B., Ferraz, I., Vaz, A.A. 2008. Produtividade da palma forrageira cv. Clone IPA-20 sob diferentes níveis de adubação orgânica e populações em duas regiões de Pernambuco. In: Anais do V Congresso Nordestino de Produção Animal, SNPA, Aracajú, SE, Brasil, CD – Rom.
- Santos, M.V.F., Cunha, M.V., Lira, M.A., Dubeux Júnior, J.C.B., Freire, J.L., Pinto, M.S.C., Santos, D.C., Souza, T.C., Silva, M.C. 2011. Manejo da palma forrageira. In: Congresso brasileiro de palma e outras cactáceas. Garanhuns, PE.
- Santos, M.V.F., Dubeux, Júnior, J.C.B., Melo, J.N., Santos, D.C., Farias, I., Lira, M.A. 2006. Fertilization and plant population density effects on the productivity of *Opuntia ficus-indica* in Northeast Brazil. *Acta Horticulturae* 728, 189-192.
- Smith, S.D., Monson, R.K., Anderson, J.E. 1997. *Physiological ecology of North American desert plants*. Springer, Heidelberg, 286p.
- Solbrig, O.T., Orians, G.H. 1977. Adaptive Characteristics of desert plants: A cost/benefit analysis of photosynthesis leads to predictions about the types and distributions of desert plants. *American Scientist* 65 (4), 412-421.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2009. *Fisiologia vegetal*. Artmed, Porto Alegre, 848p.

CAPÍTULO II

Produtividade e composição mineral da palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) adubada com matéria orgânica e nitrogênio em duas frequências de colheita

Produtividade e composição mineral da palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) adubada com matéria orgânica e nitrogênio em duas frequências de colheita

Resumo

A palma forrageira é um importante recurso alimentar para os rebanhos do Nordeste brasileiro, tanto pela sua resistência à seca, quanto pelo elevado potencial produtivo. No entanto, é preciso a utilização de adequadas práticas de manejo como de adubação e frequência de colheita. O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em Caruaru-PE com o objetivo de avaliar o efeito da adubação orgânica, nitrogenada e frequência de colheita sobre a produtividade e composição mineral da palma forrageira cv. Miúda no Agreste de Pernambuco. Os fatores testados foram níveis de matéria orgânica (0, 10, 20 e 30 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹), níveis de nitrogênio (0, 120, 240 e 360 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹) e frequência de colheita (anual e bienal). O delineamento experimental utilizado foi o casualizado em blocos, com arranjo de parcelas subdivididas e quatro repetições. As variáveis avaliadas foram produtividade, número de cladódios por planta, índice de área de cladódios (IAC), altura de plantas, mortalidade de plantas e teores de N, P, K e Na (g kg⁻¹). Não houve efeito da adubação nitrogenada sobre a produtividade e o acúmulo de nutrientes da planta. A produtividade e os teores de N, P e K aumentaram à medida que se elevou o nível de adubação orgânica. O número de cladódios por planta, índice de área de cladódios e altura da planta aumentaram de forma quadrática em resposta aos níveis de adubação orgânica e o número de plantas mortas reduziu de forma quadrática com o aumento no nível de adubação orgânica. O IAC e a altura de plantas foram

superiores nas plantas com colheita bienal. A adição de esterco bovino aumentou a produtividade e o acúmulo de nutrientes. Com colheita bienal, a produtividade da palma foi superior e o teor de nutrientes na forragem produzida inferior em relação aos valores observados nas plantas com colheita anual.

Palavras-chave: cactácea, esterco bovino, Semiárido

1. INTRODUÇÃO

A palma (*Opuntia* e *Nopalea*) é um recurso forrageiro que contribui para a sustentabilidade da pecuária no Nordeste do Brasil devido ao seu elevado potencial produtivo e a sua menor vulnerabilidade às irregularidades das precipitações ocorridas nesta região e que causa forte sazonalidade na produção forrageira, provocando diversos prejuízos a produção animal. O sucesso na utilização desta cactácea na região se deve, especialmente, ao seu metabolismo fotossintético do tipo MAC (metabolismo ácido das crassuláceas) que permite elevada eficiência no uso da chuva e armazenamento de água nos cladódios, lhe conferindo alta resistência aos períodos de seca. Outra importante característica da palma forrageira é que a forragem produzida apresenta elevada digestibilidade, altos níveis de carboidratos solúveis e elevado consumo pelos animais (Wanderley et al., 2002).

Estima-se que a área cultivada com palma forrageira no Nordeste do Brasil seja de aproximadamente 500.000 ha, com predominância das espécies *Opuntia ficus-indica* Mill, com utilização das cultivares Gigante e Redonda, e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, com utilização da cultivar Miúda (Lira et al., 2005). No entanto, a produtividade

obtida geralmente é baixa por falta do uso de tecnologias como cultivo intensivo, adubação e frequência adequada de colheita.

A adubação orgânica contribui para a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, como maior retenção de água, agregação do solo, maior aporte de nutrientes e aumento da atividade dos microrganismos, bem como, para o maior desenvolvimento das plantas, com liberação lenta e gradativa de nutrientes que podem ser absorvidos com maior eficiência. Porém, dependendo da qualidade do adubo orgânico utilizado, pode ocorrer imobilização temporária de N, reduzindo o processo de mineralização, que causa deficiência de nutrientes às plantas e reduz a taxa de crescimento das plantas. Por isso, recomenda-se a adubação orgânica associada com adubação nitrogenada, que reduz a relação carbono/nitrogênio e favorece a taxa de mineralização da matéria orgânica e liberação de nutrientes às plantas (Dubeux Júnior e Santos, 2005).

Outra prática de manejo que tem efeito importante na produtividade da palma forrageira é a frequência de colheita. A adequada frequência de colheita permite maior produtividade, acúmulo de carboidratos de reservas e sustentabilidade do sistema de produção. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da adubação orgânica e mineral e frequência de colheita nos caracteres produtivos, índices biométricos de crescimento e composição mineral da palma forrageira cv. Miúda, no Agreste de Pernambuco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área do estudo e condições de crescimento

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) no município de Caruaru, localizado na Região Agreste de Pernambuco, Nordeste do Brasil, no período de junho/2011 a maio/2013. As coordenadas geográficas do local experimental são 8°14' S e 35°55' W e elevação de 575 m acima do nível do mar. A precipitação média anual é de 679,2 mm, considerando dados coletados na estação experimental nos últimos 30 anos. O solo da estação experimental de Caruaru é classificado como Neossolo Regolítico e a precipitação pluvial ocorrida durante os dois anos experimentais foi de 946 mm, tendo ocorrido elevada variação entre os meses do ano (Figura 1).

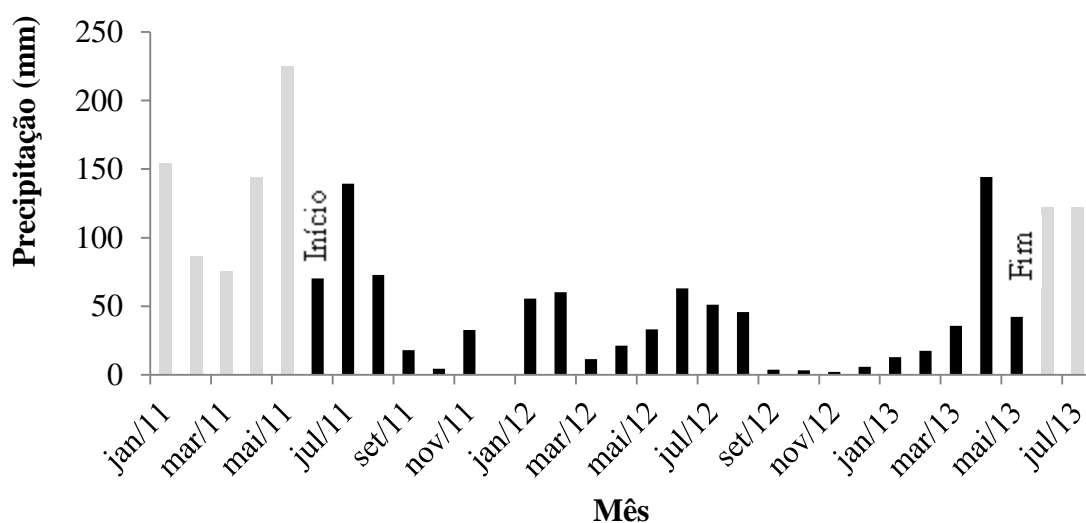


Figura 1. Precipitação pluvial (mm) em Caruaru, Agreste de Pernambuco, durante o período experimental. Fonte: Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA.

Amostras do solo da área foram coletadas na camada de 0 - 20 cm de profundidade para avaliação das características químicas do solo da área experimental no início do experimento. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Médias (erro padrão) das características químicas do solo da área experimental antes da aplicação dos tratamentos.

	Unidade	Média	Erro padrão
pH (água)		4,78	0,10
Fósforo ¹	mg dm ⁻³	10,45	3,81
Potássio	cmol _c dm ⁻³	0,19	0,04
Cálcio	cmol _c dm ⁻³	2,14	0,26
Magnésio	cmol _c dm ⁻³	0,40	0,05
Manganês	mg dm ⁻³	70,42	10,27
Zinco	mg dm ⁻³	12,46	1,66
Ferro	mg dm ⁻³	46,2	3,06
Cobre	mg dm ⁻³	0,06	0,02
Sódio	cmol _c dm ⁻³	0,05	0,01
Alumínio	cmol _c dm ⁻³	0,20	0,03
Hidrogênio	cmol _c dm ⁻³	2,47	0,14
S.B. ²	cmol _c dm ⁻³	2,78	0,33
CTC ³	cmol _c dm ⁻³	5,46	0,38
V ⁴	%	50,05	3,21
Carbono	%	1,15	0,06
M ⁵	%	8,15	1,97
M.O. ⁶	%	1,97	0,10

¹Mehlich 1; ²Soma de bases; ³capacidade de troca de cátions; ⁴ saturação por bases; ⁵ saturação por alumínio; ⁶ matéria orgânica do solo.

2.2. Fatores testados

Os fatores testados foram níveis de adubação orgânica (0, 10, 20 e 30 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹, utilizando esterco bovino), níveis de nitrogênio (0, 120, 240 e 360 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, utilizando ureia) e frequências de colheita (anual e bienal). O delineamento experimental utilizado foi o casualizado em blocos ao acaso, com arranjo de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas principais (14,4 x 8,0 m) foram utilizadas para testar os níveis de matéria orgânica; as subparcelas (7,2 x 8,0 m) para avaliar as frequências de colheita e a subsubparcela (14,4 x 2,0 m) para avaliar os níveis de nitrogênio (Figura 2). Cada unidade experimental foi formada por seis fileiras de plantas, sendo as duas fileiras laterais e três plantas de cada extremidade consideradas bordaduras.

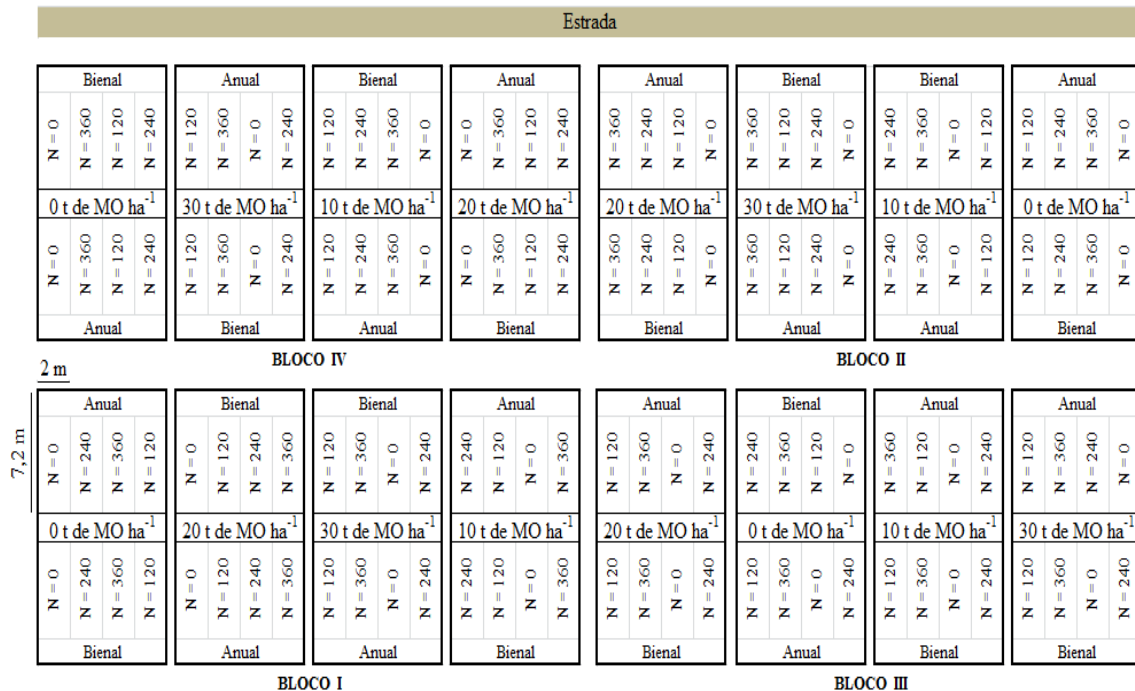


Figura 2. Croqui da área experimental no Instituto Agrônomo de Pernambuco, na Estação Experimental de Caruaru.

O plantio foi realizado entre abril e maio de 2011, utilizando-se cladódios maduros, originados da mesma estação experimental, plantados no sentido vertical e em espaçamento de 1,2 x 0,10 m, o que equivale a uma densidade com 83.333 plantas ha⁻¹. A adubação orgânica foi realizada após o plantio (junho/2011) e após a colheita anual (junho/2012). Antes da adubação orgânica retirou-se subamostras do esterco utilizado, pesada, acondicionadas em bandejas de alumínio e mantido em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até o peso constante. Posteriormente, as subamostras foram pesadas e moídas em peneira de 2 mm. Para a determinação do teor de matéria seca e matéria orgânica, pesou-se 2 g do material moído, adicionou-se em cadinhos de porcelana e manteve-os em estufa a 105 °C por uma noite. Posteriormente, os cadinhos com conteúdo amostras foram retirados da estufa e colocados para esfriar em dessecador contendo sílica e pesados em seguida. Para a determinação do teor de matéria orgânica, os cadinhos com amostras foram queimados em mufla a 600 °C por um período de 4 horas, esfriados em dessecador contendo sílica e pesados. O esterco utilizado foi coletado em curral em piso de terra e apresentou 25 e 40% de matéria orgânica, na primeira e segunda adubação, respectivamente. O esterco utilizado apresentou teores médios de 1,1, 3,74 e 16,5 g kg⁻¹, de N, P e K, respectivamente. A adubação nitrogenada foi realizada utilizando uréia. No primeiro ano de cultivo a adubação nitrogenada foi feita em 05 de junho e 19 de julho. No segundo ano a aplicação ocorreu em 28 de junho, 23 de junho e 19 de agosto. A colheita foi realizada preservando apenas o cladódio-mãe.

2.3. *Variáveis mensuradas*

As variáveis mensuradas foram produtividade ($t\ ha^{-1}$), número de cladódios por planta, índice de área de cladódios (IAC), altura de plantas, mortalidade de planta, teores de N, P, K e Na ($g\ kg^{-1}$) e características químicas do solo. Para a determinação da produtividade todas as plantas da área útil foram colhidas, pesadas e corrigidas pelo teor de matéria seca. Para a determinação do teor de matéria seca foi retirada uma subamostra das plantas da área útil de cada tratamento, pesada e mantida em estufa de circulação forçada de ar a $65\ ^\circ C$ até o peso constante. A produtividade foi determinada utilizando o somatório de duas colheitas anuais comparada com uma colheita bienal. No entanto, para as demais variáveis analisadas utilizou-se a média de duas colheitas anuais e uma colheita bienal.

O número de cladódios por planta foi determinado pelo somatório de todos os cladódios da planta, avaliado em três plantas por área útil no momento da colheita. A área de cladódios foi determinada pelo desenho de todos os cladódios da planta em papel A4, utilizando duas plantas por área útil. Para determinar a relação peso/área do papel A4, pesou-se 75 amostras de $1\ cm^2$ do papel utilizado e o índice de área de cladódios (IAC) foi obtido dividindo o somatório da área de todos os cladódios da planta pela área de solo ocupada por cada planta. Na determinação do IAC foi considerada a área de ambos os lados dos cladódios, como relatado por Nobel e Bobich (2002). A altura de plantas determinada pela medição aleatória de três plantas por área útil, considerando o ápice do cladódio mais alto da planta em relação à base da planta no nível do solo. O número de plantas mortas foi determinado ao final do experimento pelas contagem das plantas da área útil.

Para a determinação dos teores de N, P, K e S produziu-se um extrato com amostras secas e moídas através de uma peneira de 2 mm, em que 0,25 g da amostra foi digerida em tudo de ensaio contendo ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio. O teor de N foi determinado pelo método de Kjeldahl, em que foi acoplado ao conjunto de destilação um tubo de digestão contendo 20 mL do extrato, adicionou-se 10 mL de solução de NaOH 13 N e 10 mL de ácido bórico (20g/L) + indicador. A titulação foi feita utilizando solução de HCl a 0,07143N.

Para a determinação do teor de P adicionou-se em tubos de ensaio 5 mL de água deionizada, 1 mL da solução de molibdato de amônio ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$) a 5%, 1 mL de vanadato de amônio (NH_4VO_3) a 0,25% e 1 mL do extrato vegetal. Após 5 minutos de repouso fez-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 470 nm. Os padrões de trabalho foram obtidos a partir de uma solução fosfato monobásico de potássio (KH_2PO_4) contendo 1.000 mg.L^{-1} . Para a produção dos padrões adicionou-se em balões volumétricos de 100 mL 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 20,0 mL da solução de KH_2PO_4 , 4,0 mL de solução de ácido sulfúrico a 10N e completou o volume com água deionizada, equivalendo a 25, 50, 75, 100 e 200 mg.L^{-1} de fósforo, respectivamente. O teor de K e Na utilizando o fotômetro de chamas (Digimed DM 62) seguindo metodologia descrita por Bezerra Neto e Barreto (2011). Os padrões de potássio e sódio foram feitos utilizando solução padrão contendo 1000 mg.L^{-1} de cada elemento, pesando 0,1907g de cloreto de potássio e 0,2541g de cloreto de sódio e dissolvido em 100 mL de água deionizada. A curva padrão contendo 0, 5, 10, 15, 20 e 25 mg kg^{-1} de cada elemento foi determinada pipetando em balões volumétricos de 200 mL 0, 1, 2, 3, 4 e 5 mL da solução estoque e completado o volume para 200 mL. A altura de plantas e

número de plantas mortas por parcela foram avaliados no momento da colheita. Índice de área de cladódios, número de cladódios por planta e os teores de minerais foram considerados duas colheita anuais e comparado com uma colheita bienal.

A coleta de solo para avaliar o efeito da adubação orgânica sobre as características químicas do solo da área experimental foi determinada pela coleta de 3 amostras por parcela, na camada de 0 - 20 cm de profundidade, resultando em uma amostra composta, seca à sombra.

2.4. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F ($P>0,05$), utilizando-se o procedimento Proc Mixed. Quando o efeito de fatores quantitativos (adubação orgânica e nitrogenada) foi significativo ($P<0,05$), contrastes ortogonais polinomiais foram utilizados. As análises foram realizadas utilizando o programa SAS.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características químicas do solo

A adição de esterco ao solo promoveu aumento nos teores de potássio e redução nos teores de cálcio e fósforo, o que indica a que houve decomposição da matéria orgânica e liberação de nutrientes às plantas e pode ser comprovado pelos resultados obtidos na avaliação das plantas. Houve aumento linear na produtividade e nos teores de N, P e K. O aumento do teor de K no solo pode indicar que este foi suficiente para atender a demanda das plantas e acumular no solo.

Tabela 2. Médias (erro padrão) das características químicas do solo da área experimental após dois anos de aplicação dos tratamentos com níveis de matéria orgânica.

Unidade	Adubação orgânica (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)				
	0	10	20	30	
pH (água)	5,18 (± 0,16)	4,78 (± 0,21)	5,00 (± 0,12)	5,08 (± 0,07)	
Fósforo ¹	mg dm ⁻³	81,95 (± 17,9)	56,19 (± 12,4)	69,41 (± 12,4)	57,42 (± 6,5)
Potássio	cmol _c dm ⁻³	0,30 (± 0,02)	0,23 (± 0,03)	0,23 (± 0,04)	1,03 (± 0,57)
Cálcio	cmol _c dm ⁻³	2,43 (± 0,39)	2,30 (± 0,40)	2,15 (± 0,35)	2,09 (± 0,10)
Magnésio	cmol _c dm ⁻³	0,69 (± 0,15)	0,60 (± 0,09)	0,62 (± 0,08)	0,56 (± 0,09)
Manganês	mg dm ⁻³	55,07 (± 4,5)	53,75 (± 8,3)	53,56 (± 5,7)	59,81 (± 5,8)
Zinco	mg dm ⁻³	3,84 (± 0,81)	3,18 (± 0,63)	3,15 (± 0,47)	3,26 (± 0,43)
Ferro	mg dm ⁻³	71,20 (± 5,16)	73,83 (± 2,12)	69,36 (± 2,38)	75,82 (± 2,81)
Cobre	mg dm ⁻³	0,51 (± 0,04)	0,33 (± 0,01)	0,54 (± 0,09)	0,47 (± 0,09)
Sódio	cmol _c dm ⁻³	0,08 (± 0,002)	0,07 (± 0,006)	0,07 (± 0,005)	0,08 (± 0,01)
Alumínio	cmol _c dm ⁻³	0,16 (± 0,05)	0,21 (± 0,05)	0,18 (± 0,04)	0,14 (± 0,02)
Hidrogênio	cmol _c dm ⁻³	2,49 (± 0,21)	3,04 (± 0,13)	2,83 (± 0,08)	2,74 (± 0,08)
S.B. ²	cmol _c dm ⁻³	3,51 (± 0,54)	3,19 (± 0,50)	3,10 (± 0,44)	8,86 (± 4,12)
CTC ³	cmol _c dm ⁻³	6,16 (± 0,32)	6,45 (± 0,54)	6,09 (± 0,33)	5,83 (± 0,18)
V ⁴	%	53,68 (± 5,48)	46,52 (± 3,93)	48,17 (± 4,25)	48,87 (± 2,13)
Carbono	%	1,97 (± 0,18)	2,03 (± 0,24)	1,97 (± 0,17)	2,60 (± 0,56)
M ⁵	%	7,49 (± 2,17)	9,79 (± 3,4)	8,72 (± 2,73)	6,15 (± 0,93)
M.O. ⁶	%	3,38 (± 0,31)	3,51 (± 0,41)	3,40 (± 0,30)	4,49 (± 0,97)

¹Mehlich 1; ²Soma de bases; ³capacidade de troca de cátions; ⁴ saturação por bases; ⁵ saturação por alumínio; ⁶matéria orgânica do solo.

Outros nutrientes como P e Ca podem ter sido extraídos do solo em maior quantidade, em virtude do desenvolvimento das plantas nos tratamentos com adição de 30 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹. Galvão et al. (2008) observaram que nas áreas com adição de esterco bovino o teor de P disponível aumentou em 20, 22 e 25 vezes, nas camadas de 0 – 20 cm; 20 – 40 cm e 40 – 60 cm, respectivamente.

3.2. Produtividade

Não houve efeito da frequência de colheita ou adubação nitrogenada. No entanto, a produtividade da palma forrageira aumentou à medida que se elevou o nível de adubação orgânica (Figura 3). Os valores médios variaram entre 9,6 e 41,2 t de MS ha⁻¹ dois anos⁻¹, nos tratamentos testemunha e com 30 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Este comportamento pode ser justificado pelo aumento na taxa de mineralização e liberação de micro e macronutrientes importantes ao desenvolvimento das plantas, principalmente N, P e K, que estão diretamente envolvidos no aproveitamento do CO₂ atmosférico, emissão de novos cladódios, desenvolvimento do sistema radicular e absorção de nutrientes (Dubeux Júnior et al., 2013; Lozano et al., 2013).

No período de avaliação, para cada tonelada de matéria orgânica adicionada ao solo, o ganho em produtividade com a palma forrageira cv. Miúda foi de 0,76; 0,58 e 0,52 t de MS ha⁻¹ período⁻¹, nos tratamentos com 10, 20 e 30 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. No entanto, o ganho pode ter sido reduzido pela ocorrência de precipitação no período de avaliação abaixo da média, o que pode ter contribuído para reduzir a taxa de mineralização e decomposição da matéria orgânica adicionado ao solo.

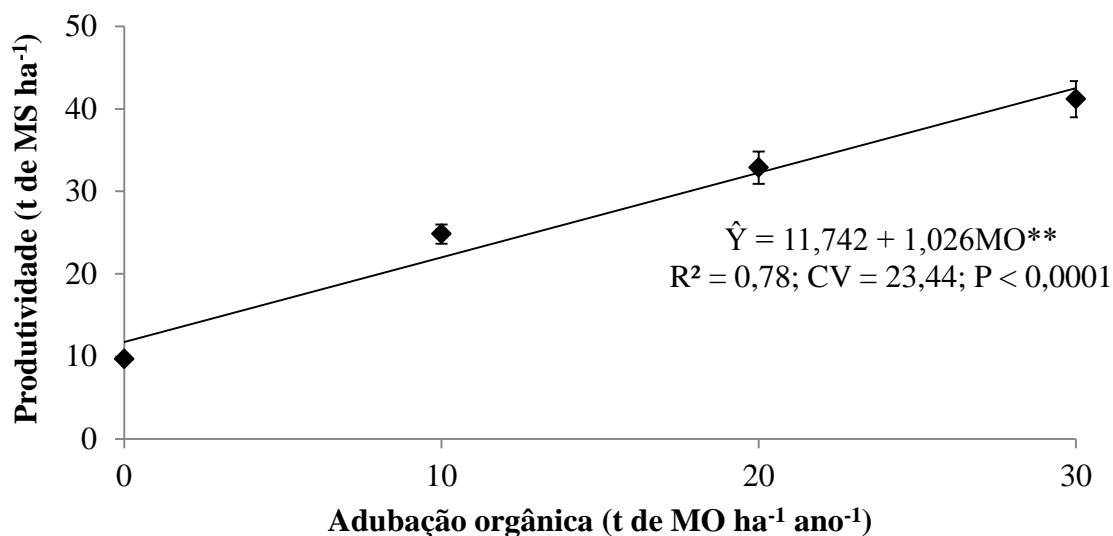


Figura 3. Produtividade da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme os níveis de adubação orgânica. As barras indicam erro padrão.

