

SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA *IN SITU* SOBRE O CRESCIMENTO E RENDIMENTO DO SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Erlens Éder-Silva, Rhamon Costa e Silva, Dyalla Ribeiro de Araujo, Priscila Izidro de Figueiredo, Fabrina de Sousa Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Crato

erllens@ifce.edu.br, dyalla@ifce.edu.br

RESUMO: O sorgo apresenta vantagens na confecção de forragem conservada principalmente nas regiões de climas semiáridos, devido à maior resistência a veranicos. É importante ressaltar, também, o menor custo de produção, pois há realização de mais de um corte a partir de uma única semeadura. O objetivo foi avaliar o crescimento e produção de *Sorghum bicolor* utilizando as técnicas de captação de água de chuvas *in situ*. Os resultados demonstram que as alturas das plantas apresentaram um crescimento linear ao longo do tempo para todos os tratamentos. Maiores valores de altura foram verificados quando as plantas de sorgo atingiram 75 dias após a semeadura, com valores que chegaram a atingir 2,1 m de altura. Com relação a massa seca, os maiores valores foram obtidos para o tratamento de plantio em sulco a partir dos 45 dias após a emergência. Conclui-se que houve a máxima altura e massa seca total do sorgo no sistema de plantio em sulco e linha, o que possibilitará em maior rendimento.

Palavras-chave: Forrageira. Alimentação animal. Semiárido. Adaptada. Estratégia alimentar.

ABSTRACT: The sorghum has advantages in the production of forage conserved at regions on semiarid climates, due its higher resistance to dry seasons. It is also important to emphasize the lowest cost of production, for the realization of more than a cut from a single seeding. The objective was to evaluate the growth and production of *Sorghum bicolor* using water harvesting techniques rains *in situ*. The results show that the heights of the plants showed a linear increase over time for all treatments. Greater height values were observed when sorghum plants reached 75 days after sowing, with values eaching as high as 2.1 m tall. Regarding the dry matter, the highest values were obtained for the planting furrow treatment from 45 days after emergence. It was concluded that there was the maximum height and total dry mass of sorghum planting system groove and thread, making it possible to obtain a greater yield of silage.

Keywords: Forage. Animal feed. Semiarid. Adapted. Food strategy.

1. INTRODUÇÃO

O Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) pertence à família Poaceae, é importante componente da alimentação animal nos Estados Unidos, Austrália e América do Sul, e tem se mostrado como boa opção em substituição ao milho, principalmente nas regiões de climas semiáridos, onde esta forragem tem sido mais explorada, devido à maior resistência a veranicos e à maior produção por área (ANDRADE et al., 2011).

É uma planta de origem tropical do tipo C4, que se adapta a variadas condições de fertilidade do solo, e é mais tolerante que o milho a altas temperaturas e déficit hídrico, razão por que é cultivada em uma ampla faixa de latitudes, mesmo onde outros cereais têm produção antieconômica (MAGALHÃES et al., 2007; RIBAS, 2007).

Este cereal está entre os dez mais cultivados no mundo, além de utilizado na alimentação animal, vem sendo empregado como matéria prima para a produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, tintas e vassouras (SILVA e ALMEIDA, 2004).

De acordo com Silva et al. (1993), em função da grande variação das chuvas registradas nas unidades geoambientais, identificadas na região semiárida do Nordeste brasileiro, é de fundamental importância o preparo do solo com técnicas de captação de água de chuva *in situ*, visando assegurar os cultivos implantados em regime de sequeiro, principalmente para amenizar os efeitos do déficit hídrico ocorrido em anos de pouca precipitação pluviométrica.

As técnicas consistem basicamente na modificação da superfície do solo de modo que formem um plano inclinado entre dois sulcos sucessivos, chamados camalhões, que funcionam como área de captação da água de chuva (EINGG e HAWER, 1959). Estes sulcos são construídos seguindo as curvas de nível e fechados ao final para induzir uma maior captação e permitir uma maior infiltração da água no solo (STERN, 1979).

A adubação orgânica tem viabilizado a exploração sustentável de muitos solos arenosos, pobres em nutrientes e matéria orgânica, com baixos teores de nitrogênio e baixa capacidade de troca de cátions (FARIA

et al., 2007). Para as condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, devem ser utilizadas espécies adaptadas para sobreviver nos períodos de menor precipitação, mas que apresente potencial para proteger e restabelecer as características físicas, químicas e biológicas do solo (NASCIMENTO et al., 2005).

Trabalhos de pesquisa, avaliando o desempenho forrageiro na inserção de tecnologias apropriadas e de fácil utilização pelo pequeno produtor, são preponderantes ao sucesso da exploração agrícola. Considerando a importância da produção de forragens alternativas para a alimentação de ruminantes no Semiárido, o sorgo poderá resultar em melhor rendimento na produção de biomassa vegetal, principalmente se comparada à cultura do milho.

Nesta pesquisa, os estudos foram voltados para a avaliação do crescimento e rendimento da cultura do *Sorghum bicolor*, testando-se técnicas de cultivo com maior eficiência de captação de água de chuvas *in situ*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O sorgo é uma planta de origem tropical do tipo C4, a qual, além da vantagem fotossintética, se adapta a variadas condições de fertilidade do solo e é mais tolerante que o milho a altas temperaturas e déficit hídrico, razão por que é cultivada em uma ampla faixa de latitudes, mesmo onde outros cereais têm produção antieconômica, como regiões muito quentes, muito secas ou, ainda, onde ocorrem veranicos (RIBAS, 2007).

