

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

**DESENVOLVIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES DE PALMA  
FORRAGEIRA (*Nopalea*) EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

**FELIPE MARTINS SARAIVA**

Zootecnista

**RECIFE - PE**  
**FEVEREIRO – 2014**

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

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

**DESENVOLVIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES DE PALMA**  
**FORRAGEIRA (*Nopalea*) EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

**FELIPE MARTINS SARAIVA**

**RECIFE - PE**  
**FEVEREIRO – 2014**

**FELIPE MARTINS SARAIVA**

**DESENVOLVIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES DE PALMA  
FORRAGEIRA (*Nopalea*) EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, do qual participam a Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Forragicultura

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. José Carlos Batista Dubeux Júnior - Orientador Principal

Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha

Prof. Dr. Rômulo Simões Cezar Menezes

**RECIFE-PE  
FEVEREIRO-2014**

Ficha catalográfica

S243d Saraiva, Felipe Martins  
Desenvolvimento e acúmulo de nutrientes de palma  
forrageira (*Nopalea*) em diferentes sistemas de cultivo /  
Felipe Martins Saraiva. – Recife, 2014.  
104 f. : il.

Orientadora: José Carlos Batista Dubeux Junior.  
Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento  
de Zootecnia, Recife, 2014.  
Inclui apêndice(s) e referências.

1. Esterco 2. Consórcio 3. Cactáceas 4. Leucena  
5. Glicíndia I. Dubeux Junior, José Carlos Batista,  
orientadora II. Título

CDD 636

**FELIPE MARTINS SARAIVA**

**Desenvolvimento e acúmulo de nutrientes de palma forrageira (*Nopalea*) em diferentes sistemas de cultivo**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 18 de Fevereiro de 2014

**Comissão Examinadora**

---

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

---

Dr. José Nildo Tabosa  
Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA

---

Prof. Dr. Mário de Andrade Lira  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Departamento de Zootecnia

---

Prof<sup>a</sup>. Dr. Mércia Virginia Ferreira dos Santos  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Departamento de Zootecnia

---

Prof. Dr. Vicente Imbroisi Teixeira  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE/UAST

**RECIFE-PE  
FEVEREIRO-2014**

## OFEREÇO

A minha amada esposa **Adeneide Candido Galdino Saraiva**, por compartilhar todos os momentos, me apoiando e dando forças para superar os desafios, feliz por tê-la ao meu lado. TE AMO...

## DEDICO

Aos meus pais Maurício Araújo e Denise Martins, pelo dom da vida e por contribuírem com parte daquilo que sou hoje.

Ao meu querido e inesquecível irmão Thiago Maurício, pelo período curto, mas importantíssimo de convivência, que Deus o proteja.

A minha avó materna Maria Áurea minha segunda mãe por todos os cuidados durante estes anos.

A minha avó paterna Marlene Araujo, por todo apoio e conselhos.

Aos meus afilhados Thiago, Juliana e Mateus minha esperança de um amanhã melhor.

À tia Andréia, tio Claudio, Carlinhos, Hamilton, Júnior, Alexandre, André por todo apoio e conselho.

Às primas Juliana, Renata, Mayhanna, Júlia, Maysa, Amanda, Edriele e Rebeca.

Aos primos Marcelo, Dinho, Saulo, Hamiltinho, Pedro, Lucas e João Vitor, pela amizade.

A todos os familiares: tios, tias, primos e primas por todo incentivo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, meu mestre, fonte de paz, amor, justiça e luz.

A UFRPE, em especial ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao meu orientador, professor José Carlos Batista Dubeux Júnior, pela ótima orientação, conselhos, paciência e colaboração recebida.

A professora Mércia Virgínia Ferreira dos Santos, pela oportunidade de ingressar na área científica e pelo incentivo para continuar estudando e aprimorando os conhecimentos.

Aos professores Alexandre Carneiro Leão de Mello, Mário de Andrade Lira, Marcio Vieira da Cunha e Rômulo Simões Cezar Menezes pelos comentários e conselhos que tanto contribuíram para a melhoria desse trabalho.

Aos amigos da Pós Graduação em especial: Amanda Gallindo, Carol Lira, Rerisson Cipriano, Toni, Ildja, Nalígia, Suellen, Stevens, Hiran Marcelo, Valéria Apolinário, Marta Gersusa, Stênio Paixão, Laura Detoni, Osniel, Talita, Bruno Viana, Joelma Freire, Janete pelos momentos de descontração e convivência durante todo o curso.

Aos amigos da Graduação Vanessa, Marcelo e Rodrigo pela ajuda durante a execução dos trabalhos.

A todos os funcionários da Estação Experimental de Itambé, do Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA), pela estadia, infra estrutura e apoio. Em especial aos amigos e funcionários Ivan Ferraz, Zé Ramos, Mirian, Moacir Zé Miguel e todos os outros que tanto contribuíram para a execução deste trabalho.

A toda a família Candido Galdino que vem sempre me incentivando a continuar alcançando degraus mais elevados.

A banca examinadora, pelas sugestões fornecidas, para a melhoria deste trabalho.

A **FACEPE**, pela concessão da bolsa de estudo e financiamento da pesquisa.

Ao **CNPq**, pelo apoio financeiro.

Enfim, a **todos** que contribuíram para a realização deste trabalho.

**MUITO OBRIGADO**

## **BIOGRAFIA**

FELIPE MARTINS SARAIVA, filho de Maurício Araújo Saraiva e Denise Martins Saraiva, nasceu em Santo André, São Paulo, Brasil no dia 09 de Agosto de 1980. Concluiu a graduação em Zootecnia na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em 2007. Foi bolsista de Iniciação Científica na área de forragicultura, durante dois anos. Em Março de 2008, ingressou no Programa de Pós Graduação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na área de concentração Forragicultura, concluindo o mestrado em fevereiro de 2010. Em março de 2010 ingresso no programa de doutorado integrado em Zootecnia concluindo o curso em fevereiro de 2014.

## ÍNDICE GERAL

Índice de figuras.....	xi
Índice de tabelas.....	xii
Resumo.....	xiii
Abstract.....	xiv
Considerações iniciais.....	xvi
<b>Capítulo 1- Referencial teórico.....</b>	<b>17</b>
Palma forrageira.....	18
Excreta animal: composição química, quantidade excretada e utilização como esterco.....	24
Decomposição e liberação de nutrientes do esterco.....	20
Referências bibliográficas.....	28
<b>Capítulo 2- Características morfológicas, produtivas e composição química da Palma consorciada ou não com leguminosas e adubadas com diferentes fontes de matéria orgânica.....</b>	<b>33</b>
Resumo.....	34
Introdução.....	35
Material e métodos.....	36
Resultados e discussão.....	39
Conclusão.....	54
Referências.....	54
<b>Capítulo 3- Acúmulo de N, P e K da Palma consorciada ou não com leguminosas e adubadas com diferentes fontes de matéria orgânica.....</b>	<b>59</b>
Resumo.....	60
Introdução.....	61
Material e métodos.....	69
Resultados e discussão.....	65
Conclusão.....	79
Referências.....	79
Considerações Finais.....	85
Apêndice.....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

- Figura 1.** Precipitação pluvial (mm) em Caruaru em 2011, 2012 e 2013. 41
- Figura 2.** Produção de matéria seca de palma forrageira clone IPA Sertânia (t MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) submetida a diferentes sistemas de cultivo e adubação orgânica e distâncias de coleta. 49
- Figura 3.** Concentração de N em palma forrageira clone IPA Sertânia cultivada em diferentes sistemas e adubadas com esterco. 51
- Figura 4.** Concentração de P em palma forrageira clone IPA Sertânia cultivada em diferentes sistemas e adubadas com esterco. 54
- Figura 5.** Concentração de K em palma forrageira clone IPA Sertânia cultivada em diferentes sistemas e adubadas com esterco. 56

### CAPÍTULO 3

- Figura 1.** Precipitação pluvial (mm) em Caruaru em 2012. 72
- Figura 2.** Matéria orgânica remanescente de diferentes tipos de esterco. 77
- Figura 3.** Taxa de acúmulo e liberação de N em plantio de palma IPA Sertânia consorciada com Gliricídia. 79
- Figura 4.** Taxa de acúmulo e liberação de N em plantio de palma IPA Sertânia consorciada com Leucena. 80
- Figura 5.** Taxa de acúmulo e liberação de N em plantio de palma IPA Sertânia. 82
- Figura 6.** Taxa de acúmulo e liberação de P em plantio de palma IPA Sertânia consorciada com Gliricídia. 84
- Figura 7.** Taxa de acúmulo e liberação de P em plantio de palma IPA Sertânia consorciada com Leucena. 85
- Figura 8.** Taxa de acúmulo e liberação de P em plantio de palma IPA Sertânia. 86
- Figura 9.** Taxa de acúmulo e liberação de K em plantio de palma IPA Sertânia consorciada com Gliricídia. 88
- Figura 10.** Taxa de acúmulo e liberação de K em plantio de palma IPA Sertânia consorciada com Leucena. 89
- Figura 11.** Taxa de acúmulo e liberação de K em plantio de palma IPA Sertânia. 90

## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

<b>Tabela 1.</b> Caracterização química do solo.	41
<b>Tabela 2.</b> Matéria orgânica (MO), N, P, K e quantidade de esterco aplicada em 2012 e 2013.	42
<b>Tabela 3.</b> Produção de matéria seca de palma IPA Sertânia e leguminosas.	45
<b>Tabela 4.</b> Produção de matéria seca de palma forrageira clone IPA Sertânia (t ha/ano) submetida a diferentes sistemas de cultivo e adubação orgânica	47
<b>Tabela 5.</b> Número e peso de cladódio de palma forrageira clone IPA Sertânia submetida a diferentes sistemas de cultivo e adubação orgânica	57
<b>Tabela 6.</b> Número e peso de cladódio (kg) de palma forrageira clone IPA Sertânia submetida a diferentes distâncias de coleta	59
<b>Tabela 7.</b> Altura de plantas de palma clone IPA Sertânia e leguminosas (cm) submetidas a diferentes sistemas de cultivo e adubação orgânica	60

### CAPÍTULO 3

<b>Tabela 1.</b> Composição química do solo	72
<b>Tabela 2.</b> Matéria orgânica (MO), nitrogênio, fósforo, potássio e relação C:N em diferentes tipos de esterco incubados em 2012.	73
<b>Tabela 3.</b> Teor de N, P e K na palma IPA Sertânia e esterco	76

### Resumo Geral

A palma forrageira é um recurso importante para o Agreste e Sertão de Pernambuco. Contudo existem poucas informações sobre práticas de manejo e sistema de cultivos consorciados utilizando a palma IPA Sertânia (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck.) para o semiárido de PE. Foram realizados dois experimentos objetivando avaliar o efeito do sistema de cultivo e fontes de matéria orgânica sobre características morfológicas e produtivas da palma forrageira clone IPA Sertânia em Caruaru-PE, além de obter informações sobre a liberação e acúmulo de nutrientes em plantios de palma forrageira. Os experimentos foram conduzidos na estação experimental de Caruaru, em palmar instalado em março de 2011. No primeiro experimento os tratamentos experimentais foram combinações de diferentes sistemas de cultivo (Palma + Leucena, Palma + Gliricídia e Palma em cultivo isolado) com diferentes esterco (ovino, bovino, caprino e cama de frango). As doses de esterco foram aplicadas considerando uma adição anual de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. As leguminosas foram plantadas em filas duplas (9 m x 1,0 m x 0,5 m) e a palma espaçada em 1 m x 0,25 m. O delineamento foi de parcelas subdivididas em blocos ao acaso, com quatro repetições por tratamento. A parcela principal foi formada pelo sistema de cultivo e a subparcela pelo tipo de esterco. No segundo experimento foi avaliado o acúmulo de nutrientes pela palma e a liberação de nutrientes dos distintos esterco e sistemas descritos no primeiro experimento. Os esterco foram incubados em sacos de náilon por distintos períodos (0, 4, 8, 16, 32, 64, 128 e 256 dias) e a palma colhida no mesmo intervalo de incubação dos esterco. No experimento 1 foram realizadas amostragens em três transectos perpendiculares às filas duplas de leguminosas, sendo avaliadas quatro plantas de palma por transecto equidistantes 1 m a partir da fila dupla central de leguminosas. Os esterco caprino e ovino resultaram em menor produção de MS da palma para todos os sistemas de cultivo, apresentando média de 16,4 t MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Maiores produções (Palma + Leguminosa) foram registradas nos plantios de palma consorciada com Gliricídia e adubada com esterco bovino (21,7 t MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). O número e peso dos cladódios foram maiores nas parcelas de palma isolada (6,7 e 4,3 kg MV planta<sup>-1</sup>) e nas adubadas com esterco bovino (6,4 e 4,2 kg MV planta<sup>-1</sup>). Os tratamentos pouco influenciaram as características morfológicas da palma IPA Sertânia, afetando apenas a espessura dos cladódios. De maneira geral, as concentrações de nutrientes da palma foram superiores nos sistemas consorciados nas primeiras distâncias de coleta (próximo das árvores), ocorrendo redução nas últimas distâncias coletadas. O tratamento contendo cama de frango

apresentou maior decomposição ao final dos 256 dias com média de 34,1%. O sistema com Gliricídia apresentou maior acúmulo de N para todas as fontes de MO estudadas com médias de 977, 695, 672 e 629 g ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> N para cama de frango, esterco ovino, caprino e bovino, respectivamente. O acúmulo máximo de P na palma foi de 40,9 kg ha<sup>-1</sup> no período de 256 dias e uma liberação aproximada de P pelo esterco de 116 kg ha<sup>-1</sup> no mesmo período, não ocorrendo deficiência de P na maioria dos tratamentos. Para K o acúmulo máximo registrado foi de 1487 g ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> K no sistema de palma exclusiva, seguido de 1242 e 1106 g ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> K para os sistemas consorciados com Leucena e Gliricídia, respectivamente. A utilização de sistema de cultivo consorciado com palma forrageira é uma alternativa para região, pois a utilização de diferentes espécies pode fornecer estratégias de alimentação mais eficiente. A utilização do esterco bovino é mais indicada no cultivo da palma consorciada com leguminosa. O acúmulo de nutrientes é influenciado pela presença da leguminosa consorciada com a palma principalmente para o nitrogênio. O fósforo é o nutriente menos acumulado e o potássio o mais acumulado ao longo do período de crescimento. A cama de frango, de maneira geral, foi a fonte de matéria orgânica que apresentou maior acúmulo e liberação de N, P e K.

**Abstract**

Cactus is a valuable forage resource for the Agreste and Sertão region of Pernambuco. Additional information addressing management practices and cropping systems using cactus IPA Sertânia (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck.) in the semiarid region are necessary. Two experiments evaluated the effect of different cropping systems and manure sources on morphological and productive characteristics of clone IPA Sertânia. Cactus nutrient accumulation and nutrient release from different manure types were also assessed. The experiments were established in March, 2011 in Caruaru – PE. In experiment 1, treatments were combination of cropping systems (cactus + leucanea, cactus + Gliricídia, and cactus in monoculture) and different manure sources (sheep, cattle, goat, and broiler litter). Manure was applied based on annual addition of 200 kg ha<sup>-1</sup> N. Legume trees were planted in double rows (9 x 1 x 0.5 m) and the cactus planting space was 1 x 0.25 m. A split-plot arrangement in a complete randomized block design was used, with four replicates per treatment. Cropping system was the main plot and manure types the split-plot. Experiment 2 assessed nutrient accumulation by the cactus and nutrient release from different manure types on the cropping systems described for experiment 1. Manure types were incubated in nylon bags during different periods (0, 4, 8, 16, 32, 64, 128, and 256 d) and the cactus harvested at the same interval. In experiment 1, cactus was sampled in four sites 1-m apart in a transect perpendicular to the legume tree rows. Goat and sheep manure resulted in lower cactus DM production for all cropping systems, with average 16.4 t ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> DM. Greater production (cactus+legume) occurred when cactus was planted in polyculture with Gliricídia and cattle manure was applied (21.7 t ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> DM). Cladode number and cladode weight was greater when cactus was planted in monoculture (6.7 and 4.3 kg plant<sup>-1</sup> in a fresh matter basis) and fertilized with cattle manure (6.4 and 4.2 kg plant<sup>-1</sup> in a fresh matter basis). Cladode thickness was the only morphological characteristic affected by treatments. In general, cactus nutrient concentration was greater in polyculture and near the tree rows, with reducing nutrient concentration with increasing distance from the trees. Broiler litter presented greater decomposition after 256 d of incubation (34.1%). When planted with Gliricídia, cactus accumulated more N regardless the manure source, with averages of 977, 695, 672, and 629 g ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> N for broiler litter, sheep, goat, and cattle manures, respectively. Maximum cactus P accumulation was 40.9 kg ha<sup>-1</sup> P during 256 d and 116 kg ha<sup>-1</sup> P released from the manure during the same period. As a result, no P deficiency was observed. Maximum

cactus K accumulation was  $1487 \text{ g ha}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ K}$  when cactus was planted in monoculture, followed by 1242 and  $1106 \text{ g ha}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ K}$  for the polyculture with *Leucaena* and *Gliricídia*, respectively. Cropping systems combining cactus and legume trees are a viable option for the region. Species diversity favours more efficient feeding strategies for livestock. Cattle manure resulted in greater productivity when cactus was planted combined with legume trees. Nutrient accumulation, mainly N, was influenced by the presence of the legume tree. Phosphorus was the least and K the most accumulated nutrient by cactus. broiler litter, in general, was the organic matter source presenting greater accumulation by the plant and released greater amounts of N, P, and K.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A palma forrageira é utilizada nas condições climáticas da região semiárida por ser uma cultura de elevado potencial de produção de forragem. A forragem da palma apresenta bom valor nutritivo sendo produzida com menor quantidade de água em relação à vegetação da Caatinga.

A planta apresenta elevada digestibilidade, teor de carboidratos solúveis e minerais, contudo apresenta deficiência de proteína e fibra devendo ser fornecida associada a outro alimento proteico e fibroso. A composição química da palma é bastante variada podendo ser afetada pela época do ano, idade da planta, ordem do artigo, espécie, tipo de adubação, espaçamento e frequência de colheita.

O plantio de leguminosas consorciadas com palma pode ser uma alternativa para complementar a alimentação dos animais, pois irá fornecer uma maior quantidade de proteína e fibra que são escassos na palma. Além dos fatores relacionados à alimentação o consórcio com leguminosas favorece a manutenção e melhoria na qualidade do solo devido à fixação biológica de N e deposição de serrapilheira.

Como mencionado, a palma é uma cultura resistente a condições adversas, porém ela responde a melhoria nas condições do solo. O uso de adubo no cultivo da palma forrageira vem aumentando nos últimos anos, principalmente devido a aumento considerado de produção com a utilização de esterco. As principais fontes utilizadas na adubação orgânica da palma são esterco bovino, caprino e ovino com maior utilização do primeiro. A cama de frango é outro material de origem orgânica que pode ser utilizado para adubação, porém seus preços elevados diminuí sua utilização para este fim.

A liberação de N, P e alguns micronutrientes dependem da ação dos microrganismos decompositores para quebrar as ligações e liberar os elementos para solução do solo. Outro elemento como o K, não é afetado pelo processo de decomposição, sendo liberado rapidamente do esterco. Fatores como umidade concentração de N, C, lignina e taninos são determinantes para a mineralização ou imobilização dos nutrientes armazenados no esterco.

A presente tese tem por objetivo avaliar o efeito do sistema de cultivo e fontes de matéria orgânica sobre características morfológicas e produtivas da palma forrageira clone IPA Sertânia em Caruaru-PE, além de obter informações sobre a liberação e acúmulo de nutrientes em plantios de palma forrageira.

## **CAPÍTULO 1**

### **REFERENCIAL TEÓRICO**

## 1. Palma forrageira

A região Nordeste do Brasil devido a sua grande irregularidade na distribuição de chuvas apresenta grande limitação para produção agrícola tendo seu foco principal a pecuária, sendo a Caatinga a principal fonte de alimento para o rebanho na região. Este caráter sazonal das plantas pelas condições edafoclimáticas adversas contribuem para baixa capacidade de suporte (Santos et al., 2010). Diante destas limitações é necessário o cultivo de espécies adaptadas a condições locais para aumentar o nível de produção animal da região.

A palma forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) é uma alternativa viável na alimentação animal na região semiárida devido ao seu metabolismo MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), que se caracteriza pelo fechamento dos estômatos durante o dia e abertura a noite para fixação do CO<sub>2</sub> atmosférico (Molona et al., 2011). Desta forma, a palma consegue perder pouca água aumentando sua eficiência garantindo crescimento mesmo em condições de baixa umidade. Segundo Santos et al. (2011), a produção da palma pode chegar a 20-30 toneladas de matéria seca/ha/ano em condição de sequeiro em Pernambuco.

A palma apresenta baixo teor de matéria seca (aproximadamente 10%) e elevada umidade o que para condições da região com água limitada é uma característica bastante importante em condições de secas prolongadas (Flores-Hernandez et al., 2004; Oliveira et al., 2007). Além disso, é uma forrageira rica em minerais e açúcar (Abidi et al., 2009). Porém, a palma não pode ser fornecida de forma isolada sendo necessária a utilização de outros alimentos ricos em fibra e nitrogênio. Dessa forma, para adequar a dieta, torna-se necessário que o produtor recorra a outros meios disponíveis de suplementação alimentar, através do uso de volumosos e de fontes de proteína (Albuquerque et al., 2002).

O ataque de doenças na palma no nordeste do Brasil são reduzidos e localizados. O ataque de pragas é a principal causa de insucesso na produção da cultura, as duas principais pragas são: a cochonilha de escamas (*Diaspis echinocacti*-Bouché) e a cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), sendo a ultima mais prejudicial a cultura no estado de Pernambuco (Santos et al., 2011b).

A ocorrência da cochonilha do carmim tem promovido acentuada redução da produção de palma nos estados de Pernambuco e Paraíba em função do maior cultivo de variedades suscetíveis do gênero *Opuntia*. Trabalhos de seleção de novos clones visando maior resistência a cochonilha do carmim identificaram que os clones Miúda,

Orelha de Elefante Mexicana e IPA Sertânia são mais resistentes ao ataque da praga (Santos et al., 2007; Vasconcelos et al., 2009), estas informações são importantes para buscar novas formas de manejo para estas variedades resistentes sejam relacionadas a adubação, espaçamento ou consórcio.

A palma produz mesmo em condições de baixa umidade e solos com baixa concentração de nutrientes, contudo a palma é uma cultura exigente em fertilidade e seu real potencial de produção só será atingido com o uso de adubos seja orgânico ou mineral. Segundo Dubeux Jr. e Santos (2005), a palma extrai elevadas quantidades de nutrientes. Considerando uma produção de matéria seca de 20 t ha<sup>-1</sup> a palma extrai cerca de 180 kg de N, 32 kg de P, 516 kg de K e 470 kg de Ca ha<sup>-1</sup>. Desta forma, se não houver reposição de nutrientes via adubação ocorrerá uma redução na produtividade e qualidade da forragem.

O uso de fertilizantes, seja orgânico ou mineral, no cultivo da palma forrageira vem se intensificando nos últimos anos. Em levantamento feito na Bahia por Almeida (2011), foi observado que aproximadamente 64% dos produtores utilizam adubação no cultivo da palma e destes, apenas 3,2% utilizam adubação mineral associada com adubação orgânica. As principais fontes utilizadas na adubação orgânica são estrume bovino, caprino e ovino, com maior destaque para o primeiro.

Dubeux Jr. e Santos (2005) reportaram que experimentos conduzidos no Agreste de Pernambuco observaram aumento de mais de 100% na produção com nível de 20 t de estrume ha<sup>-1</sup> colheita<sup>-1</sup> (104,2 t de matéria verde ha<sup>-1</sup>), quando comparado com a ausência de adubação (51,0 t de matéria verde ha<sup>-1</sup>). Donato (2011), conduzindo trabalho na Bahia utilizaram quatro doses de estrume de curral (0; 30; 60 e 90 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e três espaçamentos (1,0 x 0,5; 2,0 x 0,25 e 3,0 x 1,0 x 0,25 m) com densidade de 20.000 plantas por ha<sup>-1</sup>. Observaram que o incremento das doses de estrume bovino promoveram uma maior extração de nutrientes e aumento os teores dos cladódios de palma forrageira aumentando a qualidade da planta, além de elevar a produção de forragem, sendo de 12,5 t ha<sup>-1</sup> no nível zero e 21 t ha<sup>-1</sup> no nível de 60 t ha<sup>-1</sup> ano de estrume bovino.

Estudos mais recentes desenvolvidos por Silva (2012) no município de Caruaru-PE avaliando diferentes densidades de plantio (20, 40, 80 e 160 mil plantas ha<sup>-1</sup>) e níveis de adubação orgânica com o uso de esterco bovino (0, 20, 40, 80 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) evidenciaram que a aplicação de 80 t de esterco propiciou maior produção em todas as densidades estudadas além de apresentar plantas mais altas com maior número de

cladódios. Os autores ainda mencionaram que a utilização de 20 t de esterco bovino é insuficiente para suprir as necessidades de um palmal com 160 mil plantas. Desta forma, fica evidente a necessidade de adequar a quantidade de esterco aplicada à necessidade da forragem para manter índices de produtividade desejados.

Além de cultivada isoladamente a palma pode ser consorciada com culturas de ciclo rápido ou com plantas perenes. Estudos realizados por Albuquerque e Rao (1997), avaliando a associação da palma com sorgo (*Sorghum bicolor* L.) e feijão de corda (*Vigna unguiculata* (L) Walp) observaram competição do feijão e sorgo com a palma forrageira, reduzindo a produção da palma no primeiro corte. A utilização de leguminosas consorciada à palma pode ser uma alternativa viável, pois elevará a concentração de fibra e proteína da dieta, além de promover melhorias na qualidade do solo em função da fixação biológica de N. Os trabalhos envolvendo consórcio de leguminosas e palma são limitados. Existem relatos da utilização da algaroba (*Prosopis juliflora*) plantadas em diferentes espaçamentos sendo verificada redução da produção do palmal pelo sombreamento (Albuquerque e Ribaski. 2003). Estudos realizados por Peixoto, (2009) avaliando o consorcio de plantas de cajá (*Spondias ssp.*) sobre características morfológicas da palma forrageira demonstraram redução em todos os parâmetros avaliados em plantas cultivadas sob consórcio.

Embora os resultados existentes na literatura demonstrem efeitos negativos da utilização da palma consorciada é necessário obter maiores informações sobre estas associações no cultivo de palma, principalmente sob influência de outros fatores como adubação, espaçamento e frequência de corte que são os fatores principais a influenciar a produção da palma.

## **2.Excreta animal: composição química e quantidade excretada.**

As características químicas do esterco dependem, principalmente, da composição química do alimento fornecido ao animal. O animal metaboliza os alimentos para retirar energia e produzir novos tecidos e produtos. O requerimento de nutrientes pelos animais varia com o tipo de animal e o estágio de produção (NRC, 2000). Normalmente, quando o animal vai ficando mais velho o requerimento de proteína diminui, assim como a concentração de proteína na dieta também pode ser reduzida, diminuindo as concentrações de nitrogênio excretado em porcentagem do peso corporal (Marcondes et al., 2010). Da mesma forma, o aumento dos níveis de minerais na alimentação aumentam o nível dos nutrientes no estrume (Esse et al., 2001).

Cada espécie animal apresenta particularidade em seu sistema de criação podendo afetar as características do material produzido. A criação de bovinos no Brasil é conduzida em três sistemas, o extensivo e semi-extensivo onde os animais em sua maioria são criados a pasto, sendo os dejetos depositados na pastagem. Bovinos em áreas de pastagens produzem em média 1,9 a 4,2 kg MS fecal (Saraiva, 2010, Braz et al., 2002) e 10 a 25 L de urina por animal a cada 24 horas (Saraiva, 2010, Carran e Theobald, 1999; Mathews et al 1996; Hayne e Williams, 1993). Em sistema intensivo os animais são criados confinados apresentando necessidade de recolhimento do esterco (Lucas e Amorim, 2005). Desta forma, a quantificação da produção de dejetos na bovinocultura de corte é limitada, sendo mais usual a avaliação na bovinocultura de leite em função da maior capacidade de produção de dejetos deste sistema.

O volume de esterco produzido em animais sob pastejo é bastante variável sendo influenciado principalmente pelo peso do animal e comportamento alimentar. Segundo Braz et al. (2002), um bovino de corte chega a produzir por dia aproximadamente 1,97 kg de MS de fezes considerando o peso médio de cada defecação (200,5 g de MS) e a frequência de defecações (9,84 defecações por animal por dia) e peso vivo de 300 kg. Rodrigues et al. (2008), em pastagem de capim mombaça fertilizados com fósforo pastejada por animais com 300 kg, verificaram valores médios de 2,78 kg de MS. Detmann et al. (2001), estudando a produção de fezes e o consumo de forragem em pastagem de *Brachiaria decumbens*, utilizando novilhos de aproximadamente 400 kg, verificaram produção de MS de 2,8 a 3,8 kg/dia.

Em 2011 o rebanho efetivo de bovinos foi de 212,8 milhões de cabeças com taxa de crescimento de 1,6% em relação ao ano de 2010 (IBGE, 2012), considerando a produção média de 27 kg de fezes por animal a cada dia (Rodrigues et al., 2008), ocorre aproximadamente  $5.745.600 \text{ Mg dia}^{-1}$  de fezes, correspondendo a 574.560 Mg de matéria seca de fezes por dia.

