**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Cultivo da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) irrigada submetida
a diferentes formas de adubação (mineral e orgânica)**

Clóvis José Bissi Junior

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Irrigação e Drenagem

**Piracicaba
2012**

Clóvis José Bissi Junior
Engenheiro Agrônomo

Cultivo da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) irrigada submetida a diferentes formas de adubação (mineral e orgânica)

Orientador:
Prof. Dr. **JARBAS HONORIO DE MIRANDA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Irrigação e Drenagem

**Piracicaba
2012**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Bissi Junior, Clóvis José

Cultivo da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) irrigada submetida a diferentes formas de adubação (mineral e orgânica) / Clóvis José Bissi Junior. - - Piracicaba, 2012.

85 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Adubação 2. Adubos minerais 3. Adubos orgânicos 4. Irrigação 5. Pupunha
I. Título

CDD 634.6
B623c

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

edico este a meus pais, Clóvis José Bissi e Maria de Fátima G. Bissi, e também minha irmã Natalia J. Bissi que são os verdadeiros alicerces da construção de minha vida pessoal e profissional, nunca medindo esforços para que me fosse disponibilizado o melhor possível no que se diz respeito à educação.

DEDICO

À minha namorada, Fernanda Magro, estrela que surgiu para iluminar meu caminho...

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, Grande Arquiteto do Universo, por iluminar meu caminho, dando sua bênção em minhas decisões, orientando-me nos momentos difíceis.

Agradeço à minha irmã Natalia J. Bissi, pelo apoio e auxílio nos momentos difíceis e na formação do meu caráter.

Aos meus familiares, alicerce de minha vida, que direta e indiretamente contribuíram para esta conquista.

À minha namorada Fernanda Magro, pelo apoio, carinho e compreensão durante a construção do experimento e vida de pós-graduação.

Ao meu orientador Prof. Jarbas Honorio de Miranda, pela oportunidade, por acreditar em meu potencial, pelas palavras de incentivo.

Ao meu cunhado, Fabio Magro, pela grande ajuda na implantação e condução do experimento, pela valiosa contribuição e apoio à realização deste curso.

Ao meu amigo, Fabio Jordão Rocha, pela grande ajuda antes e depois do ingresso na ESALQ, pela valiosa contribuição e apoio à realização deste curso.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP), especialmente ao antigo Programa de Irrigação e Drenagem, hoje Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Aos professores do Departamento de Engenharia de Biossistemas, pela confiança, orientação e pelos ensinamentos.

Aos Estagiários, Rafael Aparecido Rodrigues Junior e Luciano Alves pela ajuda nas avaliações do experimento, pelas atitudes em ajudar, que influenciaram na formação do meu olhar científico.

Aos meus colegas de Pós-Graduação: Adriano, Ana Carolina, Antônio, Daniel Leal, Daniel Alves, Elenilson, Everaldo, Fernando, Isaac, Juliano, Jussálvia,

Lucas, Rafael, Renato, Robson, Roque, pela ajuda na elaboração deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro a esta pesquisa, através do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia da Irrigação (INCTEI).

Por final agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste sonho.

A todos o meu muito Obrigado!

“Se trabalhamos sobre o mármore, ele um dia acabará; se trabalhamos sobre o metal, um dia o tempo o apagará; se nós levantamos templos, eles um dia tornarão pó; mas se nós trabalharmos sobre almas jovens e imortais, certamente, nós gravaremos sobre elas algo que brilhará eternamente.”

Rizzardo da Camino

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO	19
2 DESENVOLVIMENTO	21
2.1 Revisão Bibliográfica	21
2.1.1 Características da Pupunheira	21
2.1.2 Aspectos da Pupunheira	22
2.1.2.1 Aspectos climáticos	22
2.1.2.2 Aspectos de solos	23
2.1.2.3 Aspectos de plantio	23
2.1.2.4 Aspectos econômicos.....	25
2.1.3 Desenvolvimento vegetativo da Pupunheira	27
2.1.3.1 Parâmetros vegetativos.....	27
2.1.3.2 Análise de crescimento	28
2.1.3.3 Padronização de medidas	29
2.1.4 Necessidade hídrica da pupunheira	30
2.1.4.1 Irrigação	33
2.1.5 Adubação da pupunheira	37
2.1.5.1 Adubação Mineral (NPK).....	37
2.1.5.2 Adubação Orgânica.....	38
2.2 Material e Métodos.....	40
2.2.1 Localização e caracterização do experimento.....	40
2.2.1.1 Descrição da área experimental.....	40
2.2.1.2 Implantação da cultura	41
2.2.1.3 Delineamento experimental.....	43
2.2.1.4 Tratos culturais.....	43
2.2.1.5 Avaliação do desenvolvimento vegetativo.....	44
2.2.1.6 Metodologia para aplicação do adubo orgânico no experimento	44
2.2.1.7 Manejo da irrigação	46
2.2.1.8 Conteúdo de água no solo	47
2.2.1.9 Variáveis meteorológicas	48

2.3 Resultados e Discussão	49
2.3.1 Pesquisa analisada para comparação	49
2.3.2 Dados meteorológicos	52
2.3.3 Avaliações do desenvolvimento vegetativo: Altura das Plantas	53
2.3.4 Avaliações do desenvolvimento vegetativo: Comprimento da raqui	57
2.3.5 Avaliações do desenvolvimento vegetativo: Diâmetro do caule	61
2.3.6 Avaliações do desenvolvimento vegetativo: Espessura da raqui.....	63
2.3.7 Avaliações do desenvolvimento vegetativo: Número de folhas	65
3 CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS	71
ANEXOS.....	77

RESUMO

Cultivo da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) irrigada submetida a diferentes condições de adubação (mineral e orgânica)

No Brasil, a palmeira pupunha tem a região amazônica como seu habitat natural. Os frutos dessa palmeira, assim como o palmito, fazem parte da dieta alimentar dos povos da região Norte. Portanto, diante da relevância de seu cultivo, os objetivos dessa pesquisa foram avaliar os níveis de desenvolvimento vegetativo da pupunheira sob diferentes fontes de adubação (orgânica (esterco bovino e esterco suíno) e mineral), em condição irrigada. Buscou-se com isso, obter qual situação que fornecerá melhores condições de desenvolvimento vegetativo em termos de: altura da planta, diâmetro do caule, tamanho da folha (comprimento da raqui), espessura da raqui e por fim número de folhas. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia de Biosistemas, na fazenda Areão, pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, localizada no município de Piracicaba – SP. Situada a uma altitude de 576 m acima do nível do mar cujas coordenadas geográficas são: 22° 42’ 30” latitude Sul e 47° 30’ 00” de longitude Oeste. O tipo de solo existente na área experimental é classificado como Terra Roxa Estruturada (Alfisol), série Luiz de Queiroz, apresentando declividade média de 5%. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 4x4 com tratamentos dispostos em faixas totalizando 4 tratamentos e 4 repetições. Cada tratamento continha aproximadamente 175 plantas. Dispostas no espaçamento de 2 m entre linhas de plantio e 1 m entre as plantas. As covas tinham em torno de 0,3 m de profundidade. O sistema de irrigação empregado foi a microaspersão. No tratamento com adubação mineral, foram aplicados: 31,2 g de uréia, 181,46 g de super fosfato simples e 11,6 g de KCl por planta. Para aplicação do adubo orgânico (esterco bovino e suíno), tomou-se como base o o elemento fósforo (essencial para desenvolvimento de raízes), no caso de esterco suíno correspondeu a 8,54 kg planta⁻¹ e no caso do esterco bovino correspondeu a 21,34 kg planta⁻¹. As respostas da pupunheira aos tratamentos foram avaliados a cada 2 meses, a partir do plantio, mediante medições do desenvolvimento da cultura em todas as plantas úteis de cada parcela considerando-se as características conforme recomendações de Clement e Bovi (2000). Os itens avaliados foram: diâmetro do caule da planta (medido na região do colo da planta, aproximadamente de 10 a 15 cm acima do solo, com paquímetro); altura da planta (medida da base do tronco ao ponto de inserção da folha mais nova totalmente aberta, início da flecha); número de perfilhos por planta (feito por uma contagem simples). Assim que se iniciaram as avaliações foram analisadas planta a planta, num total de aproximadamente 700 palmeiras pupunha. As avaliações se estenderam durante o mês de julho/2010 a agosto/2011. De uma maneira geral, diante dos resultados obtidos, o tratamento que obteve melhor desenvolvimento foi o tratamento com aplicação de esterco suíno, em pelo menos 4 dos 5 itens avaliados (altura de planta, comprimento da raqui, diâmetro do caule e espessura da raqui). Pode-se dizer também que tanto a adubação mineral quanto o esterco bovino deram boas respostas dentro do experimento.

Palavras-chave: Pupunha; Irrigação; Adubação mineral; Adubação orgânica

ABSTRACT

Growth of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) irrigated under different fertilization conditions (mineral and organic)

In Brazil, the peach palm has the Amazon region its natural habitat. The palm fruits and palm hearts, is part of the people diet of the North region of Brazil. Therefore, given the importance of its growth, the main objective of this research were to evaluate the levels of vegetative development of peach palm under different sources of fertilizer (organic (cattle manure and swine manure) and mineral) under irrigated condition. So, was looked to get which situation will provide optimum conditions for plant growth in terms of: plant height, stem diameter, leaf size (length of rachis), rachis thickness and finally the leaves number. The experiment was carried out at the experimental site of the Department of Biosystems Engineering, on a farm belonged to the College of Agriculture "Luiz de Queiroz" - ESALQ / USP, Piracicaba, SP, Brazil. Located at an elevation of 576 m above sea level whose geographical coordinates are: 22 ° 42 '30 "South latitude and 47 ° 30' 00" west longitude. The soil type at the experimental area is classified as Structured Terra Roxa (alfisols) series Luiz de Queiroz, with an average slope of 5%. The adopted statistical design was in randomized blocks, in factorial scheme 4x4 with treatments arranged in strips totaling 4 treatments and 4 repetitions. Each treatment had 175 plants. Arranged in the spacing of 2 m between tree rows and 1 m between plants. The pits were around 0.3 m deep. The irrigation system was the microsprinkler. In the treatment with mineral fertilizer were applied: 31.2 g urea, 181.46 g of simple super phosphate and 11.6 g of KCl per plant. For the application organic fertilizer (swine and cattle manure) was followed by the element phosphorus (essential for root development) the sample of swine manure corresponds to 8.54 kg plant⁻¹. In case of cattle manure sample corresponding to 21.34 kg plant⁻¹. Responses of peach treatments were evaluated every 2 months from planting, through measurements of the development of the crop in all useful plants of each plot considering the characteristics as recommended by Clement and Bovi (2000). The items evaluated were: plant stem diameter (measured in the neck region of the plant, about 10 to 15 cm above the ground, with caliper), plant height (measured from the base of the trunk to the point of insertion of the youngest leaf fully open, beginning of the arrow), number of tillers per plant (made by a simple counting). Once started the evaluations were analyzed plant to plant, totaling approximately 700 peach palm. The evaluations were extended during the month of July/2010 to August /2011. In general, considering the results obtained, the treatment that had the best development was the treatment of swine manure application on at least four of the five items evaluated (plant height, spinal length, diameter and thickness of the spinal). Both mineral fertilizer and the manure gave positive responses within the experiment.

Keywords: Peach palm; Irrigation; Mineral fertilizers; Organic manure

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Irrigação por sulco (a), pivo central (b), canhão (c), gotejamento (d,e) e microaspersão (f).....	34
Figura 2 - Área irrigada (ha) pelos diferentes métodos de irrigação e por região do Brasil. Fonte: Christofidis (2006).	35
Figura 3 - Porcentagem relativa á comercialização de diferentes sistemas de irrigação pressurizados, no período de 2001 a 2007. Fonte: Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação (CSEI) da ABIMAQ.....	35
Figura 4 - Aumento da área irrigada por sistemas de irrigação pressurizados, no período de 2000 a 2007. Fonte: Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação (CSEI) da ABIMAQ.	36
Figura 5 - Localização e vista geral do experimento	40
Figura 6 - Curva de retenção da água no solo, nas camadas de 0,0-0,2 m e 0,2-0,4 m, em solo Terra Roxa Estruturada.....	41
Figura 7 - Vista parcial do experimento aos 10 meses (a) e planta de palmeira pupunha (b). Como a cultura foi implantada no inverno (Junho 2010), ocorreram mortes de plantas, sendo necessária a realização de replantios, realizados ao longo dos meses.....	42
Figura 8 - Lay-Out da área experimental.....	43
Figura 9 - Amostra de esterco bovino (A), Amostra de esterco suíno (B), Amostra de adubo mineral (N – pontos brancos, P – pontos cinzas e K – pontos vermelhos) (C).....	45
Figura 10 - Crescimento médio em diâmetro na região do colo segundo o período de avaliação (T1; T2; T3 e T4 = 25%; 50%; 75% de água disponível e testemunha, respectivamente) (Fonte: Ramos, 2002).	50
Figura 11 - Crescimento médio em altura segundo o período de avaliação (T1; T2; T3 e T4 = 25%; 50%; 75% de água disponível e testemunha, respectivamente) (Fonte: Ramos, 2002).	51
Figura 12 - Média do número de folhas novas emitidas segundo o período de avaliação (T1; T2; T3 e T4=25%; 50%; 75% de água disponível e testemunha, respectivamente) (Fonte: Ramos, 2002).	52
Figura 13 - Comportamento diário das variáveis meteorológicas; temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmín), temperatura média (Tmed), umidade relativa máxima (URmax), umidade relativa mínima (URmin), umidade relativa média (URmed), radiação solar (Rs) e evapotranspiração de referência estimada(ET0).	53

- Figura 14 - Altura das plantas: Avaliação 1 (A), Avaliação 2 (B), Avaliação 3 (C), Avaliação 4 (D), Avaliação 5 (E), representação gráfica da chuva e radiação líquida durante o período de cultivo (F). 55
- Figura 15 - Comprimento da Raqui: Avaliação 1 (A), Avaliação 2 (B), Avaliação 3 (C), Avaliação 4 (D), Avaliação 5 (E), representação gráfica da chuva e radiação líquida durante o período de cultivo (F). 60
- Figura 16 - Diâmetro do caule: Avaliação 1 (A), Avaliação 2 (B), Avaliação 3 (C), Avaliação 4 (D), Avaliação 5 (E), representação gráfica da chuva e radiação líquida durante o período de cultivo (F). 63
- Figura 17 - Espessura da raqui: Avaliação 1 (A), Avaliação 2 (B), Avaliação 3 (C), Avaliação 4 (D), Avaliação 5 (E), representação gráfica da chuva e radiação líquida durante o período de cultivo (F). 65
- Figura 18 - Número de folhas: Avaliação 1 (A), Avaliação 2 (B), Avaliação 3 (C), Avaliação 4 (D), Avaliação 5 (E), representação gráfica da chuva e radiação líquida durante o período de cultivo (F). 68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção brasileira de palmito pupunha de acordo com os Estados brasileiros e regiões entre os anos de 2002 e 2008.....	26
Tabela 2 - Índices de exportações brasileiras de palmito pupunha correlacionando os dez maiores importadores de 2006 a 2010.....	27
Tabela 3 - Lâmina de irrigação e produtividade anual.....	32
Tabela 4 - Análise granulométrica do solo nas camadas de 0,0-0,2 m; 0,2-0,4 m e 0,4-0,6 m.	41
Tabela 5 - Análise granulométrica do solo nas camadas de 0,0-0,2 m; 0,2-0,4 m e 0,4-0,6 m.....	41
Tabela 6 - Análise química da água utilizada para irrigação.	42
Tabela 7 - Valores médios de altura das plantas para as respectivas avaliações e tratamentos	53
Tabela 8 - Valores médios do comprimento da raqui para as respectivas avaliações e tratamentos	59
Tabela 9 - Valores médios do diâmetro do caule para as respectivas avaliações e tratamentos	61
Tabela 10 - Valores médios da espessura da raqui para as respectivas avaliações e tratamentos	64
Tabela 11 - Valores médios do número de folhas para as respectivas avaliações e tratamentos.....	66

1 INTRODUÇÃO

A pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) pertence à família das Arecaceas (Palmaceas) e se trata de uma espécie tropical originária do continente americano e há bastante tempo é cultivada pelos indígenas. No Brasil, a região Amazônica é seu habitat natural e os seus frutos fazem parte da dieta alimentar dos povos da região Norte.

As rotas de migração do comércio pré-colombiano seguem praticamente a mesma distribuição geográfica da pupunheira. Sendo assim, o cultivo da pupunha encontra-se distribuída em uma extensa área constituída por países como: México, Panamá, Costa Rica, Nicarágua, Equador, Colômbia, Venezuela, Peru e Brasil.