O cultivo do sorgo (*Sorghum bicolor* L.) tem aumentado consideravelmente sua produção nos tempos no Brasil, com incremento de 11,3% na safra 2010/2011 em relação à safra 2009/2010 (CONAB, 2011). Alguns são os fatores os quais estão contribuindo para esse incremento à expansão da área plantada, ao emprego de novas técnicas de cultivo, o uso de genótipos mais produtivos, plantas adaptadas às condições edafoclimáticas adversas, nicho de mercado com vários subprodutos especialmente rações (RIBAS, 2008; FIALHO et al., 2002; BERENQUER e FACI, 2001).

Essa cultura apresenta a vantagem de menor custo de produção, pois a realização de um corte a partir da semeadura, com produção de até 70% no segundo corte, o que proporciona uma economia nos trabalhos de preparo do solo, semeadura, uso de sementes e, ainda, pela possibilidade de uso mais intensivo da terra. Sendo assim, pelas suas características de cultivo e valor nutritivo, tem sido estudado como sucedâneo ao milho, principalmente nas regiões semiáridas e tropicais, onde se constata melhor rendimento do sorgo (DIAS et al., 2001).

A silagem de milho pode ser substituída pelo sorgo, uma vez que, tem cultivo fácil; menor gasto com sementes; menor custo de produção; alta produtividade; sistema radicular abundante e profundo; aproveitamento

da rebrota, com produção de até 60% do primeiro corte; valor nutritivo da forragem produzida, equivalente em 85 a 90% da silagem de milho, e que não necessita de aditivo para estimular a fermentação (VON PINHO et al., 2007).

O Semiárido brasileiro é uma região singular no cenário nacional, por ocupar uma área de, aproximadamente, 980.133,079 Km², abrangendo 1.135 municípios, distribuídos assimetricamente, no espaço geográfico de nove unidades da Federação: Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Minas Gerais; com 22.598.318 de habitantes, conforme o censo demográfico de 2010 do IBGE (MEDEIROS et al., 2012). Dentre regiões com características semelhantes, o Semiárido brasileiro é considerado a de maior densidade populacional do mundo (AB'SABER, 1999).

Nessa região, a quantidade de água de chuva, segundo Rebouças e Marinho (1972), é de aproximadamente 700 bilhões de m³ano⁻¹, o que torna o Semiárido nordestino diferente das demais regiões semiáridas do mundo. A maior parte dessa chuva não é aproveitada em todo o seu potencial, pois, mesmo existindo grande quantidade de barreiros e açudes no Nordeste, 36 bilhões de m³ se perdem pelo escoamento superficial (CAVALCANTI e RESENDE, 2001).

Apesar de sabermos que a região semiárida é identificada pela seca e o rigor das prolongadas estiagens, entendemos que este território, marcado pela falta de água, tem implicações muito mais complexas, pois nesse ambiente se estabeleceram diferentes atividades econômicas e relações sociais que ultrapassam os limites meramente físicos, como a escassez de chuvas ou outros fenômenos naturais (PORTO, et al., 1999).

Os maiores desafios estão em gerar ocupação/emprego e renda para as comunidades que habitam a grande área não irrigável da região Semiárida brasileira que compreende mais de 97%. Visto que, para as áreas irrigáveis ou com possibilidades de serem cultivadas sob irrigação, é visível a elevação de renda da população com produtividade das culturas atingindo números além dos esperados (INSA, 2007). Entretanto, as possibilidades de irrigação não atingem 3% de sua área (SUASSUNA, 1994); nesse sentido o maior desafio das instituições e dos profissionais de pesquisa é, portanto, gerar tecnologia que se reflita na geração de renda para a realidade da agricultura sob condições de sequeiro, através de espécies adaptadas e técnicas de manejo de solo, plantas e de captação de água.

Devido à grande variação das chuvas registradas nas unidades geoambientais, identificadas na região semiárida do Nordeste brasileiro, é de fundamental importância o preparo do solo com técnicas de captação de água de chuva "in situ", visando assegurar os cultivos implantados em regime de sequeiro, principalmente, para

SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA *IN SITU* SOBRE O CRESCIMENTO E RENDIMENTO DO SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* L. Moench)

amenizar os efeitos do déficit hídrico ocorrido em anos de pouca precipitação pluviométrica (ALVINO et al., 2012).

O sistema de captação de água *in situ* consiste na modificação da superfície do solo, de modo que o terreno entre as fileiras de cultivo, sirva de área de captação, e assim viabilize a produção em áreas com limitação hídrica, especificamente em áreas que apresentam uma inclinação que intensifica o escoamento superficial, podendo proporcionar, ao mesmo tempo, o direcionamento da água para a porção do solo explorada pelo sistema radicular da planta (PORTO et al., 1990). Estudos realizados por Laime (2012) demonstraram a eficiência dos sistemas de captação de água aumentando a conservação da umidade no solo, favorecendo o crescimento das culturas.

A técnica de captar a água da chuva *in situ* deve estar associada à conservação do solo, haja vista as técnicas de curva de nível, uso de cobertura morta, plantio direto e matéria orgânica, onde trabalha com a finalidade de induzir o escoamento superficial da água para a área de plantio bem como a sua manutenção por um período mais prolongado, aumentando o tempo da infiltração e reduzindo as perdas de água e de solo por erosão.

O emprego da adubação orgânica vem crescendo gradualmente no Brasil nos últimos anos. Os sistemas agropecuários dão origem a vários tipos de resíduos orgânicos, os quais, corretamente manejados e utilizados, reverterem em fornecedores de nutrientes para a produção de alimentos e melhoradores das condições físicas, químicas e biológicas do solo. A utilização de resíduos orgânicos animais como fonte de nutrientes para diferentes cadeias produtivas de vegetais representa alternativas eficientes que visam à diminuição da dependência dos fertilizantes químicos e aumento da segurança ambiental (ANDRADE et al., 2011).

De acordo com Oliveira et al., (2009) a aplicação de matéria orgânica ao solo contribui não só para o fornecimento de nutrientes mas também para a melhoria das características físicas do meio de cultivo. Assim, o uso de matéria orgânica de forma equilibrada é de fundamental importância para o pleno desenvolvimento das plantas.