A caprino-ovinocultura vem crescendo a cada ano, e boa parte das criações empregam nível de tecnologia elevado deixando a característica de subsistência em áreas de semiárido nordestino (Lucas e Amorim, 2005). A quantidade de dejetos produzidos assim como, observado para bovinos varia bastante sofrendo influência do alimento ingerido, categoria animal, estado fisiológico. Segundo Amorim (2002), as quantidades excretadas podem variar de 130,9 a 379,0g de massa seca por dia, em animais da raça Saanen com idade de 2 a 12 meses, podendo atingir mais de 600kg em um ano.

Estudos realizados por Orrico et al. (2001), avaliando produção fecal de cabras da raça Sannen, observaram maior produção fecal para animais mais velhos independente da dieta fornecida. Isso demonstra o aumento da exigência do animal em termos de quantidade de MS à medida que ocorre o ganho de peso. Apesar dos animais alimentados com maiores proporções de alimento concentrado produzirem maiores quantidades diárias de dejetos (280 g), estes ficariam prontos para o abate mais cedo reduzindo o período de confinamento produzindo uma quantidade menor de resíduo durante o ciclo produtivo. Em relação à composição química das fezes de caprinos, foi observado maior concentração nas fezes dos animais mais velhos recebendo dieta mais energética com médias de 2,86; 1,11; 1,97; 0,78; 0,57 e 0,18% para N, P, Ca, Mg, K e Na, respectivamente. Os autores relataram que estes valores são bastante significativos no desenvolvimento dos processos de reciclagem dos dejetos, uma vez que, por si só são capazes de manter as condições necessárias para sobrevivência e multiplicação dos microrganismos.

Em outro estudo envolvendo diferentes categorias de animais e dietas, Orrico et al. (2007) observaram concentrações de minerais na dieta influenciando as quantidades de nutrientes excretadas. Para N, foi observada variação de 1,00 até 2,15 %, de 0,4 até 1,8 % para P, de 0,3 até 1,2 % para K, de 0,2 a 0,75 % para Ca e de 0,08 a 0,39 % para Mg (MS das fezes). Os autores observaram aumento na concentração dos nutrientes à medida que os animais se aproximaram da fase adulta e foram alimentados com maiores quantidades de concentrado. É possível verificar que a maioria dos nutrientes contidos nas fezes é encontrada em maior concentração no esterco de pequenos ruminantes, quando comparado a bovinos com diferentes faixas de peso e dietas. Este fato está relacionado à característica de seleção do próprio animal durante o pastejo, além das práticas de manejo relacionado ao tipo de alimento fornecido. De maneira geral, bovinos são menos seletivos preferindo gramíneas, ovinos apresentam seletividade média consumindo gramíneas e plantas herbáceas, caprinos são mais seletivos preferindo os arbustos (Silva Sobrinho, 2001). Os caprinos tendem a ingerir partes mais novas e tenras das plantas e por consequência, mais nutritivas, podendo aproveitar melhor a diversidade existente em áreas de vegetação nativa como a Caatinga mesmo nas épocas desfavoráveis. Esta característica está relacionada à mudança na anatomia do animal em relação à forma de apreensão do alimento (Carvalho e Rodrigues, 1997).

Estudos realizados no Ceará avaliando o efeito do pastejo combinado de ovinos e caprinos revelaram que no início das chuvas, os caprinos consumiram

preferencialmente folhas de espécies lenhosas e menos espécies herbáceas que os ovinos, enquanto que no fim das águas a composição das dietas foi semelhante para as duas espécies em função de mudanças na composição do pasto (Leite et al., 1995). Este mesmo comportamento foi identificado por Araujo et al. (1996) também em área de Caatinga do Ceará com maior ingestão de leguminosas para os caprinos, e gramíneas para os ovinos, principalmente na época de maior disponibilidade hídrica.

Estas diferenças de comportamento ingestivo afetam a composição química dos dejetos. Esse et al. (2001) avaliaram a decomposição de esterco de ruminantes na Nigéria e observaram maior concentração de nitrogênio para os esterco caprinos e ovinos em relação ao esterco bovino com médias de 12 e 15 g N kg<sup>-1</sup>. Segundo os autores, esta concentração de N foi baixa em função do manejo incorreto do esterco na região. A concentração de fósforo e potássio apresentou valor semelhante para as duas espécies. Schlecht et al. (1997) verificaram que nas fezes as concentrações de N foram significativamente maiores para os pequenos ruminantes do que para gado bovino, quando alimentados com forragem verde; com o fornecimento de palha, as concentrações foram semelhantes. Estes resultados atestam a maior seleção destes animais, em relação aos bovinos devido a maior concentração de N nas leguminosas que são preferidas por pequenos ruminantes.

Outro material que pode ser utilizado como fonte de matéria orgânica para o solo é a cama de aviário. A avicultura de corte gera uma grande quantidade deste material. A cama tem função absorvente e propicia bem estar para os animais protegendo da umidade e frio, além de permitir a retirada dos dejetos no final do ciclo produtivo. Sua composição depende do tipo de resíduo utilizado, da alimentação das aves, idade, raça, quantidade de excretas e penas no material, do número de lotes e armazenamento do material (Leme et al., 2000).

A cama de frango é uma importante fonte de nutrientes quando utilizada como fonte de adubação ao solo, pois apresentam quantidades consideradas de N, P, Ca e K em sua composição além de alguns micronutrientes com Cu, Zn e Mn (Kelleher et al. 2002). Assim, é necessário maior cuidado na utilização deste material evitando contaminação por micronutrientes, pois de maneira geral, o requerimento das culturas para estes elementos são pequenos (Marsola et al., 2005).

Em 2010 o número de frangos abatidos no Brasil foi de 4,9 bilhões de cabeças (Santos e Souza, 2011), considerando a produção média de 1,7 kg de cama por animal durante o ciclo de produção (Lucas e Amorim, 2005), estima-se 8,5 milhões de

toneladas de cama de frango em 2010. Em 2014, provavelmente, a tendência é de aumento na quantidade produzida, devido ao aumento do plantel de aves de corte no país.

De maneira geral, a composição de minerais na cama de frango e esterco de galinha é mais elevada, quando comparada com as outras espécies domésticas, boa parte disso, se deve a alimentação mais rica das rações a base de milho e soja. Estudos realizados por Azzez & Averbek (2010), avaliando o efeito da aplicação de esterco sobre solos argilo arenosos, verificaram maior concentração de N e P, além de menores relações C:P e C:N para a cama de frango em relação aos esterco bovinos, caprino e ovino. As altas relações C:P e C:N observadas no esterco de gado e caprinos, em relação ao de frango implica em mineralização mais rápida para o último (Qiu et al., 2008). Outro fator importante a ser considerado está relacionado com a imobilização dos nutrientes quando os mesmos se encontram em pequenas concentrações nos materiais. Isso ocorre com frequência para o fósforo, e principalmente em materiais com altas relações C:P (Hobbie e Vitousek, 2000).

Os esterco apresentam uma composição mais completa com praticamente todos os elementos necessários para plantas podendo ser usado de forma exclusiva na adubação. Neste sentido, Miron et al. (2011) concluíram que a substituição do adubo químico pelo esterco propiciou aumento do rendimento e valor nutritivo do feno de trigo bem como os níveis de nutrientes e retenção de água no solo, além de reduzir o número de espécies invasoras. Segundo os autores, a adoção do esterco aumentaria os lucros dos laticínios das regiões e reduziria a contaminação de águas subterrâneas, devido à redução da utilização de fertilizantes químicos.

### **3. Decomposição e liberação de nutrientes do esterco**

De maneira geral, a quantidade de nitrogênio determina a velocidade de decomposição do material, assim, resíduos com baixa relação C/N são decompostos mais rapidamente que os de alta relação (Marques et al., 2000). De maneira geral, a baixa decomposição dos resíduos com maior relação C/N se deve a menor concentração de N e elevação da concentração de material recalcitrante (Heal et al., 1997). A lignina é um dos materiais que mais afetam a decomposição e se comporta como uma estrutura de proteção ao ataque de microorganismos, sendo assim, um importante indicador de decomposição nos estágios mais avançados, onde a relação C/N se mostra ineficiente para representar a curva de decomposição.

A decomposição do esterco é influenciada pela espécie animal que lhe deu origem apresentando diferentes taxas de mineralização no decorrer do tempo de incubação. Neste sentido, Araujo et al. (2010) verificaram que a decomposição do esterco caprino aumentou com o tempo de incorporação, variando de 0,30 a 0,65 g.g<sup>-1</sup>, nas maiores profundidades estudadas (20-30 e 30-40 cm). O esterco bovino apresentou comportamento semelhante ao caprino em relação ao tempo de incorporação, sendo a decomposição mais intensa, principalmente nas camadas de 10 – 20 e de 20 – 30 cm, variando de 0,41 a 0,78 g.g<sup>-1</sup>. Os autores observaram maior decomposição para o esterco bovino, revelando o potencial deste material como fertilizante devido a sua liberação de nutrientes ser considerada de médio prazo. No final da incubação foi verificada uma decomposição de 48; 62; 44; e 78% para os esterco caprino e bovino em superfície e incorporado, respectivamente. Estes dados revelam um aumento de 14 e 34% na decomposição com a utilização da incorporação de resíduos ao solo, possivelmente em função da melhoria nas características microclimáticas do ambiente.

Fatores relacionados ao ambiente, principalmente a umidade, temperatura e oxigênio, influenciam a velocidade de decomposição do esterco. Neste sentido, Souto et al. (2005) observaram maior decomposição dos esterco no semiárido da Paraíba a partir de fevereiro devido, às altas pluviosidades ocorridas nesse período. Percebeu-se um aumento no conteúdo de água do solo que favoreceu a atividade microbiana. Isso ocasiona aumento nos teores de ácidos orgânicos nos solos, os quais intensificam a decomposição dos esterco. Até 90 dias da disposição dos esterco no solo houve maior decomposição do esterco bovino, tendo 28% do esterco sido decomposto. Os esterco caprino e ovino apresentaram um comportamento similar no período. A taxa de decomposição dos esterco estudados aumentou acentuadamente a partir de fevereiro/2001. Observou-se que, ao final do período estudado, os esterco (bovino e caprino) atingiram níveis residuais semelhantes.

Muitas vezes, o desaparecimento da matéria orgânica dos sacos de náilon não reflete necessariamente a completa decomposição do material e conseqüentemente disponibilidade de nutrientes para as plantas. A chuva quando em intensidade muito elevada pode contribuir para a saída de material do interior do saco (Esse et al., 2001).

O período necessário para a completa decomposição dos esterco varia. Segundo Hoffman et al. (2001), o tempo médio de decomposição é de 2,5 anos para esterco bovino, 3,5 anos para pequenos ruminantes e mais de 4,0 anos para esterco de asininos. Provavelmente, a menor decomposição do esterco asinino se deve a maior relação C/N

do material que possibilita maior imobilização dos nutrientes do solo por parte dos microrganismos.

Em pesquisa realizada por Esse et al. (2001), avaliando a decomposição e liberação de nutrientes em esterco de bovinos e pequenos ruminantes dispostos em diferentes métodos e locais no campo, observaram diferentes taxas de decomposição em função do método e local utilizado. Foi verificada maior decomposição nos esterco dispostos em gaiolas com 75% e 28% para solos de encostas e vales, respectivamente no final de 10 semanas após a aplicação. O uso de sacos de náilon reduziu a decomposição apresentando taxas de 38% para áreas de encostas e 16% para os vales no final do período estudado.

Este comportamento também foi identificado por Markewich et al. (2010), onde verificaram maior decomposição em esterco disposto em sacos com maior espessura dos poros independente da qualidade do material, provavelmente o acesso dos macrorganismos permite esta maior decomposição. O esterco de média qualidade depositado em sacos de maior porosidade perdeu 78% do seu peso inicial, o de baixa qualidade perdeu 73,4% após 112 dias no solo. Os materiais incubados nos sacos de malha pequena perderam 24,3 e 31,2% para esterco de baixa e média qualidade.

Os dados apresentados revelam a grande importância da mesofauna no processo de decomposição de resíduos, pois estes organismos tem função de fragmentar e incorporar o material no solo facilitando o ataque dos microrganismos, aumentando a superfície de contato. A ação destes organismos podem afetar as características físicas do solo, como retenção de umidade e aeração levando a condições mais favoráveis para decomposição microbiana (Mando et al., 1996).

A liberação de nutrientes é variável, apresentando comportamentos distintos para cada elemento químico. De maneira geral, a liberação de N e P do esterco é de média a baixa velocidade, pois sua mineralização é dependente da degradação da matéria orgânica. O potássio apresenta liberação rápida o que pode estar ligado a maior solubilidade do potássio em água, além do fato deste elemento não fazer parte de moléculas orgânicas. Em estudos realizados por Esse et al. (2001), não foi verificado alterações na liberação de N e P, apresentando momentos de imobilização e mineralização ao longo do período de incubação. Para K os autores verificaram rápida liberação com maior proporção liberado nas primeiras cinco semanas de avaliação. Quanto aos diferentes tipos de esterco avaliados, não foram observadas diferenças no

comportamento relacionado à liberação dos nutrientes, evidenciando um padrão de liberação para o esterco de ruminantes.

De maneira geral, a concentração de P dos solos tropicais tende a ser reduzido o que acarreta imobilização deste elemento pelas argilas presentes no solo. Neste sentido Azzez & Averbek (2010) verificaram diferentes comportamentos em relação à aplicação das diferentes fontes de matéria orgânica aplicadas ao solo. De maneira geral, foi observada imobilização do P para os esterco bovino, caprino e ausência de adubação, já para esterco de aves foi observado mineralização durante o período avaliado. Segundo os autores, a maior concentração inicial de P deste material, além de relações C:N e C:P mais reduzidas contribuíram para maior mineralização.

A decomposição do esterco e liberação de nutrientes é decorrente da oxidação do carbono, e conseqüente mineralização e pela desintegração da placa por agentes físicos. Braz et al. (2002) observaram uma tendência no desaparecimento dos nutrientes onde as quantidades de matéria seca, nitrogênio e fósforo apresentam curva semelhantes. Quanto ao potássio, as quantidades liberadas foram elevadas, para os autores este fato está relacionado à suscetibilidade do elemento a lixiviação.

A liberação de nutrientes por lixiviação está relacionada à presença de formas inorgânicas; como já mencionado, o K não faz parte de complexos orgânicos, sendo suscetível a lixiviação, diferente do N e P, que são dependentes da mineralização, decorrente da atividade dos microrganismos. Pode-se então atribuir a discrepância entre as quantidades liberadas de potássio e as de nitrogênio e fósforo à baixa atividade biológica na placa, uma vez que, provavelmente, o nitrogênio e fósforo não se apresentaram susceptíveis à liberação por lavagem ou lixiviação como observado para o potássio (Braz et al., 2002).

O cálcio apresenta liberação lenta e em muitos casos, pode apresentar imobilização. De maneira geral, este elemento apresenta grande concentração nas forrageiras tropicais, o que garante sua presença nas fezes dos animais principalmente dos ruminantes. A liberação lenta do cálcio pode estar relacionada à função do elemento na planta, pois o Ca apresenta função estrutural, fazendo parte da lamela média da parede celular (Malavolta et al., 1997), sendo armazenado na forma de cristais, sofrendo pouca alteração ao longo do tempo (Neves et al., 2001; Dias et al., 2002).

Neste sentido, Freitas et al. (2007), avaliando a mineralização de cálcio e magnésio em esterco, verificaram imobilização do cálcio no esterco caprino e baixa mineralização para o esterco bovino, segundo os autores a diferente estrutura física dos

esterco podem contribuir para maior mineralização, pois o esterco bovino apresenta mais pulverizado. Enquanto o caprino apresenta estrutura circular mais resistente a decomposição. Quanto ao magnésio, o comportamento foi semelhante, contudo, definição da mineralização foi dada em função da profundidade de incorporação e não em relação ao tipo de material aplicado provavelmente, a maior umidade nas camadas mais profundas fornece ambiente mais adequado à decomposição e mineralização deste elemento.

Segundo Sampaio et al. (2007), o esterco causa imobilização de nutrientes no solo no primeiro mês após sua incorporação, porém após um período de três a seis meses ocorre mineralização de forma lenta e gradual. As recuperações aparentes, pelas plantas, das quantidades aplicadas de N, P e K também foram baixas com médias em torno de 20, 10 e 30%, respectivamente.

### Referências bibliográficas

ABIDI, S; BEM SALEM, H.; MARTIN-GARCIA, A.L.; MOLINA-ALCAIDE, E. Ruminal fermentation of spiny (*Opuntia amyclae*) and spineless (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) cactus cladodes and diets including cactus. **Animal Feed science and Technology**, v. 149, p. 333-340, 2009.

ALMEIDA, J. A palma forrageira na região semiárida do estado da bahia: diagnóstico, crescimento e produtividade. Cruz das Almas-BA: UFRB, 2011. 95f. (Tese – Doutorado Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

ALBUQUERQUE, S.G.; RAO, M.R. Espaçamento da palma forrageira em consórcio com sorgo granífero e feijão-de-corda no Sertão de Pernambucano. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.4, p.645-650, 1997.

ALBUQUERQUE, S.G.; RIBASKI, J. Sombreamento da palma forrageira cv. gigante (*Opuntia ficusindica* Mill.) pela algarobeira no sertão de pernambuco. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia 2003.

ALBUQUERQUE, S.S.C.I de; LIRA, M. de A.; SANTOS, M.V.F. dos; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; MELO, J.N. de; FARIAS, I. Utilização de três fontes de nitrogênio associadas à palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) cv. Gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p.1315-1324, 2002.

AMORIM, A. C. **Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes**. 2002. 108f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

ARAUJO, C.A.S.; FREITAS, M.S.C.; SILVA, G.G.B.; SILVA, D.J. Taxa de decomposição de esterco em função do tempo e da profundidade de incorporação sob irrigação por micro aspersão. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPATSA/34337/1/OPB1013.pdf> Acessado em: 24/06/2012.

ARAÚJO FILHO, J. A. et al. Composição botânica e química da dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado na região dos Inhamuns, Ceará. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 25, p.283-95, 1996.

AZEEZ, J.O.; AVERBEKE, W.V. Fate of manure phosphorus in a weathered sandy clay loam soil amended with three animal manures. **Bioresourcer Technology**, v.101, p. 6584–6588, 2010

BRAZ, S.P.; NASCIMENTO JR., D.; CANTARUTTI, R.B. et al. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.858-865, 2002.

CARRAN, R.A., AND P.W. THEOBALD. Effects of excreta return on properties of a grazed pasture soil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**. v.56, P.79-85, 1999.

CARVALHO, P.C.F.; RODRIGUES, L.R.A. **Potencial de exploração integrada de bovinos e outras espécies para utilização intensiva de pastagens**. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM. 13. Produção de bovinos a pasto. Piracicaba:FEALQ, 1997. p. 115-128.

DETMANN, E.; CECON, P.R.; FONSCECA, P.M. et al. Estimação de parâmetros constituintes da cinética e trânsito de partículas em bovinos sob pastejo por diferentes seqüências amostrais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.220-230, 2001.

DIAS, H. C.T.; FIGUEIRA, M.D.; SILVEIRA, V. et al. Variação temporal de nutrientes na serapilheira de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Lavras, Minas Gerais - Brasil. **Revista Cerne**, v.8, p. 1-16, 2002.

DONATO, P.E.R. Características morfológicas, de rendimento e nutricionais da palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco. Itapetinga-BA: UESB, 2011. 135f. (Tese – Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, S.C.R.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE. p. 2005. 258

ESSE, P.C.; BUERKERT, A.; HIERNAUX, P. et al. Decomposition of and nutrient release from ruminant manure on acid sandy soils in the Sahelian zone of Niger, West Africa. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.83, p.55-63, 2001.

FREITAS, M.S.C.; ARAUJO, C.A.S.; SILVA, D.J. Mineralização de cálcio e magnésio de esterços em função da profundidade e do tempo de incorporação. II Congresso de

Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa, 2007. **Anais...** João Pessoa, 2007 8p.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advanced Agronomy**, v.49, n.1, p.119-199, 1993.

HEAL, O.W., J.M. ANDERSON AND M.J. SWIFT. **Plant litter quality and decomposition: An Historical Overview**. In: G. Cadisch and K.E Giller (Ed.) Driven by nature: Plant litter quality and decomposition. CAB International: Wallingford, UK., 1997. p. 3-30.

HOBBIIE, S.E.; VITOUSEK, P.M. Nutrient limitation of decomposition in Hawaiian forests. **Ecology**, v.81, p.1867–1877, 2000.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U.B. et al. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.86 p.263-275, 2001.

KELLEHER, B P., LEAHY, J. J., HENIHAN, A. M, O'DWYER, T. F., SUTTON,D., LEAHY, M. J. Advances in poultry litter disposal technology – a review. **Bioresource Technology**, v. 83, p. 27-36, 2002.

LEITE, E. R.; ARAÚJO FILHO, J. A.; PINTO, F. C. Pastoreio combinado de caprinos com ovinos em caatinga rebaixada: desempenho da pastagem e dos animais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, p. 1129-34, 1995.

LEME, P. R.; ALLEONI, G. F.; CAVAGUTI, E. Utilização da cama de frango na alimentação de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia, **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. p. 44-51.

LUCA, J.; AMORIM, A.C. Manejo de dejetos: fundamentos para a integração e agregação de valor. In: ZOOTEC, Campo Grande, 2005. **Anais...** Campo Grande, ZOOTEC, 2005. 35p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MALONA, I.; EGEEA-CORTINES, M.; WEISS, J. Conservado e divergente Rhythms of Crassuláceas do Metabolismo Ácido-Related e Relógio Central Expressão Gênica no Cactus *Opuntia ficus indica*. **Plant Physiology**, v.156, p.1978-1989, 2011.

MANDO, A.; STROOSNIJDER, L.; BRUSSAARD, L. Effects of termites on infiltration into crusted soil. **Geoderma** v.74, p.107–113, 1996.

MARCONDES, M.I.; GIONBELLI, M.P.; VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, M.F. Exigências nutricionais de proteína para bovinos de corte. In: Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados BR CORTE, 2ª ed, Viçosa: Sebastião de Campos Valadares Filho, Marcos Inácio Marcondes, Mário Luiz Chizzotti,

Pedro Veiga Rodrigues Paulino, 2010, p. 113-133, 2010.

MARKEWICH, H.A.; PELL, A.N.; MBUGUA, D.M. et al. Effects of storage methods on chemical composition of manure and manure decomposition in soil in small scale Kenyan systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.139, p.134-141, 2010.

MARQUES, T.C.L.L.S.M.; VASCOCELOS, C.A.; PEREIRA FILHO, I. et al. Envolvimento de Dióxido de Carbono e Mineralização de Nitrogênio em Latossolo Vermelho-Escuro com Diferentes Manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.581-589, 2000.

MARSOLA, T.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Acumulação de cobre e zinco em tecidos do feijoeiro em relação com o extraído do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.92-98, 2005.

MATHEWS, B.W., L.E. SOLLENBERGER, AND J.P. TRITSCHLER II. 1996. Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures: Soil considerations. p. 213-229. In R.E. Joost and C.A. Roberts (ed.), Nutrient cycling in forage systems. Potash and Phosphate Institute and the Foundation for Agronomic Research, Manhattan, Kansas.

MIRON, J.; YOSEF, E.; NIKBACHAT, M. et al. Fresh dairy manure as a substitute for chemical fertilization in growing wheat forage; effects on soil properties, forage yield and composition, weed contamination, and hay intake and digestibility by sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.168, p.179-187, 2011.

NEVES, E. J. M.; MARTINS, E. G.; REISSMANN, C. B. Deposição de serapilheira e de nutrientes de duas espécies da Amazônia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.43, p.47-60, 2001.

NRC, 2000. NATIONAL RESEARCH COUNCIL -. Nutrient requirements beef cattle. Updated 7th. ed. Washington, D.C : National Academic Press, 2000. 242 p.

OLIVEIRA, V.S.; FERREIRA, M.A.; GUIM, A.; MODESTO, E.C.; LIMA, L.E. SILVA, F.M. Substituição total do milho e parcial do feno de capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação: consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p. 1419-1425, 2007.

ORRICO, A.C.A.; ORRICO JR, M.A.P.; LUCAS JR, J. Desempenho e características dos dejetos produzidos por cabritos em diferentes idades e alimentados com diferentes proporções entre volumoso e concentrado. **Revista Agrarian**, v.4, p.222-227, 2011.

ORRICO, A.C.A.; LUCAS JR. J.; ORRICO JR. M.A.P. Caracterização e biodigestão anaeróbia dos dejetos de caprinos. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.639-647, 2007.

PEIXOTO, M.J.A. **Crescimento vegetativo, produção e composição químico-bromatológica da palma forrageira consorciada com cajá *Spondias spp.*** 2009. 78p. Dissertação (mestrado em Zootecnia) Centro de ciências agrárias. Universidade Federal do Ceara, Fortaleza.

QIU, S., MCCOMB, A.J., BELL, R.W. Ratios of C, N and P in soil water direct microbial immobilisation–mineralization and N availability in nutrient amended sandy soils in southwestern Australia. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.127, p.93–99, 2008.

RODRIGUES, AM, CECATO, U, FUKUMOTO, NM, Concentrações e quantidades de macronutrientes na excreção de animais em pastagem de capim-mombaca fertilizada com fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.990-997, 2008.

SAMPAIO, E.V.S.B.; OLIVEIRA, N.M.B; NASCIMENTO, P.R.F. Eficiência da adubação orgânica com esterco Bovino e com *Egeria densa*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.995-1002, 2007.

SANTOS, D.C, LIRA, M.A., FARIAS, I. et al. Selection of forage cactus pear genotypes resistant to the carmine cochineal. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON CACTUS PEAR AND COCHINEAL, 4., 2007, João Pessoa. **Proceedings...** João Pessoa: UFPB, 2007. CD-ROM.

SANTOS, D.C.; LIRA, M.A; SILVA, M.C. et al. Genótipos de Palma Forrageira para Áreas Atacadas pela Cochonilha do Carmim no Sertão Pernambucano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6, 2011, Búzios. **Anais...**Búzios: SBMP, 2011. CD-ROM.

SANTOS, M. V. F. dos.; CUNHA, M. V. da.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR. J. C. B.; FREIRE, J. de L.; PINTO, M. S. de C.; SANTOS, D. C. dos.; SOUZA, T. C. de.; SILVA, M. da C. Manejo da palma forrageira In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTACEAS, 2, GARANHUNS, 2011. **Anais...** Garanhuns, 2011b.

SANTOS, M V. F.; LIRA, M.A.; DUBEUX JR, J.C.B. et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.39, p.204 -215, 2010.

SANTOS FILHO, J.I.; SOUZA, M.N. **Anuário estatístico – avicultura: central de inteligência da Embrapa Suínos e Aves** - Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 40 p.

SARAIVA, F.M. **Ciclagem de nutrientes em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob diferentes intensidades de pastejo**. 2010, 73p Dissertacao (Mestrado) Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SILVA SOBRINHO, A.G. Produção de cordeiros em pastagens. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA. Produção de carne no contexto atual, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Editora UFLA, 2001. p. 63-97.

SILVA, N.G.M. **Produtividade, morfometria e acúmulo de nutrientes da palma sob doses de adubação orgânica e densidade de plantio**. 2012. 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V. et al. Decomposição de esterco em diferentes profundidades em áreas degradadas do semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 29, p.125-130, 2005.

VASCONCELOS, A. G. V. de; LIRA, M. de A.; CAVALCANTI, V. L. B. et al. Seleção de clones de palma forrageira resistentes a cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 827-831, 2009

## **CAPÍTULO 2**

### **DESENVOLVIMENTO DE PALMA FORRAGEIRA (*Nopalea*) EM DIFERENTES SISTEMAS DE CONSORCIO E FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA**

**Desenvolvimento de palma forrageira (*Nopalea*) em diferentes sistemas de consórcio e fontes de matéria orgânica**

Resumo: A palma é um recurso forrageiro importante para o Agreste e Sertão de Pernambuco, contudo existem poucas informações sobre práticas de manejo e sistema de cultivos consorciados utilizando a palma IPA Sertânia (*Nopalea cochenillifera*) para o semiárido de PE. O objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito do sistema de cultivo e fontes de matéria orgânica sobre características morfológicas e produtivas da palma forrageira clone IPA Sertânia em Caruaru-PE. O experimento foi conduzido na estação experimental de Caruaru, localizada na região Semiárida de Pernambuco em palmar instalado em março de 2011. Os tratamentos experimentais foram combinações de diferentes sistemas de cultivo (palma + Leucena, palma + Gliricídia e palma em cultivo isolado) com diferentes esterco (ovino, bovino, caprino e cama de frango). As doses de esterco foram aplicadas considerando uma adição anual de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. As leguminosas foram plantadas em filas duplas (9 m x 1,0 m x 0,5 m) e a palma espaçada em 1 m x 0,25 m. O delineamento foi casualizado em blocos em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições por tratamento. Foram realizadas amostragens em três transectos perpendiculares às filas duplas de leguminosas, sendo avaliadas quatro plantas por transecto equidistantes 1 m a partir da fila dupla central de leguminosas. Os esterco caprino e ovino propiciaram menor produção de MS da palma em todos os sistemas de cultivo, apresentando média de 16,4 t MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Maiores produções foram registradas (Palma+Leguminosa) nos plantios de palma consorciada com Gliricídia e adubada com esterco bovino (21,7 t MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). O número e peso dos cladódios foram maiores nas parcelas de palma isolada (6,7 e 4,3 kg MV planta<sup>-1</sup>) e nas adubadas com esterco bovino (6,4 e 4,2 kg MV planta<sup>-1</sup>). Os tratamentos pouco influenciaram as características morfológicas da palma IPA Sertânia afetando apenas a espessura dos cladódios. De maneira geral, as concentrações de nutrientes da palma foram superiores nos sistemas consorciados nas primeiras distâncias de coleta (próximo da árvores), ocorrendo redução nas últimas distâncias coletadas. A utilização de sistema de cultivo consorciado com palma forrageira é uma alternativa para região, pois a utilização de diferentes espécies pode fornecer estratégias de alimentação mais eficiente. A utilização do esterco bovino é mais indicado no cultivo da palma consorciada com leguminosa.