3.3. Número de cladódios por planta

O número de cladódios por planta não foi significativamente influenciado pela adubação nitrogenada, com média de 21,8 cladódios por planta.

Houve interação entre níveis de adubação orgânica e frequência de colheita, com resposta quadrática aos níveis de adubação orgânica nas duas frequências de colheita avaliadas. O número de cladódios aumentou à medida que se elevou o nível de matéria orgânica adicionada ao solo, até atingir o ponto de máxima resposta com 24,56 e 27,74 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹ e emissão de 20,39 e 36,63 cladódios por planta, nas colheitas anual e bienal, respectivamente (Figura 4). Com a aplicação de matéria orgânica, a emissão de cladódios foi em média 2,4 e 3,0 vezes superior que a observada no tratamento sem adição de esterco bovino, nas colheitas anual e bienal, respectivamente. Conforme

Dubeux Júnior et al. (2006) e Bakali (2013), o número de cladódios por planta se correlaciona positivamente com a produtividade da palma forrageira e depende do número de aréolas ativas, estágio nutricional dos cladódios anteriores e condições de fertilidade do solo. Cortázar et al. (2001) avaliaram o efeito de biofertilizante em *Opuntia ficus-indica* no Chile e observaram que quatro meses após a aplicação do adubo orgânico o número de cladódios de palma forrageira foi 13% superior ao obtido na testemunha.

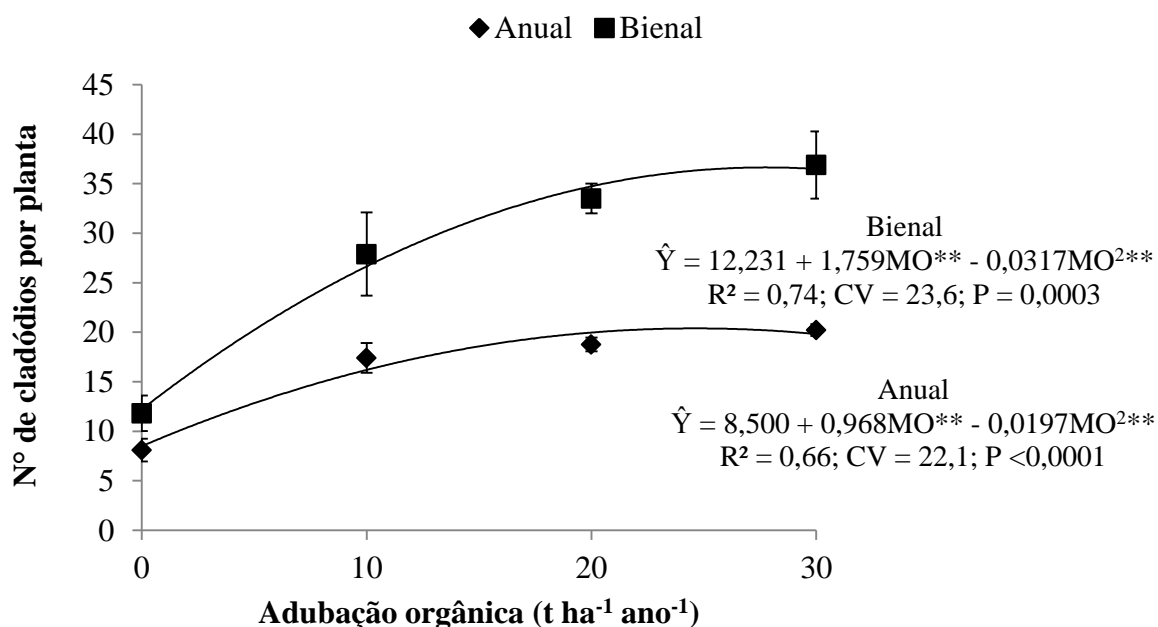


Figura 4. Número de cladódios por planta da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme níveis de adubação orgânica e frequência de colheita. As barras indicam erro padrão.

3.4. Índice de área de cladódios (IAC)

O índice de área de cladódios foi influenciado pela adubação orgânica e pela frequência de colheita (Figura 5). No entanto, não houve efeito da adubação nitrogenada ou de interação entre os fatores avaliados.

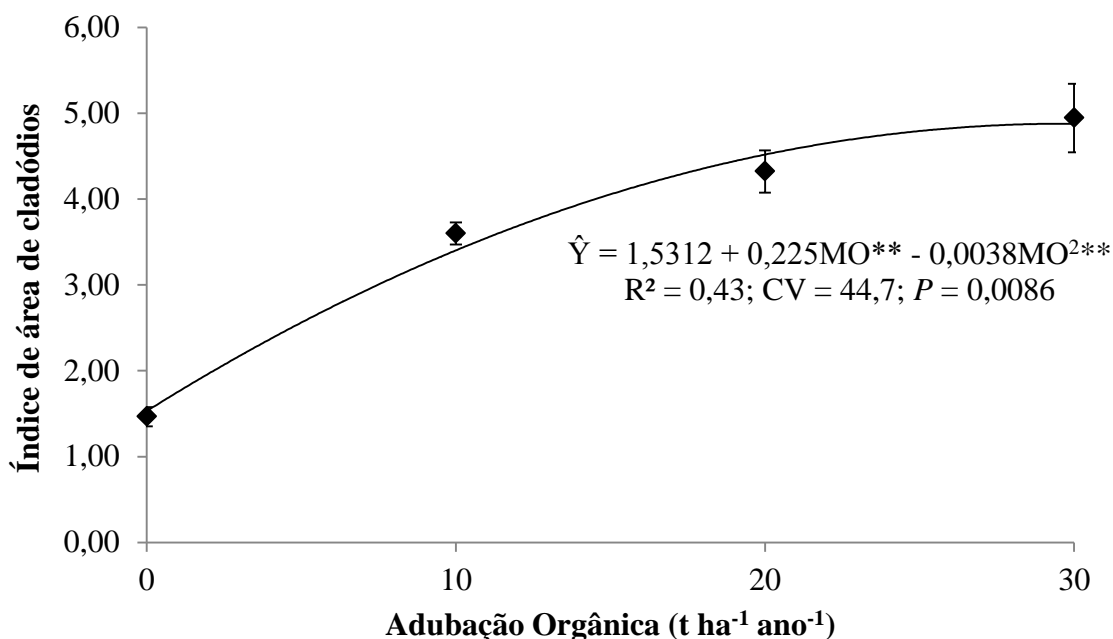


Figura 5. Índice de área de cladódios da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme níveis de adubação orgânica. As barras indicam erro padrão.

A adição de níveis de matéria orgânica elevou o índice de área de cladódios (IAC) de forma quadrática, aumentando de 1,53, no tratamento sem matéria orgânica, para 4,86, com adubação estimada em 29,60 t MO ha⁻¹ ano⁻¹. Neste sentido, Donato et al. (2014), Nobel e Bobich (2002) e Ochoa e Uhart (2006) afirmaram que a produtividade

da palma forrageira aumenta à medida que a planta eleva o IAC (área fotossintética), resultando em maior eficiência na interceptação de luz, captação de CO₂ e utilização da área de solo disponível.

Na literatura observam-se resultados que evidenciam a relação entre maior suprimento de nutrientes e elevação de IAC. Donato et al. (2014) encontraram IAC médio de 4,3 na palma Gigante adubada com 90 t esterco ha⁻¹ ano⁻¹ em três espaçamentos de plantio. Cortázar et al. (2001) encontraram IAC de *Opuntia ficus-indica* (L.) variando entre 4,7 e 7,4, para os tratamentos sem adubação orgânica e com 60 t ha⁻¹ de um biofertilizante contendo uma mistura de guano, esterco bovino e cladódios picados resultantes da poda. Dubeux Júnior et al. (2006) encontraram efeito da adubação fosfatada para o IAC da *Opuntia ficus-indica*, que variou de 0,57 para 0,71, nas parcelas com densidade equivalente a 40 mil plantas por hectare, porém não houve efeito da adubação na menor densidade de plantas, mostrando a importância da adequada fertilização para a manutenção da produtividade, especialmente em cultivos com alta densidade de plantas, onde ocorre maior demanda de nutrientes.

Em relação à frequência de colheita, observou-se que com a colheita bienal o IAC foi superior em relação ao IAC observado nas plantas submetidas a colheita anual (Figura 6). Observou-se IAC médio de 2,8 e 4,4, para plantas submetidas a colheita anual e bienal, respectivamente.

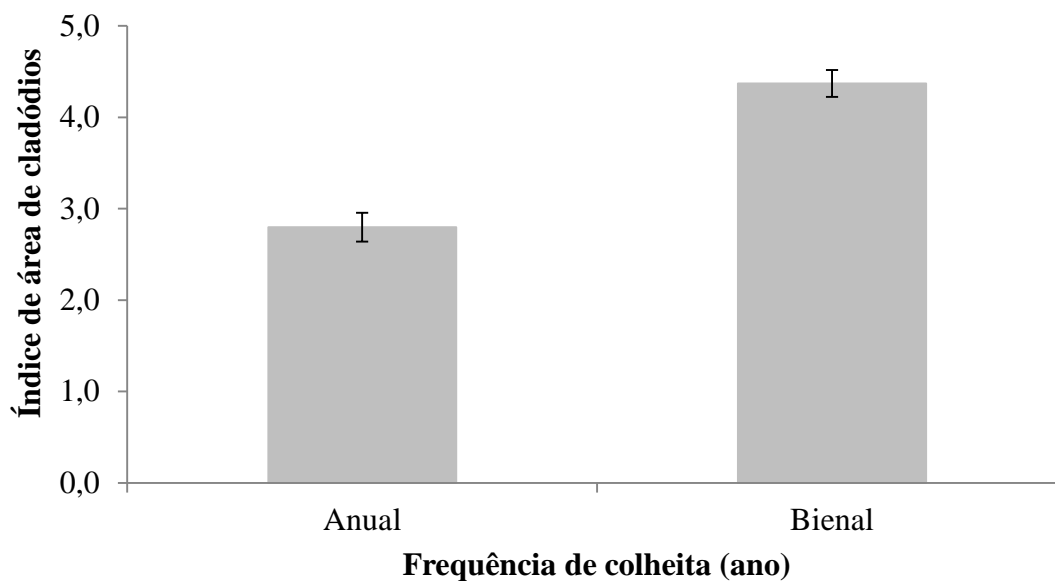


Figura 6. Índice de área de cladódios da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme a frequência de colheita. As barras indicam erro padrão.

Após a colheita, as plantas com frequência de colheita anual provavelmente, utilizaram as reservas e a energia oriunda da fotossíntese dos cladódios remanescentes para recuperar a superfície fotossintética retirada com a colheita. Enquanto, as plantas submetidas a colheita bienal, permaneceram crescendo, mesmo com alta densidade de plantas ($83.333 \text{ plantas ha}^{-1}$), possibilitando maior eficiência fotossintética e acúmulo de reservas da planta, quando comparada as plantas colhidas anualmente, o que segundo Farias et al. (2005), contribui para a maior longevidade do palmar. Resultados semelhantes ao presente trabalho também foram obtidos por Han e Felker (1997), que relataram que o crescimento anual de *Opuntia ellisiana* teve acréscimo de 250% entre o primeiro e terceiro ano e de 30% no quarto ano de crescimento. O IAC observado por

estes autores variou entre 0,06 e 3,88, do primeiro ao quarto ano após o plantio. No entanto, no presente trabalho foram considerados ambos os lados do cladódio para determinar IAC.

3.5. Altura de plantas

Houve efeito da adubação orgânica sobre a altura de plantas e observou-se que a palma forrageira foi influenciada de forma quadrática pelos níveis de adubação orgânica. A elevação da quantidade de matéria orgânica causou incremento na altura da planta até a dose estimada de 29 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹, em que foi observada altura média da palma forrageira em 57,87 cm (Figura 7). Neste sentido, Silva et al. (2010) avaliaram 50 clones de palma forrageira (49 de *Opuntia ficus-indica* e um de *Nopalea cochenillifera*), no Agreste de Pernambuco, com espaçamento de 1,0 m × 0,50 m e 30 t de esterco bovino ha⁻¹ corte⁻¹ e observaram que a altura de planta aos dois anos após o plantio variou entre 45,2 e 127,3 cm, com média de 90,1 cm.

Com relação à frequência de colheita, observou-se que palma forrageira cv. Miúda apresentou maior altura média quando submetida a colheita bienal, o que pode ser justificado pelo maior desenvolvimento da planta. A média de altura da planta foi de 43,13 e 55,37 cm, para plantas submetidas a colheita anual e bienal, respectivamente (Figura 8). Não houve efeito da adubação nitrogenada, que apresentou média de 47,8; 50,1; 49,9 e 49,2 cm com 0, 120, 240 e 360 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente.

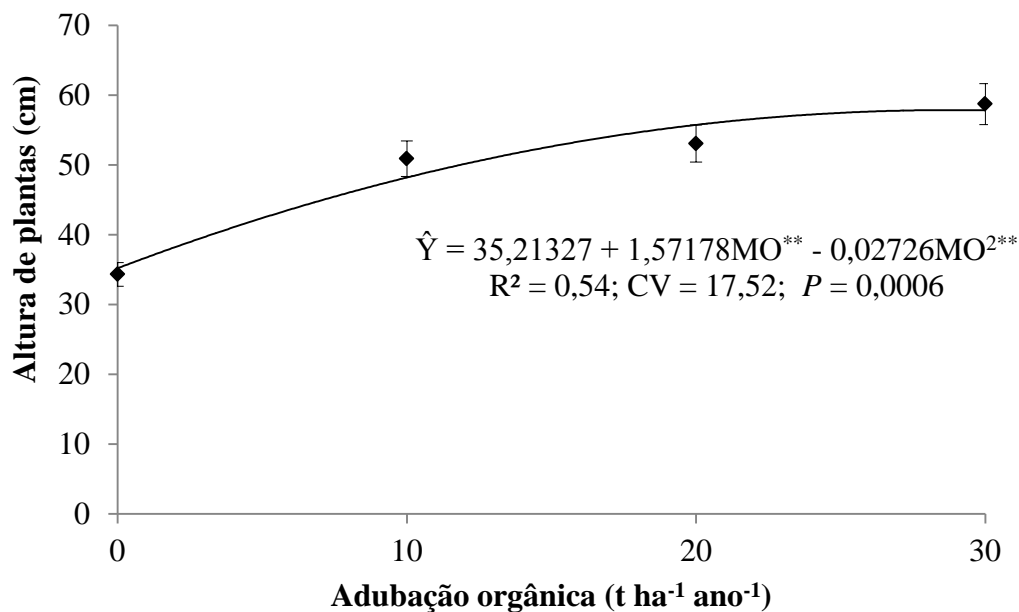


Figura 7. Altura de plantas da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme níveis de adubação orgânica. As barras indicam erro padrão.

A altura da planta se correlaciona positivamente com o número de cladódios, com a produtividade e a idade da palma forrageira (Bowers, 1996; Silva et al., 2010). Esta correlação é resultante da emissão de novos cladódios a partir de gemas ativas no topo dos cladódios emitidos anteriormente (Keeler e Tenhumberg, 2011). Portanto, mesmo com a palma que tem os cladódios quase verticalmente, à medida que surgem novos cladódios, uma menor quantidade de luz chega à base da planta (parte inferior), causando um maior estímulo na emissão de cladódios no ápice dos cladódios superiores e isto resulta em maior altura das plantas em condições que favorecem o maior desenvolvimento (Nobel, 1981).

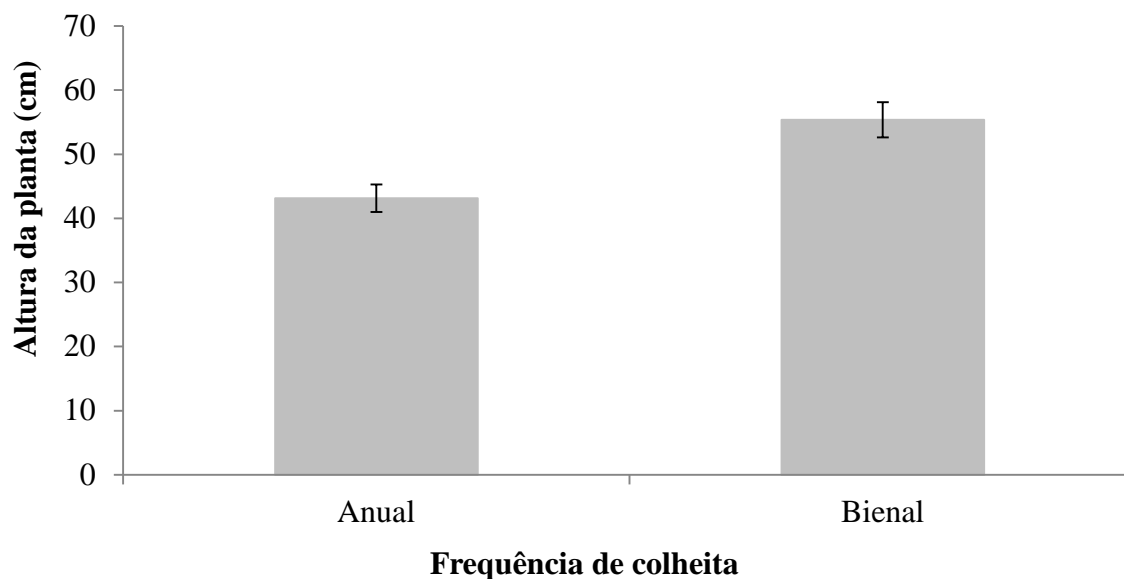


Figura 8. Altura de plantas da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme frequência de colheita. As barras indicam erro padrão.

3.6. Número de plantas mortas por parcela

O número de plantas mortas não foi influenciado pela frequência de colheita ou adubação nitrogenada, porém, houve efeito quadrático da adubação orgânica. O número médio de plantas mortas reduziu de 11,1 plantas, no tratamento sem adubação orgânica, e atingiu o ponto de menor mortalidade estimado com 16,5 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹, aumentando posteriormente, com o aumento no nível de adubação (Figura 9). A redução na mortalidade de plantas pode ser resultado da maior disponibilidade de nutrientes com a elevação da quantidade de esterco adicionado. O aumento na mortalidade de plantas após o ponto de mínima pode ser justificado pelo maior nível de sombreamento e desenvolvimento das plantas com elevadas doses de MO ou conforme Dubeux Júnior e Santos (2005) pelo favorecimento ao desenvolvimento de patógenos. Por ser mais exigente em fertilidade do solo, a palma forrageira cv. Miúda apresenta maior

mortalidade de plantas quando comparadas com outros clones, em condições nutricionais limitadas (Cavalcanti et al., 2008). Sales et al. (2009) avaliaram a mortalidade de plantas de oito cultivares de palma forrageira, em espaçamento de 1,0 x 0,5 m e observaram que quando a adubação orgânica foi utilizada, a taxa de mortalidade da palma forrageira cv. Miúda foi de 18%, enquanto os clones IPA 20, Gigante e Italiana não apresentaram plantas mortas. Alves et al. (2007) avaliaram palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) adubada com 20 t ha⁻¹ de esterco aplicada a cada dois anos e obtiveram média 14,33% na mortalidade de plantas. No entanto, a quantidade de plantas mortas com 30 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹ não afetou a produtividade da palma forrageira, que apresentou resposta linear positiva aos níveis de adubação orgânica.

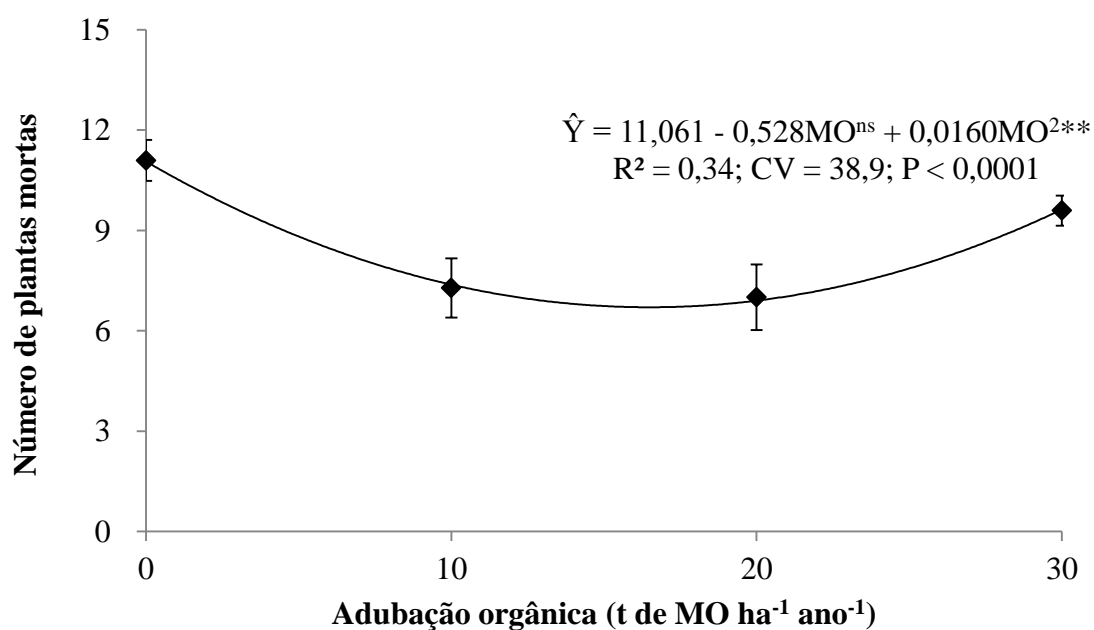


Figura 9. Número de plantas mortas da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme os níveis matéria orgânica. As barras indicam erro padrão.

3.7. Teor de nitrogênio

Para o teor de nitrogênio houve interação entre os níveis de matéria orgânica e frequências de colheita, com aumento linear positivo à medida que se aumentou o nível de adubação orgânica (10). Com a colheita anual o teor de N na forragem da palma forrageira cv. Miúda variou entre 12,834 e 18,324 g kg⁻¹ na testemunha e com 30 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹. Com a colheita bienal o teor de N variou entre 10,796 e 15,21 g kg⁻¹.

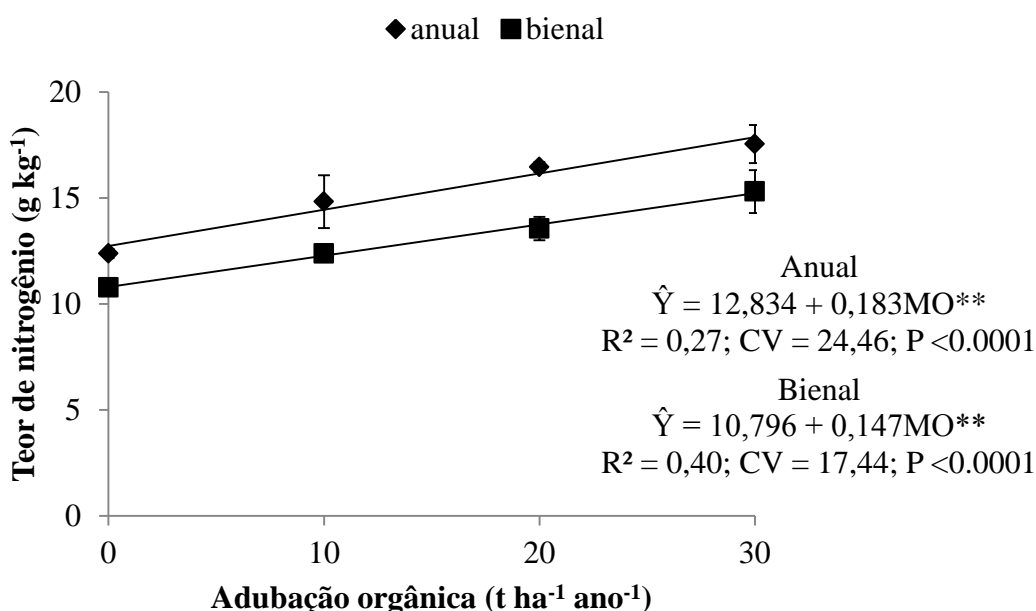


Figura 10. Teor de N em cladódios de palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme os níveis de adubação orgânica. As barras indicam erro padrão.

O efeito da frequência de colheita no teor de N da forragem pode ser explicado pela maior teor de matéria seca nas plantas colhidas com maior idade e o teor de N nas

plantas é inversamente proporcional à idade da planta. Outra justificativa é que as plantas da colheita bienal são mais desenvolvidas, o que contribui para o efeito diluição.

3.8. Teor de fósforo

O teor de P nos cladódios da palma forrageira cv. Miúda não foi influenciado pela adubação nitrogenada ou pela frequência de colheita. No entanto, aumentou à medida que se elevou o nível de adubação orgânica (Figura 11). No tratamento sem adição de esterco o teor de P foi de $1,7 \text{ g kg}^{-1}$ e aumentou com a elevação do nível de matéria orgânica, atingindo $3,3 \text{ g kg}^{-1}$, com a adição de $30 \text{ t de MO ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Conforme Cassol et al. (2001) e Eghball et al. (2002), apesar da disponibilidade e liberação de nutrientes do esterco ser dependente de fatores como umidade do solo, composição do esterco e atividade microbiota, a maior parte do P presente no esterco está na forma de P inorgânico e disponível para a absorção pelas plantas.