A palmeira de pupunha apresenta variadas formas de utilização e dessa forma possui um elevado potencial econômico, seja pela utilização de seus frutos como pela extração do palmito. Se for bem manejada, a produção de seus frutos pode chegar a aproximadamente 25 t ha⁻¹ e a produção de palmito também se for manejada de forma correta pode chegar em torno de 1 t ha⁻¹.

Nas últimas décadas, observa-se uma busca incessante dos povos por melhor qualidade de vida, tanto no que diz respeito ao consumo de alimentos produzidos de forma mais sustentável quanto no requerimento de um meio ambiente limpo e saudável. Sendo assim, ocorreram mudanças significativas no modelo de exploração do palmito no Brasil, cuja atividade se deu na forma extrativista até a década de 80. Dentro dessas espécies que foram extraídos palmito da mata as principais foram as palmeiras Juçara (*Euterpe edulis* Mart.) e Açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.).

O palmito resultante do extrativismo é um palmito retirado de palmeiras ainda jovens, originando palmitos fibrosos e de tamanho irregulares e consequentemente resultaram em uma baixa nos estoques naturais. Estas características comprometem o mercado mundial de palmito, bem como a regeneração natural das espécies que tem seus ciclos reprodutivos interrompidos, com o corte prematuro das palmeiras.

Devido à grande devastação das matas e o atual panorama deficitário de extração de palmito foi o que motivou a busca por novas formas de cultivo. Foi então que escolheu-se a pupunheira como alternativa de cultivo para suprir a demanda de mercado, pelo fato da pupunheira apresentar precocidade de colheita, rusticidade,

perfilhamento, alta produtividade e boa qualidade de palmito que são as características que melhor se destacam entre as palmeiras tradicionais, sendo o perfilhamento a principal característica que falta ao palmito Juçara.

Sendo assim, pode-se dizer que a pupunheira desponta de forma excelente para empresários rurais, em termos de produção, podendo ser cultivada racionalmente em áreas sob mecanização agrícola e dessa forma viabilizar a produção de palmito de forma ecológica e rentável. No entanto ainda se fazem necessários estudos mais aprofundados para o desenvolvimento de clones e melhoramento genético da espécie para que possamos ter uma produção mais uniforme.

Quanto à aplicação de matéria orgânica no momento da implantação da cultura, pode-se dizer que sua importância está relacionada ao favorecimento no desenvolvimento radicular da pupunheira. Sendo que os fertilizantes orgânicos estimulam a produção das radículas as quais são as maiores responsáveis para a absorção de nutrientes. Além do favorecimento no desenvolvimento das radículas, a matéria orgânica melhora a estrutura física do solo e favorece a proliferação de microorganismos benéficos. Melhorando a estrutura do solo, ocorre melhor movimentação do ar, da água e dos nutrientes do solo, e troca catiônica.

Em suma o presente experimento de pesquisa objetivou verificar os níveis de desenvolvimento vegetativo da pupunheira, durante o período de 1 ano de avaliações, sob diferentes fontes de adubação (orgânica (esterco bovino e esterco suíno) e mineral). Buscou-se com isso verificar qual tratamento obteve melhor resposta em relação ao desenvolvimento vegetativo da pupunheira, em termos de: crescimento da planta em altura, diâmetro do caule, tamanho da folha (comprimento da raqui), espessura da raqui e por fim, qual tratamento obteve maior número de folhas.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 Características da Pupunheira

A pupunha é uma palmeira ereta, possui tronco cilíndrico podendo chegar a aproximadamente de 10 cm a 25 cm de diâmetros. A pupunheira pode atingir até 20 m de altura na fase adulta e apresenta-se em forma de touceira com até 20 perfilhos.

O fruto da pupunheira é do tipo carnosos, chamado drupa, dispostos em cachos com cores variadas de vermelho, amarelo, laranja, branco e cores intermediárias a estas.

A polinização é predominantemente cruzada, isto é, o pólen vem de outra inflorescência para fecundar a flor feminina e formar o fruto, e é realizada principalmente por insetos. Sendo assim, é comum a presença da partenocarpia na planta (ausência de frutos e sementes), principalmente nas primeiras frutificações, decorrentes de uma série de fatores que podem ser a baixa eficiência dos insetos polinizadores, fatores genéticos, nutricionais e climáticos. Quando esses fatores atuam de forma conjunta, a partenocarpia é menos freqüente.

Existem dois tipos de pupunha: a com espinhos e a sem espinhos. As que possuem espinhos variam em quantidade e comprimento, podendo aparecer em toda extensão da planta ou somente nas folhas/folíolos. Os espinhos geralmente têm coloração escura e a consistência varia de débil a forte, os mais compridos podem medir até 14 cm (Mattos-silva e Mora Urpi, 1996). Segundo Camacho (1972) e Mora Urpi (1984), nas plantas com espinhos a qualidade dos frutos é melhor e as plantas são mais resistentes a pragas e doenças.

Em se tratando da produção de palmito, o recomendado é plantar somente o tipo da pupunheira sem espinhos, isso porque a presença destes dificulta a colheita do palmito e o manejo de uma forma geral. Além de dificultar o manejo e a colheita, teríamos que diminuir o número de plantas na área para evitar acidentes, isso acarretaria numa diminuição da produção.

Bovi et al (1993a) fala sobre de outra vantagem do cultivo de plantas sem espinhos, é que não deixam sedimentos quando envasados, sendo assim

aumentam o valor do produto final. Ocorrência muito comum quando se tem palmito envasado de plantas com espinhos, o sedimento deprecia a qualidade.

O perfilhamento é outra característica muito importante, pois torna possível o corte anual sucessivo da palmeira em cada planta perfilhada. Villachica (1996) disse que em uma palmeira de pupunha poderá ocorrer de um a 20 perfilhos numa única planta, sendo raro encontrar plantas que não perfilhem.

2.1.2 Aspectos da Pupunheira

2.1.2.1 Aspectos climáticos

A pupunheira é encontrada em condições silvestres, com baixa densidade populacional, nas matas úmidas dos trópicos, onde as precipitações pluviais anuais são iguais ou superiores a 2500 mm ano⁻¹ e a temperatura média anual acima dos 24° C. No entanto, o cultivo dessa espécie para a produção de palmito é feita de forma adensada e tem ocupado as mais diversas regiões agroclimáticas.

Embora maior rentabilidade e menor custo de implantação e manutenção por área sejam obtidos em regiões aptas a cultura (precipitação pluvial anual acima de 1800 mm, bem distribuídas, sem períodos de déficit hídrico, temperatura média acima de 24° C, sem ocorrência de geadas), cerca de 60% dos cultivos está implantado atualmente em áreas consideradas marginais, seja por déficit hídrico ou térmico.

A palmeira de pupunha não tolera incidência de geadas, desde a fase de viveiro até completar um ano de campo. Deve-se evitar áreas com ventos fortes, devido ao seu sistema radicular ser muito superficial, correndo o risco de tombamento das plantas no campo. Altitudes acima de 850 m normalmente apresentam temperaturas noturnas mais baixas, prejudicando o desenvolvimento da cultura.

Atualmente o déficit hídrico em regiões onde não se consegue atingir o índice pluviométrico mínimo para cultura é suprido com a implantação de sistemas de irrigação. Nas regiões de clima mais seco, é usada irrigação por: aspersão, canhão, pivô central, gotejamento e microaspersão. A escolha do sistema de irrigação é em função não só de sua eficiência, como da disponibilidade de água e na relação custo-benefício. Adiante serão abordados aspectos da irrigação na cultura da pupunheira.

Em regiões onde ocorre déficit de temperatura o ciclo da cultura fica prolongado, não conseguindo se desenvolver de forma contínua. Dessa forma, enquanto em áreas com temperatura ideal a primeira colheita é feita com 14 meses após a implantação da cultura, em regiões com o déficit térmico isso vai se dar apenas 18 a 24 meses após o plantio. Nessas áreas, também a periodicidade de colheita da touceira é afetada, passando de 8 para 14 meses.

2.1.2.2 Aspectos de solos

A pupunheira adapta-se muito bem a uma grande variedade de solos em virtude de seu sistema radicular ter a capacidade de se associar às micorrizas presentes nas raízes (Mora Urpi; 1999c). Porém, os melhores solos são aqueles profundos, bem drenados, com textura areno-argilosa. A planta não tolera solos encharcados e compactados. Em solos mal drenados a planta não se desenvolve. Em solos compactados fica prejudicada a emissão e o desenvolvimento dos perfilhos.

O cultivo da pupunheira vem tendo um bom comportamento em solos com elevado índice de acidez e de baixa fertilidade, mas tecnicamente é necessário que se faça a devida correção e adubação de acordo com a análise de solo. Apesar da boa adaptação nos solos ácidos, para otimizar a eficiência de absorção dos nutrientes o pH deverá estar entre 5,5 e 6,0. A topografia mais apropriada certamente é a plana ou com leve ondulação, para facilitar a colheita e o transporte da produção.

2.1.2.3 Aspectos de plantio

Após as mudas serem produzidas nos viveiros, fase que se estende de um período de 4 a 6 meses, estarão aptas para serem transplantadas. Um mês antes do transplante, faz-se um raleamento na cobertura do viveiro, para adaptação das mudas as condições de campo, o que chamamos de aclimação.

O plantio deve ser realizado em época de chuva, com mudas sadias e vigorosas, apresentando alturas entre 30 a 40 cm, com 5 a 6 folhas. A área deve estar limpa e balizada no espaçamento de 5 m entre plantas e 5 m entre linhas para produção de frutos ou 1 m entre plantas e 2 m entre linhas para palmito.

Plantios mais adensados de 1,85 m entre linhas e 0,75 m entre plantas estão sendo realizados na região, apresentando ótimos resultados. Esse tipo de plantio

resultará numa maior produtividade de palmito, porém, requer um maior controle no ciclo da colheita e mais vigor na realização das práticas culturais, para evitar estiolamento das plantas. O estiolamento ocorrera se houver competição por luz, água e nutrientes dentro da cultura. Em plantios adensados, menores que 3 m x 1 m fica difícil o trânsito de máquinas dentro da cultura, tendo que ser feito a maior parte dos tratos culturais manualmente.

Bovi (1998) não recomenda a cultura da pupunheira em consórcio com culturas anuais e perenes, pois pode diminuir a quantidade de luz e prejudicar o sistema radicular em função das capinas necessárias à outra cultura. Quando sombreada, mesmo que levemente, a planta cresce em altura e não em diâmetro, além de florescer e frutificar pouco. Se o objetivo for a produção de frutos/sementes, o consórcio pode ser feito desde que as outras plantas não exijam capinas e não sombreiem a pupunha.

Para sistemas agroflorestais de pequenos produtores, a pupunheira é uma opção excelente. Devido à planta ser extremamente rústica, oferecendo frutos com várias alternativas de uso, além do palmito. Compõe o sistema agroflorestal de forma harmoniosa com outras espécies de porte menor.

O plantio deverá ser realizado somente após a estabilização do período chuvoso, em dias nublados e sem vento. Quanto mais cedo for realizado, maior será a precocidade do corte do palmito. Caso o viveiro tenha sido conduzido em ambiente sombreado, deve-se promover a aclimação das mudas ao sol, pela retirada gradativa da cobertura. Um mês antes do plantio em campo, as mudas deverão estar totalmente a pleno sol, evitando-se, assim, queimaduras nas folhas e morte de plantas.

Três dias antes do plantio deve-se suspender a irrigação no viveiro. As mudas a serem utilizadas deverão ter de 8 a 10 meses de idade ou 20 cm de altura, 5 a 6 folhas e não possuírem espinho no estipe. Deve-se proceder à seleção de mudas quanto ao tamanho e plantá-las em lotes mais homogêneos (talhões). Não é recomendado plantar mudas de idades diferentes numa mesma área, pois não alcançarão o tamanho adequado para colheita ao mesmo tempo, e como as lavouras são adensadas, o desenvolvimento das plantas menores só ocorrerá quando forem cortadas as plantas vizinhas.

É importante salientar que no primeiro ano no campo o crescimento é lento, pois as plantas permanecem de 6 a 8 meses formando o sistema radicular.

2.1.2.4 Aspectos econômicos

A cultura do palmito no Brasil continua ser vítima de sua quase total clandestinidade. Estima-se que mais de 90% da produção brasileira de palmito provenha da extração clandestina, sem nenhuma padronização, controle de qualidade ou preocupação com o meio ambiente. Pode-se ter a medida dessa situação no fato das estatísticas oficiais indicarem como sendo da ordem de 20 mil toneladas anuais a produção brasileira de palmito, enquanto se avalia, que poderia ultrapassar 180 mil toneladas anuais, cifra que colocaria o Brasil como maior produtor mundial.

São graves as consequências dessa quase completa clandestinidade e da falta de uma política de marketing adequada do produto. O palmito brasileiro tem perdido expansão no mercado internacional do produto, avaliado em cerca de US\$ 200 milhões ano⁻¹. Países como a Costa Rica, Equador e Colômbia estão deslocando a produção brasileira do mercado internacional, acusada de predatória por ser extraída de florestas nativas e de ter qualidade irregular. Também a sobrevalorização cambial, vigente até o início de 1999, colaborou para a perda de mercado, ao tornar o produto brasileiro em média 20% mais caro que o dos outros fornecedores.

Lamentavelmente a agressiva campanha de nossos concorrentes no mercado internacional não pode ser considerada como inteiramente mentirosa. É preciso, com urgência, que a qualidade seja efetivamente controlada, os padrões de uniformidade estabelecidos, a produção do palmito cultivado e manejado de forma sustentada passe a ser mais significativa no total da produção nacional.

Somente depois de vencida essa etapa o contra-ataque brasileiro poderá ser mais do que mera intenção. Por certo, o país dispõe das mais extensas áreas propícias à produção de diversos tipos de palmito adequados a diferentes sistemas de produção. Contudo, a atual situação impede que se desenvolva uma campanha de marketing para popularizar o consumo de nosso palmito junto aos principais mercados importadores, como França, Argentina, EUA e Inglaterra, esclarecendo sobre suas qualidades e a possibilidade de o produto nacional também ser obtido de acordo com sistemas produtivos ecologicamente recomendáveis.

A rentabilidade da produção de palmito revela-se bastante atraente, seja em sistemas de manejo sustentado ou nos diversos sistemas de cultivo racional

(inclusive com a utilização de processos tecnologicamente avançados, que abrangem a irrigação em muitos casos). As taxas de retorno variam entre 15 e 20%.

Não obstante os problemas assinalados, as perspectivas para a cultura continuam a ser muito promissoras. O mercado externo, em vigor, ainda está por ser conquistado, pois o produto nacional é ainda virtualmente desconhecido no exterior. O mercado interno também tem enorme potencial de crescimento, faltando organização para transformar-se em realidade.

A seguir, pela Tabela 1 (Tabela do IBGE) observa-se os níveis de produção por Estado e por região do Brasil. Nas Tabelas 1 e 2, pode-se observar os dados das produtividades por regiões e as exportações brasileiras por países, respectivamente.

Tabela 1 - Produção brasileira de palmito pupunha de acordo com os Estados brasileiros e regiões entre os anos de 2002 e 2008

Palmito - Produção Brasileira (Extração) em toneladas							
Regiões	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Norte	13644	12770	11549	7508	6179	5690	5719
RO	59	60	65	54	56	78	68
PA	13430	12584	11387	7390	6058	5562	5607
AP	155	126	97	64	65	50	44
Nordeste	25	24	44	11	10	5	31
BA	25	24	44	11	10	5	31
Sudeste	114	106	102	112	112	112	35
MG	9	3	0	0	0	0	0
ES	43	3	7	7	7	7	4
SP	62	100	95	105	105	105	31
Sul	263	317	132	132	129	140	10
PR	16	0	0	0	0	0	0
SC	247	132	132	132	129	140	10
C. Oeste	484	487	298	100	94	90	79
MT	484	388	298	100	94	90	79
Brasil	14530	13704	12125	7863	6524	6037	5874

Fonte: IBGE

Tabela 2 - Índices de exportações brasileiras de palmito pupunha correlacionando os dez maiores importadores de 2006 a 2010

Palmito - Exportações Brasileiras										
Países	2006		2007		2008		2009		2010	
	M US\$	Toneladas	M US\$	Toneladas	M US\$	Toneladas	M US\$	Toneladas	M US\$	Toneladas
EUA	5217	1090	8152	1745	6897	1729	3800	1045	2744	658
França	1783	345	1768	324	858	159	893,2	102,5	296,7	21,3
Líbano	568	117	1294	264	744	141	774	157,7	378	69,8
Itália	273	43,5	342	58,4	328	51,6	351	60,7	237	29,2
Espanha	265	47,1	245	39,8	299	37,2	264	23,8	199	15,6
Japão	830	186,8	484	96	939	142	167	35,1	74,3	18,4
Uruguai	311	67	225	62,4	150	48,6	165	60,9	43,9	12
Portugal	101	17,7	228	38,1	193	23,9	137	16,1	73,1	7,7
México	222	41,4	190	41,6	199	49	122	32,6	62,9	16,3
EAU	14,2	2,4	70,3	13,2	100	22,1	68,4	12,6	0	0

Fonte: AgraFNP/SECEX

mUS\$ = US\$ 1000 FOB

2.1.3 Desenvolvimento vegetativo da Pupunheira

2.1.3.1 Parâmetros vegetativos

Como vimos anteriormente, no início dos anos 90, o plantio da palmeira de pupunha para palmito cresceu rapidamente no Brasil. A interação entre os grupos de novos e velhos produtores, não era muito boa. Cada grupo desenvolveu uma metodologia própria para calcular o desenvolvimento e a produção da palmeira. Muitas vezes essa metodologia era baseada em trabalhos com outros tipos de palmeiras e em muitos casos provindos de estudos com dicotiledôneas. Sendo assim, o resultado foi uma diversidade enorme de metodologias dificultando a comparação de resultados.