**Palavra Chave:** Esterco, consórcio, cactáceas, leucena, gliricídia.

## Introdução

A região semiárida abrange 70% da área do Nordeste e o norte do estado de Minas Gerais correspondendo a uma área total de 982. 563 km<sup>2</sup> totalizando 1133 municípios (Pereira Junior , 2007). A região é coberta por solos rasos com fertilidade baixa e cobertos pela vegetação da Caatinga que é composta por uma diversidade de espécies vegetais, com predominância de plantas lenhosas e caducifólias (Candido et al., 2005). O grande problema desta região reside na escassez e irregularidade na distribuição de chuvas afetando o ciclo de produção vegetal. Ciclicamente ocorrem estiagens prolongadas afetando a economia e causando prejuízos sociais elevados.

As palmas forrageiras (*Nopalea cochenillifera*, Salm Dyck e *Opuntia ficus-indica*, Mill) são importantes recursos para região semiárida, pois, apresentam significativa produção de massa seca por unidade de área (Santos et al., 1997) em condição de baixa umidade. Além destes aspectos, o teor de carboidratos não fibrosos, nutrientes digestíveis totais e umidade são importantes fatores para alimentação animal em condição de semiárido principalmente na época seca do ano (Magalhães et al., 2004; Mello et al., 2003; Wanderley et al., 2002).

A palma forrageira apresenta algumas limitações, pois não é possível atender às necessidades do rebanho apenas com utilização da palma, principalmente devido à baixa concentração de fibras e proteína bruta. Desta forma, torna-se necessário a utilização de outros meios disponíveis para suplementar os animais (Albuquerque et al., 2002). A utilização de leguminosas consorciada à palma pode ser uma alternativa viável, pois elevará a concentração de fibra e proteína da dieta, além de promover melhorias na qualidade do solo em função da fixação biológica de N. Os trabalhos envolvendo consórcio de leguminosas e palma são limitados. Existem relatos da utilização da algaroba (*Prosopis juliflora*) plantadas em diferentes espaçamentos sendo verificada redução da produção do palmar pelo sombreamento (Albuquerque e Ribaski. 2003).

Devido ao seu nível de produção, a palma extrai grandes quantidades de nutrientes do solo sendo necessária a utilização de fontes de matéria orgânica. Neste sentido, o uso de esterco é uma alternativa para elevar os níveis de produção do palmar principalmente em cultivos mais adensados. O uso de esterco como fonte de adubação apresenta algumas vantagens tais como: a melhoria nas características físicas e fornecimento de nutrientes para o solo, aumento do teor de matéria orgânica, melhoria na infiltração de água e capacidade de troca de cátion (Hollfman et al 2001).

Os aspectos abordados demonstram a importância da palma forrageira na alimentação animal para região semiárida sendo necessário o entendimento das práticas de manejo sobre o crescimento e produção da palma, pois os dados referente a Palma IPA Sertânia ainda são escassos. O trabalho objetivou avaliar o efeito do sistema de cultivo e fontes de matéria orgânica sobre características morfológicas e produtivas da palma forrageira clone IPA Sertânia em Caruaru-PE.

### Material e métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Caruaru pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco IPA. As coordenadas geográficas do local do experimento são 8°14' S e 35°55' W a 575 m do nível do mar. A precipitação média anual é de 686 mm considerando a media histórica de 1960 a 2013 (IPA, 2013). O solo da estação experimental de Caruaru é classificado como neossolo regolítico. Os dados de precipitação mensal durante o período experimental e composição química do solo estão representados na Figura 1 e Tabela 1, respectivamente.

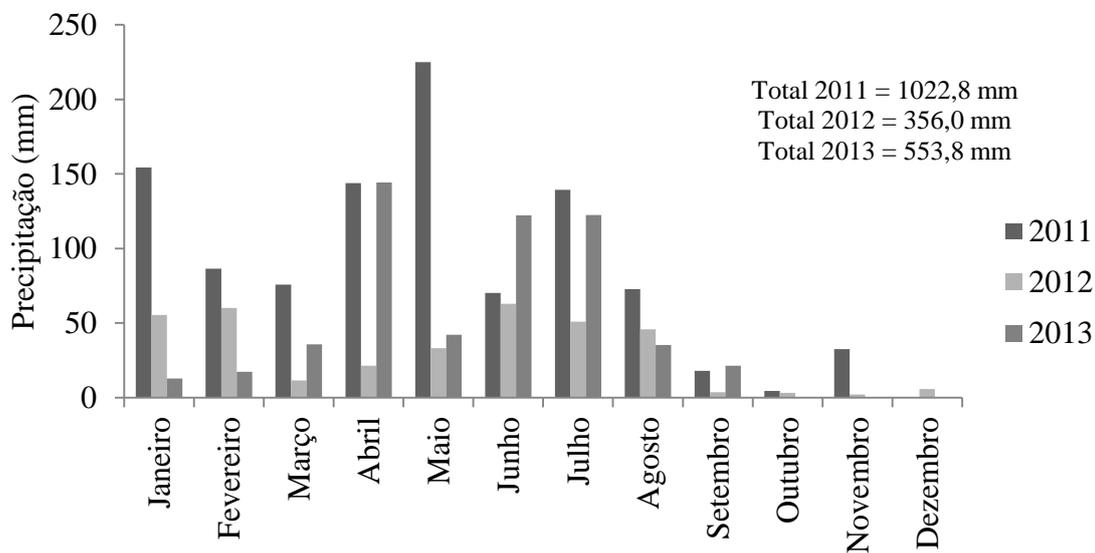


Figura 1. Precipitação pluvial (mm) em Caruaru nos anos de 2011, 2012 e 2013.

Fonte: Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA.

Tabela 1. Composição química do solo da área experimental em diferentes profundidades

Profundidade* (cm)	pH	P	Mg	Ca	K	Na	Al	H+Al	C	M.O. <sup>1</sup>
		mg dm <sup>3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>				g kg <sup>-1</sup>	
0-10	4,8	23,5	0,39	1,93	0,2	0,08	0,27	2,38	9,59	16,5
10-20	4,7	15,5	0,45	1,76	0,1	0,07	0,28	2,32	8,75	15,1
20-40	4,7	6,2	0,34	1,61	0,1	0,09	0,31	2,29	8,91	15,7

<sup>1</sup>M.O. = matéria orgânica

\*Fonte: Estação Experimental de cana-de-açúcar de Carpina 248/2013

Foi utilizada a palma clone IPA Sertânia, sendo implantada em março de 2011 e leguminosas (Leucena e Gliricídia) que foram implantadas por meio de mudas transplantadas em agosto de 2011. As mudas de leguminosas foram obtidas de sementes oriundas dos municípios de Taperoá-PB e Arcoverde-PE para Gliricídia e Leucena, respectivamente. Foi conduzida a quebra de dormência das sementes utilizando ácido sulfúrico concentrado por um minuto. Aproximadamente quinze dias após germinação, as mudas foram inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium* sp. Devido a condições adversas de umidade durante o estabelecimento inicial das mudas foi necessário irrigar durante o período seco. Em fevereiro de 2012 e 2013 foram aplicados os esterco tendo, como base o teor de N mantendo uma adubação equivalente a 200 kg de N ha<sup>-1</sup>, sendo aplicada anualmente, corrigindo-se os teores de MS e MO do esterco. A distribuição do adubo foi feita em toda área experimental, tanto próximo à planta como entre as plantas.

Os tratamentos experimentais foram combinações de diferentes sistemas de cultivo (palma + Leucena, palma + Gliricídia e palma em cultivo isolado) com diferentes fontes de adubação orgânica (esterco ovino, bovino, caprino e cama de frango). Os esterco de ovino e caprino foram obtidos de criadores da zona rural da cidade de Iguaraci-PE, a cama de frango foi obtida na cidade de Bonito-PE e o esterco bovino foi proveniente da própria estação experimental de Caruaru. Os dados referentes a composição química dos esterco estão representados na Tabela 2.

Tabela 2. Matéria orgânica (MO), N, P, K e quantidade de esterco aplicada em 2012 e 2013.

Tipo de esterco	2012					2013				
	MO	N	P	K	EA*	MO	N	P	K	EA*
	g kg <sup>-1</sup>					g kg <sup>-1</sup>				
Bovino	400	11	5,6	142	44,64	450	12	6,8	152	37,03
Caprino	500	16	5,0	107	25,45	600	15	6,3	102	22,22
Frango	900	35	31,0	173	6,24	850	28	28,6	165	8,40
Ovino	600	20	4,9	157	16,50	550	15	6,1	135	24,24

\*Esterco aplicado (t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)

O delineamento foi casualizado em blocos em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições por tratamento, sendo a parcela principal formada pelos diferentes sistemas de cultivo e as subparcelas formadas pelos tipos de esterco. A parcela principal mediu 27 m x 16 m. As leguminosas foram plantadas em filas duplas espaçadas de 9 m x 1 m x 0,5 m, com 16 m de comprimento. A palma foi plantada no espaçamento de 1 m x 0,25 m independente do sistema de cultivo. As subparcelas (tipo de esterco) ocuparam faixas de 27 m x 4 m.

Em setembro de 2012 foi realizado o corte das plantas de palma para a avaliação da produção, e em setembro de 2013 além da produção foi avaliada a composição de minerais e características morfológicas. Os cortes foram realizados preservando os cladódios primários em 2012 e cladódio planta em 2013. A amostragem de 2013 foram realizadas em três transectos sendo, avaliadas quatro plantas por transecto equidistantes 1 m a partir da fila dupla central de leguminosas. As coletas foram realizadas desprezando as filas das bordas bem como duas plantas de cada lado da subparcela. Foram avaliadas a produção de matéria seca, número, peso, largura, comprimento, perímetro, espessura de cladódios por ordem e concentração de N, P e K. As avaliações morfológicas foram conduzidas em dois cladódios de cada ordem por planta coletada.

As avaliações de altura de planta foram conduzidas com o uso de fita métrica, sendo medido do solo ao ápice do cladódio mais alto. A medição do perímetro foi realizada com fita métrica contornando toda borda do cladódio. A largura e o comprimento foram avaliados com fita métrica sendo medida a área de maior comprimento e largura. A espessura foi avaliada com auxílio de paquímetro, sendo

medido na região mediana do cladódio. As análises de N, P e K, foram determinadas seguindo metodologia de Silva e Queiroz (2006).

Também foram avaliadas duas plantas de leguminosa por subparcela no momento da colheita da palma, totalizando oito plantas por parcela. Os cortes foram realizados rente ao solo sendo medida a altura das plantas e separação da fração forrageira (folha e hastes < 5 mm de diâmetro) e material lenhoso. As avaliações de altura foram conduzidas com uma trena medindo da base ao ápice da planta.

Para as características morfológicas, produção em relação à distância da fila central de leguminosas e composição química, os dados foram submetidos à análise de variância em blocos ao acaso em esquema de parcelas sub-subdivididas em faixa. As médias de sistema de cultivo e fonte de matéria orgânica quando significativas foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade e as distâncias de coletas foram submetidas à análise de regressão. Os dados de produção de matéria seca foram submetidos à análise de variância em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas em faixas. Os dados foram analisados pelo Proc Mixed do SAS (SAS Inst. Inc., 1996) e o procedimento LSMEANS utilizado para comparação de médias. Regressões foram realizadas utilizando o Proc Reg do SAS.

### **Resultados e discussão**

Não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) dos sistemas de cultivos e tipos de esterco sobre a produção de matéria seca da palma IPA Sertânia (Tabela 3). Houve diferença em relação aos anos de avaliação ( $P<0,05$ ) com maior produção no segundo ano de coleta para todos os sistemas e fontes de matérias orgânicas estudadas. A maior produção foi registrada no plantio de palma isolada com  $4,8 \text{ t Ms ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e nas parcelas adubadas com esterco bovino ( $4,7 \text{ t MS ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ). Este resultado pode estar relacionado ao efeito cumulativo dos dois anos consecutivos de adubação, além da maior incidência de chuvas no ano de 2013 em relação a 2012.

Houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) para massa seca de forragem e de lenha das leguminosas. A biomassa de Gliricídia foi 38,2% maior em relação à Leucena, provavelmente devido a maior resistência a seca e menor ataque de insetos, que favoreceram o desenvolvimento inicial da Gliricídia. Os anos de 2012 e 2013 apresentaram índices pluviométricos muito baixos o que pode ter prejudicado o crescimento das leguminosas principalmente a Leucena (Figura 1). Outro fator a ser considerado está relacionado à morfologia das plantas de Gliricídia, pois as folhas são

bem maiores possibilitando maior captação de luz, elevando a fotossíntese e produção de matéria seca. Por outro lado, folhas maiores demandam maior quantidade de água, o que poderia ser uma limitação em ambientes com baixa umidade.

O esterco bovino foi mais eficiente na produção de biomassa pelas leguminosas (forragem + lenha) sendo a produção 38,5; 49,1; e 52,6% superior às esterco caprino, cama de frango e ovino, respectivamente (Tabela 3). Provavelmente houve uma maior retenção de umidade devido a maior quantidade aplicada, o que reduziu a competição por água permitindo maior crescimento das leguminosas. Estudos realizados por Silva et al. (2004), com adubação orgânica utilizando esterco bovino evidenciaram aumento linear da umidade e água disponível no solo com doses de até 40 t ha. Segundo os autores, este efeito está diretamente ligado à formação de agregados protegendo o solo da exposição direta do sol permitindo maior produção vegetal.

Tabela 3. Produção de matéria seca de palma IPA Sertânia e leguminosas.

Sistema de cultivo	Palma**		Leguminosa Forragem*	Leguminosa Lenha*
	1 ano	2 ano	t MS ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	
Palma+Gliricídia	2,3 aB	3,8 aA	0,9 a	3,8 a
Palma+Leucena	2,4 aB	3,9 aA	0,6 b	2,3 b
Palma	2,8 aB	4,8 aA	-	-
CV (%)	41		22	20
Tipo de esterco	t MS ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>			
Bovino	2,2 aB	4,7 aA	1,4 a	4,3 a
Caprino	2,4 aB	3,8 aA	0,5 b	3,0 ab
Cama de frango	2,8 aB	4,5 aA	0,5 b	2,4 b
Ovino	2,5 aB	3,8 aA	0,4 b	2,3 b
CV (%)	39		27	32

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha (ano de coleta) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. \*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para biomassa da leguminosa não diferem entre si pelo teste *F* a 5%. \*\* produção referente aos cladódios de segunda e terceira ordem.

Observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para interação entre sistemas de cultivos e fontes de matéria orgânica sobre a produção de matéria seca do sistema palma forrageira clone IPA Sertânia e leguminosas (Tabela 4). A utilização da cama de frango promoveu maior produção de matéria seca nas parcelas de palma isolada, sendo em média 26,8% superior ao consórcio com Leucena e não diferindo do consórcio com

Gliricídia. De maneira geral, maiores produções foram registradas nos plantios de palma consorciada e adubada com esterco bovino. Provavelmente, ocorreu transferência de nutrientes da leguminosa para o solo, podendo ter favorecido o desenvolvimento da palma, pois nas parcelas adubadas com esterco bovino a produção de biomassa da leguminosa foi superior às demais fonte de matéria orgânica (Tabela 3) contribuindo para o aumento de produção destes sistemas. Além deste aspecto, a interação entre leguminosa e esterco bovino pode ter criado um microclima para a palma forrageira ocasionando retenção de umidade do solo.

Tabela 4. Produção de matéria seca do sistema palma forrageira clone IPA Sertânia em cultivo consorciado ou não e adubadas com diferentes fontes de matéria orgânica.

Sistema de cultivo	Bovino	Caprino	Cama de Frango	Ovino
	t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>			
Palma + Leucena	20,2 aA	16,6 aB	14,2 bB	16,4 aB
Palma + Gliricídia	21,7 aA	17,3 aB	17,4 abB	16,5 aB
Palma	15,4 bB	16,0 aB	19,4 aA	16,6 aB
CV (%)	12,2			

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. \*Produção referente a toda planta com exceção do cladódio planta no ano de 2013.

O esterco bovino apresentou menor teor de matéria orgânica e nitrogênio necessitando maior quantidade para atingir o nível de 200 kg de N (Tabela 2), formando uma camada protetora no solo, favorecendo a produção. A utilização de adubo orgânico promove melhoria nas características físicas do solo (Menezes e Salcedo, 2007), como teor de umidade, aeração e porosidade, aumentando o desenvolvimento do sistema radicular e melhorando a absorção de nutrientes e produção do palmar. Outro fator a ser considerado é a concentração de outros elementos químicos, principalmente o P, que pode ter influenciado o desenvolvimento das raízes das palmas e leguminosas, aumentando a absorção dos demais elementos, elevando a produção de matéria seca da planta. Além dos macronutrientes, o esterco contém quantidades consideradas de micronutrientes como, por exemplo, o Fe e Mo que são elementos importantes para fixação de N, pois, atuam no transporte de oxigênio e da atividade da enzima nitrogenase, responsável pela fixação de N no nódulo.

O esterco caprino e ovino propiciaram os menores potenciais para produção de matéria seca em todos os sistemas de cultivos estudados, com média de 16,4 t MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, porém não diferindo da cama de frango nos consórcios e do esterco bovino na palma em monocultivo. Araújo et al. (1974), estudando o efeito de seis níveis de adubação orgânica sobre a produção da palma em Arcoverde-PE, observaram maior produção com utilização do esterco bovino em relação ao caprino. Entretanto, Gomes (2011) avaliou a produção de matéria verde de palma cultivada sob diferentes níveis e fontes de matéria orgânica e verificou maior produção no nível de 60 t de esterco caprino (174,7 t ha<sup>-1</sup>), em relação à mesma quantidade de esterco bovino (133,4 t ha<sup>-1</sup>).

A menor produção de matéria seca com uso do esterco caprino e ovino pode estar relacionada à forma do esterco, o que provavelmente afeta a taxa de decomposição e liberação de nutrientes. Souto et al. (2005), estudando a decomposição de diferentes esterco dispostos em diferentes profundidades, observaram que apesar de ter uma relação C/N maior que os esterco caprino (21,6) e ovino (24,2), o esterco bovino (27,1) foi o que apresentou maior taxa de decomposição. Segundo os mesmos autores, a forma do esterco pode interferir no ataque dos microrganismos. Os esterco dos pequenos ruminantes apresentam forma circular garantindo maior resistência à decomposição.

Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ), nas distâncias de coleta em relação à produção de matéria seca da palma clone IPA Sertânia (Figura 2). Os dados demonstram uma elevação na produção de matéria seca à medida que se distancia da fila dupla de leguminosas até três metros, havendo uma redução para a distância de quatro metros. A redução da produção próxima à fila dupla de leguminosas pode ser explicada pela maior competição por água, luz e nutrientes e a redução na última fila pode estar relacionada à menor oferta de nutrientes quando comparado com a distância de três metros.

De maneira geral, plantas de maior velocidade de crescimento possuem prioridade na utilização dos recursos do meio, geralmente levam vantagem dentro do mesmo ambiente (Gustafson et al., 2004). Segundo Frasen et al. (2001), a competição abaixo do solo por plantas de diferentes espécies, pode ser maior caso a habilidade competitiva dos sistemas radiculares fossem muito diferentes. Assim, a leguminosa no presente estudo levaria mais vantagem por apresentar sistema radicular mais profundo. Contudo, é necessário lembrar que a leguminosa transfere nutrientes para a palma, principalmente o N, tornando a palma mais nutritiva, podendo compensar a redução de produção nas parcelas consorciadas. A transferência de N da leguminosa para a planta consorciada

pode ocorrer através da excreção e morte dos nódulos, contudo, a quantidade disponibilizada nesta forma é pequena, em torno de 10 kg N ha<sup>-1</sup>. Entretanto, a deposição via resíduos vegetais no solo pode ser considerada (Dias et al., 2007).

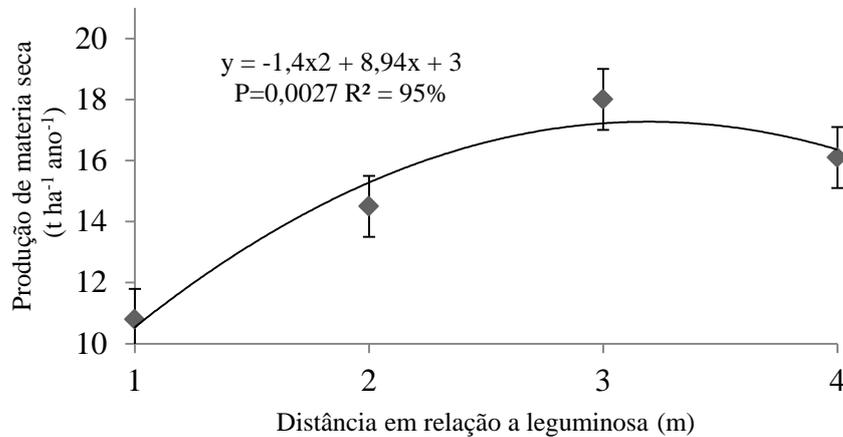


Figura 2. Produção de matéria seca de palma forrageira clone IPA Sertânia (t MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) submetida a diferentes sistemas de cultivo e adubação orgânica, conforme a distâncias de coleta.

Além da competição por água, o efeito do sombreamento pode afetar o desenvolvimento da palma. Estudos conduzidos por Nobel e Castañeda (1998), avaliando o efeito da luz e temperaturas sobre o desenvolvimento da palma forrageira, mostraram que a redução do sombreamento e temperatura favoreceu a abertura dos estômatos, garantindo maior rendimento de massa seca nos cladódios devido ao maior fluxo de CO<sub>2</sub> e fotossíntese na planta.

A utilização de sombreamento no cultivo de plantas com metabolismo CAM pode ser uma vantagem, pois permite o desenvolvimento de um microclima com temperaturas mais amenas, permitindo absorção de CO<sub>2</sub> mesmo durante o dia. Segundo Nobel e Bobich (2002), a variação de temperatura ideal para o bom desenvolvimento da palma é de 25°C durante o dia e 15°C à noite. Temperaturas diurnas acima de 35°C podem causar redução nas taxas fotossintéticas das plantas de palma. Estudo realizados por Peixoto (2009), avaliando o efeito do sombreamento com cajazeiras (*Spondias ssp.*) sobre características morfológicas da palma forrageira, demonstraram redução em todas as características avaliadas em plantas cultivadas sob consórcio. De acordo com os

autores, a distribuição da copa do cajá permitiu uma elevação da temperatura prejudicando o desenvolvimento das plantas.

Existem interações entre os fatores acima e abaixo do solo, desta forma, a absorção de nutrientes pelas plantas no solo é determinada pela capacidade de absorção de luz acima do solo e plantas que têm uma posição dominante no dossel acessam mais eficientemente os recursos do solo (Zanine e Santos, 2004). Desta forma, é possível observar uma forte interação entre competição por luz, água e nutrientes, podendo explicar a competição de duas espécies com hábito de crescimento e fisiologia completamente diferentes.

Não foi observada interação significativa ( $P>0,05$ ) entre os fatores sistema de cultivo e fontes de matéria orgânica, havendo efeito apenas dos fatores isolados ( $P<0,05$ ) para as variáveis, número e peso dos cladódios por ordem (Tabela 5). O sistema de plantio exclusivo de palma apresentou maior peso e número de cladódios em relação aos demais tratamentos para os cladódios de primeira ordem. O número de cladódios de segunda ordem não apresentou diferenças, o que pode estar relacionado à grande variação existente no campo, pois várias plantas apresentaram apenas cladódios de primeira ordem.

Tabela 5. Número e peso de cladódio de palma forrageira clone IPA Sertânia submetida a diferentes sistemas de cultivo e adubação orgânica.

Sistema de cultivo	Número de cladódio		Peso de cladódio (kg)	
	1ª Ordem	2ª Ordem	1ª Ordem	2ª Ordem
Palma + Gliricídia	6,1 b	2,9 a	0,64 b	0,52 b
Palma + Leucena	5,8 b	3,4 a	0,60 c	0,56 a
Palma	6,7 a	2,9 a	0,69 a	0,55 a
CV(%)	22	32	16	18
Fonte de matéria orgânica				
Bovino	6,4 a	3,1 a	0,66 a	0,58 a
Caprino	6,3ab	2,8 a	0,57 b	0,53 a
Cama de frango	5,8 b	3,5 a	0,62 b	0,51 a
Ovino	6,4 a	3,1 a	0,72 a	0,52 a
CV(%)	19	28	14	20

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O peso dos cladódios de segunda ordem foi inferior no consórcio com *Gliricídia* o que pode estar relacionado à competição por nutrientes e sombreamento. Segundo Nobel e Bobich (2002), a forma de crescimento dos cladódios dificulta a absorção de luz em comparação a plantas planófilas. Assim, plantas de palma cultivadas na sombra apresentarão maior limitação ao desenvolvimento em relação às cultivadas a pleno sol.

O maior número e peso de cladódios de primeira ordem foram obtidas quando se utilizou o esterco bovino e ovino em relação à cama de frango. A cama de frango é um importante material quando utilizada na adubação dos solos, pois apresenta quantidades consideradas de N, P, Ca, K, Cu, Zn e Mn (Kelleher, et al 2002). Desta forma, a quantidade aplicada ao solo foi reduzida, provocando uma rápida liberação dos elementos químicos do material quando comparados com os demais tratamentos. Assim parte dos nutrientes contido no material podem ter sido perdidos, reduzindo a capacidade de brotação das palmas. Por outro lado, o esterco bovino apresenta liberação lenta em função da maior relação C:N do material, o que pode ser uma característica desejável, pois a planta terá acesso aos nutrientes por um período mais prolongado. De maneira geral, a palma é uma planta de crescimento lento desta forma, a lenta liberação do esterco pode ser um fator desejável. Estudos realizados por Azzez e Averbek (2010), avaliando o efeito da adubação orgânica sobre solos argilosos, observaram menor concentração de N, P e maiores relações C:N e C:P do esterco bovino em relação a cama de frango, afetando as taxas de decomposição e velocidade de liberação de nutrientes.

O número e peso de cladódio por ordem foram afetados pelas distâncias de coleta ( $P < 0,05$ ). Foi observado aumento no número e peso dos cladódios até 3 m de distância da fila dupla de leguminosas, havendo redução a 4m de distância (Tabela 6). O aumento do número de cladódios e peso por planta com o aumento das distâncias de coleta se deve principalmente a redução na incidência de sombra permitindo maior intensidade luminosa levando a maior fixação de  $CO_2$  e crescimento vegetal, além da menor competição por água e nutrientes nos pontos mais distantes da fila dupla de leguminosa. A redução na maior distância tem relação com a transferência de nutrientes que devido a menor competição favorecendo as plantas a 3m.

Estudo realizado por Dias et al. (2007), avaliando o consórcio de leguminosas e gramíneas, comprovaram transferência de nutrientes entre as espécies estudadas, sendo maior na área próxima ao caule da leguminosa, porém para algumas espécies a

concentração de N foi maior em distâncias intermediárias evidenciando a competição por nutrientes em áreas nas proximidades do tronco da leguminosa.

Tabela 6. Número e peso de cladódio (kg) de palma forrageira clone IPA Sertânia submetida a diferentes distâncias de coleta.

Variável	Distância de coleta				$P$	$R^2$ %	
	1m	2m	3m	4m			
Nº de cladódio 1º	4,9	6,1	7,2	6,7	$Y=-0,42x^2+2,8x+2,47$	<0,001	96
Nº de cladódio 2º	1,8	2,7	4,3	3,7	$Y=-0,37x^2+2,6x-0,57$	<0,001	88
Peso de cladódio 1º	0,61	0,62	0,65	0,67	$Y=-0,06x^2+0,2x+0,59$	<0,001	44
Peso de cladódio 2º	0,55	0,81	0,47	0,43	$Y=-0,07x^2+0,02x-0,57$	<0,001	99

Observou-se efeito significativo ( $P<0,05$ ) para interação entre sistemas de cultivos, fontes de matéria orgânica e distância de coleta sobre a concentração de N da palma forrageira clone IPA Sertânia (Figura 3). A concentração de N nos plantios de palma não consorciadas apresentaram comportamentos diferenciados dentro das diferentes fontes de matéria orgânica. As maiores concentrações de N foram observadas na primeira distância para o esterco caprino e cama de frango. Além disso, é possível observar queda menos acentuada na concentração do elemento quando comparado ao sistema com Leucena. Não era esperado efeito da distância de coleta nas parcelas de palma não consorciada. Provavelmente, a menor concentração de N nas últimas filas de coleta pode estar relacionada ao efeito bordadura, com possível transferência de nutrientes das parcelas consorciadas ou a diluição do nutriente, em virtude do maior crescimento da palma nas últimas filas amostradas.

