

RENAN ALMEIDA BRITO DA SILVA

**BALANÇO HÍDRICO EM NEOSSOLO REGOLÍTICO CULTIVADO COM
BRACHIARIA DECUMBENS**

**GARANHUNS, PERNAMBUCO - BRASIL
JULHO - 2012**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA

BALANÇO HÍDRICO EM NEOSSOLO REGOLÍTICO CULTIVADO COM
BRACHIARIA DECUMBENS

RENAN ALMEIDA BRITO DA SILVA

SOB ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR
JOSÉ ROMUALDO DE SOUSA LIMA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Produção agrícola, para obtenção do título de *Mestre*.

GARANHUNS
PERNAMBUCO - BRASIL
JULHO - 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA

BALANÇO HÍDRICO EM NEOSSOLO REGOLÍTICO CULTIVADO COM
BRACHIARIA DECUMBENS

RENAN ALMEIDA BRITO DA SILVA

GARANHUNS
PERNAMBUCO - BRASIL
JULHO - 2012

Ficha Catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE/UAG

S586a Silva, Renan Almeida Brito da

Balço hídrico em neossolo regolítico cultivado com
brachiaria decumbens/Renan Almeida Brito da Silva.-
Garanhuns 2012.

51 f.

Orientador: José Romualdo de Sousa Lima
Dissertação (Curso de Pós-graduação em Produção
Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco –
Unidade Acadêmica de Garanhuns, 2012
Inclui bibliografias

CDD 633.13

1. Pluviometria-Pastagens
 2. Solos-Manejo
 3. *Brachiaria decumbens*
- I. Lima, José Romualdo de Sousa Pereira
 - II. Título

**BALANÇO HÍDRICO EM NEOSSOLO REGOLÍTICO CULTIVADO COM
BRACHIARIA DECUMBENS**

RENAN ALMEIDA BRITO DA SILVA

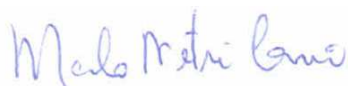
APROVADO EM: 26 DE JULHO DE 2012



Eduardo Soares de Souza
UAST/UFRPE



Genival Barros Júnior
UAST/UFRPE



Marcelo Metri Corrêa
UAG/UFRPE



José Romualdo de Sousa Lima
Orientador

Dedicatória

À minha namorada, Poliana Lima.

Aos meus pais, Darivaldo e Gilene.

Aos meus irmãos

Aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado a força necessária para percorrer esse caminho, por ter me colocado no caminho de pessoas especiais as quais jamais irei esquecer;

Aos meus pais Darivaldo e Gilene, irmãos João Paulo, Eder e Darivaldo Filho e minha querida namorada Poliana por serem os principais incentivadores em minha carreira estudantil, enfim a toda minha família, pelo amor, apoio, compreensão e por sempre estarem dispostos a ajudar-me, especialmente minha avó Joselina (*in memória*);

Ao Prof. Dr. José Romualdo de Sousa Lima, orientador desta dissertação, pela participação com discussões, correções, revisões e sugestões;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, por me incentivar e concretizar o meu sonho e pela oportunidade e ajuda concedida para com o mestrado. Ao Laboratório de Solos, ao CENLAG, professores e colegas de trabalho;

Ao Prof. Antonio Celso Dantas Antonino, pela cessão dos equipamentos, imprescindíveis para a execução dos trabalhos de campo;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos recursos disponíveis, por meio do Projeto: “Balanço hídrico e de energia em pastagens na microrregião de Garanhuns (processo 475094/2009-3)”;

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela bolsa e oportunidade oferecida para a realização do meu sonho, e pela concessão de recursos financeiros por meio dos projetos “Impacto de mudanças climáticas sobre a cobertura e uso da terra em Pernambuco: geração e disponibilização de informações para o subsídio a políticas públicas” (Edital FACEPE 02/2009 - Mudança Climática Global) e “Dinâmica da Água e de Carbono em Ecossistemas no Estado de Pernambuco” (Edital FACEPE 12/2010 PRONEM/FACEPE/CNPq);

Ao Prof. Antônio de Pádua, proprietário da Fazenda Riacho do Papagaio, pela disponibilização da área experimental, sem a qual essa Dissertação não teria se realizado;

Ao Prof. Dr. José Teodorico de Araújo Filho, Prof. Dr. Cláudio Mistura pela atenção e ensinamentos;

À Universidade Federal de Alagoas, por me incentivar e dar início ao meu sonho.
Ao Departamento de Forragicultura, professores e colegas de trabalho;
Aos colegas estudantes de Mestrado e Funcionários do departamento.

Muito Obrigado!

BIOGRAFIA

RENAN ALMEIDA BRITO DA SILVA,

Nasceu no dia 19 de junho do ano de 1985, em Ipirá, BA. cursou o ensino médio no Colégio Estadual Thales de Azevedo, em Salvador - BA, no período de 2001 a 2002. Em junho de 2004, ingressou no curso de Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual da Bahia, Juazeiro, BA, em agosto de 2007, transferiu o curso de graduação em Agronomia para a Universidade Federal de Alagoas, e em 28 de julho de 2010 obteve o título de Engenheiro Agrônomo. No período de 2007 a 2010, foi bolsista pelo convênio CNPq/UFAL, estagiário pelo convênio FUNDEPS/UFAL e monitor das disciplinas de Forragicultura e Agroinformática no curso de Agronomia da UFAL. Iniciou em agosto de 2010 o curso de Mestrado em Produção Agrícola (Uso de Água e Solo na Produção Agrícola) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns, PE, onde foi bolsista FACEPE. No dia 26 de julho de 2012, submeteu-se à banca para a defesa da dissertação e obteve o título de Mestre em Produção Agrícola.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	12
ABSTRACT	13
1. INTRODUÇÃO	14
2. MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1 Descrição da área experimental	16
2.2 Balanço hídrico	17
2.2.1 Período de medição	17
2.2.2 Componentes do Balanço hídrico	18
2.2.3 Curvas de retenção, $\theta(h)$ e de condutividade hidráulica do solo, $K(\theta)$	20
2.3 Determinações na pastagem	23
2.3.1 Avaliações da parte aérea e da raiz	23
2.3.2 Perfil do sistema radicular	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
3.1 Precipitação pluvial, umidade volumétrica, potencial total e fluxo de água no solo	26
3.2 Sistema radicular	31
3.3 Avaliação dos componentes do balanço hídrico	33
3.4 Avaliações da parte aérea da pastagem	36
3.4.1 Índice de área foliar (IAF)	37
3.4.2 Número de perfilhos totais (NPT)	40

3.4.3 Matéria seca da parte aérea (MSPA)	41
4. CONCLUSÕES	45
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

RESUMO

Um dos principais fatores de produção para as culturas é a disponibilidade de água no solo, de forma que a quantificação das entradas e saídas de água no solo, por meio do método do balanço hídrico, pode ser um instrumento valioso para melhorar o manejo dado às mesmas. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo fazer um estudo dos fluxos de água em pastagens, analisando os componentes do balanço hídrico em *Brachiaria decumbens*, em nove meses do ano de 2011 (março a novembro), e relacioná-los com características estruturais e agronômicas do capim braquiária. O trabalho foi realizado na fazenda Riacho do Papagaio, em São João-PE, na mesorregião do Agreste Meridional do Estado de Pernambuco, onde foram instalados sensores automatizados para medição da umidade volumétrica do solo nas profundidades de 10, 20, 30 e 40 cm. A precipitação pluvial foi monitorada por meio de um pluviógrafo automatizado instalado numa torre no centro da área. Além disso, foram realizados ensaios de infiltração para a determinação da condutividade hidráulica do solo. Também foram medidos o índice de área foliar (IAF), biomassa e sistema radicular da brachiária, mensalmente. Os resultados demonstraram que a variação da umidade volumétrica do solo acompanhou a distribuição da precipitação pluvial. O potencial total da água do solo mostrou que a profundidade de 10 cm é a que ocorre maior variação e menores valores. O comportamento do fluxo de água na base do solo (30 cm) acompanha a precipitação pluvial de forma direta, ocorrendo apenas no sentido descendente, assim caracterizando o processo de drenagem interna. A evapotranspiração (ET) total para a pastagem de braquiária foi 325,0 mm, com valor médio de 1,2 mm d⁻¹. As características estruturais e a produtividade do pasto de braquiária são influenciadas pelas variáveis ambientais, principalmente, pela precipitação pluvial. A produção de forragem ficou abaixo dos valores encontrados para essa cultura, em função da baixa precipitação pluvial, bem como da baixa retenção de água pelo solo.

ABSTRACT

One of the main factors for crop production is the availability of water in the soil, so that the quantification of inputs and outputs of soil water through the water balance method can be a valuable tool to improve the management given to same. Thus, the present study aimed to make a study of water flows in pastures, analyzing the water balance components in *Brachiária decumbens* in nine months of 2011 (March to November), and relate them to structural features and the agronomic grass brachiária. The study was conducted at the farm Riacho Papagaio in São João-PE, in the middle region of the Wasteland southern state of Pernambuco, where automated sensors were installed to measure the volumetric soil water content at depths of 10, 20, 30, and 40 cm. The precipitation was monitored by an automated pluviographs installed on a tower at the center of the area. In addition, tests were performed to determine the infiltration hydraulic conductivity. Were also measured leaf area index (IAL), biomass and root system brachiária monthly. The results showed that the variation of volumetric soil moisture accompanied the distribution of rainfall. The total water potential showed that the soil of 10 cm depth is the largest variation occurring and lower values. The behavior of water flow at the base of the soil (30 cm) monitors rainfall directly, occurring only in the downward direction, thus characterizing the internal drainage process. evapotranspiration (ET) to total brachiária pasture was 325,0 mm, with a mean value of 1,2 mm d⁻¹. The structural characteristics and productivity of pasture brachiária are influenced by environmental variables, mainly by rainfall. Forage production was below the values found for this crop, due to low rainfall and low water retention of the soil.

1. INTRODUÇÃO

As pastagens cobrem cerca de dois terços de toda a área agricultável do globo terrestre. No Brasil, ocupam cerca de três quartos da área agrícola nacional (IBGE, 2006), cerca de 172 milhões de hectares, assumindo posição de destaque no cenário agrícola brasileiro. No estado de Pernambuco a área ocupada com pastagens é de 2.506.730 ha, já a área ocupada por pastagens na mesorregião do Agreste Pernambucano é de 1.066.776 ha, sendo que 276.613 ha estão situados na microrregião de Garanhuns (IBGE, 2006). Entretanto a degradação das pastagens brasileiras chega a atingir 30% desta área. Quando relacionada à área de pastagem cultivada, estima-se um valor maior que 101 milhões de hectares cultivados em todo o país, e que 85% dessa área seja ocupadas por Brachiária (Barbosa, 2006).