A partir daí Clement e Bovi (2000) desenvolveram as metodologias mais importantes e obtiveram uma metodologia padrão para futuros experimentos com a pupunheira. Experimentos realizados com palmeiras visando à produção de palmito são diferentes à aquelas destinadas à produção de frutos. Devido à colheita ser periódica e constante, as plantas apresentam-se em permanente estágio vegetativo (Clement, 1995), e a velocidade com que a fitomassa cresce após cada colheita torna-se um indicador da produtividade e da vida econômica do cultivo.

Ferreira (1976), segundo seus estudos, diz que as variáveis relacionadas ao crescimento e a precocidade da planta são fundamentais, visto que o palmito nada mais é do que um conjunto de folhas imaturas, envoltas pelas bainhas das folhas mais velhas.

Correlações positivas significativas foram encontradas entre caracteres vegetativos, tais como: diâmetro, altura e número de folhas, e componentes diretos da produção (massa, diâmetro e comprimento do palmito) (Bovi et al., 1988; 1992; 1993a; Clement et al., 1988; Moreira Gomes & Arkcall, 1998). Por outro lado, foi verificado que essas correlações são válidas desde o início do cultivo, indicando a possibilidade de seleção precoce de plantas superiores para palmito usando esses mesmos caracteres (Bovi et al., 1993b; Clement, 1995).

Ganhos genéticos esperados por ciclo, quando da seleção precoce, são significativos e devem ser explorados (Bovi et al., 1993b). Devido a pupunheira para palmito ser cultivada em alta densidade de plantas na área cultivada, a competição entre as plantas afeta não só a produção, mas também a própria fisiologia da planta.

Considerando os fatores observados anteriormente, é altamente recomendada uma análise de crescimento da cultura, tanto para experimentos agrônômicos como para critérios de seleção. De fato a maioria dos experimentos realizados até o momento faz uso de algum tipo de análise de crescimento.

Segundo Bovi (2000), o crescimento da planta pode ser analisado por meio de medidas de diferentes tipos, sendo as mais comuns, numéricos, lineares, de superfície e massa. O uso de uma ou de outra depende principalmente dos objetivos do pesquisador, bem como da disponibilidade de material, mão-de-obra, tempo e equipamentos necessários para a realização das medidas.

2.1.3.2 Análise de crescimento

A análise de crescimento permite conhecer diferenças funcionais e estruturais entre plantas, de forma a identificar respostas à aplicação de diferentes tratamentos e/ou selecionar genótipos mais eficientes (Radford, 1967; Evans, 1972; Causton & Venus, 1981).

O crescimento é avaliado por variações em magnitude de alguma característica ou estrutura morfológica da planta ao longo do tempo. Por sua vez, essas variações temporais permitem o acompanhamento da produção fotossintética efetiva. Isso porque mais de 95% da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo de seu crescimento provem da atividade fotossintética (Causton & Venus, 1981). Menos de 5% da matéria seca advém da absorção de nutrientes do solo, embora a inter-relação entre fotossíntese e absorção seja fundamental ao processo como um todo.

As medidas numéricas que serão avaliadas dizem respeito aos número de unidades estruturais, como por exemplo número de folhas e de perfilhos. O número de folhas vivas, verdes ou funcionais está diretamente relacionado com o número de folhas internas e, portanto, com a produção de palmito (Bovi et al., 1988; 1992; Clement et al., 1988). O número de folhas reflete bem o efeito do estresse hídrico e adubação (Bovi, 1998; Bovi et al., 1988, 1998; Ramos et al., 1999). O número de perfilhos por planta ao longo do ciclo da cultura é fundamental, pois avalia a capacidade de regeneração da planta, sendo ainda muito afetada pela densidade do plantio (Moreira Gomes et al., 1988).

Medidas lineares: altura e diâmetro da haste principal, bem como comprimento e largura das folhas e suas partes, são amplamente utilizados em palmeiras (Hartley, 1977; Bovi et al., 1992; Clement, 1995; Yuyama, 1997). São medidas de natureza não destrutiva, facilmente obtidas, especialmente nos estádios iniciais de crescimento. Todas apresentam correlações positivas e significativas com a produção de palmito (Clement et al., 1988; Bovi et al., 1988; 1992; 1993a; Szott et al., 1993; Clement, 1995).

Medidas de superfície: área foliar, pela qual se estima teoricamente a superfície fotossinteticamente ativa. Medidas diretas de área foliar são trabalhosas ou mesmo impraticáveis em palmeiras. Estimativas indiretas são obtidas por meio de relações alométricas (Hardon et al., 1969; Clement et al., 1985) ou pela transmitância da radiação a vários ângulos, usando-se equipamentos apropriados (Bovi et al., 1997).

Medidas de massa: massa seca é utilizada preferencialmente à massa fresca, pois o teor de água é variável, dependendo das condições de cultivo, colheita e armazenamento pós-amostragem. Em palmeiras, medidas de massa são facilmente obtidas no estágio de mudas, mas apresentam complicações ao longo do ciclo de vida de uma palmeira devido ao porte da planta.

2.1.3.3 Padronização de medidas

É extremamente importante que se padronize as medidas a serem tomadas em experimentos com pupunheiras, para permitir a comparação entre experimentos. No caso dessa pesquisa, serão mostradas medidas padronizadas para crescimento de plantas.

Altura da planta (cm ou m): É a medida do solo até o ponto entre a flecha e a folha mais nova (a forquilha formada entre a folha flecha, que é mensurada de 0 e a primeira folha expandida, que é numerada de +1). A altura da planta está altamente correlacionada com a biomassa e a área foliar (Clement, 1995), assim como a produção de palmito (Bovi et al., 1992; 1993a; Moreira & Arkcoll, 1988), sendo uma das características mais facilmente mensuráveis em experimentação visando a produção de palmito.

Número de folhas: É o número de folhas verdes completamente expandidas da haste principal. Ignorar folhas amarelas ou mortas, visto que elas não são fotossinteticamente ativas. O número de folhas verdes tende a decrescer com a densidade populacional, o déficit hídrico e a deficiência nutricional e é útil em combinação com outros caracteres.

Número de perfilhos da touceira: Está diretamente relacionado com a duração econômica do cultivo e com a capacidade de regeneração da touceira após a colheita. Deve ser medido logo antes do primeiro corte da touceira.

Diâmetro da base (cm): Em plantas muito jovens é medido no coleto e a 10 cm acima da superfície do solo. Em plantas maiores (acima de 120 cm) o diâmetro é mais facilmente medido a 50 cm de altura, especialmente quando existe farto perfilhamento na base. O diâmetro da base está altamente correlacionado com o peso do palmito (Bovi et al., 1992; 1993a) e a biomassa total, mas é mais difícil de ser mensurado com precisão devido a presença de perfilhos e a ocorrência de espinhos em alguns materiais. Portanto. O diâmetro é uma medida opcional.

Espessura da raqui: A avaliação da espessura da raqui no desenvolvimento da pupunha, serve como um novo comparativo com as demais formas de avaliação. A espessura da raqui é medida com um paquímetro no início da folha maior de cada planta.

Comprimento da folha: Medida para analisar o crescimento da folha em comparativo com as outras formas de avaliação. Medida do início da folha até o ponteiro da folha maior da planta.

2.1.4 Necessidade hídrica da pupunheira

Durante as duas últimas décadas a palmeira pupunha tem sido objetivo de pesquisas intensivas e de desenvolvimento em várias partes da América tropical (Clement, 1995). Estudos sobre a pupunheira no Estado de São Paulo, conduzidos

pelo Instituto Agrônomo de Campinas, afirmam que esta tem alta adaptabilidade as condições agrometeorológicas (Germek et al., 1981) e que entre as palmeiras utilizadas para produção de palmito de boa qualidade, a pupunheira é precoce e relativamente rústica (Bovi, 1998).

A cultura da pupunha é bastante exigente quanto às características físicas e químicas do solo, necessita de adubação balanceada para máxima produtividade e correção da acidez do solo a cada 4 anos (Bovi, 1997).

Segundo Bovi (1997; 1998) não foi encontrado resultados de pesquisa indicando a demanda de água para o cultivo. Não obstante, reconhece-se pela prática que a exigência de água pela pupunheira, quando esta é cultivada para produção de palmito, é elevada, sendo necessária irrigação complementar quando o plantio é feito em áreas com déficit hídrico. No caso da pupunheira, o déficit hídrico tem efeitos marcantes, não só pela redução do crescimento da palmeira, bem como pela diminuição do rendimento, afetando ainda negativamente a qualidade do palmito obtido.

Em contrapartida, Alves Junior et al (2004) observou-se em um estudo relacionado à lâmina de irrigação da pupunheira para o Estado de São Paulo no município de Ilha Solteira. Na pesquisa estudou-se a escolha da lâmina de irrigação utilizando árvore de decisão. Com dados para as condições locais de Ilha Solteira, considerando a variabilidade da vida útil dos equipamentos e dos preços ao produtor.

Para estas condições, onde não se considerou a cobrança pelo uso agrícola da água. A aplicação da lâmina de 1,0 evaporação do tanque classe A (ECA de 4 mm) apresenta-se como a melhor escolha, por fornecer a maior esperança de receita líquida e uma probabilidade de 90,8% da receita líquida ser superior a 0. A aplicação da lâmina de 0,5 ECA (2 mm) deve ser desconsiderada como escolha, por apresentar uma esperança de receita líquida inferior a obtida sem o uso da irrigação. Pela Tabela 3, tem-se as lâminas utilizadas nos tratamentos descritos anteriormente e suas respectivas produtividades.

Tabela 3 - Lâmina de irrigação e produtividade anual

Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)
sem irrigação	700
0,5 ECA (2mm)	1700
0,75 ECA (3,25mm)	2400
1 ECA (4mm)	2500

Fonte: Hernandez (2001b)

Nas regiões onde há insuficiência ou má distribuição de chuvas, em alguns períodos do ano, torna-se inviável a exploração agrícola econômica, daí porque a irrigação justifica-se como recurso tecnológico indispensável para o aumento da produtividade das culturas. Entretanto a viabilidade econômica é um fator indispensável para sua adoção pelos agricultores (Frizzzone et al., 1994).

Segundo Azevedo (1983) e Clark et al (1993) a agricultura irrigada exige alto investimento em obras e aquisições de equipamentos, transporte, controle e distribuição de água, além de gastos com energia e mão-de-obra para operação do sistema, que representam importantes custos adicionais, com os quais devem ser pagos pelo incremento de produtividade proporcionado pelo fornecimento de água às plantas.

Como visto anteriormente, a cultura da pupunheira trata-se de uma espécie tropical, e a região onde possivelmente ela será cultivada, deverá ter precipitação anual média de 1800 mm bem distribuídos. Esse valor corresponde a 150 mm/mês de chuva. Sendo que nas regiões do Estado de São Paulo, mais precisamente no município de Piracicaba a precipitação média anual é de aproximadamente 1250 mm. Com essa precipitação anual teremos aproximadamente uma precipitação mensal de 105 mm. Dessa forma, faz-se necessário o uso da irrigação complementar para suprir a demanda hídrica ao longo do ano na cultura.

Em geral os produtores sabem que a utilização da irrigação é obrigatória, porem o mesmo não ocorre em relação ao uso da fertirrigação, ficando o consenso apenas para os técnicos que trabalham na área de irrigação. Também, as recomendações vigentes hoje para adubação (Bovi & Cantarella, 1996) não fazem a diferenciação entre o fornecimento de adubos sólidos aplicados na superfície do solo e o uso da fertirrigação.

2.1.4.1 Irrigação

Diante dos conflitos atualmente vistos no mundo e no cenário que se visualiza no futuro próximo de mudanças climáticas, falta de alimentos e substituição da matriz energética para os veículos automotivos e para as indústrias, destacam-se o uso restritivo e a disputa pela água entre os variados segmentos da sociedade, tanto do ponto de vista regional quanto continental.

O território brasileiro é privilegiado por possuir aproximadamente 12% da água doce do mundo, mesmo assim existem áreas de conflito e escassez. A visão que se passa de abundância da água é enganosa, isso porque a concentração de 74% da disponibilidade hídrica situa-se na Amazônia, onde habita apenas 5% da população do país (ANA 2007).

A agricultura irrigada é conhecida como a maior usuária de água doce do mundo, sendo responsável pelo consumo de 69%. No mundo, aproximadamente 18% da água são para cultivos irrigados, sendo responsável por 14% da produção agrícola (ANA 2007).

A necessidade hídrica é devido ao processo metabólico das plantas, principalmente no processo de transpiração. As plantas absorvem água do solo pelas raízes e apenas uma pequena parte é incorporada na matéria vegetal, na forma de água constituinte, e grande parte é perdida pelas folhas pelos estômatos na forma de vapor de água. Quando não se tem água disponível no solo acontece o que chamamos de estresse hídrico, em algumas culturas faz-se necessário o uso deste artifício para melhor produção, em outras é necessário irrigação plena. A exigência da água, no entanto é intrínseca as plantas, se não satisfeita altera o crescimento e a produção.

Pela Figura 1, observa-se os principais métodos de irrigação utilizados no Brasil: superfície (inundação ou sulco), aspersão (convencional, canhão, carretel), pivô central e localizada (gotejamento e microaspersão). O método considerado ideal é aquele que melhor se adequa às condições locais de topografia, clima, tipo de solo e de cultivo, disponibilidade e qualidade da água, mão-de-obra e energia.

Figura 1 - Irrigação por sulco (a), pivo central (b), canhão (c), gotejamento (d,e) e microaspersão (f)

No Brasil são irrigados 3,44 milhões de hectare, isso corresponde a 5,9% da área cultivada no país. A região Sul é a que se destaca por apresentar a maior área com irrigação, isso devido ao cultivo do arroz irrigado por inundação no Estado do Rio Grande do Sul (Figura 2).

Neste cenário estimado ressalta-se a potencialidade brasileira de incorporação de 13% de novas áreas para agricultura irrigada. Diante do exposto, da necessidade de atendimento aos usos múltiplos da água e do fato de existirem regiões de conflito pelos recursos hídricos, necessário se faz que a gestão do uso da água pela irrigação seja racional, econômica e ecologicamente sustentável.

Figura 2 - Área irrigada (ha) pelos diferentes métodos de irrigação e por região do Brasil
Fonte: Christofidis (2006).

No levantamento dos equipamentos pressurizados comercializados no período de 2001 a 2007, realizado pela Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação (CSEI) da ABIMAQ, verificou-se a tendência atual do crescimento da agricultura irrigada. De acordo com essas informações, nota-se que no período houve aumento da área com irrigação localizada e redução da taxa de crescimento da área irrigada por pivô central (Figuras 3 e 4).

Figura 3 - Porcentagem relativa à comercialização de diferentes sistemas de irrigação pressurizados, no período de 2001 a 2007
Fonte: Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação (CSEI) da ABIMAQ.

Figura 4 - Aumento da área irrigada por sistemas de irrigação pressurizados, no período de 2000 a 2007 Fonte: Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação (CSEI) da ABIMAQ.

Observa-se o aumento da área irrigada por sistema de irrigação pressurizado, no período de 2001 a 2007 (CSEI -ABIMAQ). As oscilações na comercialização de sistemas de irrigação, como a redução nos anos de 2005 e 2006, provavelmente estão associadas à conjuntura econômica do setor agrícola do país.

A importância da irrigação nas regiões onde esta consiste em prática essencial é clara e o manejo da água é de fácil estabelecimento. Este é o caso das regiões áridas e semi-áridas ou das áreas com épocas definidas de baixa precipitação, como o período de inverno seco na região Mogiana Paulista. Em regiões onde ocorre precipitação, ainda que eventuais, o uso da irrigação passa a ser complementar: o uso da água na irrigação deve atender à demanda das culturas de forma sustentável, e nas regiões onde ocorrem chuvas significativas, estas devem ser consideradas no processo de planejamento, gestão e manejo da água. Em abordagem sobre a agricultura irrigada sob os riscos das mudanças climáticas, Sentelhas & Costa (2007).