A concentração média de N para sistema de palma isolada foi de 0,9%, sendo inferiores, às observadas por Dubeux Júnior et al. (2010), entretanto, os autores trabalharam com  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  de N em todos os tratamentos, o que permitiu maior concentração do elemento na planta. Os valores do presente trabalho foram próximos os obtidos por Teles et al. (2004) e Silva et al (2012) com médias de 1,19% e 1,25%, respectivamente ambos usando adubações nitrogenadas equivalentes a 200 kg de N.

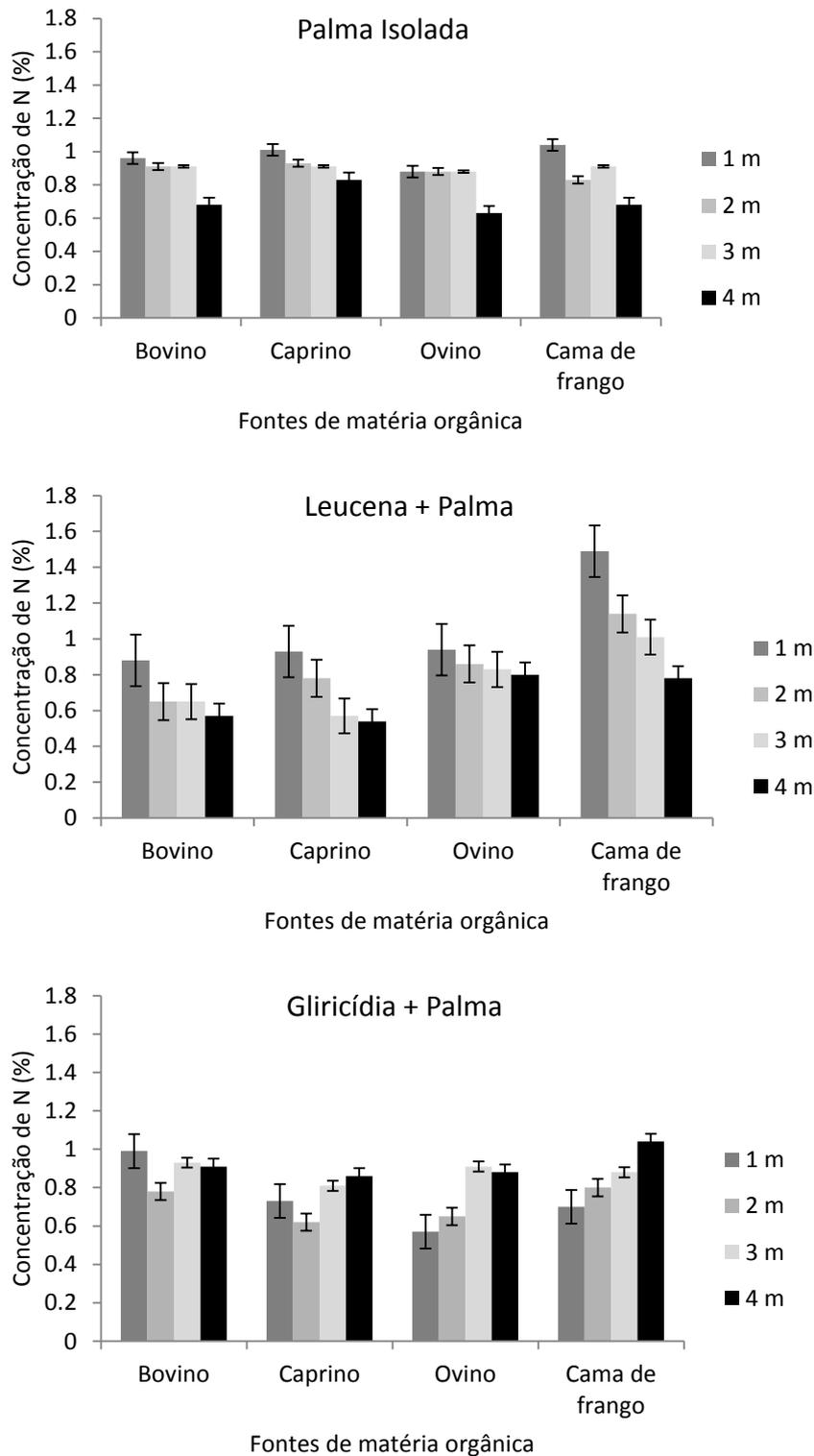


Figura 3. Concentração de N em palma forrageira clone IPA Sertânia cultivada em diferentes sistemas e adubadas com esterco.

Para o consórcio com Leucena, foi observada redução da concentração de N na palma ao se distanciar da fila dupla central da leguminosa (Figura 3), sugerindo uma

possível transferência de nutrientes nas primeiras distâncias de coleta em função da maior queda de folhas de *Leucena* sobre o solo, contribuindo para ciclagem deste elemento. A concentração de N aumenta em plantas sombreadas (Peri et al., 2007). A sombra pode afetar a disponibilidade de N no solo devido a maior decomposição da MO (Wilson, 1996). O menor tamanho das células em plantas sobre sombra, podem causar um efeito de concentração do N (Kephart e Buxton, 1993).

Foi observada maior concentração de N das palmas cultivadas com cama de frango no sistema com *Leucena* nas primeiras distâncias de coleta 1,5% e 1,1%. Provavelmente, a menor relação C:N deste material permitiu rápida liberação do N contido nesta fonte permitindo maior absorção por parte da palma. As demais fontes apresentaram comportamento semelhante com concentrações inferiores a 1%.

O comportamento para o sistema de cultivo com *Gliricídia* foi diferente do observado para *Leucena*, de maneira geral. Ocorreu elevação na concentração de N com aumento das distâncias de coleta (Figura 3). Provavelmente, a maior competição nas parcelas com *Gliricídia* reduziu a disponibilidade de N para as plantas de palma e à medida que a distância foi se elevando ocorreu uma redução da competição, permitindo maior absorção do elemento. A maior concentração também foi obtida com a utilização da cama de frango, porém na última distância amostrada (1,1%).

Observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para interação entre sistemas de cultivos, fontes de matéria orgânica e distância de coleta sobre a concentração de P da palma forrageira clone IPA Sertânia (Figura 4). A maior concentração de P foi obtida com a utilização do esterco bovino. Provavelmente, a maior concentração de P das palmas com o uso do esterco bovino se deve a maior quantidade aplicada no campo (Tabela 1).

O esterco caprino apresentou redução da concentração de P nos plantios consorciados nas últimas distâncias de coleta e elevação no tratamento de palma isolada. Provavelmente, a decomposição dos resíduos das leguminosas pode ter favorecido a concentração de P nas palmas nas primeiras filas cultivadas. Além disso, devido ao menor desenvolvimento das plantas próximas as filas duplas de leguminosa, ocorrendo maior concentração de minerais.

A cama de frango propiciou menor concentração de P nas palmas cultivadas com *Gliricídia* (Figura 4). Em função da maior concentração de N da cama de frango, a quantidade aplicada no campo foi inferior à utilizada nas demais fontes de matéria orgânica, reduzindo a disponibilidade de P nestes tratamentos.

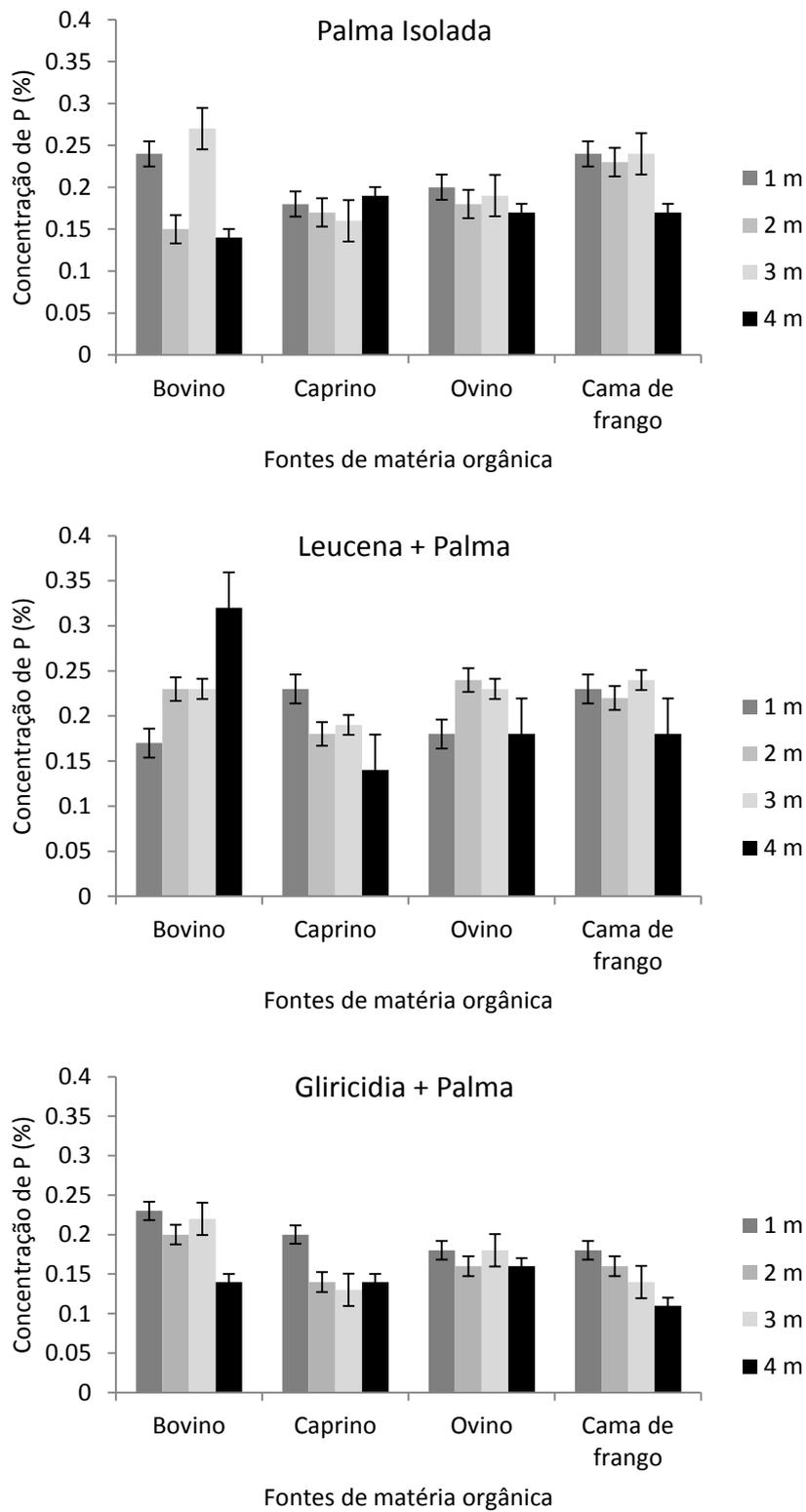


Figura 4. Concentração de P em palma forrageira clone IPA Sertânia cultivada em diferentes sistemas e adubadas com esterco

De maneira geral, a adição de fontes de matéria orgânica ao solo reduz a adsorção do P, aumentando a disponibilidade do P no solo, principalmente quando comparado com fertilizantes químicos (Souza et al., 2006; Novais et al., 2007). A diferença das concentrações de P nas diferentes fontes dentro dos sistemas e distâncias de coleta pode estar relacionada ao maior influxo entre as interações de N e P elevando a absorção do P. Estudos realizados por Teles et al. (2002) e Dubeux Junior et al. (2010), observaram valores médios de 0,17% e 0,47% de P, respectivamente, por outro lado, Silva et al. (2012) observaram 0,12% de P.

Observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para interação entre sistemas de cultivos, fontes de matéria orgânica e distâncias de coleta sobre a concentração de K da palma forrageira clone IPA Sertânia (Figura 5). A média geral para concentração de K na palma foi de 1,8%, variando de 0,6% a 3,6%. Os valores médios encontrados foram inferiores aos relatados na literatura, com médias variando de 2,5% a 3,3% (Dubeux et al., 2010; Teles et al., 2004; Santos et al., 1990). Provavelmente a diferença de espécie e cultivar explique esta menor concentração do elemento.

Os sistemas de cultivos consorciados apresentaram comportamento semelhante com maior concentração de K nas plantas próximas à fila dupla central, havendo redução nas demais distâncias de coleta. As maiores concentrações de K foram registradas no consórcio com Gliricídia e Leucena sob utilização de esterco ovino na primeira distância de coleta com 3,5% e 2,9%, respectivamente. A menor concentração foi observada no consórcio com Gliricídia utilizando cama de frango nas últimas distâncias de coleta com 0,59%.

De maneira geral, as plantas cultivadas em consórcio com Leucena apresentaram maior concentração de K (1,9%), em relação às consorciadas com Gliricídia (1,47%). A maior concentração nas parcelas com Leucena, pode estar relacionada ao menor crescimento desta leguminosa e maior deposição de material vegetal no solo, levando a liberação e possível absorção pela palma, principalmente em áreas próximas a fila dupla de Leucena.

O cultivo de palma isolada apresentou comportamento diferenciado, em relação aos consorciados, onde o uso de cama de frango propiciou maior concentração de K na palma na primeira e última distância amostrada com 3,3% e 3,5%, respectivamente. Provavelmente, a cama de frango por ser um material de melhor qualidade, apresenta rápida liberação de nutrientes e desta forma, a palma absorve este elemento de forma mais eficiente devido à ausência de competição nas parcelas não consorciadas.

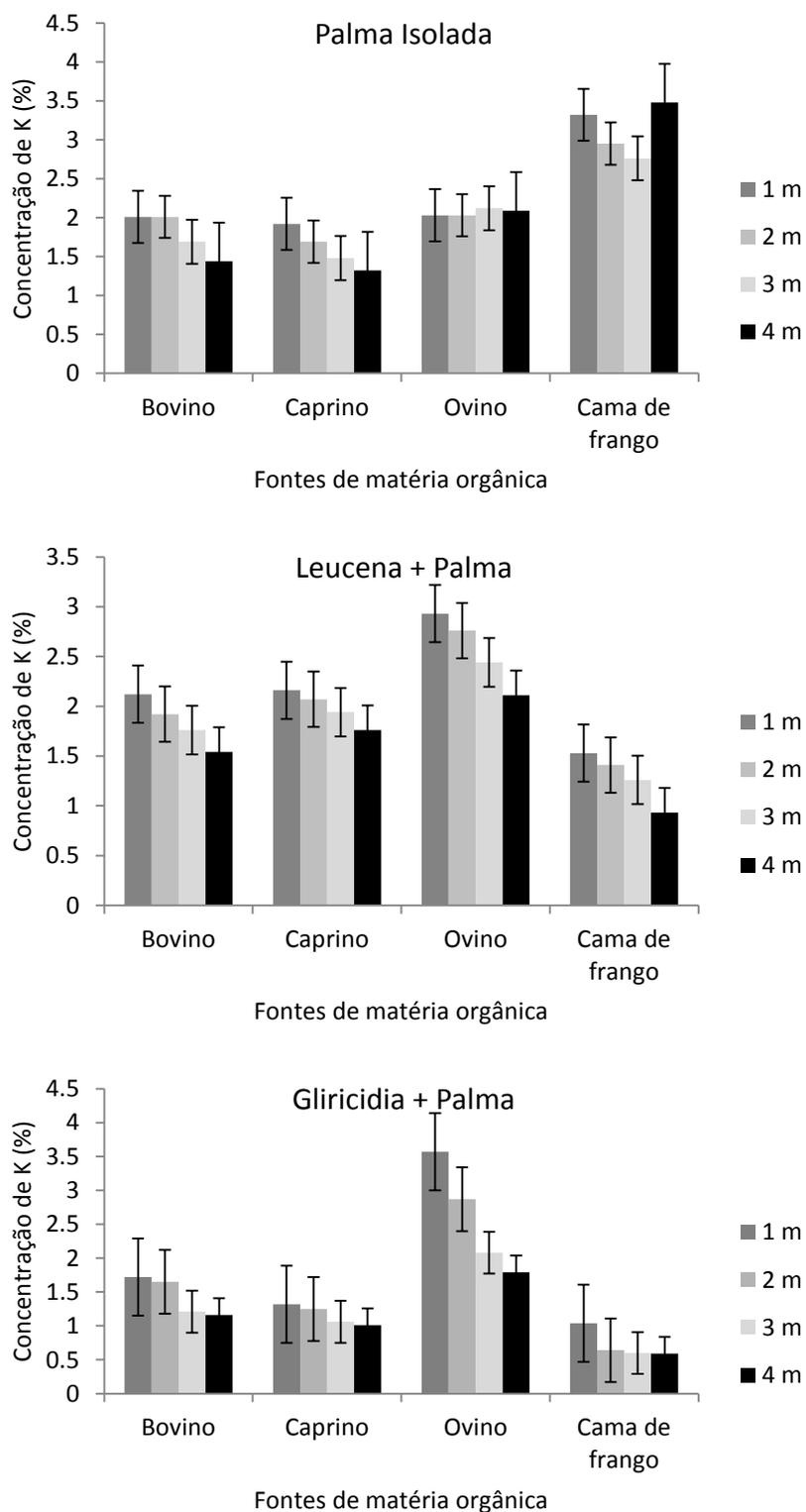


Figura 5. Concentração de K em palma forrageira clone IPA Sertânia cultivada em diferentes sistemas e adubadas com esterco.

A palma apresenta alta concentração de K e sua extração, segundo Dubeux e Santos (2005), pode chegar a 1000 kg ha<sup>-1</sup> a cada dois anos. Além disso, o K apresenta importante função no controle osmótico da planta agindo principalmente na abertura dos estômatos controlando a entrada de CO<sub>2</sub> e saída de água da planta.

Não foi observada interação significativa ( $P>0,05$ ) entre os fatores sistema de cultivo e fontes de matéria orgânica, havendo efeito apenas dos fatores isolados ( $P<0,05$ ) para a variável altura da palma e leguminosas (Tabela 7). A Gliricídia apresentou maior altura, com plantas 15% mais altas que as plantas de Leucena. Este fato pode ter relação com sua maior adaptação às condições de baixa umidade (Carvalho et al., 1997), bem como folhas maiores e mais largas com maior capacidade de absorção de luz. Outro fator que pode ter contribuído para este resultado, é a maior resistência a ataque de formigas, pois a Leucena é suscetível ao ataque de formigas principalmente no início do seu desenvolvimento (Peres Filho et al., 2002). Segundo Barcelos et al. (2001), as formigas são uma praga importante durante toda a vida da Leucena, com risco de diminuição acentuada da população reduzindo a oferta de forragem.

Tabela 7. Altura de plantas de palma (cm) clone IPA Sertânia e leguminosas (m) submetidas a diferentes sistemas de cultivo e adubação orgânica.

Sistema de cultivo	Altura Palma (cm)	Altura Leguminosa (m)
Palma + Gliricídia	54,5 b	3,4 a
Palma + Leucena	57,5 a	2,9 b
Palma	56,5 a	.
CV(%)	14,5	18,7
Fonte de matéria orgânica		
Bovino	57,2 a	2,5 b
Caprino	54,9 b	2,6 a
Cama de frango	56,2 ab	2,5 b
Ovino	56,3 ab	2,4 b
CV(%)	12,3	13,7

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% para palma e pelo Teste *F* a 5% para leguminosas.

As plantas de palma apresentaram maiores alturas nas parcelas de palma isolada e consorciada com Leucena. Estes resultados estão diretamente ligados ao desenvolvimento das leguminosas. Como mencionado acima, a Leucena apresentou menor crescimento o que permitiu copas mais ralas deixando maior quantidade de luz chegar às plantas próximas as filas duplas, aumentando o desenvolvimento das palmas. O menor crescimento da Leucena demandou menor quantidade de água e nutrientes, reduzindo a competição com a palma, além disso, a queda das folhas de Leucena pode ter aumentado os nutrientes do solo que foram aproveitados pela palma para seu crescimento.

As fontes de matéria orgânica também influenciaram a altura das plantas de palma e leguminosas ( $P < 0,05$ ). Para a palma, a utilização do esterco bovino propiciou maior altura (57,2 cm) em comparação ao caprino (54,9 cm), porém não diferindo do esterco ovino e cama de frango. A maior altura da palma com a utilização do esterco bovino aliada a maior produção de matéria seca, número e peso de cladódios conferem a este tratamento os melhores resultados para cultivo da palma IPA Sertânia. Peixoto et al. (2006), avaliando o desenvolvimento de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., em diferentes substratos, observaram plantas mais altas com o uso de adubo orgânico e recomendaram o uso de esterco bovino para produção da palma. As leguminosas apresentaram comportamento contrário com maior altura nas parcelas adubadas com esterco caprino o que pode ter favorecido a redução na altura das plantas de palma nas parcelas com esterco caprino em função do aumento do sombreamento e competição por água.

Não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ), do sistema de cultivo (SC), fonte de matéria orgânica (FMO), distâncias de coleta (DC) e suas interações sobre o comprimento, largura e perímetro de cladódios de primeira e segunda ordem. Os cladódios apresentaram 28,7; 24,2 cm de comprimento, 13,8; 11,7 cm de largura e 66,7; 55,6 cm de perímetro para cladódios de 1º e 2º ordem, respectivamente.

De maneira geral, os cladódios de primeira ordem apresentaram maior comprimento, largura e perímetro o que pode estar relacionado à completa expansão destes cladódios, enquanto que os de segunda ordem ainda se encontravam em desenvolvimento. O fator genético controla estas características de desenvolvimento morfológico. Desta forma, é possível justificar a ausência de efeito dos tratamentos para estas variáveis. Silva (2012), avaliando níveis de adubação e densidades de plantio em palma forrageira, observaram ausência de efeito para características morfológicas e atribuíram a fatores genéticos da planta. Cunha et al. (2012), trabalhando com palma

forrageira miúda sobre diferentes níveis de N, não encontraram diferença significativa para a característica comprimento dos cladódios, havendo efeito linear negativo da adubação nitrogenada sobre a largura, espessura, volume e peso médio dos cladódios.

Para espessura de cladódio de primeira ordem (EC1) foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) das fontes de matéria orgânica. A utilização do esterco bovino permitiu maior expansão dos cladódios com média de 2,5 cm, sendo 0,02; 0,23 e 0,25 cm superior a aplicação de esterco caprino, cama de frango e ovino, respectivamente, este resultado pode estar associado ao efeito de proteção do solo devido a maior cobertura ocasionada pela quantidade de esterco bovino aplicada, permitindo a conservação da umidade do solo. De acordo com Hills (2001), a espessura do cladódio é bastante influenciada pela concentração de água no solo devido aos tecidos parenquimatosos e médula dos cladódios serem formados por tecidos suculentos.

A espessura de cladódio de segunda ordem foi influenciada pelas distâncias de coleta apresentando efeito quadrático. À medida que aumentou a distância de coleta foi observado uma elevação na espessura até 3m (1,76 m), havendo uma redução na distância maior (1,54 cm). De maneira geral, a espessura dos cladódios diminui com o avanço das ordens; os mais próximos ao solo são mais velhos e por isso com desenvolvimento completo, já os superiores ainda estão em desenvolvimento. Silva et al. (2010), trabalhando com clones de palma forrageira, observaram redução da espessura com o aumento das ordens com médias de 3,9; 1,8 e 1,2cm para cladódios primários, secundários e terciários, respectivamente.

A utilização de esterco para adubação da palma é uma alternativa viável para aumentar a produção de forragem. O esterco bovino aparentemente é uma alternativa mais viável, quando comparado com as outras fontes, devido a maior disponibilidade e baixo custo. Embora a cama de frango apresente maior qualidade, o custo para sua aquisição é elevado.

### **Conclusão**

A utilização de sistema de cultivo consorciado com palma forrageira é uma alternativa para região. A utilização do esterco bovino é mais indicado no cultivo da palma forrageira IPA Sertânia consorciada com Gliricídia e Leucena.

### Referência bibliográficas

ALBUQUERQUE, S.G.; RIBASKI, J. Sombreamento da palma forrageira cv. gigante (Opuntia ficusindica Mill.) pela algarobeira no sertão de pernambuco. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia 2003.

ALBUQUERQUE, S.S.C.; LIRA, M.A. SANTOS, M.V.F. et al. Utilização de Três Fontes de Nitrogênio Associadas à Palma Forrageira (Opuntia fícus indica, Mill.) Cv. Gigante na Suplementação de Vacas Leiteiras Mantidas em Pasto Diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1315-1324, 2002.

ARAÚJO, P. E. S. Efeito dos estercos de bovino e de caprino na produção de palma "Gigante"(Opuntia fícus-indica Mill). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 11 1974, Fortaleza. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1974, p.265-266.

AZEEZ, J.O.; AVERBEKE, W.V. Fate of manure phosphorus in a weathered sandy clay loam soil amended with three animal manures. **Bioresourcer Technology**, v.101, p. 6584–6588, 2010.

BARCELLOS, A.O.; VILELA, L.; ZOBY, J.L.F. **Estabelecimento de Leucena Associada com Cultivos Anuais**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2001. 4 p. (Comunicado Técnico, 64).

CÂNDIDO, M.J.D.; ARAÚJO, G.G.L.; CAVALCANTE, M.A.B. Pastagens no ecossistema Semi-árido Brasileiro: atualização e perspectivas futuras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.

CARVALHO FILHO, O. M. de; DRUMOND, M. A.; LANGUIDEY, P. H. **Gliricídia sepium leguminosa promissora para regiões semi-áridas**. Petrolina, PE: EMBRAPA CPATSA, 1997. 17 p.il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 35).

CUNHA, D.N.F.V.; GOMES, E.S.; MARTUSCELLO, J.A. et al. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.1156-1165, 2012.

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; RESENDE, A.S. et al. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio. **Ciência Rural**, v.37, p., 2007.

DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F DOS. ; LIRA, M DE A.; SANTOS, D. C. DOS; PESSOA, R. A. S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.129-135. 2010.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, S.C.R.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE. p. 258, 2005.

FRANSEN, B.; KROON, H.; BERENDSE, F. Soil nutrient heterogeneity alters competition between two perennial grass species. **Ecology**. v. 82, p. 2534-2546, 2001.

GOMES, J.B. **Adubação orgânica na produção de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill.) no cariri paraibano**. 2011. 50p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos.

GUSTAFSON, D.J.; GIBSON, D.J.; NICKRENT, D.L. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**. v. 18, p. 451-457, 2004.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U.B. et al. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.86 p.263-275, 2001.

HILLS, F. S. Anatomia e morfologia. In: INGLESE, P.; BARBERA, G.; PIMIANTA BARRIOS, E. (Org.) **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. SEBRAE: FAO, 2001.

KELLEHER, B P., LEAHY, J. J., HENIHAN, A. M, O'DWYER, T. F., SUTTON, D., LEAHY, M. J. Advances in poultry litter disposal technology – a review. **Bioresource Technology**, v. 83, p. 27-36, 2002.

KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality response C3 and C4 perennial grasses to shade. **Crop Science**, v.33, p.831-837, 1993.

MAGALHÃES, M.C.S.; VÉRAS, A.S.C.; FERREIRA, M.A. et al. Inclusão de cama de frango em dietas à base de Palma Forrageira (*Opuntia ficusindica* Mill) para vacas mestiças em lactação. 1. Consumo e produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1897-1908, 2004. Supl. 1.

MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.361-367, 2007.

MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VERAS, A.S.C. et al. Substituição parcial do farelo de soja por ureia e palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Digestibilidade. **Acta Scientiarum**, v.25 n.2, p.339-345, 2003.

NOBEL, P.S.; CASTAÑEDA, M. Seasonal, light, and temperature influences on organ initiation for unrooted cladodes of the prickly pear cactus *Opuntia ficus-indica*. **Journal of the America Society Horticultural Science**, v.123, p.47-51, 1998.

NOBEL, P.S.; BOBICH, E.G. Environmental biology In: NOBEL, P.S. **CACIT, Biology and uses**. Berkeley, University of California press, 2002, p.57-94.

NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W. V. Relação solo-planta. In: Novais, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, L. E. F.; NEVES, J. C. L. (eds.). **Fertilidade do Solo**. 1.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.133-204.

PEIXOTO, M.J.A. **Crescimento vegetativo, produção e composição químico-bromatológica da palma forrageira consorciada com cajá *Spondias spp.*** 2009. 78p. Dissertação (mestrado em Zootecnia) Centro de ciências agrárias. Universidade Federal do Ceara, Fortaleza.

PEIXOTO, M.J.A.; CARNEIRO, M.S.S.; SOUZA, P.Z.; DINIZ, J.D.N.; SOUTO, J.S.; CAMPOS, F.A.P. Desenvolvimento de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., em diferentes substratos, após micropropagação in vitro. **Acta Scientiarum**, v.28, p.17-20, 2006.

PEREIRA JUNIOR, J. S. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro.** Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação. Brasília, DF. 24 p. 2007.

PERES FILHO, O.; DORVAL, A.; BERTI FILHO, E. Preferência de saúva limão, *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) a diferentes espécies florestais, em condições de laboratório. **Ciência Florestal**, v. 12, p. 1-7, 2002.

PERI, P.L.; LUCAS, R.J.; MOOT, D.J. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dictyulis glomerata* growing under different light regime. **Agroforestry Systems**, v.70, p.63-79, 2007.

SANTOS, D.C.; FARIAS I.; LIRA, M.A. et al. **A palma forrageira (*Opuntia ficusindica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização.** Recife: IPA, 1997. 23p. (Documentos IPA, 25).

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; BURITY, H.A. et al. Número, dimensões e composição química de artículos de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) cv. gigante, de diferentes ordens. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.7, p.69-79. 1990.

SAS Inst. Inc. **SAS statistics user's guide.** Release version 6. SAS Inst. Inc., Cary, NC. 1996.

