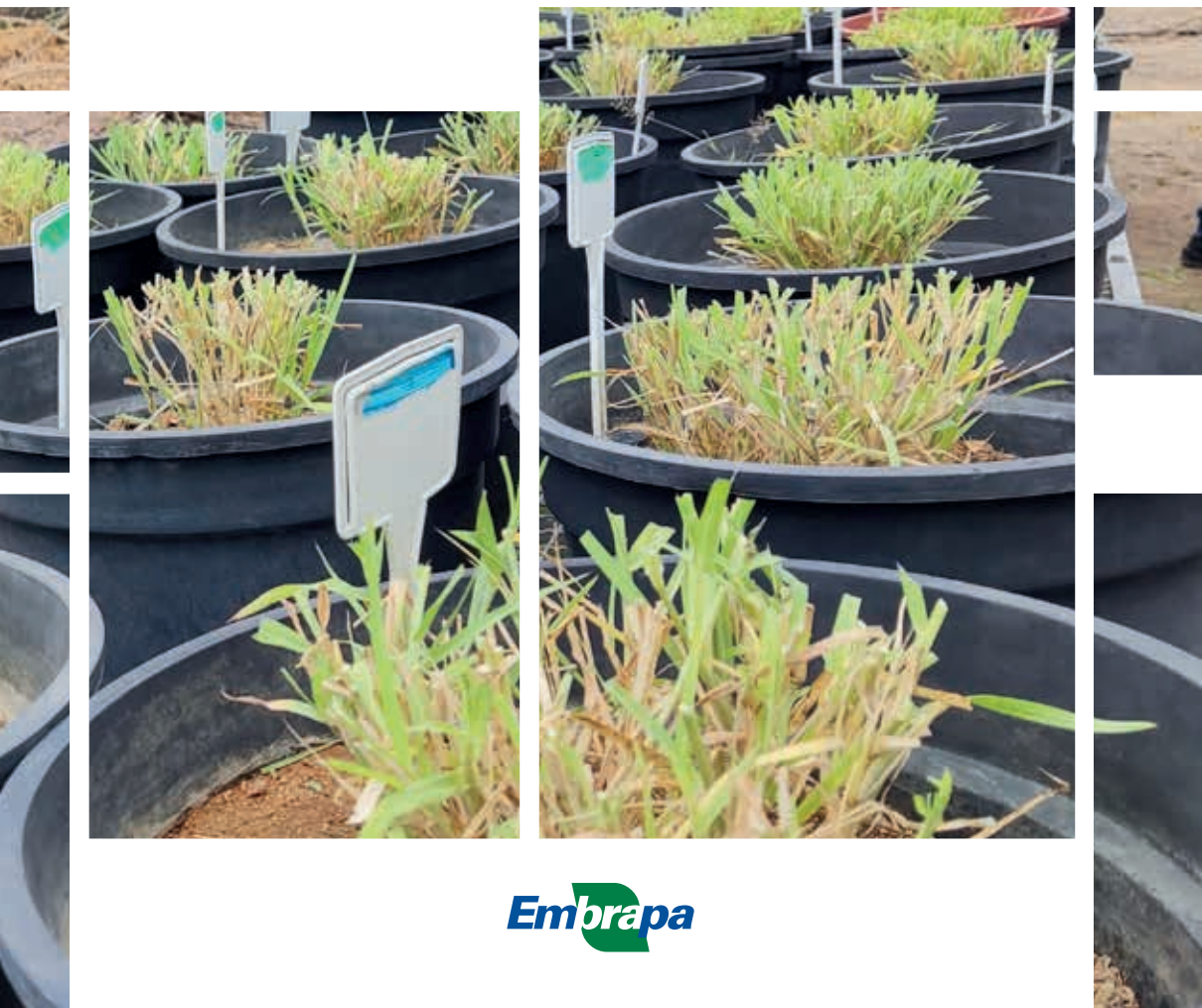




Utilização da evapotranspiração diária para  
determinação de estresse hídrico em *Cenchrus  
ciliaris* sob solos com diferentes texturas



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Caprinos e Ovinos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
21**

Utilização da evapotranspiração diária para  
determinação de estresse hídrico em *Cenchrus  
ciliaris* sob solos com diferentes texturas

*Fernando Lisboa Guedes  
Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu  
Rafaela Priscila Antônio  
Luíce Gomes Bueno  
Henrique Antunes de Souza*

**Embrapa Caprinos e Ovinos  
Sobral, CE  
2022**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Caprinos e Ovinos**  
Fazenda Três Lagoas, Estrada Sobral/  
Groaíras, Km 4 Caixa Postal: 71  
CEP: 62010-970 - Sobral, CE  
Fone: (88) 3112-7400  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Caprinos e Ovinos

Presidente  
*Cícero Cartaxo de Lucena*

Secretário-Executivo  
*Alexandre César Silva Marinho*

Membros  
*Alexandre Weick Uchoa Monteiro, Aline Costa  
Silva, Carlos José Mendes Vasconcelos, Fábio  
Mendonça Diniz, Maira Vergne Dias, Manoel  
Everardo Pereira Mendes, Marcílio Nilton Lopes  
da Frota, Tânia Maria Chaves Campêlo*

Supervisão editorial  
*Alexandre César Silva Marinho*

Revisão de texto  
*Carlos José Mendes Vasconcelos*

Normalização bibliográfica  
*Tânia Maria Chaves Campêlo*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Maira Vergne Dias*

Foto da capa  
*Fernando Lisboa Guedes*

**1ª edição**  
Publicação digital (PDF): 2022

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Caprinos e Ovinos

---

Utilização da evapotranspiração diária para determinação de estresse  
hídrico em *Cenchrus ciliaris* sob solos com diferentes texturas / Fernando  
Lisboa Guedes ... [et al.]. - Sobral : Embrapa Caprinos e Ovinos, 2022.  
(PDF) 30 p. : il. color. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /  
Embrapa Caprinos e Ovinos).

