



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS NO SEMI-ÁRIDO**

FRANCISCO ALMEIDA ÂNGELO

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NO DESEMPENHO
DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

PATOS – PARAÍBA

2009



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS NO SEMI-ÁRIDO**

FRANCISCO ALMEIDA ÂNGELO

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NO DESEMPENHO
DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração Sistemas Agrossilvipastoris no Semiárido, para a obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Jacob Silva Souto, Dr.

Orientador: Prof. Antonio Amador de Sousa, Dr.

PATOS – PARAÍBA

2009

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DA UFCG
CAMPUS DE PATOS

A584q

2009 Ângelo, Francisco Almeida.

Qualidade da água para irrigação no desempenho de gramíneas forrageiras no semiárido / Francisco AlmeidaÂngelo. – Patos - PB, CSTR-UFCG, 2009.

55 p.: il.

Bibliografia.

Orientador: Jacob Silva Souto

Co-Orientador: Antônio Amador de Sousa

Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Sistema Agossilvipastoris no Semiárido). Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1 – Irrigação de gramíneas forrageiras 2 – Efluente de piscicultura. I-Título

CDU: 631.67:633.2

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por estar sempre ao meu lado e ajudou-me, sem o qual eu nunca teria conseguido concluir mais este desafio. Obrigado Deus por tudo isso!

Ao orientador e professor Dr. Antonio Amador de Sousa, pela orientação, amizade, confiança e estímulo ao espírito de pesquisa concedido nesta fase da minha vida, em busca do conhecimento, crescimento pessoal e profissional.

Ao orientador e professor Dr. Jacob Silva Souto pela adoção, experiência de vida, ensinamentos, conselhos e apoio.

Ao coordenador e professor Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva pela oportunidade, compreensão e ensinamentos.

Ao vice-coordenador e professor Diércules Rodrigues dos Santos pelos ensinamentos, apoio e companheirismo.

Aos professores Dra: Ivonete Alves Bakker; Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire, Dr. Olaf Andreas Bakke, e Dr^a. Ana Célia Rodrigues Athayde pelos ensinamentos e orientações.

Aos Funcionários da coordenação Natan e Ari pelo apoio e amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Alexandre e Otávio pelos ensinamentos nas análises laboratoriais.

Aos meus queridos irmãos, Nezinho, Socorro, Sineide, Reginaldo, Valmir, Cilene, Cidile, Francisco, Socorrinha e em especial ao Marcos Ângelo pelo companheirismo e apoio econômico.

Aos colegas professores e alunos da UFCG Pombal, pelos momentos de trabalho, ensino e aprendizagem.

Ao Dr. Erinaldo Viana Freitas, do IPA-PE, pela doação das sementes, mudas e orientações concedida.

Ao Eng. Agrônomo Vamberto de Freitas Rocha da ASPLAN PB, pela doação das mudas de cana-de-açúcar, orientações e atenção prestada.

Ao professor Marcos Eric B. Brito pelo apoio e amizade.

Ao cunhado Jessé Benigno de Araújo pelo incentivo e amizade.

Ao prefeito Jário(*in memorium*) e Dr. Hugo pelos trabalhos desempenhados nos seus governos, remuneração que auxiliou para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao trabalhador Cícero Neto pelo auxílio na implantação e condução do experimento.

Aos colegas de mestrado Dário, Tomaz, Albimar, Rênio, Márcia, Maésia, Raiane, Anderson e Lourenço pela amizade e companheirismo.

A minha esposa Raimunda pelo amparo, amor, confiança e incentivo nos momentos de dúvida e incertezas.

Em especial as minhas filhas Rayssa e Gabriela, pela convivência, colaboração e compreensão da importância do estudo e do sacrifício por um futuro melhor.

A minha mãe Maria Almeida Angelo (*in memorium*), pelos aconselhamentos, ensinamentos de ética, de moral, amor e carinho.

Ao meu pai Antonio Angelo de Almeida, exemplo de fé, dedicação, humildade e honestidade, nunca medindo esforço para minha educação o que me fez chegar até aqui.

Enfim, agradeço a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para o meu crescimento e na realização deste trabalho. Meu muito obrigado.

“Se muito vale o já feito, mais vale o que será. E o que foi feito é preciso conhecer para melhor prosseguir”.

Milton Nascimento e Fernando Brant.

“Quando a gente pensa que sabe todas as respostas,
vem a vida e muda todas as perguntas.”

Autor desconhecido.

“O Homem deve criar as oportunidades e não somente encontrá-las”.

Francis Bacon

“Todos reconhecem a importância da
produção forrageira para a conservação dos solos e
para a alimentação dos animais.

No entanto, nenhum animal poderá ser alimentado
e erosão alguma poderá ser contida
se as sementes fracassarem”.

(Decker et al., 1973)

LISTA DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1 – Atributos físicos do solo da área experimental	20
Tabela 2 – Análise química do solo da área experimental	20
Tabela 3 – Concentração de micronutrientes no solo da área experimental	20
Tabela 4 – Análise química das águas das três fontes utilizadas e classificação para irrigação	21
Tabela 5 – Dados pluviométricos obtidos com pluviômetro Avipec, instalado no local do experimento, para o período de setembro de 2008 a março de 2009	27
Tabela 6 - Resumo de análise de variância e teste F para as variáveis PMV (t.ha ⁻¹), AP (cm) e DC (cm)	32
Tabela 7 - Valores médios e teste de Tukey para as variáveis PMV (t.ha ⁻¹), AP (cm) e DC (cm).	33
Tabela 8 - Resumo do desdobramento da análise de variância e teste F para as variáveis PMV (t.ha ⁻¹), AP (cm) e DC (mm).	33
Tabela 9 - Valores médios e teste de Tukey para as variáveis PMV (t.ha ⁻¹), AP (cm) e DC (cm), respectivamente, no desdobramento das fontes de variação.	34
Tabela 10 - Resumo de análise de variância e teste F para as variáveis FDN (%), FDA (%), PB (%) e HC (%).	36
Tabela 11- Valores médios e teste de Tukey para as variáveis FDN (%), FDA (%), PB (%) e HC (%)	36
Tabela 12 - Resumo do desdobramento da análise de variância e teste F para as variáveis FDN (%), FDA (%), PB (%) e HC (%)	39
Tabela 13 - Valores médios e teste de Tukey para as variáveis FDN (%), FDA (%), PB (%) e HC (%), respectivamente, no desdobramento das fontes de variação	40

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1 – Visualização da área experimental, das fontes de água e adutoras para irrigação. Esquema montado sobre imagem capturada do Google Earth com atualização de 09/04/2007.	19
Figura 2 – a) Esquema do viveiro de piscicultura utilizado como fonte do efluente; b) adutora de abastecimento.	24
Figura 3 - Preparo de solo: a) área destocada; b) aração à tração animal; c) arado de aiveca; d) cultivador (tração animal); e) marcação do terreno; f) plantio em sulco.	25
Figura 4 – a) e b) Sistema de bombeamento; b) e c) irrigação, utilizando aspersão convencional tipo mine-canhão	27
Figura 5 – Esquema de delineamento experimental mostrando a distribuição aleatória das 4 gramíneas em 5 repetições, dentro de cada um dos três blocos (fontes de água).....	28
Figura 6 – Esquema da parcela experimental, onde se visualizam as bordaduras e área de estudo (área útil).....	30
Figura 7 – a) Concentrações de cátions e b) concentração de ânions presentes nas águas de irrigação	41
Figura 8 – a) Valores de pH; b) C.E. – 25°C; c) DT – CaCO ₃ ; d) RAS para as águas de irrigação.....	42

LISTA DE QUADROS

	Pag.
Quadro 1 – Quadro da ANOVA do Delineamento Experimental	29

ÂNGELO, F. A. **Qualidade da Água para Irrigação no Desempenho de Gramíneas Forrageiras no Semiárido Paraibano.** Patos - PB, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, UFCG, 2009. 55 f. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

RESUMO

A pecuária no semiárido brasileiro apresenta algumas limitações e a pesquisa é o único caminho que pode criar alternativas para ampliar os conhecimentos tecnológicos no sentido de alcançar produção satisfatória de gramíneas forrageiras. O cultivo de variedades produtivas adaptadas e a utilização de diferentes fontes d'água disponíveis nas propriedades rurais, bem como a reutilização de águas visando ao seu uso múltiplo, podem contribuir para aumentar a disponibilidade de alimentos para os animais no período seco. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de diferentes qualidades de água de irrigação na produção de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, (L.)), milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) e capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). As águas utilizadas foram das seguintes fontes: rio Piancó, poço amazonas e viveiro de piscicultura cultivado com tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*). O trabalho foi desenvolvido no sítio cajarana, município de Pombal - PB, no período de 06 de dezembro de 2008 a 16 de março de 2009. O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x3x5, sendo 4 gramíneas e 3 fontes d'águas com 5 repetições em parcelas de 60 m². Para avaliar o rendimento das gramíneas foram estudadas as variáveis, Peso de Matéria Verde (PMV), Altura de Planta (AP) e Diâmetro do Coleto (DC), além de Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Proteína Bruta (PB) e Hemicelulose (HC), para avaliar a qualidade do material de silagem. Essas variáveis foram submetidas à análise de variância e teste F ao nível de 1% e 5% de probabilidade, enquanto que o teste de Tukey foi aplicado para a comparação de médias. Os resultados encontrados 100 dias após o plantio, mostraram que o sorgo apresentou maior PMV (65,56 t.ha⁻¹) entre as gramíneas, que não diferiu do capim-elefante (65,28 t.ha⁻¹). A cana-de-açúcar com (46,57 t.ha⁻¹) diferiu do milheto (25,84 t.ha⁻¹) e a irrigação com água de viveiro de piscicultura proporcionou os maiores valores médio de PMV (58,02 t.ha⁻¹). Os valores de FDN e FDA foram elevados, enquanto os níveis de PB foram abaixo. Neste caso, a idade de corte pode ter contribuído. Do ponto de vista de produção das gramíneas forrageiras estudadas, conclui-se que a reutilização do efluente da piscicultura para a irrigação nas condições de semiárido representa uma alternativa viável na atividade agropecuária.

Palavras-chave: efluente de piscicultura, produção de silagem, sistema de produção, sorgo, milheto, cana-de-açúcar, capim-elefante.

ÂNGELO, F. A. **Quality of the Water for Irrigation in the Acting of Grassy Forage in Semiárido Paraibano.** Patos – PB. Center for Health and Rural Technology. UFCG, 2009. 55 f. Dissertation. The Postgraduate Program in Zootecnia.

ABSTRACT

The cattle production in the Brazilian semi-arid presents some limitations and research is the only way that can create alternatives to enlarge the technological knowledge in the sense of reaching satisfactory production of grassy forage. The cultivation of adapted productive varieties and the use of different water sources available in the rural properties and reuse of water in order to multiple uses, can increase food availability for the livestock in the dry period. In this way, the objective of this work was to evaluate the use of different qualities of irrigation water in the sorghum (*bicolor Sorghum (L.) Moench*) production, sugarcane (*Saccharum officinarum, L.*), millet (*Pennisetum glaucum (L.) R. Brown*) and grass-elephant (*Pennisetum purpureum Schum.*). The following sources of water were used: Piancó river, well amazon and fish farming nursery cultivated with Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*). The study was conducted at the site cajarana, municipality of Pombal - PB, in the period from December 06 2008 to March 16, 2009. The experiment was established in a randomized design in factorial 4x3x5, 4 grassy and 3 sources of waters with 5 replications in plots of 60 m². To assess the yield of the grasses were studied variables, weight of green matter (PMV), plant height (AP) stem diameter (DC), besides neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber (FDA), Crude Protein (PB) and hemicellulose (HC), to assess the material quality of silage. Those variables were subjected to analysis of variance and F test at 1% and 5% probability, whereas the Tukey test was applied to compare averages. The results found 100 days after planting showed that the sorghum presented higher PMV (65,56 t.ha⁻¹) among the grasses, which did not differ from elephant grass (65,28 t.ha⁻¹). The sugarcane with (46,57 t.ha⁻¹) differed from millet (25,84 t.ha⁻¹) and irrigation with water of fish farming nursery provided the highest average PMV values (58,02 t.ha⁻¹). The FDN and FDA were higher, while PB levels were below. In this case, the cut age may have contributed. From the standpoint of production of forage grasses studied, it is concluded that the reuse of effluent from fish farming nursery to irrigation in semiarid conditions represents a viable alternative farming.

Key Word: fish farming effluent, silage production, production system, sorghum, millet, sugarcane, grass-elephant.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE QUADROS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	03
2.1 Descrição das gramíneas estudadas.....	03
2.1.1 Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.)	03
2.1.1.1 Capim-elefante variedade Venezuela-AD	04
2.1.2 Cana-de-açúcar forrageira (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	05
2.1.2.1 Cana-de-açúcar forrageira Variedade RB92-579	06
2.1.3 Milheto (<i>Pennisetum glaucum</i> L.) R.	07
2.1.3.1 Variedade IPA BULK -1	10
2.1.4 Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench)	11
2.1.4.1 Variedade IPA SF-15	12
2.2 Cultivo	13
2.2.1 Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	13
2.2.2 Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i> , L.)	13
2.2.3 Milheto (<i>Pennisetum glaucum</i> L.)	14
2.2.4 Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench)	15
2.3 Fontes d'água para irrigação no semiárido	15
2.4 Caracterização e reuso do efluente da piscicultura	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Caracterização da área de estudo	19
3.2 Caracterização das águas de irrigação	21
3.3 Instalação e condução do experimento	22
3.3.1 Peixamento do viveiro de piscicultura com alevinos juvenis	23

3.3.2 Escolha e aquisição das mudas e das sementes	24
3.3.3 Preparo do solo e plantio	24
3.3.4 Irrigação	26
3.3.5 Tratos culturais	27
3.4 Delineamento experimental	28
3.5 Corte e pesagem do material vegetal.....	29
3.6 Variáveis estudadas nas gramíneas	30
3.7 Análise estatística	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Crescimento de plantas e produção de matéria verde.....	32
4.2 Características bromatológicas do material de silagem	36
4.3 Caracterização da água de irrigação.....	40
5 CONCLUSÕES	44
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1 INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro é caracterizado pela existência de longos períodos de estiagem, além da distribuição irregular das precipitações nos períodos chuvosos, com elevada evapotranspiração. Estas condições climáticas comprometem a produção de massa verde, resultando na escassez de forragem nesses períodos, tanto em quantidade quanto em qualidade, sendo uma limitante para a produtividade do rebanho. Nessa época do ano os animais perdem peso, ocorre atraso na idade ao primeiro parto em novilhas e de abate nos machos, além de queda na produção de leite em vacas.

Segundo Araújo Filho e Carvalho (1997), a produção média total de matéria seca da vegetação da caatinga é estimada em $4,0 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. Entretanto, apenas 10% desse total são consideradas forragem, sendo o restante constituído de material fora do alcance do animal ou com elevada presença de fatores antinutricionais, que limitam o consumo de matéria seca dos ruminantes criados nas caatingas.

Essa situação pode ser amenizada pela irrigação de gramíneas forrageiras com água armazenada nos açudes, barragens, poços e rios da região. A água dos reservatórios serve também à exploração da piscicultura em viveiros escavados cujo efluente pode ser usado na fertirrigação de gramíneas o ano todo, elevando a produtividade pecuária com bovinos e peixes nas propriedades rurais. Esta pecuária, onde a piscicultura está inserida, tem valor econômico e social que pode contribuir para a melhoria do índice de desenvolvimento humano (IDH) da região, e promover a geração de emprego e renda.

No Brasil, o uso da fertirrigação é relativamente recente e data dos anos 70 e 80, iniciando-se com a aplicação de produtos orgânicos (vinhaça) em cana-de-açúcar, principalmente no Estado de São Paulo. As áreas fertirrigadas têm crescido em especial nas regiões produtoras de frutas e hortaliças (MARQUES et al., 2003).

Estender essa prática ao cultivo de gramíneas forrageiras, tanto para corte quanto para pastejo, significa buscar alternativa para incrementar a produção de massa verde para o rebanho e minimizar o impacto pelo lançamento de descarga de águas ricas em nutrientes no meio ambiente.

O cultivo de peixes na região nordeste vem crescendo a cada ano, como alternativa viável de produção e renda, diversificando a estrutura econômica e social dos produtores rurais, pela oferta do alimento de proteína animal. Dentre as espécies de peixes que são cultivadas normalmente nesta região a Tilápia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) merece destaque por ser um peixe de regiões tropicais, desenvolve-se muito bem em viveiros

escavados com baixa renovação de água, suporta altas temperaturas, além de apresentar crescimento rápido e boa aceitação pelos consumidores.

De forma mais ampliada, essa iniciativa pode promover a sustentabilidade desta atividade com a implantação e fortalecimento de sistemas agrossilvipastoris, visando o desenvolvimento de técnicas alternativas com o aproveitamento racional de toda potencialidade agropecuária.

A obtenção de maiores informações sobre as espécies forrageiras de alta produtividade e da qualidade da forragem produzida para alimentação dos rebanhos é indispensável quando se visa melhores índices de produção (DERESZ et al., 2006).

Segundo Lopes (2004), as gramíneas que tem ampla distribuição geográfica, constituem a mais importante família de excelente fonte de alimentos para os animais herbívoros.

As gramíneas forrageiras, capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schumach*), cana-de-açúcar, (*Saccharum officinarum, L.*), o milheto (*Pennisetum glaucum (L.) R. Brown*) e o sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) podem ser consideradas como as mais importantes na produção de volumosos para a pecuária da região nordestina, por serem espécies que se adaptam bem aos solos e clima da região e apresentam crescimento rápido, com boa produção de massa verde, sendo ainda uma ótima alternativa de balanceamento nutricional, quando utilizadas conjuntamente, servido tanto como ração verde quanto para ensilagem. Quando irrigadas, fazem os sistemas de produção animal da região se tornar mais estáveis e menos vulneráveis aos efeitos edafoclimáticos.