Apesar de sua representatividade no território brasileiro, não se tem uma excelência de produção. No tocante as pastagens existentes no agreste meridional de Pernambuco, as mesmas apresentam níveis de produtividade de matéria seca bastante baixa, refletindo um grande estágio de degradação resultante de manejo inadequado do solo (Ydoyaga et al., 2006). Essa degradação faz com que ocorra redução na produtividade, perda de matéria orgânica do solo ou emissão de CO₂ para atmosfera, com redução no sequestro do carbono na pastagem (Nicoloso et al., 2008).

De acordo com Euclides et al. (2007) a produção de forragem é dependente da temperatura e da radiação e é limitada pela disponibilidade de nutrientes e de água. Além disso, as incertezas climáticas, principalmente relacionadas com a precipitação pluvial, também regulam a oscilação da produção das pastagens.

A utilização do balanço hídrico como método para estimar a demanda hídrica da pastagem, baseando-se nas quantidades e disponibilidades hídricas da região agroclimática, é de suma importância para um planejamento agrícola adequado, assim diminuindo os riscos, de modo a propiciar condições para a obtenção de elevados rendimentos (Facco et al., 2009).

Apesar da grande importância das pastagens na microrregião de Garanhuns, importante bacia leiteira do Estado de Pernambuco, esta se resente de estudos que

relacionem a quantidade de água consumida (evapotranspirada) por estas pastagens com sua produção. Poucos trabalhos na literatura relacionaram volume da precipitação pluvial, armazenamento de água no solo e evapotranspiração com a produção de forragens por brachiária.

Assim sendo, a execução do balanço hídrico poderá fornecer dados sobre as necessidades hídricas desta cultura, servindo de base para um melhor planejamento agrícola, conseqüentemente, da produtividade dos pastos, com reflexo diário sobre o rendimento dos rebanhos (Sentelhas & Angelocci, 2005).

Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi analisar os componentes do balanço hídrico em área de pastagem (*Brachiaria decumbens* Stapf.) no agreste meridional de Pernambuco, relacionando-os com a sua produção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área experimental

As medidas para a realização do balanço hídrico foram efetuadas em área de pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf, cultivadas na fazenda Riacho do Papagaio, em São João-PE, na mesorregião do Agreste Meridional do Estado de Pernambuco ($8^{\circ} 52' 30''$ S e $36^{\circ} 22' 00''$ O, com 705 m de altitude).

O clima predominante na região é o As', que equivale a um clima quente e úmido, conforme classificação de Köppen (Andrade, 2007). De acordo com dados da Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária de Pernambuco (SARA, 2012) a precipitação anual total é de 597,09 mm, sendo o trimestre mais chuvoso constituído dos meses de maio, junho e julho (Figura 1). O solo da área é classificado como Neossolo Regolítico eutrófico típico (Santos et al., 2012).

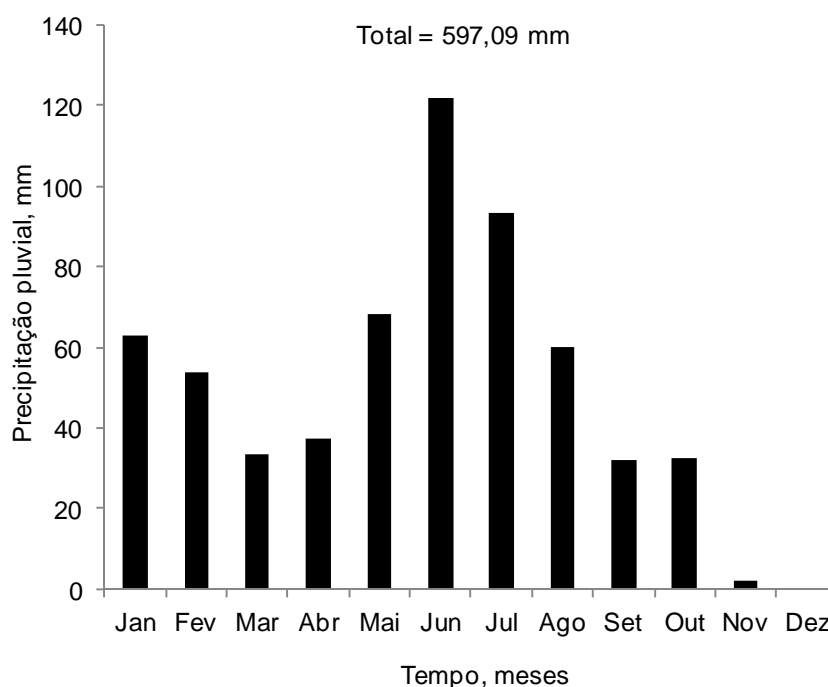


Figura 1. Média histórica da precipitação pluvial do município de São João, PE. Dados da Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária de Pernambuco

Foram realizadas coletas de amostras deformadas de solo a cada 20 cm até a profundidade de 60 cm para a realização da análise física do solo, constando de granulometria, classificação textural e densidades (do solo e de partículas), cujos resultados se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Análise granulométrica, classificação textural e densidades (do solo e de partículas) da área experimental na fazenda Riacho do Papagaio, em São João-PE, 2011.

Camada (cm)	Granulometria (%)			Classificação Textural	Densidade		Porosidade Total (%)
	Areia	Silte	Argila		Solo (g/cm ³)	Partículas (g/cm ³)	
0-20	87,65	8,82	3,53	Areia	1,52	2,65	42,64
20-40	81,65	12,02	6,33	Areia franca	1,41	2,65	46,80
40-60	76,41	16,21	7,38	Areia franca	1,41	2,65	46,80

A área experimental tem 22 ha e era originalmente formada por uma vegetação típica do Agreste, a qual foi removida por volta de 1950, quando se iniciou o processo produtivo no referido local. No decorrer dos primeiros 30 anos prevaleceram culturas de ciclo anual (milho, algodão e feijão), cujo cultivo era realizado pelo sistema convencional, sem rotação de cultura e adubação para a reposição dos nutrientes ao solo. Posteriormente, por volta do ano 2000, procedeu-se à transformação da área em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. A pastagem hoje está sob pastejo de bovinos, com uma taxa de lotação de 1 UA/ha.

2.2 Balanço Hídrico

2.2.1 Período de medição

O estudo dos componentes do balanço hídrico foi realizado no período de 01 de março a 30 de novembro de 2011, totalizando 275 dias, o qual foi dividido em 18 subperíodos, sendo 13 com 15 dias e 5 com 16 dias.

2.2.2 Componentes do balanço hídrico

O balanço hídrico em determinado volume de solo, num certo período de tempo (Libardi, 2000), é descrito pela Eq. 1:

$$\Delta A = P + I + AC - D \pm R - E \quad (1)$$

sendo, ΔA a variação de armazenamento de água no solo, P a precipitação, I a irrigação, AC a ascensão capilar, D a drenagem, R o escoamento superficial e E a evapotranspiração, todos expressos em mm.

A partir da Eq. 1 a evapotranspiração da cultura foi obtida por:

$$E = P + I + AC - D \pm R - \Delta A \quad (2)$$

Nas condições experimentais de campo considerou-se o termo irrigação nulo, pois o trabalho se realizou em condições de sequeiro. Considerou-se que não ocorreu escoamento superficial de água, devido o solo apresentar topografia plana a suave ondulada e boa drenagem (Lima et al., 2006). A precipitação pluvial foi monitorada por meio de um pluviógrafo automatizado instalado numa torre no centro da área.

Foi utilizada a regra do trapézio para calcular o armazenamento acumulado de água no solo, considerando-se que as medidas foram realizadas em intervalos igualmente espaçados, desde a superfície ($z = 0$) até a profundidade de interesse ($z = L$) (Libardi, 2000).

A variação no armazenamento de água no perfil de solo (ΔA) foi determinada pela diferença dos valores do armazenamento de água do perfil nos tempos inicial e final de cada período considerado, sendo expressa pela seguinte equação:

$$\Delta A = [\theta_{(f)} - \theta_{(i)}]L = A_f - A_i \quad (3)$$

sendo L a profundidade, A_f e A_i os armazenamentos acumulados de água final e inicial, respectivamente.

Para as determinações da umidade volumétrica foram instalados sensores automatizados tipo TDR (modelo CS 615 da Campbell Scientific Inc.) nas profundidades de 10, 20, 30, 40, e 50 cm. As leituras foram realizadas a cada minuto com o valor de cada trinta minutos armazenados num sistema de aquisição de dados CR 1000 (Campbell Scientific).

O fluxo de água, ou seja, as perdas ou os ganhos em água através da base do perfil de solo (0,30 m) estudado, drenagem profunda (D) ou ascensão capilar (AC), respectivamente, foram estimadas com base na equação de Darcy – Buckingham:

$$q = -K(\theta)\nabla\phi_t \quad (4)$$

sendo q ($L T^{-1}$) o fluxo de água na base do perfil de solo; $K(\theta)$ ($L T^{-1}$) a condutividade hidráulica não saturada e $\nabla\phi_t$ o gradiente de potencial total.

O gradiente de potencial total foi calculado a partir dos potenciais totais obtidos nas profundidades de 0,20 e 0,40 m. O potencial total da água no solo (ψ_t) foi obtido pela Eq. 5:

$$\psi_t = \psi_m + \psi_g \quad (5)$$

sendo ψ_g o potencial gravitacional (cm água), igual à profundidade; ψ_m o potencial matricial (cm água).

O potencial matricial (ψ_m) foi obtido por meio da equação de van Genuchten (1980) e dos dados da curva de retenção e de umidade do solo.

2.2.3 Curvas de retenção $\theta(h)$ e de condutividade hidráulica do solo $K(\theta)$

A curva de retenção foi obtida em laboratório usando-se Extrator de Richards, de acordo com metodologia da EMBRAPA (1997). Os dados das curvas de retenção da água no solo foram ajustados por intermédio da equação proposta por van Genuchten (1980):

$$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \left[1 + |\alpha \psi_m|^n \right]^{-m} \quad (6)$$

com a hipótese de Burdine (1953):

$$m = 1 - \frac{2}{n} \quad (7)$$

sendo θ_s o conteúdo de água no solo na saturação ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$); θ_r o conteúdo residual de água no solo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$); α representa o inverso da pressão de borbulhamento (cm^{-1}) a partir da qual a água começa a ser drenada do solo previamente saturado; n e m são parâmetros de ajuste da equação.

O parâmetro θ_s foi obtido por pesagem direta das amostras, após o processo de saturação. Os parâmetros θ_r , α e n foram obtidos por meio da rotina Solver da planilha eletrônica Excel.

A condutividade hidráulica do solo não saturado, $K(\theta)$, foi obtida por intermédio da equação de van Genuchten (1980), utilizando a hipótese de Burdine (1953).

$$K(\theta) = K_s S_e^2 \left[1 - (1 - S_e^{1/m})^m \right] \quad (8)$$

sendo K_s a condutividade hidráulica à saturação do solo; S_e a umidade efetiva, sendo esta expressa por:

$$S_e = (\theta - \theta_r) / (\theta_s - \theta_r) \quad (9)$$

em que θ é o conteúdo de água no solo.