1. Gramínea forrageira - Semiárido. 2. Capim buffel. 3. Irrigação.  
4. Fisiologia vegetal. 5. Transpiração vegetal. I. Guedes, Fernando Lisboa.  
II. Pompeu, Roberto Cláudio Fernandes Franco. III. Antônio, Rafaela Priscila.  
IV. Bueno, Luíce Gomes. V. Souza, Henrique Antunes de. VI. Embrapa  
Caprinos e Ovinos. VII. Série.

CDD 633.208

# Sumário

---

Introdução.....8

Material e Métodos .....9

Resultados e Discussão .....12

Conclusões.....28

Agradecimentos.....29

Referências .....29

# Utilização da evapotranspiração diária para determinação de estresse hídrico em *Cenchrus ciliaris* sob solos com diferentes texturas

Fernando Lisboa Guedes<sup>1</sup>

Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu<sup>2</sup>

Rafaela Priscila Antônio<sup>3</sup>

Luíce Gomes Bueno<sup>4</sup>

Henrique Antunes de Souza<sup>5</sup>

**Resumo:** O presente trabalho objetivou verificar se a metodologia com a utilização de lâminas de irrigação com base na evapotranspiração diária para aplicação de estresse hídrico em genótipos de *Cenchrus ciliaris* consegue determinar até qual nível de estresse essa espécie suporta, em dois tipos de solos do semiárido, um de textura arenosa e outro de textura média. O experimento consistiu em um fatorial triplo 3x4x3, com três genótipos de gramíneas (Biloela, Gayndah e WA), quatro lâminas de irrigação (30%, 60%, 90% e 120% da evapotranspiração de referência –  $ET_0$ ) e três ciclos de cortes, em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, totalizando 48 vasos como unidades experimentais para cada textura de solo. A metodologia de determinação de estresse hídrico com utilização de lâminas contrastantes com base na evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) em *C. ciliaris* é eficiente para discriminar o desempenho dos genótipos sob condições de *déficit* hídrico. A avaliação de estresse hídrico em solo de textura média apresenta

---

<sup>1</sup> Biólogo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE.

<sup>3</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

<sup>4</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE.

<sup>5</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

melhor previsibilidade de comportamento em relação ao de textura arenosa. Os genótipos de *C. ciliaris* se adaptam melhor em solos com textura média em relação aos de textura arenosa. O genótipo Biloela apresenta superioridade de desempenho produtivo em todas as condições de estresse hídrico.

**Termos para indexação:** Semiárido, Capim buffel, Período seco, Irrigação.

## Use of daily evapotranspiration to determination of water stress in *Cenchrus ciliaris* under soils with different textures

**Abstract:** The present research aims to verify the methodology with the use of irrigation depths based on the daily evapotranspiration for the application of water stress in genotypes of *Cenchrus ciliaris* until being able to determine the level of stress of this support, in two types of semiarid soils, one with a sandy texture and the other with a medium texture. The trial consisted of a 3x4x3 triple factorial, with three grass genotypes (Biloela, Gayndah and WA), four irrigation depths (30%, 60%, 90% and 120% of the reference evapotranspiration -  $ET_0$ ) and three cutting cycles, in a completely randomized design with four replications, totaling 48 pots as experimental units for each soil texture. The methodology for determining water stress using contrasting slides based on the reference evapotranspiration ( $ET_0$ ) in *C. ciliaris* is efficient to discriminate the performance of genotypes under water deficit conditions. The estimate of water stress in soil of medium texture presents better predictability of behavior in relation to the one with sandy texture. The genotypes of *C. ciliaris* adapt better in soils with medium texture in relation to those with sandy texture. The Biloela genotype shows superiority in productive performance under all water stress conditions.

**Index terms:** Semiarid, Buffel Grass, Dry Period, Irrigation.

## Introdução

---

Na maior parte do semiárido, o *déficit* hídrico é um dos fatores mais limitantes ao crescimento, produtividade e valor nutritivo das forrageiras (Silva et al., 2006). Essas limitações devem-se aos padrões irregulares de distribuição de chuvas com baixos índices ao longo do ano. Além desse fator, a maioria dos solos dessas áreas apresentam baixa capacidade de retenção de água devido às suas características físicas (Almeida, 2012).

O *déficit* hídrico provoca alterações no comportamento vegetal cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta. Segundo Levitt (1980), no entendimento das respostas das plantas ao *déficit* hídrico, é de fundamental importância se quantificar a capacidade de armazenamento de água no solo e analisar a influência dos mecanismos de adaptação do vegetal

O conhecimento do comportamento da planta forrageira em condições de estresse hídrico pode, portanto, ser de grande importância prática para auxiliar no entendimento dos efeitos do período de estiagem na produção de forragem, possibilitando, assim, o uso de práticas de manejo que tornem possível a melhor utilização do pasto de maneira sustentável (Dias Filho et al., 1989).

Atualmente, com a facilidade ao acesso de informação e a tecnificação dos produtores, aumentou a demanda por forrageiras mais tolerantes ao estresse hídrico e adaptadas à região semiárida. Portanto, fica clara a importância de aprimorar cada vez mais o conhecimento sobre as espécies forrageiras capazes de suportar esses desafios climáticos. Entre as possibilidades de forrageiras, se destaca o capim buffel (*Cenchrus ciliaris*). Segundo Oliveira (1993), essa forrageira, que é originária da África, Índia e Indonésia, e foi introduzida no Brasil em 1952, no estado de São Paulo, de onde foi trazida para o Nordeste e após passar por algumas avaliações iniciais, demonstrou possuir várias características consideradas de importância fundamental para essa região, como boa capacidade produtiva, resistência a longos períodos de estiagem e a baixos índices pluviométricos (<100 mm anuais), além da capacidade de permanecer no campo, como “feno em pé” por um longo período, sem se decompor, como acontece com as espécies nativas.