No momento da adubação, o esterco utilizado apresentou em média $3,74 \text{ g kg}^{-1}$ de P, o que indica que durante o período experimental, com duas adubações, foram adicionados 74,8; 149,6 e 222,4 kg de P ao solo, nos níveis com 10, 20 e 30 t de matéria orgânica, respectivamente. Outro fator que contribuiu para a elevação do teor de P da planta com a elevação a adubação orgânica foi o teor de P no esterco ser superior ao teor mínimo de 2 g kg^{-1} exigido para que ocorra o processo de mineralização em relação à imobilização (Mafongoya et al., 2000).

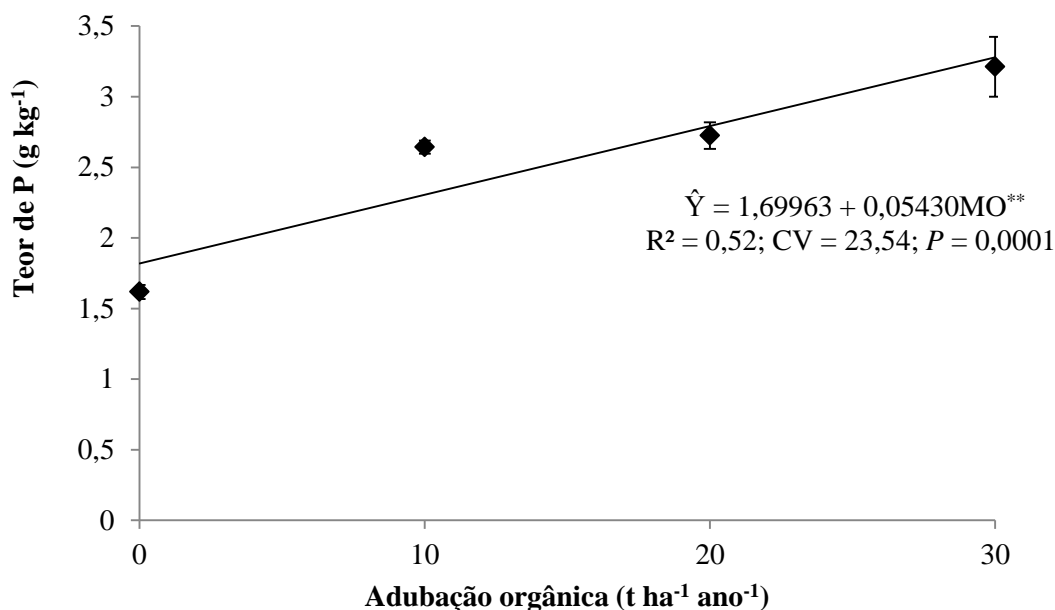


Figura 11. Teor de P em cladódios de palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme os níveis de adubação orgânica. As barras indicam erro padrão.

3.9. Teor de potássio

Para o teor de potássio na palma forrageira, houve interação entre os níveis de adubação orgânica e frequências de colheita, com aumento no teor do nutriente na planta à medida que se elevou o nível de adubação orgânica nas duas frequências de colheitas (Figura 12). Com a colheita anual o teor de K médio no tratamento testemunha foi de 25,61 g kg⁻¹, enquanto, com adubação com 30 t de matéria orgânica ha⁻¹ ano⁻¹, observou-se teor de K de 68,03 g kg⁻¹. Nas plantas com colheita bienal o teor de potássio nos cladódios da palma forrageira foi inferior que o observado nas plantas colhidas anualmente. Os valores variaram entre 23,20 e 41,56 g kg⁻¹, na testemunha e com 30 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Isto pode ser justificado pelo menor grau

de desenvolvimento e teor de matéria seca das plantas com colheita anual (efeito diluição).

Segundo Dubeux Júnior e Santos (2005), a palma forrageira apresenta elevada extração de potássio do solo, o que pode ser justificada pelas diversas funções deste nutriente nas plantas, como ativação de sistemas enzimáticos e participação nos processos de fotossíntese e respiração.

O teor de K observado no esterco utilizado foi de $16,5 \text{ g kg}^{-1}$, considerando-se as duas adubações anuais, foram adicionados 330, 660 e 990 kg de K ha^{-1} , nos tratamentos com 10, 20 e 30 t de MO $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Os teores de potássio em cladódios da palma forrageira observados neste trabalho estão dentro da faixa encontrada na literatura, que varia entre 19,4 e 65,8 g por kg de MS. No entanto, os valores são superiores aos encontrados por Batista et al. (2009). Orona-Castillo et al. (2006) observaram que a extração de K em plantas de *Opuntia ficus-indica* colhida com um ano e cultivadas em espaçamentos de 0,6 x 0,4 m foi de $879,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Porém, Zúñiga-Tarango et al. (2009) observaram que não houve efeito da adubação com esterco bovino para teor de potássio em cladódios de *Opuntia ficus-indica*. Silva et al. (2012) também não observaram efeito da adubação potássica no teor de K dos cladódios da palma Gigante, o que possivelmente pode ser explicado pela fertilidade natural dos solos.

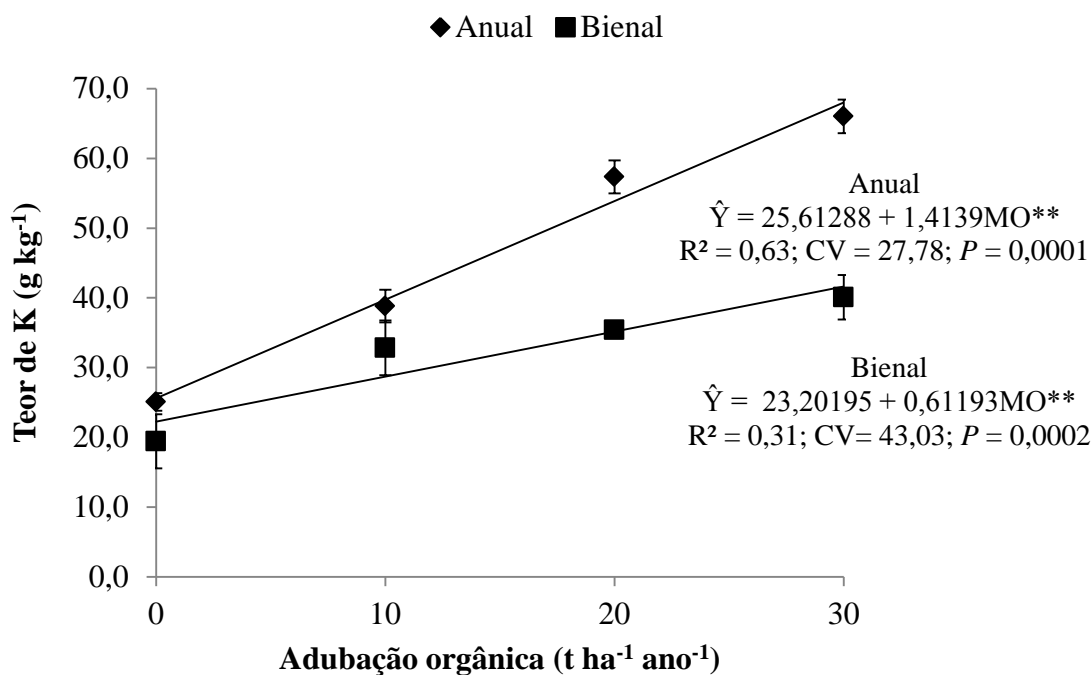


Figura 12. Teor de potássio em cladódios de palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme níveis de matéria orgânica e frequência de colheita. As barras indicam erro padrão.

3.10. Teor de sódio

O teor de sódio nos cladódios não foi influenciado por nenhum dos fatores avaliados. O teor médio de Na nos cladódios da palma Miúda foi de 0,86 g kg⁻¹. De acordo com Dechen e Nachtigall (2007), o Na está envolvido com do composto fosfoenolpiruvato nas plantas que utilizam metabolismo ácido das crassuláceas. No entanto, elevados teores de Na nos cladódios causam perda de produtividade nas plantas, conforme relatado por Murillo-Amador et al. (2001), que observaram redução em todas as variáveis (tamanho, área, peso, produtividade, suculência, etc.) com o aumento na salinidade. Nobel (1983) relatou que a captação de CO₂ atmosférico e a

quantidade de clorofila se correlacionaram negativamente com o teor de Na nos cladódios. Batista et al. (2009) observaram teor de sódio na palma Miúda de 0,06 mg kg⁻¹, valor muito abaixo do encontrado no presente trabalho.

4. CONCLUSÕES

A adubação orgânica utilizando esterco bovino promove efeito positivo na produtividade e no acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio da forragem produzida da palma Miúda. Adubações anuais variando entre 27 e 30 toneladas de matéria orgânica por hectare contribuem para a obtenção de maior produtividade e diferenças na composição mineral da palma forrageira cv. Miúda. A palma Miúda colhida a cada dois anos apresenta teor da maioria dos nutrientes inferior e produtividade superior, quando comparada com a colheita anual. A adubação nitrogenada não interfere nas características produtivas, de crescimento e composição mineral da palma forrageira cv. Miúda.

5. REFERÊNCIAS

- Alves, R.N., Farias, I., Menezes, R.S.C., Lira, M.A., Santos, D.C. 2007. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. *Caatinga* 20, 38-44.
- Bakali, A.H. 2013. Impacto of irrigation frequencies on the installation and production of two forms *Opuntia ficus-indica*. *Acta Horticulturae* 995, 145-156.
- Batista, A.M.V., Ribeiro neto, A.C., Lucena, R.B., Santos, D.C., Dubeux Júnior, J.C.B., Mustafa, A.F. 2009. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. *Rangeland Ecology & Management* 62, 297-301.
- Bezerra Neto, E., Barreto, L.P. 2011. Análises químicas e bioquímicas em plantas. Editora Universitária da UFRPE, Recife, 267pp.
- Bowers, J.E. 1996. More flowers or new cladodes? Environmental correlates and biological consequences of sexual reproduction in a Sonoran Desert prickly pear cactus, *Opuntia engelmannii*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 123, 34-40.
- Cassol, P.C., Gianello, C., Costa, V.E.U. 2001. Frações de fósforo em estrumes e sua eficiência como adubo fosfatado. *Revista Brasileira de Ciências do Solo* 25, 35-644.
- Cavalcanti, M.C.A., Batista, A.M.V., Guim, A., Lira, M.A., Ribeiro, V.L., Ribeiro Neto, A.C. 2008. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia* sp.). *Acta Scientiarum Animal Sciences* 30, 173-179.
- Cortázar, V.G., Varnero, M.T., Espinosa, M. 2001. Efecto de bioabono sobre el área fotosintéticamente activa, producción de cladodios y eficiencia de recuperación de N en un cultivo de tuna (*Opuntia ficus-indica* L.) en el primer año post-plantación. *J. Prof. Assoc. Cactus*. 4, 93-104.
- Dechen, A.R., Nachtigall, G.R. 2007. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: Novais, R.F., Alvarez V., V.H., Barros, N.F., Fontes, R.L.F., Cantarutti, R.B., Neves, J.C.L., 2007. Fertilidade do solo. SBCS, Viçosa, pp. 91-132.
- Donato, P.E.R., Pires, A.J.V., Donato, S.L.R., Bonomo, P., Silva, J.A., Aquino, A.A. 2014. Morfometria e rendimento da palma forrageira 'Gigante' sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 9, 151-158.
- Dubeux Júnior, J.C.B., Santos, M.V.F. 2005. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: Menezes, R.S.C., Simões, D.A., Sampaio, E.V.S.B. (eds), *A palma no*

- Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 105-128.
- Dubeux Júnior, J.C.B., Santos, M.V.F., Lira, M.A., Santos, D.C., Farias, I., Lima, L.E., Ferreira, R.L.C. 2006. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. *Journal of Arid Environments* 67, 357-372.
- Dubeux Júnior, J.C.B., Silva, N.G.M., Santos, M.V.F., Cunha, M.V., Santos, D.C., Lira, M.A., Mello, A.C.L., Pinto, M.S.C. 2013. Organic fertilization and plant population affect shoot and root biomass of forage cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.). *Acta Horticulturae* 995, 221-224.
- Farias, I., Santos, D.C., Dubeux Júnior, J.C.B. 2005. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: Menezes, R.S.C., Simões, D.A., Sampaio, E.V.S.B. (eds), *A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso*. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 81-103.
- Galvão, S.R.S., Salcedo, I.H., Oliveira, F.F. 2008. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43 (1), 99-105.
- Han, H., Felker, P. 1997. Field validation of water-use efficiency of the CAM plant *Opuntia ellisiana* in South Texas. *Journal of Arid Environments* 36, 133-148.
- Keeler, K.H.; Tenhumberg, B. 2011. Population dynamics of the western prickly pear, *Opuntia macrorhiza* (Cactaceae). *Southwest National Bank* 56, 147-153.
- Lira, M.A., Santos, M.V.F., Cunha, M.V., Mello, A.C.L., Farias, I., Santos, D.C. 2005. A utilização da palma forrageira na pecuária leiteira do Semiárido. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica* 2, 107-120.
- Lozano, L.B., Palavecino, R., Tálamo, A., Ortín, S.P. 2013. Effect of organic fertilization on green cladodes (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) yield in Lerma Valley, Salta, Argentina. Second Year. *Acta Horticulturae* 995, 133-138.
- Mafongoya, P.L., Barak, P., Reed, J.D. 2000. Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization of tree leaves and manure. *Biology and Fertility of Soils* 30, 298-305.
- Menezes, R.S.C., Sampaio, E.V.S.B., Salcedo, I.H., Souza, F. J. 2005. Produtividade da palma em propriedades rurais. Menezes, R.S.C., Simões, D.A., Sampaio, E.V.S.B., *A palma no Nordeste do Brasil – Conhecimento atual e novas perspectivas de uso*. Recife: Ed. Universitária da UFRPE, v. único, p.129 - 142.

- Murillo-Amador, B., Cortés-Avila, A., Troyo-Diéguéz, E., Nieto-Garibay, A., Jones, H.G. 2001. Effects of NaCl salinity on growth and production of young cladodes of *Opuntia ficus-indica*. *Journal Agronomy & Crop Science* 187, 269-279.
- Nobel, P.S. 1981. Influences of photosynthetically active radiation on cladode orientation, stem tilting, and height of cacti. *Ecology* 62, 982-990.
- Nobel, P.S. 1983. Nutrient levels in cacti relation to nocturnal acid accumulation and growth. *American Journal of Botany* 70, 124-1253.
- Nobel, P.S., Bobich, E.G. 2002. Environmental Biology. In: Nobel, P.S. (Ed.), *Cacti: Biology and Uses*, University of California Press, California, pp.57-74.
- Ochoa, M.J., Uhart, S.A. 2006. Nitrogen availability and fruit yield generation in cactus pear (*Opuntia ficus-indica*): I. Effects on cladode area and crop solar radiation interception. *Acta Horticulturae* 728, 117-124.
- Orona Castillo, I., Cueto, J.A., Santamaria, J., Murillo, B., Flores, H., Troyo, E. 2006. N, P and K removal by vegetable cactus pear cultivated with dairy manure under drip irrigation. *Acta Horticulturae* 728, 193-198.
- Sales, A.T., Andrade, A.P., Silva, D.S., Leite, M.L.M.V., Viana, B.L., León, M.J., Solís, A.M. 2009. Adaptation potential of cactus pear to soil and climatic conditions of the Semiarid in Paraíba state, Brazil. *Acta Horticulturae* 811, 395-400.
- SAS Institute Inc. 2001. SAS Statistics User's Guide. Version 8.2. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Silva, J.A., Bonomo, P., Donato, S.L.R., Pires, A.J.V., Rosa, R.C.C., Donato, P.E.R. 2012. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 7, 866-875.
- Silva, N.G.M., Lira, M.A., Santos, M.V.F., Dubeux Júnior, J.C.B., Mello, A.C.L., Silva, M.C. 2010. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma-forrageira. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39, 2389-2397.
- Wanderley, W.L., Ferreira, M.A., Andrade, D.K.B., Vêras, A.S.C., Farias, I., Lima, L.E., Dias, A.M.A. 2002. Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31 (1), 273-281.
- Zúñiga-Tarango, R., Orona-Castillo, I., Vázquez-Vázquez, C., Murillo-Amador, B., Salazar-Sosa, E., López-Martínez, J.D., García-Hernández, J.L., Rueda-Puente, E. 2009. Desarrollo radical, rendimiento y concentración mineral en nopal *Opuntia*

Souza, T.C. Sistemas de cultivo para a palma forrageira...

ficus-indica (L.) Mill. en diferentes tratamientos de fertilización. Journal of the Professional Association for Cactus11, 53–68.

CAPÍTULO III

Produtividade e composição mineral da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) em diferentes densidades de plantio, frequências e intensidades de corte

Produtividade e composição mineral da palma forrageira cv. Miúda em diferentes densidades de plantio, frequências e intensidades de corte

Resumo

O elevado potencial produtivo da palma forrageira é influenciado pelas técnicas de manejo aplicadas, tais como densidades de plantas, frequências de colheita e intensidades de corte. A palma Miúda é uma cultivar que está sendo utilizada no Semiárido brasileiro devido a resistência a cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell). Desta forma, a pesquisa foi realizada na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco IPA, em Caruaru – PE, no período de julho de 2011 a junho de 2013, com o objetivo de avaliar o efeito da densidade de plantio (10.417, 20.833, 41.666 e 83.333 plantas ha⁻¹), frequências de colheita (anual e bienal) e intensidades de corte (preservação dos cladódios primários e secundários) sobre o rendimento e composição mineral da palma forrageira cv. Miúda. Utilizou-se o delineamento casualizado em blocos com arranjo em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As variáveis avaliadas foram: produtividade, número de cladódios por planta, índice de área de cladódios, altura de plantas, largura de plantas, teores de N, P e K, e características químicas do solo. Houve aumento linear na produtividade à medida que se elevou a densidade de plantas em todas as combinações de frequência e intensidade de corte. Com o aumento na densidade de plantas de 10.417 para 83.333 plantas ha⁻¹, a produtividade variou entre 13,93 e 39,8 t de MS ha⁻¹ dois anos⁻¹, na colheita anual e preservação dos cladódios primários e entre 12,89 e 20,29 t de MS ha⁻¹ dois anos⁻¹, na colheita anual e preservação dos cladódios secundários. Com a colheita

bienal e preservação dos cladódios primários, a produtividade variou entre 22,9 e 46,6 t de MS ha⁻¹ dois anos⁻¹ e com a colheita bienal e preservação dos cladódios secundários a produtividade variou entre 14,5 e 33,9 t de MS ha⁻¹ dois anos⁻¹, com densidade de plantas equivalente a 10.417 e 83.333 plantas ha⁻¹, respectivamente. O aumento na densidade de plantas causou aumento linear no IAC das plantas com colheita anual e aumento quadrático no IAC das plantas com colheita bienal. A elevação na densidade de plantas causou redução quadrática na altura e largura de plantas, bem como, no número de cladódios das plantas com colheita anual e preservação dos cladódios primários e nas duas intensidades de corte da colheita bienal. Com a colheita anual e preservação dos cladódios primários, o aumento na densidade de plantas causou redução linear no número de cladódios. O teor de N foi maior nas plantas com colheita anual e o teor de P foi maior com a colheita anual e preservação dos cladódios primários, em relação a colheita anual e preservação dos cladódios secundários. O aumento na densidade de plantas causou redução quadrática no teor de K das plantas com colheita anual e redução linear no teor de K das plantas com colheita bienal. A elevação na densidade de plantas aumenta a produtividade em todas as combinações de frequência e intensidade de corte, favorece o IAC e reduz o número de cladódios por planta, altura e largura de plantas e os teores de nutrientes.

Palavras-chave: índice de área de cladódios, *Nopalea cochenillifera*, número de cladódios

1. INTRODUÇÃO

A zona semiárida ocupa 56,46% do Nordeste brasileiro (Insa, 2012). Nesta região, a pecuária é a principal atividade dos produtores rurais, que tem como fonte para alimentação dos rebanhos a vegetação nativa. No entanto, pela reduzida capacidade de suporte e falta de condições adequadas de manejos, a oferta de forragem pela caatinga no período seco é muito baixa, o que resulta em redução no desempenho e perdas de animais neste período do ano (Dubeux Júnior et al., 2010; Dubeux Júnior e Santos, 2005). No entanto, a utilização de recursos forrageiros adaptados às condições edafoclimáticas locais pode contribuir para minimizar as perdas.

Em virtude da elevada eficiência do uso da água, produtividade e valor nutritivo, sem grandes variações entre as estações de crescimento (Santos et al., 2001), a palma forrageira (*Nopalea* e *Opuntia*) tem se tornado em uma das culturas mais recomendadas para a alimentação dos rebanhos, especialmente, na região semiárida. Outra vantagem da palma forrageira é sua suculência caracterizada pelo alto teor de umidade dos cladódios, contribuindo para atender parte das exigências de água dos animais (Le Houérou, 1996; Ben Salem e Nefzaoui, 2002; Atti et al., 2006).

Diversas pesquisas com adubação, frequências de colheita, intensidade de corte e densidades de plantio foram realizadas em Pernambuco e permitiram significativos ganhos na produtividade da palma forrageira, principalmente as cultivares da espécie *Opuntia ficus-indica* Mill (Dubeux Júnior e Santos 2005, Dubeux Júnior et al., 2012; Farias et al., 2000;). Entretanto, as cultivares mais utilizadas são suscetíveis ao ataque de um inseto conhecido como cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), sendo o uso de clones resistentes a melhor alternativa de controle da praga, pois não

provoca danos ao ambiente ou à saúde do produtor e não exige custo adicional para o controle (Lara, 1991; Santos et al., 2006). No entanto, é preciso avaliar a resposta destas cultivares às práticas de manejos mais adequadas. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de frequências de colheita e intensidades de corte associados a diferentes densidades de plantio sobre o rendimento e composição mineral da palma forrageira cv. Miúda, no Agreste de Pernambuco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área do estudo e condições de crescimento

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) no município de Caruaru, localizado na Região Agreste de Pernambuco, Nordeste do Brasil. As coordenadas geográficas do local experimental são 8°14' S e 35°55' W e elevação de 575 m acima do nível do mar. A precipitação média anual é de 679,2 mm, considerando dados coletados da estação experimental nos últimos 30 anos. O solo da estação experimental de Caruaru é classificado como Neossolo Regolítico. O período experimental foi de julho/2011 a junho/2013 e a precipitação pluvial durante os dois anos experimentais foi de 998 mm, tendo ocorrido elevada variação entre os meses do ano (Figura 1).

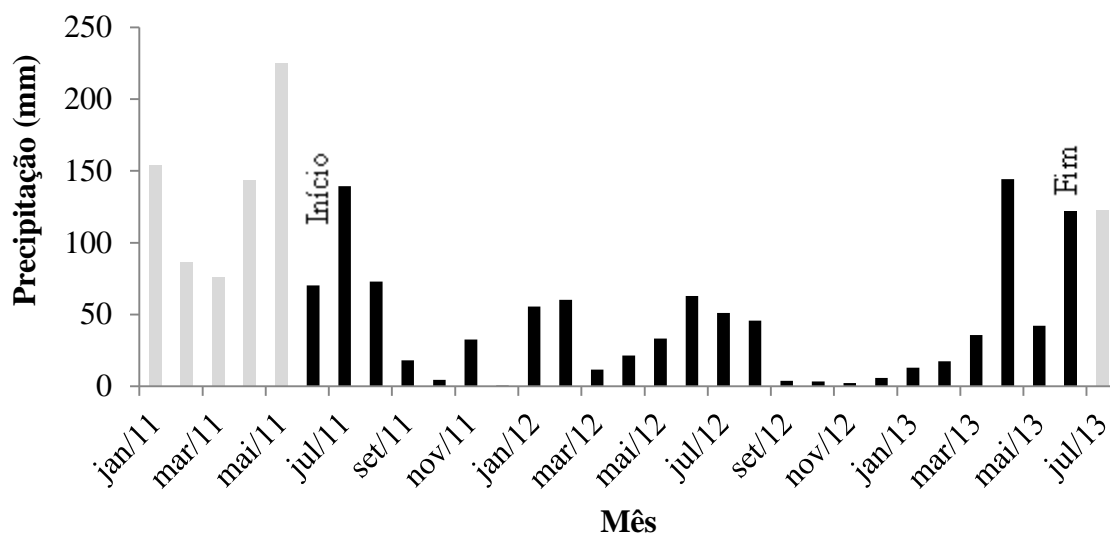


Figura 1. Precipitação pluvial (mm) em Caruaru, Agreste de Pernambuco, durante o período experimental. Fonte: Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA.

Para avaliar o efeito das práticas de manejo avaliadas sobre as características químicas do solo, coletou-se amostras de solo da área experimental, na camada de 0 – 20 cm de profundidade, antes do início do experimento. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Médias (erro padrão) das características químicas do solo da área experimental antes da aplicação dos tratamentos.