SILVA, D. J. & QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3ª ed. Viçosa-MG: UFV, 2006. 235 p.

SILVA, J.; SILVA, P.S.L; OLIVEIRA. M. et al. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 326-331, 2004.

SILVA, N.G.M.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma-forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2389-2397, 2010.

SILVA, N.G.M. **Produtividade, morfometria e acúmulo de nutrientes da palma sob doses de adubação orgânica e densidade de plantio.** 2012. 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, J. A.; BONOMO, P.; DONATO, S. L. R.; PIRES, A. J. V.; ROSA, R. C. C.; DONATO, P. E. R. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p. 866-875, 2012.

SOUZA, R. F; FAQUIM, V.; TORRES, P. R. F.; BALIZA, D. P. Calagem e adubação orgânica: influencia na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.975-983, 2006.

SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V. et al. Decomposição de esterco em diferentes profundidades em áreas degradadas do Semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p. 125-130, 2005.

TELES, M. M.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; BEZERRA NETO, E. C.; FERREIRA, R. L. C.; LUCENA, J. E. C.; LIRA, M. DE A. Efeitos da adubação e de nematicida no crescimento e na produção da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cv. Gigante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 52-60, 2002.

TELES, M. M.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; FERREIRA, R. L. C.; BEZERRA NETO, E. C.; FARIAS, I. Efeito da adubação e do uso de nematicida na composição química da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1992-1998, 2004.

WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M.A.; ANDRADE, D.K.B. et al. 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**, v.31, p.273-281, 2002.

WILSON J.R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pastures grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.47, p.1075-1093, 1996.

ZANINE, A.M., SANTOS, E.M. Competição entre espécie de plantas- uma revisão. **Revista da FZVA**, v.11, p. 10-30, 2004.

### **CAPÍTULO 3**

#### **ACÚMULO DE N, P E K NA PALMA FORRAGEIRA SUBMETIDA A DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO E ADUBADA COM DIFERENTES FONTES DE ESTERCO.**

**Acúmulo de N, P e K na palma forrageira submetida a diferentes sistemas de cultivo e adubada com diferentes fontes de esterco.**

**Resumo** A palma forrageira é uma cultura importante para as condições limitantes do semiárido, fornecendo alimento e suprimindo água para os rebanhos. A utilização de adubos orgânicos permite uma elevação da produção do palmar devido ao maior aporte de nutrientes, porém a forma como estes nutrientes interagem dentro do sistema ainda é pouco estudada. Objetivou-se obter informações sobre a liberação e acúmulo de nutrientes em plantios de palma forrageira sob diferentes sistemas de cultivos e adubados com diferentes fontes de matéria orgânica. O experimento foi conduzido no período de fevereiro a novembro de 2012 na estação experimental de Caruaru localizada na região Semiárida de Pernambuco e pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco IPA em delineamento de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos foram diferentes sistemas de cultivo (palma + Leucena, palma + Gliricídia e palma isolada) com diferentes fontes de matéria orgânica (esterco ovino, bovino, caprino e cama de frango). O delineamento foi em parcelas subdivididas em blocos ao acaso, com quatro repetições. O tratamento contendo cama de frango apresentou maior decomposição ao final dos 256 dias com média de 34,1% de decomposição. O sistema com Gliricídia apresentou maior acúmulo de N para todas as fontes de MO estudadas com médias de 977, 695, 672 e 629 g ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para cama de frango, esterco ovino, caprino e bovino, respectivamente. O acúmulo máximo de P na palma foi de 40,9 kg ha<sup>-1</sup> no período de 256 dias e uma liberação aproximada de 116 kg ha<sup>-1</sup> no mesmo período, não ocorrendo deficiência de P na maioria dos tratamentos. O acúmulo máximo registrado foi de 1487 g K ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> no sistema de palma exclusiva, seguido de 1242 e 1106 g K ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para os sistemas consorciados com Leucena e Gliricídia, respectivamente. O acúmulo de nutrientes é influenciado pela presença da leguminosa consorciada com a palma principalmente para o nitrogênio. O fósforo é o nutriente menos acumulado e o potássio o mais acumulado ao longo do período de crescimento. A cama de frango de maneira geral foi a fonte de matéria orgânica que apresentou maior acúmulo e liberação de N, P e K nas condições avaliadas.

**Palavras chave:** Adubação orgânica, Decomposição, nitrogênio, liberação

## Introdução

A palma forrageira é uma cultura de ampla utilização na região Semiárida do Brasil por ter capacidade de alimentar o rebanho mesmo em condições adversas para maioria das plantas da região, principalmente devido ao seu mecanismo de fixação de CO<sub>2</sub> que permite uma maior eficiência no uso da água (Bispo et al., 2007). A utilização da palma forrageira na alimentação é vantajosa, pois, poderá suprir parte da necessidade de água dos animais economizando este recurso escasso na região (Oliveira et al., 2007; Tegegne et al., 2007).

Embora a utilização da palma na alimentação animal seja vantajosa, existem alguns fatores que não podem ser negligenciados. A palma apresenta baixa concentração de nitrogênio e fibra (Albuquerque et al., 2002). A utilização de outras espécies consorciadas podem suprir estas deficiências. O uso de leguminosas associadas à palma na alimentação dos animais, por exemplo, poderia reduzir o baixo teor de nitrogênio e fibra aumentando os índices produtivos.

Outro ponto importante na produção da palma está relacionado à adubação. Embora a planta produza em condições adversas à palma responde a adubações. O uso do esterco melhora as propriedades físicas do solo como estabilidade dos agregados, reduz a densidade do solo, aumenta o teor de matéria orgânica, melhora a infiltração e retenção de umidade e aumentam a capacidade de troca de cátions (Silva et al., 2012; Hoffman et al., 2001; Andreola et al., 2000). Este recurso atualmente é bastante utilizado na região semiárida como fonte de adubação para as plantas (Galvão et al., 2008).

A liberação de nutrientes do esterco para palma de maneira geral é controlada pela decomposição da matéria orgânica, sendo esta regida pela ação dos microrganismos. Materiais que apresentam alta concentração de carbono e baixa de N e P apresentam altas relações carbono nitrogênio (C:N) e carbono fósforo (C:P), e de maneira geral, sofrem mineralização lenta causando deficiência de nutriente nas plantas, após período de imobilização ocorre mineralização dos nutrientes que ficam disponíveis na solução do solo (Mielniczuk, 1999; Garrido et al., 2008). A liberação de K de maneira geral é rápida, pois o elemento não se encontra aderido à matéria orgânica (Braz et al., 2002).

O entendimento entre liberação de nutrientes pelo esterco e absorção pela planta é de extrema importância para práticas de manejo mais eficiente visando o sincronismo entre liberação pelo esterco e absorção pelas plantas. Contudo os dados disponíveis na

literatura ainda são insuficientes. Desta forma, o objetivo do trabalho foi obter informações sobre a liberação de nutrientes no solo e acúmulo na planta em plantios de palma forrageira sob diferentes sistemas de cultivos e adubados com diferentes fontes de matéria orgânica.

### Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Caruaru pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco IPA. A estação está localizada nas coordenadas geográficas 8°14' S e 35°55' W a 575 m do nível do mar com solo do tipo Neossolo Regolítico. A precipitação média anual é de 727 mm com temperatura média em torno de 28° C. O experimento foi conduzido de fevereiro a novembro de 2012. Os dados de precipitação mensal durante o período experimental estão representados na Figura 1. O solo da estação experimental é classificado como neossolo regolítico e sua composição está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química de amostras de solo da área experimental em diferentes profundidades.

Profundidade* (cm)	pH	P	Mg	Ca	K	Na	Al	H+Al	C	M.O. <sup>1</sup>
	mg dm <sup>3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>			g kg <sup>-1</sup>			
0-10	4,8	23,5	0,39	1,93	0,2	0,08	0,27	2,38	9,59	16,5
10-20	4,7	15,5	0,45	1,76	0,1	0,07	0,28	2,32	8,75	15,1
20-40	4,7	6,2	0,34	1,61	0,1	0,09	0,31	2,29	8,91	15,7

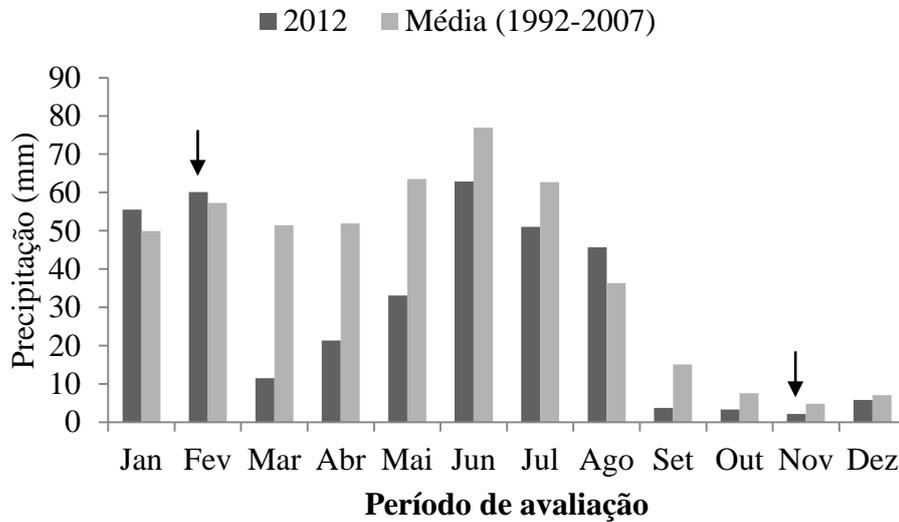
<sup>1</sup>M.O. = matéria orgânica

\*Fonte: Estação Experimental de cana-de-açúcar de Carpina 248/2013

Foi utilizada a palma clone IPA Sertânia, sendo implantada em março de 2011 e leguminosas (Leucena e Gliricídia) que foram implantadas por meio de mudas transplantadas em agosto de 2011. As mudas de leguminosas foram obtidas de sementes oriundas dos municípios de Taperoá-PB e Arcoverde-PE para Gliricídia e Leucena, respectivamente. Em fevereiro de 2012 foi aplicado esterco, tendo como base o teor de N mantendo uma adubação anual equivalente a 200 kg de N ha<sup>-1</sup>.

Os tratamentos foram diferentes sistemas de cultivo (palma + Leucena, palma + Gliricídia e palma isolada) com diferentes fontes de matéria orgânica (esterco ovino, bovino, caprino e cama de frango). Os esterco foram obtidos em diferentes cidades de Pernambuco. Os de pequenos ruminantes foram obtidos de produtores da zona rural da

cidade de Iguaraci-PE, a cama de frango foi obtida na cidade de Bonito-PE e o esterco bovino foi proveniente da própria estação experimental de Caruaru. Os dados referentes à composição inicial do esterco estão representados na tabela 2.



**Figura 1.** Precipitação pluvial (mm) em Caruaru em 2012.

Fonte: Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA (2013)

Setas indicam o início (fevereiro 2012) e fim do período de avaliação (Novembro 2012).

Tabela 2. Matéria orgânica (MO), nitrogênio, fósforo, potássio e relação C:N em diferentes tipos de esterco incubados em Caruaru no ano de 2012.

Fonte de MO	N	P	K	MO	C:N
				g kg <sup>-1</sup>	
Esterco bovino	11	5,6	142	400	28,5
Esterco caprino	16	5,0	107	500	16,1
Esterco ovino	20	4,9	157	600	16,3
Cama de frango	35	31,0	173	900	8,8

O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições por tratamento, sendo a parcela principal formada pelos diferentes sistemas de cultivo e as subparcelas formadas pelos tipos de esterco. A parcela principal mediu 30 m x 16 m. As leguminosas foram plantadas em filas duplas espaçadas de 9 m x 1 m x 0,5 m, com 16 m de comprimento. A palma foi plantada no espaçamento de 1 m x 0,25 m independente do sistema de cultivo. As subparcelas (tipo de esterco) ocuparam faixas de 4 m x 30 m.

Para verificar a liberação de nutrientes pelo esterco foi aplicada a técnica de decomposição utilizou-se o saco de náilon medindo 15 x 30 cm, com poros de aproximadamente 75  $\mu\text{m}$ , sendo os mesmos colocados na estufa, a 65°C por 72 horas e pesados. Em seguida, os sacos foram preenchidos com 20 g de esterco pré-seco (base na MO) esta quantidade de MO corresponde a 52, 38, 28 e 38g de esterco caprino, bovino, cama de frango e ovino, respectivamente com base na matéria natural. Essa quantidade de esterco por saco foi estabelecida seguindo a proporção de 22,5 mg de esterco por  $\text{cm}^2$  de saco considerando os dois lados do saco. O esterco incubado não foi moído para que o tamanho da partícula representasse o mais próximo possível do esterco utilizado no campo preservando a superfície original de exposição ao ataque dos microrganismos (Dubeux Jr. et al., 2006).

Os sacos foram colocados sob o solo em cada subparcela e cobertos com uma fina camada de solo da própria área e retirados de acordo com os períodos de incubação (0, 4, 8, 16, 32, 64, 128 e 256 dias). No final de cada tempo de incubação, os sacos foram coletados, limpos com pincel para retirada dos resíduos de solo e das plantas do local de incubação, colocados em estufa a 65°C, por 72 horas e pesados. Análises químicas destes materiais foram feitas tanto antes de incubar como também nos resíduos encontrados após cada período de incubação. Foram analisados os teores de matéria orgânica (MO), N, P, K e C. A matéria orgânica e N foram determinadas segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2006). O carbono, P e K foram determinados pelo método descrito por Bezerra Neto e Barreto (2004). A porcentagem de nutrientes remanescentes numa determinada data foi calculada baseando-se no conteúdo de cada nutriente na referida data e o conteúdo no dia zero.

Para verificar o acúmulo de nutrientes na palma foram colhidas duas plantas competitivas de cada subparcela em cada período de incubação avaliado (0, 4, 8, 16, 32, 64, 128 e 256 dias) mantendo apenas o cladódio planta. As plantas coletadas foram pesadas secas em estufa a 65° C ate peso constante, moídas a 1 mm. Em seguida foram avaliadas as concentrações de N, P e K pelos mesmos métodos descritos para o esterco.

Os dados foram analisados em parcelas subdivididas usando PROC Mixed do SAS e as médias (LSMEANS) comparadas pelo PDIFF ajustado para Tukey a 5% de probabilidade (SAS Inst., 1996). As variáveis, porcentagem de desaparecimento de biomassa com base na matéria orgânica e porcentagem de nutrientes remanescentes foram descritas por meio do modelo exponencial simples (Wagner & Wolf, 1999) descrita pela equação:  $X = B0 e^{-kt}$ , onde X = proporção de biomassa (ou nutriente)

remanescente no T dias, B0 = constante de desaparecimento e o k = taxa relativa de decomposição.

### Resultado e discussão

As concentrações de N e P da palma foram maiores nos períodos intermediários. Isso pode estar relacionado à maior liberação de N e P que ocorre logo após a aplicação dos esterco (Tabela 3). É possível observar que a concentração de N e P dos esterco apresenta comportamento inverso ao registrado para a palma com menor concentração nos períodos intermediários. Este comportamento evidencia o mecanismo de liberação e absorção existente no sistema solo-planta, garantindo aporte de nutrientes no momento de necessidade da cultura.

A concentração de K no esterco diminuiu ao longo do período avaliado. Esta redução linear do K está relacionada à sua natureza nos resíduos, pois este nutriente não faz parte de nenhuma estrutura ou molécula orgânica, estando na forma de cátion livre ou adsorvido tornando facilmente trocável no solo. O K é o cátion mais abundante nos tecidos, sendo adsorvido em grandes quantidades da solução do solo pelas raízes na forma do íon  $K^+$  (Torres e Perreira, 2008).

Tabela 3. Teor de N, P e K na palma IPA Sertânia nos esterco utilizados.

Período de avaliação	Palma			Esterco		
	N	P	K	N	P	K
Dias	.....g kg <sup>-1</sup> .....					
4	9,4c	1,8a	20,3b	17,8a	12,3a	132,8a
8	10,6b	1,7ab	19,0b	16,9b	11,7b	120,3b
16	11,1a	1,6ab	23,2a	15,1c	11,2cd	100,5c
32	9,7c	1,6ab	21,9a	13,8e	11,3c	80,2d
64	9,5c	1,5b	16,7c	14,7d	11,1d	50,8e
128	7,3e	1,6ab	14,8d	16,8b	11,3c	29,2f
256	8,5d	1,2c	14,5d	18,2a	10,8e	12,4g
CV (%)	8,1	30,7	11,8	4,7	3,4	6,5

Medias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Foi observada interação significativa ( $P < 0,01$ ) entre as diferentes fontes de matéria orgânica e períodos de incubação para os valores de porcentagem de biomassa

remanescente. O tratamento contendo cama de frango apresentou maior decomposição ( $P < 0,01$ ) ao final dos 256 dias com média de 34,1% (Figura 2). Provavelmente a maior decomposição da cama de frango tem relação com o maior teor de nitrogênio observado no material antes da incubação o que permite menor relação C:N.

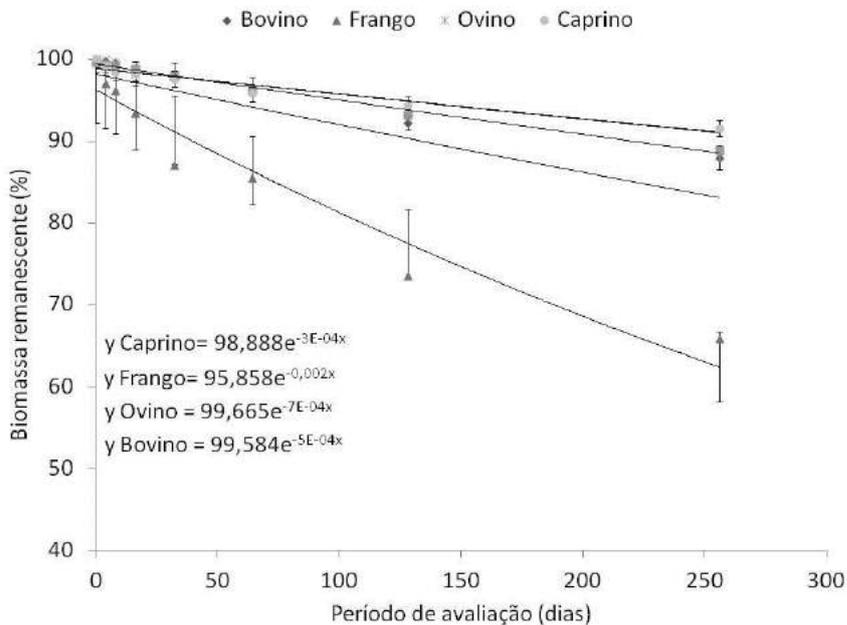


Figura 2. Biomassa remanescente de diferentes estercoes sob diferentes sistemas de cultivos de Palma.

Nos períodos iniciais de incubação (0 a 16 dias) não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos no qual a taxa de decomposição foi inferior a 8%. A partir dos 32 dias de incubação, houve uma maior perda de biomassa para a cama de frango (12,9%). As demais fontes não apresentaram variações entre si com exceção para o último período avaliado.

Embora os estercoes dos ruminantes apresentem menor decomposição em comparação à cama de frango, a taxa observada no presente estudo foi muito baixa. Provavelmente, esta pequena perda de biomassa está relacionada à condição atípica de chuvas durante o ano de 2012, com registro de apenas 360 mm ano<sup>-1</sup>. A água é essencial para que ocorra mineralização da matéria orgânica, pois os microrganismos decompositores necessitam de água para realizar as reações químicas. Segundo Souto et al. (2005), o principal fator que pode explicar a baixa decomposição é o nível de umidade do solo seguido do teor de nitrogênio do material incubado, explicando a baixa decomposição registrada para os estercoes dos ruminantes. Outro fator que poderia

explicar a baixa decomposição seria a ausência da ação da macrofauna do solo em virtude da reduzida porosidade da malha do náilon.

O período de decomposição do esterco é bastante variável, principalmente quando se estuda materiais de diferentes espécies. Tentando identificar estratégias para manter a fertilidade dos solos na Nigéria, Hoffmann et al. (2001) verificaram que o tempo médio de decomposição de esterco variaram de acordo com as espécies. O esterco bovino se decompõe completamente em 2,5 anos e os de pequenos ruminantes em aproximadamente 3,5 anos. O esterco asinino se decompõe mais lentamente. Como observado o esterco bovino apresentou maior decomposição quando comparado com o caprino. Provavelmente esta diferença se deve a forma física do esterco de pequenos ruminantes. A forma circular confere mais resistência ao esterco após secagem na estufa.

Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da interação entre sistemas de cultivos, fontes de matéria orgânica e períodos de incubação para taxa de acúmulo e liberação de N (Figura 3). O sistema com Gliricídia apresentou maior acúmulo de N para todas as fontes de MO estudadas (Figura 3), com médias de 977, 695, 672 e 629 g ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para cama de frango, esterco ovino, caprino e bovino, respectivamente aos 256 dias. O maior acúmulo de N nas palmas adubadas está diretamente ligada a maior decomposição observada para a cama de frango (Figura 2) que permitiu maior liberação de N nestas parcelas aliada a menor relação C:N. Freire et al. (2010) evidenciam que a relação C:N é um fator relevante na decomposição de resíduos, podendo ocorrer redução devido a quantidade e composição química dos resíduos.

De maneira geral, a quantidade de nitrogênio determina a velocidade de decomposição do material. Assim, resíduos com baixa relação C:N são decompostos mais rapidamente que os de alta relação (Marques et al., 2000). Outros fatores como presença de microrganismos decompositores, pH do material, concentração de lignina, nitrogênio aderido a fibra e taninos podem influenciar a decomposição dos esterco e possível liberação de nitrogênio (Souto et al., 2005).

A quantidade de nitrogênio liberada pelo esterco nas parcelas com Gliricídia e adubadas com cama de frango e esterco ovino, foram suficientes para sustentar o requerimento de N até 128 dias. As demais fontes reduziram sua disponibilidade aos 64 dias de avaliação. Vale ressaltar que a decomposição da matéria orgânica dos esterco caprino e bovino foi reduzida, apresentando liberação de aproximadamente 45% do N disponível. Estudo realizado por Silva (2012), avaliando a liberação e acúmulo de N, P

e K em plantio de palma adubada com diferentes doses de esterco bovino e espaçamento mostrou liberação de N até 128 dias de incubação, sugerindo a utilização completa do N amoniacal do esterco e parte do nitrato existente na solução do solo. Segundo a autora, a adubação poderia ser parcelada, assim como é feita com adubação mineral, contudo é importante lembrar dos custos de mão de obra que é o fator de maior impacto no cultivo da palma forrageira

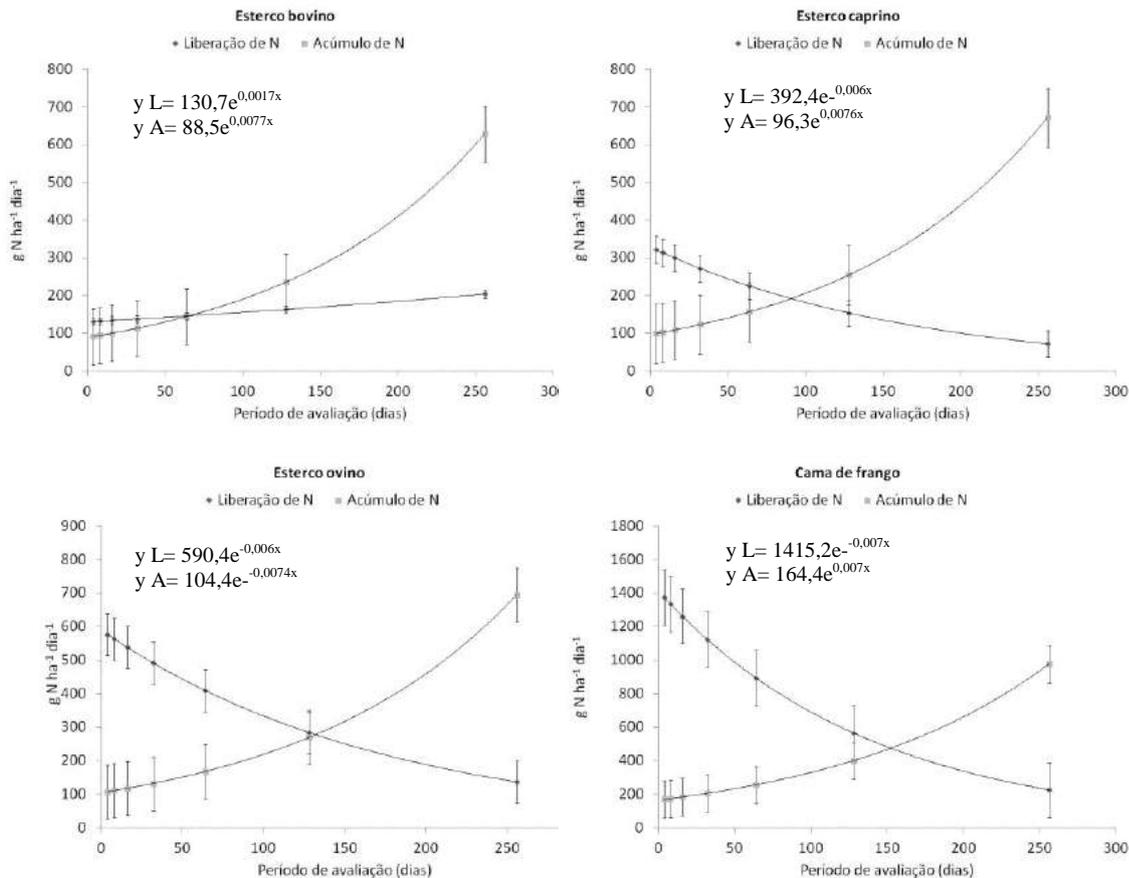


Figura 3. Taxa de acúmulo e liberação de N em plantio de palma IPA Sertânia consorciada com Gliricídia.

As parcelas com Leucena (Figura 4) demonstraram o mesmo comportamento observado para o sistema com Gliricídia, ocorrendo aumento do acúmulo de N ao longo do tempo. A cama de frango também propiciou maior acúmulo de N com variação de 164 e 929 g ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para 4 e 256 dias, respectivamente. Diferente do sistema com Gliricídia, o esterco caprino permitiu maior acúmulo de N, em relação ao esterco ovino. Estes resultados podem estar relacionados ao maior desenvolvimento das plantas de Leucena adubadas com esterco caprino, pois a maior produção de biomassa permitiu

maior aporte de serrapilheira, contribuindo para o aumento de N do sistema, além da fixação biológica de N ser possivelmente maior em plantas mais desenvolvidas.

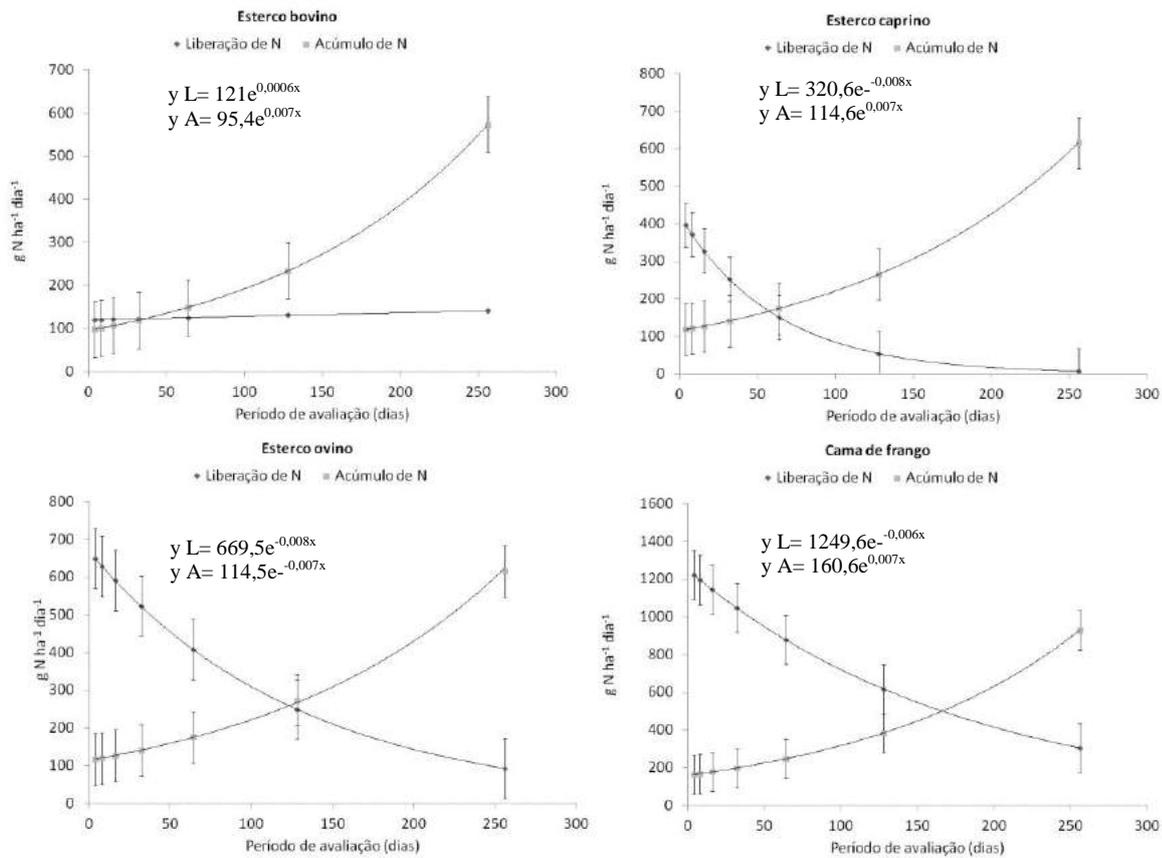


Figura 4. Taxa de acúmulo e liberação de N em plantio de palma IPA Sertânia consorciada com Leucena.