Para estimar a condutividade hidráulica saturada do solo (K_s) foram realizados ensaios de infiltração (Figura 2) com infiltrômetro de anel simples com 15 cm de diâmetro na superfície e nas profundidades de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 cm, utilizando-se o método proposto por Haverkamp et al. (1994). Este método consiste em anotar o tempo em que volumes constantes de água levam para infiltrarem no solo, sendo que esse volume de água pode variar de 70 a 250 ml dependendo da taxa de infiltração, a fim de evitar uma carga hidráulica e conseqüente fluxo forçado no solo. A infiltração acumulada é obtida calculando-se a razão entre o volume acumulado e a área do infiltrômetro de anel ($A = 176,71 \text{ cm}^2$).



Figura 2. Ensaio de infiltração realizados em Neossolo Regolítico, São João, PE

Haverkamp et al. (1994) estabeleceram uma equação de infiltração para *infiltrômetros a discos* e *infiltrômetros de anel simples* válida para tempos curtos e médios:

$$I_{3D} = S\sqrt{t} + \left[\frac{2-\beta}{3} \cdot K_s + \frac{\gamma S^2}{r\Delta\theta} \right] \cdot t \quad (10)$$

(A) (B) (C)

sendo β uma constante que se encontra entre $0 < \beta < 1$. Os diferentes termos da equação (10) são definidos como: (A) a parte do volume infiltrado por capilaridade; (B) a parte do volume infiltrado por gravidade e (C) a parte do volume infiltrado por capilaridade lateral (ligada a geometria axissimétrica tridimensional da infiltração). O primeiro termo da Eq. 10 é a *sorvidade* S ($L.T^{-1/2}$) e K_s é a condutividade hidráulica saturada ($L.T^{-1}$). O parâmetro S ($L.T^{-1/2}$) traduz a capacidade do solo absorver água por capilaridade e depende essencialmente de $\Delta\theta$, ou seja, da variação do teor volumétrico de água entre o início e o final da infiltração.

Vandervaere et al. (2000) mostraram que o regime transiente da infiltração axissimétrica a partir de um infiltrômetro a disco é adequadamente descrita por uma equação de dois termos, similar a de Philip (1957) para uma infiltração monodimensional. Dessa forma, pode-se escrever a Eq. 10 como:

$$I = C_1\sqrt{t} + C_2t \quad (10a)$$

com

$$C_1 = S \quad (10b)$$

$$C_2 = \frac{2-\beta}{3} \cdot K_s + \frac{\gamma S^2}{r\Delta\theta} \quad (10c)$$

Os valores dos parâmetros das equações de van Genuchten (1980) para as curvas de retenção (Eq. 6) e de condutividade hidráulica (Eq. 8) estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Valores dos parâmetros das curvas de retenção da água no solo $h(\theta)$ e da condutividade hidráulica ($K(\theta)$) para as camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm.

Camada cm	n	m	η	θ_r $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$	θ_s $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$	α cm^{-1}	K_s mm d^{-1}
0-20	2,368	0,155	8,504	0,026	0,348	0,533	7.981,7
20-40	2,292	0,127	9,970	0,063	0,299	0,115	984,1
40-60	2,264	0,118	10,626	0,046	0,326	0,110	682,6

2.3 Determinações na pastagem

2.3.1 Avaliações da parte aérea e da raiz

As determinações na pastagem foram realizadas no período de abril a novembro de 2011. Em cada período foi realizada a coleta de pastagem na última semana de cada mês, efetuando-se o corte de todo capim *Brachiaria decumbens* Stapf de cinco áreas delimitadas por um quadrado metálico de 1 m x 1 m, escolhidas aleatoriamente.

Foram realizadas as seguintes determinações na pastagem: índice de área foliar (IAF), número de perfilhos totais (NPT), número de perfilhos basais (NPB), número de perfilhos aéreos (NPA), massa seca da parte aérea (MSA) e massa seca da raiz (MSR).

O IAF foi obtido pela equação abaixo:

$$IAF = \frac{AFO}{AS} \quad (11)$$

sendo AFO a área foliar em m^2 , e AS a área de solo (1 m^2).

A área foliar foi obtida pela metodologia proposta por Stickler (1961), a qual consiste em se estimar a área de uma folha (AFO) através da seguinte expressão:

$$AFO = comp. * l \text{ arg.} * 0,75. \quad (12)$$

sendo *comp.* o comprimento máximo da folha desde seu ponto de inserção no colmo até sua ponta; *larg.* a largura da folha, medida na posição de maior dimensão, e 0,75 o fator de correção de forma (FC) que permite a estimativa da área em função das medidas *comp.* e *larg.*

O NPT foi realizado através da soma dos NPB e NPA, determinados através da contagem total dos perfilhos basais e aéreos. Para determinação da MSR foram coletadas as raízes até a profundidade de 30 cm do solo, determinado pela profundidade efetiva do sistema radicular, sendo as mesmas lavadas sobre peneira de 0,053 mm para se evitar a perda de raízes. A MSR e a MSA foram mensuradas através de balança analítica de precisão de 0,0001 g. Para mensuração das massas secas, as amostras permaneceram em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas, a 70 °C.

2.3.2 Perfil do sistema radicular

A determinação do perfil do sistema radicular do capim *Brachiaria decumbens* Stapf na pastagem foi realizado no período de abril a novembro de 2011. Foram abertas oito trincheiras (uma para cada mês) em locais diferentes e escolhidos aleatoriamente.

As trincheiras tinham as seguintes dimensões: 90 x 60 x 80 cm de comprimento, largura e profundidade respectivamente, no qual, foi analisado o perfil com 50 cm de profundidade por 50 cm de largura, em camadas a cada 10 cm de profundidade, sendo espaçado da seguinte forma: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 cm. Foram retirados monólitos com as seguintes dimensões 10 x 10 x 10 cm, sendo cinco para cada camada, num total de 25 monólitos (Figura 3).



Figura 3. Retirada dos monólitos do perfil do solo em *Brachiaria decumbens* em São João, PE

Os monólitos foram acondicionados em sacos plásticos e transportados ao laboratório de solos para separação do solo e raízes. A separação foi feita por lavagem com água sobre uma peneira de 0,053 mm para evitar perdas das raízes, depois de separadas do solo as raízes foram acondicionadas em embalagens de alumínio e colocadas para secar em temperatura ambiente. Após secagem, as mesmas foram pesadas em balança analítica de precisão de 0,0001 g.

O peso das raízes contidas nos cinco monólitos de cada camada do perfil do solo foi somado, ou seja, cada camada formou um único valor. O sistema radicular do capim *Brachiaria decumbens* Stapf foi avaliado e apresentado pelo peso das raízes em cada camada de solo, assim formando e caracterizando o perfil do sistema radicular.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente serão apresentados os dados de clima, solo e planta que afetam os componentes do balanço hídrico, após serão apresentados os dados de balanço hídrico e por último os dados relativos à produção da biomassa de *Brachiaria decumbens* Stapf.

3.1 Precipitação pluvial, umidade volumétrica, potencial total e fluxo de água no solo

A variação da precipitação pluvial e da umidade volumétrica nas profundidades de 10, 20, 30 e 40 cm durante o período de 01/03 a 30/11/2011 é apresentada na Figura 4.

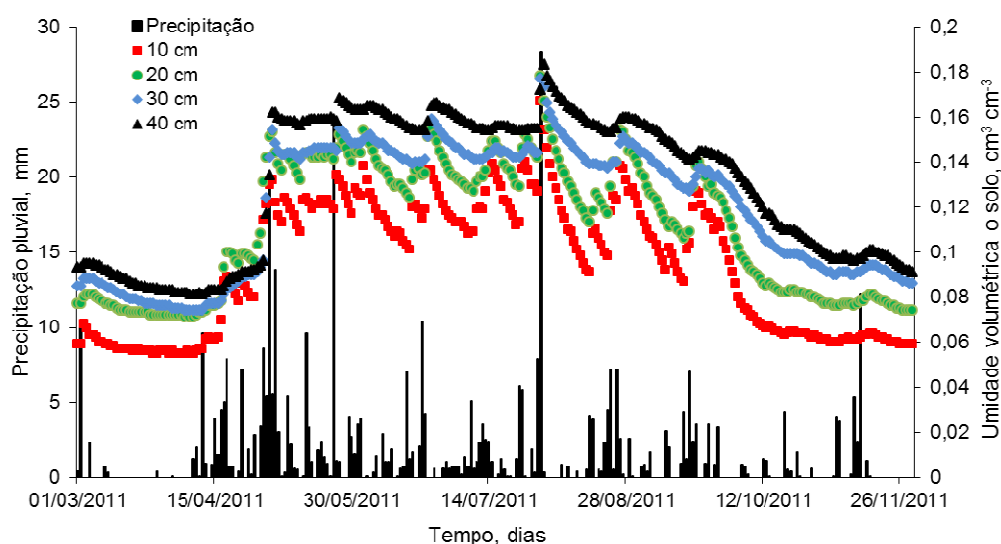


Figura 4. Evolução da umidade volumétrica do solo e da precipitação pluvial durante o período de Março a Novembro na fazenda Riacho do Papagaio, em São João-PE

A precipitação pluvial apresentou seu maior valor (28,3 mm) no dia 31/07/2011, que representa quase 7% do valor total da precipitação pluvial do período (427,7 mm). No período do experimento ocorreram mais três dias que se destacam, com valores de precipitação pluvial acima de 10 mm, quais sejam: no dia 03/05/2011 com 19,4 mm, 05/05/2011 com 13,8 mm e no dia 24/05/2011 com 23,5 mm. O valor total de precipitação no período analisado (março a novembro de 2011) foi de 427,7 mm, o qual está um pouco abaixo do valor histórico (480,4 mm) para o mesmo período (Figura 1).

Dantas Neto et al. (2000), estudando capim Buffel submetido a diferentes lâminas de irrigação (470, 373, 199, 140 e 118 mm), relataram que a lâmina hídrica influencia diretamente na produção forrageira, mostrando que quanto maior for a lâmina hídrica maior serão os teores de matéria seca.

A precipitação e a umidade do solo têm grande importância no desenvolvimento da pastagem, atuando no aumento da área foliar, perfilhamento e matéria seca (Fagundes et al., 2006b). Entretanto, as chuvas acumuladas no período do experimento não foram satisfatórias para uma boa produção da pastagem, pois, de acordo com a FAO (2012), são necessários em torno de 1.200 mm de precipitação pluvial anual para o melhor desenvolvimento e produção desta cultura.

Em relação à umidade volumétrica do solo observa-se que os valores acompanham os eventos de precipitação, aumentando ou diminuindo os valores de umidade em função da presença ou ausência de precipitação.

Observa-se, ainda na Figura 4, no período de 31/07/2011 a 23/08/2011 e 13/11/2011 a 30/11/2011, que em todas as profundidades avaliadas, ocorreu um decréscimo na umidade volumétrica do solo, causado pela ausência ou pouca precipitação pluvial, verificando-se que as profundidades mais superficiais do solo (10 e 20 cm) apresentaram maiores oscilações nos valores da umidade volumétrica, ocorrendo o inverso nas camadas mais profundas (30 e 40 cm).

A atuação conjunta dos componentes atmosféricos e do sistema radicular da pastagem, concentrando nas camadas mais superficiais do solo, é responsável por uma significativa retirada de água do solo, assim explicando a maior variação dos valores de umidade volumétrica nas camadas mais superficiais, principalmente na camada de 10 cm. Por outro lado, nessas profundidades a recarga acontece também de forma mais efetiva. Cruz et al. (2005) verificaram que na estação mais chuvosa as camadas mais superficiais do solo contribuíram com mais de 70% da água evapotranspirada, concordando com o que foi relatado acima.

Observa-se, ainda, que os maiores valores de umidade volumétrica foram verificados nas camadas mais profundas, com $0,177 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ na profundidade de 30 cm e $0,183 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ na de 40 cm. Os menores valores encontrados de umidade volumétrica do

solo foram nas camadas mais superficiais, com o máximo de $0,167 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ e o mínimo de $0,055 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ para camada de 10 cm; enquanto para a camada de 20 cm os valores máximo e mínimo foram $0,171 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ e $0,071 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ respectivamente.

A densidade do solo pode ajudar a explicar o fato das camadas mais superficiais do solo apresentarem menores valores de umidade volumétrica quando comparadas as camadas mais profundas. O solo da área apresentou um decréscimo na densidade de $1,52 \text{ g cm}^{-3}$ na camada de 0-20 cm, para $1,41 \text{ g cm}^{-3}$ para as camadas mais profundas (20-40 e 40-60 cm), conforme pode ser visto na Tabela 1. O aumento da densidade propicia ao solo uma diminuição da porosidade total em função da redução dos espaços vazios e alteração na distribuição dos tamanhos dos poros, que por sua vez influencia diretamente para a diminuição do teor de umidade volumétrica, bem como no comportamento das propriedades hidráulicas do solo (Imhoff et al., 2000).

Streck et al. (2008), estudando as propriedades físicas de solos do sul do Brasil, verificaram a relação acima, com a diminuição da porosidade total do solo em virtude do aumento da densidade. Entretanto, segundo Horn et al. (1995), nesse processo, os poros grandes são destruídos primeiro (poros intra-agregados), para depois ocorrer a destruição dos próprios agregados e, por consequência, dos poros menores (poros inter-agregados).

Esse decréscimo na densidade do solo é devido ao pisoteio exercido pelo pastoreio do gado bovino na área experimental, onde a camada de 0-20 cm sofre maior interferência. Ralich et al. (2008) e Torres et al. (2012) obtiveram resultados semelhantes aos obtidos neste estudo, destacando que os maiores valores de densidade do solo foram obtidos nas camadas superficiais (0-10 e 10-20 cm) em áreas sob pastagem, devido ao pisoteio animal.

Além da densidade e da porosidade do solo, outro fator que pode ter influenciado nos valores de umidade volumétrica foi o teor de argila (Tabela 1), o qual aumentou em profundidade, fazendo com que houvesse uma maior retenção de água nas camadas mais profundas.

A Figura 5 mostra a evolução do potencial total da água no solo, nas profundidades de 10, 20, 30 e 40 cm, como também a precipitação pluvial, durante o período de 01/03/2011 a 30/11/2011.

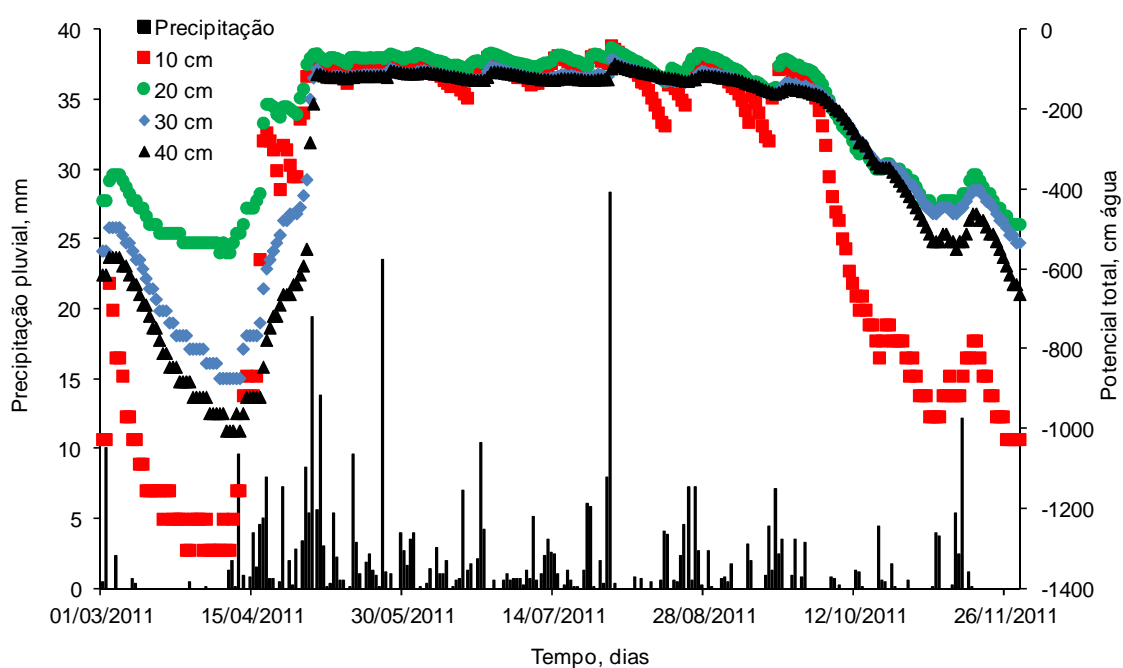


Figura 5. Evolução do potencial total da água no solo e da precipitação pluvial durante o período de Março a Novembro na fazenda Riacho do Papagaio, em São João-PE

Observa-se que na profundidade de 10 cm é onde ocorre a maior variação e os valores mais negativos de potencial total da água no solo, devido essa camada sofrer maior efeito da demanda evaporativa da atmosfera e a influência das raízes na extração de água. Pode-se observar, também, que em todas as profundidades os valores de potencial total da água no solo acompanharam as variações da precipitação pluvial, com os valores mais negativos ocorrendo no período em que não está havendo entrada de água no solo, ou seja, no período em que há o secamento do solo, e os valores menos negativos ocorrendo no período em que a entrada de água no solo é frequente e com maior intensidade.

Os dados de potencial total mais próximos da saturação (0 cm água) na profundidade de até 40 cm indica que o solo está com a maioria dos poros cheios de água, assim o movimento da água acontece mais facilmente por causa da menor atração a que está submetida, acontecendo a drenagem interna para as camadas mais profundas e a evapotranspiração das camadas mais superficiais do solo. Pode-se observar, ainda, que mesmo nos períodos de baixa ou nenhuma precipitação o solo teve valores máximos de

-1.303,21 cm água para o potencial total, ou seja, em todo período estudado o solo não atingiu -15.000 cm água, que é o potencial correspondente ao ponto de murcha permanente.

Na Figura 6 apresenta-se a variação do fluxo de água na base do solo (30 cm) e da precipitação pluvial durante o período de março a novembro de 2011.

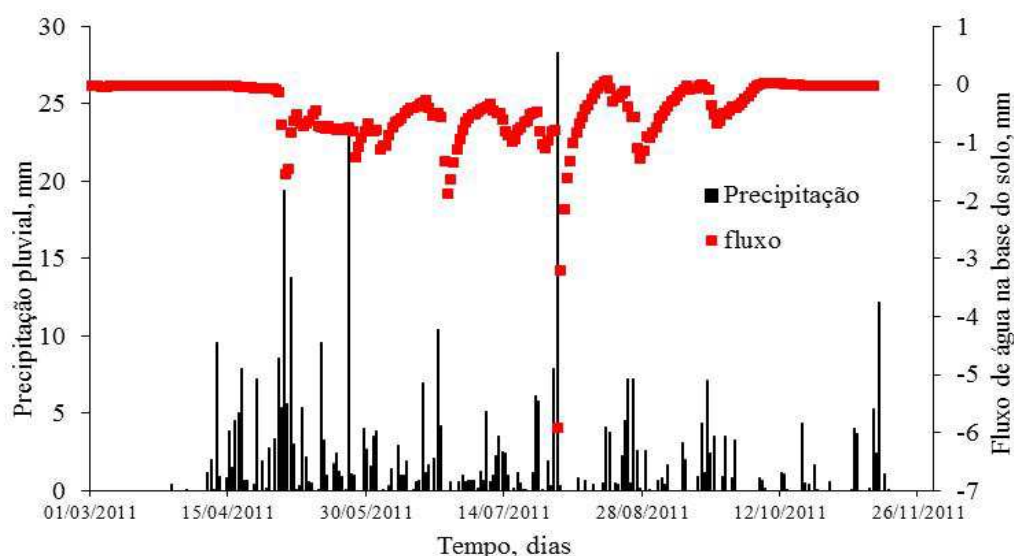


Figura 6. Variação do fluxo de água na base do solo e da precipitação pluvial durante o período de Março a Novembro de 2011 na fazenda Riacho do Papagaio, em São João-PE

Observa-se que a evolução do fluxo de água no solo acompanha a variação da precipitação pluvial de forma direta, ou seja, nos períodos de maior disponibilidade de chuvas ocorrem valores negativos (drenagem interna) e nos períodos de escassez de chuvas, ocorrem valores positivos (ascensão capilar) ou muito próximos de zero.

Observa-se que na maior parte do período experimental ocorreu o processo de drenagem interna, sendo que no dia 31/07/2011 ocorreu o maior valor diário de drenagem com -5,89 mm. Isto deve ter ocorrido em virtude do valor de precipitação pluvial ocorrido no período de 23/07/2011 a 31/07/2011, que foi de 51,6 mm. Já o processo de ascensão capilar ocorreu somente no período de 05 a 20/10/2011, com o maior valor (0,04 mm) ocorrendo no dia 08/10/2011.

Os resultados desta pesquisa estão de acordo com Brito et al. (2009), que ao estudar o balanço hídrico no município de Jaboticabal-SP verificaram que nos períodos de maior precipitação pluvial, a drenagem interna foi maior.

Apesar de o capim *Brachiaria decumbens* Stapf necessitar de uma grande demanda hídrica, em torno de 1.200 mm, ele não suporta o alagamento e assim necessita que o solo tenha uma boa drenagem. Quando o capim braquiária é submetido a um estresse hídrico, pelo alagamento do solo, acontece a senescência de lâminas foliares (Mattos et al., 2005).

Em relação a esse fato, constata-se que o tipo de solo da área experimental (Neossolo Regolítico) dá um ótimo suporte ao capim braquiária, pois, apresenta uma boa drenagem, não tendo excesso de água, que pode prejudicar no desenvolvimento da cultura. Entretanto, esses solos apresentam-se com baixa capacidade de retenção de umidade, fato que explica os teores de umidade volumétrica encontrados no período experimental (Borchart et al., 2011). Uma forma de aumentar a capacidade de retenção de água desses solos seria a incorporação de matéria orgânica, o que irá proporcionar melhorias físicas, como por exemplo, agregação das partículas e estabilidade estrutural do solo, além favorecer a fauna microbológica (Nascimento et al., 2003).

3.2 Sistema radicular

Apresenta-se, na Figura 7, a evolução da massa seca do sistema radicular do capim *Brachiaria decumbens* Stapf, ao longo do período de coleta. Independentemente do período de coleta (abril a novembro de 2011), a maior parte do sistema radicular da pastagem se localizou entre as camadas de 0-10 e 10-20 cm.

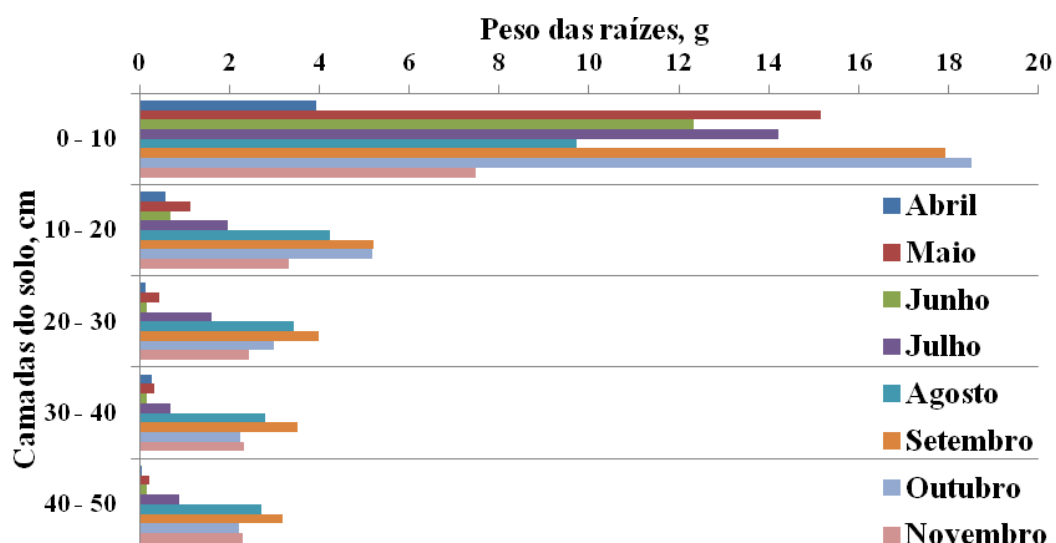


Figura 7. Evolução do perfil do sistema radicular do capim *Brachiária decumbens* Stapf durante o período de Abril a Novembro de 2011 na fazenda Riacho do Papagaio, em São João-PE

Observa-se que o perfil do sistema radicular seguiu a mesma evolução para todos os períodos analisados. O maior valor encontrado foi na camada de 0-10 cm com 18,51 g no mês de Outubro, seguido do mês de Setembro com 17,92 g. Por outro lado, os valores mais baixos foram observados nas camadas mais profundas, sendo o mês de abril o que obteve os valores mais baixos com 4,94 g, seguido do mês de Junho com 3,49 g. O período que obteve o maior valor total do peso das raízes ao longo do perfil do solo (0-50 cm) foi o mês de setembro com 33,81 g e o menor valor encontrado foi no mês de abril com 4,94 g.

O início das chuvas estimulou o crescimento das raízes do capim braquiária. Pode-se observar na Figura 7 que a partir do mês de abril houve um incremento positivo das raízes para todas as camadas estudadas, mas a camada de 0 – 10 cm foi a que teve a maior evolução, confirmando que a maior densidade do solo na camada de 0-20 cm não foi o suficiente para impedir o seu desenvolvimento.

Entretanto, os dados acima mostraram uma variabilidade na profundidade efetiva do sistema radicular, que segundo Bernardo et al. (2005), a profundidade efetiva do sistema radicular deve ser tal que, pelo menos, 80% das raízes da cultura esteja nela contida. Essa

variabilidade foi dividida em três períodos, o primeiro foi de Abril a Junho com a profundidade efetiva do sistema radicular compreendida na camada de 0-10 cm, o segundo foi no mês de Julho, em que a profundidade aumentou e passou a ser de 0-20 cm, por fim temos o período de Agosto a Novembro que a profundidade passou a ser de 0-30 cm.

O aumento da profundidade efetiva das raízes foi ocasionado pelo decréscimo das chuvas ao longo do período estudado, pois, conforme a umidade diminuía ao longo do perfil do solo, as raízes da pastagem se aprofundavam no solo em busca de água. Com a diminuição da umidade do solo ocorrem alterações na distribuição e atividade do sistema radicular, oscilando assim a disponibilidade de água para as plantas de acordo com as habilidades das mesmas em expandir ou aprofundar o sistema radicular, para explorar um volume maior de solo (Shao et al., 2008).

Cunha et al. (2007a), estudando o comportamento do sistema radicular do capim-Tanzânia submetido a diferentes níveis de irrigação e turno de rega, relataram que a maior profundidade efetiva do sistema radicular foi encontrada no tratamento em que o capim foi submetido a uma menor lâmina e menor turno de rega.

3.3 Avaliação dos componentes do balanço hídrico

A evolução dos componentes do balanço hídrico da pastagem de *Brachiária decumbens* Stapf é apresentada na Tabela 3. A camada de solo em que foi realizado o balanço hídrico foi de 0-30 cm, que correspondeu à profundidade efetiva do sistema radicular (Figura 7).

Observa-se que a variação do armazenamento de água no solo (ΔA) acompanhou as variações da precipitação pluvial, sendo seu valor total -0,4 mm. Para os valores do fluxo de água na base do solo (Q), observa-se que só ocorreu drenagem interna e, de acordo com o que foi relatado anteriormente (Figura 6), também seguiu as variações da precipitação pluvial. O maior evento de drenagem interna ocorreu no subperíodo 10 (16/07/2011 a 31/07/2011) com -17,4 mm e o valor total de drenagem foi de -103,14 mm.

Tabela 3. Componentes do balanço hídrico em *Brachiária decumbens* durante o período de Março a Novembro de 2011 em São João, PE

Subperíodos	Dias	ΔA	P	Q	ET
1 - 01/03/2011 a 15/03/2011	15	-1,3	13,7	-0,2	14,75
2 - 16/03/2011 a 31/03/2011	16	-1,5	0,4	-0,2	1,74
3 - 01/04/2011 a 15/04/2011	15	1,1	18,6	-0,1	17,36
4 - 16/04/2011 a 30/04/2011	15	9,3	36,2	-0,7	26,22
5 - 01/05/2011 a 15/05/2011	15	18	74,6	-10,7	45,91
6 - 16/05/2011 a 31/05/2011	16	1,3	44,7	-13,0	30,41
7 - 01/06/2011 a 15/06/2011	15	-4,5	16,7	-10,3	10,94
8 - 16/06/2011 a 30/06/2011	15	3,2	29,5	-12,3	14,00
9 - 01/07/2011 a 15/07/2011	15	1,7	23,3	-7,8	13,82
10 - 16/07/2011 a 31/07/2011	16	10	53,7	-17,4	26,31
11 - 01/08/2011 a 15/08/2011	15	-18,2	2,7	-12,4	8,46
12 - 16/08/2011 a 31/08/2011	16	6,8	36	-8,4	20,77
13 - 01/09/2011 a 15/09/2011	15	-10,4	9,6	-3,7	16,26
14 - 16/09/2011 a 30/09/2011	15	2,1	27,1	-5,3	19,72
15 - 01/10/2011 a 15/10/2011	15	-12	4,1	-0,1	15,97
16 - 16/10/2011 a 31/10/2011	16	-3,7	7,7	-0,1	11,33
17 - 01/11/2011 a 15/11/2011	15	0,3	29	-0,2	28,50
18 - 16/11/2011 - 30/11/2011	15	-2,6	0,1	-0,2	2,48
Total	275	-0,4	427,7	-103,14	324,96

ΔA , variação do armazenamento de água no solo; P, precipitação; Q, fluxo de água no solo (negativo, drenagem; positivo, ascensão capilar) e ET evapotranspiração.

Esse valor de drenagem interna está de acordo com outros autores. Por exemplo, Azevedo et al. (2003) efetuaram o balanço hídrico em manga em Petrolina, PE e encontraram valores de drenagem de 99,5 mm, enquanto Brito et al. (2009) estudando o balanço hídrico num Latossolo Vermelho cultivado com cana-de-açúcar no município de Pirassununga, SP encontraram uma drenagem interna de 110,2 mm.

Para os dados de evapotranspiração (ET), observa-se que seus valores estão de acordo com a evolução dos valores da precipitação pluvial ocorrida no período estudado, ou seja, os maiores valores de ET aconteceram nos subperíodos de maiores eventos de precipitação pluvial. Quando se trata da evapotranspiração é válido ressaltar que o clima, a planta e o solo são fatores importantes que controlam a evapotranspiração das culturas, sendo o clima, representado pela demanda atmosférica, o principal fator, sobretudo quando sob excelentes condições de umidade no solo (Matsumoto et al., 2008).

Observa-se ainda na Tabela 3 que a evapotranspiração (ET) teve um valor total de 324,96 mm e médio de 1,2 mm d⁻¹, no qual o subperíodo 5 (01/05/2011 a 15/05/2011) com 45,91 mm obteve o maior valor; por outro lado o menor valor de ET foi observado no subperíodo 2 (16/03/2011 a 31/03/2011) com 1,74 mm. Essa diferença de valores de ET pode ser explicada pelo fato de que no subperíodo 5 ocorreu o maior valor de precipitação pluvial (74,6 mm), enquanto no subperíodo 2 só ocorreram 0,4 mm de precipitação.

O valor médio diário da ET encontrada nesta pesquisa está abaixo de outros encontrados na literatura. Por exemplo, Meireles et al. (2011) encontraram uma ET de 2,6 mm d⁻¹ para a *Brachiaria brizantha* na região do Cerrado. San José et al. (1998) num pasto formado por *Brachiaria decumbens* na região do Llanos Orinoco na Venezuela encontraram um valor de ET igual a 3,0 mm d⁻¹. A diferença entre o valor de ET dessa pesquisa e desses autores pode ser devido as diferentes condições edafoclimáticas, além da metodologia utilizada, uma vez que nas pesquisas de Meireles et al. (2011) e de San José et al. (1998) foi usada a metodologia do balanço de energia, e nesta pesquisa, a do balanço hídrico no solo.