	Unidade	Média	Erro padrão
pH (água)		5,12	0,03
Fósforo ¹	mg dm ⁻³	22,50	0,48
Potássio	cmol _c dm ⁻³	0,13	0,01
Cálcio	cmol _c dm ⁻³	1,98	0,07
Magnésio	cmol _c dm ⁻³	0,42	0,03
Manganês	mg dm ⁻³	61,51	6,07
Zinco	mg dm ⁻³	24,86	1,82
Ferro	mg dm ⁻³	50,51	1,47
Cobre	mg dm ⁻³	0,33	0,02
Sódio	cmol _c dm ⁻³	0,02	0,003
Alumínio	cmol _c dm ⁻³	0,12	0,01
Hidrogênio	cmol _c dm ⁻³	1,79	0,03
S.B. ²	cmol _c dm ⁻³	2,55	0,10
CTC ³	cmol _c dm ⁻³	4,46	0,07
V ⁴	%	56,71	1,41
Carbono	%	1,02	0,01
M ⁵	%	4,88	0,50
M.O. ⁶	%	1,76	0,01

¹Mehlich 1; ²Soma de bases; ³capacidade de troca de cátions; ⁴saturação por bases; ⁵saturação por alumínio; ⁶matéria orgânica do solo.

2.2. Fatores testados

Avaliou-se o efeito da densidade de plantio, frequência de colheita e intensidade de corte sobre a produtividade e composição mineral da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) cv. Miúda (Figura 2). O delineamento experimental utilizado

foi o casualizados em blocos, em arranjo de parcelas subdivididas, com quatro repetições.

Na parcela principal (12,0 x 9,6 m) foram avaliadas as densidades de plantio em espaçamento de 1,2 x 0,80 m (10.417 plantas ha⁻¹); 1,2 x 0,40 m (20.833 plantas ha⁻¹); 1,2 x 0,40 m (41.666 plantas ha⁻¹) e 1,2 x 0,10 m (83.333 plantas ha⁻¹). Nas subparcelas (6,0 x 4,8 m) foram avaliadas frequências (colheita anual e colheita bienal) e nas intensidades de corte (preservação dos cladódios primários e secundários) em arranjo fatorial (Figura 2). Cada parcela foi constituída de quatro fileiras de plantas, sendo que as duas fileiras laterais e três plantas de cada extremidade da fileira foram consideradas como bordaduras.

Para atender as recomendações da cultura para a região, aplicou-se 20 t de matéria orgânica ha⁻¹ ano⁻¹, utilizando esterco bovino, e 200 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ utilizando uréia. A adubação orgânica foi feita após o plantio e após cada colheita anual e a adubação nitrogenada dividida em duas aplicações, a primeira aplicação foi feita após a adubação orgânica e a segunda e no mês seguinte.

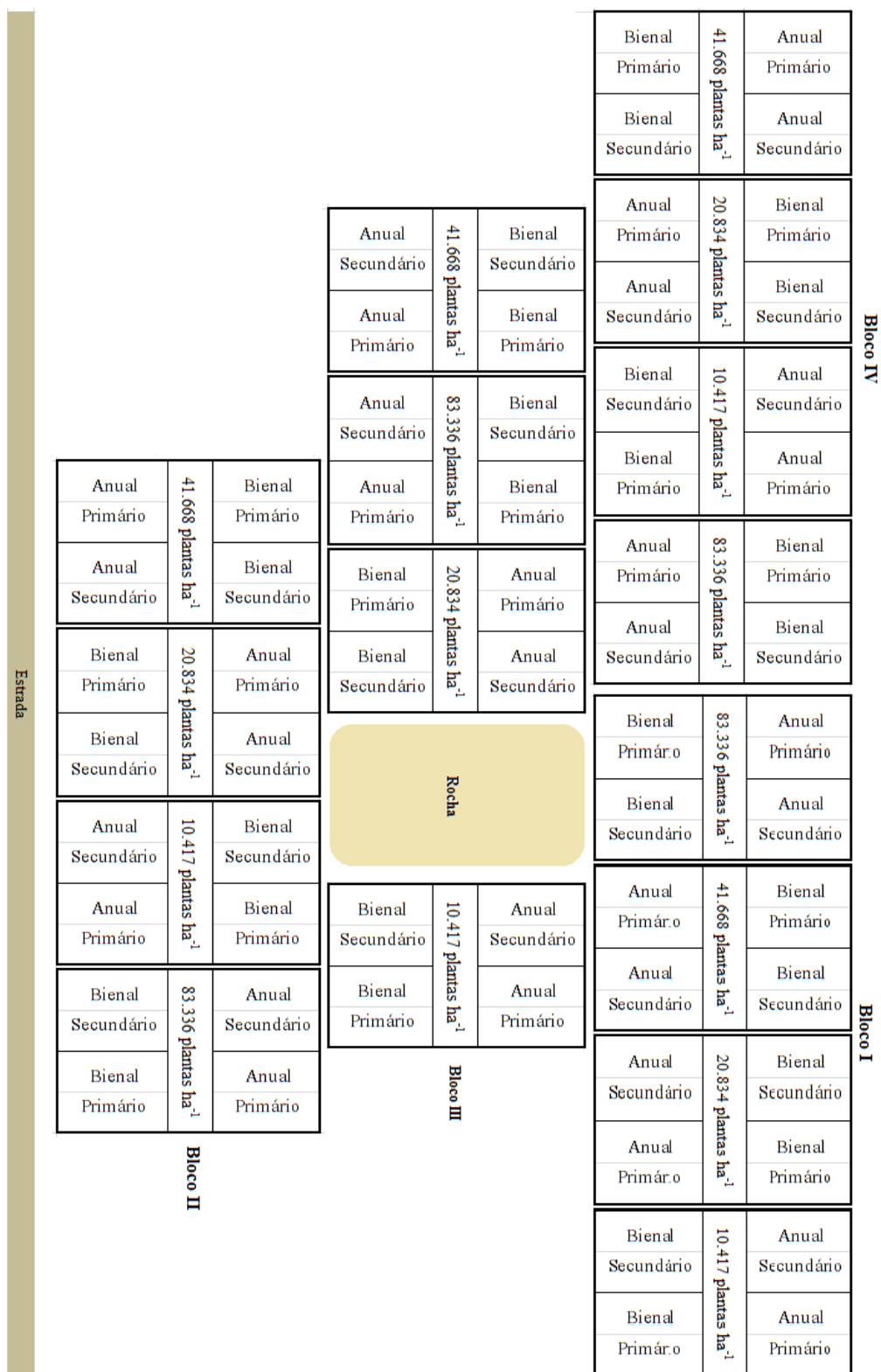


Figura 2. Croqui da área experimental no Instituto Agronômico de Pernambuco, na Estação Experimental de Caruaru.

2.3. *Variáveis mensuradas*

As variáveis mensuradas foram produtividade ($t\ ha^{-1}$), número de cladódios por planta, índice de área de cladódios (IAC), altura de plantas, largura de plantas, teores de N, P, K ($g\ kg^{-1}$) e características químicas do solo. Para a determinação da produtividade todas as plantas da área útil foram colhidas, pesadas e corrigidas pelo teor de matéria seca. Para a determinação do teor de matéria seca foi retirada uma subamostra das plantas da área útil de cada tratamento, pesada e mantida em estufa de circulação forçada de ar a $65\ ^\circ C$ até o peso constante. A produtividade foi determinada utilizando-se o somatório de duas colheitas anuais comparada com uma colheita bienal. No entanto, para as demais variáveis analisadas utilizou-se a média de duas colheitas anuais e uma colheita bienal.

O número de cladódios por planta foi determinado pelo somatório dos cladódios por planta, avaliado em três plantas por área útil no momento da colheita. A área de cladódios foi determinada pelo desenho de todos os cladódios em papel A4, utilizando duas plantas por área útil. Para determinar a relação peso/área do papel A4, pesou-se 75 amostras de $1\ cm^2$ do papel utilizado. O índice de área de cladódios (IAC) foi obtido dividindo-se o somatório da área de todos os cladódios da planta pela área de solo ocupada por cada planta. Na determinação do IAC foi considerada a área de ambos os lados dos cladódios, como relatado por Nobel e Bobich (2002). A altura de plantas determinada pela medição aleatória de três plantas por área útil, considerando o ápice do cladódio mais alto da planta em relação à base da planta no nível do solo. A largura de plantas foi determinada medindo a planta no sentido horizontal, considerando os

cladódios mais distantes nas extremidades da planta, em três plantas aleatórias na área útil.

Para a determinação dos teores de N, P, K e S produziu-se um extrato com amostras secas e moídas através de uma peneira de 2 mm, em que 0,25 g da amostra foi digerida em tudo de ensaio contendo ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio. O teor de N foi determinado pelo método de Kjeldahl, em que foi acoplado ao conjunto de destilação um tubo de digestão contendo 20 mL do extrato, adicionou-se 10 mL de solução de NaOH 13 N e 10 mL de ácido bórico (20g/L) + indicador. A titulação foi feita utilizando solução de HCl a 0,07143N.

Para a determinação do teor de P adicionou-se em tubos de ensaio 5 mL de água deionizada, 1 mL da solução de molibdato de amônio ((NH₄)₆Mo₇O₂₄) a 5%, 1 mL de vanadato de amônio (NH₄VO₃) a 0,25% e 1 mL do extrato vegetal. Após 5 minutos de repouso fez-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 470 nm. Os padrões de trabalho foram obtidos a partir de uma solução fosfato monobásico de potássio (KH₂PO₄) contendo 1.000 mg L⁻¹. Para a produção dos padrões adicionou-se em balões volumétricos de 100 mL 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 20,0 mL da solução de KH₂PO₄, 4,0 mL de solução de ácido sulfúrico a 10N e completou o volume com água deionizada, equivalendo a 25, 50, 75, 100 e 200 mg L⁻¹ de fósforo, respectivamente. O teor de K e Na utilizando o fotômetro de chamas (Digimed DM 62) seguindo metodologia descrita por Bezerra Neto e Barreto (2011). Os padrões de potássio e sódio foram feitos utilizando solução padrão contendo 1000 mg L⁻¹ de cada elemento, pesando 0,1907g de cloreto de potássio e 0,2541g de cloreto de sódio e dissolvido em 100 mL de água deionizada. A curva padrão contendo 0, 5, 10, 15, 20 e 25 mg kg⁻¹ de

cada elemento foi determinada pipetando em balões volumétricos de 200 mL 0, 1, 2, 3, 4 e 5 mL da solução estoque e completado o volume para 200 mL. A altura de plantas e número de plantas mortas por parcela foi avaliada no momento da colheita. Índice de área de cladódios, número de cladódios por planta e os teores de minerais foram considerados duas colheita anuais e comparado com uma colheita bienal.

A coleta de solo para avaliar o efeito da adubação orgânica sobre as características químicas do solo da área experimental foi determinada pela coleta de 3 amostras por parcela, na camada de 0 - 20 cm de profundidade, resultando em uma amostra composta, seca à sombra.

2.4. Análise estatística

Para análise estatística realizou-se análise de variância, com aplicação do teste F, utilizando o procedimento Proc Mixed. Quando o efeito do fator quantitativo (densidade de plantas) foi significativo ($P < 0,05$), contrastes ortogonais polinomiais foram utilizados. As análises foram realizadas utilizando o programa SAS (SAS Inst. Inc., 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características do solo

Ao final do experimento, a adição de 20 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹ resultou em aumento nos teores de P, Mn, Zn, Fe e Na, em relação aos teores no solo no início do experimento (Tabela 2). Os teores destes elementos reduziram com a maior densidade

de plantas (Tabela 1), o que pode ser devido a maior demanda e extração de nutrientes nas parcelas submetidas a maior densidade populacional.

Tabela 2. Médias (erro padrão) das características químicas do solo após dois anos de cultivo da palma forrageira em diferentes densidades de plantas.

	Unidade	Densidade de plantas ha ⁻¹			
		10.417	20.833	41.667	83.333
pH		5,31 (± 0,04) ⁶	5,31 (± 0,04)	5,3 (± 0,06)	5,26 (± 0,04)
Fósforo ¹	mg dm ⁻³	66,25 (± 4,42)	61,25 (± 3,56)	55,0 (± 4,72)	52,5 (± 4,84)
Potássio	cmol _c dm ⁻³	0,22 (± 0,007)	0,23 (± 0,01)	0,23 (± 0,01)	0,22 (± 0,007)
Cálcio	cmol _c dm ⁻³	1,75 (± 0,11)	1,71 (± 0,12)	1,68 (± 0,11)	1,74 (± 0,16)
Magnésio	cmol _c dm ⁻³	0,54 (± 0,07)	0,58 (± 0,09)	0,54 (± 0,09)	0,59 (± 0,13)
Manganês	mg dm ⁻³	34,44 (± 3,32)	33,63 (± 5,15)	33,26 (± 1,85)	33,03 (± 5,05)
Zinco	mg dm ⁻³	2,84 (± 0,14)	2,66 (± 0,15)	2,59 (± 0,55)	2,57 (± 0,22)
Ferro	mg dm ⁻³	55,16 (± 2,26)	54,94 (± 2,99)	53,68 (± 3,35)	50,58 (± 2,26)
Cobre	mg dm ⁻³	0,44 (± 0,03)	0,45 (± 0,03)	0,43 (± 0,05)	0,42 (± 0,08)
Sódio	cmol _c dm ⁻³	0,24 (± 0,03)	0,20 (± 0,01)	0,17 (± 0,01)	0,13 (± 0,01)
Alumínio	cmol _c dm ⁻³	0,09 (± 0,01)	0,08 (± 0,01)	0,08 (± 0,01)	0,09 (± 0,006)
Hidrogênio	cmol _c dm ⁻³	2,09 (± 0,13)	2,08 (± 0,11)	2,15 (± 0,06)	2,19 (± 0,09)
S.B. ²	cmol _c dm ⁻³	2,72 (± 0,14)	2,68 (± 0,18)	2,59 (± 0,18)	2,68 (± 0,23)
CTC ³	cmol _c dm ⁻³	4,9 (± 0,22)	4,85 (± 0,20)	4,82 (± 0,19)	4,96 (± 0,29)
V ⁴	%	55,82 (± 1,93)	55,81 (± 1,99)	53,62 (± 1,59)	53,83 (± 1,36)
Carbono	%	1,48 (± 0,05)	1,47 (± 0,07)	1,52 (± 0,06)	1,53 (± 0,07)
M ⁵	%	3,24 (± 0,54)	3,06 (± 0,54)	3,15 (± 0,50)	3,34 (± 0,34)
M.O. ⁶	%	2,55 (± 0,09)	2,53 (± 0,12)	2,62 (± 0,11)	2,64 (± 0,13)

¹Mehlich 1; ²Soma de bases; ³capacidade de troca de cátions; ⁴ saturação por bases; ⁵ saturação por alumínio; ⁶ matéria orgânica do solo.

3.2. *Produtividade*

A produtividade da palma forrageira cv. Miúda foi significativamente influenciada pela interação entre densidade de plantas, frequências de colheita e intensidades de corte. Houve efeito linear positivo da densidade de plantas sobre a produtividade em todas as combinações de frequências de colheita e intensidades de corte (Figura 3). Na colheita anual e preservação dos cladódios primários, a produtividade variou entre 13,93 e 39,8 t de MS ha⁻¹, para os tratamentos com 10.417 e 83.333 plantas ha⁻¹, respectivamente (Figura 3). Com colheita anual e preservação dos cladódios secundários a produtividade variou de 12,89 a 20,29 t de MS ha⁻¹, com 10.417 e 83.333 plantas ha⁻¹, respectivamente.

Na colheita bienal com preservação dos cladódios primários, a produtividade variou entre 22,9 e 46,6 t de MS ha⁻¹, nos tratamentos com 10.417 e 83.333 plantas ha⁻¹, respectivamente. Com a preservação dos cladódios secundários e colheita bienal houve resposta linear positiva à densidade de plantas e a produtividade variou entre 14,5 e 33,9 t de MS ha⁻¹, com as densidades de 10.417 e 83.333 plantas ha⁻¹, respectivamente.

Na maior densidade populacional (83.333 plantas ha⁻¹), a produtividade da palma Miúda com a preservação dos cladódios primários foi 2,0 e 0,3 vezes maior que a obtida com a preservação dos cladódios secundários, na colheita anual e bienal, respectivamente. O maior efeito da intensidade de corte na colheita anual se deve ao fato da planta conter grande quantidade de cladódios na segunda ordem de inserção, que não foram colhidos, como observado por Silva (2012).

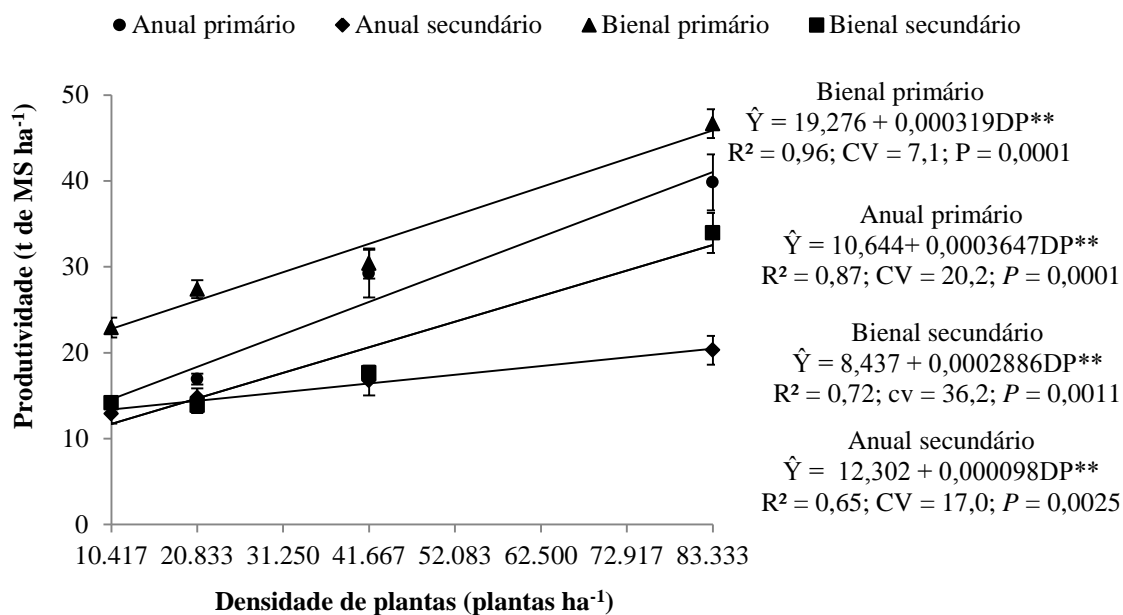


Figura 3. Produtividade da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme densidade de plantas, frequência de colheita e intensidade de corte. As barras indicam erro padrão.

3.3. Número de cladódios por planta

O número de cladódios por planta foi significativamente influenciado pela interação entre densidade de plantas, frequência de colheita e intensidade de corte (Figura 4). Nas plantas com colheita anual e preservação dos cladódios primários e nas plantas com colheita bienal nas duas intensidades de corte o aumento na densidade de plantas causou uma redução quadrática atingindo ponto de mínima estimado de 66.740; 63.950 e 66.910 plantas ha⁻¹, respectivamente. O número de cladódios estimado com estas combinações foram 21,87; 26,91; 26,76 e 31,93 cladódios, respectivamente. Com a colheita anual e preservação dos cladódios secundários houve redução linear no número de cladódios por planta à medida que se aumento a densidade de plantas e o

número de cladódios por planta reduziu de 72,74 para 26,91 cladódios com as densidades de 10.417 e 83.333, respectivamente.

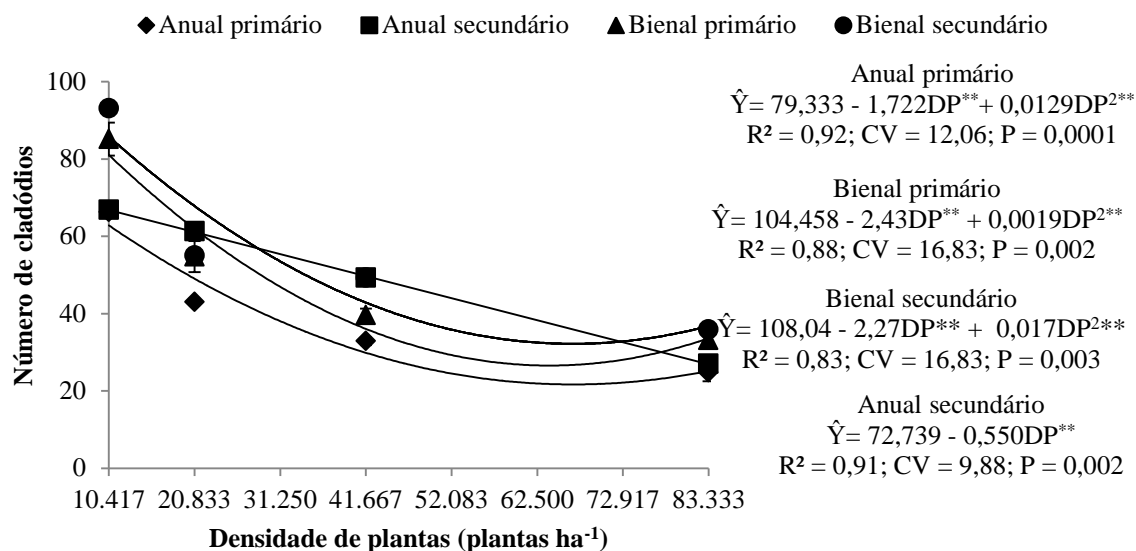


Figura 4. Número de cladódios por planta da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme densidades de plantas, frequências de colheita e intensidade de corte. As barras indicam erro padrão.

3.4. Índice de área de cladódios (IAC)

Para o índice de área de cladódios (IAC) houve interação entre densidade de plantas e frequências de colheita. Nas plantas com colheita anual o índice de área de cladódios respondeu de forma linear à densidade de plantas, com ponto de máxima resposta estimado em 68,8 mil plantas por hectare e índice de área de cladódios estimado em 5,38.

Em cultivos pouco adensados a captação do CO₂ atmosférico por plantas individuais é alta, por causa da grande quantidade de luz que incide sobre os cladódios. No entanto, em virtude da grande quantidade de solo descoberto, a captação do CO₂ e

consequentemente, a produtividade por área são baixas. De acordo com Nobel (1995), a produtividade aumenta à medida que o IAC aumenta. Nobel e Bobich (2002) relatam máxima produtividade em *Opuntia ficus-indica* com IAC entre 4 e 5.

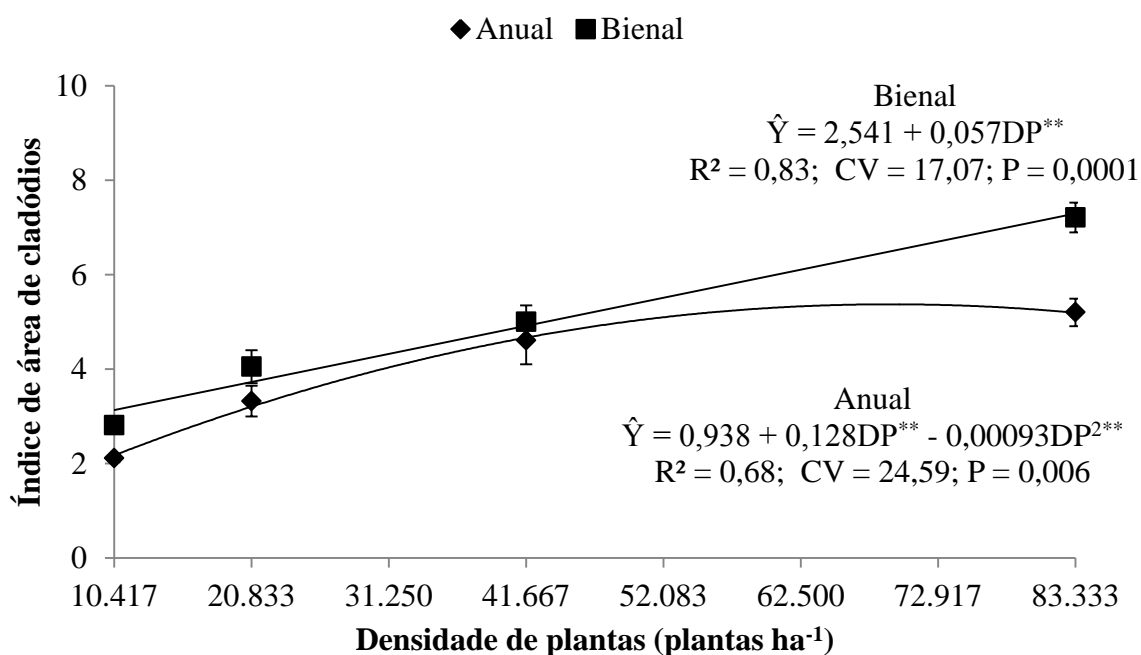


Figura 5. Índice de área de cladódios (IAC) da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme a densidade de plantas. As barras indicam erro padrão.

3.5. Altura de plantas

A altura de plantas foi significativamente influenciada pela densidade de plantas e pela intensidade de corte. Não houve efeito da frequência de colheita, com média de 101,72 e 108,82 cm de altura para colheita anual e bienal, respectivamente.