O sincronismo entre liberação e acúmulo de N seguiu o mesmo padrão do sistema com Gliricídia. A aplicação de esterco ovino e cama de frango sustentaram o requerimento de N até 128 dias, o esterco caprino esgotou sua reserva aos 64 dias. Vale ressaltar que a liberação de N do esterco caprino chegou abaixo de 10 g N ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. O esterco bovino apresentou liberação constante ao longo do período estudado com média de 124 g N ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, contudo, o acúmulo foi crescente tendo superado a liberação aos 32 dias.

A adubação orgânica em relação à aplicação de fertilizantes químicos apresenta a vantagem de liberar nutrientes de forma gradual à medida que são requeridos pelas plantas (Severino et al., 2004). A rápida liberação dos fertilizantes químicos acarreta em perdas por volatilização do N, fixação de P e lixiviação do K (Chaves et al., 2007;

Duarte et al., 2007; Rosolem et al., 2006). Porém, a mineralização de alguns materiais de origem orgânica pode ser muito lenta, como ocorreu com o esterco bovino e caprino no presente estudo, de forma que, os nutrientes não são disponibilizados em quantidades suficientes e o crescimento da planta é limitado por carência nutricional.

As parcelas com palma isolada apresentaram os menores acúmulos de N (Figura 5), em relação aos sistemas consorciados, principalmente nas parcelas adubadas com cama de frango e esterco ovino com médias variando de 154 a 882 g ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e 112 a 571 g ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente. O menor acúmulo de N nas parcelas de palma isolada pode estar relacionado à ausência de fixação biológica de N que ocorrem nos sistemas consorciados. Outro fator que pode explicar o menor acúmulo de N está relacionado ao crescimento das plantas causando diluição da concentração de N na palma.

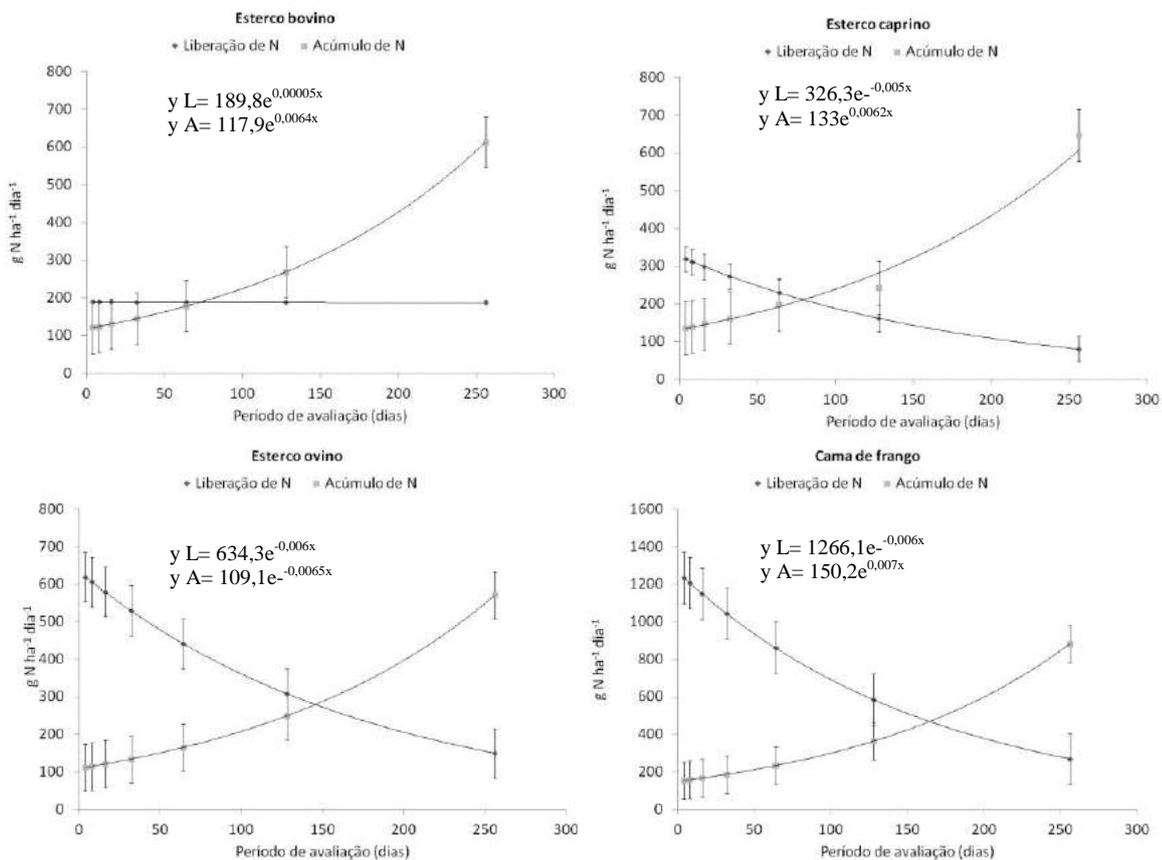


Figura 5. Taxa de acúmulo e liberação de N em plantio de palma IPA Sertânia isolada.

Na literatura existe uma grande variação na contribuição da FBN por leguminosas arbóreas. De maneira geral, as espécies podem fixar de 44 a 581 kg ha<sup>-1</sup> de N por ano. Há relatos na literatura da *Gliricídia* fixando em torno de 108 kg de ha<sup>-1</sup> ano

(Dokora e Keya, 1997). Paulino et al. (2009), avaliando a fixação biológica de N em plantas de Gliricídia, observaram valores de 45,2 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Segundo Sanginga (2003), a fixação biológica de N por meio da Leucena pode contribuir com cerca de 100 kg ha<sup>-1</sup> ano. Estes resultados reforçam a possibilidade de transferência de N das leguminosas para plantas de palma, propiciando maior acúmulo deste elemento em plantios consorciados.

A cama de frango proveu N para a palma até o período de 128 dias, contudo, ao longo do tempo houve alta liberação e baixa absorção pela planta. Desta forma, boa parte do N liberado no início do processo de decomposição pode estar disponível na solução do solo. Durante o período experimental a quantidade de chuvas foi reduzida (Figura 1), podendo ter contribuído para redução das perdas de N por lixiviação. Por outro lado, os esterco caprino e bovino apresentaram taxas semelhantes de liberação e acúmulo, podendo haver deficiência de N nestas parcelas que não apresentam suporte da FBN.

Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da interação entre sistemas de cultivos, fontes de matéria orgânica e períodos de incubação para taxa de acúmulo e liberação de P (Figuras 6, 7 e 8). Nos sistemas consorciados com Gliricídia o acúmulo de P aumentou com o crescimento da planta. O maior acúmulo foi observado em plantas cultivadas com cama de frango que variaram de 29 a 111 g ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> nos períodos de 4 e 256 dias, respectivamente. O maior acúmulo de P na cama de frango está diretamente relacionado à alta liberação existente que supriu a necessidade da planta ao longo do período estudado.

A palma apresentou acúmulo máximo de 40,9 kg P ha<sup>-1</sup> no período de 256 dias e uma liberação aproximada pelo esterco de 116 kg P ha<sup>-1</sup> no mesmo período. Segundo Dubeux e Santos (2005), a palma extrai por ano aproximadamente 34 kg ha<sup>-1</sup> de P desta forma, a adubação orgânica é suficiente para manter níveis adequados de P para o cultivo da palma forrageira.

De maneira geral, a palma apresenta baixa concentração de P em sua composição. Teles et al. (2004) observaram concentração de P variando de 3,0 a 0,8 g kg<sup>-1</sup>. Dubeux et al. (2010), observaram concentrações médias de P de 4,7 g kg<sup>-1</sup>. A concentração inicial de P observada no presente trabalho foram de 1,7; 2,2; 1,8 e 1,9 g kg<sup>-1</sup> nas plantas cultivadas com esterco bovino, caprino, cama de frango e ovino, respectivamente.

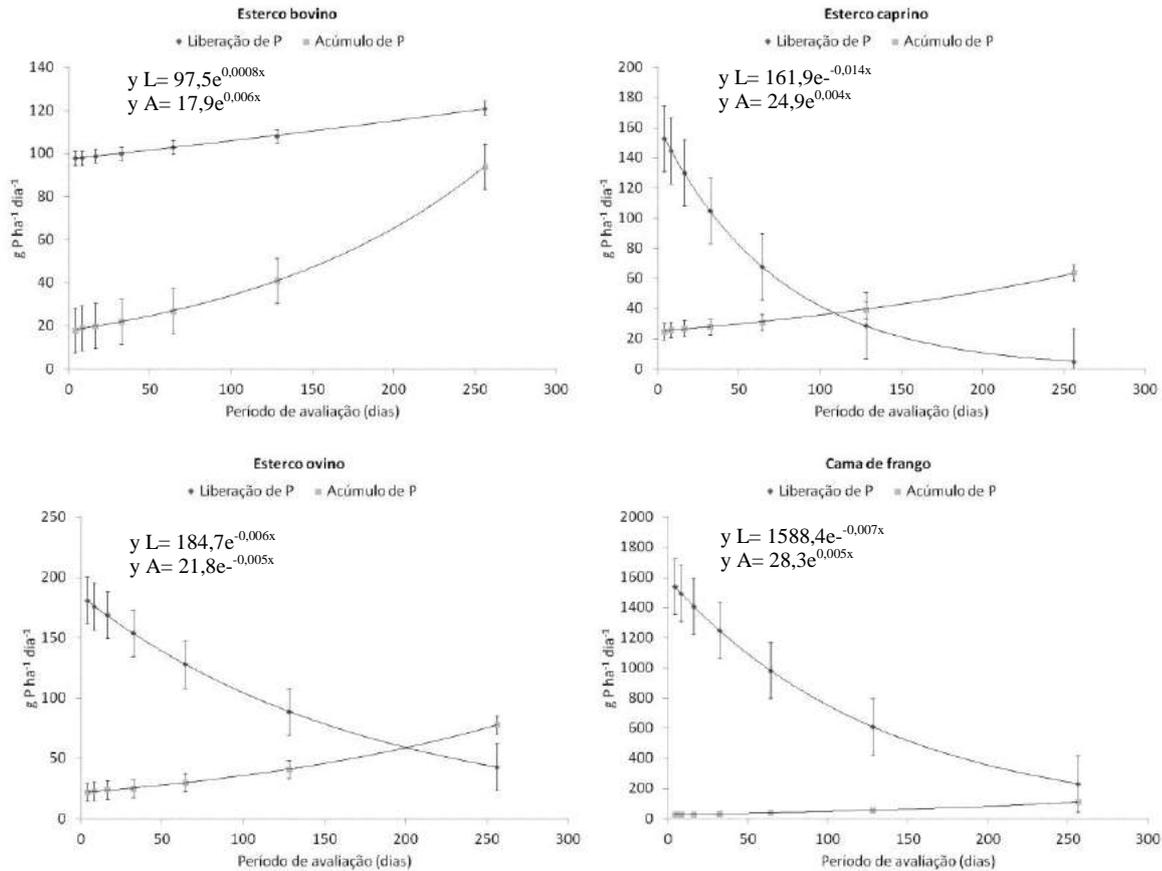


Figura 6. Taxa de acúmulo e liberação de P em plantio de palma IPA Sertânia consorciada com Gliricídia.

O esterco bovino e a cama de frango supriram todo o requerimento de fósforo das plantas de palma durante o período avaliado para o sistema consorciado com Gliricídia. As adubações foram feitas com base na concentração de N, desta forma, a quantidade de fósforo aplicada com o esterco bovino foi muito mais elevada que os esterco caprino e ovino. A cama de frango apresentou maior concentração inicial de P levando a alta liberação durante o período avaliado.

A taxa de acúmulo de P para o sistema com *Leucena* apresentou mesmo comportamento observado para o sistema com Gliricídia (Figura 7). A cama de frango apresentou maior acúmulo de P ( $P < 0,05$ ) com  $160 \text{ g ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . O esterco ovino apresentou menor acúmulo de P ( $P < 0,05$ ) com  $99 \text{ g ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . As demais fontes apresentaram acúmulo intermediário com  $113$  e  $117 \text{ g ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  para os esterco caprino e bovino, respectivamente.

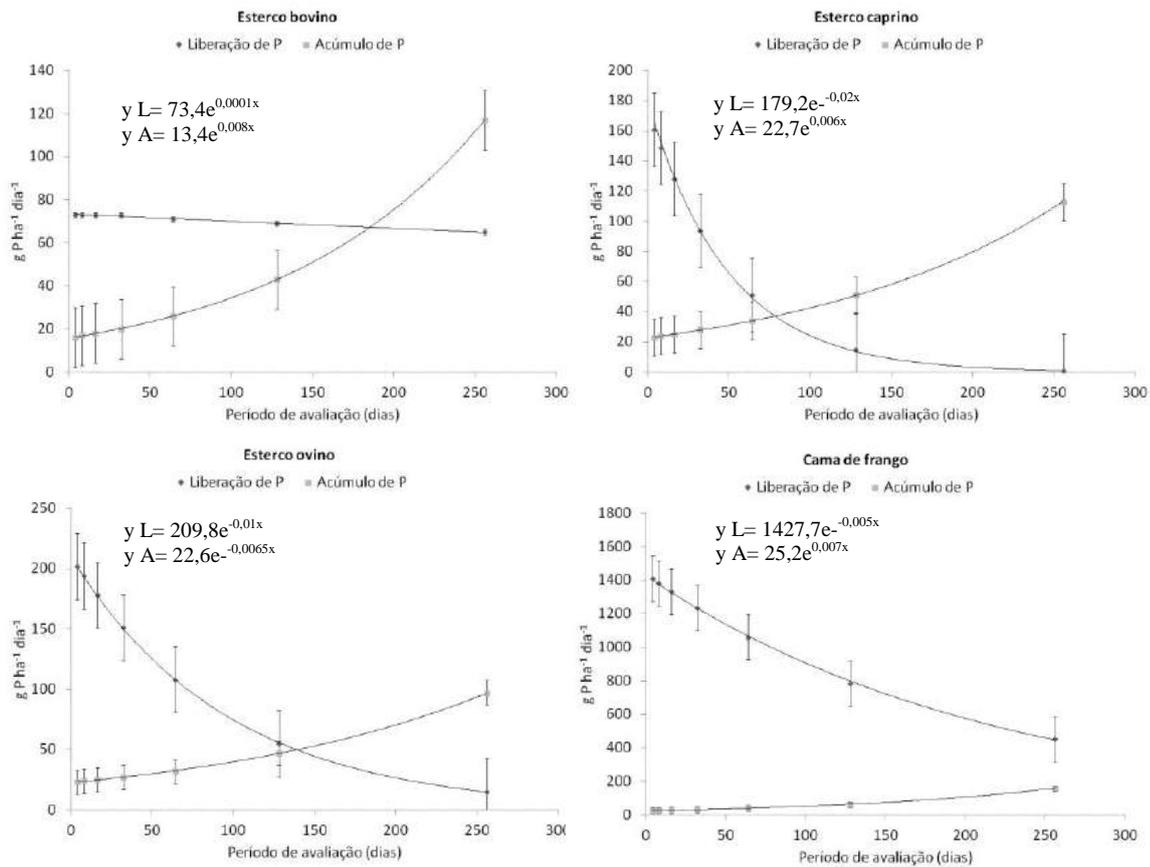


Figura 7. Taxa de acúmulo e liberação de P em plantio de palma IPA Sertânia consorciada com Leucena.

A liberação de P do esterco bovino no sistema com Leucena foi baixa, em relação ao consórcio com Gliricídia, sendo inferior a  $75 \text{ g ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . A liberação de P do esterco é um processo que depende da decomposição assim como o N, desta forma, os esterco caprino e bovino apresentaram baixa decomposição, afetando a liberação de P para o solo. Além disso, o P liberado pode não estar disponível para as plantas, pois devido a limitação de P do solo ele pode ser adsorvido ficando indisponível. Segundo Farias et al. (2009), o solo pode ser fonte ou dreno de P, quando apresenta boa capacidade de suprimento ou quando compete fortemente com as plantas, fixando grande parte do P adicionado.

Apenas as parcelas adubadas com cama de frango supriram as necessidades de P da palma no sistema consorciado com Leucena. O esterco ovino e bovino apresentou liberação maior que o acúmulo até os 128 dias, já o esterco caprino supriu as necessidades da palma até os 64 dias após incubação. O esterco caprino apresentou

liberação lenta, devido a baixa decomposição registrada durante o período estudado (Figura 1).

O acúmulo de P nos plantios com palma não consorciada seguiu o mesmo comportamento das áreas consorciadas, porém com menor acúmulo (Figura 8). A taxa máxima foi de  $132 \text{ g ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  para a cama de frango, correspondendo a um acúmulo total de  $33,8 \text{ kg ha}^{-1}$ . O esterco ovino apresentou menor acúmulo de P para o sistema não consorciado com  $64 \text{ g ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ .

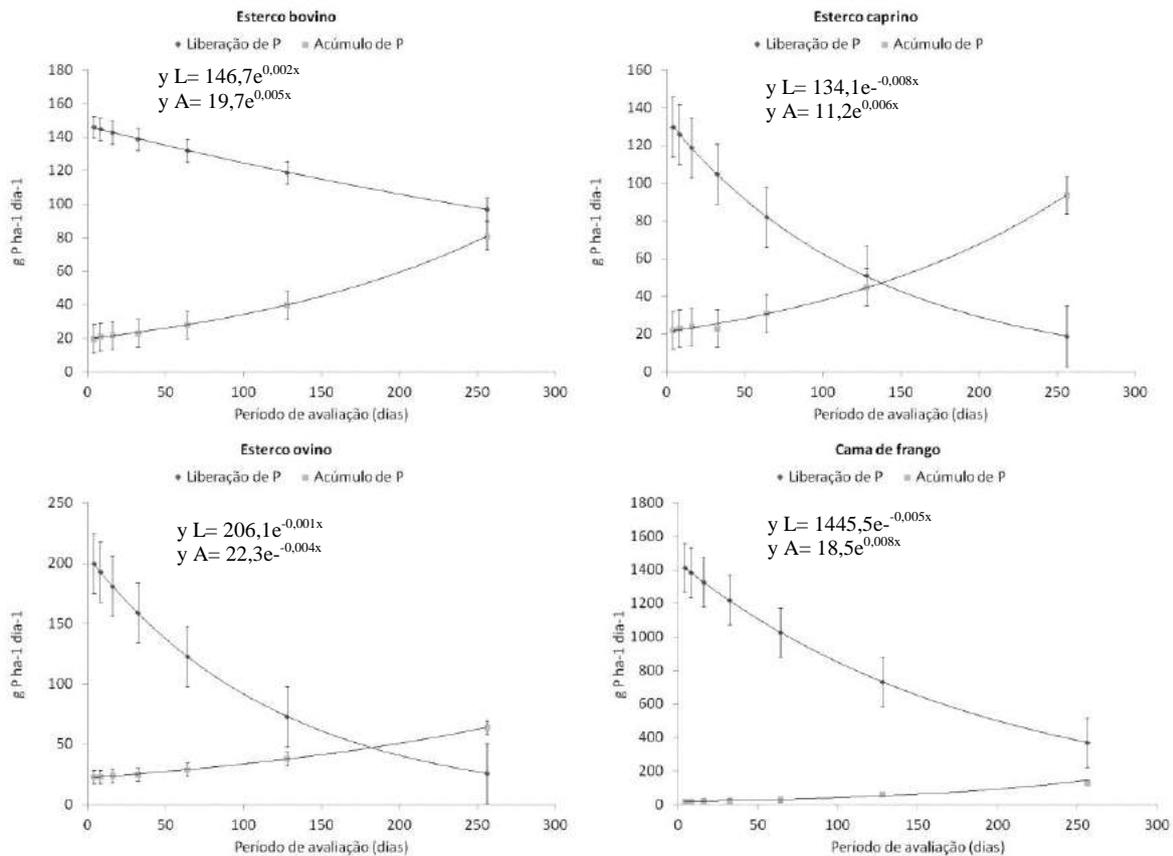


Figura 8. Taxa de acúmulo e liberação de P em plantios de palma IPA Sertânia.

A liberação do P dos esterco permitiu suprimento adequado para o crescimento das plantas durante todo o período estudado. Apenas os esterco caprino e ovino apresentaram liberação insuficiente de P no último período estudado com taxas de 26 e 19  $\text{g ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Neste mesmo período as plantas apresentaram acúmulo de 64 e 94  $\text{g ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , levando a um déficit de 38 e 75  $\text{g ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  para os esterco ovino e caprino, respectivamente.

Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da interação entre sistemas de cultivos, fontes de matéria orgânica e períodos de incubação para taxa de acúmulo e liberação de K (Figuras 9, 10 e 11). A taxa de acúmulo nos diferentes sistemas aumentou ao longo dos períodos estudados. O acúmulo máximo registrado foi de 1487 g K ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> no sistema de palma exclusiva (Figura 11), seguido de 1242 e 1106 g K ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para os sistemas consorciados com Leucena e Gliricídia, respectivamente (Figuras 10 e 9).

No sistema com Gliricídia a cama de frango promoveu maior acúmulo até 64 dias de incubação com 362 g K ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (Figura 9). Porém, no final do período de incubação, o esterco bovino promoveu maior acúmulo de nutriente neste sistema. O esterco caprino e ovino apresentaram taxa de acúmulo semelhantes com aproximadamente 1028 e 1123 g K ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

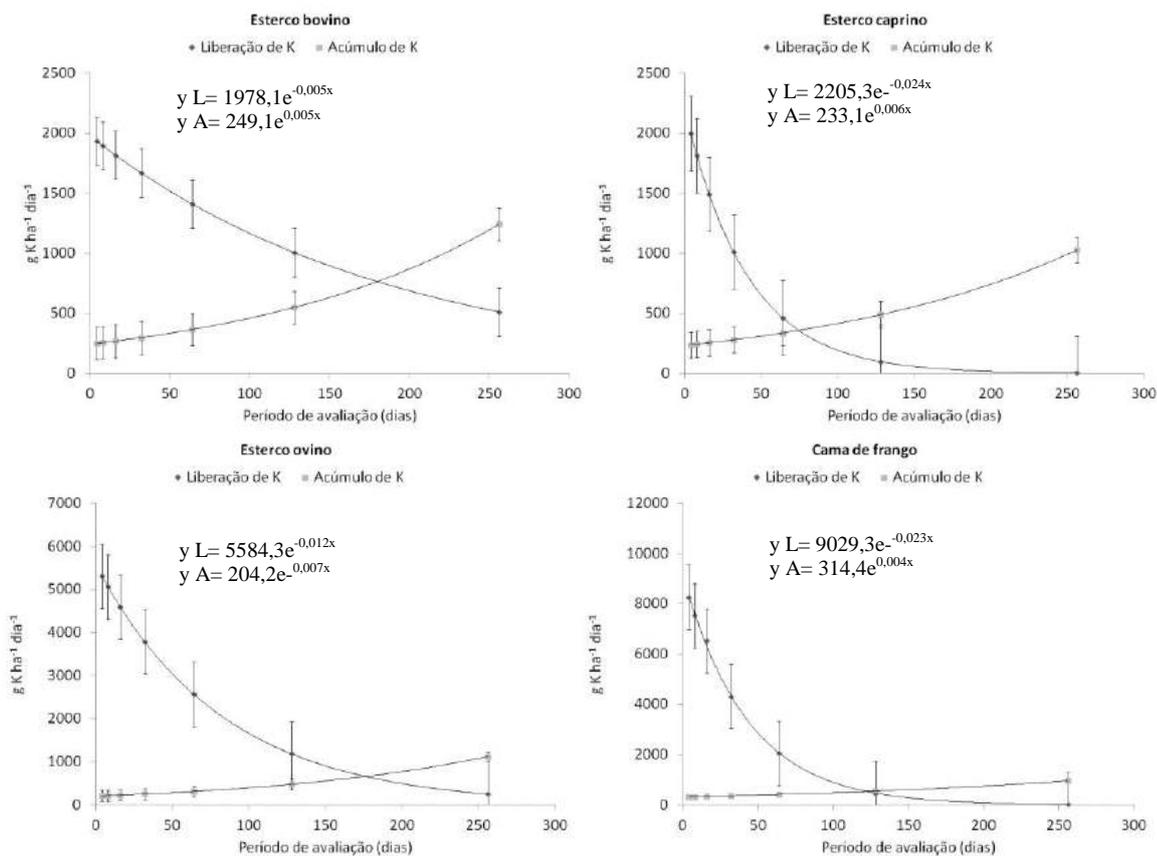


Figura 9. Taxa de acúmulo e liberação de K em plantio de palma IPA Sertânia consorciada com Gliricídia.

A cama de frango e o esterco ovino foram os materiais que apresentaram maior liberação de K ao longo do tempo para o consórcio com Gliricídia, porém os picos de liberação ocorreram no período inicial de crescimento da planta ocorrendo super oferta do elemento no solo, acarretando em perdas uma vez que a planta não conseguiu absorver todo o K disponibilizado.

O esterco bovino apresentou baixa liberação de K, quando comparado à cama de frango e esterco ovino, contudo esta se mostrou mais uniforme ao longo do tempo. Aos 128 dias de incubação, a cama de frango liberou  $24 \text{ g K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Enquanto que o esterco bovino apresenta uma taxa de  $512 \text{ g K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  o que permitiu maior acúmulo para esta fonte de matéria orgânica.

A quantidade de potássio liberada pelo esterco nas parcelas com Gliricídia e adubada com cama de frango, esterco ovino e bovino foram suficientes para sustentar o requerimento de N até 128 dias. O esterco caprino reduziu sua disponibilidade aos 64 dias de avaliação.

Para o sistema com Leucena (Figura 10), o maior acúmulo registrado aos 64 dias foi para o esterco bovino com  $340 \text{ g K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . No final do período estudado a cama de frango e esterco ovino propiciou maior acúmulo de K na palma com 1353 e 1317  $\text{g K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . O maior acúmulo de K para estas fontes pode ser justificado pela maior concentração deste elemento no esterco ovino e na cama de frango (Tabela 1). O esterco caprino e bovino apresentaram menor acúmulo de K no final do período de avaliação ( $1106$  e  $870 \text{ g K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ). O esterco caprino foi a fonte que menos contribuíram com K no experimento aproximadamente foram aplicados  $1361 \text{ kg ha}^{-1}$  de K.

Embora a liberação de K principalmente na cama e esterco ovino tenha sido rápida, boa parte do K pode ter ficado no solo devido principalmente a baixa ocorrência de chuvas o que diminuiria a lixiviação deste elemento podendo ser absorvido em períodos de maior exigência. O K apresenta grande disponibilidade ao processo de lixiviação. Estudos conduzidos por Aguiar et al. (2006), revelaram maior lixiviação de K nas áreas tratadas com esterco. A maior lixiviação deste elemento está diretamente relacionada a sua mobilidade no solo (Alfero et al., 2004).

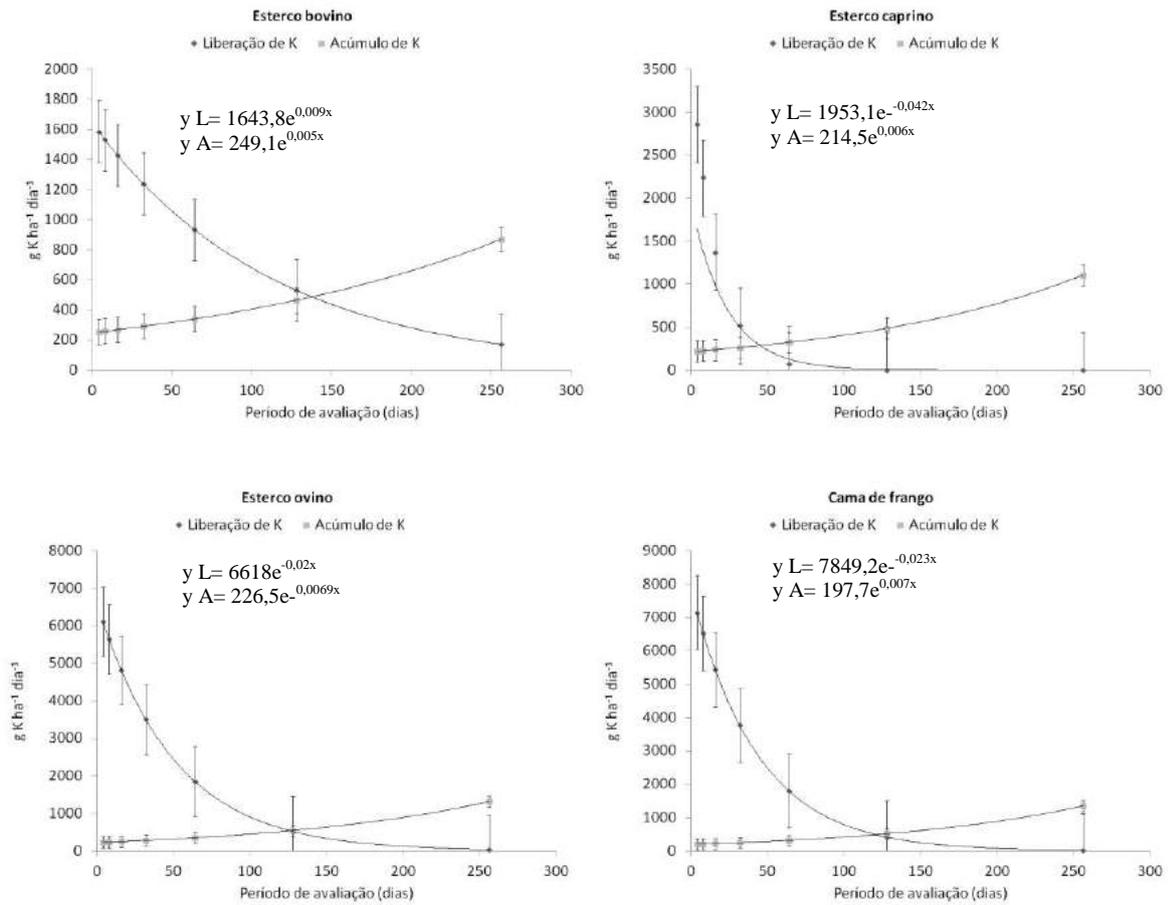


Figura 10. Taxa de acúmulo e liberação de K em plantio de palma IPA Sertânia consorciada com Leucaena.