Na pesquisa em questão utilizou-se o sistema de irrigação por microaspersão devido à ampliação da área molhada. Sendo que as raízes da pupunheira abrangem uma grande área do redor da planta e a grande necessidade diária de água pela cultura. O sistema de irrigação por microaspersão tem suas vantagens e também desvantagens. Como vantagem podemos citar a alta vazão aplicada de água e como principal desvantagem o molhamento das entrelinhas de plantio fazendo com

que o mato também se utilize da água de irrigação para se desenvolver. Sendo assim o manejo na entrelinha fica dificultado nos primeiros anos da cultura.

2.1.5 Adubação da pupunheira

2.1.5.1 Adubação Mineral (NPK)

Utilizado na síntese de proteínas e compondo parte da estrutura da molécula de clorofila, o elemento Nitrogênio é vital para o crescimento vegetativo das palmeiras (Salisbury & Ross, 1991). Podemos notar visivelmente a deficiência em nitrogênio na planta quando ocorre a ausência de adubação nitrogenada. Isso porque a falta desse elemento é significativamente afetada sobre o crescimento vegetativo da palmeira. (Rodrigues et al., 1997, Tampubolon et al., 1990 e Bonneau et al., 1993).

De acordo com Zamorra (1984), implantou na cultura da pupunheira o nitrogênio, fosforo e potássio em condições de campo, e verificou a influência desses nutrientes na dinâmica nutricional. Sendo assim, a partir desse experimento verificou-se que o nitrogênio foi o elemento que mais influenciou nos parâmetros avaliados. Portanto, é muito importante para produção de biomassa.

Já Gusman (1985) realizou um experimento na Costa Rica com pupunheira, onde ele avalia o efeito de quatro doses de nitrogênio sobre as características: peso médio do palmito bruto e líquido, rendimento bruto e número de plantas por ha/ano. Concluiu que o aumento de nitrogênio influenciava positivamente os parâmetros avaliados, até a dose de 367 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹.

Bovi e Clement (2000) afirmam que várias são as correlações positivas encontradas entre algumas características vegetativas da planta, tais como: diâmetro do colo, altura, número de folhas e diâmetro do palmito em pesquisas realizadas anteriormente por Bovi et al. (1988, 1992, 1993a) e Clement et al. (1998). Os autores afirmam que a análise de crescimento em pupunheira é bastante recomendada, pois por meio dela pode-se identificar e quantificar, com precisão adequada, respostas da planta aos tratamentos adotados.

Em estudo sobre o acúmulo de biomassa radicular em pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) e colonização por micorrizas arbuscular, em função da adubação com NPK, Bovi et al (2000), foi encontrado uma variação na biomassa radicular para diferentes quantidades de NPK aplicadas, com aumento de 112% na colonização

por micorriza e de 31% na biomassa radicular, para o tratamento que recebeu de 200 kg. ha⁻¹ ano⁻¹, em relação à testemunha.

Bovi et al. (2000) conduziram um experimento com pupunheiras em Ubatuba-SP, onde o solo era do tipo Aluvial Álico, estudando os efeitos de quatro doses de nitrogênio, fosforo e potássio, aplicados em cobertura sobre alguns parâmetros de crescimento foi obtido com doses anuais de 400 kg de N, 0 kg de P₂O₅ e 200 kg de K₂O por ha.

Segundo Bovi (1998) e Bovi et al (1998), o numero de folhas é um parâmetro que reflete bem o efeito de estresse hídrico e adubação, com respostas significativas a níveis crescentes de nitrogênio e laminas de irrigação.

2.1.5.2 Adubação Orgânica

A aplicação de matéria orgânica no solo na implantação da cultura favorece o desenvolvimento de raízes da planta junto ao solo, sendo assim permite incrementar o crescimento da pupunheira e a penetração das raízes no solo.

Resultados de pesquisas desenvolvidas por pesquisadores do IAPAR (Chaimsohn et al, 2007), comprovaram que a aplicação de matéria orgânica pode favorecer o desenvolvimento das raízes da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), permitindo incrementar o crescimento da planta e a penetração das raízes no solo. O sistema radicular de toda palmeira é constituído por raízes primarias grossas e fibrosas, raízes secundárias, terciarias e quaternárias progressivamente são consideradas os principais órgãos de absorção das palmeiras e podem alcançar um desenvolvimento ótimo se a fertilidade e a matéria orgânica do solo forem altas.

O sistema radicular sendo muito superficial, pode chegar de 70 a 80% das raízes que se localizam nessa área à profundidade de aproximadamente 40 cm, estendendo-se em um raio de aproximadamente 40 cm ao redor da planta. Sendo assim, se forem melhoradas as características físicas do solo pode-se ter uma melhora da absorção de nutrientes do solo.

O objetivo do trabalho dos pesquisadores citados acima foi documentar a densidade de raízes finas e grossas da pupunheira, cultivada para produção de palmito, com adubação orgânica comparado a fertilização química e químico-orgânica.

Concluiu-se então no decorrer desse experimento de Chaimsohn (2006) que nas plantas onde se aplicou o fertilizante orgânico tiveram 3,97 e 1,46 vezes mais densidade de raízes grossas em relação a aquelas nas quais se aplicou o fertilizante químico e químico-orgânico, respectivamente.

Segundo Chaimsohn (2006), o resultado demonstra que a aplicação de matéria orgânica pode favorecer o desenvolvimento radicular direta ou indiretamente. A aplicação de fertilizantes orgânicos estimula a produção de raízes finas. Indiretamente, os adubos orgânicos podem melhorar as propriedades físicas do solo, assim como a estrutura e a densidade aparente através de um efeito flocculante próprio da matéria orgânica, que melhora o movimento do ar, da água e dos nutrientes, permitindo incrementar o crescimento e a penetração de raízes no solo. Os fertilizantes orgânicos também podem aumentar a capacidade de intercâmbio catiônico dos solos e favorecer a proliferação de micro organismos benéficos.

A aplicação de matéria orgânica pode favorecer o desenvolvimento radicular direta ou indiretamente. A aplicação de fertilizantes orgânicos estimula a produção de raízes finas (Vance e. Nadkarni, 1992; Tufekcioglu et al., 1999; He et al., 2000; Vega et al., 2005), o que favorece a absorção de nutrientes. Indiretamente, os adubos orgânicos podem melhorar as propriedades físicas do solo, como a estrutura e a densidade aparente, através de um efeito flocculante próprio da matéria orgânica, que melhora o movimento do ar, da água e dos nutrientes, o que permite incrementar o crescimento e a penetração de raízes no solo. Os fertilizantes orgânicos também podem aumentar a capacidade de intercâmbio catiônico dos solos e favorecer a proliferação de microorganismos benéficos (Bovi et al., 1999; Molina, 2000; Veja et al., 2005).

Considerando-se a perspectiva da produção orgânica de palmito, Chaimsohn (2006) afirma que os resultados são promissores. Além disso, observa, é evidente que a produção sustentável, como uso racional de fertilizante orgânico, requer um melhor preço para o palmito por seu maior custo de produção e em razão de agregar vantagens comparativas na comercialização do palmito in natura.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Localização e caracterização do experimento

2.2.1.1 Descrição da área experimental

A pesquisa foi conduzida na área experimental do Departamento de Engenharia de Biosistemas, na fazenda Areão, pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, localizada no município de Piracicaba – SP, situada a uma altitude de 576 m acima do nível do mar, com as coordenadas geográficas: 22° 42’ 30” latitude Sul e 47° 30’ 00” de longitude Oeste.

O tipo de solo existente na área experimental é classificado como Terra Roxa Estruturada (Alfisol), série Luiz de Queiroz, apresentando declividade média de 5%.

Figura 5 - Localização e vista geral do experimento

De acordo com a classificação de Koppen, o clima nessa região é do tipo CWa, correspondendo a subtropical úmido, verão chuvoso, e inverno seco. A precipitação média anual é de 1247 mm e a temperatura média 21,1°, umidade relativa média de 74% e velocidade do vento de 2,2 m.s⁻¹ com direção E/SE predominantemente (Ometto, 1981).

Para se determinar os principais parâmetros físicos do solo da área experimental onde a cultura foi implantada, foram retiradas amostras de solo, nas

profundidades de 0,0-0,2 m; 0,2-0,4 m, para a determinação das características físico-hídricas (Figura 6).

Figura 6 - Curva de retenção da água no solo, nas camadas de 0,0-0,2 m e 0,2-0,4 m, em solo Terra Roxa Estruturada

Pela Tabela 4, observam-se os valores da análise granulométrica e densidade do solo e pela Tabela 5 a análise química inicial do solo.

Tabela 4 - Análise granulométrica do solo nas camadas de 0,0-0,2 m; 0,2-0,4 m e 0,4-0,6 m

Profundidade (m)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Densidade do solo (g.cm ⁻³)
0,0-0,2	40,87	27,64	31,49	1,60
0,2-0,4	47,62	23,16	29,23	1,42
0,4-0,6	50,30	23,53	26,17	1,44

Tabela 5 - Análise granulométrica do solo nas camadas de 0,0-0,2 m; 0,2-0,4 m e 0,4-0,6 m

Camada (m)	pH CaCl ₂	M ₂ O ₃ g.dm ⁻³	P mg.dm ⁻³	S-SO ₄ mg.dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al mmol _c .dm ⁻³	SB	T	V (%)
0,0-0,2	4,7	30	40	46	4,0	40	16	2,0	42	59	101	58
0,2-0,4	4,8	23	40	42	2,0	40	15	1,0	38	60	98	61

2.2.1.2 Implantação da cultura

Na área experimental, foi implantado um cultivo de pupunheira (Figura 7) em junho/2010, com espaçamento de 2,0 m entrelinhas e 1,0 m entre plantas, a partir da abertura de covas de 0,3 m de largura e 0,2 m de profundidade.

Figura 7 - Vista parcial do experimento aos 10 meses (a) e planta de palmeira pupunha (b). Como a cultura foi implantada no inverno (Junho 2010), ocorreram mortes de plantas, sendo necessária a realização de replantios, realizados ao longo dos meses

Empregou-se o sistema de irrigação microaspersão autocompensado da marca naandanjain inseridos na entrelinha de plantio no espaçamento 4 x 4 m com vazão de 41 L h⁻¹ e pressão de serviço de 25 mca. A água utilizada para irrigar era bombeada de uma barragem localizada na fazenda Areão. Foi feita uma análise da qualidade da água para verificar as características físico-químicas (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise química da água utilizada para irrigação

Parâmetros analisados	Unidade	Resultado da análise de água
Alcalinidade (CO ₃ ²⁻ + HCO ₃)	mg L ⁻¹	21,0
Cloreto (Cl ⁻)	mg L ⁻¹	3,5
Nitrato (N-NO ₃)	mg L ⁻¹	1,4
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg L ⁻¹	9,5
Fósforo (P)	mg L ⁻¹	0,05
Amônio (N- NH ₃)	mg L ⁻¹	0,3
Sódio (Na ⁺)	mg L ⁻¹	2,3
Potássio (K ⁺)	mg L ⁻¹	3,0
Cálcio (Ca ²⁺)	mg L ⁻¹	4,6
Magnésio (Mg ²⁺)	mg L ⁻¹	1,9
Ferro (Fe)	mg L ⁻¹	0,03
Cobre (Cu)	mg L ⁻¹	0,01
Manganês (Mn)	mg L ⁻¹	0,01
Zinco (Zn)	mg L ⁻¹	0,07
Condutividade elétrica	mS cm ⁻¹	0,10
PH		7,6
Acidez	mg L ⁻¹	2,5
Gás Carbônico (CO ₂)	mg L ⁻¹	1,0

Os dados climáticos referentes ao período de Julho/2010 a Agosto/2011 foram obtidos por uma estação meteorológica automatizada, localizada próxima a área experimental, cujos valores serão apresentados posteriormente.

2.2.1.3 Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 4 x 4 com os tratamentos dispostos em faixas, totalizando 16 tratamentos, constituídos da combinação de: dois tipos de adubação orgânica (esterco bovino e esterco suíno), uma adubação mineral (NPK), uma testemunha. A unidade experimental é representada por um bloco de plantas dispostos em diferentes cores (Figura 8). Foram realizadas análise de variância e testes de médias para as variáveis estudadas.

Figura 8 - Lay-Out da área experimental

2.2.1.4 Tratos culturais

Para evitar a competição com plantas daninhas (plantas invasoras), essas foram controladas com capinas manuais na linha e entrelinha de plantio e controle químico na linha com pré-emergente Discovery (FMC) 300 g 20⁻¹ L de calda e na entrelinha com Glifosato (Milenia) 3,5 L ha⁻¹.

O controle de doenças e pragas foram feitos com pulverizações mensais preventivas, aplicando fungicida Benomyl (10 g 15⁻¹ L), inseticidas Nuvracon (35 mL 15⁻¹ L) e Thiodan (50 mL 15⁻¹ L).

2.2.1.5 Avaliação do desenvolvimento vegetativo

As respostas da pupunheira aos tratamentos foram avaliadas a cada 2 meses a partir do plantio por medições do desenvolvimento da cultura em todas as plantas úteis de cada parcela considerando-se as características conforme recomendações de Clement e Bovi (2000):

- a) Diâmetro do caule da planta: medido na região do colo da planta, aproximadamente de 10 a 15 cm acima do solo, com paquímetro.
- b) Altura da planta: medida da base do tronco ao ponto de inserção da folha mais nova totalmente aberta, início da flecha.
- c) Número de perfilhos por planta: feito mediante contagem simples, mas não foi levado adiante esses dados devido ao baixo número de perfilhos que a planta soltou ao longo de um ano de experimento.
- d) Número de folhas: foram contadas apenas as folhas vivas abertas, ignorando as amarelas uma vez que estas são fotossintéticas inativas.
- e) Comprimento da folha: Medido pelo escalímetro do início da bainha de inserção da folha até o ponteiro.
- f) Espessura da raqui: medida com paquímetro a espessura da raqui, compreendido na bainha de inserção da folha (início da folha).

Assim que se iniciaram as avaliações foram analisadas planta a planta, num total de aproximadamente 700 palmeiras pupunha. Avaliações se estenderam durante o mês de Julho do ano 2010 até o mês de Agosto de 2011.

2.2.1.6 Metodologia para aplicação do adubo orgânico no experimento

A partir de pesquisas realizadas anteriormente, serão adotadas algumas variáveis a serem observadas nesta pesquisa, tendo como embasamento a adubação mineral, citando elementos prontamente disponibilizados (NPK) e tratamentos com adubação orgânica em confronto com a adubação mineral (esterco bovino e esterco suíno). As Figuras 9A, 9B e 9C, mostram aparentemente as composições dos três tipos de adubo utilizados em questão.

Figura 9 - Amostra de esterco bovino (A), Amostra de esterco suíno (B), Amostra de adubo mineral (N – pontos brancos, P – pontos cinzas e K – pontos vermelhos) (C)

O adubo orgânico esterco bovino utilizado no projeto de pesquisa foi obtido na própria ESALQ/USP junto ao Departamento de Zootecnia. Já o adubo orgânico utilizado de “esterco suíno” foi proveniente da região de Indaiatuba/SP. A partir daí as recomendações foram feitas pelo Departamento de Ciência do Solo (LSO) da ESALQ/USP, onde buscou-se relacionar com a análise de solo da área em questão.

As especificações dos nutrientes presentes em cada um dos materiais orgânicos se deu pela empresa Bioagri localizada em Piracicaba.

A área considerada para o experimento foi de 1400 m² com um total de aproximadamente 700 plantas dispostas na respectiva área. A recomendação foi balizada pelo elemento Fósforo da adubação mineral, devido esse elemento ser o fator preponderante para o desenvolvimento das raízes das plantas. Segundo o IAC, a dose recomendada é de 60 kg de N ha⁻¹, 140 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 30 kg de K₂O ha⁻¹. A fonte de N, P e K é uréia, Super fosfato simples e Cloreto de Potássio, respectivamente.

O tratamento com fertilizante mineral como fonte do elemento N utilizado foi a uréia, composto bastante solúvel e volátil. Segundo os fabricantes a uréia garante 45% de N na sua composição. Sendo assim a dose a ser aplicada por hectare é de aproximadamente 134 kg. Portanto a dosagem para a área em questão é de 19 kg, correspondendo a 31,2 g por planta.

A fonte de fósforo aplicada foi feita pelo composto superfosfato simples, fertilizante com predominância de P₂O₅. O superfosfato simples garante 18% do elemento fósforo pelo fabricante, a dose por hectare a partir dos dados do IAC é de 777,7 kg ha⁻¹. Com isso a dosagem para a área experimental é de 108,88 kg, o que corresponde a 181,46 g/planta. Por fim a fonte mineral de potássio veio do fertilizante KCl, com garantia de 60% de K. A dose por hectare é de 50 kg, sendo que a dose para 1400 m² é de 7 kg, consequentemente a dosagem por cova é de 11,6 g.