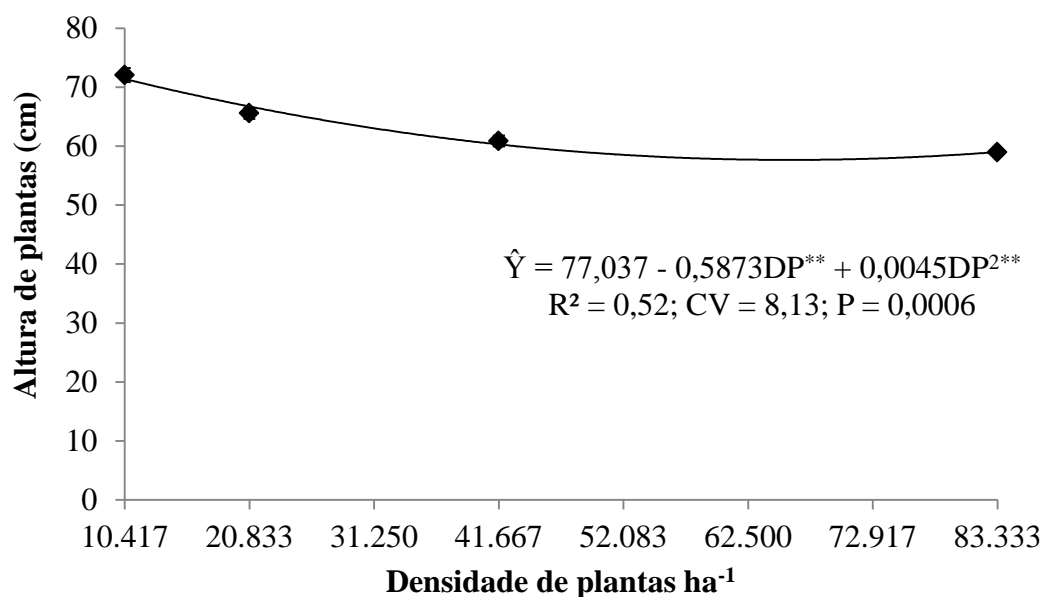


Figura 6. Altura de plantas da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme a densidade de plantas. As barras indicam erro padrão.

O aumento na densidade de plantas causou redução quadrática na altura de plantas. Na testemunha a altura média das plantas foi de 72,1 cm e atingiu a altura mínima de 57,88 cm com a densidade de 65.560 plantas ha⁻¹ (Figura 6). As plantas cultivadas alta densidade populacional apresentam menor número de cladódios por planta, o que pode afetar a altura das mesmas, como relatado por Donato et al. (2014), que observaram que a altura da palma gigante foi influenciada pelo espaçamento de plantio. A altura da planta está dentro da faixa encontrada por Silva et al. (2010), que observaram que a altura de diferentes genótipos de palma forrageira variou entre 45,2 e 127,3 cm.

Com relação a intensidade de corte, observou-se que com a preservação dos cladódios secundários, a altura de plantas foi maior em relação as plantas submetidas a preservação dos cladódios primários (Figura 7). A altura média foi de 62,8 e 66 cm,

havendo pouca diferença entre as intensidades de corte. A diferença foi significativa provavelmente, em virtude da baixa variação dentro da parcela.

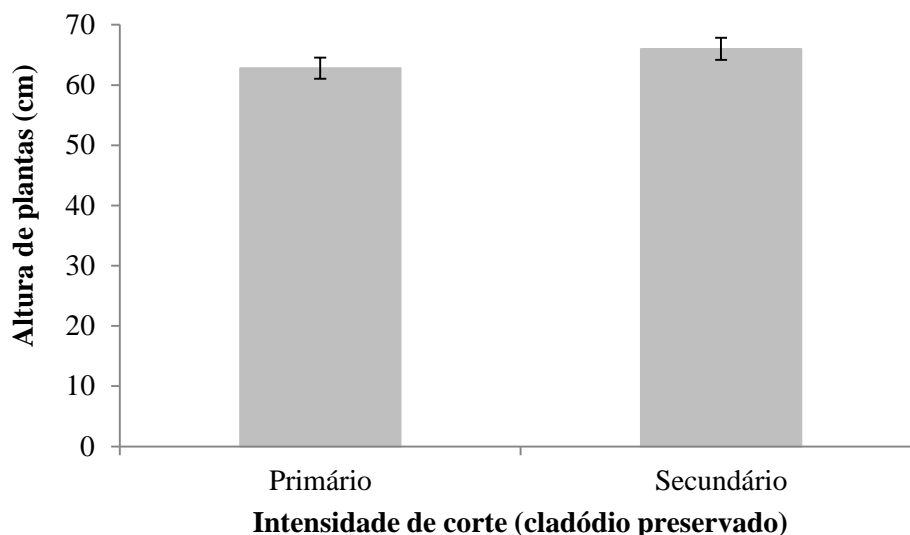


Figura 7. Altura de plantas da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme a intensidade de corte. As barras indicam erro padrão.

3.6. Largura de plantas

A largura das plantas foi afetada pela densidade de plantas e pela interação entre de frequência de colheita e intensidade de corte. Com relação a densidade de plantas, observou-se que houve efeito quadrático na largura de plantas, que foi de 120,4 cm na menor densidade populacional e reduziu até atingir o ponto de mínima largura de 92,69 cm, com densidade de plantas estimada em 62.426 plantas por hectare (Figura 8). Este resultado pode ser explicado pela ação de fatores que interferem no desenvolvimento da palma forrageira, especialmente água, luz e nutrientes, bem como a área de solo disponível para o crescimento das plantas. Silva et al. (2010) observaram que a altura

associada com a largura de plantas teve alta correção com a produtividade de palma forrageira.

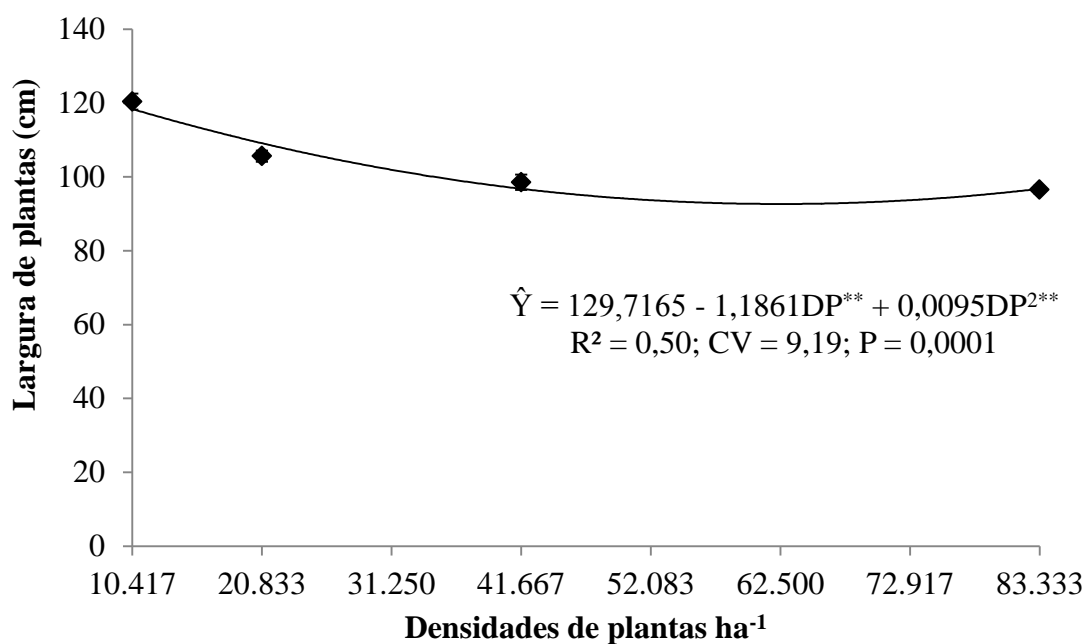


Figura 8. Largura da palma de forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme densidade de plantas. As barras indicam erro padrão.

Para a interação frequência de colheita e intensidade de corte, a largura de plantas com colheita anual e preservação dos cladódios primários foi menor, em relação as demais combinações de frequência de colheita e intensidade de corte (Tabela 3).

Tabela 3. Largura da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme a frequência de colheita e intensidade de corte.

Frequência de colheita	Intensidade de corte (cladódio preservado)		Nível de <i>P</i> *
	Primário	Secundário	
	cm		
Anual	98,64	104,81	0,1466
Bienal	110,73	106,92	0,532
Nível de <i>P</i>	0,009	0,874	-

*Comparação pelo teste F, a 5% de probabilidade.

3.7. Teor de nitrogênio

Para o teor de nitrogênio da palma Miúda houve efeito apenas da frequência de colheita. As plantas colhidas anualmente apresentaram maior teor de nitrogênio em seus cladódios. Na colheita anual a planta apresentou 13,27 g de nitrogênio por kg de matéria seca, enquanto, com colheita bienal foi observado teor de 11,52 g de N por kg de matéria seca (Figura 9). Plantas submetidas a colheitas anuais, provavelmente, apresentam cladódios mais jovens, com menor teor de matéria seca e fibras e maior conteúdo celular. À medida que a planta se desenvolve ocorrem alterações fisiológicas como redução do conteúdo celular, que é mais rico em nitrogênio, e elevação dos constituintes da parede celular, mais ricos em carboidratos estruturais. De acordo com Nobel (1983), o maior teor de N em cladódios mais jovens pode ser explicado pela maior atividade metabólica. Outra justificativa é que as plantas com maior idade apresentam maior crescimento, ocorrendo o efeito de diluição do nitrogênio que é distribuído por toda a planta (Malavolta et al., 1997; Dubeux Júnior et al., 2006).

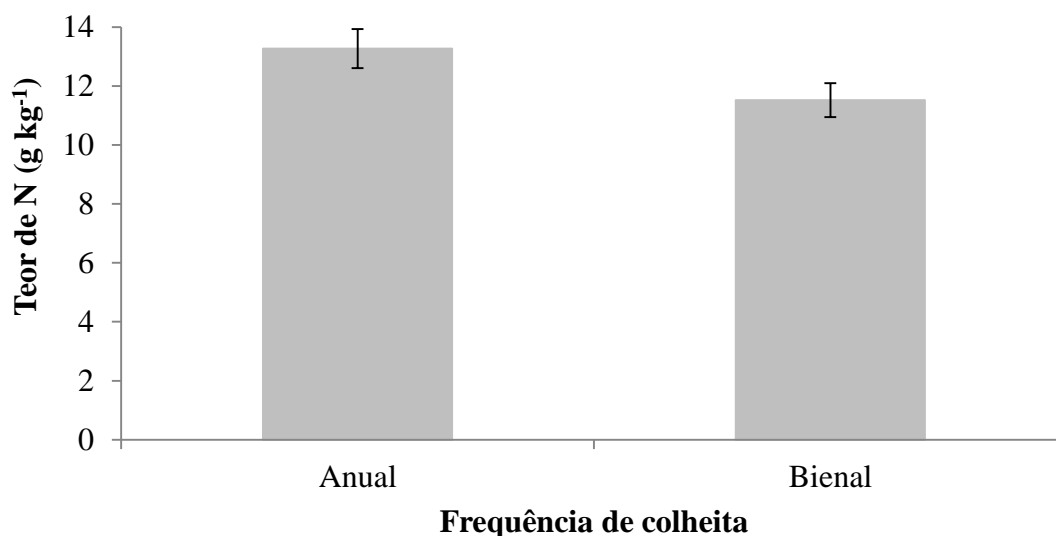


Figura 9. Teor de nitrogênio na palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme frequência de colheita. As barras indicam erro padrão.

O teor de N médio nas plantas submetidas às diferentes densidades de plantas foi de 13,04; 12,31; 11,91 e 12,31 g de N kg⁻¹ de MS, nas densidades com 10.417; 20.883; 41.667 e 83.333 plantas ha⁻¹, respectivamente. Com relação à intensidade de corte o teor de N na planta foi de 12,30 e 12,48 g de N kg⁻¹ de MS, com a preservação dos cladódios primários e secundários, respectivamente.

Os valores de N encontrados neste trabalho são semelhantes aos teores Silva et al. (2012), que observaram aos 390 dias após o plantio teor médio de N de 12,5 g kg⁻¹. Entretanto, são inferiores ao teor médio obtido por estes autores aos 620 dias após o plantio. Dubeux Júnior et al. (2010), avaliando adubação potássica e fosfatada em clone IPA-20, encontraram teor médio de N em plantas com 180 dias após o plantio de 20,62 g kg⁻¹. No entanto, o estudo conduzido por estes autores foi realizado em casa de vegetação e as plantas colhidas com menor idade em relação às deste estudo. Dubeux

Júnior et al. (2006) observaram que o teor de N nos cladódios variou entre 6,7 e 13,9 g kg⁻¹, em diferentes locais de Pernambuco e doses de N.

3.8. Teor de fósforo

Para o teor de P na planta houve interação entre frequência de colheita e intensidade de corte. Com a colheita bienal e preservação dos cladódios primários, o teor de P na planta foi significativamente inferior que as demais combinações entre frequência de colheita e intensidade de corte (Tabela 5). O teor de fósforo observado nas plantas foi semelhante ao observado por Dubeux Júnior et al. (2010), que obtiveram teor de P médio de 4,75 g kg⁻¹.

Tabela 4. Teor de P na palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) conforme frequência de colheita e intensidade de corte.

Frequência de colheita	Intensidade de corte (cladódio preservado)		Nível de P*
	Primário	Secundário	
	g kg ⁻¹		
Anual	4,62	4,25	0,27
Bienal	3,99	4,32	0,35
Nível de P	0,015	0,99	-

*Comparação pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Santos et al. (2006) observaram uma extração média de 15 kg de P ha⁻¹ colheita⁻¹, podendo alcançar 60 kg de P ha⁻¹ colheita⁻¹, se for considerado apenas os tratamentos de elevada produtividade. Menezes et al. (2005) observaram que o acúmulo médio de P na palma forrageira em 50 propriedades da região semiárida do Brasil foi de 28 kg ha⁻¹,

chegando a 107 kg ha^{-1} nos campos de maior produtividade e relataram que 11 mg dm^{-3} de P no solo é considerado nível crítico, o que foi confirmado por Dubeux Júnior et al. (2006), concluindo que a adubação fosfatada somente aumentou a produtividade do clone IPA-20 quando o teor de P no solo foi inferior a 10 mg kg^{-1} . O teor de P observado foi superior ao encontrado por Silva et al. (2012), que obtiveram média de 0,8 e $1,2 \text{ g kg}^{-1}$, para a colheita aos 390 e 620 dias após o plantio, respectivamente.

3.9. Teor de potássio

O teor de K foi influenciado pela interação entre densidades de plantas e frequências de colheita e entre frequências de colheita e intensidades de corte. Com a colheita anual, o teor de K reduziu de forma quadrática com o aumento na densidade de plantas, havendo ponto de mínima com 52.084 plantas por hectare. Nesta densidade de plantas foi observado teor de K na planta de $61,38 \text{ g kg}^{-1}$ (Figura 10).

Provavelmente, o aumento no teor de K da planta após o ponto de máxima redução ocorreu pelo menor desenvolvimento das plantas em virtude da maior densidade de planta. Com relação à interação entre frequências de colheita e intensidades de corte, observou-se que com a colheita anual não houve efeito da intensidade de corte. No entanto, com a colheita bienal, o teor de K foi superior com a preservação dos cladódios primários (Tabela 5).

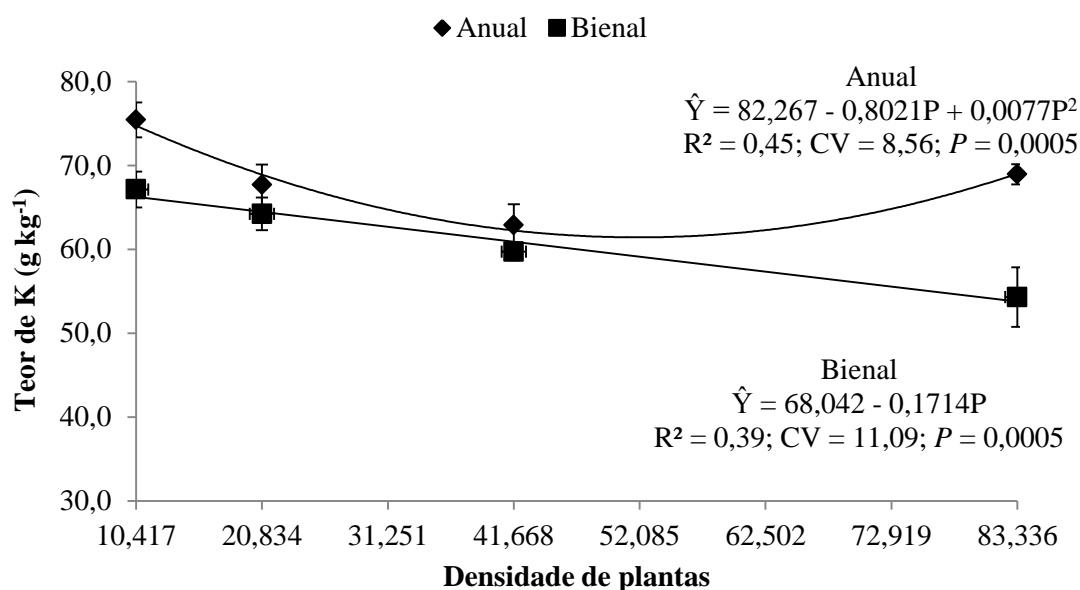


Figura 10. Teor de potássio na palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme densidades de plantas e frequência de colheita. As barras indicam erro padrão.

Tabela 5. Teor de K na palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme frequência de colheita e intensidade de corte.

Frequência de colheita	Intensidade de corte (cladódio preservado)		Nível de P*
	Primário	Secundário	
	g kg ⁻¹		
Anual	68,59	68,88	0,9988
Bienal	64,88	58,54	0,0371
Nível de P	0,1336	< 0,0001	

*Comparação pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Com a preservação dos cladódios primários, não houve efeito da frequência de colheita no teor de K da palma, porém, com a preservação dos cladódios secundários na colheita anual a planta teve maior teor de K que com a colheita bienal.

4. CONCLUSÕES

A maior densidade de plantas favorece a produtividade e o índice de área de cladódios da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) e reduz o número de cladódios por planta, altura de plantas, largura de plantas e os teores de potássio. O teor de nitrogênio é maior nas plantas com colheita anual. Os teores de potássio e fósforo são maiores com a colheita anual e preservação dos cladódios primários. Recomenda-se a utilização de uma densidade populacional de 83.333 plantas ha⁻¹, com colheita bienal, e preservação dos cladódios primários.

5. REFERÊNCIAS

- Atti, N., Mahouachi, M., Rouissi, H. 2006. The effect of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica f. inermis*) supplementation on growth, carcass, meat quality and fatty acid composition of male goat kids. *Meat Science* 73, 229–235.
- Ben Salem, H.A., Nefzaoui, B.S.L. 2002. Supplementing spineless cactus (*Opuntia ficus indica f. inermis*) based diets with urea treated straw or oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L). Effects on intake, digestion and sheep growth. *Journal of Agricultural Science* 138, 85–92.
- Bezerra Neto, E., Barreto, L.P. 2011. Análises Químicas e Bioquímicas em plantas. Editora Universitária da UFRPE. 267p.
- Donato, P.E.R., Pires, A.J.V., Donato, S.L.R., Bonomo, P., Silva, J.A., Aquino, A.A. 2014. Morfometria e rendimento da palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 9, 151-158.
- Dubeux Júnior, J.C.B., Araújo Filho, J.T., Santos, M.V.F., Lira, M.A., Santos, D.C., Pessoa, R.A.S. 2010. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira clone IPA- 20. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 5 (1), 129-135.
- Dubeux Júnior, J.C.B., Santos, M.V.F. 2005. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: Menezes, R.S.C., Simões, D.A., Sampaio, E.V.S.B. (Org.). *A palma no Nordeste do Brasil - conhecimento atual e novas perspectivas de uso*. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 105-128.
- Dubeux Júnior, J.C.B., Santos, M.V.F., Cavalcante, M., Santos, D.C. 2012. Potencial da palma forrageira na América do Sul. In: *Proceedings of the Second Meeting for the Integral Use of Cactus Pear and Other Cacti and 1st South American Meeting of the FAO-ICARDA CACTUSNET*. Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina, pp. 29-40.
- Dubeux Júnior, J.C.B., Santos, M.V.F., Lira, M.A., Santos, D.C., Farias, I., Lima, L.E., Ferreira, R.L.C. 2006. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. *Journal of Arid Environments* 67, 357-372.
- Farias, I., Lira, M.A., Santos, D.C., Tavares Filho, J.J., Santos, M.V.F., Fernandes, A.P.M., Santos, V.F. 2000. Manejo de colheita e espaçamento da palma-forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no agreste de Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35 (2), 341-347.
- INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO, 2012. Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro. Campina Grande, Insa, 103p.

- Lara, F.M. 1991. Princípios de resistência de plantas a insetos. 2. ed. São Paulo, Ícone. 336p.
- Le Houérou, H.N. 1996. The role of cacti (*Opuntia* spp.) in erosion control, and reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean Basin. *Journal of Arid Environments* 33, p.135–159.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas. 2ª ed. Piracicaba, Potafós. 319p.
- Menezes, R.S.C., Sampaio, E.V.S.B., Salcedo, I.H., Souza, F. J. 2005. Produtividade da palma em propriedades rurais. Menezes, R.S.C., Simões, D.A., Sampaio, E.V.S.B., A palma no Nordeste do Brasil – Conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFRPE, v. único, p.129 - 142.
- Nobel, P.S. 1983. Nutrients levels in cacti-relation to nocturnal acid accumulation and growth. *American Journal of Botany* 70, p.1244-1253.
- Nobel, P.S. 1995. Environmental biology In: Barbera, G., Inglese, P., Pimienta-Barrios, E., (Ed.) *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear*. Rome: FAO, 36-48.
- Nobel, P.S., Bobich, E.G. 2002. Environmental biology. In: Nobel, P.S. (Ed.), *Cacti: Biology and Uses*. University of California Press, California, pp.57-74.
- Santos, D.C., Santos, M.V.F., Farias, I., Dias, F.M., Lira, M.A. 2001. Desempenho produtivo de vacas 5/8 Holando/Zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*). *Revista Brasileira de Zootecnia* 30 (1), 12-17.
- Santos, M.V.F., Dubeux, Júnior, J.C.B., Melo, J.N., Santos, D.C., Farias, I., Lira, M.A. 2006. Fertilization and plant population density effects on the productivity of *Opuntia ficus-indica* in Northeast Brazil. *Acta Horticulturae* 728, p.189-192.
- SAS Institute Inc. 2001. SAS Statistics User's Guide. Version 8.2. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Silva, J.A., Bonomo, P., Donato, S.L.R. 2012. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 7, p.866-875.
- Silva, N.G.M. 2012. Produtividade morfometria e acúmulo de nutrientes da palma forrageira sob doses de adubação orgânica e densidade de plantio. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012. 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Silva, N.G.M., Lira, M.A., Santos, M.V.F., Dubeux Júnior, J.C.B., Mello, A.C.L., Silva, M.C. 2010. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma-forrageira. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39, p.2389-2397.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As práticas de manejo utilizadas influenciam na produtividade e composição da palma forrageira. A adubação orgânica aumenta a produtividade da palma forrageira cv. Miúda, com melhor resposta em níveis variando entre 28 e 30 t de MO ha⁻¹ ano⁻¹. Apesar das plantas colhidas a cada ano apresentar composição mineral superior que as oriundas de colheitas bienais,

A maior densidade de plantas favorece a produtividade e o índice de área de cladódios da palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) e reduz o número de cladódios por planta, altura de plantas, largura de plantas e os teores de potássio. O teor de nitrogênio é maior nas plantas colhidas anualmente. Os teores de potássio e fósforo são maiores com a colheita anual e preservação dos cladódios primários.

Apesar de redução no número de cladódios, altura de plantas, largura de plantas e teor de potássio, recomenda-se a utilização de uma densidade populacional de 83.333 plantas ha⁻¹, com colheita bienal, e preservação dos cladódios primários, pela maior produtividade por área.

APÊNDICE

Tabela 1. Dados das características produtivas, de crescimento e composição mineral de palma forrageira palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme níveis de matéria orgânica, adubação nitrogenada e frequências de colheita.

MO	N	Colheita	Bloco	PMS	NC	IAC	Altura	Mortas	N	P	K	S
t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	ano		t . ha ⁻¹	um		cm	um	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
0	0	Anual	1	8,8	8,6	1,1	26,3	12,0	10,5	1,3	27,5	1,5
0	0	Anual	2	7,1	3,9	0,7	26,0	7,0	11,0	2,1	17,1	0,5
0	0	Anual	3	8,8	5,5	0,8	30,3	9,0	10,9	1,4	27,7	0,9
0	0	Anual	4	9,0	7,5	1,0	28,0	12,0	11,0	1,4	34,4	1,1
0	0	Bienal	1	8,6	7,0	1,7	39,0	13,0	10,8	1,4	14,6	1,3
0	0	Bienal	2	7,9	7,0	1,4	39,3	18,0	11,0	1,2	10,3	0,5
0	0	Bienal	3	9,9	7,5	1,7	37,0	16,0	8,2	1,8	16,7	0,7
0	0	Bienal	4	7,5	16,0	1,0	41,7	11,0	12,0	0,7	7,1	0,9
0	120	Anual	1	12,1	12,3	1,4	31,0	14,0	12,2	1,5	19,3	0,9
0	120	Anual	2	12,5	11,6	1,4	29,7	14,0	12,4	2,8	28,5	0,7
0	120	Anual	3	8,3	4,7	1,1	28,7	12,0	12,8	1,9	22,8	0,5
0	120	Anual	4	7,5	6,1	0,9	29,7	12,0	12,4	1,1	19,5	0,9
0	120	Bienal	1	8,9	19,5	1,6	45,7	5,0	10,5	1,4	18,9	0,9
0	120	Bienal	2	10,8	12,0	3,6	42,3	18,0	10,0	0,9	6,3	0,7
0	120	Bienal	3	4,6	5,0	1,2	40,3	8,0	8,7	1,0	7,3	0,7
0	120	Bienal	4	9,0	12,7	1,0	29,7	10,0	10,0	2,4	29,5	1,3

Continua...