A variação encontrada nos valores de evapotranspiração também pode ser devida a área foliar da pastagem, na qual o maior índice de área foliar intercepta o fluxo luminoso, diminuindo a perda direta pela evaporação do solo, estando de acordo com Borges et al., (2011).

Uma melhor visualização do efeito da precipitação pluvial na ET pode ser vista na Figura 8, que mostra a evolução da precipitação e da ET diária em cada subperíodo. Vê-se claramente que quando há maiores valores de precipitação pluvial, ocorrem os maiores

valores de ET diária. Por exemplo, o maior valor de ET diária foi no subperíodo 5 com 3,06 mm d⁻¹, e o menor nos subperíodos 2 e 18, com 0,1 mm d⁻¹.

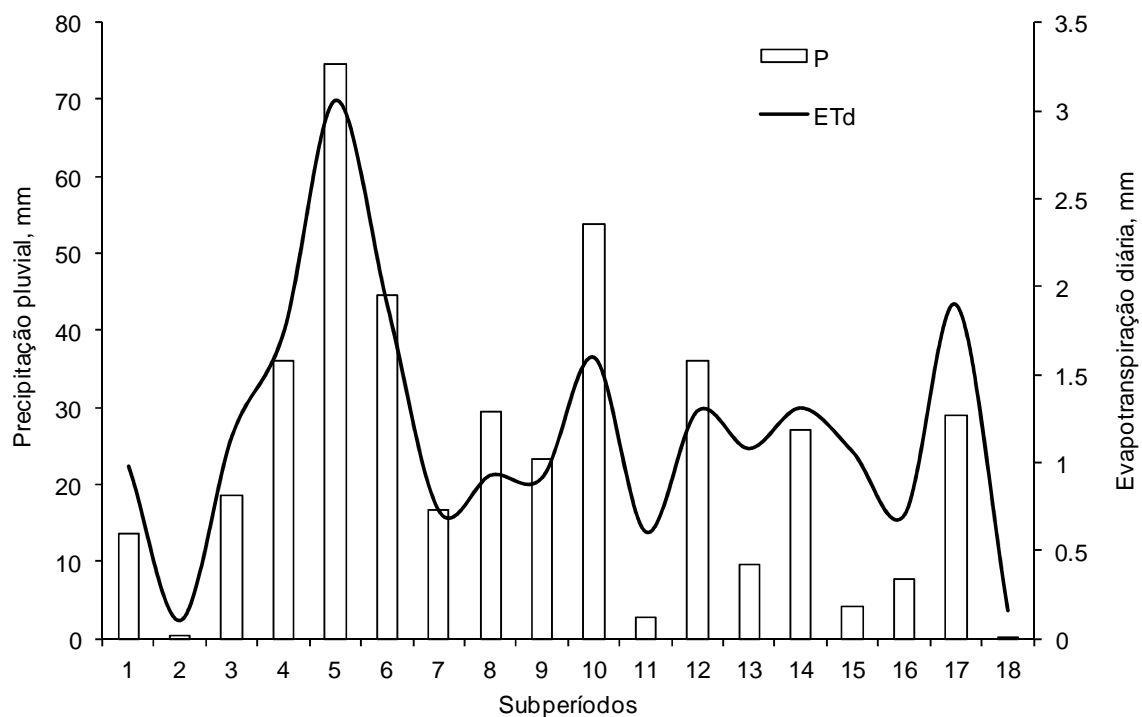


Figura 8. Evolução da evapotranspiração diária de *Brachiaria decumbens* durante o período de Março a Novembro de 2011 na fazenda Riacho do Papagaio, em São João-PE

Ao considerar que a irregularidade de chuva restringe o desenvolvimento das plantas, e que a evapotranspiração das plantas forrageiras geralmente excede a precipitação pluvial, a distribuição de água em pastagens por meio de irrigação pode melhorar os índices de produtividade e rentabilidade (Cunha et al., 2007b).

3.4 Avaliações da parte aérea da pastagem

Os dados das características estruturais e agronômicas da pastagem composta de *Brachiária decumbens* Stapf estão descritas na Tabela 4, na qual também se apresenta o valor da razão F, significância e o coeficiente de variação.

Tabela 4. Evolução do índice de área foliar (IAF), número de perfilhos totais (NPT), e matéria seca da parte aérea (MSPA) de *Brachiaria decumbens* durante o período de Abril a Novembro de 2011 em São João, PE

Meses de coleta	IAF (m ² m ⁻²)	NPT	MSPA (g)
Abril/2011	0,40 b	221,2 c	69,56 c
Maio/2011	0,60 b	322,0 ab	91,44 c
Junho/2011	1,07 b	385,6 a	176,68 a
Julho/2011	1,40 a	251,8 bc	148,57 ab
Agosto/2011	1,16 a	199,8 cd	115,73 bc
Setembro/2011	0,63 b	169,8 cd	113,95 bc
Outubro/2011	0,44 b	116,8 d	113,87 bc
Novembro/2011	0,35 b	124,2 d	111,76 bc
F	18,01 **	20,08**	7,53 **
CV%	32,36	20,88	22,81

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Valor da razão de *F* e significância. -, ns, * e **: Os tratamentos são quantitativos. O teste *F* não se aplica, não significativo, significativo a 5% de probabilidade e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente. CV= Coeficiente de variação. Fator= Meses de coleta.

Observa-se na Tabela 4 que os períodos de coleta tiveram efeito significativo ($P < 0,01$), para as variáveis IAF (Índice de área foliar), NPT (número de perfilhos totais), MSPA (matéria seca da parte aérea) e MMDS (matéria morta depositada no solo). Os desdobramentos dessas interações estão apresentados nas Figuras 9, 10 e 11.

3.4.1 Índice de área foliar (IAF)

De acordo com Lara & Pedreira (2011) o índice de área foliar (IAF) é a principal variável estrutural do pasto e está diretamente relacionada com os processos de interceptação luminosa e assimilação de carbono pelas plantas (fotossíntese). A linha de tendência dos períodos de coleta (abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro e

novembro), definida pela equação polinomial ajustada aos dados na Figura 9, mostra que houve efeito significativo ($P < 0,01$) do IAF.

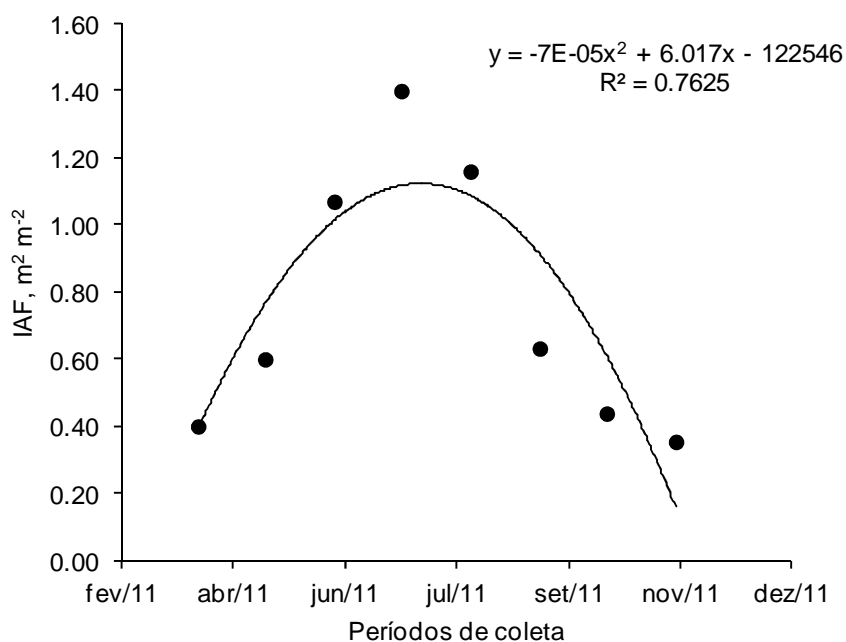


Figura 9. Evolução do índice de área foliar de *Brachiaria decumbens* durante o período de Abril a Novembro de 2011 na fazenda Riacho do Papagaio, em São João-PE.

Observa-se que a pastagem respondeu significativamente o incremento das chuvas, sendo apresentado em três períodos: o primeiro vai de abril a junho, o segundo de julho a agosto e o terceiro de setembro a novembro. Os dados mostram um crescimento positivo do primeiro período para o segundo e uma queda do segundo para o terceiro.

Os valores de IAF encontrados neste trabalho estão abaixo dos encontrados por Fagundes et al. (2006a) e Grasselli (2002), que encontraram valores mínimos de 1,86 m² m⁻². Esse fato pode estar relacionado com o pastejo e com a falta de adubação deste solo, principalmente com adubos nitrogenados. O pastejo interfere diretamente no perfilhamento das pastagens, em que a decapitação do pseudocolmo influencia o surgimento de perfilhos aéreos. A depender da intensidade do pastejo, a planta necessitará de um incremento de nutrientes ao solo, para ter uma resposta positiva a esse estímulo. Não havendo a inserção

de nutrientes ao solo o pastejo vai diminuir a área foliar. Alencar et al. (2010) relataram que a disponibilidade imediata de nitrogênio após o pastejo melhora o perfilhamento e aumenta o índice de área foliar.

As variações sazonais encontradas para o IAF também podem ser explicadas pela variação da precipitação pluvial (Figura 10). Observa-se que a precipitação pluvial explica em torno de 70% da variação do IAF do capim braquiária da área em estudo.

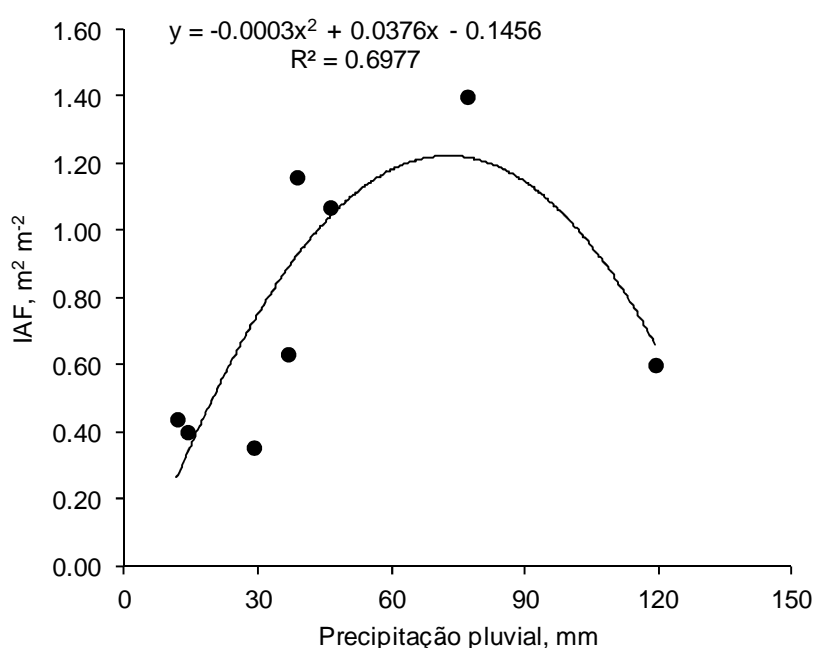


Figura 10. Relação entre precipitação pluvial e índice de área foliar (IAF) de *Brachiaria decumbens* em São João, PE

Essa variação se explica pelo fato de que com o incremento das precipitações pluviais o pasto formado por *Brachiária decumbens* Stapf aumenta o perfilhamento, surgimento de folhas novas e o alongamento foliar. Entretanto quando alcançado o mês de setembro, inicia-se a estiagem na área e diminuição da umidade do solo (Figura 4), o que faz com que a pastagem comece a entrar no estado de senescência, e assim ocorra a diminuição do IAF nos meses de setembro, outubro e novembro (Figura 9).

Fagundes et al. (2006a), estudando o capim braquiária e avaliando as características morfológicas e estruturais em função das estações do ano, verificaram que os valores de IAF variaram de 3,99 a 1,86 m² m⁻², e relacionaram também a diferença do IAF as estações do ano.

Outro fato que pode corroborar a ideia de que a variação do IAF deveu-se aos fatores climáticos, é que não houve diferença na intensidade de pastejo no período do experimento e incremento de nutrientes ao solo.

3.4.2 Número de perfilhos totais (NPT)

O número de perfilhos totais (NPT) mostra uma evolução significativa ($P < 0,01$) às épocas de coleta (Figura 11).

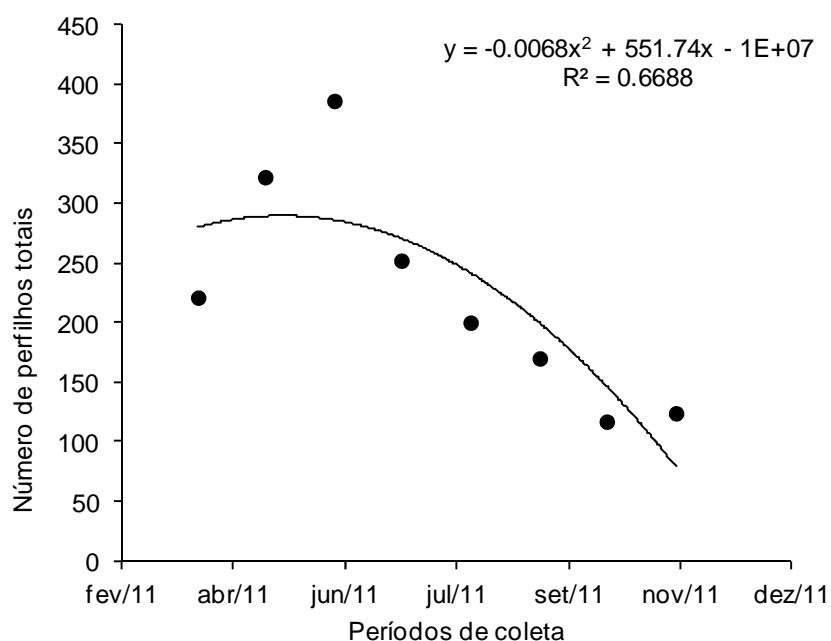


Figura 11. Evolução do número de perfilhos totais de *Brachiaria decumbens* durante o período de Abril a Novembro na fazenda Riacho do Papagaio, em São João-PE

Observa-se que o NPT cresceu linearmente até o mês de junho, saindo de 221 no mês de abril e alcançando o valor máximo no mês de junho com 386. Este acréscimo pode

está relacionado com o início das chuvas e com o pastejo. Carnevalli et al. (2007), relatam que fatores como nitrogênio e desfolhações estimulam o perfilhamento das espécies forrageiras. Essa desfolhação ocasionada pelo pastejo elimina os meristemas apicais que exercem domínio sobre as gemas laterais e basais, e estas por sua vez, quando são estimuladas, aumentam substancialmente o aparecimento de novos perfilhos.

Após esse crescimento o número de perfilhos entra em declínio, com 252 no mês de julho e em novembro é observado seu menor valor com 124. O declínio da pastagem após o mês de junho pode está relacionado à diminuição das chuvas e ao pastejo intensivo. Fatores climáticos em conjunto com o pastejo estimulam a planta a entrar no estágio de senescência.

Nabinger & Pontes (2001) e Fagundes et al. (2006a), descreveram que, para manter o desenvolvimento do perfilho em condições limitantes do crescimento, parece lógico que a economia de assimilados comece pelo comprometimento do perfilhamento, passando pela redução no tamanho e no período de vida da folha. Carvalho et al. (2006) relatam que quando as pastagens sofrem um estresse as plantas apresentam uma capacidade de drenagem de carboidratos de colmos mais velhos, em que os colmos já drenados entram em processo de decomposição e em pouco tempo desaparecem da estrutura da pastagem. Assim esse comportamento explicaria a elevação na densidade de perfilhos mortos no capim-braquiária neste experimento, em resposta às estações do ano.

Contudo, deve-se chamar a atenção para a intensidade de pastejo e a correção de nutrientes no solo, o que pode acarretar no desenvolvimento do dossel. O equilíbrio entre a taxa de aparecimento foliar e a senescência do perfilho é altamente dependente do regime de desfolhação do pasto, o qual por sua vez determina a evolução do índice de área foliar (IAF), que parece ser o fator mais importante na determinação do aparecimento e na senescência dos perfilhos (Lemaire & Chapman, 1996).

3.4.3 Matéria seca da parte aérea (MSPA)

Os dados relativos à matéria seca da parte aérea (MSPA) variaram com os períodos de coleta (Figura 12).

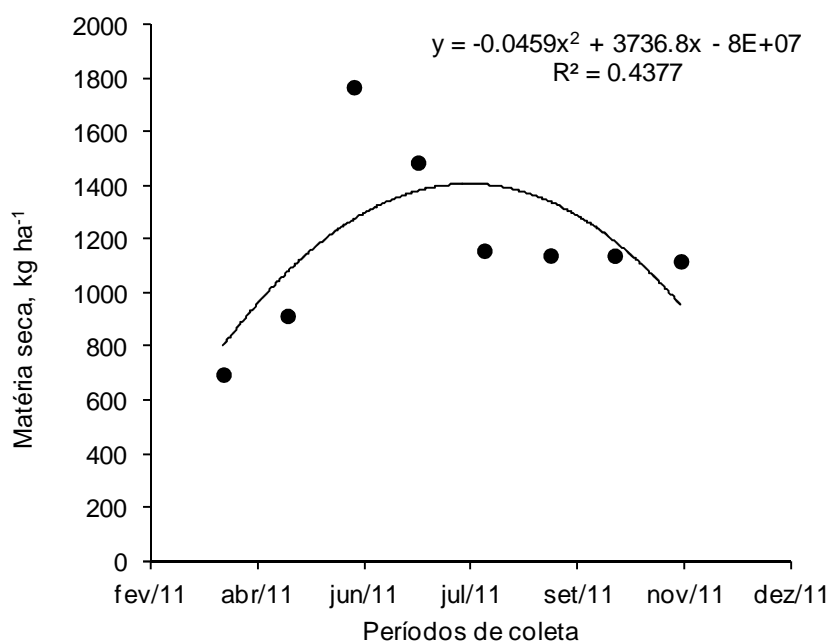


Figura 12. Evolução da matéria seca da parte aérea (MSPA) de *Brachiaria decumbens* durante o período de Abril a Novembro de 2011 na fazenda Riacho do Papagaio, em São João-PE

A linha de tendência definidas pela equação polinomial ajustada aos dados mostra uma evolução significativa da MSPA (Figura 12). Observa-se que houve um incremento positivo, no qual os meses de abril e maio de 2011, não diferiram entre si, mas diferem significativamente dos outros meses. A MSPA aumentou significativamente para o mês de junho, com aumento superior a 100%. Observa-se também que nos meses posteriores ocorreu um decréscimo na MSPA.

O decréscimo na produção de matéria seca pode está relacionado com a disponibilidade hídrica, com o pastejo e com a disponibilidade de nutrientes. Costa et al. (2007), estudando diferentes intervalos de corte em *Brachiaria brizantha*, verificaram que o intervalo de corte ou de pastejo influencia diretamente no acúmulo de matéria seca.

A frequência do corte da pastagem causada pelo pastejo intenso sem a inserção de nutrientes ao solo, principalmente adubos nitrogenados, faz com que essa pastagem se

renove constantemente chegando ao esgotamento de suas reservas e assim refletindo na acumulação da matéria seca.

Observa-se, ainda na Figura 12, que o valor máximo de matéria seca foi de 1.766,8 kg ha⁻¹ obtida no mês de junho de 2011. Esse valor está bem abaixo de outros encontrados na literatura para o capim braquiária, bem como abaixo do limite de 2.000 kg ha⁻¹ de matéria seca, descrito por Minson (1990) como mínimo para não restringir o consumo a pasto.

Ydoyaga et al. (2006), trabalhando na mesma área desta pesquisa, encontraram matéria seca de *Brachiaria decumbens* de 3.731 kg ha⁻¹. Essa diferença pode está associada com a fertilização da área experimental, uma vez que no trabalho de Ydoyaga et al. (2006) ocorreu adição de nitrogênio, fósforo e potássio e nesta pesquisa não foi realizada adubação.

Outro fator que pode explicar essa baixa produtividade de matéria seca é a precipitação pluvial (Figura 13).

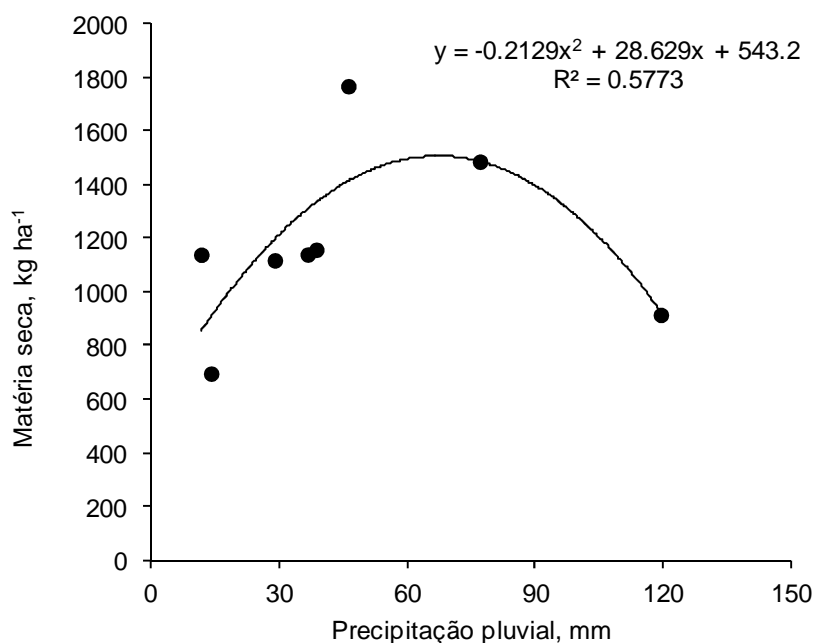


Figura 13. Relação entre precipitação pluvial e matéria seca de *Brachiaria decumbens* em São João, PE

Observa-se que existiu uma relação quadrática entre matéria seca e precipitação pluvial, sendo que em torno de 58% da variabilidade da matéria seca do capim braquiária, para as condições de solo e clima da área experimental, pode ser explicada pela variabilidade da precipitação pluvial.