Dentro desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar uso de diferentes fontes de água de irrigação, na produção das gramíneas forrageiras, capim-elefante, cana-de-açúcar, milheto e sorgo, utilizadas para corte no semiárido paraibano.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Descrição das gramíneas estudadas

Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.), milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), que são as espécies estudadas, pertencem ao grupo do metabolismo do carbono de via fotossintética (C₄). De acordo com Bernardi et al. (2002) as gramíneas tropicais (C₄), graças ao metabolismo fotossintético, produzem o dobro das forrageiras temperadas (C₃). São exigentes em luminosidade, suportam altas temperaturas, apresentam baixa taxa de fotorrespiração e boa eficiência no uso da água. Todas estas cultivares se adaptam muito bem à região semiárida brasileira e, quando exploradas adequadamente, produzem altas quantidades de massa foliar.

2.1.1 Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é nativo de regiões da África Tropical entre 10°N e 20°S de latitude, tendo sido descoberto em 1905 pelo coronel Napier. Apesar de ter se espalhado por toda a África, no Brasil, foi introduzido por volta de 1920, por meio de mudas provenientes de Cuba. Hoje, consiste numa das forrageiras mais difundidas em todo o Brasil (DAHER et al., 2002), adaptando-se muito bem às condições de clima e solo de praticamente todo o país.

Como descrevem Souza Sobrinho et al. (2008) e Freitas (2008) trata-se de uma espécie de ciclo perene, que possui raízes rizomatosas curtas, colmos eretos, cilíndricos e cheios, de hábito de crescimento cespitoso com altura variando do tipo anão roseta ao de porte alto (acima de 2,5 m de altura) com entrenós e diâmetro de até 20 cm e 2 cm respectivamente. Possui folhas largas e compridas, com inserções alternas, de coloração verde escura ou clara, que podem ter pelos finos e curtos (pubescentes) ou não, inflorescência primária terminal do tipo panícula. Destacam-se, ainda, sua resistência à seca, boa palatabilidade e alto valor nutritivo quando jovem.

O capim-elefante, cuja propagação se dá por meio de estacas, é tolerante ao fogo, com alta exigência de fertilidade do solo, mas não suporta o frio e o encharcamento. Apresenta alta eficiência fotossintética, sendo ainda resistente a pragas e doenças. Além de alta produtividade, possui atributos como qualidade da forragem, palatabilidade e vigor, o que tem

estimulado o cultivo e o melhoramento genético da espécie (SOUZA SOBRINHO et al., 2005 e FREITAS, 2008). Essas qualidades têm contribuído para a seleção da forrageira como a espécie de maior potencial para a produção de leite a pasto (PEREIRA et al., 2001).

Segundo Jacques (1997), sua elevada capacidade de produção de fitomassa forrageira é atribuída à maior eficiência no aproveitamento de luz, tolerância às altas temperaturas, e eficiente uso de água e nutrientes. Para Camursa et al. (2002) essa forrageira é a mais utilizada na alimentação de ruminantes, tanto na produção de leite como de carne, principalmente em regiões tropicais. Quando bem manejado, apresenta um valor nutritivo classificado dentro de níveis médio a bom. Entretanto, esse valor depende de vários fatores intrínsecos à própria planta, bem como de fatores ambientais e do manejo adotado.

Na atividade leiteira, o capim-elefante desempenha papel importante por suas características produtivas, de adaptação às diferentes regiões e perenidade. Por ser uma espécie de elevado potencial de produção, vem sendo utilizada com sucesso como capineira e na ensilagem e, mais recentemente, para o pastejo rotativo, com objetivo de aumentar a quantidade e a qualidade da forragem produzida, bem como reduzir os custos operacionais da exploração leiteira (FONSECA et al., 1998).

Em pesquisa realizada por Lima (2006), sobre cultivares oriundas da Embrapa/Gado de Leite, foram identificados materiais de capim-elefante com potencial de produção por corte, a cada 60 dias, de até 50 t.ha^{-1} de matéria verde (MV) e 10 t.ha^{-1} de matéria seca (MS), ou seja, com potencial de produção de $300 \text{ t.MV.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e $60 \text{ t.MS. ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, em condições favoráveis de irrigação e adubação.

2.1.1.1 Capim-elefante variedade Venezuela-AD

A variedade Venezuela-AD do capim-elefante teve o seu genótipo selecionado nas Fases I (MELLO et al., 2002) e II (FREITAS et al., 2004), pelo Programa de Melhoramento Genético do Capim-Elefante, no IPA/UFRPE.

Freitas et al. (2004), estudando três genótipos de capim-elefante, constataram que os clones CE-08-AD e Venezuela-AD destacaram-se na maioria dos parâmetros avaliados, mostrando-se promissores.

Em estudo realizado com a variedade Venezuela-AD, Cunha et al. (2007), observaram que as plantas atingiram 2,5 m de altura aproximadamente aos 100 dias de crescimento. De acordo com Silva et al. (2008), em Itambé-PE, o rendimento em matéria seca (MS) do genótipo Venezuela-AD atingiu $3,9 \text{ t.ha}^{-1}$ em corte realizado aos 60 dias.

Trabalhando com cinco genótipos de *Pennisetum* sp, Freitas (2008) obteve resultados que se destacaram para a produtividade de massa de colmo, de lâmina foliar e de massa total de forragem para os genótipos IRI-381, Venezuela-AD e Hexaplóide, apresentando potencial para utilização sob pastejo nas condições da Zona da Mata de Pernambuco. Os pastos foram manejados com 36 dias de descanso e quatro dias de uso, enquanto as avaliações dos pastos foram realizadas antes da entrada dos animais (pré-pastejo) e com a saída dos animais (pós-pastejo ou resíduo). Nessas condições, o genótipo Venezuela-AD mostrou-se superior aos demais quanto à relação lâmina foliar/colmo em pré-pastejo, porém, no pós-pastejo não houve diferença entre os genótipos quanto a esta característica. A altura de plantas atingida pelo genótipo Venezuela-AD foi de 1,88 m e 1,61 m, respectivamente em pré e pós-pastejo, enquanto que a massa de forragem (em kg MS.ha⁻¹) para colmo, lâmina foliar e total (Colmo + lâmina foliar) foi de 8.137, 3.704 e 11.842, respectivamente.

2.1.2 Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma cultura perene, muito difundida no Brasil, cuja implantação e manejo são tidos como relativamente simples, de baixo custo, e pode produzir por até seis anos, com produtividade de massa verde superior a 120 t.ha⁻¹.ano⁻¹. Apresenta baixo custo de produção por unidade de matéria seca, além da capacidade de autoconservação em campo, mantendo o seu valor nutritivo por até seis meses, podendo ainda ter seu período de colheita coincidindo com o de escassez de forragem nas pastagens, para a produção animal (TOWNSEND, 2000).

Na escolha de variedades de cana-de-açúcar com aptidão forrageira devem ser observadas as seguintes características: alto índice de produtividade, elevado teor de açúcar (sacarose), adaptação às condições edafoclimáticas da região, boa capacidade de rebrota, ausência de florescimento ou flechamento, fácil despalha ou ausência de joçal e resistência a pragas e doenças. Conforme relatam Fernandes et al. (2001), a cana-de-açúcar é fornecida como principal volumoso da dieta no período que compreende a estação de seca pela maioria dos produtores de leite, principalmente os que utilizam vacas mestiças.

Magalhaes et al. (2004) avaliaram a substituição da silagem de milho por até 100% de cana-de-açúcar, no volumoso, em dietas para vacas leiteiras, sobre a produção e composição do leite, variação do peso vivo, consumo de nutrientes e viabilidade econômica das dietas utilizadas, e chegaram a resultados que permitiram inferir que a inclusão de 33,3% de cana-

de-açúcar no volumoso foi o melhor nível técnico encontrado e economicamente viável, em oposição aos níveis de 66,6% e 100% de substituição ao milho.

O lançamento de novas variedades de cana-de-açúcar, cada vez mais produtivas e adaptadas às condições locais, é um processo contínuo nos programas de melhoramento genéticos da cultura (BARBOSA et al., 2002).

Diferentemente dos cereais, cujo melhoramento visa maior fertilidade para grandes produções de grãos, a cana-de-açúcar é selecionada para a esterilidade, visto que o processo de florescimento reduz a quantidade de açúcar armazenada no caule (CABRAL, 2007). Por isso, a cana-de-açúcar é uma espécie que apresenta baixa taxa de formação de sementes, e estas, geralmente, apresentam baixa viabilidade.

2.1.2.1 Cana-de-açúcar Variedade RB92-579

Essa variedade segundo Barbosa et al. (2003), faz parte da nova geração de variedades RB (República do Brasil), RB92-579, RB93-509 e RB93-1530, lançadas em 2003, obtidas e selecionadas pelo Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar (PMGCA) do Centro de Ciências Agrárias (CECA), UFAL, com o apoio de empresas/entidades do setor produtivo. Resulta do cruzamento das variáveis RB75-126 e RB72-199, sendo atualmente a variedade mais cultivada no Nordeste, ocupando 30% da área plantada.

A cana-de-açúcar Variedade RB92-579 apresenta ótima brotação no primeiro plantio (planta) e nos subseqüentes (socas) para colheita manual queimada, e boa para colheita manual crua. Seu alto perfilhamento em planta e soca, proporciona rápido fechamento das entrelinhas. Apesar de florescer pouco e de apresentar lenta velocidade de crescimento, é capaz de atingir alta produtividade agrícola nas quatro primeiras safras. Além de seu alto teor de açúcares totais recuperáveis e uma maturação média, geralmente de outubro a janeiro, possui teor médio de fibra.

Ainda segundo Barbosa et al. (2003) essa gramínea também contempla amplo intervalo de plantio (de julho a janeiro), não tendo restrição a ambientes para seu desenvolvimento, além de apresentar boa produção. Outra característica marcante dessa variedade é sua tolerância à seca e a herbicidas, com difícil despalhamento no período vegetativo e de fácil manejo na colheita. Quanto à fitossanidade, é resistente a doenças causadas por fungos, como a ferrugem e o carvão. Em relação aos aspectos entomológicos, é tolerante à cigarrinha da folha, apresenta resistência intermediária à escaldadura das folhas e à podridão vermelha, além da ausência de amarelinho.

Em experimento com quatro variedades de cana-de-açúcar, RB92-579, RB93-1530, RB93-509 e SP79-1011, Almeida et al. (2008) concluíram que a variedade RB92-579, em condições ambientais de cultivo, tem atributos de crescimento, como perfilhamento, altura de plantas, índice foliar, acúmulo de matéria seca no colmo e produção final superiores às demais cultivares.

De acordo com Madeiros et al. (2008) a cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) cultivar RB92-579, na região de Alagoas, tem uma produtividade média de 85,0 t.ha⁻¹, é uma cultivar média tardia e de alta adaptabilidade.

A variedade RB92-579 apresenta hábito de crescimento ereto, bom perfilhamento, ótima brotação de socaria e alto teor de sacarose, que é o principal constituinte da cana-de-açúcar (sólidos solúveis 70 a 91%), enquanto o teor de fibras é médio. Apresenta ainda baixa exigência de fertilidade do solo, resistência à ferrugem e baixo florescimento, condição favorável, haja vista que nos processos de formação e emissão da inflorescência ocorre elevado consumo de sacarose, a ponto de promover secamento da extremidade apical dos colmos (ASPLAN, 2008).

Ainda segundo a ASPLAN (2008) a variedade RB92-579 é uma das principais cultivadas na Paraíba, possuindo um Período Útil de Industrialização (PUI) longo.

Estudando a distribuição do sistema radicular das variedades de cana de açúcar RB72-2454, SP79-1011 e RB92-579, Silva (2007) verificou que a variedade RB92-579 apresenta o sistema radicular mais desenvolvido até a profundidade de 1,0 m em cima da linha de plantio e a partir de 0,3 m a 30 cm desta. Essa característica proporciona à variedade um aumento na capacidade de extrair água do solo.

2.1.3 Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown)

De acordo com Mamam et al. (2000) e Costa et al. (2005), o milheto é originário do Sub-Saara africano, cultivado desde 3.000 a.C., de onde foi levado para a Índia a partir do ano 2.000 a.C., tendo gerado genótipos distintos dos originais africanos. Atualmente é uma das culturas mais cultivadas nos países da África Saheliana e Sudanesa.

A espécie *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. é uma gramínea de ciclo vegetativo anual de verão, cespitosa, de crescimento ereto, e apresenta excelente produção de perfilhos e vigoroso rebrote após cortes ou pastejo. A estatura do colmo apresenta um único caule, que pode atingir de 1 a 3 m entre 50 e 55 dias após a emergência, produzindo uma forragem em tempo curto. Apresenta folhas com lâminas largas medindo 5 a 10 mm de largura e 20 a 100

cm de comprimento. Tem a inflorescência na forma de panícula longa, densa e contraída, com 10 a 50 cm de comprimento e 0,5 a 4,0 cm de diâmetro (ALCÂNTARA e BUFARAH, 1986 e AMARAL, 2005). As sementes não são deiscentes e os grãos, quando maduros, são pequenos, de cor cinza, branca, amarela ou a mistura dessas cores, podendo produzir de 500 a 2.000 sementes por panícula.

É uma cultura de fácil instalação e requer poucos insumos, pois a planta tem um sistema radicular profundo e vigoroso, o que a torna eficiente no uso de água e nutriente, e a faz apresentar elevada tolerância a altas temperaturas e a períodos com déficit hídrico (PAYNE, 2000).

Conforme relata Amaral (2005), a espécie apresenta grande resistência à seca, devido ao seu amplo sistema radicular, chegando a 3,6 m de profundidade, embora 80% das raízes se encontrem nos primeiros 10 cm de solo, além de ser eficiente na utilização de água para produção de matéria seca (MS), necessitando de 282 g a 302 g de água para produzir 1 g de MS (para o sorgo, 321; milho, 370 e o trigo, 590 g de $H_2O.g^{-1}$ MS).

O milheto é um dos mais importantes cereais produzidos nas regiões semiáridas tropicais do mundo (África e Índia, principalmente), pois vegeta bem em regiões de precipitação anual de apenas 300-800 mm e em solos de baixa fertilidade (LIMA et al., 1999; MELO, 2006). Apesar de produzir sob condição de baixa fertilidade, responde bem à fertilização dos solos. Produz de três a quatro socas, quando é colhido antes do florescimento, desde que haja umidade suficiente no solo.

Para Tabosa et al. (1999), o milheto devido à origem africana adaptada ao semiárido, o milheto possui elevada eficiência de uso de água (dispondo de mecanismos de resistência/tolerância à seca) e apresenta boa aptidão para a produção de forragem, tornando-se uma alternativa para suprir a carência de alimento em períodos de escassez, além de sobreviver melhor que outros cereais em solos arenosos e pouco férteis, por ser tolerante a baixos níveis de fertilidade do solo. Por isto, em regiões marginais e áridas da África e Ásia, essa espécie adquire importância como cereal de subsistência humana (BIDINGER e RAJU, 2000 e BRUCK et al., 2000).

Essas propriedades evidenciam o potencial promissor do milheto como uma planta forrageira que pode ser usada estrategicamente na fase inicial da recuperação de terras degradadas. Devido ao rápido crescimento, o milheto mantém a área degradada protegida a partir dos quarenta dias após o plantio. Por essas razões e, ainda, pela sua palatabilidade, valor protéico e a sua palhada, essa cultura pode constituir uma alternativa para produção de

silagem, principalmente em regiões com problemas de veranicos longos ou de aridez (KICHEL e MIRANDA, 2000).

Conforme relata Paiva (2006), o milho é considerado o sexto cereal mais importante do mundo. Nutricionalmente, seus grãos são superiores aos do trigo, do arroz e do milho em relação ao conteúdo mineral, além de apresentar 16% de proteína. É uma espécie agronomicamente importante de duplo propósito, pois seus grãos são utilizados como fonte de alimento humano e na produção de ração animal e suas folhas e colmos como forragem.

Trabalhos de Menezes e Leandro (2004) e de Suzuki e Alves (2006) revelam que uma das principais vantagens do milho é a sua elevada capacidade de competir com plantas daninhas, mesmo em condições de acentuada deficiência hídrica.

Quanto ao desenvolvimento fenológico divide-se em três fases: GS1 – Fase vegetativa, com duração de 27 a 39 dias; GS2 – Fase de desenvolvimento da panícula, com duração de 11 a 39 dias; GS3 – Fase do enchimento do grão, com duração de 19 a 22 dias (ROSENOW, 1993). Em relação ao fotoperíodo, a espécie poderá ser dividida em sensível e insensível. Deste modo, quando o número diário de horas de luz é inferior a 12, os materiais florescem em menos de 52 dias. O ciclo do milho pode chegar a 130 dias, mas, caso necessite, pode ser colhido após 42 dias de plantado, sendo consumido em qualquer idade pelos animais, embora a melhor época da colheita para a ensilagem seja quando as plantas estão com os grãos leitosos. Os níveis de proteína bruta variam de 12 a 24 % nesta forrageira.

Segundo Pizzani (2008), quando comparado com o milho e o sorgo, o milho requer mais calor para germinar e se estabelecer de maneira uniforme.

O milho é uma planta muito apreciada pelo gado, nutritiva, não possui fatores antinutricionais, como os cianogênicos (C_2N_2), podendo ser utilizado sob pastejo contínuo ou rotacionado, na forma de capineira, feno, silagem e grão (GUIMARÃES JUNIOR et al., 2005).

Ribeiro et al. (2004), analisando a substituição de milho por milho em dietas de vacas holandesas em lactação, verificou que a troca não alterou o desempenho de produção de leite e do consumo dos animais, produzindo 25 kg.dia^{-1} de leite. Isto permitiu concluir que o grão de milho é um bom substituto, total ou parcial, do grão de milho, em dietas de vacas em lactação.