MO	N	Colheita	Bloco	PMS	NC	IAC	Altura	Mortas	N	P	K	S
t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	ano		t ha ⁻¹	um		cm	um	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
0	240	Anual	1	9,5	12,0	1,8	30,3	13,0	14,0	1,6	25,6	0,9
0	240	Anual	2	11,5	9,7	1,1	30,0	13,0	12,5	1,8	28,1	0,9
0	240	Anual	3	15,9	9,8	1,7	31,3	4,0	14,7	2,0	14,6	0,7
0	240	Anual	4	9,6	8,4	1,1	30,0	11,0	13,0	1,9	38,7	1,1
0	240	Bienal	1	9,5	14,0	1,8	40,0	13,0	11,0	1,8	13,0	0,9
0	240	Bienal	2	15,3	12,0	2,7	45,0	19,0	11,7	1,7	13,6	0,7
0	240	Bienal	3	8,8	10,0	1,8	36,7	11,0	12,0	1,2	37,9	1,3
0	240	Bienal	4	11,3	16,7	0,8	40,7	3,0	12,1	1,6	83,5	1,3
0	360	Anual	1	12,3	12,9	1,5	30,3	17,0	13,6	0,8	25,8	1,1
0	360	Anual	2	10,0	5,3	1,1	30,7	6,0	11,5	2,2	28,5	0,9
0	360	Anual	3	16,3	5,3	1,1	30,0	11,0	13,0	1,8	17,9	0,5
0	360	Anual	4	8,9	6,0	0,9	28,0	11,0	12,5	1,4	25,2	1,1
0	360	Bienal	1	10,0	16,5	2,2	35,0	11,0	11,0	1,3	6,5	1,3
0	360	Bienal	2	8,0	8,5	1,9	40,0	8,0	12,9	1,1	11,2	0,5
0	360	Bienal	3	3,7	9,0	2,1	34,0	4,0	10,9	1,7	14,6	0,7
0	360	Bienal	4	7,2	15,7	1,4	41,7	9,0	9,7	1,9	19,5	1,1
10	0	Anual	1	17,4	16,3	2,0	37,0	3,0	18,5	2,4	43,2	1,9
10	0	Anual	2	24,9	17,2	5,1	48,7	8,0	17,6	2,2	35,6	0,7

MO	N	Colheita	Bloco	PMS	NC	IAC	Altura	Mortas	N	P	K	S
t ha ⁻¹	g kg ⁻¹	ano		t ha ⁻¹	um		cm	um	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
10	0	Anual	3	22,1	13,0	1,5	42,7	8,0	8,9	2,0	32,6	0,5
10	0	Anual	4	29,4	15,3	2,5	42,0	5,0	14,2	2,2	48,9	1,5
10	0	Bienal	1	26,0	30,5	5,3	52,0	10,0	13,0	1,5	32,0	0,9
10	0	Bienal	2	12,3	17,51	1,6	44,3	10,0	8,3	2,3	38,8	0,5
10	0	Bienal	3	36,3	29,5	4,0	61,0	6,0	10,9	2,5	23,8	0,7
10	0	Bienal	4	29,4	29,0	6,9	65,0	6,0	11,0	2,9	40,3	1,3
10	120	Anual	1	22,0	19,5	1,8	39,3	7,0	10,5	2,4	35,8	1,5
10	120	Anual	2	37,6	24,6	4,7	53,3	16,0	16,5	2,2	26,6	0,5
10	120	Anual	3	25,1	14,8	1,8	40,3	4,0	12,0	2,8	35,8	0,5
10	120	Anual	4	25,0	17,8	3,5	48,0	5,0	17,6	2,3	42,8	1,5
10	120	Bienal	1	27,0	49,5	8,6	70,7	12,0	8,9	1,8	22,2	1,3
10	120	Bienal	2	10,5	18,0	1,5	42,3	7,0	15,7	3,1	54,0	1,1
10	120	Bienal	3	25,0	26,0	4,3	60,3	2,0	12,0	3,0	21,4	0,5
10	120	Bienal	4	20,9	38,0	5,4	65,7	7,0	12,0	2,9	38,5	0,9
10	240	Anual	1	19,1	14,7	2,9	38,0	8,0	15,0	2,5	41,1	0,7
10	240	Anual	2	24,9	18,0	5,2	54,7	6,0	0,0	2,9	21,3	0,5
10	240	Anual	3	23,7	22,6	2,6	44,7	7,0	22,7	2,9	55,8	0,9
10	240	Anual	4	25,2	12,3	3,2	44,0	3,0	17,9	2,3	37,2	1,1

Continua...

MO	N	Colheita	Bloco	PMS	NC	IAC	Altura	Mortas	N	P	K	S
t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	ano		t ha ⁻¹	um		cm	um	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
10	240	Bienal	1	39,1	17,5	4,5	63,3	9,0	9,3	2,9	60,9	0,9
10	240	Bienal	2	11,1	15,5	2,5	48,3	8,0	12,5	2,7	49,7	0,9
10	240	Bienal	3	36,5	31,5	4,7	68,7	3,0	18,0	3,0	16,5	0,9
10	240	Bienal	4	30,6	32,0	4,4	56,0	6,0	15,3	2,4	17,7	0,7
10	360	Anual	1	16,7	17,2	2,3	40,7	7,0	24,5	2,3	40,9	0,9
10	360	Anual	2	27,2	27,3	4,2	59,0	15,0	13,5	3,2	37,2	0,7
10	360	Anual	3	24,3	15,3	1,9	40,7	4,0	10,9	2,0	31,3	0,7
10	360	Anual	4	33,0	12,7	2,7	44,0	6,0	16,8	2,2	55,2	1,5
10	360	Bienal	1	31,1	42,5	4,5	55,7	19,0	16,3	2,4	24,0	0,9
10	360	Bienal	2	13,5	16,0	2,1	48,3	6,0	11,0	2,0	45,2	0,5
10	360	Bienal	3	19,1	18,5	4,9	51,3	5,0	12,2	1,7	19,5	0,5
10	360	Bienal	4	28,6	34,7	2,0	58,0	5,0	11,5	2,1	20,7	0,9
20	0	Anual	1	22,5	12,0	2,5	39,0	18,0	16,7	2,5	51,9	0,7
20	0	Anual	2	40,5	20,2	3,0	48,0	10,0	18,4	2,9	68,6	0,7
20	0	Anual	3	34,8	16,0	2,4	50,0	9,0	15,6	2,6	66,0	1,1
20	0	Anual	4	29,3	18,2	5,2	47,7	6,0	18,7	3,2	64,6	1,3
20	0	Bienal	1	26,3	29,0	4,6	54,0	5,0	15,0	2,0	45,2	1,9
20	0	Bienal	2	33,3	24,5	4,4	50,0	8,0	13,0	4,8	56,2	0,9

Continua...

MO	N	Colheita	Bloco	PMS	NC	IAC	Altura	Mortas	N	P	K	S
t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	ano		t ha ⁻¹	um		cm	um	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
20	0	Bienal	3	33,5	30,0	4,2	60,3	5,0	15,0	4,4	55,0	0,7
20	0	Bienal	4	24,3	31,3	3,4	54,3	6,0	16,0	2,5	34,0	0,7
20	120	Anual	1	20,4	19,1	2,9	37,0	11,0	20,3	2,2	44,4	0,7
20	120	Anual	2	35,8	19,5	3,8	47,0	10,0	10,6	2,0	46,0	1,1
20	120	Anual	3	32,0	19,7	2,7	55,0	6,0	19,0	2,4	43,2	0,7
20	120	Anual	4	34,4	20,0	3,4	50,0	2,0	16,0	2,5	46,6	1,1
20	120	Bienal	1	23,8	29,5	4,5	50,7	6,0	10,2	3,0	31,3	0,7
20	120	Bienal	2	33,0	32,5	6,6	55,0	10,0	16,3	3,8	37,2	0,7
20	120	Bienal	3	45,4	36,5	8,4	71,0	2,0	9,7	2,9	31,5	0,9
20	120	Bienal	4	32,3	33,5	8,4	63,3	4,0	12,0	2,8	42,5	1,1
20	240	Anual	1	22,7	15,0	2,7	41,3	10,0	10,5	2,2	55,2	0,7
20	240	Anual	2	37,3	16,8	3,4	54,7	10,0	20,1	2,7	77,6	0,7
20	240	Anual	3	31,3	17,3	2,9	43,7	10,0	20,4	3,0	57,0	0,9
20	240	Anual	4	39,0	21,0	4,3	52,3	2,0	16,3	4,2	73,9	1,3
20	240	Bienal	1	28,9	42,0	3,8	56,7	8,0	14,7	2,4	23,8	0,7
20	240	Bienal	2	39,6	29,5	6,7	59,0	8,0	14,0	2,9	31,3	1,1
20	240	Bienal	3	28,3	27,5	4,2	57,3	4,0	13,0	2,5	30,3	0,9
20	240	Bienal	4	43,7	45,5	6,3	62,7	5,0	12,8	2,2	31,7	1,1

MO	N	Colheita	Bloco	PMS	NC	IAC	Altura	Mortas	N	P	K	S
t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	ano		t ha ⁻¹	um		cm	um	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
20	360	Anual	1	24,4	22,5	2,6	40,3	8,0	20,6	2,9	48,1	0,7
20	360	Anual	2	37,9	20,7	4,5	50,3	11,0	20,2	2,5	71,3	0,9
20	360	Anual	3	31,6	28,0	3,2	47,3	3,0	0,0	2,6	55,4	0,9
20	360	Anual	4	39,4	14,5	3,1	51,3	2,0	19,7	2,6	47,8	1,1
20	360	Bienal	1	28,0	31,0	3,6	56,0	8,0	12,8	2,2	27,1	0,7
20	360	Bienal	2	35,8	36,5	6,8	63,7	9,0	17,5	2,9	31,9	0,7
20	360	Bienal	3	46,1	36,5	5,5	66,0	2,0	15,0	2,9	30,1	0,7
20	360	Bienal	4	36,4	40,7	4,3	63,3	6,0	10,0	2,7	27,9	0,9
30	0	Anual	1	31,0	15,8	3,5	49,3	6,0	17,5	2,2	59,9	0,9
30	0	Anual	2	39,9	19,4	3,6	51,0	15,0	16,3	2,9	48,9	0,9
30	0	Anual	3	39,4	17,6	3,0	50,7	5,0	14,7	3,1	64,8	0,5
30	0	Anual	4	40,6	21,3	5,3	59,7	9,0	19,5	2,4	70,7	1,3
30	0	Bienal	1	32,0	27,5	5,0	62,7	14,0	15,0	2,5	28,1	1,1
30	0	Bienal	2	43,6	22,0	9,9	56,7	13,0	17,6	5,0	52,9	0,7
30	0	Bienal	3	43,8	43,5	3,9	63,3	11,0	15,0	4,0	42,8	0,7
30	0	Bienal	4	51,8	41,7	7,0	72,7	7,0	16,8	4,1	56,6	1,1
30	120	Anual	1	42,8	22,2	3,6	48,3	7,0	19,6	2,7	50,1	0,7
30	120	Anual	2	51,9	19,9	3,5	55,3	8,0	21,6	3,9	92,7	0,9

Continua...

MO	N	Colheita	Bloco	PMS	NC	IAC	Altura	Mortas	N	P	K	S
t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	ano		t ha ⁻¹	um		cm	um	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
30	120	Anual	3	35,9	17,4	3,1	45,3	10,0	18,4	3,5	51,5	0,7
30	120	Anual	4	47,2	22,8	3,4	58,0	5,0	7,0	3,1	102,3	1,3
30	120	Bienal	1	37,6	31,0	5,9	64,3	8,0	15,0	3,2	26,9	0,7
30	120	Bienal	2	62,1	21,5	9,8	77,7	9,0	17,9	3,8	55,2	0,9
30	120	Bienal	3	39,6	32,5	5,8	60,0	9,0	17,6	3,0	36,6	0,9
30	120	Bienal	4	37,2	47,0	6,5	68,0	11,0	14,2	2,9	47,4	1,1
30	240	Anual	1	40,4	23,0	3,6	53,3	13,0	17,6	2,9	56,6	0,9
30	240	Anual	2	40,9	22,7	2,7	51,0	6,0	17,5	3,7	57,2	0,7
30	240	Anual	3	38,5	22,4	3,9	49,3	4,0	17,5	3,0	115,3	1,9
30	240	Anual	4	39,7	19,3	3,3	50,0	2,0	18,7	2,2	47,2	0,9
30	240	Bienal	1	26,0	49,0	3,5	54,3	12,0	9,7	2,9	35,6	0,7
30	240	Bienal	2	42,0	35,5	11,2	72,0	10,0	15,9	4,6	45,2	0,7
30	240	Bienal	3	27,4	47,0	6,1	63,0	15,0	12,2	4,3	40,5	0,5
30	240	Bienal	4	49,8	38,7	2,6	74,3	12,0	15,0	3,0	42,5	1,1
30	360	Anual	1	30,5	17,9	3,9	38,0	15,0	20,9	2,8	56,6	0,7
30	360	Anual	2	38,8	16,8	5,2	48,3	10,0	21,0	3,9	75,4	0,9
30	360	Anual	3	38,6	20,7	4,2	47,7	11,0	17,1	3,2	47,8	1,1
30	360	Anual	4	46,2	24,2	3,8	62,3	4,0	15,9	2,4	59,5	0,9

MO	N	Colheita	Bloco	PMS	NC	IAC	Altura	Mortas	N	P	K	S
t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	ano		t ha ⁻¹	um		cm	um	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
30	360	Bienal	1	34,8	39,5	4,3	65,3	6,0	13,4	2,0	20,1	0,7
30	360	Bienal	2	58,4	31,5	6,9	72,7	14,0	19,5	4,1	35,4	0,5
30	360	Bienal	3	37,7	34,5	5,1	65,7	14,0	11,3	3,8	36,8	0,7
30	360	Bienal	4	51,8	48,0	5,0	68,7	12,0	18,7	3,0	38,7	1,1

Tabela 2. Dados das características produtivas, de crescimento e composição mineral de palma forrageira palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), conforme densidades de plantas, frequências de colheita e intensidade de corte.

Densidade	Colheita	Intensidade	Bloco	PMS	NC	IAC	Altura	Largura	N	P	K
				t ha ⁻¹	um		cm	cm		g kg ⁻¹	
10.417	Anual	Primário	1	14,7	64,0	1,9	62,3	125,0	15,0	4,6	75,5
10.417	Anual	Primário	2	13,8	69,0	2,0	69,0	122,3	12,5	4,9	71,2
10.417	Anual	Primário	3	15,5	68,0	2,1	63,3	121,7	15,5	4,8	73,4
10.417	Anual	Primário	4	11,7	64,0	2,0	74,3	96,7	14,0	5,4	86,4
10.417	Anual	Secundário	1	11,1	66,0	2,1	68,0	105,0	12,0	3,7	79,5
10.417	Anual	Secundário	2	12,2	67,0	2,6	76,0	115,0	14,5	5,1	71,4
10.417	Anual	Secundário	3	17,2	68,0	2,2	73,0	121,0	13,0	5,0	67,9
10.417	Anual	Secundário	4	11,1	66,5	1,9	73,7	115,0	15,0	5,8	78,3
10.417	Bienal	Primário	1	20,5	83,0	2,6	67,3	122,7	11,0	3,0	60,5
10.417	Bienal	Primário	2	23,2	78,1	3,0	75,3	136,7	12,7	3,8	66,5

Continua...

Densidade	Colheita	Intensidade	Bloco	PMS	NC	IAC	Altura	Largura	N	P	K
				t ha ⁻¹	um		cm	cm		g kg ⁻¹	
10.417	Bienal	Primário	3	25,9	97,5	3,0	74,0	130,7	13,0	4,3	76,0
10.417	Bienal	Primário	4	22,1	82,0	2,6	73,0	126,7	13,0	4,0	73,2
10.417	Bienal	Secundário	1	13,0	88,5	2,7	63,7	125,0	12,0	4,4	65,1
10.417	Bienal	Secundário	2	13,6	94,5	3,2	84,7	121,0	10,0	3,8	60,1
10.417	Bienal	Secundário	3	14,2	91,5	2,9	80,0	121,7	13,0	4,8	63,3
10.417	Bienal	Secundário	4	15,8	98,0	2,5	75,3	120,3	13,0	4,8	72,4
20.833	Anual	Primário	1	15,2	41,0	2,4	54,7	98,3	15,0	5,3	62,3
20.833	Anual	Primário	2	17,2	43,0	2,9	60,3	100,9	12,5	4,5	62,1
20.833	Anual	Primário	3	16,9	45,0	2,2	66,0	98,3	15,0	4,5	72,2
20.833	Anual	Primário	4	18,3	43,0	2,7	61,7	90,0	14,5	5,0	71,8
20.833	Anual	Secundário	1	17,6	64,0	4,8	68,7	113,0	14,5	4,0	78,1
20.833	Anual	Secundário	2	15,5	56,5	3,6	60,3	107,3	13,0	4,6	62,7
20.833	Anual	Secundário	3	10,4	63,5	3,9	71,0	114,3	13,0	3,8	59,4
20.833	Anual	Secundário	4	15,7	61,0	4,1	68,3	123,3	12,5	5,4	72,8
20.833	Bienal	Primário	1	25,3	61,5	4,4	69,0	103,3	9,5	3,9	76,4
20.833	Bienal	Primário	2	29,8	59,0	5,2	62,3	108,0	10,0	4,6	63,8
20.833	Bienal	Primário	3	26,0	43,5	2,5	75,7	113,3	11,0	3,8	66,9
20.833	Bienal	Primário	4	28,6	55,0	4,3	63,0	98,3	10,0	4,6	60,6
20.833	Bienal	Secundário	1	16,3	56,0	4,5	68,3	105,7	13,0	3,1	59,3
20.833	Bienal	Secundário	2	13,5	55,0	5,2	70,7	106,3	12,0	4,7	61,5
20.833	Bienal	Secundário	3	13,0	49,5	3,0	71,7	112,3	14,0	6,1	64,5
20.833	Bienal	Secundário	4	12,5	59,5	3,3	57,7	97,0	11,0	6,0	60,7

Densidade	Colheita	Intensidade	Bloco	PMS	NC	IAC	Altura	Largura	N	P	K
				t ha ⁻¹	um		cm	cm		g kg ⁻¹	
41.667	Anual	Primário	1	26,9	33,0	2,2	56,3	79,0	13,0	4,4	59,0
41.667	Anual	Primário	2	35,1	30,0	5,7	59,3	96,3	10,5	4,1	66,9
41.667	Anual	Primário	3	22,6	34,5	3,6	55,0	87,7	11,5	4,5	50,5
41.667	Anual	Primário	4	32,3	34,0	5,3	62,3	101,0	13,0	4,6	67,7
41.667	Anual	Secundário	1	12,7	35,5	4,0	59,3	104,3	13,5	3,2	56,2
41.667	Anual	Secundário	2	18,4	58,0	6,9	63,3	90,3	12,5	3,2	62,9
41.667	Anual	Secundário	3	17,8	49,0	4,2	58,0	106,3	12,0	4,8	71,2
41.667	Anual	Secundário	4	18,2	54,5	5,0	65,0	100,7	13,5	3,8	68,6
41.667	Bienal	Primário	1	28,9	35,0	3,8	57,7	101,7	11,0	3,0	62,3
41.667	Bienal	Primário	2	35,6	43,0	4,8	62,0	105,7	12,0	3,0	59,6
41.667	Bienal	Primário	3	28,4	40,5	4,4	58,7	96,3	11,0	4,8	54,4
41.667	Bienal	Primário	4	28,6	40,0	6,1	62,7	107,3	12,0	4,4	62,1
41.667	Bienal	Secundário	1	16,7	49,0	4,0	62,3	100,7	12,0	3,1	59,8
41.667	Bienal	Secundário	2	17,0	47,0	4,7	62,0	86,3	11,0	3,1	62,9
41.667	Bienal	Secundário	3	18,0	58,0	6,4	57,0	105,0	11,0	4,7	56,8
41.667	Bienal	Secundário	4	18,8	43,0	5,8	73,0	108,0	12,0	3,8	59,8
83.333	Anual	Primário	1	41,9	26,5	6,1	63,7	112,7	13,0	4,4	69,6
83.333	Anual	Primário	2	30,2	18,5	4,0	51,3	80,0	14,5	3,2	71,0
83.333	Anual	Primário	3	44,7	25,0	5,4	53,7	78,7	13,5	5,0	70,6
83.333	Anual	Primário	4	42,6	29,0	6,1	54,7	89,7	12,5	4,7	67,3
83.333	Anual	Secundário	1	17,9	25,0	4,2	58,3	90,3	12,2	4,5	71,8
83.333	Anual	Secundário	2	23,5	24,0	4,9	58,3	93,3	12,5	3,5	71,4

Densidade	Colheita	Intensidade	Bloco	PMS	NC	IAC	Altura	Largura	N	P	K
				t ha ⁻¹	um		cm	cm		g kg ⁻¹	
83.333	Anual	Secundário	3	20,9	27,0	5,0	56,0	96,7	13,0	3,4	68,3
83.333	Anual	Secundário	4	18,8	32,0	5,9	60,7	81,0	13,0	4,3	61,5
83.333	Bienal	Primário	1	41,7	34,5	7,6	56,0	101,3	12,0	5,0	67,5
83.333	Bienal	Primário	2	48,8	33,0	7,6	66,3	107,3	12,0	4,0	60,7
83.333	Bienal	Primário	3	48,7	35,5	7,5	55,0	108,3	10,0	3,9	69,6
83.333	Bienal	Primário	4	47,5	29,5	7,3	62,3	104,0	10,0	3,8	46,3
83.333	Bienal	Secundário	1	29,1	36,0	5,1	60,7	95,0	10,3	4,3	47,6
83.333	Bienal	Secundário	2	20,4	34,0	7,9	60,0	103,0	10,5	4,2	49,7
83.333	Bienal	Secundário	3	55,1	38,0	6,9	67,7	96,3	10,3	3,8	45,5
83.333	Bienal	Secundário	4	31,2	35,5	7,8	58,3	107,0	11,5	4,6	47,5

Tabela 3. Dados das características químicas do solo da área experimental antes da aplicação dos tratamentos.

MO	N	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
				cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³				%					
0	0	1	5,3	0,2	2,8	0,3	28,0	45,4	0,1	7,7	60,2	0,1	0,1	1,8	3,4	5,3	63,9	1,1	2,9	1,7
0	0	2	4,7	0,2	1,8	0,3	4,0	34,7	0,0	7,1	46,7	0,0	0,2	2,9	2,3	5,4	42,4	1,2	8,1	2,0
0	0	3	4,7	0,1	0,9	0,3	1,0	39,3	0,0	8,0	36,8	0,0	0,4	1,7	1,3	3,4	38,7	0,8	23,2	1,4
0	0	4	4,9	0,2	2,6	0,5	27,0	47,2	0,1	17,5	65,0	0,1	0,2	2,4	3,4	6,0	56,6	1,2	5,6	2,1

Continua...

MO	N	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
			cmolc dm ⁻³				Mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³				%					
0	120	1	5,3	0,3	3,3	0,8	37,0	41,3	0,1	8,1	76,6	0,1	0,1	2,1	4,5	6,7	67,1	1,3	2,2	2,3
0	120	2	4,3	0,3	3,1	0,5	9,0	45,4	0,1	4,1	82,6	0,0	0,2	3,1	3,9	7,2	54,1	1,5	4,9	2,6
0	120	3	4,6	0,1	0,8	0,3	2,0	38,1	0,0	9,4	33,8	0,0	0,3	2,3	1,2	3,8	31,9	1,0	19,8	1,8
0	120	4	4,4	0,2	1,6	0,3	6,0	48,8	0,0	8,7	58,1	0,1	0,4	2,6	2,2	5,2	42,0	0,9	15,6	1,5
0	240	1	4,7	0,2	1,8	0,3	16,0	51,5	0,1	5,6	60,6	0,1	0,2	2,0	2,3	4,5	51,4	1,0	7,9	2,0
0	240	2	4,8	0,2	2,3	0,3	3,0	43,2	0,0	2,6	54,2	0,1	0,1	2,6	2,8	5,5	51,3	1,3	3,4	2,3
0	240	3	4,5	0,1	0,9	0,3	2,0	41,3	0,0	8,3	24,9	0,0	0,3	2,3	1,3	3,9	33,7	1,1	18,5	1,9
0	240	4	4,5	0,2	1,8	0,3	12,0	43,6	0,0	17,4	60,1	0,1	0,3	2,5	2,4	5,2	45,9	1,1	11,2	1,9
0	360	1	5,1	0,3	2,3	0,3	22,0	43,3	0,1	15,0	58,6	0,1	0,1	2,2	3,0	5,3	56,3	1,1	3,3	1,7
0	360	2	4,7	0,2	2,7	0,2	20,0	36,8	0,1	7,2	89,3	0,1	0,2	2,7	3,1	6,0	51,8	1,3	6,0	2,3
0	360	3	4,5	0,1	0,9	0,3	2,0	40,8	0,1	7,7	30,7	0,0	0,3	1,9	1,3	3,5	37,2	1,0	18,7	1,8
0	360	4	4,5	0,2	1,4	0,3	8,0	54,2	0,0	14,2	59,0	0,1	0,3	2,6	2,0	4,9	40,6	1,1	13,1	1,9
10	0	1	4,9	0,3	2,8	0,3	5,0	48,8	0,0	5,6	84,5	0,1	0,2	2,7	3,5	6,4	54,4	1,4	5,5	2,4
10	0	2	4,8	0,2	2,3	0,3	4,0	51,0	0,1	10,3	80,9	0,0	0,1	2,3	2,8	5,2	54,1	1,2	3,4	2,0
10	0	3	5,0	0,1	1,9	0,5	3,0	50,9	0,0	8,9	122,2	0,0	0,2	2,7	2,5	5,4	46,7	1,3	7,3	2,2
10	0	4	4,9	0,2	2,0	0,3	27,0	50,7	0,1	13,4	65,2	0,0	0,2	2,2	2,6	5,0	51,7	1,1	7,2	1,8
10	120	1	4,9	0,3	3,4	0,7	8,0	52,6	0,1	17,0	80,8	0,1	0,1	2,8	4,4	7,3	60,4	1,3	2,2	2,2
10	120	2	4,8	0,2	2,8	0,3	4,0	40,9	0,2	5,9	90,1	0,0	0,2	2,5	3,3	6,0	55,0	1,3	5,7	2,2
10	120	3	4,7	0,1	1,5	0,3	2,0	53,2	0,1	23,5	93,7	0,0	0,3	2,8	1,9	5,0	38,5	1,1	13,4	1,9
10	120	4	5,0	0,1	2,5	0,4	13,0	34,0	0,2	17,4	43,9	0,1	0,0	2,3	3,1	5,5	56,4	1,0	3,1	1,7
10	240	1	4,5	0,2	2,1	0,2	4,0	64,1	0,1	8,2	93,1	0,1	0,3	3,1	2,6	6,0	43,4	1,2	10,3	2,1
10	240	2	4,9	0,2	2,4	1,2	5,0	52,4	0,1	17,0	85,3	0,0	0,2	3,0	3,9	7,1	54,7	1,3	4,9	2,3

Continua...