Nesse sentido, com a proposta de contribuir para o conhecimento do comportamento da produção de forragem nas condições edafoclimáticas do



semiárido brasileiro, com o presente trabalho objetivou-se avaliar a adequação da metodologia de estresse hídrico com uso da evapotranspiração diária além de quais níveis de estresse hídrico os genótipos de *Cenchrus ciliaris* suportam, com a utilização de lâminas de irrigação, em dois tipos de solos do semiárido, um de textura arenosa e outro de textura média.

## Material e Métodos

### Coleta e caracterização dos solos

Foram utilizados dois tipos de solos que foram caracterizados para granulometria (Tabela 1). O solo com textura média apresentou aproximadamente 21% de argila mais silte e 79% de areia total. O solo com textura arenosa apresentou 85% de areia total e 15% de argila mais silte.

**Tabela 1.** Caracterização granulométrica dos dois tipos de solos utilizados como substrato.

Solo	Argila	Silte	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina
	----- g.kg <sup>-1</sup> -----				
Textura Média	177	33	790	210	580
Textura Arenosa	101	49	850	550	300

### Plantio e estabelecimento do ensaio

O experimento foi conduzido no período de agosto a dezembro de 2021, na Fazenda Três Lagoas, pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos, localizada em Sobral, CE, sob coordenadas geográficas de 3°45' latitude sul, longitude a oeste de Greenwich de 40°20' e altitude aproximada de 80 m em relação ao nível do mar, com temperatura média de 27,4 °C, com variação máxima 38,4 °C e mínima 19,8 °C. Ressalta-se que o experimento foi conduzido em ambiente aberto, no qual não foi registrada nenhuma ocorrência de pluviosidade no período de condução.

Os genótipos utilizados são provenientes da coleção de trabalho do programa de melhoramento de *Cenchrus ciliaris* da Embrapa Semiárido. Cada

vaso foi semeado com aproximadamente dez sementes, e assim que germinaram foi realizado desbaste, deixando cinco plantas por vaso. Os vasos foram irrigados diariamente com a lâmina de água de 100% da evapotranspiração durante o estabelecimento das plantas. Com o objetivo de garantir a existência de plantas em todos os vasos, no mesmo dia da semeadura, foi realizado o plantio de sementes em caixas de germinação, para que estivessem mudas disponíveis com a mesma idade no caso da necessidade de replantio.

## Ensaio de estresse hídrico

Após 30 dias do plantio, levando em consideração a estabilização do número de folhas vivas por perfilho do genótipo mais tardio, iniciaram-se os tratamentos com as lâminas de irrigação. Para tanto, antes da aplicação das lâminas, foi realizado o corte de uniformização dos perfilhos, mensurando 10 cm de altura, equivalente a 2/3 da planta. Em seguida, os tratos culturais, como a adubação, foram realizados por vaso, adicionando adubo nitrogenado o equivalente a dose de 22,5 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 15 kg.ha<sup>-1</sup> de fósforo e 25 kg.ha<sup>-1</sup> de potássio (Ribeiro et al., 1999), na forma de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio como fonte dos nutrientes, respectivamente.

## Delineamento experimental

O experimento consistiu em um fatorial triplo 3x4x3, com três genótipos de gramíneas (Biloela, Gayndah e WA), quatro lâminas de irrigação (30%, 60%, 90% e 120% da evapotranspiração de referência – ET<sub>0</sub>) e três ciclos de cortes, em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, totalizando 48 vasos como unidades experimentais para cada textura de solo. A aplicação das lâminas de irrigação ocorreu de forma manual com base na evaporação diária coletada do Tanque Classe 'A' (Medeiros et al., 2013) para estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>). O Tanque Classe 'A' é pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos, distante do local experimental aproximadamente 200 m (Tabela 2).

O cálculo da lâmina de irrigação utilizada no período é produto da equação (1):

$$(1) \text{ Lâmina de irrigação} = (ET_0 * Kp) * A$$

Em que:

$ET_0$ : Evapotranspiração de referência diária do tanque classe A;

$K_p$ : Coeficiente do tanque Classe A;

A: Área do vaso.

**Tabela 2.** Quantidade de água em milímetros utilizada em cada lâmina de irrigação com base na evapotranspiração diária, nos quatro ciclos de cortes.

Cortes	Lâminas Irrigação			
	120%	90%	60%	30%
mm.vaso <sup>-1</sup>				
1	243,80	190,26	126,73	63,32
2	285,74	214,29	142,86	71,41
3	237,02	177,72	118,46	59,24
4*	247,56	185,72	123,74	61,79

No quarto ciclo de corte foi realizada a inversão dos tratamentos de lâminas de irrigação, em que os tratamentos que recebiam 30% e 60% da lâmina de irrigação da  $ET_0$  nos ciclos anteriores, passaram a receber 120% e 90% da lâmina de irrigação, respectivamente. Da mesma forma, os que recebiam 120% e 90% passaram a receber 30% e 60% da lâmina de irrigação da  $ET_0$ , respectivamente.