3. METODOLOGIA

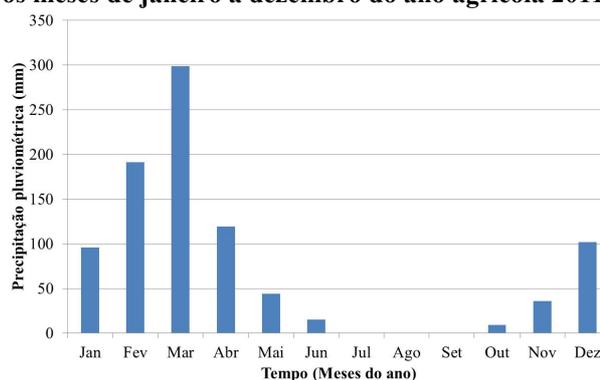
3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Crato, CE, no Terreno Novo – IFCE.

A Estação esta localizada na região fisiográfica do Cariri Cearense, no Estado do Ceará, onde o clima do tipo Bsh na classificação de Köppen é semiárido brando, com índices de precipitação pluviométrica (PP) com um

total média variando entre 600,0 à 1.090,0 mm, e evapotranspiração potencial (EP) ocorre com índices médios anuais de aproximadamente 1.424,0 mm. A precipitação acumulada, durante a condução do experimento, foi de 213mm, sendo 178mm na soma dos meses de abril, maio, junho e julho e a diferença restante para março (Figura 1). A temperatura média variou de 23 a 28°C, no período da pesquisa que compreendeu de 28 de março (a semeadura) até 3 de julho (a colheita) do ano agrícola de 2011.

Figura 1. Dados da precipitação acumulada durante os meses de janeiro a dezembro do ano agrícola 2011.



Fonte: Funceme, 2015.

O terreno apresenta o relevo ondulado, entretanto com tecnologias de manejo e conservação do solo aplicada a mesma (curva de nível e cobertura morta) torna a área agricultável. O solo do local é de textura areno-argilosa e em alguns pontos com afloramento de rochas.

3.2 Preparo do solo

3.2.1 Amostragem do solo

Após a demarcação da área, foi realizada a amostragem de solo, considerando a homogeneidade da gleba, a topografia, a textura do solo, cor do solo, vegetação e histórico da área, na qual era explorado com culturas anuais.

Foi percorrida a área em zig zag a fim de serem realizadas coletas ao acaso de aproximadamente 15 subamostras, evitando condições como: formigueiro, estradas, acúmulo de matéria orgânica, entre outros.

Para a coleta das subamostras, foi realizada a limpeza da área retirando restos de folhas e resíduos de matéria orgânica, em seguida, realizada a perfuração com trado tipo rosca holandesa nas profundidades de 0,0 - 0,20m e 0,20 - 0,40m. Em seguida, o solo das subamostras foi depositado e misturado em balde limpo, no qual foi retirada a amostra média de aproximadamente

SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA *IN SITU* SOBRE O CRESCIMENTO E RENDIMENTO DO SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* L. Moench)

0,5 kg, a qual foi encaminhada para o Laboratório de Análises de Solo do IFCE, Campus Limoeiro do Norte, Ceará.

3.2.2 Gradagem

Na realização da operação agrícola para implantação da cultura, foi utilizado o conjunto motomecanizado composto pelo trator New Holland 7630 traçado e a grade aradora de 16 discos (8 lisos e 8 recortados) de arasto com pneus em controle remoto. O procedimento foi realizado com apenas uma passada do conjunto motomecanizado.

3.2.3 Marcação dos blocos e parcelas

Após o planejamento do croqui da área e distribuições dos tratamentos, foi iniciado o procedimento de marcação do experimento utilizando trena, corda, piquetes e calculadora.

No primeiro momento, realizou-se a delimitação perimetral da área total onde foram desenvolvida as atividades de pesquisas, em seguida a subdivisão em blocos, totalizando quatro para cada experimento. Desta forma, foram respeitados os espaços dos corredores e bordadura.

3.2.4 Curva de nível e drenagem

A curva de nível foi realizada utilizando trapézio e nível. Primeiramente foi feita a marcação do ponto mais alto da área do terreno, em seguida posicionado o trapézio em nível onde foi sequenciada a marcação da linha em nível, de uma extremidade a outra do terreno, para evitar perda das linhas marcadas, estas marcações foram reforçadas utilizando-se piquetes.

As linhas foram demarcadas, posteriormente, seguindo o nível, mas com uma diferença de nível vertical de 1,00 m de uma linha para a outra. Desta forma, foi variável a distância horizontal entre cada curva de nível devido à variação na declividade. Em seguida foram feitas as aberturas dos sucos no sentido transversal da área, ou seja, no sentido que seguiram as linhas da curva de nível (Figura 2 e Figura 3).

3.2.5 Caracterização física/química do solo

Em laboratório, as amostras indeformadas de solo, foram destorroadas manualmente sob leve pressão das unidades estruturais e passadas em peneira de 9,52 mm de diâmetro de malha e, após essa operação, postas para secagem à sombra e ao ar.

Na caracterização física (Tabela 1), foram determinados a granulometria, densidade do solo e de partículas segundo recomendações EMBRAPA (1997).

Figura 2. Marcação das cotas a cada 2,00m para o delineamento das curvas de nível com uso do trapézio, nível, piquetes e trena por estudantes, na Estação Experimental do Instituto Federal do Ceará, Campus Crato, CE, no Terreno Novo - 2011.



Figura 3. Marcação das curvas de nível para ser iniciado o plantio, na Estação Experimental do Instituto Federal do Ceará, Campus Crato, CE, no Terreno Novo - 2011.