MO	N	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
				cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³					cmolc dm ⁻³				%				
10	240	3	5,2	0,1	2,8	0,8	2,0	32,4	0,4	7,2	124,5	0,0	0,1	2,3	3,7	6,1	60,9	1,5	2,6	2,5
10	240	4	5,0	0,1	2,2	0,4	8,0	30,1	0,0	12,2	54,8	0,0	0,1	3,2	2,8	6,1	45,8	1,0	3,5	1,6
10	360	1	4,6	0,2	1,8	0,3	2,0	49,5	0,0	8,7	54,8	0,1	0,4	2,5	2,4	5,3	45,0	1,2	14,5	2,0
10	360	2	4,9	0,2	3,3	0,4	5,0	49,3	0,1	8,4	70,6	0,0	0,1	2,5	4,0	6,6	60,4	1,5	2,5	2,6
10	360	3	4,7	0,1	1,3	0,3	1,0	31,5	0,1	4,3	75,7	0,0	0,3	1,2	1,7	3,2	53,3	0,8	14,9	1,4
10	360	4	4,7	0,1	1,3	0,3	5,0	33,1	0,1	15,3	49,6	0,0	0,3	2,8	1,8	4,9	36,1	0,7	14,6	1,2
20	0	1	5,2	0,3	2,7	0,4	31,0	35,2	0,0	18,3	70,8	0,1	0,1	2,0	3,5	5,6	62,2	1,1	2,8	2,0
20	0	2	4,7	0,2	2,9	0,2	3,0	67,1	0,0	15,2	97,7	0,0	0,2	3,1	3,3	6,6	50,2	1,3	5,7	2,2
20	0	3	4,5	0,1	1,5	0,3	4,0	50,2	0,0	22,8	32,6	0,0	0,3	2,6	2,0	4,9	40,2	1,2	13,3	2,1
20	0	4	4,6	0,2	1,8	0,3	21,0	38,4	0,1	14,0	63,7	0,0	0,2	2,4	2,3	4,9	47,1	1,1	8,0	1,9
20	120	1	5,0	0,3	3,3	0,8	21,0	46,5	0,0	7,5	69,2	0,1	0,1	2,6	4,5	7,2	62,2	1,2	2,2	2,0
20	120	2	4,6	0,2	2,4	0,4	3,0	51,6	0,0	10,9	75,4	0,1	0,2	2,7	3,1	6,0	51,3	1,1	6,1	1,9
20	120	3	4,7	0,1	1,3	0,3	13,0	42,1	0,0	6,2	48,2	0,0	0,3	2,4	1,7	4,4	39,2	1,1	14,7	1,9
20	120	4	4,4	0,2	1,7	0,3	8,0	63,1	0,0	24,8	57,2	0,1	0,0	2,8	2,3	5,4	42,9	1,3	11,4	2,2
20	240	1	5,2	0,4	2,8	0,8	14,0	44,3	0,0	13,0	67,0	0,1	0,1	2,3	4,1	6,5	62,8	1,1	2,4	1,9
20	240	2	4,8	0,2	2,8	0,3	3,0	46,1	0,1	14,0	85,1	0,0	0,2	2,9	3,3	6,4	51,7	1,2	5,7	2,0
20	240	3	4,3	0,1	1,6	0,3	7,0	45,2	0,0	6,3	31,4	0,0	0,3	2,6	2,1	4,9	41,4	1,0	12,8	1,8
20	240	4	4,8	0,2	1,8	0,3	13,0	51,3	0,1	7,4	82,6	0,1	0,2	2,4	2,4	5,0	47,6	1,0	7,8	1,0
20	360	1	5,4	0,3	2,3	0,8	19,0	68,5	0,0	14,8	80,0	0,1	0,1	2,3	3,5	5,9	59,1	1,3	2,8	2,2
20	360	2	4,3	0,2	2,3	0,3	4,0	68,7	0,0	17,6	80,3	0,0	0,3	3,3	2,8	6,4	43,9	1,5	9,6	2,5
20	360	3	4,9	0,1	1,8	0,3	3,0	42,1	0,1	5,4	36,3	0,0	0,2	2,1	2,3	4,6	49,6	1,2	8,1	2,0
20	360	4	4,5	0,2	1,7	0,3	14,0	48,8	0,1	13,0	75,4	0,1	0,0	2,6	2,3	5,2	44,2	1,1	11,6	1,8

MO	N	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
				cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³					cmolc dm ⁻³				%				
30	0	1	4,9	0,4	2,0	0,6	11,0	46,2	0,0	25,1	71,0	0,1	0,2	2,5	3,0	5,7	52,7	1,0	6,2	1,8
30	0	2	4,5	0,2	3,0	0,6	5,0	51,9	0,1	5,7	76,7	0,0	0,2	2,7	3,9	6,8	57,1	1,5	4,9	2,6
30	0	3	5,1	0,1	1,5	0,3	26,0	39,9	0,2	41,1	124,2	0,0	0,2	1,7	1,9	3,8	50,1	1,0	9,5	1,7
30	0	4	4,7	0,2	1,5	0,3	10,0	36,9	0,1	19,9	50,2	0,1	0,2	2,4	2,1	4,7	44,1	0,9	8,9	1,5
30	120	1	4,9	0,3	3,2	0,4	34,0	40,0	0,1	20,0	60,8	0,1	0,1	2,8	4,0	6,9	57,7	1,1	2,5	2,0
30	120	2	4,6	0,1	2,1	0,5	2,0	52,5	0,0	8,1	83,3	0,0	0,3	2,7	2,8	5,8	48,1	1,0	9,7	1,7
30	120	3	4,6	0,1	2,3	0,3	4,0	74,7	0,0	14,9	157,5	0,0	0,3	2,8	2,8	5,9	47,2	1,3	9,8	2,3
30	120	4	4,8	0,3	2,6	0,3	22,0	37,8	0,0	19,9	54,9	0,1	0,2	2,5	3,2	5,9	54,3	1,1	5,9	1,9
30	240	1	5,0	0,3	2,7	0,5	8,0	42,5	0,0	16,6	80,3	0,1	0,1	2,5	3,6	6,2	58,0	1,2	2,7	2,1
30	240	2	4,4	0,1	1,4	0,3	3,0	61,4	0,1	14,8	74,2	0,1	0,3	2,6	1,9	4,8	39,2	1,1	13,8	1,8
30	240	3	4,8	0,1	2,1	0,8	3,0	44,5	0,0	22,9	102,0	0,0	0,2	2,7	3,1	6,0	51,4	1,5	6,1	2,5
30	240	4	4,9	0,2	2,3	0,3	11,0	33,3	0,0	11,9	42,2	0,0	0,2	1,4	2,8	4,4	64,0	1,1	6,6	1,9
30	360	1	5,0	0,3	2,1	0,5	26,0	41,4	0,0	8,9	86,6	0,1	0,2	2,2	3,0	5,3	55,0	1,1	6,4	1,8
30	360	2	4,9	0,2	2,5	0,3	2,0	47,1	0,0	9,1	91,6	0,0	0,2	2,7	3,0	5,9	50,8	1,2	6,3	2,1
30	360	3	5,2	0,1	1,2	0,3	2,0	38,4	0,0	8,3	66,4	0,0	0,2	1,8	1,6	3,6	45,0	0,9	10,9	1,6
30	360	4	4,5	0,2	2,2	0,4	22,0	39,5	0,1	7,0	65,0	0,1	0,2	2,5	2,9	5,6	51,8	1,1	6,4	2,0

Continua...

Tabela 4. Dados das características químicas do solo da área experimental após dois anos de aplicação dos tratamentos com níveis de matéria orgânica.

MO	N	Freq	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
0	0	Anual	1	5,4	0,4	2,2	1,4	80,0	53,8	0,3	4,0	54,4	0,1	0,1	2,0	4,1	6,2	66,3	2,1	2,4	3,6
0	0	Anual	2	4,7	0,3	2,6	0,0	80,0	73,5	0,5	2,3	52,6	0,1	0,2	3,3	2,9	6,4	45,5	2,4	6,4	4,2
0	0	Anual	3	4,4	0,2	0,8	0,3	4,0	63,8	2,1	3,1	39,5	0,1	0,7	3,0	1,3	5,0	26,1	1,3	34,9	2,2
0	0	Anual	4	4,6	0,2	1,1	0,3	15,0	114,7	0,6	2,0	62,2	0,1	0,2	2,8	1,7	4,7	35,6	1,5	10,8	2,5
0	0	Bienal	1	5,7	0,5	2,8	1,3	60,0	69,5	0,4	5,1	58,4	0,1	0,0	2,0	4,7	6,7	70,0	1,9	0,0	3,3
0	0	Bienal	2	4,3	0,1	1,1	0,3	19,0	57,6	0,9	1,8	47,2	0,1	0,3	3,3	1,6	5,2	30,6	1,2	15,9	2,1
0	0	Bienal	3	4,3	0,1	1,0	0,3	5,0	79,6	0,4	0,9	42,1	0,1	0,6	2,7	1,5	4,8	31,6	1,2	28,2	2,1
0	0	Bienal	4	4,6	0,2	1,2	0,3	14,0	125,5	0,4	1,9	49,3	0,1	0,2	3,1	1,8	5,1	35,6	1,7	9,9	3,0
0	120	Anual	1	5,8	0,4	5,8	2,3	280,0	41,2	0,8	9,6	62,4	0,1	0,0	1,1	8,6	9,7	88,6	3,4	0,0	5,9
0	120	Anual	2	4,6	0,4	1,8	0,8	60,0	64,6	0,3	2,1	56,3	0,1	0,2	3,2	3,1	6,5	47,3	2,2	6,2	3,9
0	120	Anual	3	5,3	0,4	1,8	0,3	100,0	59,0	0,6	2,2	50,8	0,1	0,1	2,5	2,6	5,2	49,8	1,1	3,7	1,8
0	120	Anual	4	5,8	0,4	4,8	0,3	140,0	80,6	0,3	6,6	74,2	0,1	0,0	2,5	5,6	8,1	69,0	2,5	0,0	4,3
0	120	Bienal	1	6,0	0,4	6,8	0,3	340,0	72,5	0,5	10,9	79,7	0,1	0,0	2,5	7,6	10,1	75,1	3,6	0,0	6,2
0	120	Bienal	2	4,8	0,3	1,7	0,3	80,0	69,8	0,1	2,1	39,7	0,1	0,2	3,1	2,4	5,7	42,1	2,0	7,7	3,4
0	120	Bienal	3	4,5	0,2	1,1	0,3	9,0	45,1	0,1	1,1	42,2	0,1	0,5	2,6	1,7	4,8	34,7	1,3	23,3	2,2
0	120	Bienal	4	5,9	0,4	5,8	0,2	140,0	82,9	1,6	7,0	70,3	0,1	0,0	2,1	6,5	8,6	75,5	2,3	0,0	4,0
0	240	Anual	1	5,7	0,4	2,7	1,4	80,0	64,3	0,4	5,4	68,5	0,1	0,0	2,1	4,6	6,7	68,8	2,0	0,0	3,5
0	240	Anual	2	5,1	0,5	1,3	0,3	60,0	97,1	0,1	2,0	34,6	0,1	0,2	3,2	2,2	5,6	39,0	2,2	8,4	3,8
0	240	Anual	3	5,3	0,2	1,9	0,7	80,0	66,4	0,6	2,1	35,2	0,1	0,1	2,3	2,9	5,3	54,9	1,1	3,3	1,9
0	240	Anual	4	5,7	0,4	3,1	1,0	80,0	84,1	0,4	5,9	79,7	0,0	0,0	2,1	4,6	6,7	68,5	2,2	0,0	3,8
0	240	Bienal	1	5,8	0,3	2,2	1,4	100,0	58,1	0,3	4,5	49,3	0,1	0,0	1,8	3,9	5,7	68,5	2,1	0,0	3,6

MO	N	Freq	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
					cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³				%					
0	240	Bienal	2	5,6	0,4	1,8	1,3	100,0	63,8	0,2	3,0	36,7	0,1	0,0	2,9	3,5	6,4	55,0	2,4	0,0	4,1
0	240	2	3	5,7	0,4	2,3	1,3	93,3	64,2	0,3	4,3	54,0	0,1	0,0	2,3	4,0	6,3	63,8	2,3	0,0	3,9
0	240	2	4	5,7	0,4	2,9	1,2	80,0	70,8	0,5	5,4	76,0	0,1	0,0	2,2	4,6	6,8	67,8	2,4	0,0	3,9
0	360	Anual	1	5,8	0,2	3,8	1,3	140,0	75,0	0,6	6,9	75,2	0,1	0,0	1,6	5,4	7,0	77,1	2,1	0,0	3,6
0	360	Anual	2	4,6	0,3	1,8	0,3	33,0	96,1	0,3	2,1	68,9	0,1	0,2	3,1	2,5	5,8	43,0	2,1	7,4	3,6
0	360	Anual	3	4,8	0,3	1,3	0,3	16,0	41,3	0,2	1,1	30,9	0,1	0,5	2,8	1,9	5,2	36,7	1,0	20,7	1,8
0	360	Anual	4	4,9	0,2	1,3	0,3	20,0	87,4	0,4	2,6	67,2	0,1	0,3	2,3	1,9	4,5	42,8	1,7	13,4	2,9
0	360	Bienal	1	6,1	0,4	4,8	1,3	180,0	64,6	0,7	9,5	87,3	0,1	0,0	0,6	6,6	7,2	91,6	2,8	0,0	4,8
0	360	Bienal	2	4,8	0,3	1,8	0,3	37,0	44,6	0,4	2,2	33,5	0,0	0,0	2,9	2,4	5,6	43,0	2,1	11,1	3,6
0	360	Bienal	3	4,9	0,3	1,6	0,3	80,0	58,0	0,6	1,8	42,2	0,1	0,2	2,8	2,3	5,3	43,3	1,2	8,0	2,0
0	360	Bienal	4	4,5	0,2	0,8	0,3	17,0	89,0	0,4	1,5	41,8	0,1	0,3	2,8	1,4	4,5	30,5	1,7	18,1	2,9
10	0	Anual	1	5,1	0,3	4,3	0,3	100,0	81,1	0,6	4,0	59,2	0,1	0,1	3,4	4,9	8,4	58,6	2,9	2,0	5,1
10	0	Anual	2	5,1	0,4	2,5	0,3	60,0	66,1	0,2	2,5	41,5	0,1	0,0	3,2	3,3	6,6	49,8	2,1	3,0	3,7
10	0	Anual	3	4,2	0,2	0,5	0,3	11,0	76,7	0,4	1,3	21,3	0,0	0,6	2,4	1,0	4,0	25,3	1,0	37,1	1,7
10	0	Anual	4	5,6	0,3	3,0	1,6	100,0	83,3	0,3	6,1	74,7	0,1	0,0	2,8	5,0	7,8	64,3	2,6	0,0	4,8
10	0	Bienal	1	5,3	0,3	4,8	0,3	180,0	65,1	0,3	7,4	97,8	0,1	0,1	3,3	5,5	8,9	61,7	3,5	1,8	6,0
10	0	Bienal	2	4,8	0,2	1,8	0,3	14,0	56,8	1,2	3,8	45,9	0,1	0,0	3,5	2,4	6,1	39,2	2,1	7,8	3,6
10	0	Bienal	3	4,3	0,1	0,7	0,3	6,0	47,6	0,3	0,7	24,3	0,1	0,5	2,2	1,1	3,8	29,6	0,9	30,5	1,6
10	0	Bienal	4	5,7	0,4	5,7	0,9	140,0	81,1	0,2	7,1	99,4	0,1	0,0	2,8	7,1	9,9	71,6	2,5	0,0	4,2
10	120	Anual	1	5,4	0,2	3,1	0,5	60,0	62,8	0,3	4,5	50,9	0,1	0,1	3,2	3,9	7,2	54,0	2,6	2,5	4,4
10	120	Anual	2	4,8	0,4	1,8	0,8	60,0	75,2	0,2	2,9	52,4	0,1	0,1	3,4	3,0	6,5	46,2	2,1	3,2	3,6
10	120	Anual	3	4,7	0,2	1,0	0,3	31,0	62,5	0,5	1,2	19,8	0,1	0,3	2,6	1,6	4,5	35,6	1,3	15,8	2,2
10	120	Anual	4	4,7	0,3	2,1	0,3	20,0	80,9	0,2	2,7	70,2	0,1	0,2	3,6	2,8	6,6	42,5	2,0	6,7	3,5
10	120	Bienal	1	5,0	0,2	3,1	0,5	80,0	70,3	0,2	3,5	52,6	0,1	0,1	3,2	3,8	7,1	53,7	3,0	2,6	5,2

MO	N	Freq	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
				cmolc dm ⁻³				mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³				%					
10	120	Bienal	2	4,9	0,3	2,1	0,5	60,0	66,1	0,2	2,1	28,9	0,1	0,2	3,4	3,0	6,6	45,7	2,0	6,2	3,5
10	120	Bienal	3	4,6	0,3	0,8	0,3	22,0	76,0	0,2	0,8	26,4	0,1	0,4	2,6	1,4	4,4	32,1	1,1	22,0	1,9
10	120	Bienal	4	4,7	0,2	1,8	0,3	14,0	127,1	0,6	2,5	83,2	0,1	0,2	3,8	2,4	6,4	37,4	1,5	7,7	2,6
10	240	Anual	1	5,0	0,2	2,0	0,6	80,0	62,8	0,4	3,5	55,9	0,1	0,1	3,5	2,8	6,4	43,8	2,3	3,4	4,0
10	240	Anual	2	4,5	0,1	1,5	0,3	8,0	101,5	0,1	1,4	47,5	0,0	0,4	3,7	1,9	6,0	31,7	1,7	17,4	2,9
10	240	Anual	3	4,2	0,1	0,5	0,3	6,0	55,3	0,3	0,8	26,2	0,1	0,5	2,5	1,0	4,0	24,3	1,2	34,2	2,0
10	240	Anual	4	4,8	0,3	2,2	0,4	28,0	12,5	0,2	3,0	83,1	0,1	0,2	3,3	3,0	6,5	46,2	1,7	6,2	2,9
10	240	Bienal	1	5,1	0,2	1,9	0,7	40,0	54,4	0,5	3,0	41,6	0,0	0,1	3,0	2,8	5,9	47,6	2,4	3,4	4,2
10	240	Bienal	2	5,3	0,2	2,0	1,2	80,0	80,3	0,2	2,7	51,5	0,0	0,0	2,9	3,4	6,4	53,2	2,1	2,9	3,6
10	240	Bienal	3	0,5	0,1	1,0	0,3	4,0	55,0	0,2	0,7	31,0	0,1	0,3	2,1	1,5	3,9	38,3	1,0	16,8	1,6
10	240	Bienal	4	4,7	0,3	2,3	0,3	27,0	98,6	0,1	2,9	78,3	0,1	0,2	3,4	3,0	6,6	45,7	1,8	6,2	3,1
10	360	Anual	1	5,2	0,2	3,3	0,8	120,0	71,7	0,3	4,9	62,2	0,1	0,1	2,9	4,4	7,4	59,5	3,0	2,2	5,1
10	360	Anual	2	4,7	0,1	2,2	0,1	9,0	88,4	0,1	1,9	58,6	0,1	0,3	4,3	2,4	7,0	34,5	2,1	11,0	3,6
10	360	Anual	3	4,6	0,1	1,6	0,3	35,0	95,6	0,4	1,6	35,7	0,1	0,3	2,7	2,2	5,2	41,7	1,4	12,3	2,3
10	360	Anual	4	5,7	0,4	4,1	2,0	140,0	55,9	0,2	7,4	72,2	0,1	0,0	2,5	6,6	9,1	72,4	2,8	0,0	4,9
10	360	Bienal	1	5,4	0,3	3,8	1,2	120,0	81,8	0,3	5,7	75,2	0,0	0,1	3,4	5,3	8,8	60,4	2,9	1,8	4,9
10	360	Bienal	2	4,5	0,1	1,3	0,3	8,0	108,8	0,5	2,0	40,7	0,0	0,7	2,3	1,7	4,7	36,0	2,0	29,3	3,4
10	360	Bienal	3	4,5	0,1	0,8	0,8	35,0	81,1	0,2	1,2	24,1	0,1	0,4	2,9	1,9	5,2	36,3	1,4	17,5	2,4
10	360	Bienal	4	5,5	0,3	3,9	1,7	100,0	80,0	0,6	5,9	87,7	0,1	0,0	2,6	6,0	8,6	69,9	2,3	0,0	4,0
20	0	Anual	1	5,2	0,2	2,8	0,1	100,0	68,4	0,4	4,3	66,7	0,1	0,1	2,8	3,2	6,1	52,3	2,3	3,1	4,0
20	0	Anual	2	5,4	0,2	2,8	0,6	100,0	50,5	0,3	4,1	52,7	0,0	0,1	2,7	3,7	6,5	56,6	2,4	2,7	4,1
20	0	Anual	3	5,1	0,4	2,3	1,1	120,0	51,8	0,7	3,5	41,7	0,1	0,1	2,6	3,9	6,6	58,8	1,3	2,5	2,3
20	0	Anual	4	5,6	0,3	3,3	2,3	140,0	69,7	0,3	6,2	79,0	0,1	0,0	2,6	6,0	8,6	69,8	2,8	0,0	4,7
20	0	Bienal	1	5,3	0,3	2,2	0,6	120,0	66,2	0,6	4,2	72,9	0,0	0,1	2,5	3,1	5,7	54,6	2,6	3,1	4,5

MO	N	Freq	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
				cmolc dm ⁻³				mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³				%					
20	0	Bienal	2	5,0	0,2	1,8	0,3	100,0	60,8	0,3	3,6	47,4	0,2	0,1	3,6	2,4	6,1	39,7	2,0	3,9	3,5
20	0	Bienal	3	5,6	0,4	2,3	1,8	140,0	64,9	0,8	3,7	51,1	0,1	0,0	2,4	4,5	6,9	65,3	1,4	0,0	2,4
20	0	Bienal	4	5,9	0,4	5,1	1,0	140,0	69,5	0,3	7,0	80,9	0,1	0,0	2,6	6,6	9,2	71,8	2,9	0,0	5,0
20	120	Anual	1	4,8	0,2	1,7	0,8	40,0	85,6	3,6	3,0	75,1	0,1	0,1	2,9	2,8	5,8	47,9	2,5	3,5	4,3
20	120	Anual	2	4,8	0,1	1,4	0,8	100,0	71,1	0,3	2,8	50,2	0,1	0,1	3,0	2,4	5,5	43,9	2,1	4,0	3,6
20	120	Anual	3	5,2	0,3	1,8	0,8	80,0	57,2	0,9	2,3	31,0	0,1	0,1	2,8	3,0	5,9	50,8	1,3	3,2	2,3
20	120	Anual	4	5,2	0,4	2,8	0,3	60,0	68,0	0,2	4,1	68,5	0,1	0,1	2,7	3,5	6,3	55,7	2,2	2,8	3,8
20	120	Bienal	1	5,2	0,2	2,1	0,3	60,0	54,2	0,5	3,0	49,2	0,0	0,1	2,7	2,7	5,5	48,7	2,3	3,6	4,0
20	120	Bienal	2	4,7	0,1	1,8	0,3	80,0	68,9	0,3	2,8	44,0	0,1	0,2	3,1	2,3	5,6	41,2	2,0	8,0	3,4
20	120	Bienal	3	5,0	0,4	1,6	0,3	80,0	56,6	0,6	2,3	28,4	0,1	0,2	2,8	2,4	5,4	44,1	1,1	7,8	2,0
20	120	Bienal	4	5,1	0,3	3,0	0,1	40,0	64,9	0,3	3,5	51,1	0,1	0,1	2,4	3,5	6,0	58,0	2,0	2,8	3,5
20	240	Anual	1	4,4	0,1	1,6	0,8	16,0	83,7	0,4	1,9	79,4	0,1	0,2	3,4	2,6	6,2	41,8	2,3	7,2	4,0
20	240	Anual	2	4,5	0,1	0,5	0,3	5,0	81,8	0,3	1,0	32,3	0,0	0,5	2,8	0,9	4,2	21,8	1,5	35,2	2,5
20	240	Anual	3	5,0	0,2	1,8	1,2	80,0	75,2	0,6	2,4	38,5	0,1	0,2	2,8	3,3	6,3	52,2	1,4	5,8	2,4
20	240	Anual	4	5,1	0,3	2,3	0,6	32,0	67,2	0,3	3,0	56,9	0,1	0,1	2,3	3,3	5,7	57,8	1,8	3,0	3,1
20	240	Bienal	1	4,6	0,2	1,8	0,8	19,0	70,7	0,4	2,1	65,6	0,1	0,3	3,4	2,8	6,5	43,2	2,3	9,7	3,9
20	240	Bienal	2	4,4	0,1	0,9	0,3	35,0	75,2	0,1	1,3	40,6	0,1	0,4	2,9	1,4	4,7	29,0	1,8	22,9	3,1
20	240	Bienal	3	5,8	0,4	2,8	0,8	120,0	48,7	0,7	2,8	40,6	0,1	0,0	2,2	4,1	6,3	65,0	1,4	0,0	2,4
20	240	Bienal	4	4,9	0,3	1,8	0,3	33,0	49,0	0,2	2,4	36,3	0,1	0,2	2,4	2,4	5,0	48,3	1,7	7,6	2,9
20	360	Anual	1	4,6	0,1	1,2	0,3	8,0	91,1	0,4	1,2	57,2	0,1	0,4	3,1	1,7	5,2	32,6	2,1	19,1	3,7
20	360	Anual	2	4,2	0,1	0,5	0,3	10,0	84,5	0,5	1,0	28,7	0,1	0,5	2,9	0,9	4,3	21,6	1,5	34,8	2,6
20	360	Anual	3	4,7	0,2	2,1	0,5	60,0	74,1	0,9	2,7	40,4	0,2	0,2	2,5	2,9	5,6	52,1	1,3	6,4	2,3
20	360	Anual	4	5,7	0,3	3,8	0,8	80,0	74,8	0,6	6,0	83,6	0,1	0,0	2,8	4,9	7,7	63,8	2,6	0,0	4,5
20	360	Bienal	1	4,5	0,1	0,8	0,3	15,0	80,8	0,2	1,3	57,0	0,0	0,4	3,3	1,2	4,9	24,9	2,4	24,6	4,2