Para o plantio de palma isolada (Figura 11), o esterco bovino apresentou maior acúmulo de K ao longo de todo período avaliado com acúmulo variando de 330 a 1487  $\text{K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . A taxa de liberação mostrou o mesmo comportamento registrado para os demais sistemas, com maior liberação de K nas parcelas adubadas com cama de frango e esterco ovino. Silva (2012) verificou acúmulo de K de 600  $\text{g K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  aos 224 dias utilizando uma densidade de 40000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  e adubação de 20  $\text{t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , valores estes inferiores os obtidos na presente pesquisa que aos 128 dias já acumulava 620  $\text{g K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ .

Em todos os sistemas avaliados, de maneira geral, o esterco caprino apresentou o menor acúmulo de K durante o período de 256 dias. O baixo acúmulo pode estar relacionado à menor produção da palma registrada nas parcelas adubadas com esterco

caprino, pois praticamente todo o K existente no esterco foi liberado aos 128 dias de incubação.

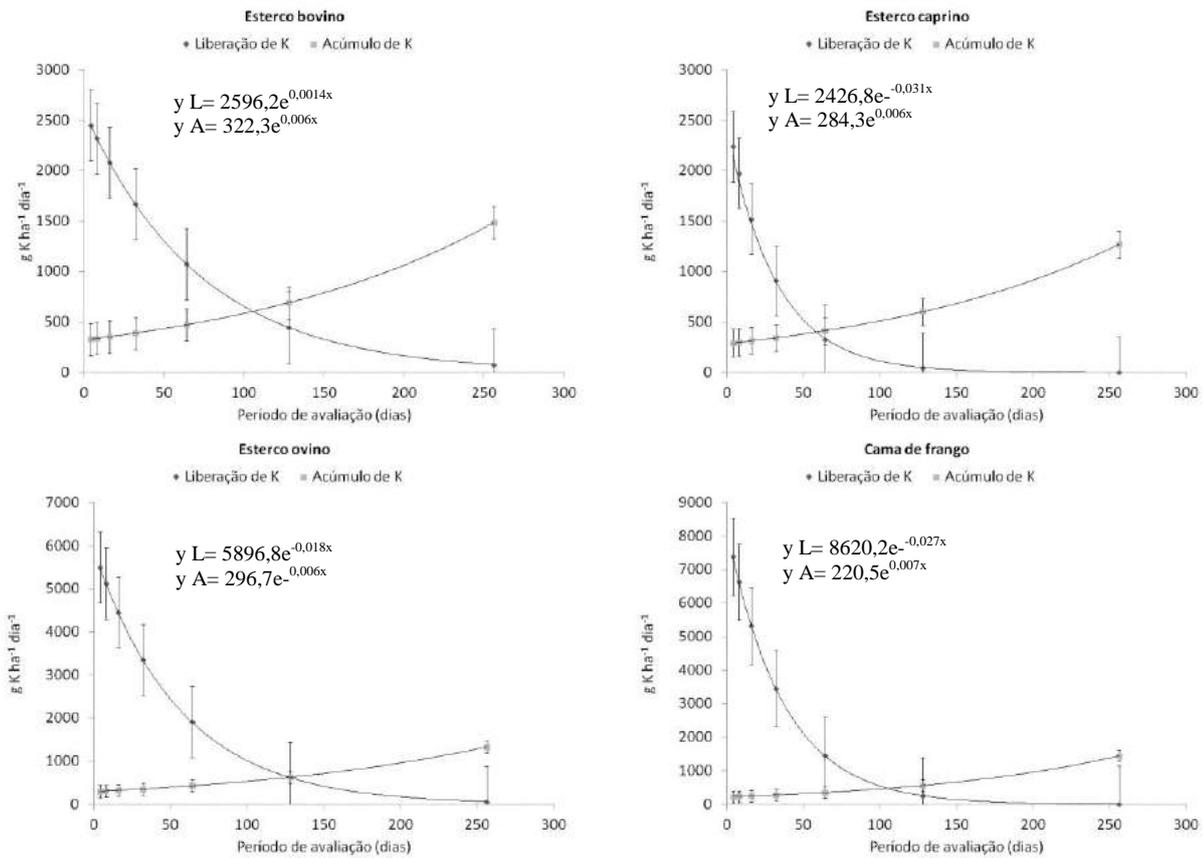


Figura 11. Taxa de acúmulo e liberação de K em plantio de palma IPA Sertânia

Estudo realizado por Freitas et al. (2012), avaliando a decomposição de esterco caprino e bovino em diferentes profundidades, observaram que praticamente 87 e 65% do K contido no esterco caprino e bovino foram liberados com aproximadamente 30 dias de incubação. A rápida liberação de K está relacionada ao fato do K não estar envolvido a nenhum componente estrutural dos compostos orgânicos, estando presente na forma de íon solúvel em água. Esse et al. (2001), avaliando a decomposição de diferentes esterco, também evidenciaram rápida liberação de K nas primeiras seis semanas de decomposição dos resíduos. O K dos esterco está quase que 100% disponível, podendo ser utilizado como fonte de K similar aos fertilizantes químicos (Eghball et al., 2001).

A liberação do K para todos os sistemas estudados supre as necessidades da palma forrageira até o período de 128 dias após esse período, as plantas necessitam

retirar o K do solo. Vale resaltar que boa parte do K que foi liberado do esterco no período inicial de decomposição ainda pode estar disponível na solução do solo.

### **Conclusão**

O acúmulo de nutrientes é influenciado pela presença da leguminosa consorciada à palma principalmente para o nitrogênio. O fósforo é o nutriente menos acumulado e o potássio o mais acumulado ao longo do período de crescimento.

A cama de frango de maneira geral é à fonte de matéria orgânica a apresentar maior liberação de N, P e K nas condições avaliadas.

A cama de frango e o esterco bovino suprem as necessidades de P da palma durante o período avaliado. Para N a cama de frango e esterco ovino supriram as necessidades da palma até 128 dias, as demais fontes de matéria orgânica sustentaram o acúmulo de N até os 64 dias após aplicação dos estercos.

### **Referências bibliográficas**

ALFARO, M.A.; JARVIS, S.C.; GREGORY, P.J.; Factors affecting potassium leaching in different soil. **Soil Use and Management**, v.20, p.182-189, 2004.

AGUIAR, M. I.; LOURENÇO, I.P.; OLIVEIRA, T.S.; LACERDA, N.B. Perda de nutrientes por lixiviação em um Argissolo Acinzentado cultivado com meloeiro. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.10, p.811-819, 2006.

ALBUQUERQUE, S.S.C.I de; LIRA, M. de A.; SANTOS, M.V.F. dos; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; MELO, J.N. de; FARIAS, I. Utilização de três fontes de nitrogênio associadas à palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) cv. Gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p.1315-1324, 2002.

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.867-874, 2000.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Métodos de Análises Químicas em Plantas**. Recife: Imprensa Universitária, 2004. 165p.

BISPO, S.V.; FERREIRA, M. de A.; VERAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; PESSOA, R. A. S.; BLEUEL, M. P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1902-1909, 2007.

CHAVES, L.H.G.; CHAVES, I.B.; MENDES, J.S. Adsorção de fósforo em materiais de latossolo e argissolo. **Caatinga**, v.20, p.104-111, 2007.

DAKORA, F.D; KEYA, S.O. Nitrogen fixation in sustainable agriculture: the African experience. **Soil Biology and Biochemistry**, v.29, p.809-818, 1997.

DUARTE, F.M.; POCAJESKI, E.; SILVA, L.S.; GRAUPE, F.A.; BRITZESK, D. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia com aplicação de uréia em solo de várzea com diferentes níveis de umidade. **Ciência Rural**, v.37, p.705-711, 2007.

DUBEUX Jr., J.C.B. ; SOLLENBERGER, L.E. ; VENDRAMINI, J.M.B. et al. Litter decomposition and mineralization in bahiagrass pastures managed at different intensities. **Crop Science**, v. 46, p.1305-1310, 2006.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, S.C.R.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE. p. 258, 2005.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; ARAUJO FILHO, J.T DE.; SANTOS, M.V.F. DOS; LIRA, M. DE A.; SANTOS, D.C. DOS; PESSOA, R.A.S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira –Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v.5, p.129-135, 2010.

EGHBALL, B.; WIENHOLD, B.J.; GILLEY, J.E.; EIGENBERG, R.A. Mineralization of Manure Nutrients. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.57, p.469-473, 2002.

ESSE, P.C.; BUERKERT, A.; HIERNAUX, P. et al. Decomposition of and nutrient release from ruminant manure on acid sandy soils in the Sahelian zone of Niger, West Africa. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.83, p.55-63, 2001.

FARIAS, D.R.; OLIVEIRA, F.H.T.; SANTOS, D.; ARRUDA, J.A.; HOFFMANN, R.B.; NOVAIS, R.F. Fósforo em solos representativos do estado da Paraíba. ii - disponibilidade de fósforo para plantas de milho. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v.33, p.633-646, 2009.

FREIRE, J.L.; DUBEUX, J.C.B.; LIRA, M.A. et al. Decomposição de serrapilheira em bosque de sabiá na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1659-1665, 2010.

FREITAS, M.S.C.; ARAUJO, C.A.S.; SILVA, D.J. Decomposição e liberação de nutrientes de esterco em função da profundidade e do tempo de incorporação. **Revista Semiárido De Visu**, v.2, p.150-161, 2012.

GALVÃO, R.S.R.; SALCEDO, I.H.; OLIVEIRA, F.F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p. 99-105, 2008.

GARRIDO, M.S.; SAMPAIO, E.V.S.B. e MENEZES, R.S.C. Potencial de adubação orgânica com esterco no Nordeste do Brasil. In: Menezes, R.S.C. (org.). Fertilidade do solo e produção de biomassa no semi-árido. Editora Universitária UFPE, 2008. P. 123 - 140.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U.B. et al. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.86 p.263-275, 2001.

MARQUES, T.C.L.L.S.M.; VASCOCELOS, C.A.; PEREIRA FILHO, I. et al. Envolvimento de Dióxido de Carbono e Mineralização de Nitrogênio em Latossolo Vermelho-Escuro com Diferentes Manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.581-589, 2000.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A; CAMARGO, F.A.O. (ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo – Ecossistemas tropicais e subtropicais. Gênese, 1999. p. 1-8.

NOVAIS, D.R.; OLIVEIRA, F.H.T.; SANTOS, D.; ARRUDA, J.A.; HOFFMANN, F.B.; NOVAIS, R.F. Fósforo em solos representativos do estado da Paraíba. i - isotermas de adsorção e medidas do fator capacidade de fósforo, **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v.33, p.623-632, 2009.

OLIVEIRA, V.S.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A. MODESTO, E. C.; LIMA, L. E.; SILVA, F. M. da. Substituição total do milho e parcial do feno de capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p. 1419-1425, 2007.

PAULINO, G.M.; ALVES, B.J.R.; BARROSO, D.G.; SEGUNDO URQUIAGA, S.; ESPINDOLA, J.A.A. Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília , v. 44, p.1598-1607, 2009.

ROSOLEM, C.A.; GARCIA, R.A.; SIMONETI. J.S.; CARLOS, C.J Lixiviação de potássio no solo de acordo com suas doses aplicadas sobre palha de milheto, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p 813-819, 2006.

SANGINGA, N. Role of biological nitrogen fixation in legume-based cropping systems; a case study of West Africa farming systems. **Plant and Soil**, v.252, p.25-39, 2003.

SAS Inst.Inc. SAS statistics user's guide. Release version 6. **SAS Inst. Inc., Cary, NC.** 1996

SEVERINO, L.S.; COSTA, F.X.; BELTRÃO, N.E.M.; LUCENA, M.A.; GUIMARÃES, M.M.B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de

cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.5, 2004.

SILVA, D. J. & QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Viçosa-MG: UFV, 2006. 235 p.

SILVA, N.G.M. **Produtividade, morfometria e acúmulo de nutrientes da palma sob doses de adubação orgânica e densidade de plantio**. 2012. 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, J.A.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, G.S.; CAVACANTI, L.F.; OLIVEIRA, A.N.P.; ARAUJO, M.A.M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, V.16, P. 253-257, 2012.

SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V. et al. Decomposição de esterco em diferentes profundidades em áreas degradadas do semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 29, p.125-130, 2005.

TEGEGNE, F.; KIJORA, C.; PETERS, K. J. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**, n.72, p. 157-164, 2007.

TELES, M. M.; SANTOS, M. V. F. DOS; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. DE A.; FERREIRA, R. L. C. BEZERRA NETO, E.; C.; FARIAS, I. Efeito da adubação e do uso de nematicida na composição química da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1992-1998, 2004.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1609-1618, 2008.

WAGNER, G.H. & WOLF, D.C. **Carbon transformation and soil organic matter formations.** In: D.M. Sylvia et al. (Ed.) Principles and applications of soil microbiology. Prentice Hall: Englewood Cliffs, NJ. 1999. p218-258.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O cultivo da palma forrageira consorciada com leguminosas pode ser vantajoso devido ao aporte de proteína e fibra da leguminosa, pois a palma é deficiente nestes nutrientes. A utilização de esterco é uma alternativa viável para manter alta produção do palmar ao longo do ano.

A utilização de esterco bovino em consórcio com leguminosa promoveu maior produção de matéria seca do sistema (palma+leguminosa). A utilização de esterco caprino foi menos indicada no cultivo da palma consorciada com leguminosas.

De maneira geral 200 kg de N via aplicação de esterco não foi suficiente para atender as necessidades da palma forrageira IPA Sertânia. O parcelamento da adubação poderia ser uma alternativa para melhorar o sincronismo entre liberação e absorção de nutrientes, contudo é necessário levar em consideração os custos com mão de obra.

## **Apêndice**

Tabela 1. Produção de matéria seca de palma e leguminosa.

Sistema	Fonte MO	Bloco	PMS PALMA	PMS LEG	Produção sistema
Leucena	Frango	1	11,44	2,01	13,46
Leucena	Frango	2	10,55	2,03	12,57
Leucena	Frango	3	12,56	2,24	14,80
Leucena	Frango	4	13,70	2,26	15,96
Leucena	Bovino	1	18,54	2,36	20,89
Leucena	Bovino	2	13,63	3,07	16,69
Leucena	Bovino	3	17,72	7,79	25,51
Leucena	Bovino	4	12,06	4,96	17,02
Leucena	Caprino	1	16,49	3,22	19,71
Leucena	Caprino	2	11,77	2,79	14,56
Leucena	Caprino	3	14,02	2,38	16,40
Leucena	Caprino	4	12,59	3,08	15,67
Leucena	Ovino	1	17,10	2,07	19,16
Leucena	Ovino	2	14,01	1,72	15,73
Leucena	Ovino	3	14,86	1,74	16,60
Leucena	Ovino	4	12,50	1,82	14,32
Gliricídia	Frango	1	14,03	4,44	18,47
Gliricídia	Frango	2	12,39	3,54	15,92
Gliricídia	Frango	3	15,62	3,75	19,37
Gliricídia	Frango	4	12,19	3,58	15,77
Gliricídia	Bovino	1	10,55	7,80	18,35
Gliricídia	Bovino	2	11,12	6,30	17,41

Continua....

## SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema	Fonte MO	Bloco	PMS PALMA	PMS LEG	Produção sistema
Gliricídia	Bovino	3	19,46	7,36	26,82
Gliricídia	Bovino	4	17,86	6,67	24,53
Gliricídia	Caprino	1	13,82	3,16	16,98
Gliricídia	Caprino	2	12,42	3,42	15,84
Gliricídia	Caprino	3	11,79	5,27	17,07
Gliricídia	Caprino	4	14,71	4,59	19,30
Gliricídia	Ovino	1	12,68	2,89	15,57
Gliricídia	Ovino	2	11,30	5,16	16,47
Gliricídia	Ovino	3	14,05	3,28	17,33
Gliricídia	Ovino	4	13,95	2,85	16,79
Palma	Frango	1	21,02	0,00	21,02
Palma	Frango	2	19,61	0,00	19,61
Palma	Frango	3	16,72	0,00	16,72
Palma	Frango	4	21,17	0,00	21,17
Palma	Bovino	1	18,43	0,00	18,43
Palma	Bovino	2	10,94	0,00	10,94
Palma	Bovino	3	12,63	0,00	12,63
Palma	Bovino	4	19,97	0,00	19,97
Palma	Caprino	1	16,66	0,00	16,66
Palma	Caprino	2	16,06	0,00	16,06
Palma	Caprino	3	11,75	0,00	11,75
Palma	Caprino	4	19,53	0,00	19,53
Palma	Ovino	1	17,35	0,00	17,35

Continua....

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema	Fonte MO	Bloco	PMS PALMA	PMS LEG	Produção sistema
Palma	Ovino	2	12,85	0,00	12,85
Palma	Ovino	3	17,69	0,00	17,69
Palma	Ovino	4	18,78	0,00	18,78

Tabela 2. Dados morfométricos e composição de minerais.

Sistema	Fonte MO	Distancia	bloco	Comprimento cladódio		Largura cladódio		Perimetro cladódio		Espessura cladódio		N	P	K		
				cm											g kg <sup>-1</sup>	
				1	2	1	2	1	2	1	2				1	2
Leucena	Frango	1	1	21	22	11	10,5	48,5	49,5	2,5	1,45	1,46	0,25	1,63		
Leucena	Frango	1	2	22,5	24	12	11	54,5	51,5	2,55	1,9	1,57	0,23	1,50		
Leucena	Frango	1	3	28	26	12,5	12	61,5	58	2,35	1,65	1,57	0,23	1,59		
Leucena	Frango	1	4	33	31	12	12,5	70,5	69,5	2,85	1,1	1,36	0,20	1,40		
Leucena	Bovino	1	1	26,5	23,5	14,5	12	58	52	2,65	2,05	0,94	0,15	2,21		
Leucena	Bovino	1	2	28	30	13	12	58,5	55	3	2,5	0,83	0,16	2,14		
Leucena	Bovino	1	3	26,5	32	13	14,5	59,5	75	2,6	1,7	0,94	0,18	2,10		
Leucena	Bovino	1	4	28,5	29	14	13,5	67	59,5	2,6	1,3	0,83	0,19	2,06		
Leucena	Caprino	1	1	23,5	21	11,5	10,5	53	50	1,9	1,7	1,04	0,24	2,08		
Leucena	Caprino	1	2	25,5	23,5	14	11,5	59,5	56	2,85	1,95	0,83	0,23	2,31		
Leucena	Caprino	1	3	22,5	27	10	13,5	51	64	2,85	1,95	0,94	0,24	2,06		
Leucena	Caprino	1	4	31	0	13	0	69	0	3,1	0	0,94	0,23	2,21		
Leucena	Ovino	1	1	27,5	0	16	0	63	0	1,75	0	1,04	0,16	2,91		
Leucena	Ovino	1	2	27,5	22	16	12	62	55	2,2	2,05	0,94	0,19	2,87		
Leucena	Ovino	1	3	26,5	23	16	11,5	63,5	53	2,25	1,9	0,94	0,18	3,42		

Continua....

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema	Fonte MO	Distancia	bloco	Comprimento cladódio		Largura cladódio		Perimetro cladódio		Espessura cladódio		N	P	K	
				cm											g kg <sup>-1</sup>
				1	2	1	2	1	2	1	2				
Leucena	Ovino	1	4	23	24,5	11	14,5	52,5	59	3,3	2,05	0,83	0,19	2,53	
Gliricídia	Frango	1	1	33,5	33	14,5	15	59	77	1,5	1,8	0,73	0,19	1,03	
Gliricídia	Frango	1	2	34	34	14,5	15	63,5	78,5	1,75	2	0,73	0,16	1,14	
Gliricídia	Frango	1	3	33,5	33,5	15	15	72,5	72,5	2,1	2,1	0,73	0,15	1,03	
Gliricídia	Frango	1	4	41	45,5	19	21	81,5	81	2,45	2,45	0,63	0,23	0,99	
Gliricídia	Bovino	1	1	26	27,5	13,5	14	58	64,5	2,9	1,7	1,04	0,21	1,78	
Gliricídia	Bovino	1	2	27,5	27	15	16	60,5	65	2,65	2,1	0,94	0,23	1,82	
Gliricídia	Bovino	1	3	28,5	23	13	9,5	65	51	3,2	0,75	1,04	0,23	1,67	
Gliricídia	Bovino	1	4	31	27,5	15,5	13	81,5	60	2,35	2,25	0,94	0,25	1,78	
Gliricídia	Caprino	1	1	23,5	23,5	15	15	61	64,5	1,5	2	0,63	0,23	1,35	
Gliricídia	Caprino	1	2	28	25	15,5	14,5	63	66	1,6	2	0,73	0,21	1,31	
Gliricídia	Caprino	1	3	29,5	29,5	15,5	14,5	69	66,5	1,5	2,5	0,83	0,16	1,35	
Gliricídia	Caprino	1	4	33	24,5	13	10	73	53,5	1,35	0,55	0,73	0,22	1,42	
Gliricídia	Ovino	1	1	29	24,5	14	12	83	55	2,5	1,55	0,63	0,19	3,38	
Gliricídia	Ovino	1	2	22,5	28	12	11	65	64,5	2,3	1,7	0,52	0,21	3,34	
Gliricídia	Ovino	1	3	21,5	23	8,5	12	47	53	1,3	1,4	0,52	0,14	3,27	
Gliricídia	Ovino	1	4	25	25,5	12,5	11,5	61	56,5	2,35	1,5	0,63	0,23	4,17	
Palma	Frango	1	1	22,5	0	12,5	0	52	0	3,05	0	0,94	0,23	1,91	
Palma	Frango	1	2	23,5	22	13,5	12	53,5	55	3,1	2,35	1,04	0,24	1,97	
Palma	Frango	1	3	32	24,5	15,5	9,5	79	53,5	2,2	0,85	1,36	0,24	2,14	
Palma	Frango	1	4	22,5	23,5	10	10,5	50	54	2,45	1,75	0,83	0,26	2,10	
Palma	Bovino	1	1	29,5	29,5	11,5	11,5	60,5	62	2,6	1,05	0,83	0,23	1,93	
Palma	Bovino	1	2	28,5	27,5	12	12	60,5	62,5	2,55	1,25	0,94	0,25	2,02	
Palma	Bovino	1	3	30	24	15,5	9	66,5	48	2,35	0,9	1,04	0,27	1,97	

Continua....

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema	Fonte MO	Distancia	bloco	Comprimento cladódio		Largura cladódio		Perímetro cladódio		Espessura cladódio		N	P	K			
				cm											g kg <sup>-1</sup>		
				1	2	1	2	1	2	1	2						
Palma	Bovino	1	4	28,5	22	12,5	10	62	52,5	2,6	0,75	1,04	0,21	2,12			
Palma	Caprino	1	1	26	26,5	11,5	13	63,5	59,5	2,1	1,3	0,83	0,22	1,93			
Palma	Caprino	1	2	27,5	28	12	12	60,5	60,5	2,2	1,35	0,94	0,21	1,91			
Palma	Caprino	1	3	27	28,5	13	12	60,5	64,5	2,35	1,3	1,25	0,15	1,89			
Palma	Caprino	1	4	28,5	27,5	13	12,5	61,5	62,5	2,5	0,85	1,04	0,16	1,97			
Palma	Ovino	1	1	26,5	27	14,5	12,5	62	60	2,35	1,55	0,73	0,19	3,42			
Palma	Ovino	1	2	25	26	13	12,5	58	57,5	2,1	1,4	0,83	0,21	2,81			
Palma	Ovino	1	3	24,5	24,5	12	10,5	55,5	55	2,4	0,9	1,04	0,19	3,55			
Palma	Ovino	1	4	23,5	23,5	12	11,5	56	56	2,7	1,4	0,94	0,23	3,53			

Tabela 3. Dados de composição e decomposição do esterco.

Sistema de cultivo	Fonte de MO	Tempo	MO			Esterco			Minerais no esterco			Minerais no esterco			Minerais liberados		
			remanescente	decomposta	C:N	aplicado	decomposto	N	P	K	N	P	K	N	P	K	
			%	%		kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>		gkg	gkg	gkg	gha	gha	gha	gha	gha	gha
Gliricídia	Caprino	0	100	0	16	12725	0	16	7,3	82,5	203,6	93,1	1049,9	0	0	0	
Gliricídia	Caprino	4	99	1	14,9	12603,3	121,7	15	6,5	80,4	189	82,3	1013,7	1826,2	795,1	9792,4	
Gliricídia	Caprino	8	98,6	1,4	13,2	12547	178	14	5,5	79	175,7	68,8	990,9	2492,7	976,9	14061,9	
Gliricídia	Caprino	16	98,7	1,3	15,4	12563,4	161,6	12	5,9	73,8	150,8	74,4	927	1939,4	957	11924,6	
Gliricídia	Caprino	32	97	3	14,4	12349,3	375,7	11	5,9	52,6	135,8	73,1	649,6	4133	2225	19763	
Gliricídia	Caprino	64	95,9	4,1	13,5	12197,6	527,4	12	5,4	41	146,4	65,9	499,7	6329	2848,1	21607	
Gliricídia	Caprino	128	95,2	4,8	11,6	12111,3	613,7	13	3,8	24,6	157,4	46,4	297,4	7978,5	2353,5	15072,5	
Gliricídia	Caprino	256	91,2	8,8	10,2	11603,1	1121,9	14	2,2	20	162,4	25,3	231,9	15706,6	2448,7	22425,9	
Gliricídia	Bovino	0	100	0	27,5	17856	0	11	7,3	142,5	196,4	130,6	2545,1	0	0	0	

Continua....

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema de cultivo	Fonte de MO	Tempo	Minerais no esterco													
			MO	MO	C:N	Esterco	Esterco	Minerais no esterco			Minerais no esterco			Minerais liberados		
			remanescente	decomposta		aplicado	decomposto	N	P	K	N	P	K	N	P	K
%	%	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	gkg	gkg	gkg	gkg	gkg	gkg	gkg	gkg	gkg	gkg	gkg		
Gliricídia	Bovino	4	100	0	26,6	17847,4	8,6	11	6,4	133,4	196,3	113,4	2380,8	94,8	54,8	1149,4
Gliricídia	Bovino	8	99,9	0,1	28,6	17829,7	26,3	10	5,6	113,7	178,3	99,4	2026,6	263,2	146,7	2991,9
Gliricídia	Bovino	16	98,5	1,5	37	17581,7	274,3	7	4,5	96,8	123,1	79,7	1702,6	1919,8	1242,5	26559,2
Gliricídia	Bovino	32	98,3	1,7	36,1	17545,7	310,3	7	4,5	89,2	122,8	79,5	1564,3	2172,4	1406	27669,1
Gliricídia	Bovino	64	97,2	2,8	26,6	17357,5	498,5	8	5,5	62,8	138,9	95,2	1089,6	3988,3	2735,5	31296,9
Gliricídia	Bovino	128	93,3	6,7	19,3	16656,6	1199,4	10	6,4	39,5	166,6	105,9	658,2	11994,2	7624,1	47393,4
Gliricídia	Bovino	256	87,7	12,3	16,3	15664,9	2191,1	10	6,4	20,6	156,6	100,9	322,9	21910,5	14118	45162,7
Gliricídia	frango	0	100	0	8,4	5616	0	36	32,7	178,7	202,2	183,7	1003,4	0	0	0
Gliricídia	frango	4	96,9	3,1	8,8	5444,3	175,5	30	32,4	168,1	163,3	176,6	915,1	5266,3	5695,2	29505,8
Gliricídia	frango	8	96	4	8,7	5397,7	222,1	27	31,2	166,2	145,7	168,5	897,2	5997,8	6936,6	36923
Gliricídia	frango	16	93,1	6,9	8,2	5230	389,7	26	29,9	136,3	136	156,5	712,9	10133,5	11662	53124,6
Gliricídia	frango	32	90,3	9,7	8	5073,9	545,7	25	28,8	110,1	126,8	146,1	558,8	13641,6	15710,3	60095,8
Gliricídia	frango	64	85,9	14,1	6,8	4826,6	792,8	24	27,7	44,5	115,8	133,5	214,8	19028,3	21930,8	35280,4
Gliricídia	frango	128	76,7	23,3	6	4307,8	1311,3	27	30,4	13,3	116,3	130,8	57,5	35404,5	39805,8	17495,9
Gliricídia	frango	256	67,7	32,3	5,1	3805,1	1813,6	31	26,7	5,2	118	101,6	19,9	56221,3	48430,8	9507
Gliricídia	Ovino	0	100	0	16,6	9900	0	20	7,3	165,6	198	72,4	1639,4	0	0	0
Gliricídia	Ovino	4	99,7	0,3	17,3	9867	33	18	5,7	147,7	177,6	56,7	1457,6	594,7	189,9	4881,2
Gliricídia	Ovino	8	98,3	1,7	16,3	9736,6	163,4	18	5,9	125,3	175,3	57,7	1220	2941,9	967,8	20478,2
Gliricídia	Ovino	16	96,9	3,1	17,2	9593	307	17	5,1	136,3	163,1	49,3	1307,6	5218,8	1577,6	41843,7
Gliricídia	Ovino	32	96,2	3,8	18,1	9519,7	380,3	14	4,9	116,4	133,3	46,4	1107,8	5324,9	1855,4	44259,3
Gliricídia	Ovino	64	94,8	5,2	17,7	9384,6	515,4	15	4,4	92,7	140,8	41,7	869,8	7730,4	2290	47766,6
Gliricídia	Ovino	128	87,8	12,2	13,8	8692,4	1207,6	16	6,3	87,1	139,1	54,5	756,9	19321,1	7570,9	105152,9
Gliricídia	Ovino	256	85,2	14,8	11,9	8434,3	1465,7	17	4,4	55,3	143,4	37,5	466,4	24916,6	6512,7	81051,1

Continua....