Para aplicação do adubo mineral de esterco suíno seguiu-se a análise laboratorial onde se garantia que para o elemento fósforo (essencial para desenvolvimento de raízes) a amostra fornecia 12.664 mg kg⁻¹, portanto para a área se faz necessário 5 toneladas o que corresponde a 8,54 kg/planta.

Por fim no caso do esterco bovino a amostra indica presença de 6.771 mg kg⁻¹ do elemento fósforo, a dosagem para a área do trabalho é de 12,8 toneladas, correspondendo a 21,34 kg/planta.

2.2.1.7 Manejo da irrigação

O manejo da irrigação foi feito com base em dados de umidade do solo obtidos a partir de leituras de tensiômetro/curva de retenção, de acordo com os tratamentos adotados.

Durante o período de Julho/2010 a Agosto/2011, a irrigação foi realizada de forma a garantir um desenvolvimento uniforme do sistema radicular.

Ao final da imposição da deficiência hídrica foram retiradas 24 amostras de solo (uma para cada combinação de tratamentos) para quantificação da umidade pela metodologia gravimétrica, uma vez que os tratamentos chegaram a níveis baixos de umidade ($\psi_m < -90$ kPa), não sendo possível a medida por tensiometria. As amostras retiradas foram colocadas em recipientes de alumínio com peso já determinado e com boa vedação, sendo posteriormente pesadas (m_u), levadas à estufa (105 °C) por 48 horas e pesadas novamente (m_s) e calculada a umidade atual do solo com a eq. (3).

$$U = \frac{m_u - m_s}{m_s} \quad (1)$$

em que:

U - umidade gravimétrica, em $g\ g^{-1}$;

m_u - massa de solo úmido, em g; e

m_s - massa de solo seco em estufa, em g.

Essa metodologia não foi realizada em todas as repetições por ser uma metodologia destrutiva, em que o solo é removido, alterando as condições da parcela amostrada e podendo danificar o sistema radicular das plantas.

2.2.1.8 Conteúdo de água no solo

A umidade do solo foi obtida mediante a aplicação do modelo de van Genuchten (1980) (eq. 1), com base nos parâmetros apresentados na Tabela 2.

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1 + (\alpha |\psi_m|)^n]^m} \quad (2)$$

em que:

$\theta(\psi_m)$ - umidade volumétrica em função do potencial mátrico, $m^3\ m^{-3}$;

θ_r - umidade volumétrica residual do solo, $m^3\ m^{-3}$;

θ_s - umidade volumétrica do solo saturado, $m^3\ m^{-3}$;

m e n - parâmetros de regressão da equação, adimensionais;

α - parâmetro com dimensão igual ao inverso da tensão, kPa^{-1} ; e
 ψ_m - potencial mátrico, kPa .

A variação de volume de água armazenado no solo foi determinada pela variação na umidade volumétrica já que o volume total de solo é conhecido. O potencial da água no solo foi medido por meio de tensiômetros instalados a 0,20 e 0,40 m de profundidade representando a área total do experimento em campo. Com as leituras médias do potencial mátrico (ψ_m) para a área representada, calculou-se a necessidade de irrigação para elevar a umidade do solo à capacidade de campo.

2.2.1.9 Variáveis meteorológicas

A evapotranspiração de referência foi estimada pelo método padrão da FAO, conforme a eq. (3).

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (DPV)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (3)$$

onde:

ET_0 - evapotranspiração de referencia, mm dia^{-1} ;

R_n - saldo de radiação na superfície, $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$;

G - fluxo de calor no solo, $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$;

T - temperatura média do ar a 2 m de altura, $^{\circ}\text{C}$;

u_2 - velocidade do vento a 2 m de altura, m s^{-1} ;

DPV - déficit de pressão de vapor, kPa ;

Δ - declividade da curva de pressão de vapor, $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$; e

γ - constante psicrométrica, $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$;

As variáveis meteorológicas monitoradas foram radiação solar global, por meio de piranômetro (LP02-L12 - Campbell Sci.) e umidade relativa e temperatura do ar, por meio de sensor Vaisala (HMP45C-L12 - Campbell Sci.). Os sensores estavam instalados a 2,0 m de altura no centro da área experimental. Os dados foram adquiridos a cada 30 segundos e integrados inicialmente a cada 15 minutos por meio de sistema de aquisição ou “datalogger” (Campbell CR1000).

Com os dados meteorológicos diários calculou-se a evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}) pelo método padrão da FAO (ET_0). Como a velocidade do vento no interior da estufa é muito baixa, esse valor foi fixado em $0,5 \text{ m s}^{-1}$. O Boletim FAO 56 recomenda que, em geral, a velocidade do vento a 2 m (u_2) deve ser mantida em um valor mínimo de $0,5 \text{ m s}^{-1}$, quando utilizada na equação de ET_0 . Isso é necessário para explicar os efeitos da instabilidade da camada limite e flutuabilidade do ar que promovem a troca de vapor à superfície quando o ar está calmo. Este efeito ocorre quando a velocidade do vento é baixa e a flutuação de ar quente provoca a troca de ar na superfície. Estabelecendo-se o valor de u_2 igual a $0,5 \text{ m s}^{-1}$ na equação ET_0 , melhora-se a precisão da estimativa nas condições de velocidade do vento muito baixas (ALLEN et al., 1998).

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Pesquisa analisada para comparação

Primeiramente, para fins comparativos com a presente pesquisa observou-se o experimento de Ramos et al (2002), onde se avaliou o efeito da irrigação complementar por gotejamento no desenvolvimento vegetativo da pupunheira (*Bactris Gasipaes* Kunth) com três anos de idade. Sendo que durante 94 dias, durante os meses de agosto a novembro de 1997, foram estabelecidos 4 níveis de irrigação, baseados nas porcentagens de 25% (T1), 50% (T2), 75% (T3) de água disponível consumida em função da evapotranspiração de referência comparadas com a testemunha (T4). Com turnos de rega de 2, 4 e 6 dias respectivamente.

A resposta das plantas dos diferentes tratamentos foi avaliada por meio da taxa absoluta de crescimento das características do diâmetro do caule, altura da planta, comprimento da raqui, número de perfilho, número de folha e emissão de folhas novas. Ramos et al (2002) verificou que o tratamento 1 (25%) foi superior aos demais para número de folhas emitidas, enquanto para a característica altura e diâmetro, o mesmo só diferiu significativamente da testemunha. Já o tratamento 2 (50%) e 3 (75%) não diferiram estatisticamente entre si.

Comparando os tratamentos irrigados, Ramos indica que, especialmente durante os períodos de déficit hídrico, observou-se que o melhor desenvolvimento, principalmente em diâmetro e número de folhas novas, foi obtido no menor turno de rega (T1=2dias). Essa informação foi de valor fundamental no cultivo da pupunheira para produção de palmito, pois o rendimento por planta está diretamente ligado ao

diâmetro da planta e o número de folhas. O déficit hídrico é um dos principais fatores climáticos limitantes ao cultivo da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), especialmente quando o objetivo principal é a produção de palmito. Sendo que a irrigação complementar realizada vai suprir essa deficiência, nos meses com período de maior seca.

No referido período do experimento a temperatura média mensal do ar no mês de agosto foi de 19° C. Com o aumento da temperatura nos meses seguintes, a frequência da irrigação aumentou em função do aumento da demanda evaporativa e o fornecimento de água foi mais intenso, com turnos de rega correspondentes aos tratamentos 1, 2 e 3. Pelas Figuras 10, 11 e 12, pode-se observar os resultados obtidos por Ramos et al (2002) para diâmetro de caule, altura de planta e número de folhas novas.

Com isso, pôde-se ter um complemento à pesquisa em questão, para fins de objetivar uma melhor produção aliando a adubação (orgânica e mineral) com a irrigação. Pelas Figuras 10, 11 e 12, observa-se que os tratamentos de 25% de turno de rega não respondeu muito bem no início. Iniciou com aproximadamente 10,5 cm, e entre 60 e 100 dias aproximadamente teve um aumento considerável com relação aos demais. Esse tratamento foi o melhor se desenvolveu no parâmetro avaliado (diâmetro do caule ou colo) até o período de 165 dias. Os tratamentos com turno de rega de 50% e 75% tiveram desempenhos semelhantes.

Figura 10 - Crescimento médio em diâmetro na região do colo segundo o período de avaliação (T1; T2; T3 e T4 = 25%; 50%; 75% de água disponível e testemunha, respectivamente) (Fonte: Ramos, 2002).

O crescimento médio medido para altura de plantas, referentes aos tratamentos 1, 2 e 3, iniciaram com tamanhos aproximados entre 115 e 120 cm de altura. O ponto de maior inflexão foi após os 60 dias novamente, finalizando com o

tratamento de numero 2 com melhor desenvolvimento. Ao final dos 165 dias, os tratamentos atingiram entre 200 e 220 cm de altura, sendo que o de melhor desempenho foi referente ao tratamento 2, com taxa de 50% de turno de rega.

Figura 11 - Crescimento médio em altura segundo o período de avaliação (T1; T2; T3 e T4 = 25%; 50%; 75% de água disponível e testemunha, respectivamente)
(Fonte: Ramos, 2002)

Pela Figura 12, no início das avaliações as folhas novas emitidas estão entre 0,7 e 0,9. Isso significa que a planta ainda estava em fase de formação. Aos 30 dias nota-se uma diminuição para todos os tratamentos, isso se deve ao fato da pupunha perder folhas ao longo do seu crescimento. Então possivelmente nesse período teve uma grande perda de folhas. A partir daí, retoma-se a emissão de folhas gradual até os 95 dias. Dos 95 dias até aproximadamente os 130 dias a emissão de folhas teve uma taxa bem maior que nos demais períodos. Mas, em contrapartida, tem-se novamente queda de folhas a partir dos 130 dias até o final das avaliações.

Figura 12 - Média do número de folhas novas emitidas segundo o período de avaliação (T1; T2; T3 e T4=25%; 50%; 75% de água disponível e testemunha, respectivamente)
(Fonte: Ramos, 2002).

2.3.2 Dados meteorológicos

Durante o período de condução do experimento (01/07/2010 a 29/09/2011), foram registrados os dados meteorológicos (Figura 13A, 13B e 13C), cujos valores diários de Temperatura, Umidade Relativa, Radiação Solar e Evapotranspiração de referência estão disponíveis no Anexo A.

Durante o período que compreende entre os meses de Julho de 2011 até Setembro de 2011, é o período onde temos as menores taxas de precipitação do ano. Nesse período é onde requer maior uso da irrigação na pupunheira nas condições da localidade da cultura. O valor máximo de ET_0 ocorreu no dia 29/08/2011, ($2,22 \text{ mm dia}^{-1}$), e o valor mínimo incidiu logo após, no dia 31/08/2011 ($1,09 \text{ mm dia}^{-1}$), em função da queda abrupta da radiação solar e temperatura, e consequentemente, elevada umidade relativa do ar. Entretanto, em seguida, os valores de radiação solar e temperatura aumentaram, atingindo valor máximo no dia 05/09/2011 ($2,79 \text{ mm dia}^{-1}$). As médias do período em questão para radiação solar, temperatura média e ET_0 foram, respectivamente, $5,81 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, $21,61^\circ\text{C}$ e $1,62 \text{ mm dia}^{-1}$. Sendo assim, como a pupunha requer plena irrigação nessa época, se faz necessário o uso do sistema de irrigação diariamente. Para que se tenha uma taxa de aplicação e lamina necessária de 4 mm, isso devido a alta taxa de transpiração da planta e evaporação do solo.

Figura 13 - Comportamento diário das variáveis meteorológicas; temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmín), temperatura média (Tmed), umidade relativa máxima (URmax), umidade relativa mínima (URmin), umidade relativa média (URmed), radiação solar (Rs) e evapotranspiração de referência estimada(ET0)

2.3.3 Avaliações do desenvolvimento vegetativo: Altura das Plantas

Em termos da avaliação do desenvolvimento vegetativo em relação à altura de plantas, pela Tabela 7 podem ser observados os valores médios para cada tratamento dentro das respectivas avaliações, durante o período de julho/2010 a agosto/2011. Procedeu-se um teste de comparação de médias, o qual mostra se há diferença entre as médias dos tratamentos.

Tabela 7 - Valores médios de altura das plantas para as respectivas avaliações e tratamentos

Tratamentos	Avaliação 1 (22/10/2010)	Avaliação 2 (23/12/2010)	Avaliação 3 (25/02/2011)	Avaliação 4 (26/04/2011)	Avaliação 5 (30/06/2011)
Testemunha (T1)	7,61a*	11,63 a	15,52 a	19,54 a	23,59 a
Adubo mineral (T2)	7,31 a	11,80 a	15,53 a	20,42 a	25,76 b
Esterco bovino (T3)	8,89 b	12,89 b	18,40 b	23,27 b	28,79 c
Esterco suíno (T4)	8,17 b	14,32 c	20,89 c	26,28 c	31,89 d

* Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Segundo Clement & Bovi (2000) a altura de plantas e o diâmetro da haste principal são parâmetros amplamente utilizados nos estudos de palmeiras, pois são medidas de natureza não destrutiva, facilmente obtidas, especialmente nos estádios iniciais de crescimento e, estão altamente correlacionados à produção de palmito. Sendo assim, eles foram utilizados para verificação da resposta das plantas no crescimento em altura aos tratamentos aplicados.

Diotto et al. (2001), em estudo sobre a relação da influencia dos parâmetros climáticos sobre a taxa de crescimento das pupunheiras, observou que a época do ano alterava a taxa de crescimento calculada em função da altura da planta.

Observou-se que as plantas apresentaram um crescimento contínuo da Avaliação 1 à Avaliação 5, variando de 7,61 cm (Testemunha) a 31,89 cm (Tratamento 4 – Esterco Suíno). De uma maneira geral o esterco suíno apresentou uma maior colaboração em termos do desenvolvimento da altura das plantas, em quase todas as avaliações.

A Figura 14 mostra o desenvolvimento das plantas correlacionando as repetições e os tratamentos analisados em campo decorrente das 5 avaliações descritas anteriormente ao longo do período analisado. O eixo (x) apresenta os tratamentos separados pelas repetições (Blocos) e o eixo (y) os valores médios de cada avaliação e a linha média, a qual é o valor médio dos valores para cada um dos meses avaliados.

Figura 14 - Altura das plantas: Avaliação 1 (A), Avaliação 2 (B), Avaliação 3 (C), Avaliação 4 (D), Avaliação 5 (E), representação gráfica da chuva e radiação líquida durante o período de cultivo (F)

O fato dos índices pluviométricos durante o período de junho a novembro de 2010 não terem atingido a média mensal necessária para a pupunheira; confirma-se a necessidade de irrigação complementar, segundo as condições

agrometeorológicas de Piracicaba. Além disso, a falta de chuvas nesses períodos afetou a fase inicial de estabelecimento das mudas em campo. Segundo Costa (1994), dentre as variáveis meteorológicas, a temperatura tem grande importância por ser um fator ambiental que intervém em praticamente todas as funções da planta. Pode afetar tanto os processos metabólicos como físicos. Para cada processo fisiológico da planta, há uma temperatura mínima, abaixo da qual ele não se realiza. Existe também uma temperatura ótima em que durante certo tempo o processo atinge sua maior intensidade e uma temperatura máxima. Acima da temperatura máxima o processo não se realiza. No experimento em questão as baixas temperaturas e falta de chuva nos meses de julho, agosto, setembro e outubro; fizeram com que as plantas tivessem baixo crescimento e perda de folhas. Com as plantas demorando mais para crescer, dentro de um ano de avaliação, a resposta para os tratamentos demoraram um pouco mais para aparecer.

Pôde-se observar pela Figura 14 A que dentro do Bloco 1, os tratamentos T3 (esterco bovino) e T4 (esterco suíno) apresentaram melhor desempenho em relação aos tratamentos T1 (Testemunha) e T2 (adubo mineral). No Bloco 2 o tratamento T1 ficou abaixo dos demais e abaixo da média, sendo que os demais tratamentos ultrapassaram ou atingiram a média. Contudo, o tratamento T2 (adubo mineral) e o tratamento T4 (esterco suíno) não oscilaram um em relação ao outro e mantiveram-se junto à média. No entanto, o tratamento T3 (esterco bovino), foi o que se sobressaiu aos demais, com valores próximos de 10 cm, na primeira avaliação.

Ainda na primeira avaliação, o Bloco 3, ao contrario das outras anteriores, evidenciou uma sobreposição da testemunha em relação aos outros tratamentos (em torno de 10 cm de altura). Os outros tratamentos (T2, T3 e T4) não atingiram a média geral. Sendo que o tratamento com esterco bovino teve maior resposta aos demais inferiores.