## Coleta de dados e análise estatística

No momento que antecedeu o corte das gramíneas, foram realizadas as seguintes mensurações: Altura de plantas (ALT), número de folhas vivas por perfilho (NFV) e densidade populacional de perfilhos (DPP). Logo após o corte, o material colhido foi pesado e fracionado em folha, colmo e material morto para determinação dos seguintes caracteres: biomassa da forragem total (BFT), biomassa da forragem morta (BFM), biomassa da forragem verde (BFV), biomassa da lâmina foliar verde (BLV), biomassa do colmo verde (BCV), relação matéria viva sobre matéria morta (MV/MM) e relação lâmina foliar sobre colmo (F/C). Após o fracionamento, o material foi pesado, inserido em sacos de papel, levado à estufa de ventilação forçada a 60 °C até peso constante e pesado novamente. A eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUABFV) foi obtida por meio da razão entre

a biomassa de forragem verde ( $\text{g.MS}^{-1}.\text{vaso}^{-1}$ ) e a quantidade de água (mm) correspondente a cada tratamento com lâmina de irrigação.

Os dados foram analisados por análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. Para o efeito de genótipo, as médias foram comparadas pelo teste de Skott Knott ao nível de 5% de probabilidade e a interação (genótipos x cortes x lâminas de irrigação) foi desdobrada quando significativa a 5% de probabilidade pelo teste F. Como ferramenta de auxílio nas análises estatísticas utilizou-se os softwares R e Excel.

## Resultados e Discussão

---

Entre os três ciclos de cortes, observou-se que o período do segundo corte (20 de setembro a 20 de outubro) foi o que apresentou maior taxa de evapotranspiração diária, sendo 15% maior do que os outros dois ciclos de corte (Tabela 2), provavelmente atrelado ao aumento da temperatura média e diminuição da umidade relativa do ar. Esse fato refletiu na menor produtividade média em todas as variáveis para os três genótipos (dados não reportados), diminuindo as diferenças significativas entre os eles no segundo ciclo de corte sob solo de textura média.

Para a maioria dos caracteres avaliados, observou-se significância ( $P < 0,01$ ) para os efeitos de cortes e lâminas de irrigação, ou seja, os genótipos apresentaram desempenho distintos tanto nos três ciclos de cortes quanto para as quatro lâminas de irrigação, exceto para os caracteres F/C e MV/MM dentro do fator lâminas (Tabela 3). Esse resultado valida a utilização de lâminas de irrigação com base na evapotranspiração de referência, como metodologia eficiente para avaliação da gramínea forrageira *C. ciliaris* quanto ao estresse hídrico em solo com textura média. Vale ressaltar que os três genótipos apresentaram desenvolvimento mínimo (latência) com a lâmina de irrigação de 30% da  $ET_0$ , contudo sem ocorrer morte das plantas, inclusive com menor taxa de biomassa de matéria morta (BFM) e maior taxa de eficiência do uso da água (EUA) para essa lâmina de irrigação. Esse fato evidencia que a gramínea *Cenchrus ciliaris* possui plasticidade fenotípica para suportar o período seco em solos com textura média, com suprimento hídrico mínimo de 30% da  $ET_0$  para sua manutenção, o que irá permitir a recuperação no período chuvoso. Por outro lado, observou-se um nítido aumento de desempenho dos genótipos a partir da lâmina de irrigação de 60%, em todos os caracteres avaliados (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores de médias dos três ciclos de corte, coeficiente de variação (CV), teste F de genótipos (G), cortes (C), lâminas de irrigação (L), interação genótipos x cortes (GxC), interação genótipos x lâminas (GxL) e interação genótipos x cortes x lâminas (GxCxL) dos caracteres estruturais de genótipos de *Cenchrus ciliaris* sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30%, 60%, 90% e 120% da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) em solo com textura média.

Genótipo	Lâminas de Irrigação (% $ET_0$ )				Média	CV(%)	G	C	L	GxC	GxL	GxCxL	P-Valor
	30	60	90	120									
	Biomassa da Forragem Total (BFT)												
	g.vaso <sup>-1</sup>												
Biloela	7,05	8,01	11,31	15,34	10,43 a								
Gayndah	5,87	7,17	8,18	12,56	8,44 b	44,6	0,002*	0,000**	0,000**	0,40 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	
WA	4,71	7,28	9,14	8,46	7,43 c								
	Biomassa da Forragem Verde (BFV)												
	g.vaso <sup>-1</sup>												
Biloela	5,91	6,55	9,73	12,1	8,57 a								
Gayndah	4,45	5,38	6,65	8,54	6,26 b	47,43	0,001*	0,000**	0,000**	0,61 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	
WA	3,66	5,82	7,16	9,21	6,46 b								

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Biomassa da Lâmina Verde (BLV)										
	g.vaso <sup>-1</sup>									
Biloba	2,65	3,26	4,03	4,54	3,62 a					
Gayndah	1,42	1,61	2,8	3,01	2,21 b	45,9	0,000**	0,000**	0,44 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup> 0,79 <sup>ns</sup>
WA	1,51	2,12	2,34	3,7	2,42 b					
Biomassa do Colmo Verde (BCV)										
	g.vaso <sup>-1</sup>									
Biloba	3,25	3,29	5,69	7,55	4,94 a					
Gayndah	3,03	3,77	3,85	5,12	3,94 a	59,41	0,11 <sup>ns</sup>	0,000**	0,43 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup> 0,59 <sup>ns</sup>
WA	2,14	3,69	4,83	5,5	4,04 a					
Biomassa da Forragem Morta (BFM)										
	g.vaso <sup>-1</sup>									
Biloba	1,05	1,45	2,12	3,28	1,97 a					
Gayndah	1,51	1,78	1,53	2,02	1,71 a	60,16	0,53 <sup>ns</sup>	0,000**	0,20 <sup>ns</sup>	0,020* 0,008**
WA	1,05	1,47	1,97	1,91	1,6 a					