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema de cultivo	Fonte de MO	Tempo				Esterco			Minerais no esterco			Minerais no esterco			Minerais liberados		
			MO	MO	C:N	aplicado	decomposto	N	P	K	N	P	K	N	P	K	
			remanescente	decomposta		kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>		gkg			gha			gha		
Leucena	Caprino	0	100	0	17,9	12725	0	16	6,6	113,2	203,6	84,2	1441,1	0	0	0	
Leucena	Caprino	4	99,2	0,8	17,5	12621,8	80,3	14	6,1	113	176,7	76,9	1426,8	1124,3	489,5	9078,1	
Leucena	Caprino	8	98,5	1,5	15,9	12531,4	150,6	14	5,6	74	175,4	69,8	927,2	2108,9	839,6	11145,8	
Leucena	Caprino	16	98,5	1,5	15,5	12531,4	150,6	12	5,2	41	150,4	65,5	513,4	1807,2	787,1	6169,8	
Leucena	Caprino	32	97,7	2,3	15	12438,4	223	11	4,9	36,8	136,8	60,7	457,9	2452,7	1087,7	8208,3	
Leucena	Caprino	64	95,8	4,2	12,7	12184,2	420,7	12	4,4	26	146,2	53,1	316,9	5048,6	1832,9	10944	
Leucena	Caprino	128	94	6	9	11964,9	591,3	15	5	20,8	179,5	59,4	249,1	8870	2936,1	12311,6	
Leucena	Caprino	256	92,2	7,8	8,3	11736,8	768,8	15	4,9	4,6	176,1	57,3	54,2	11531,7	3750,3	3551	
Leucena	Bovino	0	100	0	30,5	17856	0	11	4,4	136,1	196,4	79,3	2430,1	0	0	0	
Leucena	Bovino	4	99,9	0,1	28,5	17837,6	13,1	11	4	124,7	196,2	71,5	2223,9	144,6	52,7	1639	
Leucena	Bovino	8	99,8	0,2	36,2	17817,6	27,4	9	5,4	113,5	160,4	96,2	2021,5	246,5	147,9	3107,9	
Leucena	Bovino	16	98,5	1,5	33,9	17594,6	186,3	9	4,9	103,3	158,4	85,8	1817,2	1676,8	908,9	19242,3	
Leucena	Bovino	32	98,4	1,6	44,2	17561,7	209,7	6	5,4	98,1	105,4	94,8	1722,6	1258,2	1132,4	20568,6	
Leucena	Bovino	64	93,6	6,4	36,1	16708,4	817,8	7	4,9	57,6	117	81,5	962,1	5724,9	3989,7	47095	
Leucena	Bovino	128	94,8	5,2	27,2	16924,2	664	9	5,2	16	152,3	88,4	271,5	5976,4	3470,4	10653,2	
Leucena	Bovino	256	90,8	9,2	17,8	16210,4	1172,7	11	4,8	6,9	178,3	77,7	111,9	12899,9	5618,9	8096,2	
Leucena	frango	0	100	0	8,9	5616	0	36	36	166,2	202,2	202,2	933,5	0	0	0	
Leucena	frango	4	96,9	3,1	9,2	5447,8	547,2	31	32,4	158,7	168,9	176,3	864,8	16963,4	17705,7	86861,6	
Leucena	frango	8	97,4	2,6	8,8	5474,8	461,2	30	30,9	150,8	164,2	169,1	825,8	13837,4	14242,5	69576,3	
Leucena	frango	16	92,9	7,1	9,3	5219,3	1273,1	26	31,1	133,6	135,7	162,1	697,3	33100	39531,9	170088,8	
Leucena	frango	32	88,4	11,6	12,6	4966,7	2075,7	23	32,4	111,6	114,2	160,7	554,2	47741	67162,2	231621,5	
Leucena	frango	64	86,1	13,9	10,1	4836,7	2488,9	22	32,4	36,8	106,4	156,9	178,1	54754,8	80747,1	91623,1	
Leucena	frango	128	74,7	25,3	7,4	4195,8	4525	25	33,7	4,8	104,9	141,6	20,3	113126	152710,3	21840,9	

Continua....

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema de cultivo	Fonte de MO	Tempo	MO		C:N	Esterco		Minerais no esterco			Minerais no esterco			Minerais liberados		
			remanescente	decomposta		aplicado	decomposto	N	P	K	N	P	K	N	P	K
			%	%		kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	gkg	gkg	gkg	gkg	gkg	gkg	gkg	gkg	gkg
Leucena	frango	256	44,6	55,4	5,5	2506,9	9891	30	32,4	0	75,2	81,3	0,1	296730,7	320899,2	489
Leucena	Ovino	0	100	0	16,8	9900	0	20	6,4	152,3	198	63,8	1507,7	0	0	0
Leucena	Ovino	4	98,6	1,4	18,9	9765,3	76,4	17	5,7	147,3	166	56,1	1438,6	1298,9	439,2	11255,7
Leucena	Ovino	8	98,2	1,8	19,5	9725,6	99	16	4,2	144,6	155,6	40,7	1406,4	1583,2	413,9	14309,6
Leucena	Ovino	16	97	3	18,9	9599,2	170,6	16	4,4	119,9	153,6	42,7	1150,9	2729,8	758,1	20455,7
Leucena	Ovino	32	95,7	4,3	18,1	9473,6	241,9	14	5,5	109,1	132,6	52	1033,5	3386	1327,1	26385,6
Leucena	Ovino	64	92	8	15,9	9111,1	447,5	14	3,9	92,5	127,6	35,7	842,6	6265,5	1755,1	41387,4
Leucena	Ovino	128	88,2	11,8	13,9	8732,1	662,5	16	4,7	34,7	139,7	41,1	303,3	10600,7	3116,8	23014,3
Leucena	Ovino	256	82,8	17,2	11,9	8196,6	966,3	17	3,9	15,6	139,3	32,1	128,1	16427,1	3789,6	15100,8
Palma	Caprino	0	100	0	15,9	12725	0	16	5,8	110,8	203,6	74,2	1409,4	0	0	0
Palma	Caprino	4	99,8	0,2	17,2	12694,3	23,9	13	4,9	103,9	165	61,9	1319	310,3	116,5	2480,4
Palma	Caprino	8	98,6	1,4	20,2	12544,4	140,5	10	4,5	60,9	125,4	56,8	764	1405,4	636,7	8559,9
Palma	Caprino	16	98,3	1,7	16	12502,6	173	11	4,4	54,3	137,5	54,5	678,4	1902,9	753,6	9386,5
Palma	Caprino	32	97,7	2,3	14,1	12427,9	231,2	11	4,6	32,9	136,7	57,4	408,5	2542,7	1067,3	7597,3
Palma	Caprino	64	95,8	4,2	11	12188,2	417,7	12	4	22,7	146,3	48,9	276,5	5011,9	1674,3	9476,3
Palma	Caprino	128	93,9	6,1	10,2	11953,9	599,9	13	4,4	17,1	155,4	53,1	204,2	7799	2665,8	10247,5
Palma	Caprino	256	92,1	7,9	7,7	11724,8	778,2	15	4,5	6,9	175,9	53,1	80,9	11672,5	3525,4	5372,2
Palma	Bovino	0	100	0	28,4	17856	0	11	7,4	145,4	196,4	132,1	2597	0	0	0
Palma	Bovino	4	99,7	0,3	32,3	17800,4	30,8	9	7,3	135,5	160,2	130,2	2411,5	277,4	225,4	4175,7
Palma	Bovino	8	99,5	0,5	27,4	17765,4	50,2	10	6,7	124,7	177,7	119,1	2214,9	502,3	336,7	6261,8
Palma	Bovino	16	98,4	1,6	32	17576,5	155	8	5,7	87,3	140,6	101	1534,2	1239,6	890,6	13525,2
Palma	Bovino	32	98,1	1,9	37,6	17508,7	192,6	7	6,4	77,5	122,6	112,8	1357,3	1347,9	1240,8	14928,2
Palma	Bovino	64	95,9	4,1	27,9	17127,5	403,9	8	5,7	36,2	137	98,4	619,8	3231,1	2321,5	14617

Continua....

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema de cultivo	Fonte de MO	Tempo	MO		C:N	Esterco		Minerais no esterco			Minerais no esterco			Minerais liberados		
			remanescente	decomposta		aplicado	decomposto	N	P	K	N	P	K	N	P	K
			%	%		kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	gkg	gkg	gkg	gha	gha	gha	gha	gha	gha
Palma	Bovino	128	88,3	11,7	20,3	15758,6	1162,9	10	4,3	7,9	157,6	67,3	125,2	11628,8	4965	9235,9
Palma	Bovino	256	89,7	10,3	17,4	16016	1020,1	10	5,4	0,4	160,2	86,5	6,4	10201,3	5508,7	408,1
Palma	frango	0	100	0	8,7	5616	0	36	32,9	161,9	202,2	184,6	909	0	0	0
Palma	frango	4	97,2	2,8	10,1	5460,7	360,7	29	31,5	156,2	158,4	171,9	853,2	10461,1	11358,2	56361,6
Palma	frango	8	95,7	4,3	10	5379,4	544,8	27	29,7	134,9	145,2	159,6	725,4	14709	16158,6	73463,5
Palma	frango	16	95	5	10,8	5337,6	639,3	24	29,6	107,8	128,1	157,9	575,7	15344,4	18908	68953
Palma	frango	32	85,3	14,7	11,5	4791,2	1876,6	23	31,3	79,8	110,2	150	382,4	43161,4	58761,6	149767,4
Palma	frango	64	87,4	12,6	9,7	4911,2	1604,9	24	29,9	50,9	117,9	147	250,2	38518,4	48022,4	81751,1
Palma	frango	128	74,5	25,5	8,8	4184,6	3250,1	24	29,6	26,6	100,4	123,8	111,5	78001,9	96117,6	86568,5
Palma	frango	256	65,3	34,7	6,5	3668,2	4419,4	28	30,1	9	102,7	110,4	32,9	123743,9	133005,5	39689,9
Palma	Ovino	0	100	0	15,6	9900	0	20	5,7	154,6	198	56,9	1530,4	0	0	0
Palma	Ovino	4	99,1	0,9	16,4	9812,2	158,3	17	5,2	140,7	166,8	51,3	1380,3	2690,8	827,2	22264,9
Palma	Ovino	8	98	2	16,6	9698,8	362,9	16	5	137,1	155,2	48,2	1330	5807,2	1802,1	49773
Palma	Ovino	16	96,5	3,5	16,2	9550,9	629,6	15	4,7	113	143,3	44,9	1079,6	9444,2	2961,9	71172,7
Palma	Ovino	32	94,8	5,2	15	9389,4	921	15	4,7	86,7	140,8	44,2	813,7	13814,7	4332,6	79814,4
Palma	Ovino	64	91,3	8,7	13,4	9039,7	1551,6	16	4,4	75,7	144,6	40,2	683,9	24825,7	6894,5	117385,9
Palma	Ovino	128	88,3	11,7	12,3	8742,4	2087,9	17	4,5	57,8	148,6	39,6	505,2	35495,1	9459,3	120666
Palma	Ovino	256	84,6	15,4	9,2	8376,2	2748,4	17	3,8	23,1	142,4	32,1	193,5	46722,2	10539,4	63500,4

Continua....

Tabela 4. Dados de composição e produção da palma.

Sistema	Fonte MO	Período	Peso planta	%MS	PMS palma	PMS palma	N	P	K	PMS ACUM	N	P	K	N	P	K
		dias	g	%	g planta	t há	gkg	gkg	gkg	g planta	g planta	g planta	g planta	g ha	g ha	g ha
Palma	Frango	0	432,7	9,5	41,3	1,7	10	2	21,6	41,3	0,4	0,1	0,9	16,5	3,3	35,6
Palma	Frango	4	611	7,3	44,6	1,8	12	2,2	22,4	85,8	1	0,2	1,9	41,2	7,5	76,9
Palma	Frango	8	680	7,3	49,6	2	12	1,8	20,7	135,5	1,6	0,2	2,8	65	9,9	112,3
Palma	Frango	16	811	7,3	59,2	2,4	13	2,1	19,7	194,6	2,5	0,4	3,8	101,2	16,3	153,3
Palma	Frango	32	836	6,8	57,2	2,3	11	1,7	21,1	251,8	2,8	0,4	5,3	110,8	17,6	213
Palma	Frango	64	1521	11,5	174,7	7	10	2,2	20,7	426,5	4,3	0,9	8,8	170,6	37,2	353,7
Palma	Frango	128	4131,7	6,6	271,3	10,9	10	1,9	11	697,8	7	1,3	7,7	279,1	53,6	306,2
Palma	Frango	256	6783	18,6	1261,5	50,5	10	1,1	15,7	1959,3	19,6	2,2	30,9	783,7	87,9	1234,3
Palma	Ovino	0	476,7	8	38,3	1,5	8	2,4	27,1	38,3	0,3	0,1	1	12,3	3,7	41,5
Palma	Ovino	4	672	7,5	50,2	2	10	2,2	28,8	88,5	0,9	0,2	2,6	35,4	7,7	102,1
Palma	Ovino	8	755	7,5	56,4	2,3	10	2,2	21,6	144,9	1,4	0,3	3,1	58	12,7	125
Palma	Ovino	16	1081	7,5	80,8	3,2	10	2,1	34	225,7	2,3	0,5	7,7	90,3	18,9	307,2
Palma	Ovino	32	1007	7,2	72,6	2,9	9	1,7	18,4	298,3	2,7	0,5	5,5	107,4	20,9	220,1
Palma	Ovino	64	1313,3	9,3	122,1	4,9	9	0,9	18,2	420,3	3,8	0,4	7,7	151,3	14,8	306,7
Palma	Ovino	128	2930	7	203,7	8,1	7	1,9	20,1	624	4,4	1,2	12,5	174,7	48	502
Palma	Ovino	256	4432	20,3	898,5	35,9	7	0,2	15,7	1522,4	10,7	0,3	24	426,3	10,1	959,1

Continua....

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema	Fonte MO	Periodo	Peso planta	%MS	PMS palma	PMS palma	N	P	K	PMS ACUM	N	P	K	N	P	K
		dias	g	%	g planta	t há	gkg	gkg	gkg	g planta	g planta	g planta	g planta	g ha	g ha	g ha
Palma	Caprino	0	393	8,7	34,1	1,4	7	2,4	20	34,1	0,2	0,1	0,7	9,5	3,3	27,2
Palma	Caprino	4	571	12,3	70,3	2,8	10	2,2	20,3	104,3	1	0,2	2,1	41,7	9,1	84,5
Palma	Caprino	8	683	12,3	84,1	3,4	10	0,9	20,1	188,4	1,9	0,2	3,8	75,4	6,6	151,5
Palma	Caprino	16	978	12,3	120,4	4,8	12	2,1	34,2	308,7	3,7	0,6	10,6	148,2	25,9	422,8
Palma	Caprino	32	1234	5,6	69,4	2,8	11	2	18,2	378,2	4,2	0,8	6,9	166,4	30,4	275,9
Palma	Caprino	64	1083,3	11,9	128,9	5,2	9	1,1	17	507,1	4,6	0,6	8,6	182,5	23,1	344,7
Palma	Caprino	128	2930	7	203,7	8,1	8	2	13,9	710,8	5,7	1,4	9,9	227,4	57,1	394,6
Palma	Caprino	256	4567	26,4	1205,8	48,2	8	1,5	16	1916,5	15,3	2,8	30,6	613,3	112,7	1223,3
Palma	Bovino	0	428,7	8,5	36,6	1,5	7	1,6	23,5	36,6	0,3	0,1	0,9	10,3	2,3	34,4
Palma	Bovino	4	1024	6,4	65	2,6	9	1,7	24,7	101,7	0,9	0,2	2,5	36,6	6,8	100,4
Palma	Bovino	8	1110	6,4	70,5	2,8	9	1,1	19,1	172,2	1,5	0,2	3,3	62	7,2	131,4
Palma	Bovino	16	1382	6,4	87,8	3,5	10	2,1	29,7	260	2,6	0,5	7,7	104	21,8	308,5
Palma	Bovino	32	1174	7,5	87,8	3,5	10	2,2	37,1	347,8	3,5	0,8	12,9	139,1	30,4	516,7
Palma	Bovino	64	1083,3	11,9	128,9	5,2	9	1,4	14,7	476,7	4,3	0,7	7	171,6	26,7	280,5
Palma	Bovino	128	3115	6,9	214,5	8,6	7	1,3	19,7	691,1	4,8	0,9	13,6	193,5	36,3	544,5
Palma	Bovino	256	5672	22,2	1257,9	50,3	7	0,6	16	1949	13,6	1,2	31,1	545,7	46,8	1244

Continua....

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema	Fonte MO	Periodo	Peso planta	%MS	PMS palma	PMS palma	N	P	K	PMS ACUM	N	P	K	N	P	K
		dias	g	%	g planta	t há	gkg	gkg	gkg	g planta	g planta	g planta	g planta	g ha	g ha	g ha
Gliricídia	Frango	0	665,7	8,9	59,3	2,4	12	1,5	18,7	59,3	0,7	0,1	1,1	28,5	3,6	44,2
Gliricídia	Frango	4	907	7,6	68,8	2,8	15	1,6	19,6	128,1	1,9	0,2	2,5	76,9	8,1	100,4
Gliricídia	Frango	8	964	7,6	73,1	2,9	14	1,2	20,2	201,2	2,8	0,2	4,1	112,7	9,7	162,8
Gliricídia	Frango	16	968	7,6	73,4	2,9	13	2,1	28,5	274,6	3,6	0,6	7,8	142,8	23	313,6
Gliricídia	Frango	32	1538	6,7	102,5	4,1	12	3,1	21,9	377,2	4,5	1,2	8,3	181	46	331
Gliricídia	Frango	64	1265	10,7	135,9	5,4	12	2,5	19,6	513,1	6,2	1,3	10,1	246,3	51,9	402,1
Gliricídia	Frango	128	3400	7,9	268,3	10,7	9	2	16,6	781,3	7	1,6	13	281,3	62,8	519
Gliricídia	Frango	256	5437	20,5	1114,5	44,6	12	0,9	6	1895,8	22,8	1,6	11,4	910	65,3	457
Gliricídia	Ovino	0	314,3	8,2	25,8	1	8	2,5	11,9	25,8	0,2	0,1	0,3	8,2	2,6	12,2
Gliricídia	Ovino	4	349	6	20,8	0,8	6	2,7	12,9	46,6	0,3	0,1	0,6	11,2	5	24,1
Gliricídia	Ovino	8	941	6	56,2	2,2	10	3,7	12,8	102,8	1	0,4	1,3	41,1	15	52,5
Gliricídia	Ovino	16	1133	6	67,6	2,7	10	1,1	17,5	170,4	1,7	0,2	3	68,2	7,2	119
Gliricídia	Ovino	32	1654	5,7	93,8	3,8	10	4	19,6	264,2	2,6	1,1	5,2	105,7	42,4	207
Gliricídia	Ovino	64	1518,3	7,4	111,9	4,5	10	1,4	14	376,1	3,8	0,5	5,3	150,4	21,1	211,3
Gliricídia	Ovino	128	4208,3	6,8	287,5	11,5	5	1,9	14,3	663,6	3,3	1,3	9,5	132,7	51	378,5
Gliricídia	Ovino	256	6218	23,5	1460,9	58,4	7	0,4	10,6	2124,4	14,9	0,8	22,6	594,8	30,3	903,6

Continua....

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema	Fonte MO	Periodo	Peso planta	%MS	PMS palma	PMS palma	N	P	K	PMS ACUM	N	P	K	N	P	K
		dias	g	%	g planta	t há	gkg	gkg	gkg	g planta	g planta	g planta	g planta	g ha	g ha	g ha
Gliricídia	Caprino	0	532,7	8,6	45,9	1,8	7	2,5	16,8	45,9	0,3	0,1	0,8	12,8	4,6	30,8
Gliricídia	Caprino	4	1076	7,2	77,3	3,1	8	2,7	17,5	123,2	1	0,3	2,2	39,4	13,3	86
Gliricídia	Caprino	8	1293	7,2	92,9	3,7	10	2,1	18,7	216,1	2,2	0,5	4	86,4	18,1	162
Gliricídia	Caprino	16	1293	7,2	92,9	3,7	12	0,8	20,4	309	3,7	0,2	6,3	148,3	9,9	252,7
Gliricídia	Caprino	32	1920,3	6,9	132,9	5,3	7	1,6	17,5	441,9	3,1	0,7	7,7	123,7	27,8	308,6
Gliricídia	Caprino	64	1345	11	147,3	5,9	7	1,3	19,6	589,2	4,1	0,8	11,5	165	30,9	461,7
Gliricídia	Caprino	128	2173,3	7,4	161	6,4	7	2	10,6	750,2	5,3	1,5	8	210,1	60,3	319,1
Gliricídia	Caprino	256	4562	18	819,2	32,8	8	0,2	11,1	1569,4	12,6	0,3	17,4	502,2	10,4	694,3
Gliricídia	Bovino	0	798,3	9,1	72,8	2,9	7	2	12	72,8	0,5	0,1	0,9	20,4	5,8	34,9
Gliricídia	Bovino	4	547	6,7	36,5	1,5	6	2,1	12,9	109,2	0,7	0,2	1,4	26,2	9,2	56,4
Gliricídia	Bovino	8	831	6,7	55,4	2,2	10	1,6	14,7	164,6	1,6	0,3	2,4	65,9	10,4	96,7
Gliricídia	Bovino	16	1095	6,7	73	2,9	10	1,6	27,5	237,7	2,4	0,4	6,5	95,1	15	261,3
Gliricídia	Bovino	32	1000,3	5,6	56,5	2,3	10	1,7	38,8	294,1	2,9	0,5	11,4	117,6	19,5	456,3
Gliricídia	Bovino	64	1234	10,1	124,7	5	9	2	17,5	418,8	3,8	0,8	7,3	150,8	33,7	292,5
Gliricídia	Bovino	128	4370	6,3	274,1	11	6	2	11,7	692,9	4,2	1,4	8,1	166,3	55,7	324,2
Gliricídia	Bovino	256	6453	19,5	1255,4	50,2	7	1,2	15,1	1948,3	13,6	2,4	29,4	545,5	94,2	1177,7

Continua....

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema	Fonte MO	Periodo	Peso planta	%MS	PMS palma	PMS palma	N	P	K	PMS ACUM	N	P	K	N	P	K
		dias	g	%	g planta	t há	gkg	gkg	gkg	g planta	g planta	g planta	g planta	g ha	g ha	g ha
Leucena	Frango	0	991	9,3	92,4	3,7	12	2	15,7	92,4	1,1	0,2	1,4	44,4	7,4	57,9
Leucena	Frango	4	1082	6,4	69,8	2,8	13	2,1	16,8	162,2	2,1	0,3	2,7	84,3	13,6	109,1
Leucena	Frango	8	1177	6,4	75,9	3	13	2,5	15,8	238	3,1	0,6	3,7	123,8	24,1	150
Leucena	Frango	16	1338,3	6,4	86,3	3,5	13	2	19,4	324,3	4,2	0,7	6,3	168,6	26,1	251,4
Leucena	Frango	32	1705,7	8,6	146,7	5,9	15	1,6	20	471,1	7,1	0,7	9,4	282,6	29,7	377,2
Leucena	Frango	64	1100,3	10,1	110,9	4,4	12	2,9	17,5	582	7	1,7	10,2	279,4	67	406,4
Leucena	Frango	128	2346,7	6,7	158,1	6,3	10	2	11,1	740,1	7,4	1,5	8,2	296	59,5	327,4
Leucena	Frango	256	4444	20,6	913,3	36,5	12	1,7	17,2	1653,4	19,8	2,7	28,5	793,6	109,1	1140,5
Leucena	Ovino	0	838	8,9	74,8	3	9	2,2	19	74,8	0,7	0,2	1,4	26,9	6,5	56,8
Leucena	Ovino	4	997	7,7	76,8	3,1	7	2,2	19,8	151,6	1,1	0,3	3	42,5	13,2	120,1
Leucena	Ovino	8	1456	7,7	112,2	4,5	10	2,4	20,9	263,8	2,6	0,6	5,5	105,5	25,8	220,2
Leucena	Ovino	16	1587,7	7,7	122,3	4,9	10	2,4	20,7	386,1	3,9	0,9	8	154,4	37,7	319,1
Leucena	Ovino	32	1753	7,3	127,9	5,1	8	1,6	19	514	4,1	0,8	9,7	164,5	32,4	389,7
Leucena	Ovino	64	1345	10,1	135,6	5,4	11	1	13	649,6	7,1	0,6	8,4	285,8	25,1	337,3
Leucena	Ovino	128	2510	6	151,1	6	6	1,9	10,6	800,8	4,8	1,5	8,5	192,2	61,6	340,6
Leucena	Ovino	256	5437	22,8	1238,6	49,5	7	1,5	17,5	2039,4	14,3	3	35,6	571	119,9	1424,2

Continua....

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema	Fonte MO	Periodo	Peso planta	%MS	PMS palma	PMS palma	N	P	K	PMS ACUM	N	P	K	N	P	K
		dias	g	%	g planta	t há	gkg	gkg	gkg	g planta	g planta	g planta	g planta	g ha	g ha	g ha
Leucena	Caprino	0	463,3	10,2	47,3	1,9	8	2,2	16,9	47,3	0,4	0,1	0,8	15,1	4,1	31,9
Leucena	Caprino	4	808	8	64,4	2,6	7	2,2	17,5	111,7	0,8	0,2	1,9	31,3	9,7	78
Leucena	Caprino	8	1592	8	126,8	5,1	10	2,8	21,1	238,5	2,4	0,7	5	95,4	26,6	201,1
Leucena	Caprino	16	1405,3	8	112	4,5	12	2,1	13	350,5	4,2	0,7	4,5	168,2	29,4	182
Leucena	Caprino	32	1997,7	8,1	162,5	6,5	8	1,6	13,6	513	4,1	0,8	7	164,2	32,3	279,5
Leucena	Caprino	64	1170	12	140,7	5,6	9	0,8	13,4	653,8	5,9	0,5	8,8	235,4	20,7	350,6
Leucena	Caprino	128	3290	5,9	193,8	7,8	6	1,9	14,5	847,6	5,1	1,6	12,3	203,4	65,2	490,6
Leucena	Caprino	256	5433	20,6	1119,7	44,8	8	1,6	14,7	1967,3	15,7	3,2	28,9	629,5	129,3	1155,6
Leucena	Bovino	0	684,3	7,9	54,1	2,2	7	2,2	20,3	54,1	0,4	0,1	1,1	15,2	4,7	44
Leucena	Bovino	4	856	6,7	57,1	2,3	7	2,2	21,1	111,3	0,8	0,2	2,3	31,2	9,7	93,8
Leucena	Bovino	8	933	6,7	62,3	2,5	10	1,3	21,5	173,5	1,7	0,2	3,7	69,4	9,1	149,3
Leucena	Bovino	16	1027	6,7	68,5	2,7	10	1,6	22,4	242,1	2,4	0,4	5,4	96,8	15,2	216,5
Leucena	Bovino	32	1036,7	8,6	89	3,6	4	1,3	20	331,1	1,3	0,4	6,6	53	17,4	265,1
Leucena	Bovino	64	1166,7	10,7	124,9	5	9	1,3	16,4	456	4,1	0,6	7,5	164,2	23,9	299
Leucena	Bovino	128	3111	7,8	243,3	9,7	6	1,3	17,5	699,2	4,2	0,9	12,2	167,8	36,7	488,3

Continua....

SARAIVA, F.M. Desenvolvimento e acúmulo....

Sistema	Fonte MO	Periodo	Peso planta	%MS	PMS palma	PMS palma	N	P	K	PMS ACUM	N	P	K	N	P	K
		dias	g	%	g planta	t há	gkg	gkg	gkg	g planta	g planta	g planta	g planta	g ha	g ha	g ha
Leucena	Bovino	256	5002	19,1	954,4	38,2	7	2	10,6	1653,6	11,6	3,3	17,6	463	131,7	703,3

Continua....