Na determinação granulométrica, foi quantificado o teor de argila (fração menor que 0,002 mm), o de silte (0,002 – 0,05 mm), o de areia fina (0,05 – 0,20 mm) e o de areia grossa (fração superior a 0,20 mm) pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997). Foram usados 20g de terra fina seca ao ar e NaOH a 6% como dispersante. A densidade do solo foi determinada pelo método do cilindro. As amostras de solo com estrutura preservada foram coletadas em cilindros metálicos de 6 cm de diâmetro e 3,0 cm de altura. Após, foram secas em estufa a 150°C, por aproximadamente 48 horas, até peso constante, e, posteriormente foram pesadas.

SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA *IN SITU* SOBRE O CRESCIMENTO E RENDIMENTO DO SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Tabela 1. Propriedades físicas do solo da área de estudo da Estação Experimental do Instituto Federal do Ceará, campus Crato, CE, no Terreno Novo.

Identificação da amostra	Composição granulométrica (g/Kg)						Densidade (g/cm ³)		Umidade (g/100g)		
	AG	AF	S	A	NA	GF	solo	part.			
Prof: 0,0 – 0,20									0,033	1,5	Água útil
Prof: 0,20 – 0,40	-	-	374	367	136	123	-	-	mpa	mpa	
Classe textural do solo											
Prof.: 0 – 20 cm						Franco areno argiloso					
Prof.: 20 – 40 cm						Franco areno argiloso					

AG: Areia grossa; AF: Areia fina; S: Silte – S; A: Areia; NA: Argila natural; GF: Grau de floculação.

Tabela 2. Caracterização química do solo da área de estudo na Estação Experimental do Instituto Federal do Ceará, campus Crato, CE, no Terreno Novo.

Camada m	C g/Kg	pH	P mg/dm ³	Macronutrientes						V (%)	CE ds/m	
				K	Ca	Mg	Na	H+Al	SB			CTC
0,0 – 0,20	16,57	6,0	7,0	9,36	59,5	13,5	0,52	33,0	82,9	115,9	72	0,59
0,20 – 0,40	10,86	5,8	9,0	6,45	72,0	14,5	0,61	40,4	93,6	134,0	70	0,25
Micronutrientes												
Camada m	Cu		Zn		Mn		Fe		B			
	Mmol/dm ³											
0,0 – 0,20	1,2		6,7		74,2		69		0,15			
0,20 – 0,40	1,3		5,5		57,5		48		0,06			

Para as determinações das propriedades químicas do solo, foi realizada a análise de carbono orgânico (C), pH, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), soma das bases trocáveis (SB), capacidade de trocas de cátions (CTC), saturação de bases (V), saturação por alumínio (m) e condutividade elétrica (CE) (Tabela 2). O P e K disponíveis foram obtidos pelo extrator de Mehlich. O valor do Carbono Total foi determinado em Analisador Elementar modelo FlashEA 1112. A matéria orgânica foi obtida pela percentagem de carbono multiplicada por 1,724.

Para a determinação da composição do material orgânico utilizado, foram realizadas as análises dos macronutrientes e micronutrientes, bem como umidade do esterco, matéria orgânica, relação C/N e pH.

3.2.6 Aplicação da fonte orgânica para nutrição da planta

A fonte orgânica oriunda do esterco caprino foi distribuída manualmente cinco dias antes da semeadura da cultura de sorgo, sendo 2 litro por metro linear, no ano agrícola de 2011. Posteriormente, as mesmas foram incorporadas manualmente com uso de enxadas. Considerando-se as baixas precipitações pluviais e a sua irregularidade, foram avaliadas diferentes técnicas de preparo de solo e plantio, visando-se à captação da água

de chuva e conservação da umidade por mais tempo. Foram utilizados 4 tratamentos em: T1 – sobre camalhão (a construção foi realizada tombando-se as leivas de forma convergente para o centro do camalhão); T2 - cova (pequenas elevações de terra, de forma cônica, construídas com enxada e abertura para a semeadura); T3 – linha (plantio com o mínimo de movimentação do solo, sendo apenas feita a inserção da semente ao solo); e T4 – sulco (abertura do solo linear em profundidade de 10cm de forma a promover o acúmulo de água).

3.3 Implantação da cultura e tratamentos culturais

3.3.1 Semeadura

Após o preparo do solo e incorporação do esterco caprino (utilizado como fonte de matéria orgânica), realizou-se a semeadura manualmente do sorgo. Para cada metro linear explorado no plantio foram utilizadas sementes tratadas, de alta qualidade fisiológica e certificadas. A cultivar foi de sorgo forrageiro híbrido superprecoce desenvolvida pela Agrocere, obtidas no comércio do ano agrícola 2011.

3.3.2 Espaçamento e densidade

As plantas foram colocadas em fileiras simples, sendo o espaçamento de 0,40 m entre linhas. A densidade de

SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA *IN SITU* SOBRE O CRESCIMENTO E RENDIMENTO DO SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* L. Moench)

semeadura foi de 5 plantas por metro linear após o desbaste, o que proporcionou uma população de aproximadamente 125 mil plantas/hectare.

A profundidade em que as sementes foram depositadas no leito do solo foi de 0,02 m. Para a semeadura em cova foram utilizadas quatro sementes, em covas rasas, distantes uma da outra 0,20 m, seguindo a mesma linha.

3.3.3 Desbaste

O desbaste foi realizado manualmente 15 dias após a emergência das plantas. Foram deixadas 5 plantas/metro linear e/ou 2 plantas por cova.

3.3.4 Controle de planta daninha, pragas e doenças

No campo experimental, procurou-se manter as plantas sempre em crescimento mais expressivo que as demais plantas ocorrentes no ambiente. Para isso, realizaram-se duas capinas aos 15 e 30 dias após a emergência, com auxílio de enxadas para evitar danos econômicos à cultura principal.