Segundo Nagae et al. (2002), o milho também se mostra promissor como alimento alternativo na piscicultura, podendo ser incluído em até 30% em substituição ao milho nas rações para alevinos de piavuçu, levando a um custo mínimo a 20,31% de inclusão nas rações. Sua utilização depende da disponibilidade e preço no mercado. Estudo feito anteriormente por

Castro (1998) produziu resultado semelhante com alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) que relatou a possibilidade da inclusão de até 40,00% do milho na ração.

Meurer et al. (2004) avaliou a inclusão de milho em rações para a tilápia do Nilo durante a fase de reversão sexual, sobre os parâmetros de desempenho, sobrevivência e eficiência da reversão sexual. Os resultados permitiram afirmar que pode ser incluído em níveis de até 10% em rações para a tilápia do Nilo, aumentando o peso final, sem causar efeitos deletérios ou influenciar na sobrevivência e na efetividade da reversão sexual dos mesmos.

2.1.3.1 Variedade IPA BULK -1

A variedade IPA-BULK-1 foi desenvolvida em conjunto pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) e Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), com a geração de híbridos interespecíficos do milho x capim elefante, resultando na obtenção do composto IPA-BULK-1, lançado em 1977, com aptidão para produção de forragem na mesorregião do Agreste de Pernambuco (Tabosa et al., 1999).

Esta gramínea apresenta uma altura média de planta de 2,2 m, florescimento entre 50 e 60 dias, panícula compacta com tamanho variando de 40 a 60 cm, alta capacidade de perfilhamento e rebrota, alta eficiência de uso d'água, tolerância à seca e à salinidade, além de ser tolerante a pragas e doenças. O ácido cianídrico é ausente nesta forragem. A produção de matéria seca oscila de 6 a 13 t.ha⁻¹, enquanto que a proteína bruta varia de 6 a 18 %.

Segundo Pereira Filho et al. (2003), essa variedade, avaliada em Chapada do Araripe e em Serra Talhada-PE, em dois espaçamentos, 1,0 m e 0,5 m, apresentou altura de plantas variando de 1,80 m a 2,33 m e produção de grãos variando de 710 kg.ha⁻¹ a 1.510 kg.ha⁻¹.

Em trabalho com espécies forrageiras, Azevedo (2002) observou uma produtividade de 7,07 t.ha⁻¹ para milho IPA Bulk-1.

Aguiar (2006), estudando a variedade de milho Bulk-1, encontrou produção de matéria seca de 5.646 kg.ha⁻¹, acúmulo de matéria seca de 112,92 kg.dia⁻¹.ha⁻¹ e relação folha/caule de 0,64. Para a composição químico-bromatológica, obteve os seguintes resultados: (%MS) = 22,28; MM = 14,55; MO = 85,45; PB = 11,98; EE = 1,74; FDN = 64,33; FDA = 45,07; Hemicelulose = 19,26; lignina = 6,37; Carboidrato totais = 71,73; carboidratos não fibrosos = 7,40; Celulose = 38,70; Nitrogênio indisponível em DN = 0,63; Nitrogênio indisponível em DA = 0,24 e Nutrientes Digestíveis Totais estimados = 51,48.

2.1.4 Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é originário do centro da África e parte da Ásia, tendo se tornado uma importante alternativa para alimentação humana e animal, especialmente em regiões de baixa disponibilidade de água, por apresentar sementes ricas em proteínas, vitaminas, hidrato de carbono e sais minerais, além de produzir plantas com elevado volume de massa verde e que apresentam tolerância à seca e a alta temperatura (CARVALHO et al., 2000).

È uma planta típica de clima quente, de características xerófilas, produz bem em solos com baixa fertilidade, apresenta tolerância/resistência aos fatores abióticos, tais como: estresse hídrico, salinidade e encharcamento. (TABOSA et al., 1987).

Segundo Magalhães et al. (2003), para o seu bom desenvolvimento a maioria dos materiais genéticos requer temperaturas superiores a 21°C. Em climas quentes, o florescimento ocorre 55 a 70 dias após a germinação, podendo aumentar de 30 a 100 dias, sendo que o período de florescimento pode durar de 6 a 15 dias. O número de espiguetas por panícula varia de 1.500 a 7.000. O número total de folhas numa planta varia de 7 a 30, com comprimento chegando a mais de 1 metro, enquanto que a largura, de 0,5 a 15 cm.

O cultivo do sorgo vem ganhando destaque nos últimos anos, principalmente em regiões onde os períodos de estiagem ocorrem com frequência, limitando a produção de forragens (RODRIGUES, 2000).

De acordo com Amaral et al. (2003), a cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) apresenta grande potencial de produção de forragem na Região Nordeste, por sua capacidade de adaptação, tolerância a temperaturas elevadas e também por possuir características de xerofilia, isto porque que a gramínea possui características fisiológicas que permitem paralisar o crescimento ou diminuir as atividades metabólicas durante o estresse hídrico e reiniciar o crescimento quando a água se torna disponível, podendo até crescer mais rapidamente do que as que não sofreram estresse. Essa situação ocorre, provavelmente, pelo acúmulo de fotoassimilados no início do período de estresse. Essas reservas, que são pouco utilizadas durante a seca, ficam disponíveis para estimular o crescimento quando a água se torna novamente disponível.

De acordo com Magalhães et al. (2000) o sorgo apresenta ampla utilidade na dieta alimentar humana, de forma direta (farinha dos grãos) e indireta (na indústria de rações e volumosos, em pastoreios diretos ou silagens para animais).

Conforme Tabosa et al. (2002), no final do período seco, quando o valor nutritivo das pastagens permanentes é reduzido, o sorgo surge como a melhor cultura anual para promover alimentos nessa ocasião.

Gonçalves (2009) alerta que na alimentação dos animais, deve-se atentar para a idade das plantas, devido à presença de ácido cianídrico (HCN), salvo na forma de silagem, onde os taninos podem ser hidrolisados em açúcares. Portanto, em condições de pastejo, não é recomendável deixar os animais se alimentarem do sorgo muito jovem ou da soca (até 1 metro de altura).

2.1.4.1 Variedade IPA SF-15

A variedade de sorgo IPA SF-15 (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de aptidão forrageira, é proveniente do IPA, obtida através do Programa de Melhoramento de Sorgo Forrageiro. Foi originada a partir do cruzamento entre as variedades sacarinas IPA73-01218 e IPA73-01158 (material de colmo seco, proveniente do continente africano). Tendo sido conduzida até a geração F8 através de autofecundações e seleções sucessivas, ficou caracterizada a sua evolução da condição de progênies avançadas para variedade, que foi testada e avaliada em diferentes ambientes, nos Estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará, Sergipe e Alagoas. Neste último, foram obtidos os mais elevados resultados de rendimento de matéria seca e adaptabilidade, quando comparado aos demais. (SILVA et al., 2008).

De acordo com Silva et al. (2008), esta gramínea apresenta altura média de plantas variando de 2,5 m a 3,5 m, com florescimento entre 90 e 100 dias e ciclo total (colheita) de 120 a 130 dias. Possui alta capacidade de rebrota e desenvolve colmo do tipo suculento e sacarino, com proteína bruta de 5% a 8%, apresentando aptidão tanto para corte como para silagem.

O seu potencial de produção de matéria verde é de 40 a 60 t.ha⁻¹ e alcança suporte forrageiro de 6 a 8 U.A.ha⁻¹/150 dias. Sua eficiência média de uso de água é de 290 kg água.kg⁻¹ MS e o potencial de produção de matéria seca é de 15 a 18 t. ha⁻¹. Apresenta ainda elevada resistência a praga e doenças (SILVA et al., 2008).

2.2 Cultivo

2.2.1 Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)

De acordo com Evangelista e Lima (2002), a forma de propagação do capim-elefante é a vegetativa, sendo que as mudas devem ser colhidas de plantas bem desenvolvidas com mais de três meses de idade, evitando-se os colmos de plantas velhas, podendo ser armazenadas à sombra, por períodos de até 25 dias, sem comprometer a brotação, desde que não se façam montes. Por ser mais prático, normalmente são utilizados colmos inteiros, colocando-se dois colmos paralelos no sulco, onde devem ser divididos em frações contendo de 3 a 5 gemas, para favorecer maior perfilhamento. As melhores mudas são obtidas dos 2/3 inferiores do colmo, cujas extremidades devem ser eliminadas na hora do plantio.

O capim-elefante pode ser plantado em áreas planas e com declividade, em solos com boa drenagem, pois não suporta solos susceptíveis a encharcamento. No uso de adubos orgânicos, recomenda-se a aplicação de esterco nos sulcos, que variam de 20 a 40 t.ha⁻¹.

O preparo do solo deve ser feito por uma aração de 0 a 30 cm de profundidade seguida de gradagem. O plantio deve ser feito em sulcos espaçados de 50 a 100 cm entre linhas, com profundidade de 20 a 30 cm e, sempre que possível, em duas fileiras de colmos. A metade basal de um colmo deve coincidir com a metade superior do outro e coberto com 5 a 10 cm de terra. Para o plantio em sulcos são necessárias 4 t.ha⁻¹ de colmos (GOMIDE, 1997).

2.2.2 Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.)

A propagação da cana-de-açúcar se dá por mudas, que devem ser provenientes de canaviais com idade de 8 a 12 meses, livres de pragas e doenças (PEREIRA et al., 2000). Recomenda-se que as mesmas sejam submetidas a tratamentos preventivos, através da aplicação de fungicidas e inseticidas. O corte deve ser realizado rente ao solo, com as ponteiros sendo retiradas. Durante as operações de corte, transporte e distribuição das mudas, deve-se evitar que as gemas sejam danificadas.

De acordo com Townsend (2000), o plantio deve ser realizado logo após o corte, pois estocagem maior do que quatro dias, pode comprometer a germinação.

Na escolha das variedades devem-se observar as seguintes características: alto índice de produtividade, elevado teor de açúcar (sacarose), adaptação às condições edafoclimáticas

da região semiárida, boa capacidade de rebrota, ausência de florescimento ou flechamento, fácil despalha ou ausência de felpa e resistência à pragas e doenças.

O plantio deve ser feito em sulcos, com profundidade próxima de 35 cm, e espaçamento entre sulcos variando de 0,90 m a 1,40 m. Devem-se distribuir os colmos inteiros uniformemente nos sulcos, de forma que fiquem dois a dois cruzando a base de um com ponta do outro, deixando os nós desencontrados. Em seguida, devem ser seccionados em toletes menores com 3 a 4 gemas, mantendo uma média de 12 a 18 gemas por metro linear. Os colmos devem ser cobertos com uma camada de 5 a 10 centímetros de terra. Conforme a variedade e as condições de plantio serão necessárias de 8 a 15 toneladas de mudas para cada hectare a ser plantado.

Os terrenos mais recomendados são os de topografia plana a ligeiramente inclinadas, não sujeitos a encharcamento. O preparo de solo deve ser feito com uma aração e uma gradagem em seguida, para então se proceder à abertura dos sulcos, utilizando arados de disco ou de aiveca. A profundidade de aração pode variar de 20 cm a 35 cm.

O primeiro corte deve ser realizado rente ao solo, entre 12 e 18 meses, quando os colmos apresentam maior concentração de sacarose. A manutenção das ponteiros, bem como das folhas verdes e secas contribui para aumentar a quantidade de volumoso para os animais quando fornecida picada. É importante que a alimentação dos animais aconteça no mesmo dia ou no máximo com dois dias após o corte, uma vez que em períodos maiores ocorre fermentação. O ciclo normal de produção da cultura varia de 4 a 6 anos, chegando a uma produção superior a 120 t.ha⁻¹.ano⁻¹ (TOWNSEND, 2000).

2.2.3 Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.)

O plantio do milheto é feito por semeadura, em linhas contínuas distando 40 cm a 100 cm uma da outra, usando-se de 10 a 20 sementes, na profundidade de 2 cm a 4 cm. Usando espaçamentos de 40 cm a 60 cm, precisa-se de 12 kg a 15 kg de sementes por hectare (KICHEL et al., 2000). No preparo do solo deve-se realizar uma gradagem a 30 cm de profundidade.

Farinelli et al. (2004) estudaram o desempenho da cultura do milheto em função de épocas de semeadura e do manejo de corte da parte aérea, em Botucatu – SP, tendo obtido, para a primeira semeadura, realizada no mês de abril, as seguintes produtividades de matéria seca (kg.ha⁻¹) em 5 cortes sucessivos: 6.513, 4.164, 4.778, 4.216 e 3.610. Pelos dados observa-se que a produção de matéria seca foi maior no primeiro corte e menor no último,

enquanto que do segundo ao quarto corte, esta se manteve praticamente constante. Em relação aos manejos, Farinelli et al. (2004) consideram como muito expressiva a produtividade de 22.000 kg.ha⁻¹ de matéria seca obtida com os manejos de corte a cada florescimento.

Em estudo sobre os efeitos das populações de 20, 40, 60 e 80 mil plantas.ha⁻¹ sobre as características agrônômicas, Moreira et al. (2003) observaram que o aumento da densidade por 80 mil plantas por hectare reduziu significativamente o diâmetro do colmo, provavelmente devido à maior competição entre as plantas pelos fatores de crescimento, possivelmente por luz, água e nutrientes no solo. Esta redução no diâmetro do colmo aumentou a porcentagem de acamamento.

2.2.4 Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

O preparo do solo para o plantio deve ser feito com uma aração seguida de gradagem na profundidade de 30 cm. A abertura dos sulcos pode ser feita com arados de disco ou de aiveca.

De acordo com Ribas (2006) o espaçamento entre linhas para o sorgo duplo propósito (forragem e grãos) pode ser de 70 a 80 cm, distribuindo nos sulcos de 18 a 20 sementes (80% germinação) por metro linear. Neste espaçamento, são necessárias de 6 a 8 kg de sementes para o plantio de um hectare, para formar uma população de 140 a 170 mil plantas. A profundidade recomendada para semeadura é 3 a 5 cm.

O ciclo do sorgo pode ser dividido em três partes: da emergência aos 30 dias; dos 30 dias até início do florescimento; e do florescimento até maturação fisiológica, ocorrendo 90 dias após a emergência da planta, para algumas cultivares.

2.3 Fontes d'água para irrigação no semiárido

Conforme Weid et al. (1996), os reservatórios de superfície (açudes e barragens) já foram considerados como a solução para a falta d'água. Existem milhares deles e sempre se constroem mais. A água pode ser encontrada no subsolo em profundidades variadas, dependendo do lençol freático. Os poços rasos nos aluviões (poço amazonas, cacimbão, cacimba segundo as regiões) podem constituir um recurso importante no semiárido. Os rios do semiárido nordestino são poucos e de baixos volumes de água.

De acordo com Maia et al. (1998) as fontes d'água para a irrigação nas condições do nordeste brasileiro, em termos médios, variam na seguinte ordem: açude < rio (perenes e perenizados) < poço amazonas < poço raso.

Existem milhares de poços no nordeste brasileiro, os quais representam importante fonte de utilização d'água para as irrigações, fortalecendo a cadeia produtiva da região, porém a sua qualidade varia no tempo e no espaço (SILVA JR. et al., 1999). No final do período seco, há uma redução na vazão e na qualidade da água.

2.4 Caracterização e reuso do efluente da piscicultura

A qualidade da água em tanques de piscicultura é resultado de influências externas como a qualidade da fonte da água, características do solo, clima, introdução de alimentos, etc., e de aspectos internos como a densidade de peixes, processos físico-químicos e biológicos, além das características construtivas dos tanques. Portanto, na criação de peixes, deve-se obedecer às normas e parâmetros de projetos, de forma que o piscicultor deve ter conhecimento da qualidade, quantidade e da origem da água, incluindo a necessidade de avaliação quanti-qualitativa da água utilizada para suprir as necessidades dos empreendimentos (BASTOS, 2003).

Durante o processo de produção piscícola é inevitável o acúmulo de resíduos orgânicos e metabólicos nos tanques e viveiros em sistemas de renovação de água intermitente. O volume de fezes excretado diariamente pela população de peixes é uma das principais fontes de resíduos orgânicos em sistemas aquaculturais. A digestibilidade da matéria seca das rações gira em torno de 70 a 75%. Isto significa que 25 a 30% do alimento fornecido entram nos sistemas aquaculturais como material fecal (KUBITZA, 1999). A decomposição e a reciclagem do material orgânico fecal nos tanques são feita principalmente por ação microbiológica, à custa de consumo de oxigênio, resultando no acúmulo de metabólicos tóxicos aos organismos aquáticos, como amônia, nitrito e o gás carbônico.

Phillips et al. (1991) considera que o maior impacto na utilização da água pela aqüicultura é sobre a qualidade da água.

As principais fontes poluentes do ambiente aquático são as rações e metabólitos (substâncias químicas produzidas através de material orgânico) dos peixes que apresentam altos teores de nitrogênio e fósforo (MEDEIROS, 2002).

De acordo com Lima (2007), o efluente de piscicultura lançado no meio ambiente pode causar a poluição do solo e de mananciais, gerando impactos ambientais. Sua

reutilização na irrigação de hortaliças pode ser uma alternativa viável, além de resolver o problema da escassez de água para irrigação em regiões semiáridas, tornando o sistema mais sustentável e complementando a renda do produtor. O efluente rico em matéria orgânica e nutrientes, irrigando o solo pode funcionar como fertirrigação para as plantas.

Reutilizar as águas dos cultivos de peixes do sistema intensivo é uma prática recomendada como forma de reduzir o impacto poluente dos efluentes, de economia de água e de promover a elevação da produção e da renda no campo.

De acordo com Sandri (2003), os principais fatores que vieram a contribuir para que, nos últimos anos, aumentasse o interesse pela irrigação com efluentes, são a escassez de recursos hídricos, o avanço do conhecimento técnico-científico, a legislação ambiental mais rigorosa e atuante, o maior controle da poluição ambiental (com redução de problemas relacionados à saúde humana e animal) e a diminuição dos custos de tratamento devido à atuação do solo como forma de disposição e fornecimento de nutrientes e matéria orgânica às plantas, reduzindo os custos com fertilizantes químicos comerciais.

Estudos de águas oriundas da piscicultura, com o objetivo de minimizar o impacto ambiental e de economia de água, têm sido realizados por vários pesquisadores. Hussar (2002) avaliou sistemas de leitos cultivados em caixas de fibra cimento-amianto com macrófitas aquáticas (*Taboa typha spp*), na absorção dos micronutrientes presentes nos efluentes de tanques de piscicultura, com alevinos de *Tilápias rendalli*, alimentadas diariamente duas vezes ao dia, na proporção de 5% do peso vivo do lote com ração balanceada extrusada, e semanalmente adubada com esterco de suínos mineralizado 100 gramas.m⁻³. Os resultados mostraram que a remoção de boro, cobre, ferro e manganês foram satisfatórias, enquanto a remoção do zinco foi baixa.

Castellane e Araújo (1995), pesquisando alface cultivada em sistema hidropônico NFT (Nutrient Film Technique System) irrigada com efluente da piscicultura completada com 25 % de solução nutritiva, observou produção de massa fresca equivalente àquela obtida com o uso de 100% da solução nutritiva.

Baumgartner et al. (2005) avaliaram o cultivo de alface irrigada com água de Poço (T1), água residuária de piscicultura (T2), água residuária de lagoa de estabilização de dejetos suíno (T3) e com água residuária de uma lagoa de produção de algas alimentada com resíduo de biodigestor (T4). Os resultados das análises de coliformes totais mostraram que a água residuária do tratamento T4 (90000 NPM / 100 mL) apresentou maior contagem de coliformes, sendo seguida pelos tratamentos T3 (50000 NPM / 100 mL) e T2 (2700 NPM / 100 mL). O valor do tratamento T2, água residuária de piscicultura, foi o único entre os

demais que apresentou valor de coliformes totais inferior ao estabelecido pela resolução do Conama n.º 20, 18/06/86, tornando-a própria para utilização como fontes de irrigação de hortaliças e de plantas frutíferas (SPERLING, 1996).

Estudando a utilização de água de poço e de efluente de viveiros cultivados com tilápias nilóticas na densidade de 2,5 peixes.m⁻², alimentadas com ração industrial (28% de proteína bruta) e adubada previamente com esterco de galinha, na irrigação de alface, em solo adubado com diferentes compostos orgânicos e com adubação química convencional, Pereira et al. (2003) verificaram que o efluente de viveiro de peixes foi significativamente superior à água de poço, na produção de alface, quando aplicados no substrato solo + esterco. Isto pode ter sido devido à atuação de microrganismos presentes no efluente que acelerou de modo significativo a decomposição do esterco, tornando esta prática uma alternativa para o enriquecimento do solo em sistemas de produção de alface.

Estudos mostraram que a utilização de efluentes de piscicultura no cultivo de hortaliças pode reduzir os custos com adubação principalmente a adubação fosfatada, já que o efluente pode proporcionar um aumento na frutificação (CASTRO et al., 2003). Estes pesquisadores verificaram aumento significativo na produtividade de tomate cereja irrigado com efluente da piscicultura em comparação com a água de poço.

O manejo integrado de peixes e hortaliças pode ser uma alternativa para reduzir o custo com a água para irrigação, barateando assim o processo produtivo. Essa integração resulta em uma maior diversidade de produtos, menos degradação ambiental e aumento da eficiência através da exploração de recursos que de outra maneira não seriam utilizados. Irrigar as culturas com efluentes provenientes de viveiros de peixes evita a necessidade de descarregar as águas ricas em nutrientes nos ambientes naturais ou a necessidade de tratar essas águas para eliminar os nutrientes (FREITAS et al., 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

A área experimental está localizada na depressão sertaneja do Alto Piranhas, semiárido paraibano, no Sítio Cajarana, à margem esquerda do Rio Piancó (Figura 1), distando 5 km da sede do município de Pombal – PB, situando-se geograficamente nas coordenadas 06°45,102' S e 37°48,806' W, com altitude média de 188 m.

A topografia do terreno é relativamente plana, com declividade de 5,5%, classificada como moderada de acordo com Cardoso e Schiavini (2002).

O clima da região, conforme classificação de Köppen é do tipo Bsh, quente e seco, com precipitação média anual de 743,5 mm (IDEME, 2007) e as chuvas ocorrem na estação de verão e outono, sendo os meses de fevereiro, março e abril os mais chuvosos, enquanto que os meses de julho a dezembro formam o período mais seco do ano. No período de 1990 a 2005 (16 anos), o ano de 1993 registrou 280,5 mm, a mais baixa precipitação, enquanto que o ano de 2004 registrou 1.500,3 mm, maior precipitação do período.

A área estava sendo ocupada há mais de quatro anos com pastagem nativa, para manutenção de rebanho bovino.



Figura 1 – Visualização da área experimental, das fontes de água e adutoras para irrigação. Esquema montado sobre imagem capturada do Google Earth com atualização de 09/04/2007.

Amostras de solo coletadas na camada arável (0 a 20 cm), onde se desenvolve a maior parte das raízes, foram enviadas ao Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da

Embrapa Semiárido, para análises física e química do solo. Na análise física foram determinadas as frações areia, silte e argila, relação silte/argila, densidades do solo e partícula, e respectiva classe textural, como franco arenosa, conforme mostra Tabela 1.

Tabela 1 – Atributos físicos do solo da área experimental

Profundidade	Areia	Silte	Argila	Relação silte/argila	Densidade do Solo	Densidade Partícula	Classe Textural
(cm)(g.kg ⁻¹).....			(kg.dm ⁻³).....		
0-20	609,03	296,83	94,17	3,15	1,49	2,50	Franco arenoso

Para a caracterização química do solo foram determinados o pH em água (1:2,5), as concentrações de Al³⁺, H+Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ e CTC (em cmol_c.dm⁻³), macronutrientes P e K (mg.dm⁻³), M.O. (g.kg⁻¹) e V (%), além das concentrações dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn (mg.dm⁻³), conforme mostram as Tabelas 2 e 3.

Todos os procedimentos seguiram o Manual de Métodos de Análise de Solos da EMBRAPA (BRASIL, 1997). Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. EMBRAPA, 1999.

Tabela 2 – Análise química do solo da área experimental

pH	H+Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	CTC	K	P	M.O.	V
cmol _c .dm ⁻³						mg.dm ⁻³		g.kg ⁻¹	%
6,3	1,92	0,05	6,13	4,8	0,54	13,69	30	56	10,58	86

CTC – capacidade de troca de cátions; MO – Matéria Orgânica; V – Saturação por bases

Tabela 3 – Concentração de micronutrientes no solo da área experimental

Cu	Fe	Mn	Zn
.....mg.dm ⁻³			
1,59	159,67	116	2,57

3.2 Caracterização das águas de irrigação

As fontes de água utilizadas foram: água de rio perenizado, água de poço amazonas e água de piscicultura, proveniente de viveiro cultivado com tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*).

Amostras de água das três fontes foram coletadas aos 43 dias do início do experimento (18/01/09), em garrafas plásticas de 1,5 L e acondicionadas em caixas de isopor, sendo entregues ao Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da Embrapa Semi-árido, em menos de 24 horas, para análise química. Todos os procedimentos seguiram o Manual de Métodos de Análise de Solos da EMBRAPA (BRASIL, 1997).

A análise química da água constou da determinação dos cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+ , dos ânions CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} e Cl^- , além do pH, CE (25°C), Dureza Total- CaCO_3 e Relação de adsorção de sódio (RAS).

O resultado da análise química e a classificação das águas para irrigação, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Análise química das águas das três fontes utilizadas e classificação para irrigação.

Determinações				Fontes de Água		
	Sigla	Descrição	Unidade	Rio Piancó	Viveiro Piscicultura	Poço Amazonas
C Á T I O N S	Ca^{2+}	Cálcio	mmolc/L	0,9	0,9	3
	Mg^{2+}	Magnésio		0,5	0,8	4
	Na^+	Sódio		0,82	1,6	5,9
	K^+	Potássio		0,16	0,21	0,08
	SOMA				2,38	3,51
Â N I O S	CO_3^{2-}	Carbonatos		0	0	0
	HCO_3^-	Bicarbonatos		1,8	3	7,7
	SO_4^{2-}	Sulfatos		0,09	0,07	0,1
	Cl^-	Cloretos		0,6	0,8	5,9
	SOMA			2,49	3,87	13,7
	pH	-	-	7,2	7,1	7,6
	C.E.-25°C		dS/m	0,22	0,34	1,33
	Dureza Total- CaCO_3		mg/L	70	85	350
	Relação de adsorção de sódio			0,98	1,74	3,15
	Classificação da água analisada			C ₁ S ₁	C ₂ S ₁	C ₃ S ₁

Embrapa: Semi-Árido. 2009

A água de rio foi classificada como de ótima qualidade para irrigação C_1S_1 , (C_1 - salinidade baixa e S_1 - teor de sódio baixo) sendo considerada como a fonte principal, por ter sido utilizada tanto para irrigação das gramíneas quanto para abastecimento do viveiro de piscicultura. É proveniente do rio Piancó, leito perenizado com águas dos reservatórios de Coremas e Mãe-d'água, que formam o maior complexo hídrico do Estado da Paraíba, com capacidade para 1,6 bilhão de metros cúbicos.

O ponto de captação da água localiza-se a 4 km a jusante da sede do município de Pombal, primeira cidade situada às margens do rio, depois de Coremas, PB. Este seção encontra-se no trecho 2 do rio que inicia a jusante do complexo hídrico, indo até a confluência dos Rios Piancó e Piranhas, com vazão máxima disponível para o trecho de $2,161 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, de acordo com a Resolução ANA nº 687/2004.

O poço amazonas é de pouca profundidade (4,30 m) e baixa vazão. Por esta razão, no período final da estiagem e início das chuvas (dezembro/Janeiro), a completa irrigação da área exigia intervalos de até três horas, tempo necessário para recuperação do nível do lençol freático no poço.

Embora seja uma água de salinidade alta C_3S_1 , (C_3 - salinidade alta e S_1 - teor de sódio baixo), não devendo ser usada em solos com deficiência de drenagem. A textura média do solo deve prover uma boa drenagem natural e as culturas irrigadas são tolerantes à salinidade. O efluente do viveiro foi caracterizado como água de salinidade média C_2S_1 , (C_2 - salinidade média e S_1 - teor de sódio baixo) para irrigação, podendo ser usadas em solos com grau moderado de lixiviação e ou plantas com moderadas tolerâncias aos sais (BERNARDO et al., 2005). O teor de sódio baixo S_1 pode irrigar quase todos os tipos de solo.

Foi usada a mesma eletrobomba nos três pontos de captação, interligados a uma adutora comum.

3.3 Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido no período de 06 de dezembro de 2008 a 16 de março de 2009, que compreende o intervalo desde a conclusão do plantio até o corte das gramíneas. Antecedendo o plantio das gramíneas, para garantir o efluente de piscicultura, foi providenciado o peixamento, viveiros previamente construídos em solo com alta impermeabilidade.

3.3.1 Peixamento do viveiro de piscicultura com alevinos juvenis

Dos três viveiros recém-construídos, utilizou-se apenas o viveiro central para fazer o peixamento (Figura 2), o qual possui uma área de 850 m² e profundidade média de 1,15 m (variando de 0,6 m na parte mais rasa a 1,70 m na mais profunda). Para permitir a drenagem, na parte mais profunda, atravessando o talude, foi colocada uma tubulação de PVC de 150 mm de diâmetro com joelho na parte interna do viveiro, no qual foi acoplado um tubo vertical móvel, de mesmo diâmetro, emergindo 80 cm acima da cota máxima d'água, dando uma forma de L (cachimbo).

O abastecimento do viveiro foi feito com água do rio Piancó, cuja tubulação estendeu-se 7 m adentro sobre o espelho d'água, apoiada em estacas, 30 cm acima do nível d'água, cuja altura de queda tinha o objetivo de oxigenar e manter uma melhor mistura da água (Figura 2b).

O peixamento do viveiro foi realizado com alevinos juvenis da espécie tilápia nilótica tailandesa chitralada, revertidas, com a idade de 43 dias (23/10/08 a 06/12/08), após sua aquisição na Estação de Piscicultura Fine Fish, Sítio União, São Bento - PB, com peso médio de 43 gramas, na densidade de 4,2 peixes.m⁻².

Os peixes foram alimentados diariamente três vezes ao dia (07:00 h, 11:00 h e 17:00 h) com ração extrusada, diâmetro de 2 a 4 mm, com 32 % de proteína bruta (PB), fabricada adequadamente para a criação da espécie.

O reabastecimento do viveiro era feito periodicamente, suprindo a água utilizada na irrigação e as perdas por evaporação e infiltração.

Como forma de irrigar o experimento com o efluente da piscicultura o mais homogêneo possível, a tomada (válvula de pé) ficou a 6 m da margem do viveiro, na direção do centro do viveiro. Durante o período de estudo, não houve drenagem de parte do efluente e os viveiros 01 e 03 permaneceram sem água (Figura 2a).

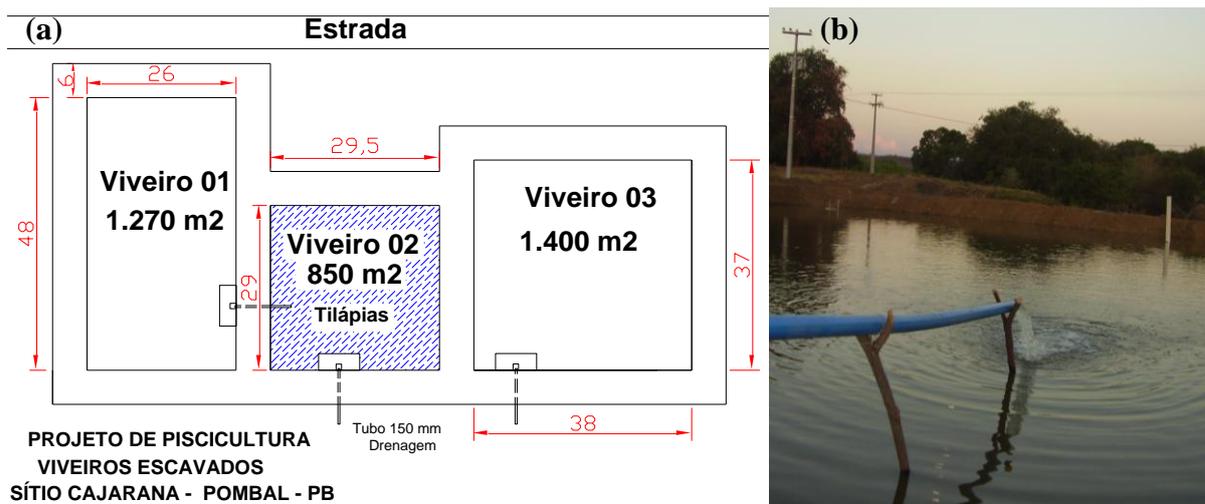


Figura 2 – a) Esquema do viveiro de piscicultura utilizado como fonte do efluente; b) adutora de abastecimento.

3.3.2 Escolha e aquisição das mudas e das sementes

As gramíneas estudadas foram: capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.), milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

A seleção das gramíneas pesquisadas baseou-se nas características de alta potencialidade, produção e valor nutritivo e que, em conjunto, oferecesse uma boa ensilagem, como forma de suporte forrageiro ao sistema agrossilvipastoril, conseqüentemente visando maior lucratividade para os pecuaristas do semiárido.

As fontes de aquisição foram definidas com base na certificação de cada variedade, consideradas mais produtivas e de qualidade superior. As mudas das forrageiras, capim-elefante (variedade Venezuela-AD), bem como as sementes de milheto (variedade IPA BULK-1) e sorgo (variedade IPA SF-15), foram adquiridas gratuitamente no IPA – PE., Estação Experimental de Itambé, Itambé – PE., enquanto que as mudas da cana-de-açúcar (variedade BR92-579) foram adquiridas, também gratuitamente, na ASPLAN-PB., Sementeira Engenho Mundaú, Alagoa Grande - PB.

3.3.3 Preparo do solo e plantio

O preparo do solo foi realizado utilizando arado de aiveca à tração animal, com o objetivo de romper a camada arável do solo, na profundidade de 0 a 30 cm (camada arável). Após a operação de aração, utilizou-se o cultivador à tração animal para destorroamento e

uniformização da superfície do terreno. Em seguida, foi realizada a abertura dos sulcos de plantio, com 25 cm de profundidade, para receberem as mudas do capim- elefante e da cana-de-açúcar, bem como os sulcos para semear o sorgo e o milho, com profundidade de 5 cm, utilizando enxada manual (Figura 3).

Tendo em vista se encontrar no período seco, foi necessário molhar o solo, sendo aplicadas duas irrigações com lâmina média de 25 mm de cada vez, para facilitar os trabalhos de preparo, o que se procedeu com água bombeada do rio Piancó.

O plantio foi realizado na primeira semana de dezembro de 2008, cuja conclusão se deu no dia 06/12/2008, sendo esta data a referência para coleta e avaliação dos dados.



Figura 3 - Preparo de solo: a) área destocada; b) aração à tração animal; c) arado de aiveca; d) cultivador (tração animal); e) marcação do terreno; f) plantio em sulco.

A cana-de-açúcar e o capim-elefante foram plantados mediante distribuição uniforme e contínua dos colmos nos sulcos preparados, em parcelas de 60 m², contendo nove linhas de plantio de 10 m de comprimento, espaçadas de 0,75 m. Os colmos foram previamente cortados com facão afiado, seccionados em toletes menores com três a quatro gemas, distribuídos dois a dois, com os nós desencontrados, ficando numa média de 12 a 18 gemas por metro linear, à profundidade de 25 cm. Posteriormente, os toletes foram cobertos com uma camada de solo de 8 cm, em média.

No caso do milho e do sorgo, o plantio foi realizado mediante semeadura direta, distribuindo-se cerca de 20 sementes por metro linear, em sulcos rasos até a profundidade de 5 cm e cobertas com uma fina camada de solo.

3.3.4 Irrigação

O projeto de irrigação foi definido com base em parâmetros agrônômicos, tais como: capacidade de infiltração básica e de retenção de água no solo, evapotranspiração das culturas, profundidade efetiva do sistema radicular, coeficiente da cultura e lâmina de irrigação. O volume d'água aplicado, o horário e o tempo de irrigação, foram comuns a todo o experimento.

O sistema de irrigação empregado foi do tipo aspersão convencional, utilizando dois mini-canhões 1001 asperjato de 2.1/2", com bocal 16x6 mm, pressão de 30 mca, diâmetro de molhamento de 46 m, vazão de 14,9 m³.h⁻¹ e precipitação de 16,5 mm.h⁻¹ (Figura 4b e 4c). Para fornecer a pressão necessária ao sistema de aspersão, utilizou-se uma eletrobomba de 7,5 cv (Figura 4a) e tubulação de recalque de 75 mm da linha principal e de 50 mm nas linhas laterais.

Para o município de Pombal, PB, local do experimento, ETR (Evapotranspiração de Referência, mm.Dia⁻¹) maiores meses outubro, novembro e dezembro com 6,5 mm.Dia⁻¹. Densidade do solo (Ds) 1,49 (kg.dm⁻³) de acordo com a análise de solo. Profundidade efetiva do sistema radicular para o sorgo (Z) 500 mm. Coeficiente de cultivo (Kc) 1,0 para o capim elefante. Capacidade de campo (Cc), 24%, Ponto de murcha (Pm), 14%. Fator de reposição de água no solo (f) 0,30. A eficiência do sistema de irrigação de (Ef) 80%. Precipitação do Aspersor (PA) 16,5 mm.h⁻¹.

A Lâmina Líquida de Irrigação (mm) $LLI = (Cc) - (Pm) \cdot Ds \cdot Z \cdot f \cdot 0,01$ calculado foi de 22,35 mm. Uso consuntivo (mm.dia⁻¹) $Uc = Kc \cdot ETR$ foi de 6,5 mm.dia⁻¹. A frequência de Irrigação (dias) $FI = LLI.Uc^{-1}$ foi de 3 dias. Enquanto que a Lâmina Bruta Corrigida (mm) $LBC = FI \cdot Uc \cdot Ef^{-1}$ calculada 24,38 mm, para o projeto a LBC 25 mm. Tempo de Irrigação por Posição (hora:minutos) $TIP = LBC \cdot PA^{-1}$ calculado foi de 1,0 hora e 30 minutos.

O tempo de irrigação foi de 1h:30min por posição, correspondendo a aproximadamente 25 mm de lâmina bruta aplicada, com frequência de irrigação de três dias. O procedimento foi o mesmo para cada uma dos três blocos compostos por 20 parcelas, sendo cada bloco irrigado com um tipo ou fonte de água diferente. Para evitar a mistura das águas, os três blocos foram separados por 8 metros entre si.



Figura 4 – a) Sistema de bombeamento; b) e c) Irrigação, utilizando aspersão convencional tipo mine-canhão.

No período em que ocorreram chuvas a irrigação foi apenas complementar ou suspensa, conforme a quantidade precipitada (Tabela 5), de maneira que mantivesse o fornecimento de aproximadamente 25 mm de lâmina bruta d'água ao solo a cada 3 dias.

Tabela 5 – Dados pluviométricos obtidos com pluviômetro Avipec, instalado no local do experimento, para o período de setembro de 2008 a março de 2009.

Meses - 2008				Meses - 2009					
Set. a Nov.		Dezembro		Janeiro		Fevereiro		Março	
Dia	Prec. (mm)	Dia	Prec. (mm)	Dia	Prec. (mm)	Dia	Prec. (mm)	Dia	Prec. (mm)
-	-	10	11,7	9	8,8	4	21,0	1	14
-	-	-	-	17	7,5	6	8,0	2	34,5
-	-	-	-	22	12,2	14	82,7	3	130,0
-	-	-	-	23	42,8	21	33,0	13	12,5
-	-	-	-	24	18,7	23	30,0	14	9,0
-	-	-	-	31	2,5	24	26,8	17	-
-	-	-	-	-	-	25	26,5	-	-
Total	0		11,7		92,5		228		200

3.3.5 Tratos culturais

Para controlar as ervas-daninhas, foram necessárias apenas duas campinas manuais, realizadas com enxadas, ambas no primeiro mês após o plantio. No restante do período, o crescimento das gramíneas, associado à densidade, inibiu o desenvolvimento de plantas invasoras.

Com relação ao controle de pragas, foi realizada apenas uma pulverização em toda a área com o Inseticida Sistêmico do grupo químico Neonicotinoide – ACTARA - 250 WG, na dosagem de 5 g/20 litros, aos 49 dias de cultivo, para combater lagartas presentes no milheto.

3.4 Delineamento experimental

Numa área de 5.904 m², foram instaladas 60 parcelas, cada uma medindo 60 m² de área, sendo 6 m de largura por 10 m de comprimento, com nove linhas de plantio de 10 m de comprimento, espaçadas de 0,75 m. As parcelas foram separadas por 1,0 m entre si, e plantadas com 4 gramíneas em 5 repetições (Figura 5). As parcelas irrigadas com água das três fontes foram separadas por uma distância de 8,0 m entre si, evitando a irrigação no bloco por mais de uma fonte d'água.

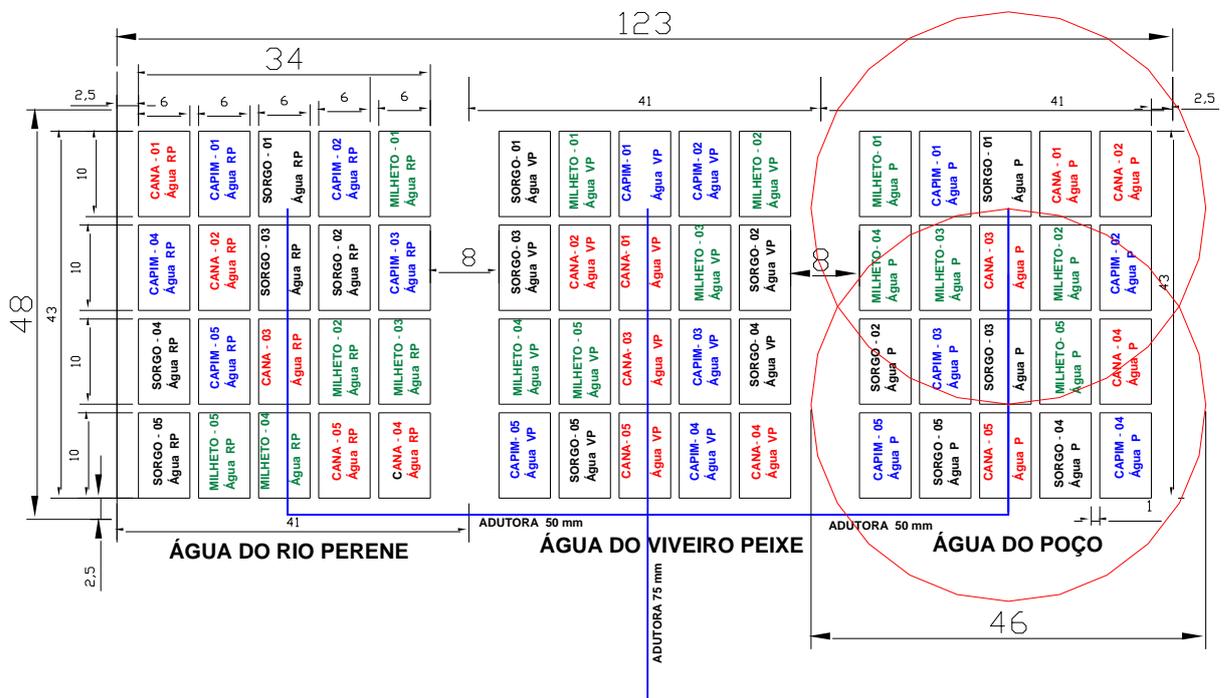


Figura 5 – Esquema de delineamento experimental mostrando a distribuição aleatória das 4 gramíneas em 5 repetições, dentro de cada um dos três blocos (fontes de água).

O arranjo experimental foi em Delineamento Inteiramente Casualizados, num esquema fatorial de 4x3x5, em que foram testadas 4 gramíneas (Fator A), irrigadas com três diferentes fontes de água, (Fator B), com cinco repetições, totalizando 12 tratamentos e 60 parcelas experimentais, ANOVA representado no quadro 1.

1 Quadro da ANOVA do Delineamento Experimental

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	
Gramíneas (A)	a-1	3
Blocos (B)	b-1	2
Interação AxB	(a-1) (b-1)	6
Tratamentos	ab-1	11
Resíduos	ab(r-1)	48
TOTAL	abr-1	59

3.5 Corte e pesagem do material vegetal

Em 16 de março de 2009, 100 dias após o plantio, as gramíneas foram colhidas manualmente com o auxílio de facão, fazendo corte rente ao solo. Após o corte, o material foi triturado, utilizando toda a parte aérea das plantas para formar massa de silagem, a qual foi pesada em balança digital (precisão $\pm 0,005$) para obtenção da produção de material natural (massa verde).

De cada parcela (Figura 6) foi colhida uma amostra de 1,0 kg, em média, pesada em balança digital (precisão $\pm 0,002$), perfazendo um total de 60 amostras, que foram acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do CSTR/UFCG, para análise bromatológica.

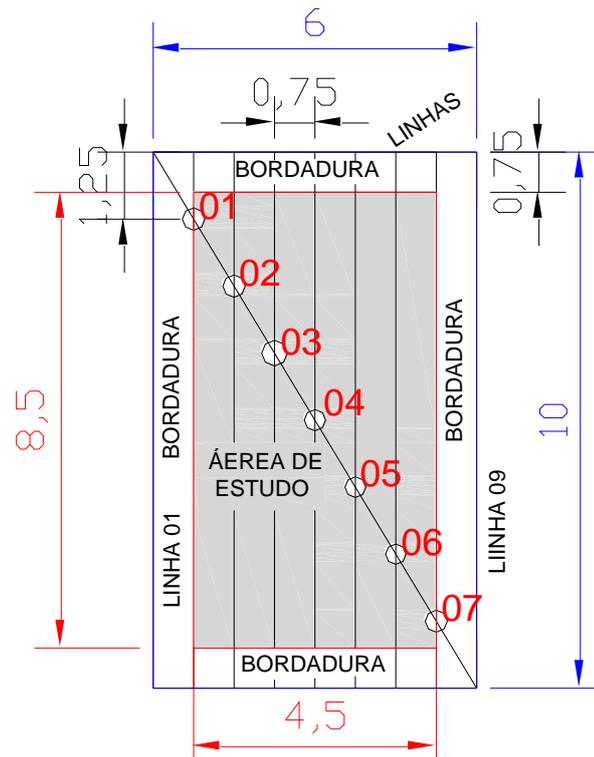


Figura 6 – Esquema da parcela experimental, onde se visualizam as bordaduras e área de estudo (área útil).

3.6 Variáveis estudadas nas gramíneas

Para avaliar o efeito das diferentes fontes de água de irrigação nas gramíneas, foram estudadas variáveis de crescimento e de produção, além dos nutrientes nas plantas, mediante as características bromatológicas.

Como variáveis de crescimento foram realizadas medidas de altura de plantas (AP) e diâmetro do coleto (DC) em 02/03/09, aos 87 dias de condução do experimento, enquanto que a variável de produção foi representada pelo peso de matéria verde (PMV).

Para caracterização bromatológica, o material coletado, conforme descrito anteriormente foi seco em estufa de ventilação forçada (65°C por 72 horas), posterior processadas em moinho tipo *Willey* e acondicionadas em potes plástico 220 ml para análises dos teores de: Proteína Bruta (PB); Fibra em Detergente Neutro (FDN); Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Hemicelulose (HC).

3.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, conforme esquema apresentado no delineamento experimental, e, para a comparação de médias, utilizou-se o teste de Tukey (GOMES, 1987). As análises foram feitas utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003) da Universidade Federal de Lavras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Crescimento de plantas e produção de matéria verde

As variáveis estudadas para avaliação do crescimento e da produção das gramíneas foram: produção de matéria verde (PMV), altura de plantas (AP) e diâmetro do coleto (DC), aos 100 dias após o plantio.

A Tabela 6 mostra o resumo da análise de variância e teste F dessas variáveis, onde se observa que houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade entre as gramíneas para as três variáveis estudadas, enquanto que entre as águas, somente o diâmetro do coleto não diferiu significativamente.

Com relação à interação entre gramíneas e águas, ocorreu diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade apenas para a variável altura de plantas.

Tabela 6 - Resumo de análise de variância e teste F para as variáveis PMV, AP e DC.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO		
		PMV (t.ha ⁻¹)	AP (cm)	DC (mm)
GRAMÍNEA	03	20.439,22072**	4.823,709668**	477,33433**
ÁGUA	02	3.224,05232**	3.966,932795**	4,67156 ^{ns}
GRAMÍNEA x ÁGUA	06	489,44279 ^{ns}	1.450,377695*	0,49549 ^{ns}
Erro	48	522,12000	511,751179	2,41992
CV (%)		22,99	13,52	9,86

ns = não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade e ** = significativo a 1% de probabilidade conforme teste 'F'

Os resultados do teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias de PMV, AP e DC, encontram-se na Tabela 7, a seguir.

Analisando a produção de matéria verde entre as gramíneas, pela comparação de médias, verifica-se que o sorgo apresentou a maior média de produtividade (65,56 t.ha⁻¹), porém não diferiu do capim-elefante, cuja média (65,28 t.ha⁻¹). A terceira maior média foi a da cana-de-açúcar (46,57 t.ha⁻¹) e, a menor, a do milho (25,84 t.ha⁻¹).

Ainda verifica-se que a maior média de AP (altura de plantas) (190,39 cm) foi a do sorgo, sendo que as demais culturas não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Com relação ao DC, verifica-se que todas as culturas diferiram entre si, sendo a cana-de-açúcar a cultura que apresentou a maior média de DC (22,12 cm), enquanto o milho apresentou o menor DC (9,59 cm). Esses resultados são evidentes e apenas confirmam o desenvolvimento diferenciado entre as culturas.

Tabela 7 - Valores médios e teste de Tukey para as variáveis PMV, AP e DC.

GRAMÍNEAS	PMV	AP	DC
	(t.ha ⁻¹)	(cm)	(mm)
Sorgo	65,56 a	190,39 a	12,93 c
Capim-elefante	65,28 a	166,33 b	18,29 b
Cana-de-açúcar	46,57 b	146,58 b	22,12 a
Milheto	25,84 c	166,12 b	9,59 d
ÁGUAS			
Viveiro	58,02 a	158,24 b	15,36 a
Poço	49,01 b	183,58 a	16,31 a
Rio	45,41 b	160,25 b	15,68 a

Médias seguidas da mesma letra na vertical não têm diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey

Com relação às águas, verifica-se diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) apenas para PMV e AP. Para PMV, observa-se que a água de viveiro proporcionou a maior média (58,02 t.ha⁻¹), enquanto as águas de poço (49,01 t.ha⁻¹) e de rio (45,41 t.ha⁻¹) não diferiram entre si. Para AP, constata-se que a água de poço proporcionou a maior média (183,58 cm), enquanto as demais não diferiram entre si, rio (160,25cm) e viveiro (158,24cm).

Da Tabela 7, depreende-se ainda que o sorgo (65,56 t.ha⁻¹) e o capim-elefante (65,28 t.ha⁻¹) foram às gramíneas que, em média, produziram mais massa verde e que, entre as águas usadas, a de viveiro proporcionou a maior média de produção de massa verde (58,02 t.ha⁻¹).

A Tabela 8 mostra o resumo do desdobramento da análise de variância e teste F das variáveis PMV, AP e DC.

Tabela 8 - Resumo do desdobramento da análise de variância e teste F para as variáveis PMV (t.ha⁻¹), AP (cm) e DC (mm).

FV	Fator	GL	QUADRADO MÉDIO		
			PMV (t.ha ⁻¹)	AP (cm)	DC (mm)
Desdobramento de GRAMÍNEA dentro de cada nível de ÁGUA					
GRAMÍNEA	Poço	03	5.375,70435 ^{**}	5.057,85762 ^{**}	157,14606 ^{**}
GRAMÍNEA	Rio	03	7.778,55274 ^{**}	1.626,83949 [*]	152,01134 ^{**}
GRAMÍNEA	Viveiro	03	8.263,84922 ^{**}	1.039,76795 ^{ns}	169,16791 ^{**}
Resíduo		48	522,12000	1.039,76795	2,41992
Desdobramento de ÁGUA dentro de cada nível de GRAMÍNEA					
ÁGUA	CANA	02	1.222,60743 ^{ns}	589,11678 ^{ns}	1,86198 ^{ns}
ÁGUA	CAPIM	02	229,94556 ^{ns}	590,90165 ^{ns}	0,34061 ^{ns}
ÁGUA	MILHETO	02	493,83782 ^{ns}	2.267,60185 ^{**}	2,50403 ^{ns}
ÁGUA	SORGO	02	393,04871 ^{**}	4.870,44561 ^{**}	1,45142 ^{ns}
Resíduo		48	522,12000	511,75118	2,41992

ns = não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade e ** = significativo a 1% de probabilidade conforme teste 'F'

Na Tabela 8 observa-se que houve diferença significativa em PMV e DC, ao nível de

1% de probabilidade para as gramíneas dentro dos três tipos de água, enquanto que em AP houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade dentro de água de poço e, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de água de rio.

Para o desdobramento de água dentro de gramíneas, verificam-se diferenças igualmente significativas ao nível de 1% de probabilidade em PMV para sorgo e em AP para sorgo e milho, e não significativa em DC para as quatro gramíneas.

A constatação da diferença significativa no desdobramento de gramíneas dentro de águas para as variáveis PMV e DC nos três tipos de água, deve-se às características morfológicas de cada uma delas.

Diferentemente, a diferença ao nível de 1% de probabilidade em AP para a irrigação com água de poço, de 5% para a irrigação com água de rio e não significativa para a irrigação com água de viveiro, mostra possíveis efeitos das diferentes qualidades de água.

Pelo teste de Tukey para as médias das variáveis no desdobramento das gramíneas e águas (Tabela 9), observa-se que o sorgo apresentou a maior média de PMV ($78,80 \text{ t.ha}^{-1}$) quando irrigado com água de viveiro, que, no entanto, não diferiu da água de poço ($62,44 \text{ t.ha}^{-1}$). Em relação às demais gramíneas dentro da água de viveiro, o sorgo apenas não diferiu do capim-elefante ($67,81 \text{ t.ha}^{-1}$), porém este não diferiu da cana-de-açúcar ($55,00 \text{ t.ha}^{-1}$).

Tabela 9 - Valores médios e teste de Tukey para as variáveis PMV, AP e DC, respectivamente, no desdobramento das fontes de variação.

GRAMÍNEA \ ÁGUA	Viveiro	Poço	Rio
	PMV (t.ha^{-1})		
Sorgo	78,80 Aa	62,44 Aab	55,45 ABb
Capim-elefante	67,81ABa	61,33 Aa	66,71 Aa
Cana-de-açúcar	55,00 Ba	45,62 ABa	39,09 BCa
Milho	30,46 Ca	26,66 Ba	20,39 Ca
AP (cm)			
Sorgo	172,37 Ab	226,43 Aa	172,37Ab
Capim-elefante	160,11 Aa	160,00 Ba	178,89Aa
Cana-de-açúcar	138,14 Aa	158,83 Ba	142,77Aa
Milho	162,34 Aab	189,06 ABa	146,97Ab
DC (mm)			
Sorgo	12,46 C a	13,52 C a	12,81 C a
Capim-elefante	18,36 B a	18,51 B a	18,00 B a
Cana-de-açúcar	21,79 A a	22,98 A a	22,17 A a
Milho	8,82 D a	10,22 D a	9,72 D a

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical não tem diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey para o desdobramento da variável gramínea dentro de cada água.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal não tem diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey para o desdobramento da variável água dentro de cada gramínea.

A menor média de PMV foi apresentada pelo milho irrigado com água de rio (20,39 t.ha⁻¹), que não diferiu da cana-de-açúcar (39,09 t.ha⁻¹).

Carvalho et al. (2006), em trabalho realizado com 20 linhagens de sorgo no estado de Sergipe, obtiveram para a variedade IPA SF 25 a produtividade de 41,6 t.ha⁻¹, 60 dias após a germinação, inferior às 78,86 t.ha⁻¹ obtidas neste trabalho para o sorgo irrigado com água de viveiro, aos 100 dias após o plantio.

Segundo Nascimento e Menta (2007) a cana-de-açúcar variedade RB92-579, com níveis recomendados de calagem e adubação, atingiu a produtividade média de 85 t.ha⁻¹.ano⁻¹, na região de Alagoas. Nessa mesma região, Araújo Júnior (2006), obteve 101,39 t.ha⁻¹.ano⁻¹ de colmos.

Pela Tabela 9, a produtividade obtida neste trabalho para a mesma variedade aos 100 dias após o plantio, para a cultura irrigada com água de viveiro, sem nenhuma adubação de base ou corretivo aplicado ao solo, foi de 55,00 t.ha⁻¹, que corresponde a 64,5% de 85 t.ha⁻¹.ano⁻¹ e 54,2% de 101,39 t.ha⁻¹.ano⁻¹. Neste caso, obteve-se mais de 50% da produtividade de um ano de cultivo em 100 dias apenas, o que significa um resultado promissor.

Nicolau Sobrinho (2007) obteve para cultivo em sequeiro a produtividade de 16,90 t.ha⁻¹ para a mesma variedade de milho estudada neste trabalho (IPA BULK -1), adubada com 3,4 kg.m⁻² de esterco bovino e corte realizado aos 60 dias após a germinação. Pela Tabela 9, a maior produtividade alcançada pela variedade aos 100 dias após o plantio, irrigado com água de viveiro, foi de 30,5 t.ha⁻¹, que corresponde a um incremento de 80,5% quando comparado aos 16,9 t.ha⁻¹.

Ainda de acordo com Nicolau Sobrinho (2007), foram obtidos AP de 132,47 cm e DC de 14,5 mm, para a variedade adubada com esterco caprino, num espaçamento de 80 cm entre linhas contendo em média 8 plantas por metro linear, após desbaste. No presente trabalho, obtiveram-se AP de 189,06 cm e DC de 10,22 mm, para a variedade irrigada com água de poço, sem adubação de base. Neste caso, a variedade apresentou maior porte e menor espessura do colmo, que pode ser explicado em função de menor espaçamento utilizado, que foi de 75 cm entre linhas contendo, em média, 16 plantas por metro linear. Esta maior densidade também pode explicar a maior produtividade alcançada, conforme mostrado acima.

Com relação a AP, observa-se que o sorgo apresentou a maior média quando irrigado com água de poço, que, no entanto, não diferiu do milho. A menor média ocorreu com a cana-de-açúcar irrigada com água de viveiro, resultado esperado por ser uma cultura anual.

Bhering et al. (2008), trabalhando com capim-elefante roxo, observaram altura de 128 cm e diâmetro de 10,75 mm, aos 105 dias de cultivo, valores respectivamente inferiores às

médias de 166,33 cm de AP e 18,29 mm de DC, entre as três águas de irrigação (Tabela 9). Já a altura de 172 cm, mencionada em Santos et al. (2001) para a mesma cultivar, mostra-se pouco superior à média considerada acima, porém inferior à média de AP de 178,89 cm para a água de irrigação de rio, considerada isoladamente.

4.2 Características bromatológicas do material de silagem

Para avaliar as características bromatológicas, foram estudadas as seguintes variáveis: fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), hemicelulose (HC).

Pela Tabela 10, que apresenta o resumo da análise de variância e teste F das quatro primeiras variáveis, observa-se que houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade entre as gramíneas para as quatro variáveis estudadas. No entanto, entre as águas, apenas HC mostrou efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade, enquanto que na interação entre gramíneas e águas não houve diferença significativa.

Tabela 10 - Resumo de análise de variância e teste F para as variáveis FDN, FDA, PB e HC.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO			
		FDN	FDA	PB	HC
%					
GRAMÍNEA	03	51,16855**	129,99192**	5,79026**	24,37101**
ÁGUA	02	0,18482 ^{ns}	11,91055 ^{ns}	1,72832 ^{ns}	14,03116**
GRAMÍNEA x ÁGUA	06	14,81384 ^{ns}	17,77904 ^{ns}	0,73468 ^{ns}	1,66472 ^{ns}
Resíduo	48	9,95957	12,37436	0,67619	1,28213
CV (%)		4,16	5,07	20,65	17,33

Os resultados do teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias de FDN, FDA, PB e HC, encontram-se na Tabela 11, a seguir.

Tabela 11- Valores médios e teste de Tukey para as variáveis FDN, FDA, PB e HC.

Variável	MÉDIAS			
	FDN	FDA	PB	HC
%.....				
Sorgo	77,10 a	71,96 a	3,27 c	5,14 b
Capim-elefante	77,00 a	70,55 a	4,68 a	7,12 a
Cana-de-açúcar	76,20 ab	69,77 a	4,27 ab	5,87 b
Milheto	73,16 b	65,16 b	3,70 bc	8,03 a
ÁGUAS				
Viveiro	75,97 a	68,48a	3,65 a	7,49 a
Poço	75,83 a	69,67 a	4,21 a	6,16 b
Rio	75,79 a	69,93 a	4,10 a	5,95 b

Médias seguidas da mesma letra na vertical não têm diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey

Pela comparação de médias através do teste de Tukey (Tabela 11), verifica-se que para as gramíneas, as médias de FDN (77,10 %) e FDA (71,96 %) foram maiores no sorgo, porém, não diferiram das médias obtidas para cana-de-açúcar (76,20 % e 69,77 %) e capim-elefante (77,00 % e 70,55 %). Neste caso, a menor média foi a do milho (73,16 % e 65,16%), sendo que não houve diferença em relação à cana-de-açúcar para FDN (76,20 %).

Montagner et al. (2005) trabalhando com variedades de sorgo encontrou para a cultivar (silageiro) FDN de 74,24 % em primeiro corte com altura de planta variando de 0,70 m a 1,00 m, em média com 34,9 dias pós-emergência e para o milho cultivar CARGIL (duplo propósito) FDN de 72,80%. Foi realizada adubação de N-P-K no plantio e de cobertura com N e P. Quando comparado o FDN com o desse trabalho encontramos que ele foi maior para o sorgo e o milho. A idade de corte aos 100 dias pode ter contribuído para o acréscimo.

Amaral (2005), trabalhando com a cultivar milho BN1 para silagem, encontrou FDN de 67,06% e 76,05%, e FDA de 38,96% e 42,75%, respectivamente para cortes realizados aos 70 e 90 dias após a germinação com as médias encontradas para PB, respectivamente, 9,31% e 7,58%.

Neste caso, percebe-se o incremento de FDA e FDN na gramínea com o tempo de corte, o que pode explicar os valores de 73,16% e 65,16%, respectivamente para FDN e FDA, encontrados neste trabalho para o milho. No caso de PB, verifica-se incremento negativo com o tempo de corte para a mesma gramínea.

Melo (2006), trabalhando com sorgo e milho irrigados, obtiveram para o tratamento em que utilizou irrigação plena, aos 45 dias após a germinação, médias de 66,35% e 39,37% de FDN e FDA, respectivamente para o sorgo, e 68,17% e 41,31%, na mesma ordem, para o milho. Esses valores são bem inferiores às médias da Tabela 11, que são, na mesma ordem, 77,10%, 73,16%, 71,96% e 65,16%. Parte desse incremento pode ser explicada em função do tempo mais longo para a realização do corte neste trabalho, que foi de 100 dias.

Com relação a PB, dentro de gramíneas constata-se que o capim-elefante (4,68 %) apresentou a maior média, enquanto que a menor foi para o sorgo (3,27 %), que, por sua vez, não diferiu do milho (3,70 %). Verifica-se ainda que a maior média do capim-elefante não diferiu da cana-de-açúcar (4,27 %), que, por sua vez, não diferiu do milho. Braga et al. (2001) encontraram níveis de PB (5,02 %, 4,66 %, 3,59 %, 3,51 % e 3,16%) para o capim-elefante com idade de corte (56, 70, 84, 98 e 112 dias).

Reverendo o trabalho de Amaral, (2005), percebe-se que o valor de PB encontrado para o milho neste trabalho (3,70%) é bem inferior.

Trabalhando com milheto, variedade IPA BULK -1, adubado com esterco de caprino, Nicolau Sobrinho, (2007) encontrou médias de 70,0% de FDN, 41,25 de FDA e 3,5% de PB, valores inferiores aos encontrados neste trabalho, para a mesma variedade, os quais foram 73,16%, 65,16% e 3,7%, respectivamente. Azevedo e Nascimento (2002), trabalhando com o milheto (IPA-BULK 1) encontrou em percentagem na palhada FDN (74,73 %), FDA (43,29 %) e PB (4,00 %).

Magalhães et al. (2004), trabalhando com a variedade de cana-de-açúcar SP80-1842, encontraram 44,99%, 27,96% e 2,26%, respectivamente pra FDN, FDA e PB. Nesta mesma ordem, Bonomo et al. (2009) estudando 23 variedades de cana-de-açúcar encontraram os valores de 42,6%, 27,17% e 3,34%, para a variedade de cana-de-açúcar RB72-454, colhida aos 16 meses após o plantio. No mesmo trabalho encontraram níveis de PB para RB78-5148 (3,15 %), RB76-5418 (2,25 %) e RB73-9359 (2,77 %), todos inferiores ao valor encontrado neste trabalho para a variedade RB92-759 (4,27 %).

Esses valores são bem menores, que os 76,20%, 69,77% e 4,27%, respectivamente para FDN, FDA e PB. Neste caso, apenas o valor de PB parece satisfatório.

Figueiredo et al. (2004), trabalhando com capim-elefante, classificado em altura: novo (1,0 m a 1,30 m), intermediário (1,80 m a 3,20 m) e maduro (3,30 a 4,0 m), encontraram os seguinte resultados: FDN (63,13%, 67,23% e 72,39%); FDA (40,78%, 46,08% e 48,02%) e , PB (12,97%; 5,75% e 2,97%). Comparados a esses, os resultados da Tabela 11 para FDN (77,00%) e FDA (70,55%) são bem superiores, enquanto que para PB (4,68), fica próximo do capim-elefante intermediário, cuja AP máxima foi 1,79 m para água de rio (Tabela 9).

Analisando os valores médios de HC do desdobramento água dentro de gramíneas, observa-se que o milheto apresentou a maior média (8,03 %), que não diferiu do capim-elefante (7,12 %). Por sua vez, o sorgo apresentou a menor média (5,14 %), que não diferiu da cana-de-açúcar (5,87 %).

Com relação ao efeito de águas, a maior média ocorreu com a água de viveiro para HC (7,49 %), apresentando diferença significativa em relação às de poço (6,16 %) e de rio (5,95 %), que não diferiram entre si.

A Tabela 12 mostra o resumo do desdobramento da análise de variância e teste F das variáveis FDN, FDA, PB e HC, na qual se observa que para as gramíneas dentro d'água, houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade em FDN e FDA para água de rio, em PB para água de poço, e em HC para águas de rio e de viveiro.

Para o desdobramento de água dentro das gramíneas, ocorreu diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade para o capim-elefante e de 5% de probabilidade para milho e sorgo, apenas por HC.

Tabela 12 - Resumo do desdobramento da análise de variância e teste F para as variáveis FDN, FDA, PB e HC.

FV	Fator	GL	QUADRADO MÉDIO			
			FDN	FDA	PB	HC
%						
Desdobramento de GRAMÍNEA dentro de cada nível de ÁGUA						
FV	Fonte	GL	FDN	FDA	PB	HC
GRAMÍNEA	Poço	03	20,13549 ^{ns}	30,34929 ^{ns}	4,90459 ^{**}	2,97071 ^{ns}
GRAMÍNEA	Rio	03	47,49049 ^{**}	112,65129 ^{**}	0,99246 ^{ns}	13,66302 ^{**}
GRAMÍNEA	Viveiro	03	13,17025 ^{ns}	22,54942 ^{ns}	1,36257 ^{ns}	11,06671 ^{**}
Resíduo		48	9,95957	12,37436	0,67619	1,28213
Desdobramento de ÁGUA dentro de cada nível de GRAMÍNEA						
ÁGUA	CANA	GL	FDN	FDA	PB	HC
ÁGUA	CANA	02	18,73769 ^{ns}	20,02131 ^{ns}	1,62653 ^{ns}	1,12865 ^{ns}
ÁGUA	CAPIM	02	0,27296 ^{ns}	17,86981 ^{ns}	1,28096 ^{ns}	6,62883 ^{**}
ÁGUA	MILHETO	02	21,56995 ^{ns}	15,00805 ^{ns}	0,91896 ^{ns}	6,28267 [*]
ÁGUA	SORGO	02	4,04574 ^{ns}	12,34851 ^{ns}	0,10592 ^{ns}	4,98517 [*]
Resíduo		48	9,95957	12,37436	0,67619	1,28213

ns = não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade e ** = significativo a 1% de probabilidade conforme teste 'F'

Na Tabela 13, observa-se que o efeito significativo das gramíneas na água de rio para o FDN e o FDA foi devido às menores médias apresentadas pelo milho (71,23% e 63,16%, respectivamente), uma vez que as demais gramíneas não diferiram entre si, sendo que as maiores médias foram obtidas para o sorgo (77,86% e 73,76%, respectivamente) com a mesma água.

Para a variável PB observa-se que o efeito da PB nas gramíneas devido a irrigação com a água de poço ocorreu da seguinte forma: a maior média foi obtida para o capim-elefante (5,27 %), que não diferiu da cana-de-açúcar (4,80 %), enquanto a menor média foi atingida pelo sorgo (3,19 %), que, por sua vez, não diferiu do milho (3,55 %).

Pinho et al. (2007) trabalhando com sorgo forrageiro no município de Lavras, MG., experimento com adubação completa de fundação e duas de cobertura, estudando PB em três épocas de semeadura, novembro, dezembro e janeiro, encontrou 7,1 %, 8,1 % e 9,0 % respectivamente. Em outro trabalho Flaresso et al. (2000) constataram teores de PB para sorgo, entre 6,3% a 7%, valores verificados neste trabalho com silagem (3,44 %) foram inferiores.

Com relação a HC, verifica-se que os maiores valores foram obtidos para o sorgo nas três águas; viveiro, poço e rio, 9,10 %, 6,86 % e 8,60 % respectivamente, diferindo das demais culturas na água de rio, porém, na água de viveiro não difere do capim-elefante (8,41 %) e, na água de poço, não difere das demais.

Tabela 13 - Valores médios e teste de Tukey para as variáveis FDN, FDA, PB e HC, respectivamente, no desdobramento das fontes de variação.

GRAMÍNEA \ ÁGUA	Viveiro			Poço			Rio		
	FDN (%)								
Sorgo	77,33	Aa		76,10	Aa		77,86	Aa	
Capim-elefante	77,25	Aa		76,99	Aa		76,78	Aa	
Cana-de-açúcar	73,965	Aa		77,32	Aa		77,32	Aa	
Milheto	75,35	Aa		72,912	Aa		71,23	Ba	
FDA (%)									
Sorgo	71,25	Aa		70,87	Aa		73,76	Aa	
Capim-elefante	68,84	Aa		70,24	Aa		72,586	Aa	
Cana-de-açúcar	67,59	Aa		71,52	Aa		70,22	Aa	
Milheto	66,25	Aa		66,06	Aa		63,16	Ba	
PB (%)									
Sorgo	3,19	Aa		3,19	Ca		3,44	Aa	
Capim-elefante	4,37	Aa		5,27	Aa		4,41	Aa	
Cana-de-açúcar	3,69	Aa		4,80	ABa		4,34	Aa	
Milheto	3,37	Aa		3,55	BCa		4,18	Aa	
HC (%)									
Sorgo	9,10	Aa		6,86	Ab		8,06	Aab	
Capim-elefante	8,41	Aa		6,73	Aab		6,21	Bb	
Cana-de-açúcar	6,37	Ba		5,80	Aa		5,43	Ba	
Milheto	6,09	Ba		5,24	Aab		4,103	Cb	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical não tem diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey para o desdobramento da variável gramínea dentro de cada água.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal não tem diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey para o desdobramento da variável água dentro de cada gramínea.

4.3 Caracterização das águas de irrigação

De acordo com a análise química das fontes de água, realizadas aos 43 dias do início do experimento, a soma de cátions foi mais elevada na água de poço amazonas, em função das maiores concentrações de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+ embora o cátion K^+ tenha apresentado a menor concentração (Figura 7a).

Conforme a adaptação da classificação Ayers e Westcot (1991), na qualidade de água em relação ao sódio (Na^+) até 3 mml/L , não apresenta restrições para irrigação por aspersão,

como é o caso da água de rio (0,82 mmol/L) e viveiro (1,60 mmol/L), valores encontrados neste trabalho. Já a água do poço amazonas, com níveis de Na^+ de 5,9 mmol/L, segundo os autores, apresenta grau de restrições ligeiramente a moderada (Figura 7a).

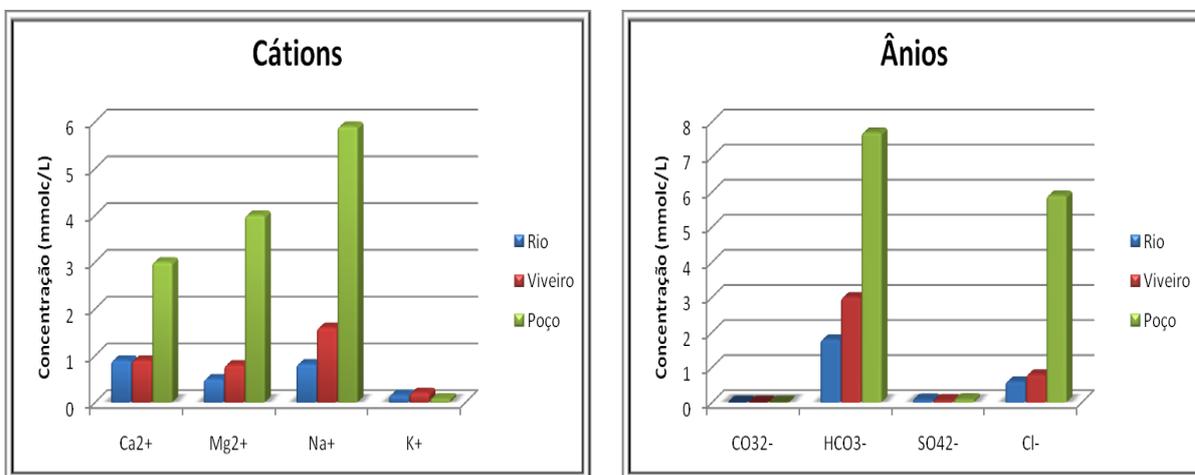


Figura 7 – a) Concentrações de cátions e b) concentrações de ânions presentes nas águas de irrigação.

Comparando-se agora as águas de rio e de viveiro, percebe-se que a concentração de Ca^{2+} não foi alterada, enquanto as concentrações de Mg^{2+} e Na^+ foram mais elevadas na água de viveiro, registrando os maiores valores para a água de poço.

Para os ânions (Figura 7b) o cloro (Cl^- 3,0 mmol/L) até este valor não apresenta restrição para irrigação por aspersão. Neste estudo, as águas de rio (0,6 mmol/L) e de viveiro de piscicultura (0,8 mmol/L) estão nessa faixa, enquanto a água de poço amazonas com (5,9 mmol/L) tem valor de $\text{Cl}^- > 3,0$ mmol/L e apresenta grau de restrição ligeira a moderada.

Em relação aos bicarbonatos (HCO_3^- 1,5 mmol/L) não apresenta grau de restrição. Neste intervalo está a água do rio (HCO_3^- 1,8 mmol/L), enquanto que a água do viveiro (HCO_3^- 3,0 mmol/L) e do poço (HCO_3^- 7,7 mmol/L) estão no intervalo de ($1,5 < \text{HCO}_3^- < 8,5$ mmol/L) que apresentam grau de restrições ligeira e moderada.

Com relação aos ânions, percebe-se comportamento semelhante aos cátions, com maiores concentrações de HCO_3^- e Cl^- , elevando também a soma de ânions na água de poço.

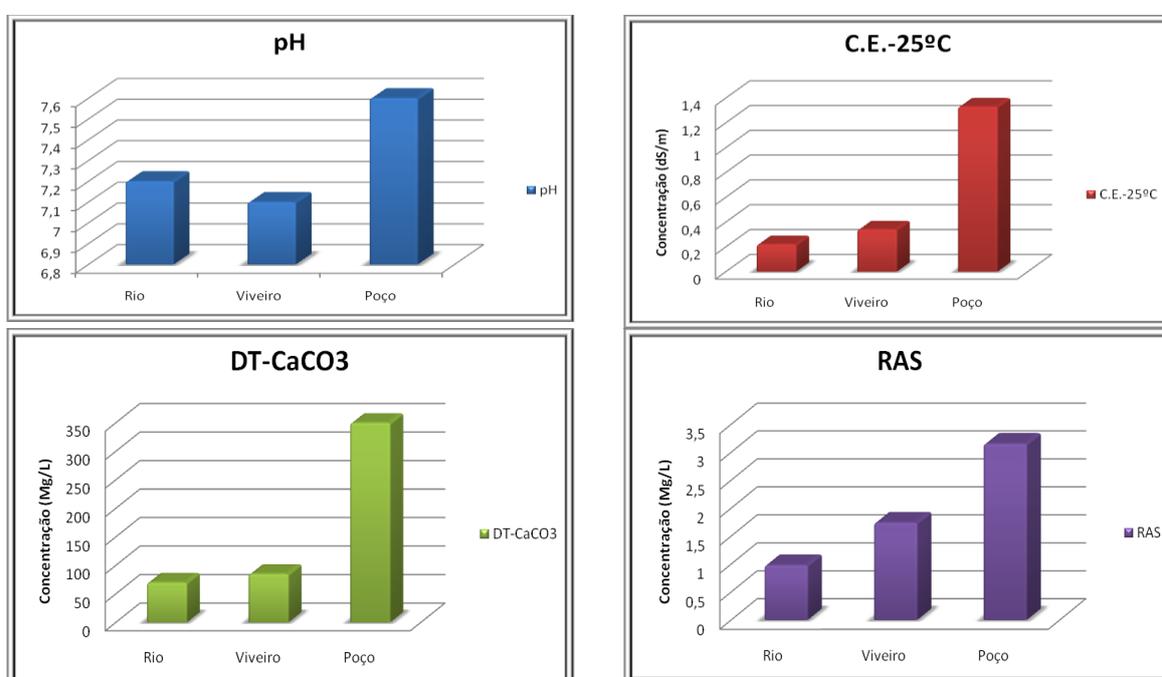
Na comparação entre as águas de rio e de viveiro, as concentrações de HCO_3^- e Cl^- foram mais elevadas nesta do que na água de rio.

Essas concentrações mais elevadas de cátions e ânions na água de poço devem-se à sua origem, o lençol freático, pela contribuição desses elementos ao longo de todo o curso, através do perfil do solo.

Com relação às características de salinidade, determinadas pelos parâmetros pH, C.E.-25°C e RAS, mais uma vez a água de poço apresenta os maiores valores (Figura 8), sendo classificada como água C₃S₁, conforme mostrado na metodologia.

Para o pH, tem-se água de rio (pH 7,2), de viveiro (pH 7,1) e de poço (pH 7,6), que estão no intervalo $6,5 < \text{pH} < 8,5$ que não apresenta nenhum grau de restrição (Figura 8 a).

Quanto a C. E. (-25°C) (Figura 8 b) o intervalo até ($\text{CE} < 0,7 \text{ dS.m}^{-1}$) não existe nenhum grau de restrição, o que neste experimento ocorre com a água de rio ($0,22 \text{ dS.m}^{-1}$) e de viveiro ($0,34 \text{ dS.m}^{-1}$), enquanto que para a água de poço amazonas ($1,33 \text{ dS.m}^{-1}$) está no intervalo de $0,7 < \text{CE} < 3,0 \text{ dS.m}^{-1}$, cujo grau de restrições é ligeira a moderada.



Dureza total – DT - CaCO₃; Relação de Adsorção de Sódio – RAS

Figura 8 – a) Valores de pH; b) C.E.(-25°C); c) DT – CaCO₃ e d) RAS das águas de irrigação.

De acordo com a classificação proposta por RICHARDS (1954), utilizando os valores de C.E. e RAS, as águas em estudo foram classificadas quanto ao perigo de salinidade e sodicidade. Verifica-se que as águas do rio (C₁S₁) e viveiro (C₂S₁) são consideradas de boa qualidade, podendo ser utilizadas na maioria dos solos com baixo perigo de salinização e sodificação. Já a água do poço amazonas classificadas como (C₃S₁), apresenta alto perigo de salinidade, podendo ser utilizadas na irrigação de culturas tolerantes quando se adota práticas

especiais de manejo de água e solo, sendo então necessário o cálculo da necessidade de lixiviação. Talvez pelas precipitações ocorridas no início do inverno e a capacidade de lixiviação do solo da área do experimento, não tenha afetado consideravelmente o desenvolvimento das gramíneas forrageiras.

5 CONCLUSÕES

Para as condições em que foi realizado o presente trabalho, os resultados obtidos permitem chegar às seguintes conclusões:

- O efluente de piscicultura utilizado como água de irrigação proporcionou as maiores produções de peso de massa verde, sorgo > capim-elefante > cana-de-açúcar > milho;
- Das gramíneas estudadas, o sorgo representa o maior potencial de produção de massa verde, ao lado do capim-elefante;
- O sorgo atingiu a maior altura de planta quando irrigado com água de poço amazonas;
- O corte das gramíneas aos 100 dias após o plantio pode ter contribuído para a elevação dos valores de FDN e FDA e para os baixos níveis de PB;
- A reutilização do efluente da piscicultura para a irrigação de gramíneas forrageiras nas condições de semiárido apresenta-se como alternativa viável na atividade agropecuária.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E. M.; LIMA, G. F. C.; SANTOS, M. V. F.; MEDEIROS, H. R. SANTOS, V. L. F.; JANUÁRIO, A. C. C; BORGES, A. Q. Características agronômicas e composição químico-bromatológica de gramíneas forrageiras tropicais. In: 43^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, João Pessoa. Produção Animal em Biomas Tropicais, 2006. v. 43.

ALCANTARA, P. B.; BUFARAH, G. Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1986. 162 p.

ALMEIDA, A. C. S.; SOUZA, J. L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G. V. S.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JÚNIO, R. A. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 32, n. 5, p. 1441-1448, set./out., 2008.

AMARAL, S. R.; LIRA, M. A.; TABOSA, J. N.; SANTOS, M. V. F.; MELLO, A. C. L.; SANTOS, V. F. Comportamento de linhagens de sorgo forrageiro submetidas a déficit hídrico sob condição controlada. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 38, n. 8, p. 973-979, ago. 2003.

AMARAL, P. N. C. Produção e Qualidade da Silagem de Três Cultivares de Milheto. UFLA. Lavras, MG. 2005. 125 p. Tese (Doutorado).

ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. Desenvolvimento sustentado da caatinga. Sobral, CE: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. 19 p. (EMBRAPA-CNPC). (Circula Técnica, 13).

ARAÚJO JUNIOR, J. V. Avaliação de variedades RB (República do Brasil) em relação ao ataque das principais pragas da cana-de-açúcar em Rio Largo. UFAL. Rio Largo, Alagoas, 71f. 2008. Dissertação de Mestrado.

ASPLAN PB. Associação de Plantadores de Cana da Paraíba. Variedades cultivadas na Paraíba. Disponível em:
http://www.asplanpb.com.br/asplan/arquivos/Materiais/Variedades_Cana.pdf. Acesso em: 11 nov. 2008.

AZEVEDO, D. M. P.; NASCIMENTO, H. T. S. Potencial forrageiro de espécies para cultivo no período de safrinha em solos de tabuleiros costeiros. Embrapa, Teresina, PI. Comunicado Técnico 148. Dez. 2002. Disponível em:

<http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/comunicado/2002/CT148.pdf>. Acesso em: 12 jan 2009.

AYERS, R. S. & WESTCOT, D. W. (1991). A qualidade da água na agricultura. Trad. Ghei, H. R.; Medeiros, J. F. & Damasco, F. A. V. Campina Grande: UFPB. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, revisado 1).

BARBOSA, G. V. S.; CRUZ, M. M.; SOARES, L.; ROCHA, A. M. C.; RIBEIRO, C. A. G.; SOUSA, A. J. R.; FERREIRA, J. L.; BARRETO, E. J. S.; SILVA, W. C. M.; SANTOS, A. V. P. A brief report on sugarcane breeding program in Alagoas, Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. v.2, n.4, p.613-616, 2002.

BARBOSA, G. V. S.; SOUSA, A. J. R.; ROCHA, A. M. C. SANTOS, A. V. P.; RIBEIRO, C. A. G.; BARRETO, E. J. S.; MOURA FILHO, G.; SOUZA, J. L.; FERREIRA, J. L. C.; SOARES, L.; CRUZ, M. M.; FERREIRA, P. V.; SILVA, W. C. M. Três novas variedades RB de cana-de-açúcar. Rio Largo: UFAL/CECA/PMGCA, 2003. 18 p. (*Boletim técnico PMGCA*; n. 2).

BASTOS, R. K. X. Utilização de Esgotos Tratados em Fertirrigação, Hidroponia e Piscicultura. Rio de Janeiro/RJ: PROSAB, 267 p., 2003.

BAUMGARTNER, D.; SAMPAIO, S. C.; SILVA, T. R.; TEO, C. R. P. A.; GOMES, B. M.; Alface irrigada com águas residuárias de atividades agroindustriais. *Acta Sci. Agron. Maringá*, v. 27, n. 4, p. 697-705, Oct./Dec., 2005.

BERNARDI, J. R. A; MARIN, C. M. Aspectos sobre a produção de leite a pasto. *Ciê. Agr. Saúde*. FEA, Andradina, v. 2, n. 1, jan-jun, 2002, p 65 – 69.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 7.ed. Viçosa: Editora UFV, 2005. 611 p.

BIDINGER, F.R.; RAJU, D.S. Response to selection for increase individual grain mass in pearl millet. *Crop Science*, v.40, n.1, p.68-71, 2000.

BHERING, M.; CABRAL, L. S.; ABREU, J. G.; SOUZA, A. L.; ZERVOUDAKIS, J. T.; RODRIGUES, R. C.; PEREIRA, G. A. C.; REVERDITO, R.; OLIVEIRA, Í. S. Características agronômicas do capim-elefante roxo em diferentes idades de corte na Depressão Cuiabana. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.*, v.9, n.3, p. 384-396, jul/set, 2008.

BONOMO, P.; CARDOSO, C. M. M.; PEDREIRA, M. S.; SANTOS, C. C.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F. Potencial forrageiro de variedades de cana-de-de-açúcar para alimentação de ruminantes *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, v. 31, n. 1, p. 53-59, 2009.

BRAGA, A. P.; RIBEIRO, H. U.; BARRA, P. B.; BARRA, S. B.; VASCONSELOS, S. H. L.; BRAGA, Z. C. A. C. Composição químico-bromatológica das silagens de capim-elefante cv. cameron em cinco idades de corte. *Caatinga, Mossoró-RN*, 14(1/2):17-23, dez. 2001.

BRUCK, H.; PAYNE, W. A.; SATTELMACHER, B. Effects of phosphorus and water supply on yield, transpirational water-use efficiency, and carbon isotope discrimination of pearl millet. *Crop Science*, v.40, n.1, p.120-125, 2000.

CABRAL, F. F. Qualidade fisiológica, determinação do teor de água e armazenamento de sementes de cana-de-açúcar proveniente de diferentes cruzamentos. UFAL. Rio Largo. 41 p. 2007. Dissertação mestrado.

CAMURÇA, D. A.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; VASCONCELOS, V. R.; LÔBO, R. N. B. Desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas à base de feno de gramíneas tropicais. *R. Bras. Zootec.* vol.31 n. 5 Viçosa Sept./Oct. 2002.

CARVALHO, L. F.; MEDEIROS FILHO, S.; ROSSETTI, A. G.; TEÓFILO, E. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. *Revista Brasileira de Sementes.* v.22, n.1, p.185-192, 2000.

CARVALHO, H. W. L.; PACHECO, E. P.; TABOSA, J. N.; RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. G.; BRITO, A. R. M. B.; OLIVEIRA, V. D.; RODRIGUES, K. F.; SOUZA, E. M.; RIBEIRO, S. S. Recomendações de Cultivares de Sorgo Forrageiro para o Estado de Sergipe. Embrapa. Comunicado Técnico, n 52. Aracaju, Sergipe. Dez/2006.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. Cultivo sem solo-hidroponia. Jaboticabal: FUNEP, 1995, 43 p.

CASTRO, R. S. Cultivo de tomate cereja em sistema orgânico irrigado com efluentes de piscicultura. Mossoró, 2003. 68 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura de Mossoró.

CUNHA, M. V.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; MELLO, A. C. L.; FERREIRA, R. L. C.; FREITAS, E. V.; NUNES, J. C. Características estruturais e morfológicas de genótipos de *Pennisetum* sp. sob pastejo no período de seca. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.3, p.540-549, 2007.

CARDOSO, E.; SCHIAVINI, I. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). Revista Brasil. Bot., V.25, n.3, p.277-289, set. 2002.

CASTRO, P. F. Utilização do milheto *Pennisetum americanum* (L) Leeke como substituto do milho em rações para a tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1998. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, 1998.

COSTA, A. C. T.; GERALDO, J.; PEREIRA, M. B.; PIMENTEL, C. Unidades térmicas e produtividade em genótipos de milheto semeados em duas épocas. Pesq. agropec. bras. vol.40 n°.12. Brasília. Dec. 2005.

DAHER, R. F.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, A. V.; AMARAL JR., A. T. Divergência genética entre cultivares de capim-elefante avaliada por marcadores RAPD em amostras compostas. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*. 2002, vol.59, n.4, p. 623-627.

DERESZ, F.; PAIM-COSTA, M. L.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; ABREU, J. B. R. Composição química, digestibilidade e disponibilidade de capim-elefante cv. Napier manejado sob pastejo rotativo. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.3, p. 863-869, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Silagens: do cultivo ao silo. Lavras, Editora UFLA, 2ª ed., 2002, 298 p.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B.; PENARIOL, F. G.; NASCIMENTO, E. S. Desempenho da cultura do milheto em função de épocas de semeadura e do manejo de corte da parte aérea. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.3, n.3, 2004, p. 391-401.

FERNANDES, A. M.; QUEIROZ, A. C.; LANA, P. R.; PEREIRA, J. C.; CABRAL, L. S.; VITTORI, A.; PEREIRA, E. S. Estimativas da produção de leite por vacas mestiças, segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.4, 2001, p.1350-1357.

FERREIRA, D. F. Programa SISVAR versão 5.1 – Programa de Análises Estatísticas. Universidade Federal de Lavras – MG, 2003.

FIGUEIREDO, M. P.; SOUSA, S. A.; MOREIRA, G. R.; SOUSA, L. F.; FERREIRA, J. Q. Determinação do teor de matéria seca do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), em três estádios de maturidade fisiológica, pelo forno de microondas. *Magistra*, Cruz das Almas-BA, v. 16, n. 2, jul./dez., 2004, p. 113-119.

FLARESSO, J. A.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. X. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Piracicaba, v.29, n.6, 2000, p.1608-1615.

FONSECA, D. M.; SALGADO, L. T.; QUEIROZ, D. S. et al. Produção de leite em pastagem de capim-elefante sob diferentes períodos de ocupação dos piquetes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.5, 1998, p. 848-856.

FREITAS, E. V. Caracterização de Pastos, Consumo e Desempenho de Vacas em Pastagens de *Pennisetum* sp. 88 f. Tese Doutorado. UFRPE. Recife –PE. Agosto – 2008.

FREITAS, K. K. C.; NEGREIROS, M. Z.; BEZERRA NETO, F.; AZEVEDO, C. M. S. B.; OLIVEIRA, E. Q.; BARROS JÚNIOR, A. P. Uso de efluente e água de rio no desempenho agroeconômico de cenoura, alface e coentro em associação. *CAATINGA*, Mossoró-RN, v.17, n.2, jan./jun. 2004, p. 98-104.

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. Piracicaba: Nobel, 1987. 467 p.

GOMIDE, J. A. Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: CARVALHO, M.; ALVIN, M. J.; XAVIER, D. F., et al. (Eds). *Capim elefante: produção e utilização*. 2º ed. Coronel Pacheco: Embrapa–Gado de Leite, 1997, p.81–115.

GONÇALVES, A. C. S.; MODÉ NETO, C. V.; PIGNATA, F. Ácido Cianídrico. Unesp. Jaboaticabal. SP. 2009. Disponível em:
http://ww2.fcav.unesp.br/anaruggieri/lib/exe/fetch.php?id=inicio&cache=cache&media=acido_cianidrico.doc. Acessado em: 03/Jun/2009.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; JAYME, D. G.; PIRES, D. A. A.; BORGES, A. L. C. C.; RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S.; BORGES, I. Matéria seca, proteína bruta, nitrogênio amoniacal e ph das silagens de três genótipos de milho [*Pennisetum glaucum* (L). R. Br.] Em diferentes períodos de fermentação. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.2, 2005, p. 251-258.

HUSSAR, G. J.; CONCEIÇÃO, C. H. Z.; PARADELA, A. L.; BARIN, D. J.; JONAS, T. C.; SERRA, W.; GOMES, J. P. R. Uso de Leitões Cultivados de Vazão Subsuperficial na Remoção de Micronutrientes de Efluente de Tanque de Piscicultura. Espírito Santos do Pinhal, SP. *Revista Ecosistema*. Vol. 27, n. 1,2. Jan-Dez. 2002.

IDEME. Anuário Estatístico do Estado da Paraíba. 2007. Disponível em: [WWW.ideme.pb.gov.br](http://www.ideme.pb.gov.br) (Anuário, 2007. Fisiografia, Recursos naturais e o meio ambiente, Pluviometria) – Paraíba (1990 – 2005). Acessado em, 05/maio/2009.

JAQUES, A. V. A. Caracteres morfofisiológicos e suas implicações no manejo. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; CARVALHO, L. A. Capim-elefante: produção e utilização. 2. ed. rev. Brasília: EMBRAPA-CNPGL, 1997, p. 31-46.

KICHEL, A. N. MIRANDA, C. H. B. Uso do Milheto como Planta Forrageira. Embrapa Gado de Corte. Campo Grande, MS. Divulga n. 46. 2000. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD46.html>. Acesso em: 06/jan/2009.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes. 3ª ed. Jundiaí – SP, Divisão de Biblioteca e Documentação – Campus “Luiz de Queiroz” USP, 1999.

LIMA, M. L.; CASTRO, F. G. F.; TAMASSIA, L. F. M. Culturas não convencionais girassol e milho. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOS, 7, 1999, Piracicaba. Alimentação suplementar: Anais, Piracicaba: FEALQ, 1999, p. 178-195.

LIMA, C. B.. Utilização de efluente de piscicultura na irrigação de pimentão cultivado com fosfato natural e esterco bovino. 2007. 53 f. Dissertação Mestrado. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN.

LIMA, G. F. C. Reservas estratégicas de forragem: uma alternativa para melhorar a convivência dos rebanhos familiares com a seca / EMPARN. – Natal, RN, 2006, 83 p.

LOPES, B. A. O Capim-Elefante. Forragicultura e pastagens. UFV, Viçosa. 2004, 56 p. Disponível em: <http://www.forragicultura.com.br/arquivos/capimelefanteBruna.pdf>. Acessado em: 29/jan/2007.

MAGALHAÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. Fisiologia da planta de sorgo. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 3).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Ecofisiologia da produção de sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003, 4 p. (comunicado Técnico, 87).

MAGALHAES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; TORRES, R. A.; MENDES NETO, J.; ASSIS, A. J. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. R. Bras. Zootec., v.33, n.5, 2004, p. 1292-1302.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C.; OLIVEIRA, M. Estimação de algumas características químicas da água de irrigação pela condutividade elétrica nas regiões da chapada do apodi e do baixo açu, rio Grande do norte. Caatinga, Mossoró-RN, 11(1/2):59-63, dez. 1998.

MAMAM, N.; MASON, S. C.; SIRIFI, S. Influence of variety and management level on pearl millet production in Niger: I. Grain yield and dry matter accumulation. African Crop Science Journal, v.8, n.1, 2000, p. 25-34.

MARQUES, M. O.; Filho, B. C.; BASTOS, R. K. X.; KATO, M. T.; LIMA, V. L. A.; NETO, C. O. A.; MENDONÇA, F. C.; MARQUES, P. A. A.; MARQUES, T. A.; BELLINGIERI, P. H.; HAANDEL, A. V. Uso de esgotos tratados em irrigação: Aspectos agronômicos e ambientais In: BASTOS, R. K. X. (coord.). In: Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura, Rio de Janeiro: ABES, 2003, p. 60-118.

MEDEIROS, F. C. Tanque-Rede: Mais Tecnologia e Lucro na Piscicultura. ISBN 85-902369-1-9. Cuiabá/MT, 110 p., 2002.

MADEIROS, L. B.; VIEIRA, A. O.; DANTAS NETO, J.; BELTRÃO, N. E. M.; AQUINO, B. F. Influencia da Escória Siderúrgica Sobre a Produtividade e Crescimento da Cana-de-açúcar Irrigada. Engenharia Ambiental-Espírito Santo do Pinhal, v.5, n. 3, set/dez 2008, p. 192-202.

MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR., J. C. B. et al. Caracterização e seleção de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) na Zona da Mata de Pernambuco. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.1, 2002, p. 30-42.

MELO, D. A. Avaliação de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) e Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BROWN) Sob Diferentes Níveis de Água no Solo. Patos, PB. CSTR. UFCG. 2006. 48 f.

MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiana, v. 34, 2004, p. 173-180.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; FORNARI, D. C.; BOMBARDELLI, R. A.; BARBERO, L. Milheto em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a reversão sexual. Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá, v. 26, n. 3, 2004, p. 323-327.

MONTAGNER, D. B.; ROCHA, M. G.; NÖRNBERG, J. L.; CHIELLE, Z. G.; MONDADORI, R. G.; ESTIVALET, R. C.; CALEGARI, C. Características agronômicas e bromatológicas de cultivares avaliados no ensaio sul-rio-grandense de sorgo forrageiro. R. bras. Agrociência, Pelotas, v. 11, n. 4, out-dez, 2005, p. 447-452.

MOREIRA, L. B.; MALHEIROS, M. G.; CRUZ, B. B. G.; ALVES, R. E. A.; OLIVEIRA, K. R. S. EFEITOS DA POPULAÇÃO DE PLANTAS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E AGRONÔMICAS DE MILHETO PÉROLA (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) cv. ENA. 2003 Agronomia, v.37, n°.1, 2003, p.05 - 09.

NAGAE, M. Y.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M.. Inclusão do Milheto (*Pennisetum americanum*) em Rações para Alevinos de Piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). R. Bras. Zootec., v.31, n.5, 2002, p. 1875-1880.

NASCIMENTO, D.; MENTA, P. Conjuntura – Alagoas superando limites. Disponível em: [HTTP://www.ideaonline.com.br/ideanews/ideasnews.asp?cod=40&sec=2](http://www.ideaonline.com.br/ideanews/ideasnews.asp?cod=40&sec=2). Acesso em: mar/2009.

NICOLAU SOBRINHO, W. Adubação orgânica e mineral na composição química e produção do milheto (*Pennisetum glaucum*) no semi-árido. UFCG. Patos, PB. 63 f. 2007. Dissertação de Mestrado.

PAIVA, E. A. A. Meiose em híbridos hexaplóides de capim-elefante e milheto. Lavras: UFLA, 2006. 53 p. Tese Mestrado.

PAYNE, W. A. Optimizing crop use in sparse stands of pearl millet. Agronomy Journal, v.92, n.5, 2000, p. 808-814.

PEREIRA, A. V.; COSER, A. C. Forrageiras para Corte e Pastejo. In: CIAT. (Org.). MANEJO Y UTILIZACION DE PASTURAS TROPICALES. 1 ed. Santa Cruz de la Sierra.: The University of Edinburgh, 2000, v., p. 135-159.

PEREIRA, A. V.; VALLE, C. B.; FERREIRA, R. P.; MILES, J. W. Melhoramento de forrageiras tropicais. In: NASS, L. L.; VALOIS, C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGRES, M. C. (Eds.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 2001, p. 549-602.

PEREIRA, E. W. L.; AZEVEDO, C. M. S. B.; LIBERALINO FILHO, J.; DUDA, G. P. Utilização de efluente de viveiro de peixes na Irrigação de alface cultivada em diferentes tipos de substratos. Caatinga, Mossoró-RN, 16(1/2): 57-62, dez. 2003.

PEREIRA FILHO, I. A.; FERREIRA, A. S.; COELHO, A. M.; CASELA, C. R.; KARAM, D.; RODRIGUES, D.; J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. Manejo da Cultura do Milheto. Sete Lagoas, MG. Circular técnica, 29. Dezembro, 2003.

PHILLIPS, M. J.; BEVERIDGE, M. C. M. e CLARK, R. M. Impact of Aquaculture on Water Resources, 1991. In: BRUNE, D. E. e TOMASSO, J. R. (Editors) Aquaculture and water Quality, Baton Rouge, The World Aquaculture Society, pp. 568-591, 1991. In: TIAGO, G. G.; GIANESELLA, S. M. F. Recursos Hídricos para a Aquicultura: Reflexões Temática. Disponível: http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro1/. Acessado em: 12/Jan/2009.

PINHO, R. G. V.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. Bragantia, Campinas, v.66, n.2, 2007, p. 235-245.

PIZZANI, R. Produção e qualidade de forragens e atributos de um Argissolo vermelho. UFSM, Santa Maria, 2008. 95 f. Tese Mestrado.

RIBAS, P. M. Ribas Plantio. In. RODRIGUES, J. A. S. Cultivo do Sorgo. EMBRAPA Sorgo e Milho. 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo/index.htm> Acessado em: 09/Jan/2009.

RIBEIRO, C. V. D. M.; PIRES, A. V.; SIMAS, J. M. C.; SANTOS, F. A. P.; SUSIN, I.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. Substituição do Grão de Milho pelo Milheto (*Pennisetum americanum*) na Dieta de Vacas Holandesas em Lactação. R. Bras. Zootec., v.33, n.5, 2004, p. 1351-1359.

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, D. C: United States Salinity Laboratory, 1954. 160 p. (United States Department of Agriculture Handbook, 60).

RODRIGUES, J. A. S. Utilização de forragens fresca de sorgo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanens*) sob condições de corte e pastejo. In: Simpósio de Forragicultura e Pastagens – Temas em evidência, Lavras, MG. Anais. Lavras: UFLA, 2000, p. 179-236.

ROSENOW, D. T. Screening plants for drought. In: WORKSHOP ON ADAPTATION OF PLANTS TO SOIL STRESS, 1993. Lincoln. Proceedings... Lincoln: University of Nebraska, 1993. p. 133-141.

SANDRI, D. Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Água e Solo) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SANTOS, E. A.; SILVA D. S.; QUEIROZ FILHO, J. L. Perfilamento e algumas características morfológicas do Capim-Elefante cv. Roxo sob quatro alturas de corte em duas épocas do ano. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.1, 2001, p. 24-30.

SILVA, J. V. Ecofisiologia da cana-de-açúcar no estado de Alagoas. Arapiraca, UFAL, 2007. Disponível em: http://www.fapesp.br/pdf/bioen1903/Bioen_Endres.pdf. Acessado em: 07/jan/2009.

SILVA, E. A.; FERNANDES, L. O.; RUAS, J. R. M. et al. Alimentação de bovinos da raça gir. Informe Agropecuário, v.29, n.243, 2008, p. 91-100.

SILVA JÚNIOR, L. G. A.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. Composição química de águas do cristalino do nordeste brasileiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, n.1, 1999, p. 11-17. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.

SOUZA SOBRINHO, F.; LÉDO, F. J. da S.; PEREIRA, A. V.; OLIVEIRA, J. S. Avaliação do potencial de propagação por sementes de capim-elefante hexaplóide. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 32, n. 3, maio/jun., 2008, p. 974-977.

SOUZA SOBRINHO, F.; PEREIRA, A. V.; LÉDO, F. J. S.; BOTREL, M. A.; OLIVEIRA, J. S.; XAVIER, D. F. Avaliação agrônômica de híbridos interespecíficos entre capim elefante e milheto. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, DF, v. 40, n. 9, 2005, p. 873-880.

SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e tratamento de esgotos. Princípio do tratamento biológico das águas residuárias. v. 1., 2. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 1996.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. *Bragantia*, Campinas, v. 65, 2006, p. 121-127.

TABOSA, J. N.; TAVARES FILHO, J. J.; ARAÚJO, M. R. A.; LIRA, M. A.; ENCARNAÇÃO, C. R. F. da; BURITY, H. A. Water use efficiency in sorghum and corn cultivars under field conditions. *Sorghum Newsletter*, Tucson, v.30, 1987, p.91-92.

TABOSA, J. N.; AZEVEDO NETO, A. D.; REIS, O. V.; FARIAS, I.; TAVARES, J. J.; LIRA, M. A. Forage millet evaluation on harvest stage in the semi-arid region of Pernambuco State of Brazil. In: *Internacional pearl millet Workshop*, Brasília. Anais dos IPMW. Embrapa, 1999, p. 208-212.

TABOSA, J. N.; REIS, O. V.; BRITO, A. R. M. B.; MONTEIRO, M. C. D.; SIMPLÍCIO, J. B.; OLIVEIRA, J. A. C.; SILVA, F. G.; AZEVEDO NETO, A. D.; DIAS, F. M.; LIRA, M. A.; TAVARES FILHO, J. J.; NASCIMENTO, M. M. A.; LIMA, L. E.; CARVALHO, H. W. L.; OLIVEIRA, L. R. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em Diferentes ambientes agroecológicos dos estados de Pernambuco e alagoas. *Rev. Bras. de Milho e Sorgo*, v.1, n.2, 2002, p. 47-58.

TOWNSEND, C. R. Recomendações técnicas para o cultivo da cana-de-açúcar forrageira em Rondônia. RT/21, EMBRAPA-CPAF. Rondônia, nov./2000, p. 1-5.

WEID, J. M.; SIDERSKY, P.; MATTOS, L. C.; TRIER, R. A problemática dos recursos hídricos no semi-árido. Recife, 1996. Disponível em: <http://www.cca.ufc.br/recursosohidricos1.html#pocos>. Acessado em: 15/abr/2009.