Alguns autores (Euclides et al., 2007) têm alertado para o fato da estacionalidade da produção de forragens no Brasil, como consequência da variação que ocorre na disponibilidade de fatores ambientais para o crescimento, como precipitação, luz e temperatura. De acordo com Pizarro et al. (1996), as gramíneas do gênero *Brachiaria* acumulam de 77 a 90% da produção total de matéria seca durante o período das águas.

Desse modo, os dados de matéria seca desta pesquisa, apesar de estarem abaixo dos encontrados na literatura, mostram variação em função dos fatores ambientais, principalmente da precipitação pluvial, que são normalmente encontrados por outros autores.

4. CONCLUSÕES

Para as condições de clima e solo em que a pesquisa foi realizada pode-se chegar as seguintes conclusões:

1. A evapotranspiração (ET) total para a pastagem de *Braquiária decumbens* Stapf foi de 325,0 mm, com valor médio de 1,2 mm d⁻¹.
2. As variações do armazenamento de água no solo e do fluxo de água na base do perfil do solo acompanharam as variações da precipitação pluvial, sendo que o fluxo de água ocorreu no sentido descendente, caracterizando o processo de drenagem interna.
3. As características estruturais e a produtividade do pasto de *Brachiaria decumbens* são influenciadas pelas variáveis ambientais, principalmente, pela precipitação pluvial.
4. A produção de forragem do pasto de *Brachiaria decumbens* ficou abaixo dos valores encontrados para essa cultura, em função da baixa precipitação pluvial, bem como da baixa retenção de água pelo solo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, C. A. B.; OLIVEIRA, R. A.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; FIGUEIREDO, J. L. A.; CUNHA, F. F.; CECON, P. R.; LEAL, B. G. Produção de seis capins manejados por pastejo sob efeito de diferentes doses nitrogenadas e estações anuais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p.48-58, 2010.
- ANDRADE, M. C. O. Pernambuco e o trópico. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, n.45, p. 11-20, 2007.
- AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; SILVA, V. P. R. Water requirements of irrigated mango orchards in northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, v.58, p.241-254, 2003.
- BARBOSA, R. A. **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. 206 p.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2005. 611p.
- BORCHARTT, L.; SILVA, I. F.; SANTANA, E. O.; SOUZA, C.; FERREIRA, L. E. Adubação orgânica da batata com esterco bovino no município de Esperança - PB. **Revista Ciência Agrônômica**, v.42, n.2, p.482-487, 2011.
- BORGES, B. M. M. N.; JÚNIOR, L. C. S.; LUCAS, F. T.; SILVA, W. J. Relação entre o fluxo luminoso interceptado em diferentes épocas no índice de área foliar de diferentes forrageiras. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1589-1594, 2011.
- BRITO, A. S.; LIBARDI, P. L.; GHIBERTO, P. J. Componentes do balanço de água no solo com cana-de-açúcar, com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.295-303, 2009.
- BROUGHAM, R. M. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.7, n.5, p.377-387, 1956.
- BURDINE, N. T. Relative permeability calculation from size distribution data. **Trans. AIME**, v.198, p.71-78, 1953.
- CARNEVALLI, R.A.; MACHADO, R.C.; AMARAL, A. DAS G.; MATOS, L. R.. **Perfilhamento de cultivares de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* em fase inicial de implantação**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007 16p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 24).

- CARVALHO, D. D.; IRVING, L. J.; CARNEVALLI, R. A.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.. Distribution of current photosynthate in two Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cultivars. **Journal of Experimental Botany**, v.57, n.9, p.2015-2024, 2006.
- COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V.; NEVES, B. P.; RODRIGUES, C.; SAMPAIO, F. M. T. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.1197-1202, 2007.
- CRUZ, A. C. R.; LIBARDI, P. L.; CARVALHO, L. A.; ROCHA, G. C. Balanço de água no volume de solo explorado pelo sistema radicular de uma planta de citros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.1, p.1-10, 2005.
- CUNHA, F. F.; SOARES, A. A.; PEREIRA, O. G. Características morfogênicas e perfilhamento do *Panicum maximum* jacq. Cv. Tanzânia irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.628-635, 2007a.
- CUNHA, F. F.; SOARES, A. A.; SEDIYAMA, G. C.; MANTOVANI, E. C.; PEREIRA, O. G.; ABREU, F. V. S.; SOUZA, D. O. Avaliação do sistema radicular do capim-tanzânia submetido a diferentes níveis de irrigação e turnos de rega. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.15, n.3, p.200-211, 2007b.
- DANTAS, NETO, J.; SILVA, F. A. S.; FURTADO, D. A.; MATOS, J. A. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-buffel. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.9, p.1867-1874, 2000.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo, 1997. 212p
- EUCLIDES, V. P. B.; FLORES, R.; MEDEIROS, R. N.; OLIVEIRA, M. P. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.273-280, 2007.
- FACCO, A. G.; RIBEIRO, A.; SEDIYAMA, G. C.; LEITE, F. P.; BARROS, N. F. Saldo de radiação em plantios de eucalipto em áreas de relevo ondulado. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.471-480, 2009.

- FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; JUNIOR, D. N.; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.21-29, 2006a.
- FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; JUNIOR, D. N.; SANTOS, M. E. R.; LAMBERTUCCI, D. M. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.30-37, 2006b.
- GRASSELLI, L.C.P. **Características estruturais e morfogênicas e acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, a diferentes alturas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 50p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- HAVERKAMP, R.; ROSS, P.J.; SMETTEM, K.R.J.; PARLANGE, J.Y. Three dimensional analysis of infiltration from the disc infiltrometer. 2. Physically based infiltration equation. **Water Resources Research**, v.30, p.2931-2935, 1994.
- HORN, R.; DOMZAL, H.; SLOWINSKA-JURKIEWICZ, A. & van OUWERKERK, C. Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment. **Soil and Tillage Research**, v.35, p.23-26, 1995.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, p.1-146, 2006.
- IMHOFF, S.; SILVA, A. P.; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.7, p.1493-1500, 2000.
- LARA, M. A. S.; PEDREIRA, C. G. S. Estimativa da assimilação potencial de carbono em dosséis de espécies de braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.7, p.743-750, 2011.

- LEMAIRE, E., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, I., ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. p.3-36, 1996.
- LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. Piracicaba: ESALQ, 2ª edição, 2000.
- MATSUMOTO, K.; OHTA, T.; NAKAI, T.; KUWADA, T.; DAIKOKU, K.; IIDA, S.; YABUKI, H.; KONONOV, A. V.; VAN DER MOLEN, M. K.; KODAMA, Y.; MAXIMOV, T. C.; DOLMAN, A. J.; HATTORI, S. Responses of surface conductance to forest environments in the Far East. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.148, p. 1926-1940, 2008.
- MATTOS, J. L. S.; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M. Crescimento de espécies de *Brachiaria* sob déficit hídrico e alagamento a campo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.755-764, 2005.
- MEIRELLES, M. L.; FRANCO, A. C.; FARIAS, S. E. M.; BRACHO, R. Evapotranspiration and plant-atmospheric coupling in a *Brachiaria brizantha* pasture in the Brazilian savannah region. **Grass and Forage Science**, v.66, p.206-213, 2011.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.755-771, 2001.
- NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; NETO, L. F. S. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.457-462, 2003.
- NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; LANZANOVA, M. E. Balanço do carbono orgânico no solo sob integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.6, p. 2425-2433, 2008.
- PHILIP, J. R. The Theory of infiltration: 4.Sorptivity and algebraic infiltration equations. **Soil Science**, v.84, p. 257-264, 1957b.
- PZARRO, E.A.; VALLE, C.B.; SÉLLER-GREIN, G.; SCHULTZEKRAFT, R.; ZIMMER, A.H. Regional experience with *brachiaria*: Tropical America-savannas. In: MILES,

- J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.). **Brachiaria: biology, agronomy and improvement**. Calli: CIAT; Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1996. p.225-246.
- RALISCH, R.; MIRANDA, T. M.; OKUMURA, R. S.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F. SCOPEL, E.; BALBINO, L. C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p.381–384, 2008.
- SAN JOSÉ J. J.; BRACHO, R.; NIKONOVA N. Comparison of water transfer as a component of the energy balance in a cultivated grass (*Brachiaria decumbens* Stapf.) field and a savanna during the wet season of the Orinoco Llanos. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.90, p. 65–79, 1998.
- SANTOS, J. C. B.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; CORRÊA, M. M.; RIBEIRO, M. R.; ALMEIDA, M. da C. de; BORGES, L. E. P. Caracterização de Neossolos Regolíticos da região semiárida do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.3, p.683-696, 2012.
- SARA - Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária. Disponível em: <http://www.agricultura.pe.gov.br/interna.php?p=dadospluviometricos&s=RD7_Q_Ajustados>. Acesso em: 03/08/2012.
- SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. **Balanco Hídrico**: BH Climatológico, normal e sequencial, de cultura e para controle da irrigação, Aula 9, 2005. Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/aulas/lce306/aula9.pps>>. Acesso em: 10/03/2012.
- SHAO, H. B.; CHU, L.; JALEEL, C. A.; ZHAO, C. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, v.331, n.3, p.215–225, 2008.
- SHELTON, M. *Brachiaria decumbens*, **Food and Agriculture Organization of the Nations United**. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/data/pf000188.htm>>. Acesso em 03/08/2012.
- STICKLER, F. C.; WEARDEN, S.; PAULI, A. W. Leaf area determination in grain sorghum. **Agronomy Journal**, v.53, p.187-188, 1961.

- STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; HORN, R. Relações do parâmetro S para algumas propriedades físicas de solos do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2603-2612, 2008.
- TORRES, J. L. R.; JUNIOR, D. J. R.; SENE, G. A.; JAIME, D. G.; VIEIRA, D. M. S. Resistência à penetração em área de pastagem de capim tifton, influenciada pelo pisoteio e irrigação. **Bioscience Journal**, v.26, n.1, p.79-83, 2010.
- van GENUCHTEN, M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.44, p.892-898, 1980.
- VANDERVAERE, J. P.; VAUCLIN M.; ELRICK D. E. Transient flow from tension infiltrometers: I. The two-parameter equation, **Soil Science Society of America Journal**, v.64, p.1263-1272, 2000.
- YDOYAGA, D. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SILVA, M. C.; SANTOS, V. F.; FERNANDES, A. P. M. Métodos de recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. no Agreste Pernambucano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.699-705, 2006.