No último Bloco da primeira avaliação, notou-se pouca diferenciação entre os tratamentos. No entanto, o único que ultrapassa a média geral é o tratamento com esterco bovino.

A partir da segunda avaliação notou-se que dentro de meses após a primeira avaliação houve significativo avanço no desenvolvimento da planta em relação à altura da planta. O Bloco 1 da segunda avaliação foi o que obteve melhor desenvolvimento em relação às demais repetições, mantendo-se à frente dos

demaís tratamentos o esterco suíno seguidos do esterco bovino e adubo mineral e por último a testemunha.

No Bloco 2, estão acima da média e praticamente com os mesmos valores os tratamentos T4 e T3 (esterco suíno e esterco bovino), com quase 15 cm de altura, seguido do tratamento com adubo mineral (junto a média da avaliação) e um pouco abaixo da média da avaliação 2 sem a testemunha.

No Bloco 3 da segunda avaliação, ocorreu um incremento de resposta no que diz respeito aos tratamentos com esterco suíno, esterco bovino e a testemunha. Sendo que na avaliação 2, por ordem de resposta se encontraram: testemunha, esterco bovino, esterco suíno e adubo mineral; na avaliação 2, repetição 3 a ordem de resposta quanto a altura se dá por: esterco suíno, testemunha, esterco bovino e adubo mineral. Ocorrendo uma inversão de valores de uma avaliação para outra.

Na avaliação 3 o tratamento 4 (esterco suíno), no Bloco 1, alcançou a marca de 25 cm de altura das plantas, sendo superior aos outros tratamentos. Em todos os outros blocos apresentou o melhor desempenho, sendo que o melhor desempenho foi no bloco 2 e nos blocos 3 e 4 manteve-se aproximadamente igual aos valores médios (Figura 14C). Resultado semelhante foi evidenciado pela avaliação 4 e 5 (Figura 14D), finalizando com o melhor desempenho observado pela adubação orgânica (esterco suíno), com valores próximos a 35 cm nos blocos 1 e 2.

2.3.4 Avaliações do desenvolvimento vegetativo: Comprimento da raqui

Em termos da avaliação do desenvolvimento vegetativo em relação ao comprimento da raqui, pela Tabela 8, podem ser observados os valores médios para cada tratamento dentro das respectivas avaliações, durante o período de julho/2010 a agosto/2011. Procedeu-se um teste de comparação de médias, o qual mostra se há diferença entre as médias dos tratamentos.

Observou-se que as plantas apresentaram um crescimento contínuo do comprimento da Raqui da Avaliação 1 à Avaliação 5, variando de 6,86 cm (Testemunha) a 31,76 cm (Tratamento 4 – Esterco Suíno). Em relação ao comprimento da raqui, o esterco suíno apresentou novamente, de uma maneira geral, uma maior colaboração em termos do desenvolvimento do comprimento da raqui, em quase todas as avaliações. Apenas na primeira avaliação apresentou valor inferior ao esterco bovino.

Tabela 8 - Valores médios do comprimento da raqui para as respectivas avaliações e tratamentos

Tratamentos	Avaliação 1 (22/10/2010)	Avaliação 2 (23/12/2010)	Avaliação 3 (25/02/2011)	Avaliação 4 (26/04/2011)	Avaliação 5 (30/06/2011)
Testemunha (T1)	6,86 a	9,02 a	12,69 a	16,70 a	21,23 a
Adubo mineral (T2)	7,09 a	10,47 b	15,85 b	21,04 b	26,51 b
Esterco bovino (T3)	8,74 b	10,75 b	15,73 b	20,76 b	25,27 b
Esterco suíno (T4)	8,67 b	12,39 c	20,39 c	25,99 c	31,76 c

* Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Ramos (2002) notou que havia variações evidentes no comprimento da raquis foliar, bem como no número, dimensões e coloração dos folíolos. Estudos tem mostrado que a largura e o comprimento da folha podem ser influenciados por fatores ambientais sazonais, como por exemplo, as precipitações (Clement & Urpi, 1983). Dessa forma pela Figura 15F, pode-se observar os índices médios de precipitações no período avaliado e nota-se que os meses de julho a novembro de 2010, a falta de chuva foi prolongada, desse modo não atingiu o índice de precipitação que requer mensalmente a cultura da pupunha. A cultura da pupunheira trata-se de uma espécie tropical, e a região onde possivelmente ela será cultivada, deverá ter precipitação anual média de 1800 mm bem distribuídos.

A Figura 15 mostra o desenvolvimento das plantas correlacionando as repetições e os tratamentos analisados em campo decorrente das 5 avaliações descritas anteriormente ao longo do período analisado. O eixo (x) apresenta os tratamentos separados pelas repetições (Blocos) e o eixo (y) os valores médios de cada avaliação e a linha média, a qual é o valor médio dos valores para cada um dos meses avaliados.

Figura 15 - Comprimento da Raqui: Avaliação 1 (A), Avaliação 2 (B), Avaliação 3 (C), Avaliação 4 (D), Avaliação 5 (E), representação gráfica da chuva e radiação líquida durante o período de cultivo (F)

Primeiramente, a Figura 15A, em termos de Blocos 1 e 2, mostra que o comprimento da raqui teve desenvolvimento semelhante entre os tratamentos com adubo mineral, esterco bovino e suíno, ficando aproximadamente na mesma linha

média de avaliação. A Testemunha foi a única que ficou inferior aos valores da linha média, em todos os blocos. No bloco 2, ainda na primeira avaliação, houve o predomínio do adubo mineral em relação ao comprimento da raqui, sendo o único a ultrapassar a linha média de avaliação.

Da mesma maneira como visto anteriormente em relação à altura de plantas também foi feita a análise dos dados para o comprimento da raqui.

No bloco 3 da primeira avaliação observou-se o melhor desempenho com a aplicação de esterco suíno, seguido do esterco bovino, ambos ultrapassando a linha média, fato esse que se repetiu no bloco 4.

As avaliações de números 3, 4 e 5 seguem os padrões da primeira e segunda, sem nenhuma diferenciação evidente apenas o desenvolvimento natural do diâmetro do caule. De maneira geral, concluiu-se que o tratamento com esterco suíno teve melhor desempenho do que os demais tratamentos.

2.3.5 Avaliações do desenvolvimento vegetativo: Diâmetro do caule

Em termos da avaliação do desenvolvimento vegetativo em relação ao diâmetro do caule, pela Tabela 9, podem ser observados os valores médios para cada tratamento dentro das respectivas avaliações, durante o período de julho/2010 a agosto/2011. Procedeu-se um teste de comparação de médias, o qual mostra se há diferença entre as médias dos tratamentos.

Tabela 9 - Valores médios do diâmetro do caule para as respectivas avaliações e tratamentos

Tratamentos	Avaliação 1 (22/10/2010)	Avaliação 2 (23/12/2010)	Avaliação 3 (25/02/2011)	Avaliação 4 (26/04/2011)	Avaliação 5 (30/06/2011)
Testemunha (T1)	0,51 a	0,86 a	1,18 a	1,40 a	1,60 a
Adubo mineral (T2)	0,36 b	0,82 a	1,06 a	1,32 a	1,59 a
Esterco bovino (T3)	0,59 a	1,11 b	1,47 b	1,73 b	2,00 b
Esterco suíno (T4)	0,64 c	1,27 b	1,66 b	1,92 b	2,19 b

* Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Observou-se que as plantas apresentaram um crescimento contínuo do diâmetro do caule, da Avaliação 1 à Avaliação 5, variando de 0,51 cm (Testemunha) a 2,19 cm (Tratamento 4 – Esterco Suíno). Em relação ao diâmetro do caule, o esterco suíno apresentou novamente, em todas as avaliações, o melhor

desempenho em termos do desenvolvimento do diâmetro do caule. O que mais se aproximou foi o esterco bovino.

O diâmetro da haste principal, assim como a altura, apresentam correlações positivas e significativas para a produção de palmito (Bovi, et al., 1988, Clement et al., 1988). Como mencionado anteriormente, ambos os parâmetros são utilizados com frequência para avaliar respostas das plantas aos tratamentos e mesmo para estimar o ponto de colheita.

Ramos (2002) verificou que foi possível tanto para as lâminas, quanto para o nitrogênio, começaram a ocorrer diferenças significativas entre os tratamentos a partir do sétimo período avaliado, mantendo essa tendência até o final. Dessa forma, constata-se que a resposta da pupunheira aos tratamentos aplicados é mais lenta em diâmetro do que em altura, cuja resposta aos tratamentos ocorreu a partir do quinto período. No presente experimento notou-se na primeira avaliação que a adubação orgânica (esterco suíno) foi melhor que a mineral; sendo que já na segunda avaliação a adubação mineral respondeu melhor ao tratamento. Bovi (2002), estudou os efeitos da adubação sobre o crescimento da pupunheira, e concluiu que, ao longo de todo o período avaliado, doses crescentes de N proporcionaram aumento também crescentes no diâmetro da haste principal.

As Figuras 16 (A, B, C, D e E) evidenciam a evolução do diâmetro do caule em relação aos tratamentos estabelecidos no experimento.

A Figura 16A apresenta o bloco 1, com o tratamento 4 com o maior valor em relação aos demais. Isso significa que o tratamento com esterco suíno respondeu melhor ao estímulo da adubação em conjunto com a irrigação. A seguir o esterco bovino foi o segundo melhor. A testemunha e o adubo mineral praticamente apresentaram resultados semelhantes.

Os valores do bloco 2, da primeira avaliação, não atingiram a linha média em nenhum dos tratamentos, sendo o que melhor sobressaiu foi o esterco bovino. Já na segunda avaliação, apenas no bloco 1 aconteceu um melhor desenvolvimento do esterco bovino em relação ao esterco suíno. Nos outros blocos com exceção do bloco 3, houve a superioridade do esterco suíno. Já a partir da terceira avaliação o esterco de suíno apresentou o melhor desempenho.

Figura 16 - Diâmetro do caule: Avaliação 1 (A), Avaliação 2 (B), Avaliação 3 (C), Avaliação 4 (D), Avaliação 5 (E), representação gráfica da chuva e radiação líquida durante o período de cultivo (F)

2.3.6 Avaliações do desenvolvimento vegetativo: Espessura da raqui

Em termos da avaliação do desenvolvimento vegetativo em relação à espessura da raqui, pela Tabela 10, podem ser observados os valores médios para cada tratamento dentro das respectivas avaliações, durante o período de julho/2010

a agosto/2011. Procedeu-se um teste de comparação de médias, o qual mostra se há diferença entre as médias dos tratamentos.

Tabela 10 - Valores médios da espessura da raqui para as respectivas avaliações e tratamentos

Tratamentos	Avaliação 1 (22/10/2010)	Avaliação 2 (23/12/2010)	Avaliação 3 (25/02/2011)	Avaliação 4 (26/04/2011)	Avaliação 5 (30/06/2011)
Testemunha (T1)	0,14 a	0,31 a	0,40 a	0,56 a	0,76 a
Adubo mineral (T2)	0,11 b	0,35 a	0,47 b	0,68 b	0,94 b
Esterco bovino (T3)	0,14 a	0,40 b	0,48 b	0,68 b	0,88 ab
Esterco suíno (T4)	0,18 c	0,42 b	0,62 c	0,84 c	1,09 c

* Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Observou-se que as plantas apresentaram um crescimento contínuo da espessura da raqui, da Avaliação 1 à Avaliação 5, variando de 0,14 cm (Testemunha) a 1,09 cm (Tratamento 4 – Esterco Suíno). Em relação à espessura da raqui, o esterco suíno apresentou novamente, em todas as avaliações, o melhor desempenho em termos do desenvolvimento do diâmetro do caule. O que mais se aproximou foi o esterco bovino. No experimento observou-se no campo uma grande desuniformidade quanto à espessura da raqui, as plantas com maiores alturas e diâmetro do caule também possuíam as maiores espessuras da raqui.

Pela Figura 17A, bloco 1, o tratamento 4 apresentou o melhor desempenho em relação aos demais, o qual corresponde ao tratamento com esterco suíno. Os outros tratamentos (testemunha, adubo mineral e esterco bovino) ficaram abaixo da linha média das avaliações.

Na segunda avaliação, o bloco 1, apresentou o esterco bovino com melhor desempenho, em relação ao número de folhas, ultrapassando as médias dos demais deixando com resultados praticamente semelhantes os tratamentos com adubo mineral e esterco suíno. Porém, a partir do bloco 2 o esterco suíno apresentou melhor desempenho em relação aos demais.

Na terceira avaliação o tratamento 4 (esterco suíno) foi superior aos demais tratamentos em todos os blocos. Tal fato se repetiu na avaliação 4 e 5, com exceção do bloco 3, no qual o esterco bovino apresentou um desempenho superior.

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

(F)

Figura 17 - Espessura da raqui: Avaliação 1 (A), Avaliação 2 (B), Avaliação 3 (C), Avaliação 4 (D), Avaliação 5 (E), representação gráfica da chuva e radiação líquida durante o período de cultivo (F)

2.3.7 Avaliações do desenvolvimento vegetativo: Número de folhas

Em termos da avaliação do desenvolvimento vegetativo em relação ao número de folhas, pela Tabela 11, podem ser observados os valores médios para cada tratamento dentro das respectivas avaliações, durante o período de julho/2010

a agosto/2011. Procedeu-se um teste de comparação de médias, o qual mostra se há diferença entre as médias dos tratamentos.

Tabela 11 - Valores médios do número de folhas para as respectivas avaliações e tratamentos

Tratamentos	Avaliação 1 (22/10/2010)	Avaliação 2 (23/12/2010)	Avaliação 3 (25/02/2011)	Avaliação 4 (26/04/2011)	Avaliação 5 (30/06/2011)
Testemunha (T1)	3,22 a	2,96 a	3,75 a	4,93 a	5,99 a
Adubo mineral (T2)	2,91 b	3,43 b	3,98 b	5,21 b	6,30 b
Esterco bovino (T3)	2,99 b	3,05 a	3,73 a	4,84 a	5,92 a
Esterco suíno (T4)	2,87 b	3,59 b	4,30 c	5,41 b	6,41 b

* Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Observou-se que as plantas apresentaram um aumento contínuo do número de folhas, da Avaliação 1 à Avaliação 5, variando de 3,22 folhas (Testemunha) a 6,41 folhas (Tratamento 4 – Esterco Suíno). Em relação ao número de folhas, novamente o esterco suíno apresentou, em todas as avaliações, o melhor desempenho em termos do desenvolvimento do número de folhas. O que mais se aproximou foi o esterco bovino.

Ramos (2002) constatou que para o parâmetro número de folhas há efeito significativo entre os tratamentos, principalmente, sob lâminas de irrigação do segundo período, 64 dias após plantio até 229 dias avaliados.

Todos esses dados são um indicativo de que não só a irrigação influenciou na quantidade de folhas, mas também nos parâmetros climáticos para o período que decorreu a pesquisa.

No experimento de Ramos (2002) as plantas apresentaram em média 5,78 folhas, e no décimo período de avaliação chegou ao valor de 8,4. Durante o desenvolvimento vegetativo da planta, como parte do processo fisiológico a cada período, surgem novas folhas e ocorre a senescência e morte de folhas mais velhas, razão de certa flutuação em relação ao número de folhas entre os períodos.

Observou-se no experimento que nas épocas onde a temperatura reduz, mais precisamente no inverno, as folhas das plantas secam mais rapidamente. Independentemente da irrigação ou não, esse possivelmente é um fator fisiológico da planta.

Na primeira avaliação, bloco 4, fica evidente o desenvolvimento amplo da Testemunha, apresentando em torno de 5,5, folhas (Figura 18A). Nos blocos 1 e 2

houve a supremacia do esterco bovino, sendo que os outros tratamentos ficaram abaixo da média.

Já na segunda avaliação, bloco 1, o tratamento de esterco suíno apresentou resultado semelhante ao adubo mineral e a Testemunha apresentou perdas de folha em relação à primeira avaliação. O tratamento com esterco suíno foi de 3 folhas iniciais para praticamente 4,5 folhas em termos médios. Observou-se que entre uma avaliação e outra, pode ser que ocorra diminuição da média do número de folhas dentro de um mesmo bloco. Isso deve-se ao fato de que as folhas contadas na avaliação anterior poderão ter caído entre o período da avaliação feita e a subsequente.

Nas 3 avaliações seguintes pode-se notar que as folhas não caíram tanto como nas anteriores (Figura 17C, 17D e 17E). Com isso a emissão de folhas, subentende-se que foi contínuo.