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Relação Matéria Viva/Matéria Morta (MV/MMM)									
Biloela	24,75	15,92	21,9	21,39	20,99 a				
Gayndah	5,77	11,94	11,9	25,88	13,87 b	53,4	0,02*	0,000**	0,21 <sup>ns</sup>
WA	14,61	13,85	9,22	15,15	13,20 b				0,37 <sup>ns</sup>
									0,41 <sup>ns</sup>
									0,52 <sup>ns</sup>
Relação Folha/Colmo (F/C)									
Biloela	2,01	2,01	1,07	1,01	1,52 a				
Gayndah	0,56	0,61	2,22	0,88	1,06 a	52,1	0,72 <sup>ns</sup>	0,000**	0,25 <sup>ns</sup>
WA	2,05	0,82	2,42	1,26	1,63 a				0,53 <sup>ns</sup>
									0,83 <sup>ns</sup>
Densidade Populacional de Perfílo (DPP) perf.vaso <sup>-1</sup>									
Biloela	18,67	22,42	19,33	21,33	20,43 c				
Gayndah	34,58	27,83	28,41	39,58	32,60 a	24,75	0,000**	0,000**	0,020*
WA	23,42	24,16	26,33	29,16	25,77 b				0,020*

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Altura (ALT)						
cm						
Biloela	24,01	27,83	27,83	32,08	27,93 a	
Gayndah	18,67	20,92	20,58	21,83	20,5 b	0,48 <sup>ns</sup>
WA	16,58	17,41	20,01	23,25	19,31 b	
Efiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA)						
g.MS <sup>-1</sup> .mm <sup>-1</sup>						
Biloela	0,112	0,064	0,061	0,063	0,074 a	
Gayndah	0,097	0,057	0,044	0,04	0,059 b	0,12 <sup>ns</sup>
WA	0,076	0,058	0,049	0,045	0,057 b	

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Scott Knott; (ns) não significativo e (\*\*, \*) significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.



Em relação ao efeito de genótipos observou-se significância ( $P < 0,01$ ) para maioria dos caracteres avaliados, em solo com textura média, o que demonstra variabilidade genética entre os genótipos, exceto para BCV, BFM e F/C. Para os caracteres BFT, BFV, BLV, MV/MM, ALT e EUA, observou-se uma nítida superioridade do genótipo Biloela em relação aos outros dois, Gayndah e WA, tanto na média geral quanto na média em cada lâmina de irrigação. O genótipo Biloela apresentou melhor tolerância ao estresse hídrico, conforme desempenho quando utilizou a lâmina de irrigação de 30% da  $ET_0$ , além de maior responsividade com aumento da lâmina de irrigação, inclusive suportando e respondendo em produtividade quando ocorreu excesso de água, conforme desempenho na lâmina de 120% da  $ET_0$ . Este resultado evidencia que as respostas ao estresse hídrico sob solo com textura média em *Cenchrus ciliaris* pode ser influenciada pela constituição genotípica, sendo possível, portanto, selecionar genótipos com características específicas superiores em relação a outros em situações contrastantes de *déficit* hídrico. Dessa forma, ressalta-se a importância da exploração da variabilidade genética existente nas coleções de germoplasma pelos programas de melhoramento para *C. ciliaris*, que é o caminho mais rápido e economicamente viável para obtenção de genótipos melhorados e adaptados para regiões com *déficit* hídrico.

Constatou-se interação genótipos x cortes (GxC) significativa ( $P < 0,05$ ) apenas para os caracteres DPP e ALT. Já para a interação genótipos x lâminas (GxL), observou-se significância ( $P < 0,05$ ) apenas para os caracteres BFM e DPP (Tabela 3). Esses resultados evidenciam diferenças no comportamento dos genótipos, tanto para as quatro lâminas de irrigação, quanto para os três ciclos de cortes em solo com textura média para esses três caracteres. Apesar de os caracteres MV/MM e F/C não apresentarem nenhuma das interações significativas, observou-se uma tendência de comportamento específico de cada genótipo nas diferentes lâminas de irrigação, ou seja, enquanto os genótipos Biloela e WA apresentaram maior magnitude das relações MV/MM e F/C nas menores lâminas de irrigação, o genótipo Gayndah apresentou comportamento inverso, com maiores magnitudes para a lâmina de irrigação de 90% da  $ET_0$ .

Apenas para o caractere BFM, detectou-se interação tripla (GxCxL), o que demonstra que a performance relativa entre os genótipos não foi a mesma em cada combinação de ciclos de corte e lâminas de irrigação. De certa forma,

a não ocorrência de interação tripla para a maioria dos caracteres demonstra o comportamento previsível dos genótipos diante das lâminas de irrigação e ciclos de cortes em solo com textura média, o que facilita a recomendação de manejo em situações de *déficit* hídrico.

### **Desempenho dos genótipos de *Cenchrus ciliaris* em solo com textura arenosa sob regime de irrigação por diferentes lâminas com base na ET<sub>0</sub>**

No solo de textura arenosa, a maioria dos caracteres apresentou significância ( $P < 0,01$ ) para os efeitos de cortes e lâminas de irrigação, ou seja, os genótipos apresentaram desempenho distintos, tanto nos três ciclos de cortes, quanto para as quatro lâminas de irrigação, exceto para os caracteres F/C dentro do fator lâminas (Tabela 4), resultados semelhantes como foi observado para o experimento com solo de textura média, o que também qualifica a aplicação dessa metodologia, com utilização de lâminas de irrigação com base na evapotranspiração de referência em solo com textura arenosa. Assim como já relatado para o solo de textura média, no segundo ciclo de corte o menor desempenho médio dos genótipos em todos caracteres.