MO	N	Freq	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
				cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³					cmolc dm ⁻³				%					
20	360	Bienal	2	4,1	0,1	0,5	0,3	8,0	98,5	0,4	0,7	32,6	0,0	0,7	3,2	0,9	4,8	18,7	1,7	43,9	3,0
20	360	Bienal	3	5,0	0,3	1,1	0,8	60,0	54,4	0,6	1,9	35,3	0,1	0,2	2,8	2,2	5,2	42,8	1,3	8,2	2,2
20	360	Bienal	4	5,5	0,4	6,6	0,0	140,0	81,5	0,4	8,8	98,9	0,1	0,0	3,5	7,9	10,6	67,0	2,8	0,0	4,9
30	0	Anual	1	4,8	0,1	1,3	0,3	13,0	66,2	0,4	1,3	41,2	0,1	0,2	2,7	1,8	4,7	38,6	2,0	9,9	3,5
30	0	Anual	2	5,0	0,2	1,6	0,3	60,0	51,8	0,5	2,7	48,4	0,1	0,1	3,0	2,2	5,3	41,5	2,1	4,4	3,6
30	0	Anual	3	5,7	0,4	2,6	0,0	100,0	83,5	0,3	3,3	48,5	0,1	0,0	2,2	3,0	5,2	58,0	1,2	0,0	2,1
30	0	Anual	4	5,7	0,4	2,2	1,4	80,0	88,5	0,3	5,2	85,3	0,1	0,0	2,6	4,1	6,7	61,0	2,1	0,0	3,6
30	0	Bienal	1	4,7	0,2	1,4	0,3	24,0	78,8	0,3	1,6	43,3	0,1	0,2	2,8	1,9	4,9	38,9	1,8	9,5	3,1
30	0	Bienal	2	4,9	0,1	2,6	0,7	100,0	62,1	0,2	3,1	58,1	0,1	0,2	3,1	3,5	6,8	51,3	2,2	5,4	3,8
30	0	Bienal	3	4,5	0,1	2,2	0,4	9,0	64,2	0,4	3,3	82,4	0,1	0,3	3,2	2,9	6,4	44,9	1,6	9,5	2,8
30	0	Bienal	4	5,5	0,4	2,3	1,8	80,0	81,2	0,6	6,0	84,5	0,1	0,0	2,9	4,6	7,5	61,1	2,3	0,0	4,0
30	120	Anual	1	5,6	0,2	3,3	0,8	120,0	67,7	0,5	4,0	33,2	0,1	0,0	3,0	4,4	7,4	59,2	2,7	0,0	4,7
30	120	Anual	2	4,7	0,1	1,4	0,3	80,0	65,2	0,3	2,4	59,6	0,1	0,2	3,6	1,9	5,7	33,3	1,6	9,6	2,8
30	120	Anual	3	4,8	26,0	1,3	0,3	34,0	59,6	0,1	1,4	41,0	0,1	0,0	2,4	191,0	4,6	41,4	1,1	13,6	1,9
30	120	Anual	4	5,2	0,3	2,2	0,4	60,0	95,6	0,4	4,0	78,9	0,1	0,1	2,6	3,0	5,7	52,6	1,7	3,2	2,9
30	120	Bienal	1	5,8	0,3	4,2	0,9	140,0	75,5	0,3	6,6	43,8	0,0	0,0	2,3	5,4	7,7	70,1	3,6	0,0	6,2
30	120	Bienal	2	5,2	0,2	2,5	0,5	68,3	77,2	0,4	4,1	64,9	0,1	0,1	2,6	3,3	6,0	51,5	2,2	5,9	3,8
30	120	Bienal	3	4,7	0,2	1,3	0,3	25,0	78,8	0,3	1,8	84,8	0,1	0,3	2,7	1,8	4,8	37,9	1,3	14,1	2,3
30	120	Bienal	4	5,0	0,2	2,0	0,3	40,0	77,2	0,5	3,9	66,1	0,1	0,1	2,9	2,6	5,6	46,5	1,6	3,7	2,8
30	240	Anual	1	4,7	0,1	1,2	0,3	12,0	82,7	0,6	1,8	41,0	0,1	0,2	2,8	1,7	4,7	35,9	1,9	10,6	3,2
30	240	Anual	2	5,0	0,2	1,8	0,8	100,0	85,9	0,4	4,0	75,8	0,0	0,1	2,9	2,8	5,8	48,5	2,0	3,4	3,4
30	240	Anual	3	4,9	0,2	1,6	0,3	6,0	116,4	0,4	0,9	45,3	0,2	0,2	2,1	2,3	4,6	49,8	1,1	8,1	2,0
30	240	Anual	4	5,5	0,5	4,3	1,0	120,0	91,1	0,2	7,2	94,3	0,1	0,0	2,8	5,9	8,7	67,7	2,6	0,0	4,5
30	240	Bienal	1	4,4	0,1	0,8	0,3	10,0	94,3	0,8	1,0	52,4	0,1	0,3	2,7	1,3	4,3	29,8	1,9	19,1	3,3

MO	N	Freq	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
					cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³					cmolc dm ⁻³				%				
30	240	Bienal	2	4,9	0,1	1,8	0,3	60,0	80,1	0,2	2,9	62,2	0,1	0,1	3,0	2,3	5,4	42,1	1,6	4,3	2,7
30	240	Bienal	3	5,1	0,3	1,5	0,3	40,0	91,0	0,3	1,9	41,3	0,1	0,1	2,6	2,2	4,9	45,0	1,1	4,3	1,9
30	240	Bienal	4	5,3	0,3	2,6	1,0	60,0	91,3	3,4	4,5	73,4	0,1	0,2	2,6	4,0	6,8	58,7	2,0	4,8	3,4
30	360	Anual	1	5,4	0,2	2,6	0,6	34,0	58,4	0,3	3,3	35,1	0,1	0,1	2,6	3,5	6,2	56,5	2,3	2,8	4,0
30	360	Anual	2	4,6	0,1	1,3	0,3	60,0	56,8	0,3	2,3	39,0	0,0	0,3	3,0	1,7	5,0	34,4	1,9	14,8	3,2
30	360	Anual	3	6,2	0,2	3,8	0,8	26,0	38,5	0,2	3,3	99,1	0,2	0,0	2,1	5,0	7,1	70,4	1,3	0,0	2,2
30	360	Anual	4	4,9	0,2	1,6	0,8	40,0	84,6	0,5	3,7	75,8	0,1	0,1	2,8	2,7	5,6	48,0	1,7	3,6	3,0
30	360	Bienal	1	5,4	0,3	2,4	0,7	100,0	58,6	0,4	3,7	30,9	0,1	0,1	2,3	3,5	5,9	59,0	2,7	2,8	4,6
30	360	Bienal	2	4,5	0,1	1,2	0,3	60,0	63,4	0,3	2,2	44,7	0,0	0,3	3,2	1,7	5,2	32,5	2,1	15,1	3,6
30	360	Bienal	3	4,6	0,1	1,6	0,3	16,0	76,7	0,4	1,6	60,5	0,2	0,3	3,0	2,2	5,5	40,5	1,0	11,8	1,8
30	360	Bienal	4	5,4	0,3	2,3	0,8	60,0	83,3	0,7	5,4	79,0	0,1	0,1	2,5	3,5	6,1	57,4	25,0	2,8	43,1

Continua...

Tabela 5. Dados das características químicas do solo da área experimental antes da aplicação dos tratamentos.

Densidade	Bloco	pH	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu	Na	Al	H	S.B	CTC	V	C	m	M.O
			mg dm ⁻³	cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³				%				
83.333	1	5,0	24,0	0,1	1,6	0,3	22,4	23,0	42,6	0,1	0,01	0,1	1,8	2,0	3,9	51,2	1,0	4,8	1,6
83.333	2	4,8	5,0	0,1	2,1	0,8	115,1	24,1	67,5	0,1	0,03	0,2	2,7	3,1	6,0	51,3	1,1	6,2	2,0
83.333	3	5,7	21,0	0,1	2,6	0,8	36,3	21,8	77,6	0,4	0,02	0,0	1,2	3,5	4,7	74,5	1,1	0,0	1,9
83.333	4	4,9	18,0	0,2	1,8	0,3	62,8	10,3	73,4	1,1	0,01	0,2	2,2	2,3	4,7	48,8	1,2	8,1	2,0
41.667	1	4,9	11,0	0,1	1,6	0,3	23,7	46,4	45,8	0,1	0,01	0,2	1,9	2,0	4,1	48,6	1,0	9,2	1,7
41.667	2	5,4	13,0	0,1	2,1	0,8	32,6	32,3	53,8	0,2	0,01	0,1	1,6	3,0	4,7	64,1	0,9	3,2	1,6
41.667	3	4,9	18,0	0,1	1,3	0,3	128,9	12,4	49,3	0,5	0,01	0,2	2,0	1,7	3,9	43,2	0,9	10,7	1,5
41.667	4	5,0	19,0	0,2	2,5	0,5	42,7	38,9	27,0	0,2	0,06	0,1	1,6	3,3	5,0	65,9	1,0	3,0	1,8
20.833	1	5,0	21,0	0,1	1,8	0,3	24,1	35,7	49,5	0,4	0,01	0,1	1,6	2,2	3,9	56,2	1,1	4,4	1,8
20.833	2	5,1	18,0	0,1	1,8	0,5	66,3	26,5	53,7	0,0	0,01	0,1	1,8	2,4	4,3	56,2	1,1	4,0	1,9
20.833	3	5,3	16,0	0,1	1,6	0,3	252,0	28,1	63,5	0,7	0,01	0,2	1,3	2,0	3,5	57,2	0,8	9,1	1,4
20.833	4	5,1	60,0	0,3	2,8	0,3	16,7	15,6	20,7	0,2	0,10	0,1	1,6	3,5	5,2	67,1	1,2	2,8	2,0
10.417	1	5,0	22,0	0,1	1,6	0,3	33,1	11,9	42,4	0,1	0,00	0,1	1,8	2,0	3,9	51,0	1,0	4,8	1,8
10.417	2	5,2	23,0	0,1	1,4	0,3	39,4	26,3	54,3	0,4	0,00	0,1	2,0	1,8	3,9	46,0	1,0	5,3	1,7
10.417	3	5,5	11,0	0,1	2,3	0,3	70,5	28,0	60,7	0,7	0,02	0,0	1,5	2,7	4,2	64,5	1,0	0,0	1,6
10.417	4	5,1	60,0	0,2	2,8	0,3	17,5	16,4	26,4	0,1	0,05	0,1	2,0	3,4	5,5	61,8	1,1	2,9	1,8

Continua...

Tabela 6. Dados das características químicas do solo após dois anos de cultivo da palma forrageira em diferentes densidades de plantas.

Densidade	Colheita	Intensidade	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
					cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³					cmolc dm ⁻³				%				
10.417	Anual	Primário	1	5,0	0,2	1,4	0,3	60,0	53,5	0,4	2,6	24,3	0,3	0,1	1,9	2,2	4,2	52,7	1,4	4,3	2,4
10.417	Anual	Primário	2	5,2	0,2	2,3	0,8	100,0	69,5	0,7	5,0	44,4	0,1	0,1	2,3	3,5	5,9	59,1	1,7	2,8	3,0
10.417	Anual	Primário	3	5,4	0,2	2,3	0,3	60,0	41,1	0,3	2,6	27,8	0,4	0,1	2,4	3,2	5,7	56,1	1,5	3,0	2,6
10.417	Anual	Primário	4	5,2	0,2	2,4	0,7	80,0	72,7	0,4	3,6	89,8	0,2	0,1	2,5	2,5	6,1	57,7	1,6	2,7	2,8
10.417	Anual	Secundário	1	5,3	0,2	1,1	0,3	20,0	58,4	0,3	2,1	28,4	0,2	0,1	1,8	1,7	3,6	47,7	1,1	5,5	1,9
10.417	Anual	Secundário	2	5,0	0,2	1,8	0,8	60,0	69,4	0,6	3,0	28,6	0,2	0,1	2,6	3,0	5,7	52,7	1,4	3,2	2,3
10.417	Anual	Secundário	3	5,5	0,3	1,8	1,0	60,0	53,6	0,5	3,7	43,3	0,2	0,0	3,0	3,3	6,3	52,3	1,7	0,0	3,8
10.417	Anual	Secundário	4	5,0	0,2	2,6	1,2	40,0	62,9	1,0	3,8	66,5	0,2	0,1	3,0	4,3	7,4	58,0	2,1	2,3	3,6
10.417	Bienal	Primário	1	5,2	0,2	1,3	0,3	60,0	60,9	0,2	2,2	24,4	0,2	0,1	2,0	1,9	4,0	48,0	1,2	4,9	2,1
10.417	Bienal	Primário	2	5,2	0,2	2,3	0,8	60,0	58,4	1,6	3,2	27,8	0,1	0,1	2,4	3,4	5,9	57,9	1,1	2,8	2,0
10.417	Bienal	Primário	3	5,4	0,3	1,8	0,3	60,0	68,9	0,4	3,3	53,8	0,2	0,1	2,5	2,5	5,1	49,0	1,6	3,9	2,8
10.417	Bienal	Primário	4	5,4	0,3	2,6	1,1	20,0	66,9	0,6	4,0	77,4	0,2	0,1	2,6	4,1	6,8	60,5	1,8	2,4	3,1
10.417	Bienal	Secundário	1	5,3	0,2	3,8	0,8	20,0	52,3	0,4	2,7	24,7	0,1	0,1	2,0	5,0	7,1	70,3	1,3	2,0	2,2
10.417	Bienal	Secundário	2	5,3	0,3	2,5	2,6	60,0	55,9	0,4	4,4	40,6	0,2	0,1	2,5	5,6	8,2	68,2	1,8	1,8	3,1
10.417	Bienal	Secundário		5,2	0,2	2,2	0,4	60,0	73,6	0,2	2,5	39,9	0,1	0,1	2,7	3,0	5,8	51,4	1,5	3,3	2,6
10.417	Bienal	Secundário	4	5,6	0,2	1,8	1,8	40,0	54,8	0,8	3,5	41,0	0,1	0,0	2,5	4,0	6,5	61,3	1,8	0,0	3,0
20.833	Anual	Primário	1	5,2	0,2	2,6	0,5	40,0	58,3	0,6	2,7	25,0	0,2	0,1	1,9	3,5	5,5	63,4	1,5	2,8	2,5
20.833	Anual	Primário	2	5,4	0,2	1,3	0,8	40,0	49,5	0,4	3,4	29,0	0,1	0,1	2,2	2,4	4,7	51,3	1,6	4,0	2,8
20.833	Anual	Primário	3	5,9	0,2	1,8	0,3	100,0	73,6	0,9	13,3	46,1	0,3	0,0	2,0	2,6	4,6	56,6	1,7	0,0	3,0

Densidade	Colheita	Intensidade	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
				cmolc dm ⁻³				mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³				%					
20.833	Anual	Primário	4	5,5	0,2	1,8	0,8	80,0	43,9	0,3	2,4	29,1	0,2	0,0	2,1	3,0	5,1	58,4	1,7	0,0	2,9
20.833	Anual	Secundário	1	5,3	0,3	1,8	0,8	40,0	79,1	0,3	5,2	31,0	0,2	0,1	2,0	3,1	5,2	59,6	2,2	3,1	3,8
20.833	Anual	Secundário	2	5,2	0,3	1,6	0,3	60,0	59,6	0,5	4,3	36,2	0,2	0,1	2,4	2,3	4,8	48,0	1,9	4,2	3,2
20.833	Anual	Secundário	3	5,3	0,2	1,8	0,3	60,0	62,5	0,3	3,1	30,7	0,2	0,1	2,3	2,5	4,9	50,9	1,5	3,9	2,6
20.833	Anual	Secundário	4	5,5	0,2	1,6	0,3	60,0	56,6	0,3	2,7	35,8	0,1	0,0	1,9	2,2	4,1	53,6	1,5	0,0	2,5
20.833	Bienal	Primário	1	5,4	0,3	1,8	0,3	60,0	70,0	0,4	3,3	43,7	0,2	0,1	2,0	2,5	4,6	54,6	1,7	3,8	2,9
20.833	Bienal	Primário	2	5,0	0,2	2,8	1,2	40,0	44,2	0,5	2,8	27,2	0,1	0,1	2,5	4,4	7,0	62,8	1,7	2,2	2,8
20.833	Bienal	Primário	3	5,4	0,2	2,3	1,3	60,0	53,2	0,2	2,7	26,0	0,1	0,1	1,9	3,9	5,9	66,1	1,3	2,5	2,3
20.833	Bienal	Primário	4	5,2	0,2	1,8	0,3	80,0	40,9	0,3	2,1	22,1	0,1	0,1	2,1	2,4	4,6	51,8	1,4	4,1	2,4
20.833	Bienal	Secundário	1	5,1	0,3	1,4	0,3	60,0	80,7	0,8	3,4	38,7	0,2	0,1	2,0	2,2	4,3	51,4	1,5	4,3	2,6
20.833	Bienal	Secundário	2	5,6	0,3	2,5	1,1	100,0	45,7	0,6	6,5	45,1	0,2	0,1	2,0	4,1	6,2	66,1	2,0	2,4	3,5
20.833	Bienal	Secundário	3	5,6	0,3	2,8	0,8	80,0	49,6	0,3	4,2	30,9	0,2	0,0	2,5	4,1	6,6	62,0	1,9	0,0	3,2
20.833	Bienal	Secundário	4	5,2	0,2	1,8	0,3	60,0	74,6	0,2	2,0	28,1	0,3	0,2	2,6	2,5	5,3	47,5	1,4	7,3	2,2
41.667	Anual	Primário	1	5,2	0,2	1,3	0,8	60,0	52,3	0,4	2,4	18,7	0,1	0,1	2,0	2,4	4,5	53,1	1,5	4,0	2,5
41.667	Anual	Primário	2	5,5	0,3	1,8	0,3	60,0	61,9	0,5	2,9	28,6	0,2	0,0	2,3	2,6	4,9	53,4	1,7	0,0	3,0
41.667	Anual	Primário	3	5,6	0,2	1,6	0,3	40,0	45,3	0,3	2,2	22,4	0,1	0,0	2,3	2,2	4,6	49,7	1,2	0,0	2,1
41.667	Anual	Primário	4	5,4	0,2	1,6	0,8	60,0	99,1	0,5	3,5	82,7	0,2	0,1	1,5	2,8	4,4	63,2	1,9	3,5	3,3
41.667	Anual	Secundário	1	5,3	0,3	1,8	0,2	40,0	45,1	0,5	2,5	28,9	0,1	0,1	2,0	2,4	4,5	53,0	1,9	4,1	3,3
41.667	Anual	Secundário	2	5,5	0,2	2,2	0,4	60,0	36,9	0,3	2,6	21,4	0,1	0,0	1,9	3,0	4,9	61,0	1,5	0,0	2,6
41.667	Anual	Secundário	3	5,1	0,2	1,2	0,3	40,0	52,3	0,2	2,3	24,2	0,2	0,1	2,9	1,9	4,9	38,7	1,6	5,0	2,7
41.667	Anual	Secundário	4	5,3	0,2	1,8	0,8	60,0	52,6	0,3	2,7	44,1	0,1	0,1	2,1	3,0	5,2	57,4	1,7	3,3	2,9

Densidade	Colheita	Intensidade	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
				cmolc dm ⁻³				mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³				%					
41.667	Bienal	Primário	1	5,4	0,2	1,7	0,4	40,0	41,5	0,6	2,4	24,4	0,1	0,1	1,6	2,4	4,1	58,4	1,6	4,0	2,8
41.667	Bienal	Primário	2	5,2	0,3	1,8	0,8	80,0	44,0	0,4	3,6	33,6	0,2	0,1	2,4	3,0	5,5	54,8	1,9	3,2	3,2
41.667	Bienal	Primário	3	5,1	0,2	1,7	0,3	40,0	62,0	0,5	2,0	20,4	0,1	0,1	2,5	2,3	4,9	46,9	1,1	4,2	1,8
41.667	Bienal	Primário	4	5,5	0,2	2,5	1,1	60,0	53,6	0,6	4,1	72,7	0,1	0,0	2,3	3,9	6,2	62,8	1,6	0,0	2,8
41.667	Bienal	Secundário	1	5,2	0,2	1,8	0,0	60,0	63,2	0,5	3,4	32,4	0,1	0,1	1,4	2,0	3,5	57,6	1,6	4,7	2,7
41.667	Bienal	Secundário	2	5,5	0,2	0,9	0,3	80,0	50,7	0,2	2,7	27,6	0,1	0,0	2,1	1,5	3,6	42,1	1,9	0,0	3,2
41.667	Bienal	Secundário	3	5,2	0,1	2,8	0,8	40,0	47,0	0,3	2,2	22,7	0,3	0,1	2,6	4,1	6,8	60,1	1,7	2,4	2,8
41.667	Bienal	Secundário	4	5,5	0,2	2,6	1,0	60,0	55,7	0,3	3,6	63,5	0,2	0,0	2,3	4,0	6,3	63,4	2,3	0,0	3,9
83.333	Anual	Primário	1	5,2	0,2	1,6	0,7	60,0	71,3	0,5	2,5	22,3	0,1	0,1	1,9	2,6	4,6	56,1	1,5	3,8	2,5
83.333	Anual	Primário	2	5,9	0,3	1,2	0,3	120,0	59,7	0,3	4,8	42,4	0,4	0,0	2,0	2,2	4,2	52,3	1,8	0,0	3,1
83.333	Anual	Primário	3	5,3	0,2	1,8	0,3	60,0	59,6	0,3	3,1	34,3	0,3	0,1	2,4	2,7	5,2	51,4	1,6	3,6	2,7
83.333	Anual	Primário	4	5,3	0,2	2,3	0,3	60,0	71,5	0,5	3,5	66,5	0,3	0,1	2,0	3,1	5,2	59,7	1,7	3,1	2,8
83.333	Anual	Secundário	1	5,3	0,2	1,5	0,4	60,0	54,8	0,4	2,7	24,2	0,2	0,1	0,5	2,3	2,9	79,2	1,5	4,2	2,6
83.333	Anual	Secundário	2	5,2	0,2	1,8	0,3	80,0	58,2	0,4	2,3	22,6	0,2	0,1	2,4	2,5	5,0	50,2	1,2	3,8	2,0
83.333	Anual	Secundário	3	5,4	0,2	1,9	1,0	60,0	50,5	0,3	2,5	23,1	0,2	0,1	2,4	3,4	5,9	57,3	1,4	2,9	2,5
83.333	Anual	Secundário	4	5,5	0,2	2,3	0,6	100,0	43,7	0,6	3,7	54,5	0,4	0,0	2,5	3,5	6,0	58,4	1,7	0,0	3,0
83.333	Bienal	Primário	1	5,6	0,3	1,8	0,8	60,0	114,4	0,6	3,4	39,5	0,6	0,0	1,6	3,0	4,6	65,1	1,4	0,0	2,3
83.333	Bienal	Primário	2	5,3	0,2	1,8	0,3	60,0	52,0	0,7	3,2	28,4	0,2	0,1	1,8	2,5	4,4	56,4	1,7	3,9	3,0
83.333	Bienal	Primário	3	5,4	0,3	1,4	0,3	60,0	52,3	0,4	3,0	54,7	0,2	0,1	2,5	2,2	4,8	45,9	1,3	4,3	2,2
83.333	Bienal	Primário	4	5,5	0,2	1,8	0,3	80,0	31,9	0,5	2,8	32,3	0,2	0,0	2,3	2,5	4,8	52,2	1,6	0,0	2,7

Densidade	Colheita	Intensidade	Bloco	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Al	H	S.B.	CTC	V	C	m	M.O
83.333	Bienal	Secundário	1	5,2	0,2	0,8	0,8	60,0	54,1	0,4	1,7	22,3	0,1	0,1	2,0	1,9	4,0	47,4	1,1	5,0	1,9
83.333	Bienal	Secundário	2	4,9	0,2	1,7	0,8	40,0	40,6	0,6	2,4	24,8	0,2	0,2	1,9	2,9	5,0	57,8	1,3	6,5	2,3
83.333	Bienal	Secundário	3	5,0	0,2	1,6	0,3	40,0	22,0	0,3	1,7	22,0	0,1	0,2	2,4	2,2	4,8	45,8	1,2	8,3	2,1
83.333	Bienal	Secundário	4	5,0	0,2	2,7	1,1	60,0	46,0	0,3	2,1	37,2	0,1	0,1	2,9	4,1	7,1	57,9	1,7	2,4	3,0