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

(F)

Figura 18 - Número de folhas: Avaliação 1 (A), Avaliação 2 (B), Avaliação 3 (C), Avaliação 4 (D), Avaliação 5 (E), representação gráfica da chuva e radiação líquida durante o período de cultivo (F)

3 CONCLUSÕES

Diante das condições nas quais foi conduzida a pesquisa e diante dos resultados obtidos, pôde-se concluir que:

- 1) Em termos de adubação da pupunheira, o tratamento que obteve melhor sucesso foi o relacionado à aplicação de esterco suíno, em pelo menos 4 dos 5 itens avaliados (altura da planta, comprimento da raqui, diâmetro do caule e espessura da raqui);
- 2) Os tratamentos com adubação mineral e esterco bovino também deram boas respostas dentro do experimento; e
- 3) O cultivo da pupunheira apresenta certo grau de dificuldade pelo fato de não apresentar um clone de plantas que apresente um crescimento ideal e uniforme para cada região. A implantação da cultura em regiões secas requer irrigação plena, pois durante o período de inverno, com baixas temperaturas, há uma queda no crescimento das plantas.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, D. **Crop evapotranspiration: Guides for computing crop water requirements** Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO;Rome, 1998. 300 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56.)
- ANA. 2007. GEO Brasil: recursos hídricos: resumo executivo. Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional das Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente: Brasília, 2007. 60p.
- ALVES JUNIOR, J.; HERNANDEZ, F. B. T.; SANTOS, R. A.; LOPES, A. S. Parcelamento da adubação e da fertirrigação na produção de palmito pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) no noroeste paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.625-631, set./dez. 2004.
- AZEVEDO, J.A. **Aspectos sobre o manejo da irrigação por aspersão para o cerrado**. Brasília: Embrapa/CPCA, 1983. 53p. EMBRAPA/CPCA. (Circular Técnica, 16).
- BONNEAUX, X.; OCHS, R.; QUSAIRI, L.; LUBIS, L.N. Nutrition minérale des cocotiers hybrides sur tourbe de la pépinière à l'entrée en production. **Oléagineux**, cidade, v.48, p.9-26, 1993.
- BOVI, M.L.A. **Expansão do cultivo da pupunheira para palmito no Brasil**. Horticultura Brasileira, v.15, Suplemento; p183-185, 1997. (Suplemento).
- BOVI, M.L.A.; GODOY JUNIOR, G.; CAMARGO, S.B.; SPIERING, S.H. Caracteres indiretos na seleção de pupunheiras inermes (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para palmito. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, Agronomia y Industrialización Del Pijuayo, 4., Iquitos, 1991. **Anais...** MORA URPI, J.; SZOTT, L.T.; MUTILLO, M.; PATIÑO, V. M. (Ed.). San José: Univ. Costa Rica, 1993a. p.163-176.
- BOVI, M.L.A.; GODOY JÚNIOR, G.; CAMARGO, S.B.; SPIERING, S.H. 1993a. Caracteres indiretos na seleção de pupunheiras inermes (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para palmito. MORA URPI, J.; SZOTT, L.T.; MURILLO, M.; PATIÑO, V.M. (Ed.). In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, AGRONOMIA E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIJUAYO, 4., 1991. Iquitos. **Anais...** Univ. Costa Rica, San José, 1991. p. 163-176.
- BOVI, M.L.A. **Palmito pupunha: informações básicas para cultivo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. 50 p. (Boletim Técnico, 173).
- BOVI, M.L.A.; CANTARELLA, H. Pupunha para extração de palmito. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação para algumas culturas do estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p.240-242. (Boletim técnico, 100).

BOVI, M.L.A.; GODOY JÚNIOR, G.; CAMARGO, S.B.; SPIERING, S.H. 1993b. Seleção precoce em pupunheiras (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para produção de palmito. In: MORA URPI, J.; SZOTT, L.T.; MURILLO, M.; PATIÑO, V.M. (Ed.). In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, AGRONOMIA E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIJUAYO, 4., 1991. Iquitos,. San José:Univ. Costa Rica, 1991. p. 177-185.

BOVI, M.L.A.; GODOY JUNIOR, G.; SAES, L.A. Pesquisas com gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agrônomo de Campinas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM PALMITO, 1., 1988. Curitiba, **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. p.1-43. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 19).

BOVI, M.L.A.; LAMBAIS, M.R.; TUCCI, M.L.S., SPIERING, S.H. Biomass accumulation and vesicular-arbuscular mycorrhizal colonization in pejobaye (*Bactris Gasipaes*) as a function of NPK fertilization. **Acta Horticulturae**, cidade, v. 513, n. 3, p. 153-168, 2000.

BOVI, M.L.A.; SAES, L. A.; GODOY JÚNIOR, G. Correlações fenotípicas entre caracteres não destrutíveis de palmito em pupunheiras. **Turrialba**, cidade, v.42, n.3. p. 382-390, 1992.

BOVI, M.L.A.; VIEIRA, SR.; SPIERING, S.H.; MONTEIRO, S.M.G.; GALLO, P.B. Relações entre crescimento de pupunheira e alguns parâmetros físicos do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 26., 1997. Rio de Janeiro, **Resumos...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. p.494.

CAMACHO, V.E. **El pejobaye [Guilielma gasipaes (BK) LH Bailey]**. Turrialba, Costa Rica: IICA, 1972. 17 p.

CAUSTON, D.R.; VENUS, J.C. The biometry of plant growth. London: Edward Arnold, 1981. 307p.

CHAIMSOHN, F.P. **Producción y calidad del palmito al natural, em función de la población, del arreglo de plantas y del tipo de fertilización**. 2006. 205p. Tese (Doutorado em Sistema de produção agrícola tropical sustentável) - Universidad de Costa Rica, Costa Rica, 2006p.

CHAIMSOHN, F.P; VILLALOBOS, E.; MORA URPI, J. Tese de (Doutorado em Sistema de produção Agrícola Tropical Sustentável) - Faculdade de Ciências Agroalimentárias, Universidade de Costa Rica. Publicado na **Revista Agronomía Costarricense**, cidade, v.31, n.2, p. 57-64, 2007.

CHISTOFIDIS, D. Recursos hídricos dos cerrados e seu potencial de utilização na irrigação. **ITEM**, Brasília, n.69/70, p.87/97, 2006.

CLARK, E. **Avaliação econômica e financeira de projetos de irrigação**. Brasília: Ministério da Integração Nacional; Secretaria da Irrigação, 1993. 124p. (Manual de irrigação, 3).

CLEMENT, C.R.; MORA-URPI, J. Leaf morphology of the pejibaye palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.). **Revista de Biologia Tropical**, San Jose, v.31 n.1. p.103-112, 1983.

CLEMENT, C.R. Domestication of the Pejibaye Palm (*Bactris gasipaes*): Past and Present IN The palm – Tree of Life: Biology, Utilization and Conservation. In: MICHAEL, J. BALICK. New York: Botanical Garden. **Advances in Economic Botany**, Bronx, v. 6 p. 155-174, 1988.

CLEMENT, C.R. **Growth and analysis of pejibaye (*Bactri gasipaes* kunth, *Palmae*) in Hawaii. Honolulu, 1995. 221p. Thesis (Ph.D.) – University of Hawaii, 1995.**

CLEMENT, C.R.; CHÁVEZ, F.; MOREIRA, W.B.; GOMES, J.B. Considerações sobre a pupunha (*Bactris gasipaes* kunth) como produtora de palmito, In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM PALMITO, 1., 1988. Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPFF. 1988. p.225-247. (EMBRAPA-CNPFF, Documentos, 19).

CLEMENT, C.R.; BOVI, M.L.A. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito. **Acta Amazonica**, Manaus v. 30 n.3. p. 349-362, 2000.

CLEMENT, C.R.; MORA URPI, J.; COSTA, S. de S. Estimación del área foliar de la palma de pejibaye (*Bactris gasipaes* H. B. K.). **Revista de Biologia Tropical**, San Jose, v. 33 n.2. p. 99-105, 1985.

COSTA, A.F.S.; Influência das condições climáticas no desenvolvimento de plantas de milho (*Zea mays* L.), avaliadas em diferentes épocas de plantio. Viçosa, 1994, 109p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

DIOTTO, A.V.; RAMOS, A; FOLEGATTI, M. V. Taxa de crescimento da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) submetida a diferentes lâminas de irrigação e sua correlação com a variação climática anual. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA USP, 8., 2000. Piracicaba, 2000. **Resumos...** Piracicaba: EDUSP , 2001. v.1. p.76.

EVANS, G.C. **The quantitative analysis of plant growth**. Oxford:Blackwell scientific, 1972. 734p.

FERREIRA, V.L.P.; MIYA, E.E.; SHIROSE, I.; ARANHA, C.; SILVA, E.A.M.; HIGHLANDS, M.E. Comparação físico-químico-sensorial do palmito de três espécies de palmeiras. **Coletânea do Instituto de tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 7, n.2, p.389-416, 1976.

FRIZZONE, J.A. Análise comparativa dos custos de irrigação por pivô-central, em culturas de feijão, utilizando energia elétrica e óleo diesel. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.5, n.1, p.34-53, 1994.

GERMEK, E.B.; ARRUDA, H. VAZ DE; SANTOS, R.R. dos Comportamento da palmeira pupunha em três localidades do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., 1981. Recife. **Anais...** Recife, 1981. p. 1199-1206.

GUSMAN, L.P. nutrición y fertilización del pejibaye. Informe Labores de diversificación Agrícola. **ASBANA**, n.7, p.41-46, 1985.

HE Z.; YANG X, KAHN B.A., STOFFELLA P.J., CALVERT D.V. In: STOFFELLA, P.J.;KAHAN, B.A. **Plant nutrition benefits of phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and micronutrients from compost utilization**. 2000.

HARDON, J.J.; WILLIAMS, C.N.; WATSON, I. Leaf area and yield of the oil palm in Malaysia. **Experimental Agriculture**, v.5, p. 25-32, 1969.

HARTLEY, C.W.S. **The oil palm** (*Elaeis guineensis* Jacq.) 2nd ed. London: Longman, 1977. 806p. (Tropical Agriculture Series).

MATTOS-SILVA, L.A.; MORA URPI, J. Descripción morfológica general del pejibaye cultivado [*Bactris* (Guilielma) *gasipaes* Kunth]. Arecaceae. **Boletín informativo**, Costa Rica, v.1, p.34-37, 1996. San Jose: Universidad de Costa Rica: 1996. (Serie Técnica Pejibaye).

MOLINA R.E.A. **Manual nutrition of higher plants**. 2nd ed. San Diego:Academic Press, 2000. 889 p.

MORA URPI, J. Origen y Domesticación. In: FAO/CATIE.**Palmito de Pejibaye (Bactris gasipaes Kunth)**: Su cultivo e industrialización. San José, CR: Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1999a. p.17-24.

MORA URPI, J. Ecología. In: FAO/CATIE.**Palmito de Pejibaye (Bactris gasipaes Kunth)**: Su cultivo e industrialización. San José, CR: Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1999c. p. 25-31.

MORA URPI, J. El Pejibaye (*Bactris gasipaes*): Origen, biología floral y manejo agronómico. In: FAO/CATIE. **Palmeras poco utilizadas da America Tropical**, Turrialba, 1984. p.118-160.

MOREIRA GOMES, J.B.; ARKCOLL, D.B. Estudos iniciais sobre a produção de palmito de pupunha. In: Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito, 1988. Curitiba. EMBRAPA-CNPQ, Curitiba. p.271-278. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 19).

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440p.

RADFORD, P.J. Growth analysis formulae – their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v.7,p.171-175, 1967.

RAMOS, A.R.; FOLEGATTI, M.V.; BOVI, M.L.A. Desenvolvimento vegetativo da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) irrigada por gotejamento em função de diferentes níveis de depleção de água no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999. Pelotas. **Anais...** Pelotas:Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola,1999. 8p. 1 CD-ROM

RODRIGUES, M.R.L.; MALAVOLTA, E.; CHAILLARD, H. La fumure du palmier à huile em amazonie centrale bresilienne. **Plantations, Recherche, Développement**, Denver, v.4, p. 392-400, 1997.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4th ed. Belmont: Wadsworth, 1991. 682p.

SENTELHAS, P.C.; COSTA, L.C. Agricultura irrigada sob os riscos das mudanças climáticas. **Item**, Brasília, n. 74/75, p. 93-95, 2007.

SZOTT, L.T.; ARÉVOLO, L.; PÉREZ, J. Allometric relationships in pijuayo (*Bactris gasipaes* H. B. K.). In: MORA URPÍ, J.; SZOTT, L.T.; MURILLO, M.; PATIÑO, V.M. (Ed.) In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, AGRONOMIA E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIJUAYO, 1991. Iquitos. **Anais...** San José:Universidade Costa Rica, 1993. p.91-114.

TAMPUBOLON, F.H.; DANIEL, C.; OCHS, R. Réponses du palmier à huile aux fumures azotées et phosphorées à Sumatra. **Oléagineux**, Paris, v. 45, p.475-484, 1990.

TUFEKCIOGLU A, RAICH J.W.;ISEMHART T.M.;SCHULTZ R.C. Fine root dynamics, coarse root biomass, root distribution, and soil respiration in a multispecies riparian buffer in Central Iowa, USA. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.44, p163 – 174, 1999.

VANCE E.D.;NADKARNI N.M. Root biomass distribution in a moist tropical montane forest. **Plant and Soil**, The Hague, v.142, p.231,1992.

VEGA F.V.A.;BOVI M.L.A., GODOY JR. G.; BERTON R.S. Lodo de esgoto e sistema radicular da pupunheira. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**,Campinas, v. 29, p. 59 – 268, 2005.

VILLACHICA, L. **Cultivo del Pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth) para palmito em la Amazonia**. Lima: SPT/TCA, 1996. 146 p.

YUYAMA, K. Sistemas de cultivo para produção de palmito da pupunheira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15 (Suplemento)p.191-198, 1997.

ANEXOS

ANEXO A - Dados de radiação solar global - R_s ($\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$); temperatura mínima, máxima e média - $T_{\min}$, $T_{\max}$, T_{med} ($^{\circ}\text{C}$); umidade relativa mínima, máxima e média - $UR_{\min}$, $UR_{\max}$, UR_{med} (%); déficit de pressão de vapor - DPV (kPa); e evapotranspiração de referência - ET_0 (mm dia^{-1}) do interior da estufa em cada dia Juliano (J)

(continua)

DATA	J	R_s	$T_{\min}$	$T_{\max}$	T_{med}	$UR_{\min}$	$UR_{\max}$	UR_{med}	DPV	ET_0
1/7	182	5,94	14,08	33,62	21,83	37,37	98,10	74,33	1,65	1,75
2/7	183	5,14	15,27	31,82	22,31	40,21	97,20	77,18	1,43	1,60
3/7	184	4,59	17,46	31,08	22,22	46,89	95,80	75,56	1,24	1,48
4/7	185	3,27	12,90	24,08	16,85	49,42	92,60	77,83	0,71	1,13
5/7	186	5,47	11,36	26,91	17,13	45,78	95,60	78,18	0,99	1,44
6/7	187	5,71	12,77	27,51	18,26	39,97	96,80	76,18	1,13	1,52
7/7	188	5,74	11,75	26,38	17,77	41,26	96,50	76,75	1,03	1,48
8/7	189	6,27	9,05	26,72	14,74	25,76	97,30	75,63	1,32	1,65
9/7	190	6,44	6,36	29,57	14,33	27,33	97,10	74,99	0,41	1,24
10/7	191	6,78	8,69	32,90	18,91	30,69	96,00	71,04	0,49	1,41
11/7	192	6,62	13,58	34,97	21,85	29,55	95,70	71,00	0,67	1,52
12/7	193	5,66	15,08	33,70	21,55	29,13	96,10	72,80	0,71	1,41
13/7	194	6,54	13,80	33,11	21,09	25,83	96,60	70,98	0,67	1,49
14/7	195	6,55	13,59	33,97	21,19	27,02	94,30	69,32	0,72	1,52
15/7	196	6,76	13,01	32,82	20,28	22,96	95,70	66,18	0,68	1,52
16/7	197	6,86	11,31	32,87	20,12	19,61	92,10	63,73	0,74	1,54
17/7	198	5,80	12,39	35,06	21,32	26,84	91,70	67,01	0,76	1,45
18/7	199	5,08	13,67	30,44	20,45	38,07	97,00	73,67	0,55	1,26
19/7	200	6,55	15,47	33,44	23,08	31,73	96,80	69,23	0,68	1,54
20/7	201	6,49	15,46	34,93	22,58	31,39	96,70	71,69	0,69	1,54
21/7	202	8,43	12,00	32,43	21,73	30,08	95,60	67,96	0,60	1,72
22/7	203	1,34	16,46	24,42	20,13	68,85	92,90	81,97	0,40	0,80
23/7	204	6,67	14,75	29,32	20,16	43,78	90,80	72,19	0,66	1,49
24/7	205	6,30	13,70	31,34	20,87	33,96	95,90	69,58	0,61	1,45
25/7	206	6,59	12,79	30,39	20,71	36,03	96,20	69,90	0,55	1,46
26/7	207	6,31	13,97	31,27	20,88	31,59	91,30	67,10	0,74	1,51
27/7	208	6,68	13,09	33,69	21,15	29,38	94,30	67,64	0,68	1,55
28/7	209	6,69	12,25	31,93	20,11	27,41	95,40	68,92	0,63	1,52
29/7	210	6,35	14,35	33,31	22,08	24,92	92,00	62,46	0,82	1,57
30/7	211	3,69	16,02	30,08	21,56	36,30	93,60	67,14	0,72	1,20
31/7	212	4,38	17,56	31,15	22,27	46,80	96,60	79,34	0,61	1,24
1/8	213	4,48	16,61	28,94	21,71	46,91	96,70	76,85	1,09	1,47
2/8	214	2,61	15,54	23,76	19,19	62,97	95,60	82,41	0,58	1,05
3/8	215	1,97	8,55	21,27	14,35	35,42	95,00	77,61	0,84	1,18
4/8	216	8,03	5,29	21,66	12,11	26,10	97,40	69,88	0,72	1,53
5/8	217	7,67	5,22	30,37	15,45	19,14	95,50	64,43	1,77	2,06
6/8	218	7,14	10,19	35,71	21,68	27,13	93,20	64,52	2,17	2,17
7/8	219	6,40	15,65	38,33	25,07	24,49	96,70	63,50	2,58	2,22
8/8	220	5,84	17,54	36,74	24,89	23,10	90,40	62,58	2,47	2,13
9/8	221	3,31	15,07	30,18	20,12	46,36	96,90	81,97	0,53	1,08
10/8	222	5,53	15,83	28,38	20,53	44,70	97,50	74,09	0,55	1,37
11/8	223	7,59	12,22	32,60	21,40	30,05	96,80	68,94	0,58	1,68