Para a maioria dos caracteres, na média dos três genótipos, observou-se desempenho semelhante para as duas menores lâminas de irrigação entre os dois tipos de solos (Tabelas 3 e 4), enfatizando a tolerância do *C. ciliaris* ao *déficit* hídrico. Para as duas maiores lâminas de irrigação, observou-se uma ligeira superioridade de desempenho dos genótipos quando avaliados em solos com textura média, em comparação com o solo de textura arenosa. Esse fato evidencia que o solo de textura média promove maiores diferenças nos desempenhos dos genótipos quando é utilizada lâmina de irrigação contrastante.

Em relação ao efeito de genótipos, observou-se significância ( $P < 0,01$ ) para maioria dos caracteres avaliados, em solo com textura arenosa, o que demonstra que esse ambiente permitiu detectar variabilidade genética entre os genótipos, exceto para BFT, BCV, F/C e EUA. Novamente o genótipo Biloela apresentou desempenho superior para a maioria dos caracteres, o que confirma a sua maior tolerância ao *déficit* hídrico e melhor responsividade quando aumenta o suprimento hídrico em solo com textura arenosa (Tabela 4). Apenas para o caractere DPP, verificou-se uma superioridade do genótipo Gayndah em relação aos demais, nos dois tipos de solos, demonstrando ser um genótipo mais adequado para propiciar melhor cobertura do solo.

**Tabela 4.** Valores de médias dos três ciclos de corte, coeficiente de variação (CV), teste F de genótipos (G), cortes (C), lâminas de irrigação (L), interação genótipos x cortes (GxC), interação genótipos x lâminas (GxL) e interação genótipos x cortes x lâminas (GxCxL) dos caracteres estruturais de genótipos de *Cenchrus ciliaris* sob os tratamentos com lâminas de irrigação de 30%, 60%, 90% e 120% da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) em solo com textura arenosa.

Genótipo	Lâminas de Irrigação (% $ET_0$ )				Média	CV(%)	G	C	L	GxC	GxL	GxCxL	P-Valor
	30	60	90	120									
	Biomassa da Forragem Total (BFT)												
	g.vaso <sup>-1</sup>												
Biloela	6,5	8,68	9,33	10,04	8,64 a								
Gayndah	5,38	8,38	8,28	9,26	7,82 a	31,03	0,09 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>**</sup>	0,01 <sup>**</sup>	0,006 <sup>**</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	
WA	3,72	6,97	10,17	9,38	7,56 a								
	Biomassa da Forragem Verde												
	(BFV)												
	g.vaso <sup>-1</sup>												
Biloela	5,31	6,99	7,8	8,44	7,13 a								
Gayndah	3,91	6,32	6,13	6,98	5,83 b	33,9	0,01 <sup>**</sup>	0,000 <sup>**</sup>	0,000 <sup>**</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	
WA	2,88	5,78	8,39	7,46	6,13 b								

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Biomassa da Lâmina Verde (BLV)									
	g.vaso <sup>-1</sup>								
Biloela	2,77	3,78	4,1	4,45	3,77 a				
Gayndah	1,01	2,45	2,95	3,23	2,40 b	38,75	0,000**	0,000**	0,66 <sup>ns</sup>
WA	1,12	2,45	3,65	3,53	2,69 b				0,68 <sup>ns</sup>
Biomassa do Colmo Verde (BCV)									
	g.vaso <sup>-1</sup>								
Biloela	2,53	3,21	3,7	3,99	3,36 a				
Gayndah	2,91	3,86	3,17	4,05	3,50 a	46,87	0,91 <sup>ns</sup>	0,000**	0,13 <sup>ns</sup>
WA	1,76	3,32	4,73	3,94	3,44 a				0,40 <sup>ns</sup>
Biomassa da Forragem Morta (BFM)									
	g.vaso <sup>-1</sup>								
Biloela	1,19	1,69	1,52	1,59	1,49 b				
Gayndah	1,47	2,05	2,14	2,26	1,98 a	62,9	0,02*	0,000**	0,89 <sup>ns</sup>
WA	0,82	1,38	1,78	1,91	1,47 b				0,71 <sup>ns</sup>

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Relação Matéria Viva/Matéria Morta (MV/MM)									
Biloba	8,60	16,63	17,25	23,28	16,44 a				
Gayndah	9,97	5,21	8,77	12,62	9,14 c	71,82	0,001**	0,000**	0,000**
WA	7,02	14,66	13,20	16,95	12,96 b				0,15 <sup>ns</sup>
Relação Folha/Colmo (F/C)									
Biloba	3,14	1,59	1,46	1,71	1,97 a				
Gayndah	0,35	0,94	3,03	2,29	1,65 a	57,3	0,31 <sup>ns</sup>	0,000**	0,61 <sup>ns</sup>
WA	0,74	1,61	1,40	1,36	1,28 a			0,27 <sup>ns</sup>	0,03* 0,01*
Densidade Populacional de Perfilho (DPP) perf.vaso <sup>-1</sup>									
Biloba	24,42	24,17	23,42	29,58	25,39 b				
Gayndah	25,00	31,33	30,00	31,33	29,41 a	24,46	0,01**	0,000**	0,01* 0,15 <sup>ns</sup>
WA	20,39	28,58	29,58	31,58	27,53 b				0,61 <sup>ns</sup>

Continua...