Devido o crescimento lento do sorgo forrageiro (estágio fenológico EC1), após a capina os restos vegetais, foram distribuídos e utilizados como cobertura morta (restos de plantas e folhas, dentre outros que estavam disponíveis) cobrindo a área limpa para manutenção da umidade e desenvolvimento da microbiota do solo.

Quanto à ocorrência de pragas e doenças, não foi danosa ao cultivo do sorgo em decorrência do nível de dano econômico, sendo assim, não foi utilizado nenhum produto químico ou biológico.

3.3.5 Coleta de dados de crescimento do sorgo, variáveis avaliadas e análises

As leituras foram realizadas 30 dias após a semeadura das plantas, e aos 30 dias após a emergência (DAE); 45 DAE; 60 DAE e 75 DAE.

Os dados do crescimento das plantas em função dos tratamentos estudados foram coletados a cada 15 dias a partir do 30º dia após a semeadura.

Foram realizadas as observações não destrutivas: altura de planta; e destrutivas: peso de matéria seca da planta. Em laboratório, as amostras de fitomassa verde frescas coletadas em campo foram colocadas para secagem em estufa com circulação de ar a 65°C, até obtenção de peso constante para a fitomassa seca.

Os dados obtidos foram avaliados através do Programa Computacional Assistat (SILVA e AZEVEDO, 2009) versão 7.6 Beta. O delineamento experimental

utilizado foi em blocos casualizados, com 4 repetições. Os dados obtidos em função do tempo de amostragem foram submetidos à análise de variância observando-se a significância pelo teste F; para os casos em que os tratamentos foram significativos, procedeu-se aos ajustes, através de regressões polinomiais.

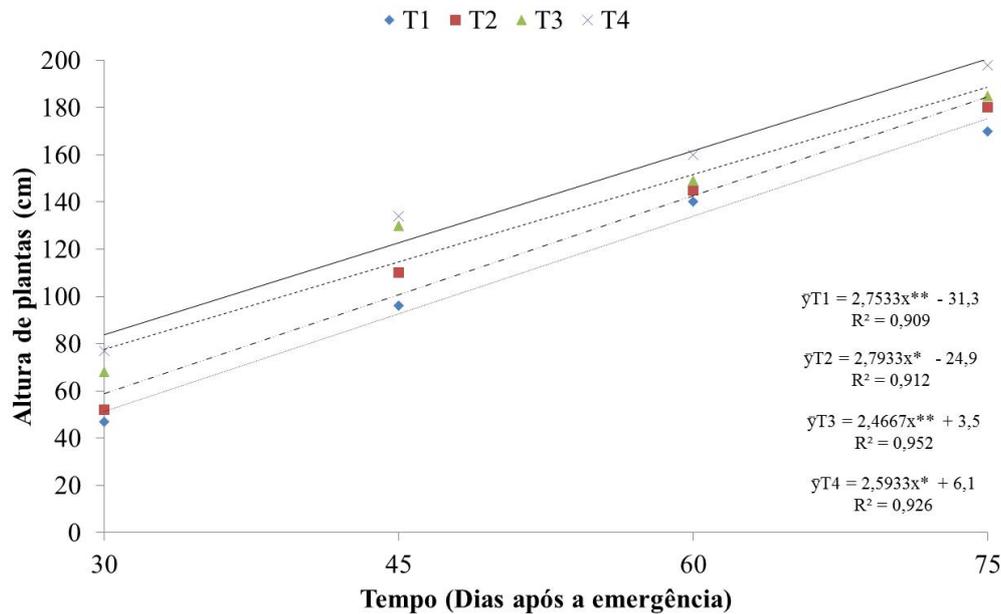
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura de Plantas (AP)

Observa-se que na variável altura de plantas ao longo do tempo estudado, utilizando as técnicas de captação de água *in situ* promoveram efeitos significativos. As alturas das plantas apresentaram um crescimento linear ascendente ao longo do tempo para todos os tratamentos (Figura 4). Maiores valores de altura foram verificados quando as plantas de sorgo atingiram 75 dias após a emergência (DAE), com valores que chegaram a atingir 1,98m de altura. As alturas das plantas de sorgo forrageiro variaram ao longo dos meses de semeadura e de acordo a cultivar explorada (SILVA et al., 2005). Essa variação no crescimento da planta de sorgo pode ser devido às condições fotoperiódicas nestas épocas, as cultivares forrageiras diferenciam mais precocemente e a redução acentuada da temperatura também afeta negativamente no desenvolvimento das plantas (ALAGARSWAMY e CHANDRA, 1998). Ao longo do ciclo da cultura, as variáveis de crescimento são beneficiadas pelas formas de preparação do solo, para favorecer a captação de água *in situ*, em comparação ao tratamento com ausência de técnica de captação (LAIME et al., 2014).

Nos quatro períodos de avaliação (30, 45, 60 e 75 DAE), os tratamentos 3 e 4, aos quais referem-se ao plantio em sulco e linha, apresentaram maiores valores médios em altura de plantas. É importante salientar que o rendimento forrageiro do sorgo está relacionado com a altura de plantas, apresentando relação com as proporções de folhas, colmos e panículas. Zago (1992) ressalta que os sorgos mais altos apresentam maiores rendimentos de matéria seca, no entanto, devido à maior percentagem de colmos em relação às folhas e panículas, há o comprometimento do valor nutricional da forragem. Segundo Chaves (1997), os sorgos que possuem maior quantidade de grãos em relação à forragem proporcionam melhor qualidade de silagem. De acordo com Silva et al. (2006), o cultivo de sorgo com a produção de altos rendimentos de forragem permite a obtenção de maior quantidade de alimento que poderá ser utilizado por maior período de tempo na propriedade agrícola, isto é fundamental também para a alimentação de maior número de animais em função da maior disponibilidade de forragem.

Figura 4. Altura da planta de sorgo forrageiro tratado com técnicas de preparo do solo (T1 - camalhão; T2 - cova; T3 - sulco; T4 - linha de plantio) em quatro períodos de avaliações (30; 45; 60; 75 DAE), na Estação Experimental Sítio Almécegas, Crato-CE, 2011.



Matéria seca (MS)

Considerando o rendimento da matéria seca total da planta de sorgo forrageiro, foi verificado que houve um crescimento cumulativo e continuado para todos os tratamentos ao longo do tempo. Porém, os maiores valores foram obtidos para o tratamento 3 (sistema de plantio em sulco) a partir dos 45 dias após a emergência (Figura 5). O tratamento camalhão apresentou o menor rendimento de massa seca total de planta. Os resultados para massa seca total de planta obtidos foram superiores aos de Silva et al. (2005). Outros autores apresentam informações de que as plantas cultivadas em bacias apresentaram um maior acúmulo de matéria seca, com produção média 182,22g/planta, tendo 62,59g/planta a mais do que as plantas cultivadas em camalhões, onde se pode notar o menor acúmulo de fitomassa (ALVINO et al., 2012). Desta forma os resultados corroboram quando o sorgo é cultivado sobre camalhões por apresentar menor produção de massa seca da parte aérea.

A matéria seca é um dos fatores que contribui para a obtenção de silagem de boa qualidade, variando de 30 a 35 % quando os grãos estão no estágio farináceo (PUPO, 1995). De acordo com Silva et al. (2006), o sorgo se destaca como ótima alternativa para uso na forma de grãos, forragem verde ou silagem, e dentre as vantagens, destacam-se o alto rendimento de matéria seca em relação a outras gramíneas, a maior resistência a períodos de seca

e a menor exigência quanto à fertilidade do solo, além da possível utilização da rebrota das plantas.

Rendimento de Massa Seca (MS)

Os maiores valores médios de rendimento da massa seca (MS) da parte aérea do sorgo (Figura 6) aos 75 dias após a emergência foram proporcionados pelos tratamentos de semeadura em linha e sulco. Comparando trabalhos de produção da matéria seca da parte aérea das culturas utilizando técnicas de captação de água *in situ*, os autores relatam aumentos de rendimento (LEIMA et al., 2014). Nas plantas cultivadas em sulco, a média de produção das plantas cultivada em sulco foi 139,18g/planta aos 120 dias de cultivo do sorgo (ALVINO et al., 2012). Com estas informações, fazendo uma projeção utilizando uma população de plantas de 125mil plantas, o cultivo resultaria numa produção em torno de 17,3 ton/ha inferior a obtida no experimento em discussão. Em estudo conduzido na Embrapa com BRS 655 - Híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade utilizando uma população de 120mil plantas/ha atingiu rendimentos de 18ton/ha (RODRIGUES et al., 2008). O rendimento obtido de 18,8 e 19,4ton/ha para os tratamentos sulco e linha de plantio, respectivamente, podem ter apresentado resultados superiores aos estudos comparativos devido a disponibilidade de irrigação durante a condução da cultura.

SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA *IN SITU* SOBRE O CRESCIMENTO E RENDIMENTO DO SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Figura 5. Massa seca da planta de sorgo forrageiro cultivado em técnicas de preparo do solo (T1 - camalhão; T2 - cova; T3 - sulco; T4 – linha de plantio) em quatro períodos de avaliações (30; 45; 60; 75 DAE), na Estação Experimental Sítio Almécegas, Crato-CE, 2011.

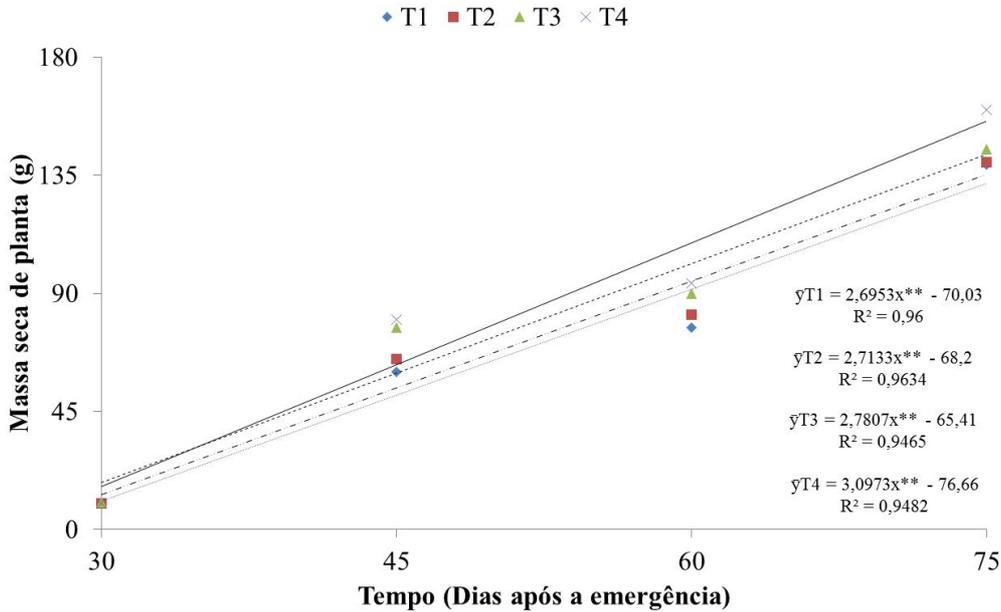
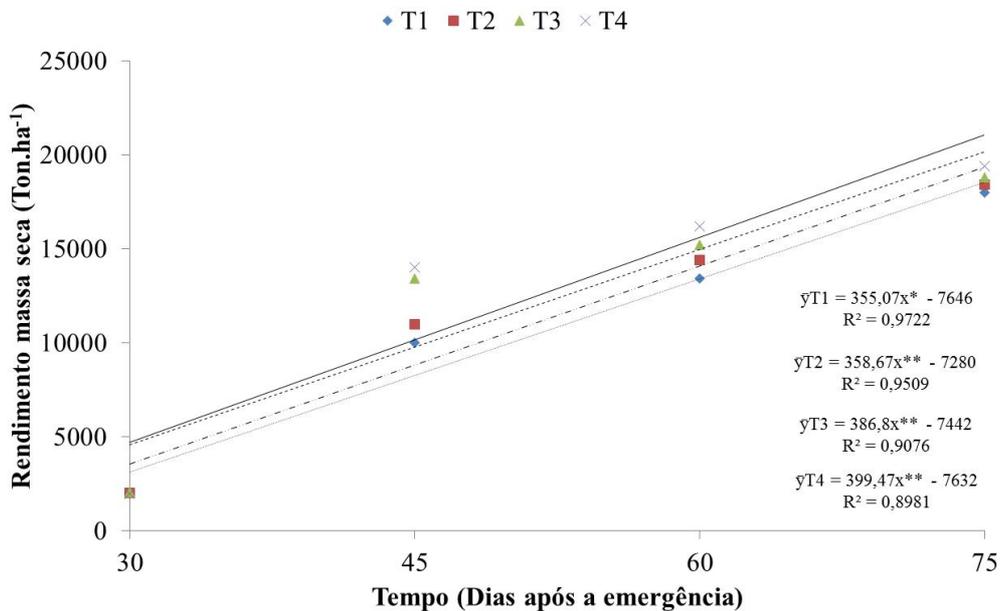


Figura 6. Rendimento de massa seca da parte aérea da planta de sorgo forrageiro cultivado em técnicas de preparo do solo (T1 - camalhão; T2 - cova; T3 - sulco; T4 – linha de plantio) em quatro períodos de avaliações (30; 45; 60; 75 DAE), na Estação Experimental Sítio Almécegas, Crato-CE, 2011.



O solo, quando apresenta o conteúdo de matéria orgânica (MO), é considerado um dos principais indicadores de sustentabilidade e qualidade ambiental em

agroecossistemas (ROSSI et al., 2011). A compreensão da dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS) em sistemas de produção permite subsidiar o estabelecimento de

SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA *IN SITU* SOBRE O CRESCIMENTO E RENDIMENTO DO SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* L. Moench)

estratégias de manejo que garantam o incremento do conteúdo de MOS e a qualidade ambiental do solo ao longo do tempo. A dinâmica da matéria orgânica influencia os principais processos químicos, físicos e biológicos nos solos, e determina muitas vezes seu comportamento químico e fertilidade, promovendo o melhor desempenho dos vegetais em cultivo (COLEMAN et al., 1989; HERMLE et al., 2008).

Durante a condução do experimento, pode ser observado algumas condições técnicas as quais devem ser levadas em consideração, quando for realizada a semeadura do sorgo forrageiro: a semeadura em camalhão ocasiona a queda das plantas quando jovens (tombamento) bem como o crescimento desordenado (Figura 7); o plantio em cova deve ser realizado nas condições em que o período de chuva não esteja apresentando elevadas precipitações, pois o acúmulo de água pode ocasionar o crescimento inicial lento, devido à falta de oxigênio.

Figura 7. Demonstrativo do estande em que foram utilizados os tratamentos de preparo do solo, na Estação Experimental do Instituto Federal do Ceará, campus Crato, CE, no Terreno Novo - 2011. A seta vermelha indica o tratamento camalhão e consequente tombamento das plantas.



5. CONCLUSÕES

1. Na condição que foi realizado o trabalho, pode-se concluir que houve a máxima altura e massa seca total do sorgo no sistema de semeadura em sulco e linha em curva de nível, o que possibilitará maior rendimento de silagem.

2. Dentre as técnicas de preparo do solo deve ser evitada a técnica de semeadura em camalhão, devido ao tombamento da planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Nordeste sertanejo: a região semi-árida mais povoada do mundo.** São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Estudos Avançados, v. 13, n. 36, 1999. (Dossiê Nordeste Seco).

ALAGARSWAMY, G.; CHANDRA, S. Pattern analysis of international sorghum multienvironment trials for grain-yield adaptation. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 96, n. 3-4, p. 397-405, 1998.

ALVINO, F. C. G.; WANDERLEY, J. A. C.; BRITO, M. E. B.; BARRETO, C. F.; FERNANDES, P. D.; LEITE, D. T. Rendimento de fitomassa do sorgo sacarino sob sistemas de captação de água "in situ". **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, V. 8, n. 2, p. 54-59, abr – jun , 2012.

ANDRADE, A. R. S.; MACHADO, C. B.; VILELA, E. L.; CAMÊLO, D. L.; SILVA, L. C. C. Desenvolvimento da cultura do sorgo em um latossolo amarelo submetido à adubação orgânica. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, n. 4, v. 2, p. 137-151, 2011.

BERENQUER, M.J.; FACI, J.M. Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. **European Journal of Agronomy**. v.15, p.43-55, 2001.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Avaliação de barreiros e finalidade da água armazenada na região semi-árida da Bahia. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.3, p. 568-570. 2001.

CHAVES, Alexandre Vieira. **Avaliação de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagem.** 1997. 35 f. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

COLEMAN, D.C., OADES, J.M., UEHARA, G. **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems.** Honolulu: NifTAL Project, University of Hawaii at Manoa, USA, 1989. p.173-200.

CONAB, Conab estima produção de sorgo 11% superior à da safra 2009/2010, **Portal Brasil**, 2011. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/06/20/conab-estima-producao-de-sorgo-11-superior-a-da-safra-2009-2010>> Acesso em: 20/08/2011.

DIAS, A. M. A.; BATISTA, A. M. V.; FERREIRA, M. de A.; LIRA, M. de A.; SAMPAIO, I. B. M. Efeito do estágio vegetativo do sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.)

SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA *IN SITU* SOBRE O CRESCIMENTO E RENDIMENTO DO SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* L. Moench)

- Moench) sobre a composição química da silagem, consumo, produção e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zea mays* (L.)). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 2086-2092, 2001.
- EINGG, A. W.; HAWER, V. L. Terrace benching to save potential runoff for semiarid land. **Agromomy Journal**, Madison, v. 51, p. 209-292, 1959.
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- FARIA, C. M. B.; COSTA, N. D.; FARIA, A. F. Atributos químicos de um Argissolo e rendimento de melão mediante o uso de adubos verdes, calagem e adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 299-307, 2007.
- FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; OLIVEIRA, W.; SILVA, H.O. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.105-111, 2002.
- FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Calendário de chuvas no estado do Ceará**. Fortaleza. 2015. Disponível em: <<http://www.funceme.br/app/calendario/produto/municipios/maxima/mensal>>. Acesso em: 15 de julho de 2015.
- HERMLE, S.; ANKEN, T.; LEIFELD, J.; WEISSKOPF. The effect of the tillage system on soil organic carbon content under moist, cold-temperate conditions. *Soil and Tillage Research*, v. 98, p.94- 105, 2008.
- IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010, v.70.
- LAIME, E. M. O. **Sistemas de captação de água *in situ* em função do crescimento e produção do pinhão manso**. 2007. 65 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola - Irrigação e Drenagem), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.
- LAIME, E. M. O.; FERNANDES, P. D.; AZEVEDO, C.A.V. de; WANDERLEY, J.A.C.; ANDRADE, A. B.A.de. Sistemas de captação de água "in situ" sobre crescimento de pinhão manso. **Revista Verde** (Pombal - PB - Brasil), v 9. , n. 4, p. 230 - 237, out-dez, 2014.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. Ecofisiologia. In: **Cultivo do Sorgo**. Sistemas de Produção, 2. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2007. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/ecofisiologia.htm>>. Acesso realizado em: 18 de julho de 2015.
- MEDEIROS, S. S.; MELO, W. O.; LEÃO, N. L.; CAVALCANTE, A. M. B. **Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro**. Campina Grande: INSA, 2012. 103p.
- NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. F. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um Luvissole. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 825-831, 2005.
- OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA FILHO, A. F.; MEDEIROS, J. F.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n.1, p. 206-211, 2009.
- PORTO, E. R.; VIVALLO PINARE, A. G.; WILLIAMS FUENTES, C. O. ; SILVA, A. S.; LOPES, L. H. O. **Pequenos Agricultores V: métodos de execução de sistemas integrados de produção agropecuária (SIP)**. Petrolina: EMBRAPA, 1990.
- PORTO, E.R.; SILVA, A. **Captação e Aproveitamento de Água de Chuva na Produção Agrícola dos Pequenos Produtores do Semi-árido Brasileiro**. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 9. 1999. **Anais...**Petrolina: Embrapa Semiárido/Singapura/IRCSA, 1999. CD-ROM.
- PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1995. p. 252-303.
- REBOUÇAS, A. C.; MARINHO, M. E. **Hidrologia das secas do Nordeste do Brasil**. Recife, PE, SUDENE - DRN, Divisão de Hidrologia, 1972. 126p.
- RIBAS, P. M. **Cultivo do sorgo - Importância econômica**. In: Sistemas de Produção 2. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2007. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/importancia.htm>>. Acesso em: 20 de julho de 2015.

SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA *IN SITU* SOBRE O CRESCIMENTO E RENDIMENTO DO SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* L. Moench)

- RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. G.; SHAFFERT, R. E.; FERREIRA, A. S.; CASELA, C. R.; TARDIN, F. D. BRS 655 - Híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade. **Circular Técnica 07**. Sete Lagoas, MG Dezembro, 2008. ISSN 1518-4269.
- ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIACOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre palhada de braquiária e sorgo. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p.622-630, 2011
- SILVA, A. G.; ROCHA, V. S.; PINA FILHO, O. C.; PINTO, G. H. F.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação do rendimento de forragem de cultivares de sorgo forrageiro sob diferentes condições termo-fotoperiódicas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 307, p. 292-301, 2006.
- SILVA, A. V.; ALMEIDA, F. A. **Cultura do sorgo granífero na Região do Brasil Central**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25. **Anais...** Cuiabá: Embrapa Gado de Corte; Empaer-MT, 2004.
- SILVA, A.G. da; ROCHA, V. S.; CECON, P. R.; PORTUGAL, A.F.; PINA FILHO, O. C. Avaliação dos caracteres agrônômicos de cultivares de Sorgo forrageiro sob diferentes condições termofotoperiódicas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 1, p. 28-44, 2005.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. **Principal Components Analysis in the Software Assistat- Statistical Attendance**. In: World Congress On Computers in Agriculture, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C.; BRITO, L. T. L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTE, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; SILVA, A. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina-PE: EMBRAPA - CPATSA/Recife: EMBRAPA - CNPS, Coordenadoria Regional Nordeste, 1993.
- STERN, P. H. **Small scale irrigation: a manual of low-cost water technology**. London: Intermediate Technology Publications, 1979. 152p.
- SUASSUNA, J. A pequena irrigação no Nordeste: Algumas preocupações. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.18, n.104, 1994.
- VON PINHO, R. G.; 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, p. 235-245, 2007.
- ZAGO, C. P. Utilização de sorgo na alimentação de ruminantes. In: **Manejo cultural do sorgo para forragem**. Sete Lagoas: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. 1992. p. 9-30. (Circular Técnica, 17).