ANEXO A - Dados de radiação solar global - R_s ($\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$); temperatura mínima, máxima e média - $T_{\min}$, $T_{\max}$, T_{med} ($^{\circ}\text{C}$); umidade relativa mínima, máxima e média - $UR_{\min}$, $UR_{\max}$, UR_{med} (%); déficit de pressão de vapor - DPV (kPa); e evapotranspiração de referência - ET_0 (mm dia^{-1}) do interior da estufa em cada dia Juliano (J)

(continua)

DATA	J	R_s	$T_{\min}$	$T_{\max}$	T_{med}	$UR_{\min}$	$UR_{\max}$	UR_{med}	DPV	ET_0
12/8	224	7,31	12,36	34,10	21,28	25,02	96,20	68,18	0,64	1,67
13/8	225	7,54	12,88	37,69	23,24	18,24	94,80	59,40	0,78	1,82
14/8	226	7,21	13,62	36,02	23,15	25,83	91,70	63,45	0,83	1,77
15/8	227	7,33	13,98	35,60	23,32	21,21	94,90	61,59	0,78	1,78
16/8	228	7,71	13,78	34,09	22,41	15,18	89,80	53,11	0,94	1,86
17/8	229	7,34	12,76	37,63	24,25	15,64	79,84	45,53	1,28	1,97
18/8	230	7,22	14,29	36,84	24,18	16,83	90,60	54,84	0,97	1,85
19/8	231	6,02	14,40	36,58	24,14	19,36	95,00	56,83	0,81	1,62
20/8	232	1,82	16,79	27,86	21,46	66,76	94,20	85,37	0,43	0,87
21/8	233	2,45	14,38	20,47	16,50	60,37	94,80	76,09	0,39	0,95
22/8	234	4,84	13,79	27,51	18,16	40,48	88,60	72,00	0,68	1,36
23/8	235	4,47	13,08	29,33	18,78	43,46	96,10	79,84	0,51	1,24
24/8	236	6,26	14,87	33,76	22,42	34,89	96,90	72,71	0,63	1,57
25/8	237	3,69	15,72	31,82	22,15	42,68	96,50	75,72	0,59	1,19
26/8	238	6,25	17,45	37,05	24,58	24,63	95,10	68,06	0,91	1,71
27/8	239	7,72	14,95	36,54	24,12	21,13	96,40	62,29	0,78	1,89
28/8	240	7,85	15,33	38,13	25,43	19,28	89,80	54,10	1,04	2,03
29/8	241	7,69	18,60	39,66	27,24	17,00	77,86	49,11	1,69	2,22
30/8	242	7,73	18,94	39,19	27,98	17,73	80,10	45,77	1,60	2,20
31/8	243	1,13	11,62	20,99	18,61	65,43	95,00	81,98	0,30	0,78
1/9	244	9,21	8,62	28,97	17,31	26,94	95,80	63,54	1,48	2,21
2/9	245	9,24	9,01	27,01	16,45	28,64	89,60	61,67	1,33	2,14
3/9	246	9,10	8,05	33,50	19,01	20,31	92,70	60,09	2,10	2,49
4/9	247	8,87	9,86	38,41	21,79	11,12	92,80	54,74	2,07	2,51
5/9	248	8,86	11,23	38,38	23,35	11,37	89,00	48,34	3,07	2,79
6/9	249	8,29	12,39	37,62	23,23	16,88	87,60	56,53	2,79	2,66
7/9	250	7,93	13,62	34,92	23,12	25,44	93,90	63,82	2,13	2,40
8/9	251	7,79	14,39	37,37	24,46	13,92	95,50	53,17	2,79	2,60
9/9	252	7,17	16,74	35,45	24,75	24,63	86,00	53,53	1,12	1,96
10/9	253	6,31	18,16	35,01	25,03	29,95	83,70	59,68	1,19	1,86
11/9	254	3,74	17,73	30,62	22,22	42,61	89,60	71,01	0,81	1,33
12/9	255	8,96	12,28	35,11	22,66	25,71	94,10	59,88	0,70	2,07
13/9	256	8,10	13,51	37,59	24,18	28,28	91,40	60,53	0,83	2,03
14/9	257	6,49	16,28	28,70	21,08	43,58	84,10	67,21	0,84	1,73
15/9	258	8,46	15,95	34,77	24,31	29,79	90,00	61,98	0,91	2,10
16/9	259	5,74	15,35	31,46	22,88	35,93	92,80	66,22	0,72	1,60
17/9	260	8,70	14,62	33,87	23,56	25,71	93,70	61,31	0,78	2,09
18/9	261	9,00	13,41	35,10	23,44	19,61	91,60	57,61	0,86	2,16
19/9	262	8,80	13,57	35,22	23,03	19,07	91,10	55,19	0,88	2,14

ANEXO A - Dados de radiação solar global - R_s ($\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$); temperatura mínima, máxima e média - $T_{\min}$, $T_{\max}$, T_{med} ($^{\circ}\text{C}$); umidade relativa mínima, máxima e média - $UR_{\min}$, $UR_{\max}$, UR_{med} (%); déficit de pressão de vapor - DPV (kPa); e evapotranspiração de referência - ET_0 (mm dia^{-1}) do interior da estufa em cada dia Juliano (J)

(conclusão)										
DATA	J	R_s	$T_{\min}$	$T_{\max}$	T_{med}	$UR_{\min}$	$UR_{\max}$	UR_{med}	DPV	ET_0
20/9	263	7,93	13,63	36,77	23,82	19,58	83,60	50,83	1,14	2,11
21/9	264	3,86	16,57	33,83	22,08	25,29	91,70	63,65	0,92	1,39
22/9	265	8,46	14,56	36,87	24,50	24,15	94,10	62,06	0,81	2,10
23/9	266	7,35	15,89	38,58	25,07	16,27	93,70	62,48	0,97	1,98
24/9	267	5,34	15,08	27,10	20,79	49,58	95,30	74,68	0,52	1,45
25/9	268	9,76	12,65	31,28	20,73	28,86	90,70	61,80	0,73	2,18
26/9	269	9,25	14,23	35,46	23,44	25,44	86,20	58,68	1,00	2,28
27/9	270	8,45	13,63	34,86	23,92	29,18	91,40	60,54	0,79	2,09
28/9	271	8,92	15,60	36,50	24,60	24,82	85,40	57,06	1,11	2,29
29/9	272	8,99	13,48	39,02	24,59	17,36	90,80	56,73	0,96	2,27
30/9	273	8,98	14,54	41,22	27,19	13,53	88,50	46,05	1,17	2,39

ANEXO B – Análise química do esterco bovino.

DADOS REFERENTES A AMOSTRA			
Identificação do Cliente:	Amostra 2 - Esterco Bovino		
Amostra Rotulada como:	Resíduo		
Coletor:	Interessado	Data da coleta:	15/04/2010
Data da entrada no laboratório:	16/04/2010 21:21:00	Data de Elaboração do BA:	05/05/2010

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Porcentagem de Sólidos	% p/p	0,05	56,8
Molibdênio	mg/kg	0,6	< 0,6
Níquel	mg/kg	0,6	2,1

Micronutrientes			
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Cobre	mg/kg	0,6	143
Ferro	mg/kg	0,6	5866
Zinco	mg/kg	0,6	176
Manganês	mg/kg	0,6	189
Boro	mg/kg	0,6	25

Macronutrientes - Solo			
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/kg	7	8861
Potássio	mg/kg	31	13333
Cálcio	mg/kg	31	12603
Magnésio	mg/kg	31	2453
Enxofre	% p/p	0,05	1,52
Fósforo	mg/kg	0,6	6771

CONTROLE DE QUALIDADE DO LABORATÓRIO**Controle de Qualidade - Metais - Solo**

59074/2010-0 - Branco de Análise - Metais - Solo			
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Cálcio	mg/kg	25	< 25
Cobre	mg/kg	0,5	< 0,5
Ferro	mg/kg	0,5	< 0,5
Potássio	mg/kg	25	< 25
Magnésio	mg/kg	25	< 25
Manganês	mg/kg	0,5	< 0,5
Molibdênio	mg/kg	0,5	< 0,5
Níquel	mg/kg	0,5	< 0,5
Zinco	mg/kg	0,5	< 0,5

Ensaios de Recuperação

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
59075/2010-0 - Solo Padrão - RTC - CRM023				
Alumínio	8470	mg/kg	93	70 - 130
Arsênio	380	mg/kg	95	95 - 105
Bário	75,5	mg/kg	85	85 - 115
Cádmio	0,92	mg/kg	50	50 - 150
Cálcio	5420	mg/kg	85	85 - 115
Cromo	31	mg/kg	100	80 - 120

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
59075/2010-0 - Solo Padrão - RTC - CRM023				
Cobalto	4,68	mg/kg	84	85 - 115
Cobre	8,9	mg/kg	81	80 - 120
Ferro	10700	mg/kg	85	85 - 115
Chumbo	213	mg/kg	90	90 - 110
Magnésio	3060	mg/kg	85	85 - 115
Manganês	206	mg/kg	90	90 - 110
Níquel	11	mg/kg	85	85 - 115
Potássio	2230	mg/kg	90	65 - 135
Selênio	105	mg/kg	90	90 - 110
Tálio	111	mg/kg	90	90 - 110
Vanádio	21,7	mg/kg	92	70 - 130
Zinco	93,8	mg/kg	85	85 - 115

Surrogates

59074/2010-0 - Branco de Análise - Metais - Solo				
Ítrio	50	%	87	70-130
59075/2010-0 - Solo Padrão - RTC - CRM023				
Ítrio	50	%	83	70-130
141719/2010-0 - Amostra 2 - Esterco Bovino				
Ítrio	62,9	%	92	70-130

<p>Notas LQ = Limite de Quantificação.</p>
<p>Abrangência O(s) resultado(s) se referem somente à(s) amostra(s) analisada(s). Este Boletim de Análise só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.</p>
<p>Data de realização das análises A Bioagri Ambiental garante que todas as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo o Guia de Coleta e Preservação de Amostra da Bioagri Ambiental, quando todo o trâmite analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Bioagri Ambiental. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado sobre a disposição das amostras e a continuidade do processo analítico. Todas estas datas constam nos dados brutos das análises e estão à disposição para serem solicitadas a qualquer momento pelo interessado.</p>
<p>Plano de Amostragem Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.</p>
<p>Referências Metodológicas Enxofre: Análise Gravimétrica com Bário Nitrogênio Total Kjeldahl: POP PA 113 / SMEWW 4500 Metais (ICP-OES): POP PA 035 / SMWW 3120 B, USEPA 6010 Sólidos Totais: POP PA 009 (Rev.04) / SMWW 2540B</p>
<p>Revisores Nereida Aparecida Bongiorno André Alex Colletti</p>

ANEXO C – Análise química do esterco suíno.

<i>DADOS REFERENTES A AMOSTRA</i>			
<i>Identificação do Cliente:</i>	Amostra 1 - Cama de Frango		
<i>Amostra Rotulada como:</i>	Resíduo		
<i>Coletor:</i>	Interessado	<i>Data da coleta:</i>	15/04/2010
<i>Data da entrada no laboratório:</i>	16/04/2010 21:20:00	<i>Data de Elaboração do BA:</i>	06/05/2010

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Porcentagem de Sólidos	% p/p	0,05	42,5
Molibdênio	mg/kg	0,8	1,1
Níquel	mg/kg	0,8	1,3

Micronutrientes			
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Cobre	mg/kg	0,8	122
Ferro	mg/kg	0,8	670
Zinco	mg/kg	0,8	187
Manganês	mg/kg	0,8	234
Boro	mg/kg	0,8	11

Macronutrientes - Solo			
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/kg	10	3263
Potássio	mg/kg	42	25317
Cálcio	mg/kg	42	12373
Magnésio	mg/kg	42	3376
Enxofre	% p/p	0,05	1,00
Fósforo	mg/kg	0,8	12664

CONTROLE DE QUALIDADE DO LABORATÓRIO**Controle de Qualidade - Metais - Solo**

59074/2010-0 - Branco de Análise - Metais - Solo			
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Cálcio	mg/kg	25	< 25
Cobre	mg/kg	0,5	< 0,5
Ferro	mg/kg	0,5	< 0,5
Potássio	mg/kg	25	< 25
Magnésio	mg/kg	25	< 25
Manganês	mg/kg	0,5	< 0,5
Molibdênio	mg/kg	0,5	< 0,5
Níquel	mg/kg	0,5	< 0,5
Zinco	mg/kg	0,5	< 0,5

Ensaio de Recuperação

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
59075/2010-0 - Solo Padrão - RTC - CRM023				
Alumínio	8470	mg/kg	93	70 - 130
Arsênio	380	mg/kg	95	95 - 105
Bário	75,5	mg/kg	85	85 - 115
Cádmio	0,92	mg/kg	50	50 - 150
Cálcio	5420	mg/kg	85	85 - 115
Cromo	31	mg/kg	100	80 - 120

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
59075/2010-0 - Solo Padrão - RTC - CRM023				
Cobalto	4,68	mg/kg	84	85 - 115
Cobre	8,9	mg/kg	81	80 - 120
Ferro	10700	mg/kg	85	85 - 115
Chumbo	213	mg/kg	90	90 - 110
Magnésio	3060	mg/kg	85	85 - 115
Manganês	206	mg/kg	90	90 - 110
Níquel	11	mg/kg	85	85 - 115
Potássio	2230	mg/kg	90	65 - 135
Selênio	105	mg/kg	90	90 - 110
Tálio	111	mg/kg	90	90 - 110
Vanádio	21,7	mg/kg	92	70 - 130
Zinco	93,8	mg/kg	85	85 - 115
Surrogates				
59074/2010-0 - Branco de Análise - Metais - Solo				
Ítrio	50	%	87	70-130
59075/2010-0 - Solo Padrão - RTC - CRM023				
Ítrio	50	%	83	70-130
141718/2010-0 - Amostra 1 - Cama de Frango				
Ítrio	84	%	76	70-130

Notas

LQ = Limite de Quantificação.

Abrangência

O(s) resultado(s) se referem somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Boletim de Análise só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

Data de realização das análises

A Bioagri Ambiental garante que todas as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo o Guia de Coleta e Preservação de Amostra da Bioagri Ambiental, quando todo o trâmite analítico (coleta e análise) é de responsabilidade da Bioagri Ambiental. Quando a coleta é de responsabilidade do interessado, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado sobre a disposição das amostras e a continuidade do processo analítico.

Todas estas datas constam nos dados brutos das análises e estão à disposição para serem solicitadas a qualquer momento pelo interessado.

Plano de Amostragem

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

Referências Metodológicas

Enxofre: Análise Gravimétrica com Bário

Nitrogênio Total Kjeldahl: POP PA 113 / SMEWW 4500

Metais (ICP-OES): POP PA 035 / SMWW 3120 B, USEPA 6010

Sólidos Totais: POP PA 009 (Rev.04) / SMWW 2540B

Revisores

Nereida Aparecida Bongiorno

André Alex Colletti