Observou-se um maior número de caracteres com interação GxC e GxL significativa ( $P < 0,01$ ), em comparação ao solo de textura média. Para os caracteres BFT, BFM, MV/MM, DPP, ALT e EUA, os genótipos apresentaram mudança de ranqueamento entre os três ciclos de corte. O mesmo comportamento foi observado para os caracteres MV/MM, F/C, ALT e EUA entre as quatro lâminas de irrigação. Adicionalmente, os caracteres F/C, ALT e EUA apresentaram interação tripla significativa ( $P < 0,05$ ), o que demonstra que a performance relativa entre os genótipos não foi a mesma em cada combinação de ciclos de corte e lâminas de irrigação para esses caracteres. De maneira geral, a maior quantidade de caracteres com interação significativa demonstra menor previsibilidade de comportamento dos genótipos quando avaliados para *déficit* hídrico em solos com textura arenosa, o que implica que para recomendação de manejo de *C. ciliaris* em condições de *déficit* hídrico em solos arenosos seja feita de forma específica para cada situação.

### **Desempenho dos genótipos de *Cenchrus ciliaris* no quarto ciclo de corte com inversão das lâminas de irrigação com base na $ET_0$**

Para um melhor entendimento da capacidade do *C. ciliaris* quanto à tolerância ao *déficit* hídrico e a responsividade em condições irrigadas, foi realizada a inversão das lâminas de irrigação, em que as lâminas de 30% e 60% passaram a receber nesse ciclo as lâminas de 120% e 90%, e vice-versa. Os comportamentos dos três genótipos para os principais caracteres de produção foram similares tanto para o solo com textura média quanto para o arenoso (Tabelas 5 e 6).

O quarto ciclo de corte apresentou a evapotranspiração média semelhante ao do primeiro e do terceiro ciclo (Tabela 2), o que proporcionou produtividades também similares. Para todos os caracteres avaliados nos dois tipos de solos, foi observado efeito significativo ( $P < 0,01$ ) tanto para o fator Lâminas quanto para Genótipos, exceto para o caractere BCV. Por outro lado, não foi constatado interação GxL em nenhum dos caracteres avaliados (Tabelas 5 e 6). Esses resultados demonstram que nesse ciclo houve uma certa previsibilidade no comportamento dos tratamentos, e que houve diferenças no desempenho tanto entre as quatro lâminas de irrigação, como já era esperado, quanto entre os genótipos avaliados, sendo o Biloela mais uma vez superior aos outros dois.

**Tabela 5.** Valores de médias do quarto ciclo de corte, coeficiente de variação (CV), teste F de genótipos (G), lâminas de irrigação (L), interação genótipos x lâminas (GxL) dos principais caracteres estruturais de genótipos de *Cenchrus ciliaris* sob os tratamentos com inversão das lâminas de irrigação de 30% (120), 60% (90), 90% (60) e 120% (30) da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) em solo com textura média.

Genótipo	Lâminas de Irrigação (% ET <sub>0</sub> )				Média	CV(%)	G	L	GxL	P-Valor
	30(120)	60(90)	90(60)	120(30)						
	Biomassa da Forragem Total (BFT)									
	g.vaso <sup>-1</sup>									
Biloela	3,02	4,97	9,69	14,9	8.14 a					
Gayndah	3,41	5,78	9,94	15,61	8.68 a	20,22	0,002*	0,000**	0,72 <sup>ns</sup>	
WA	2,03	4,04	9,51	12,4	6.99 b					
Biomassa da Forragem Verde (BFV)										
	g.vaso <sup>-1</sup>									
Biloela	2,68	4,45	8,94	13,69	7.44 a					
Gayndah	3,06	5,215	9,45	13,92	7.91 a	19,24	0,001*	0,000**	0,91 <sup>ns</sup>	
WA	1,83	3,71	8,5	11,57	6.40 b					

Continua...



Tabela 5. Continuação.

Biomassa da Lâmina Verde (BLV)							
	g.vaso <sup>-1</sup>						
Biloela	2,21	3,13	5,23	6,03	4,15 a		
Gayndah	2,46	2,74	3,74	4,24	3,29 b	23,34	0,06 <sup>ns</sup>
WA	1,47	1,77	2,24	3,76	2,31 c		0,000**
						0,000**	
Biomassa do Colmo Verde (BCV)							
	g.vaso <sup>-1</sup>						
Biloela	0,47	1,32	3,71	7,66	3,29 a		
Gayndah	0,6	2,46	5,71	9,68	4,61 a	37,74	0,056ns
WA	0,35	1,93	6,26	7,81	4,08 a		0,000**
							0,47 <sup>ns</sup>
Eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA)							
	g.MS <sup>-1</sup> .mm <sup>-1</sup>						
Biloela	0,04	0,04	0,05	0,06	0,047 a		
Gayndah	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05 a	27,77	0,016*
WA	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04 b		0,032*
							0,87 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Scott Knott; (ns) não significativo e (\*\*, \*) significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

**Tabela 6.** Valores de médias do quarto ciclo de corte, coeficiente de variação (CV), teste F de genótipos (G), lâminas de irrigação (L), interação genótipos x lâminas (GxL) dos principais caracteres estruturais de genótipos de *Cenchrus ciliaris* sob os tratamentos com inversão das lâminas de irrigação de 30% (120), 60% (90), 90% (60) e 120% (30) da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) em solo com textura arenosa.

Genótipo	Lâminas de Irrigação (% ET <sub>0</sub> )				Média	CV(%)	G	L	GxL	P-Valor
	30(120)	60(90)	90(60)	120(30)						
	Biomassa da Forragem Total (BFT)									
	g.vaso <sup>-1</sup>									
Biloela	2,57	5,07	9,92	10,77	7.08 a					
Gayndah	1,3	2,65	5,07	8,03	4.26 c	24,4	0,002**	0,000**	0,15 <sup>ns</sup>	
WA	2,02	2,82	8,05	8,35	5.31 b					
	g.vaso <sup>-1</sup>									
	Biomassa da Forragem Verde (BFV)									
Biloela	2,45	4,7	9,27	10,1	6.63 a					
Gayndah	1,16	2,55	4,92	7,66	4.07 c	23,94	0,001**	0,000**	0,23 <sup>ns</sup>	
WA	1,9	2,72	7,57	8,12	5.07 b					

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Biomassa da Lâmina Verde (BLV)						
g.vaso <sup>-1</sup>						
Biloela	1,97	3,27	4,8	5,32	3,84 a	
Gayndah	0,93	1,65	2,42	3,44	2,11 b	0,34 <sup>ns</sup>
WA	1,22	1,45	3,1	3,45	2,30 b	0,000**
						23,34
						0,000**
Biomassa do Colmo Verde (BCV)						
g.vaso <sup>-1</sup>						
Biloela	0,52	1,42	4,45	4,77	2,79 a	
Gayndah	0,23	0,92	2,47	4,25	1,96 a	0,65 <sup>ns</sup>
WA	0,7	1,25	4,47	4,67	2,77 a	0,000**
						43,75
						0,068ns
Eficiência do uso da água para a produção de biomassa de forragem verde (EUA)						
g.MS <sup>-1</sup> .mm <sup>-1</sup>						
Biloela	0,04	0,04	0,05	0,04	0,042 a	
Gayndah	0,02	0,02	0,02	0,03	0,022 b	0,38 <sup>ns</sup>
WA	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03 c	0,000**
						23,51
						0,000**

Médias seguidas de letras distintas diferem (P<0,05) pelo teste de Scott Knott; (ns) não significativo e (\*\*, \*) significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Como já discutido nos ciclos de corte anteriores, o *C. ciliaris* apresentou tolerância ao *déficit* hídrico, contudo ainda era necessário verificar se os genótipos apresentam capacidade de recuperação de produção de forragem quando aumenta o regime de irrigação. A resposta pode ser verificada no melhor desempenho superior observado para os três genótipos nas lâminas de 90% (60) e 120% (30) da  $ET_0$ , em todos caracteres de produção, nos dois tipos de solos (Tabelas 5 e 6). Esses resultados corroboram com os encontrados por Pompeu et al. (2018), e demonstram a alta capacidade de resiliência de *C. ciliaris* e permite seu uso em região semiárida, pois é uma gramínea que garante uma produção mínima de forragem em condições de *déficit* hídrico, e no período das águas, possibilita bom vigor de rebrotação, possivelmente por ser a condição climática que mais se aproxima daquela encontrada no centro de origem desta gramínea.

Como já discutido nos ciclos de corte anteriores, o *C. ciliaris* apresentou tolerância ao *déficit* hídrico, contudo ainda era necessário verificar se os genótipos apresentam capacidade de recuperação de produção de forragem quando aumenta o regime de irrigação. A resposta pode ser verificada no melhor desempenho superior observado para os três genótipos nas lâminas de 90% (60) e 120% (30) da  $ET_0$ , em todos caracteres de produção, nos dois tipos de solos (Tabelas 5 e 6). Esses resultados corroboram com os encontrados por Maranhão et al. (2019), e demonstram a alta capacidade de resiliência de *C. ciliaris* que permite seu uso em região semiárida, pois é uma gramínea que garante uma produção mínima de forragem em condições de *déficit* hídrico, e no período das águas, possibilita bom vigor de rebrotação, possivelmente por ser a condição climática que mais se aproxima daquela encontrada no centro de origem desta gramínea.

## Conclusões

---

A metodologia de determinação de estresse hídrico com utilização de lâminas contrastantes com base na evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) em *C. ciliaris* é eficiente para discriminar o desempenho dos genótipos sob condições de *déficit* hídrico. A avaliação de estresse hídrico em solo de textura média apresenta melhor previsibilidade de comportamento em relação ao de textura arenosa. Os genótipos de *C. ciliaris* se adaptam melhor em solos com textura média em relação aos de textura arenosa. O genótipo Biloela apresenta

superioridade de desempenho produtivo em todas as condições de estresse hídrico.

A pesquisa resultante desta publicação irá proporcionar melhor eficiência na produção de alimentos agropecuários em condições hídricas desfavoráveis, o que aumentará a segurança alimentar das comunidades em regiões semiáridas, atingindo os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), conforme Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), 2, 3, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 16 e 17.

## Agradecimentos

---

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela disponibilização de bolsa de iniciação científica para treinamento de recurso humano na presente pesquisa.

## Referências

---

ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semi-árido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 8-14, out./dez. 2012.

DIAS FILHO, M. B.; CORSI, M.; CUSATO, S. Respostas Morfológicas de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata ao estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.7, p.893-898, jul. 1989. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166381/1/16051-70194-3-PB.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2022.

LEVITT, J. Response of plants to environmental stress. II: Water radiation, salt and other stress. New York: Academic Press, 1980. 606 p.

MARANHÃO, S. R.; POMPEU, R. C. F. F.; SOUZA, H. A. de; ARAÚJO, R. A. de; FONTINELE, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Morphophysiology of buffel grass grown under different water supplies in the dry and dry-rainy seasons. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 8, p. 566-571, 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199646/1/CNPC-2019-Morphophysiology.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2022.

OLIVEIRA, M. C. de. **Capim buffel: produção e manejo nas regiões secas do Nordeste**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1993. 18 p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular técnica, 27). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82655/1/CTE27.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2022

SILVA, M. M. P. da; VASQUEZ, H. M.; BRESSAN-SMITH, R.; SILVA, J. F. C. da; ERBESDOBLER, E. D.; ANDRADE JUNIOR, P. S. C. Eficiência fotoquímica de gramíneas forrageiras tropicais submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 67-74, fev. 2006. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000100008>.

**Embrapa**

---

**Caprinos e Ovinos**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL