

PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRICIONAL DE GENÓTIPOS DE
CAPIM-ELEFANTE EM DIFERENTES IDADES DE CORTE

RAFAEL SOUZA FREITAS

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

AGOSTO – 2022

PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRICIONAL DE GENÓTIPOS DE
CAPIM-ELEFANTE EM DIFERENTES IDADES DE CORTE

RAFAEL SOUZA FREITAS

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal”

Orientador: Prof. Rogério Figueiredo Daher

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

AGOSTO – 2022

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

F866 Freitas, Rafael Souza.

PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRICIONAL DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE EM DIFERENTES IDADES DE CORTE / Rafael Souza Freitas. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2022.

76 f.

Bibliografia: 70 - 76.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2022.

Orientador: Rogerio Figueiredo Daher.

1. Capineiras. 2. Características forrageiras. 3. *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone.
4. Cultivares. 5. Curva de crescimento. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
II. Título.

CDD - 630

PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRICIONAL DE GENÓTIPOS DE
CAPIM-ELEFANTE EM DIFERENTES IDADES DE CORTE

RAFAEL SOUZA FREITAS

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal”

Aprovada em, 23 de agosto de 2022

Comissão Examinadora:

Dr. Moisés Ambrósio (D.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas) – UENF

Prof. Dr. Alberto Magno Fernandes (D.Sc., Zootecnia) – UENF

Dr. Aldo Shimoya (D.Sc., Genética e Melhoramento) – UCAM

Prof. Dr. Rogério Figueiredo Daher (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF
(Orientador)

DEDICATÓRIA

*Dedico a minha família, em especial aos meus pais Bernadete e Humberto,
minha esposa Ana Kesia e minhas filhas Helena e Manuela.*

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, por abençoar grandemente a minha vida.

Aos meus pais, Humberto Antônio de Freitas e Bernadete Rosa de Souza Freitas, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu pudesse estudar e hoje concluir o meu doutorado.

A minha esposa, Ana Kesia Vidal, que sempre esteve ao meu lado me apoiando, incentivando e também pela paciência e compreensão nos momentos difíceis.

Ao meu orientador, Professor Rogério Figueiredo Daher, que me orienta desde a graduação, sempre apoiando, incentivando e orientando com paciência e sabedoria.

Agradeço aos membros da banca examinadora, Professores Alberto Magno, Aldo Shimoya e Moisés Ambrósio, pelo interesse, dispondo de seu tempo e conhecimento para analisar este trabalho.

Aos professores pelo conhecimento técnico e científico transmitido, os quais foram essenciais para a minha formação. Pessoas com as quais tenho como bons amigos e colegas de profissão.

Agradeço aos colegas do LEAG, Alexandre, Cleudiane, João, Maxuel, Raiane e Wanessa por todo companheirismo e ajuda. Em especial ao Moisés e Grasiela por todas as contribuições.

Aos técnicos de campo, por toda a ajuda e dedicação a este trabalho, sem a ajuda de vocês, não seria possível a realização deste trabalho.

Agradeço à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e ao LEAG, por terem me recebido e disponibilizado sua estrutura, espaço físico, para realização deste trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado, que possibilitou a realização desta pesquisa.

A todos os meus sinceros agradecimentos

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1.INTRODUÇÃO	1
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Aspectos gerais do capim-elefante	4
2.2. Cultivares de capim-elefante.....	5
2.3. Características produtivas e nutricionais do capim-elefante	6
2.4. Formas de utilização do capim-elefante.....	9
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Caracterização da área experimental.....	11
3.2. Material genético	12
3.3. Implantação e condução do experimento.....	13
3.4. Características avaliadas	14
3.4.1. Características morfoagronômicas.....	14
3.4.2. Características bromatológicas via NIRS	15
3.5. Análise estatística	15
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1. Análise de variância para as características morfoagronômicas.....	20
4.2. Análise de agrupamento de médias (Teste de Scott Knott) para as características morfoagronômicas	22

4.3. Análise de regressão polinomial para as características morfoagronômicas	32
4.4. Análise de regressão polinomial para as características bromatológicas ...	51
5. CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

RESUMO

FREITAS, Rafael Souza; D. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; agosto de 2022. PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRICIONAL DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE EM DIFERENTES IDADES DE CORTE; Orientador: Dr. Rogério Figueiredo Daher.

A escolha da forragem a ser implantada no sistema de produção deve ser pautada nas condições de clima e solo da região, porém sem deixar de lado questões como a produtividade e o valor nutricional. As principais alterações que ocorrem no valor nutricional das forrageiras são decorrentes de sua maturação. A qualidade nutricional decresce à medida que a matéria seca vai sendo acumulada. Dentre as diversas espécies utilizadas na alimentação animal, destaca-se o capim-elefante (*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone), por apresentar elevado teor de proteína e fibras, que o torna uma cultura versátil, podendo ser utilizada para diferentes finalidades, entre elas: pastejo, capineira, silagem e produção de bioenergia. Levando em consideração a importância econômica da cultura e da necessidade de identificar o ponto ótimo de corte do capim-elefante de modo a obter o máximo de produção aliado a elevada qualidade nutricional. O objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de capim-elefante e definir a idade ideal de corte do capim-elefante para utilização como capineiras na região Norte Fluminense com base em características morfoagronômicas e bromatológicas de 12 genótipos sob diferentes idades (7, 9, 11 e 13 semanas), em duas épocas de avaliação (inverno e verão). Os genótipos são provenientes do banco ativo de

germoplasma de capim-elefante (BAGCE) CCTA/UENF. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, com parcelas formadas por uma linha de nove metros de comprimento com espaçamento de 1,50 metros entre linhas divididas em quatro subparcelas, cada subparcela corresponde a uma das idades avaliadas. Foram avaliadas as seguintes características morfoagronômicas: produção de matéria seca, porcentagem de matéria seca, altura de plantas, diâmetro de colmo e número de perfilhos e as características bromatológicas: proteína bruta, fibra insolúvel em detergente neutro, fibra em detergente ácido, matéria mineral e lignina. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional em Genética e Estatística - Programa Genes. Os resultados evidenciaram que existe variabilidade entre os genótipos avaliados para as características estudadas. O genótipo Australiano destacou-se entre os demais quanto à produção de matéria seca de forragem. Com a maturidade da planta houve aumento da produção de matéria seca e diminuição do valor nutricional. Analisando as 10 características avaliadas, ao realizar a colheita da forragem com 9 semanas durante a estação de inverno e com 7 semanas durante o verão possibilitará obter maiores ganhos em rendimento animal em função do maior valor nutritivo e produção das forragens nesta idade.

ABSTRACT

FREITAS, Rafael Souza; DSc.; State University of Northern Fluminense Darcy Ribeiro; august, 2022. PRODUCTIVITY AND NUTRITIONAL VALUE OF ELEPHANT GRASS GENOTYPES AT DIFFERENT CUTTING AGES; Advisor: DSc. Rogério Figueiredo Daher.

The choice of forage to be implanted in the production system must be based on the climate and soil conditions of the region, but without leaving aside issues such as productivity and nutritional value. The main changes that occur in the nutritional value of forages are due to their maturation. Nutritional quality decreases as dry matter accumulates. Among the various species used in animal feed, elephant grass (*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone) stands out, as it has a high protein and fiber content, which makes it a versatile crop, and can be used for different purposes, including them: grazing, weeding, silage and bioenergy production. Taking into account the economic importance of the crop and the need to identify the optimum cut point for elephant grass in order to obtain maximum production without sacrificing nutritional quality, the objective of this work was to evaluate morphoagronomic and bromatological characteristics of 12 genotypes of elephant grass under different ages (7, 9, 11 and 13 weeks), in two evaluation periods (drought and wet). The genotypes come from the active elephant grass germplasm bank (BAGCE) CCTA/UENF. The experimental design used was in randomized blocks with three replications, with plots formed by a line of nine meters in length with a spacing of 1.50 meters between lines divided into four subplots, each subplot

corresponding to one of the ages evaluated. The morphoagronomic characteristics were evaluated: dry matter production, dry matter percentage, plant height, stem diameter and number of tillers and the bromatological characteristics: crude protein, insoluble fiber in neutral detergent, fiber in acid detergent, mineral matter and lignin. Statistical analyzes were performed with the aid of the computer application in Genetics and Statistics - Genes Program. The results showed that there is variability among the genotypes evaluated for the characteristics studied. The Australian genotype stood out among the others in terms of forage dry matter production. The increase in cutting age increased dry matter production and decreased nutritional value. Analyzing the 10 characteristics evaluated, when harvesting the forage at 9 weeks during the winter season and at 7 weeks during the summer, it will be possible to obtain greater gains in animal yield due to the higher nutritional value and production of forages at this age.

1. INTRODUÇÃO

A escolha da forrageira a ser implantada no sistema de produção deve ser pautada nas condições de clima e solo da região, considerando também questões como a produtividade e o valor nutricional. Dentre as diversas espécies utilizadas na alimentação animal, destaca-se o capim-elefante (*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone).

É cultivado em quase todas as regiões tropicais e subtropicais devido ao seu elevado potencial de produção de forragem, valor nutricional, aceitabilidade por diferentes categorias e espécies de animais, vigor e persistência. A cultura também apresenta bom teor de proteína e fibras, que o tornam uma cultura versátil, podendo ser utilizada para diferentes finalidades, entre elas: pastejo, capineira, silagem e produção de bioenergia (Pereira et al., 2017; Freitas et al., 2019; Silva et al., 2020; Gravina et al., 2020).

Fatores como: idade, altura de corte ou pastejo, características morfológicas, anatômicas, climáticos e adubação interferem diretamente nos aspectos nutricionais das plantas. As principais mudanças que ocorrem no valor nutricional das forrageiras são decorrentes de sua maturação. À medida que o acúmulo de matéria seca aumenta a qualidade nutricional decresce (Pereira et al., 2016). Em função disso, torna-se necessário realizar estudos com o intuito de identificar a idade ideal de corte a fim de encontrar o ponto ótimo entre produtividade e qualidade da forragem, que será determinado pelas características do genótipo interagindo com as condições edafoclimáticas.

As condições edafoclimáticas afetam a idade de corte do capim-elefante por esta ser uma forrageira sazonal, com cerca de 70-80% da produção concentrada no verão (Pereira et al., 2021). É importante considerar tanto o volume de precipitação quanto a distribuição das chuvas ao longo do ano tendo em vista que a oscilação na produtividade pode resultar em variações nutricionais da planta forrageira (Daher et al., 2017).

A região Norte Fluminense contribui significativamente para a produção de carne e leite no estado. Nela concentram-se aproximadamente 28% da produção estadual de carne (24.322,8 t) e 20% da produção total de leite (88.494.115 l) (EMATER-RIO, 2019). De acordo com a normal climatológica (1981- 2010) a pluviosidade média anual em Campos dos Goytacazes é de 1055,3 mm. Porém, um estudo mais recente realizado observando dados entre 1996 e 2015, concluiu que apenas cinco anos da série estudada apresentaram a precipitação anual superior aos 1055,3 mm definidos pela última normal climatológica para o município, caracterizando possível redução do volume anual de precipitação pluviométrica ao longo dos anos (Stida et al., 2018).

Os mesmos autores relatam que o regime de chuvas na região é muito irregular, tendo em vista que dos 7272 dias analisados, ocorreram chuvas em apenas 1832 dias (25,19% dos dias) (Stida et al., 2018). Tais condições climáticas contribuem para baixa oferta de forragem para os rebanhos e por consequência, menor oferta de carne e leite na região.

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro vem realizando estudos com a cultura do capim-elefante tendo por objetivo selecionar e desenvolver genótipos adaptados às condições edafoclimáticas da região Norte Fluminense, voltados tanto para produção animal como para produção de energia (Lima et al., 2011; Rossi et al., 2014; Daher et al., 2014; Menezes et al., 2014; Oliveira, et al., 2014; Santos et al., 2014, Rocha et al., 2015; Sousa et al., 2016; Freitas et al., 2018; Silva et al., 2020; Gravina et al., 2020; Vidal et al., 2022).

Porém, ainda não foram realizados estudos visando a identificação da idade ideal de corte para a região Norte do estado do Rio de Janeiro com o intuito de minorar as perdas nutricionais e de produtividade em função da escolha errada da idade de corte do capim-elefante na região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro.

Levando em consideração a importância econômica do capim-elefante e a necessidade de identificar o ponto ótimo de corte, o objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de capim-elefante e definir a idade ideal de corte do capim-elefante para utilização como capineiras na região Norte Fluminense com base em características morfoagronômicas e bromatológicas de 12 genótipos sob diferentes idades (7, 9, 11 e 13 semanas), em duas épocas de avaliação (inverno e verão).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais do capim-elefante

O capim-elefante foi inicialmente descrito e classificado taxonomicamente como *Pennisetum purpureum* Schumach (Stapt e Hubbard, 1934; Pereira et al., 2016), porém taxonomistas propuseram a existência apenas do gênero *Cenchrus*, composto pelo conjunto das espécies dos três gêneros, *Cenchrus*, *Pennisetum* e *Odontelytrum* (Pereira et al., 2016).

Atualmente é considerado pertencente à família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Paniceae e gênero *Cenchrus* L. (Pereira et al., 2016), e após as mudanças no gênero, foi proposta a mudança na denominação da espécie para *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone.

Identificado no início do século XX pelo Coronel Napier (Bennet, 1976; Cavalcante e Lira, 2010), o capim-elefante possui como centro de origem e variabilidade genética uma extensa área da África tropical, sendo as principais áreas de biodiversidade os territórios da Guiné, Moçambique, Angola, Zimbábue e Sul do Quênia (Ferreira e Pereira, 2005).

Foi introduzido no Brasil, em 1920 no Rio Grande do Sul, com estacas provenientes dos Estados Unidos e uma segunda introdução ocorreu em 1921, com estacas oriundas de Cuba. Seu cultivo foi disseminado por todo país por apresentar ampla adaptação ao ambiente tropical e elevado potencial de produção e qualidade de forragem (Pereira et al., 2008; Cavalcante e Lira et al., 2010).

O capim-elefante é cultivado desde o nível do mar até 2200 metros de altitude (Alcântara e Bufarah, 1983). É tolerante a seca e a altas temperaturas, podendo ser encontrado em regiões com variação térmica de 18 a 30°C e precipitação de 800 a 4000 metros. A espécie é conhecida pela alta taxa fotossintética e eficiência no uso da água, pela característica das folhas estreitas e eretas que permitem maior penetração da luz através do perfil vegetal (Alcântara e Bufarah, 1983).

O capim-elefante é uma forrageira perene, de hábito de crescimento cespitoso, sua altura varia de dois a seis metros. Apresenta caules do tipo colmos, eretos, cilíndricos, glabros e cheios. Apresentam rizomas curtos, folhas com inserções alternas, de coloração verde escura, clara ou púrpura, que podem ser pubescentes ou não, chegando a alcançar dez centímetros de largura e 110 centímetros de comprimento.

Apresentam nervura central larga e bainha lanosa, invaginante, fina e estriada, lígula curta e ciliada. A inflorescência é uma panícula primária e terminal, espiciformes, cilíndrica, reta, podendo ser solitária ou não. A panícula é formada por espiguetas envolvidas por um tufo de cerdas de tamanhos desiguais e de coloração amarelada e púrpura. A planta apresenta abundante lançamento de perfilhos aéreos e basilares, podendo formar densas touceiras, não cobrindo totalmente o solo (Nascimento Junior, 1981; Alcântara e Bufarah, 1983; Deresz, 1999; Pereira et al., 2016).

É uma forrageira com elevado potencial produtivo, podendo produzir até 50 toneladas de matéria seca por hectare ano (Pereira et al., 2016; Freitas et al., 2019). A espécie pode ser utilizada para ensilagem, picado verde, pastejo e produção de bioenergia (Pereira et al., 2016; Silva et al., 2020).

2.2. Cultivares de capim-elefante

No início da utilização do capim-elefante para alimentação animal apenas duas cultivares eram bem conhecidas, a cultivar Mercker, com colmos finos e lâminas foliares estreitas, e a cultivar Napier, com colmos grossos e lâminas foliares largas. Atualmente, as cultivares são divididas em cinco grupos, sendo a divisão realizada de acordo com a época de florescimento, pilosidade da planta, diâmetro do colmo, formato da touceira, largura da folha, número e tipo de perfilhos (Carvalho et al., 1972; Bogdan, 1977; Pereira, 1993), são eles:

- Grupo Anão: que agrupa as cultivares adaptadas para pastejo por possuírem menor comprimento dos entrenós. As plantas apresentam porte baixo (<1,5 m) e elevada relação folha:colmo. Exemplo: cultivar Mott, Kurumi.
- Grupo Cameroon: plantas de porte ereto, colmos grossos, predominância de perfilhos basilares, folhas largas, florescimento tardio (maio a julho) ou ausência de florescimento, e touceiras densas. Exemplos: Cameroon, Piracicaba, Vruckwona e Guaçu.
- Grupo Mercker: plantas de menor porte, colmos finos, folhas finas, menores e mais numerosas, época de florescimento precoce (março a abril). Exemplos: Mercker, Mercker comum, Mercker Pinda.
- Grupo Napier: plantas com colmos grossos, folhas largas, época de florescimento intermediária (abril a maio) e touceiras abertas. Exemplos: Napier, Mineiro e Taiwan A-146.
- Grupo dos Híbridos: Resultantes do cruzamento entre espécies de *Pennisetum*, principalmente *P. purpureum* e *P. americanum*. (Bogdan, 1977; Xavier et al., 1995; Pereira et al., 2001).

2.3. Características produtivas e nutricionais do capim-elefante

As características morfoagronômicas e bromatológicas fornecem informações que auxiliam nas tomadas de decisões quanto à escolha dos genótipos, bem como para determinação da época de corte. Durante seu crescimento e desenvolvimento as plantas experimentam diferentes condições ambientais que modificam a morfologia e a taxa de desenvolvimento, o que limita a produção e altera sua qualidade. No entanto, condições outras que não sejam ótimas para o seu crescimento, permitem identificar genótipos eficientes e tolerantes a condições ambientais adversas. A planta é o principal indicador das condições ambientais (Allard e Bradshaw, 1964).

Características como altura de plantas, diâmetro de colmo e número de perfilhos, trazem informações adicionais sobre a produtividade e qualidade nutricional do material. Rossi et al. (2014) trabalhando com 52 genótipos de capim-elefante revelaram que indivíduos com elevado número de perfilhos tendem a ter menor altura e diâmetro, causando plantas com baixos teores de fibras, o que é desejável tendo em vista que um material menos fibroso tem maior digestibilidade. Em contrapartida, observa-se que, quando a planta perfilha menos, seus colmos

são mais robustos e as plantas mais altas, com elevados teores de fibra, baixos teores de nitrogênio e, conseqüentemente, menor digestibilidade.

Cunha et al. (2011) avaliando a associação entre as características morfológicas e produtivas de oito clones de capim-elefante encontraram que a porcentagem de matéria seca apresentou correlação negativa com o índice de área foliar, interceptação de luz e positiva com ângulo da folha. Os mesmos autores evidenciaram que a produção de matéria seca apresenta correlação positiva com o número de perfilhos basais e a altura da planta e correlação negativa com a área foliar

Para atingir bons resultados, é necessário que o manejo seja condizente com os objetivos propostos, requerendo então a manipulação dos fatores capazes de alterar o potencial produtivo para garantir a maximização dos ganhos de produtividade de forragem e por conseqüência, maiores produtividades de carne e leite.

Devido seu elevado potencial de produção de matéria seca em curto período, o capim-elefante perde qualidade nutricional muito rapidamente, diminuindo o teor de proteína e elevando o teor de fibra, o que acarreta uma menor ingestão de alimento pelos animais (Corst, 1988). Portanto, é importante observar que o corte da capineira com idade maior que o recomendado, apesar de proporcionar maior produção de massa de forragem, confere baixo valor nutricional a forragem, em conseqüência dos elevados teores de fibra (lignina e celulose) e baixo teor proteico (Pereira et al., 2010).

Geralmente, quando a forragem é colhida em estágio avançado de maturidade, estas apresentam baixos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, o que pode resultar em diminuição do desempenho animal (Zanine et al., 2007). Por isso, deve-se conciliar o rendimento forrageiro com o valor nutricional da planta, para obtenção de maior produção animal.

A maturidade é o fator que mais afeta a qualidade da forragem, no entanto, o ambiente modifica o impacto da maturidade. Ano, estação e variações no ambiente, relacionado a uma localização geográfica, alteram a qualidade da forragem, mesmo quando as forragens são colhidas em estágio fisiológico similar (Buxton et al., 1995).

Dentre os fatores relacionados ao ambiente que afetam a composição da forragem e, conseqüentemente sua qualidade, temperatura, radiação solar,

fotoperíodo, disponibilidade de água, fertilização e solo, seguidos por doenças e outros fatores estressantes são os mais importantes (Van Soest, 1994). A temperatura exerce maior influência sobre a qualidade da forragem do que os outros fatores ambientais.

A temperatura ótima para gramíneas temperadas está em torno de 20 a 25°C e para gramíneas tropicais entre 30 a 35°C (Buxton et al., 1995). Aumento na temperatura causa um aumento na taxa de maturação com o tempo, mas também causa uma rápida conversão de carboidratos solúveis em polissacarídeos estruturais (Buxton e Claser, 1993).

Altas temperaturas promovem uma atividade metabólica maior, que decresce o pool de metabólitos no conteúdo celular. Esta atividade decresce os teores de nitrato, proteína e carboidratos solúveis e aumenta os componentes da parede celular, como aumento da lignificação da mesma (Van Soest, 1994). Quando a temperatura está abaixo do ótimo para crescimento, açúcares solúveis se acumulam, porque a fotossíntese é menos sensível a baixas temperaturas do que o crescimento (Nelson e Moser, 1993).

Outro entrave ocorre em função do rápido alongamento de colmo na época das águas, que resulta em diminuição da relação folha/colmo e do valor nutritivo da forragem nesta época (Pereira et al., 2013). Com isso, na época das águas ocorre uma maior disponibilidade de forragem, porém de menor qualidade nutricional. Deste modo, a idade ideal de corte do capim-elefante irá variar conforme as condições ambientais ocorridas durante os meses de crescimento. Os estudos para determinação do ponto ideal de corte nas diferentes condições ambientais da região Norte Fluminense são de extrema importância, de modo a garantir a oferta de forragem de qualidade aos rebanhos da região durante todo o ano.

2.4. Formas de utilização do capim-elefante

A utilização do capim-elefante é feita principalmente como capineira, podendo produzir silagem de boa qualidade ou fornecida picada verde no cocho (Pereira et al., 2016), mas também pode ser usada para pastejo (Pereira et al., 2017). O pastejo do capim-elefante tem sido limitado por seu rápido crescimento, que resulta no amadurecimento rápido dos colmos e perda de qualidade nutricional. Tais características tornam necessárias roçadas frequentes, visando a retirada dos resíduos fibrosos e dando estímulo de surgimento de novos brotações (Paciullo, 2015).

A utilização como capineiras é um importante recurso forrageiro para a suplementação volumosa no período seco. A forragem colhida no momento ideal é uma excelente forma de suprir a escassez de forragem durante o inverno. Somado a isso, a ensilagem da forragem excedente que pode ocorrer durante o verão para utilização durante o inverno torna viável e aconselhável o uso do capim-elefante como capineira. (Pereira et al., 2016).

As capineiras apresentam ainda como vantagem a possibilidade de aumento da produção de forragem por unidade de área, em relação ao pastejo, pois são eliminadas as perdas devido ao pastejo e a contaminação pelas fezes e urina. Possibilitam ainda a utilização de áreas de difícil acesso para o pastejo do gado produtivas. É necessário atentar-se no caso específico da formação de capineiras para ser fornecida picada verde no cocho, com proximidade ao curral ou estábulo, a fim de facilitar o transporte da forragem colhida (Gomide, 1997).

A ensilagem é um método de conservação da forragem, que consiste no processo de conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, principalmente lactato, por bactérias ácido-lácticas. (McDonald et al., 1991). A silagem é um alimento suculento e nutritivo que é destinado à alimentação animal para suprir a falta de forragem de qualidade na época da seca, possibilitando assim que a produtividade animal não decline neste período (Negrão e Dantas, 2010).

Devido ao alto teor de água presente na forragem do capim-elefante, para aumentar o teor de matéria seca dos materiais ensilados, tem sido amplamente estudado métodos alternativos, dentre eles, pré-secagem da forragem e/ou a inclusão de aditivos (Carvalho et al., 2007).

Segundo Pereira e Reis (2001) a adição de um produto com alto teor de matéria seca que funciona como aditivo absorvente favorece a conservação e melhora o

valor nutritivo da silagem, reduz as perdas superficiais e na camada exposta da silagem, aumenta a vida útil, aumenta o valor energético, melhora a digestibilidade da fibra e da matéria seca elevando o teor de MS do material ensilado, o que torna o ambiente menos favorável para o desenvolvimento das leveduras. O teor de matéria seca adequado possibilita uma fermentação uniforme do material, teores de matéria seca abaixo do recomendado são as principais causas de fermentações secundárias e consequentes perdas (Santos et al., 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro Estadual de Pesquisas em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos (PESAGRO - RIO), localizada em Campos dos Goytacazes - RJ, com latitude 21°19'23" Sul e longitude de 41°19'40" Oeste, numa área de topografia plana.

O solo é classificado como Argissolo, distrófico e apresenta as seguintes características: pH 5,2; fósforo (mg dm^{-3}) 27; potássio (mg dm^{-3}) 148; Ca (cmolc dm^{-3}) 13,4; Mg (cmolc dm^{-3}) 1,9; Al (cmolc dm^{-3}) 0,1; H + Al (cmolc dm^{-3}) 3,1; Na (cmolc dm^{-3}) 0,16; C (%) 1,64 e Matéria Orgânica (%) 2,83.

De acordo com o sistema de classificação de Köppen (1948), o clima da região Norte Fluminense é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com período seco no inverno e chuvoso no verão. Os dados meteorológicos foram obtidos da estação automática agrometeorológica localizada próximo à área experimental. Na Figura 1 estão apresentados os valores mensais de precipitação pluvial e de temperatura referentes ao período da condução do experimento (novembro de 2019 a maio de 2021).

Temperaturas e Precipitação

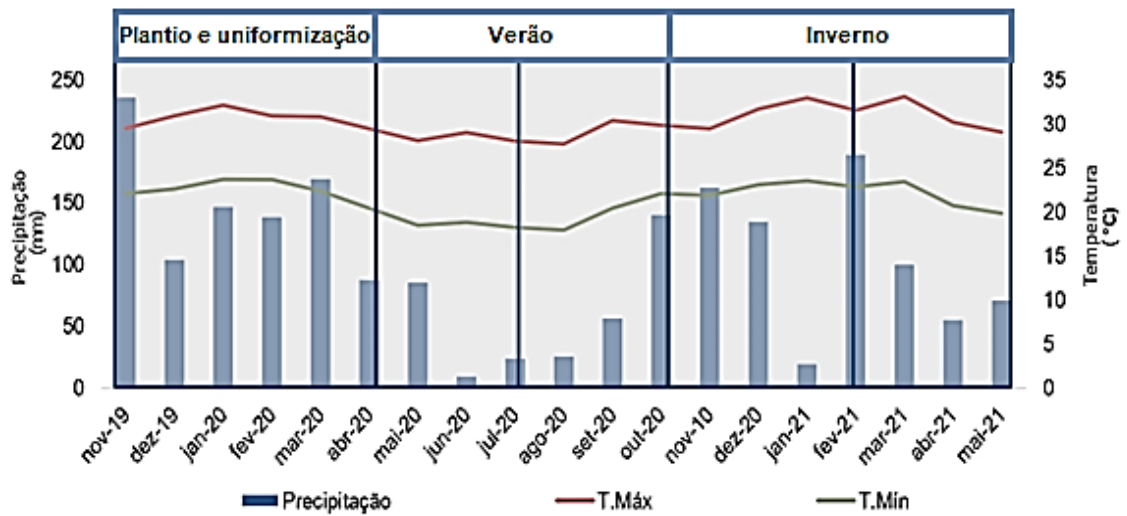


Figura 1. Precipitação e Temperaturas ocorridas durante o experimento de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

3.2. Material genético

Foram avaliados 12 genótipos provenientes do banco ativo de germoplasma de capim-elefante (BAGCE) CCTA/UENF, que foram doados pela Embrapa Gado de Leite, localizado em Coronel Pacheco – MG. Estes genótipos foram, previamente, selecionados com base em estudos para produção de forragem (Freitas et al., 2019). A descrição destes genótipos está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Identificação dos 12 genótipos de capim-elefante do Banco Ativo de Germoplasma de Capim-elefante (BAGCE) CCTA/UENF. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

Nº CAMPO	GENÓTIPOS	País	UF	Instituição de Origem
G1	Cuba-116	Cuba		
G2	IJ 7127 cv EMPASC 309	Brasil	SC	EPAGRI
G3	Pasto Panamá	Panamá		
G4	Cuba-115	Cuba		
G5	CAC 262	Brasil	SC	EPAGRI
G6	Australiano	Brasil	PE	
G7	IJ 7136 cv EMPASC 307	Brasil	SC	EPAGRI
G8	Gramafante	Brasil	RS	
G9	Três Rios	Brasil	RJ	UFRRJ
G10	Elefante de Pinda	Colômbia		
G11	Napierzinho	Brasil	SP	
G12	Capiaçu	Brasil	MG	Embrapa

3.3. Implantação e condução do experimento

O preparo do solo foi realizado com duas passagens de grade aradora e após o preparo do solo, foram abertos sulcos de plantio. Na condução do experimento, a adubação foi feita de acordo com os resultados obtidos na análise de solo e a recomendação do manual de calagem e adubação para o estado do Rio de Janeiro, parcelada em três épocas: no plantio e uma em cada corte de avaliação (Freire et al., 2017). Para tanto, no plantio, foram distribuídos 60 g de super fosfato simples por metro de linha. Após 50 dias do plantio, complementou-se a adubação, disponibilizando 70 g de ureia e 40 g de cloreto de potássio por metro de linha.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, com parcelas formadas por uma linha de nove metros de comprimento com espaçamento de 1,50 metros entre linhas divididas em quatro subparcelas, cada subparcela se refere a uma das idades avaliadas. A área útil compreende um metro ao centro da subparcela na qual a amostra foi coletada. Nas parcelas foram avaliados os 12 genótipos e nas subparcelas, as quatro idades de corte (7, 9, 11 e 13 semanas).

O plantio do experimento foi realizado no dia 14 de novembro de 2019. O corte de uniformização foi realizado no dia 14 de abril de 2020 (5 meses após o plantio) com a finalidade de proporcionar um crescimento uniforme das plantas. A partir dessa data teve início a fase de avaliação. A primeira época avaliada foi o início da seca (início do inverno) e os cortes foram realizados nos dias 02/06/2020, 16/06/2020, 30/06/2020 e 14/07/2020, referente aos cortes com 7, 9, 11 e 13 semanas de idade, respectivamente. Ao final das quatro avaliações, foi realizado um segundo corte de uniformização e repetido todo procedimento para realizar as avaliações no final da seca (final do inverno), início das águas (águas 1) e final das águas (final do verão), respectivamente.

As datas dos cortes da época final do inverno foram: uniformização 21/07/2020; 7 semanas 08/09/2020; 9 semanas 22/09/2020; 11 semanas 06/10/2020 e 13 semanas 20/10/2020. Os cortes para avaliação da época das águas 1 foram realizados nos dias: uniformização 03/11/2020; 7 semanas: 22/12/2020; 9 semanas 05/01/2021; 11 semanas 19/01/2021 e 13 semanas 02/02/2021. As datas dos cortes para a época do final do verão foram: uniformização 03/02/2021; 7 semanas 24/03/2021; 9 semanas 07/04/2021; 11 semanas 21/04/2021 e 13 semanas 05/05/2021.

3.4. Características avaliadas

3.4.1. Características morfoagronômicas

- Produção de matéria seca (PMS. t.ha⁻¹) - foi retirada uma amostra ao acaso picada e acondicionada em saco de papel identificado, pesado e colocado em estufa a 65°C por 72 horas. Em seguida, as amostras foram novamente pesadas para obtenção da amostra seca ao ar (ASA). O material seco foi moído em moinho tipo Willey com peneira de 5 mm e encaminhado para o Laboratório de Bromatologia da ESALQ/USP em Piracicaba/SP para determinação do teor de umidade ainda presente na amostra;
- Porcentagem de matéria seca (%MS, %) - obtida pela divisão da massa seca da planta pelo peso fresco e multiplicado por 100;
- Número de perfilhos (NP) – feito pela contagem do número de perfilhos por metro linear;

- Altura de plantas (ALT, m) – mensurada do solo até a inflexão da última folha completamente expandida;
- Diâmetro de colmos (DC, mm) – aferido pela média de três perfilhos de cada uma das parcelas avaliadas, mensurado com auxílio de um paquímetro digital a 20 cm de altura do solo.

3.4.2. Características bromatológicas via NIRS

As análises das características bromatológicas foram feitas levando em consideração as duas épocas de avaliação, seca e águas. Para realização das análises foram utilizadas amostras compostas e cada amostra composta foi formada pela junção de seis amostras simples (corte das águas 1 e 2 nos três blocos de cada corte para cada genótipo em cada idade de avaliação e corte da início do inverno e 2 nos três blocos de cada corte para cada genótipo em cada idade de avaliação). Ao total foram analisadas 96 amostras: 12 genótipos, em quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e duas épocas de avaliação (seca e águas).

As 96 amostras moídas no tamanho de 5 mm foram encaminhadas ao Laboratório de Bromatologia da ESALQ/USP em Piracicaba - SP para serem realizadas análises de composição bromatológica (metodologia NIRS) para os seguintes nutrientes: Proteína bruta (PB), Fibra em detergente ácido (FDA), Fibra insolúvel em detergente neutro (aFDNmo), Matéria mineral (MM) e Lignina. Cada amostra foi colocada em uma cubeta própria do equipamento e escaneada em espectrômetro de reflectância infravermelho próximo (NIRS) NIR, modelo Spectra Star 2600 XT series of Near Infrared Analyzers (Unity Scientific®) em duplicata. Para obtenção dos teores de PB, aFDNmo, FDA, MM e lignina foram utilizadas os modelos do próprio equipamento NIRS.

3.5. Análises estatísticas

As análises estatísticas dos dados foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional em Genética e Estatística - Programa Genes (Cruz, 2013) da Universidade Federal de Viçosa.

A análise de variância conjunta para as características morfoagronômicas em estudo foi realizada no delineamento em blocos casualizados, no arranjo de parcelas subdivididas no tempo, citado por Steel et al. (1997), descrito como:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + B_j + E_{ij} + S_j + PS_{ij} + D_{ijk}, \text{ em que:}$$

Y_{ijk} é o valor observado no i-ésimo tratamento;

μ = média geral;

k-ésimo bloco e j-ésima subparcela;

P_i é o efeito do i-ésimo fator A;

B_j é o efeito do k-ésimo bloco;

E_{ij} é o resíduo (a) da parcela;

S_j é o efeito do j-ésimo fator B;

PS_{ij} é a interação entre o i-ésimo fator A e o j-ésimo fator B;

D_{ijk} é o resíduo (b) da subparcela.

Após análise de variância, foi realizado um teste de comparação de médias para genótipos dentro de cada época de corte, pelo teste Scott-Knott a 5% de significância para as características morfoagronômicas.

As análises de regressão para as características morfoagronômicas e bromatológicas foram realizadas utilizando modelos de regressão de 1° e 2° grau. O modelo linear de primeiro grau foi dado por:

$$Y_i = a_0 + a_1 X_i + e_i, \text{ em que:}$$

Y_i = Valor observado da variável dependente Y no nível i da variável independente X;

a_0 = Constante da regressão (intercepto da reta com o eixo Y);

a_1 = coeficiente da regressão (variação de Y em função da variação de uma unidade de X);

x_i = valor do nível i da variável independente X (i = 7, 9, 11 e 13 semanas)

e_i = erro ou desvio associado à distância entre o valor observado Y_i e p valor estimado \hat{Y}_i da equação de regressão ajustada.

O modelo linear de 2° grau foi dado por:

$$Y_i = a_0 + a_1 X_i + a_2 X_i^2 + e_i, \text{ em que:}$$

a_2 = coeficiente de regressão do componente quadrático;

x_i^2 = valor do nível i da variável independente x elevando ao quadrado.

A estimativa dos coeficientes a_0 e a_1 é obtida pela minimização da soma de quadrado dos erros (método dos mínimos quadrados).

$$z = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum (y_i - a_0 - a_1 x_i)^2$$

$$\frac{\partial z}{\partial a_0} = \sum 2(y_i - a_0 - a_1 x_i)(-1)$$

$$\frac{\partial z}{\partial a_1} = \sum 2(y_i - a_0 - a_1 x_i)(-x_i)$$

Fazendo $\frac{\partial z}{\partial a_0} = \frac{\partial z}{\partial a_1} = 0$, obtém-se o sistema de equações normais:

$$\begin{cases} -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{a}_0 - \hat{a}_1 x_i) = 0 \\ -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{a}_0 - \hat{a}_1 x_i) x_i = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} n \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) = \sum_{i=1}^n y_i & \text{(Sistema de equações normais)} \\ \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right) = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{cases}$$

Para verificar se a equação explica significativamente a variável dependente (y), faz-se a análise de variância da regressão.

A soma de quadrado total (SQ_{Total}) é a soma de quadrado referente à variável dependente de y.

$$SQ_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{y \cdot^2}{n}$$

No modelo linear de 1º grau, a soma de quadrados devido à regressão é uma soma de parcelas e no caso: \hat{a}_0 multiplicado pelo 2º membro da equação de a_0 $\left(\sum_{i=1}^n y_i \right)$, somado a \hat{a}_1 multiplicado pelo 2º membro da equação de \hat{a}_1 $\left(\sum_{i=1}^n x_i y_i \right)$ e subtraindo a correção devido à medida de y (c)

$$SQ_{\text{Regressão}} = \hat{a}_0 \sum_{i=1}^n y_i + \hat{a}_1 \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{y \cdot^2}{n}$$

A SQ_{Resíduo} (ou parte não explicada pela regressão), que é a variação devido ao acaso, é dada por diferença:

$$SQ_{\text{Resíduo}} = SQ_{\text{Total}} - SQ_{\text{Regressão}} = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \hat{a}_0 \sum_{i=1}^n y_i - \hat{a}_1 \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

O grau de liberdade unitário para a regressão é devido à presença apenas de x_i no modelo e as hipóteses a serem testadas são: H_0 : não há regressão e H_1 : não H_0 .

No modelo de 2° grau: $y_i = a_0 + a_1x_i + a_2x_i^2 + e_i$, a soma de quadrados devido à regressão é dada por:

$$SQ_{\text{Regressão}} = \hat{a}_0 \sum_{i=1}^n y_i + \hat{a}_1 \sum_{i=1}^n x_i y_i + \hat{a}_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i - \frac{y_{\cdot}^2}{n}$$

O grau de liberdade da regressão será igual a 2 (sendo 1 para o componente de 2° grau), dessa forma, o grau de liberdade do resíduo será $(n - 3)$.

$$SQ_{\text{Resíduo}} = SQ_{\text{Total}} - SQ_{\text{Regressão}} = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \hat{a}_0 \sum_{i=1}^n y_i - \hat{a}_1 \sum_{i=1}^n x_i y_i - \hat{a}_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i$$

Tabela 2. ANOVA – Regressão linear do 1° grau

FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	1	SQReg	QM Reg	QM Reg/QMRes
Resíduo	n-2	SQRes	QM Res	
Total	n-1	SQ total		

Tabela 3. ANOVA – Regressão linear de 2° grau

FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	2	SQReg	QM Reg	QM Reg/QMRes
Resíduo	n-3	SQRes	QM Res	
Total	n-1	SQTotal		

O coeficiente de determinação, expresso em porcentagem, foi calculado por:

$$R^2 = \frac{SQ_{\text{Regressão}}}{SQ_{\text{Total}}} \times 100$$

Após foi calculado o coeficiente de determinação corrigido para graus de liberdade, calculado por:

$$R^2 \text{ ajustado} = R^2 - \frac{p}{n-p-1} * (1 - R^2)$$

De acordo com os resultados obtidos foi escolhido o modelo que melhor se ajustou a cada um dos genótipos nas diferentes épocas avaliadas levando em consideração os modelos que foram significativos ($P < 0,05$) e que apresentaram o maior coeficiente determinação (R^2).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de variância para as características morfoagronômicas

A análise de variância não mostrou efeito significativo ($P < 0,05$) para a interação entre genótipos e idades de corte para as características avaliadas, exceto porcentagem de matéria seca (%MS) nas quatro épocas de avaliação e número de perfilhos (NP) no final do inverno. Tais resultados mostram que as diferentes idades de avaliação não influenciam de forma diferenciada na resposta dos genótipos (Tabela 4).

O fator genótipo apresentou significância para todas as características estudadas, com exceção das características %MS no início e final do inverno e a produção de matéria seca (PMS) no início e no final do verão, mostrando que existe variabilidade entre os genótipos (Tabela 4), este fato confirma a diversidade desta espécie. Da mesma forma, Schneider et al. (2018) observaram variabilidade entre 80 genótipos de capim-elefante quanto às mesmas características agronômicas relacionadas à produção de forragem.

Tabela 4. Resumo da análise de variância das características morfoagronômicas dos 12 genótipos de capim-elefante em função da idade da planta (7, 9, 11 e 13 semanas). Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS									
		PMS	%MS	ALT	DC	NP	PMS	%MS	ALT	DC	NP
		INÍCIO DO INVERNO					FINAL DO INVERNO				
BLOCOS	2	0,18	0,78	0,10	0,02	17,35	4,96	8,71	0,03	0,12	149,79
GENÓTIPO (G)	11	13,17*	9,78 ^{ns}	0,29**	0,36**	1197,87**	5,35**	12,50 ^{ns}	0,17**	0,26**	845,48**
ERROa	22	5,75	4,52	0,05	0,02	183,37	1,08	7,59	0,02	0,07	98,10
IDADE (I)	3	463,58**	380,16**	8,49**	0,46**	1812,23**	211,07**	54,01**	4,58**	3,39**	11059,95**
INTERAÇÃO (GxI)	33	4,44 ^{ns}	5,46*	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	170,86 ^{ns}	2,04 ^{ns}	17,65**	0,04 ^{ns}	0,10 ^{ns}	234,63**
ERROb	72	3,97	3,06	0,03	0,05	158,69	1,63	8,42	0,03	0,07	88,82
MÉDIA		5,95	15,63	1,36	1,20	43,40	4,21	18,21	0,88	1,08	38,18
CV (%)		40,32	13,59	16,97	12,88	31,21	24,75	15,12	17,68	12,88	25,94
		INÍCIO DO VERÃO					FINAL DO VERÃO				
BLOCOS	2	21,64	10,34	0,01	0,04	171,13	4,76	2,50	0,11	0,11	32,90
GENÓTIPO (G)	11	53,70 ^{ns}	22,81**	0,10**	0,29**	795,28**	34,51 ^{ns}	13,84**	0,12*	0,29**	683,20**
ERROa	22	23,92	5,4	0,03	0,02	192,61	17,35	2,07	0,05	0,05	80,62
IDADE (I)	3	734,10**	443,99**	0,82**	0,07 ^{ns}	1060,12**	1397,31**	419,72**	8,74**	0,59**	366,86**
INTERAÇÃO (GxI)	33	13,52 ^{ns}	6,88*	0,02 ^{ns}	0,04 ^{ns}	93,90 ^{ns}	15,82 ^{ns}	4,07*	0,02 ^{ns}	0,05 ^{ns}	61,84 ^{ns}
ERROb	72	12,41	4,21	0,02	0,03	101,17	11,31	2,10	0,02	0,04	79,08
MÉDIA		13,30	21,38	1,93	1,32	38,12	10,71	21,23	1,62	1,09	34,04
CV (%)		36,77	10,86	8,73	11,81	36,41	38,88	6,78	13,28	20,04	26,38

(**, * e ns) significativo em nível de 1%, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente. Produção de matéria seca integral da planta em t.ha⁻¹ = PMS; Porcentagem de matéria seca integral = %MS; Número de perfilhos m⁻¹ linear = NP; Altura média da planta em metros = ALT; Diâmetro médio de colmo em centímetros = DC.

Os valores para o coeficiente de variação (CV%) encontrados variaram de 40,32% para PMS no início do inverno a 6,78% para %MS no final do verão. Estes CV% são considerados altos de acordo com Pimentel Gomes (2009). Tal fato pode estar relacionado com as condições climáticas (escassez de água, alterações no comprimento do dia e na intensidade de luz) provocando desuniformidade na resposta das plantas (Daher et al., 2017).

Os altos valores de CV% obtidos são aceitáveis, tendo em vista que as características avaliadas neste estudo são quantitativas e, por consequência, muito influenciadas pelo ambiente. Altos valores de CV% para características morfoagronômicas em capim-elefante também foram encontrados por Daher et al. (2016), Menezes et al. (2016), Souza et al. (2017), Daher et al. (2017) e Gravina et al. (2020).

4.2. Análise de agrupamento de médias (Teste de Scott Knott) para as características morfoagronômicas

A produtividade do capim-elefante varia significativamente dependendo do genótipo, idade, época, localização geográfica e práticas de manejo (Xie et al., 2011; Turano et al., 2016). Neste trabalho a característica PMS aumentou com o incremento nas idades dos cortes. Com relação a época das águas, quatro genótipos se destacaram por apresentarem as maiores produções em todas as idades avaliadas, foram eles Pasto panamá, CAC 262, Australiano e Gramafante (Figura 2). Entre os quatro genótipos superiores no verão, apenas o genótipo Australiano se destacou no inverno, demonstrando ser um genótipo promissor para ser utilizado em regiões com regime pluviométrico irregular durante o ano.

A PMS variou de 4,21 a 13,30 t.ha⁻¹ (Tabela 4). Estes valores corroboram com valores encontrados na literatura. Stida et al., (2018), ao avaliar 80 genótipos de capim-elefante com 12 semanas na época seca encontraram valores de 10.95 t.ha⁻¹. No verão foi observado maiores valores para PMS em relação às obtidas durante o inverno, o que está diretamente relacionado à variação pluviométrica.

Produção de matéria seca (PMS)

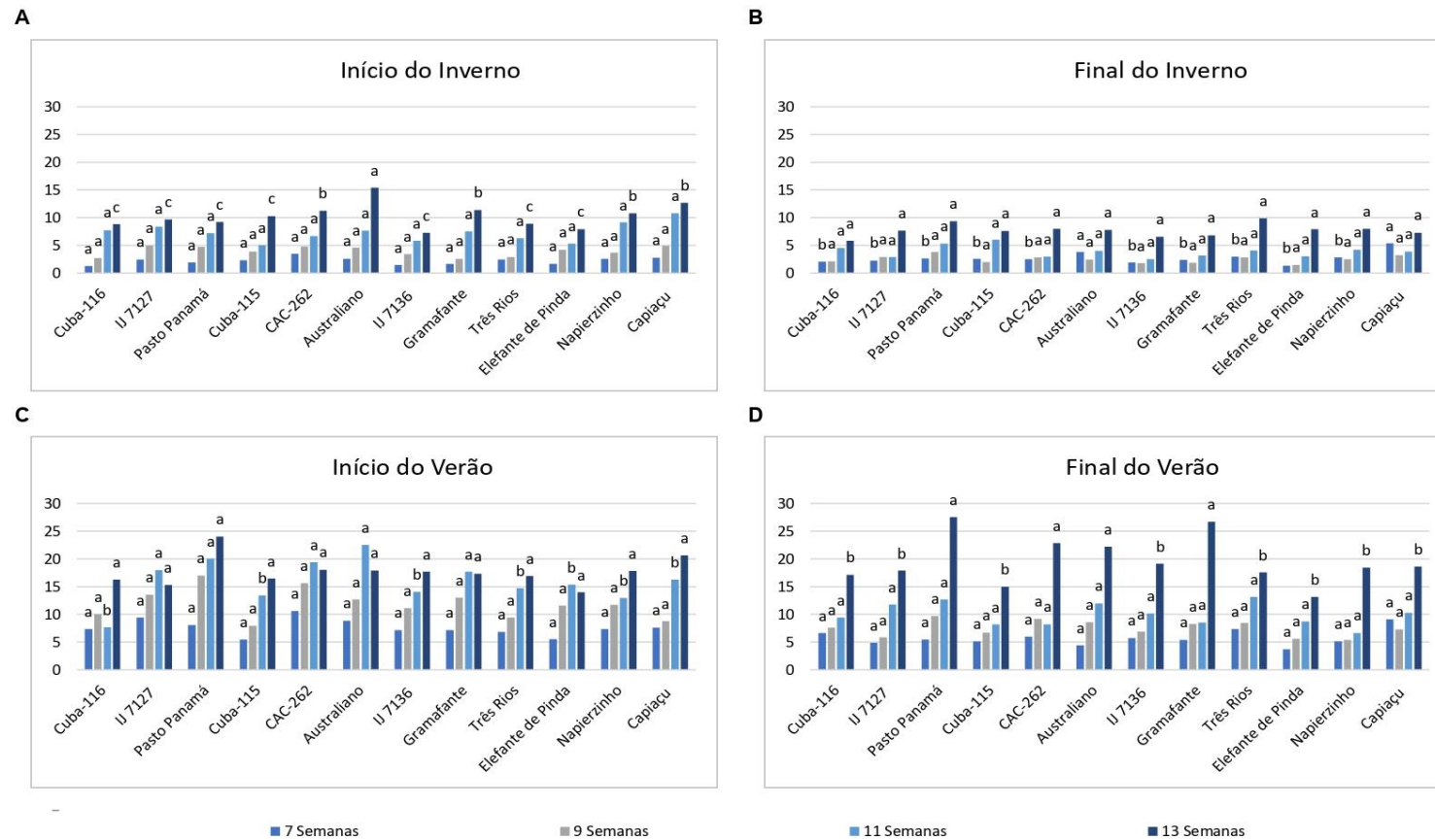


Figura 2. Valores médios da característica produção de matéria seca (PMS) em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e quatro épocas de avaliação, A: início do inverno, B: final do inverno, C: início do verão e D: final do verão, envolvendo 12 genótipos de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

A média para a característica %MS foi de 21,38% e 21,23% no início e final do verão, respectivamente. No inverno os valores encontrados foram de 15,63% e 18,21%, para a início do inverno e final do inverno, respectivamente. Monção et al. (2019) encontraram valores de 17,50% para genótipos de capim-elefante avaliados com 12 semanas.

No teste de média para a característica %MS, não houve coincidência entre os melhores genótipos nas diferentes épocas, considerando as quatro épocas de avaliação simultaneamente (Figura 3). No início do inverno, se destacaram os genótipos Cuba-115 e Capiáçu. No final do inverno os genótipos IJ 7127, CAC 262, IJ 7136 e o Três Rios se destacaram. Em ambas as avaliações ocorridas no verão os genótipos Australiano, Gramafante e Napierzinho se destacaram simultaneamente.

A %MS é uma característica de grande importância para escolha da forragem, tendo em vista que altos teores de matéria seca associados com alta digestibilidade estabelece a quantidade de nutrientes disponíveis para os animais. Estabelecer o consumo de matéria seca com precisão evita a sub ou superalimentação (Gomide, 1993). A subalimentação restringe a produção e pode afetar a saúde do animal, enquanto a superalimentação aumenta o custo alimentar e pode resultar em maior excreção de nutrientes no ambiente (NRC, 2001).

Porcentagem de matéria seca (%MS)

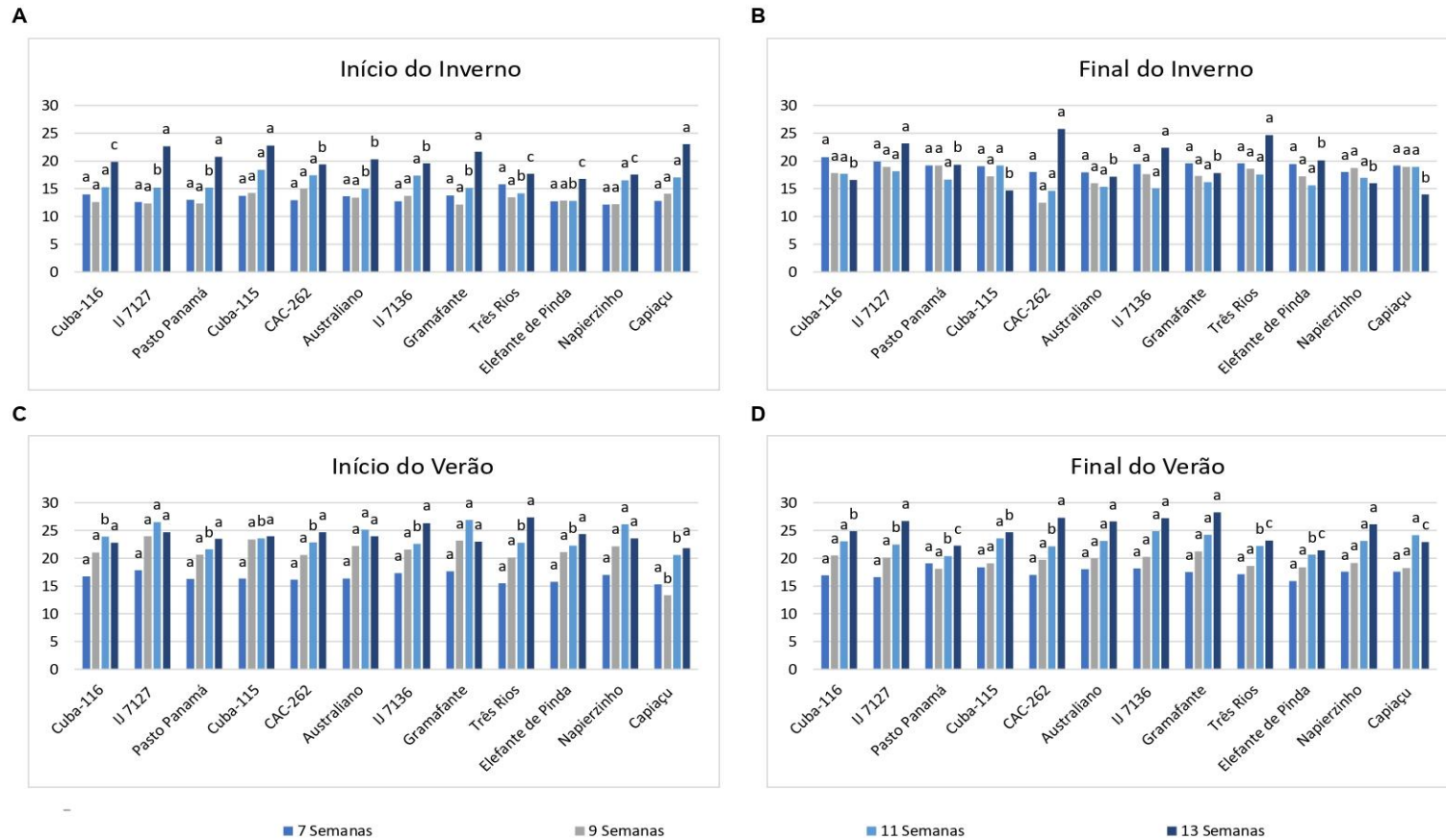


Figura 3. Valores médios da característica porcentagem de matéria seca (%MS) em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e quatro épocas de avaliação, A: início do inverno, B: final do inverno, C: início do verão e D: final do verão. envolvendo 12 genótipos de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

Foi possível observar que a altura média das plantas foi maior no verão (1,36, 0,88, 1,93 e 1,62 metros nas épocas início do inverno, final do inverno, início do verão, final do verão, respectivamente). Estes resultados divergem dos encontrados por Schneider et al. (2018), em que a altura média das plantas foi de 1,43 e 1,22 metros no inverno e verão, respectivamente.

Para altura de plantas (ALT) o genótipo Capiáçu se destacou em três das quatro épocas avaliadas, ao considerar as quatro idades de avaliação simultaneamente. Apesar do genótipo Capiáçu ser o que mais cresceu considerando as quatro idades de avaliação, ao observar apenas a idade de avaliação de 13 semanas, observou-se que o genótipo Pasto Panamá se destacou nas quatro épocas avaliadas (Figura 4).

Altura de plantas (Alt)

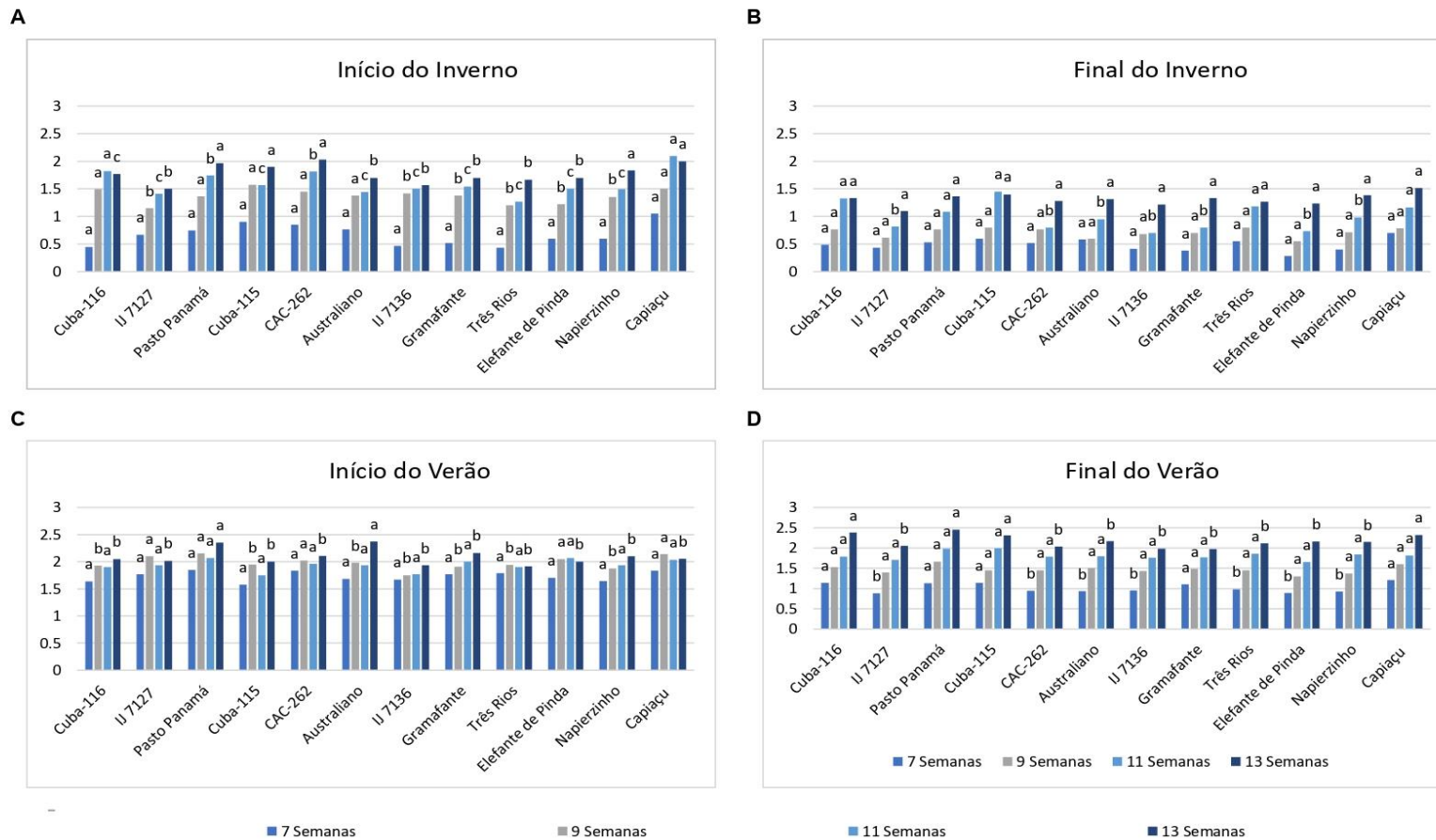


Figura 4. Valores médios da característica altura de plantas (Alt) em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e quatro épocas de avaliação, A: início do inverno, B: final do inverno, C: início do verão e D: final do verão. envolvendo 12 genótipos de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

Com relação ao diâmetro de colmo (DC), observou-se que somente o genótipo Capiapu diferiu dos demais sendo ele o que apresentou o maior diâmetro médio do colmo, em todas as épocas avaliadas nas quatro idades simultaneamente (Figura 5).

Para diâmetro de colmo, as médias dos genótipos avaliados variaram de 1,08 a 1,32 centímetros. Os resultados advindos de Rossi et al. (2014), ao avaliarem caracteres morfológicos em 40 genótipos de capim-elefante, revelaram valores médios para DC variando de 0,73 a 1,63 centímetros, o que corrobora com a média dos diâmetros encontrados na presente pesquisa. Entretanto os resultados obtidos diferem dos encontrados por Rodrigues et al. (2020), que obtiveram uma média de 3,93 cm ao avaliar 53 genótipos de capim-elefante.

Diâmetro de colmo (DC)

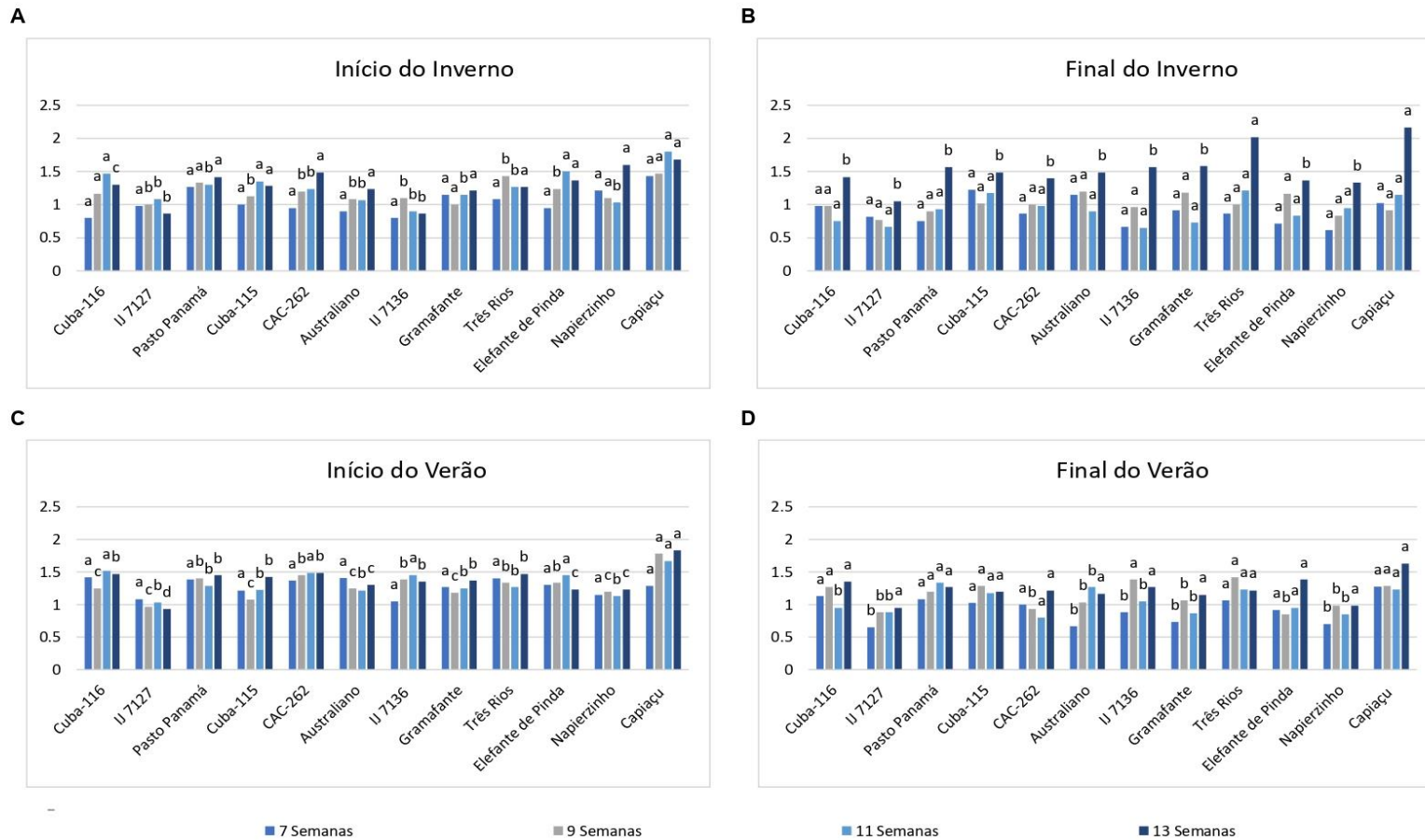


Figura 5. Valores médios da característica diâmetro de colmo (DC) em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e quatro épocas de avaliação, A: início do inverno, B: final do inverno, C: início do verão e D: final do verão, envolvendo 12 genótipos de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

A capacidade de perfilhamento é uma característica altamente desejável em plantas forrageiras, tendo em vista que o potencial de perfilhamento influencia a produção e a persistência das espécies perenes. As plantas perfilharam mais durante o inverno (43,40 e 38,18 perfilhos no início e final do inverno, respectivamente) quando comparado a época das águas (verão) (38,12 e 34,04, início e final do verão, respectivamente) denotando que os baixos índices pluviométricos ocorridos na época seca (inverno) impactaram negativamente a brotação dos perfilhos para o corte subsequente.

Nenhum genótipo se destacou nas quatro idades avaliadas, no início do inverno e início do verão para a característica número de perfilhos (NP) (Figura 6). Considerando a época da final do inverno e final do verão, os genótipos IJ 7127 e Australiano, se destacaram em ambas as épocas. Os resultados obtidos por Rossi et al. (2014), trabalhando com 52 genótipos de capim-elefante, revelaram que indivíduos com maior NP conseqüentemente geram maiores produtividades. Logo, esses resultados ratificam a superioridade do genótipo Australiano, devido a obtenção das maiores produtividades nas diferentes épocas avaliadas.

Número de perfilhos (NP)

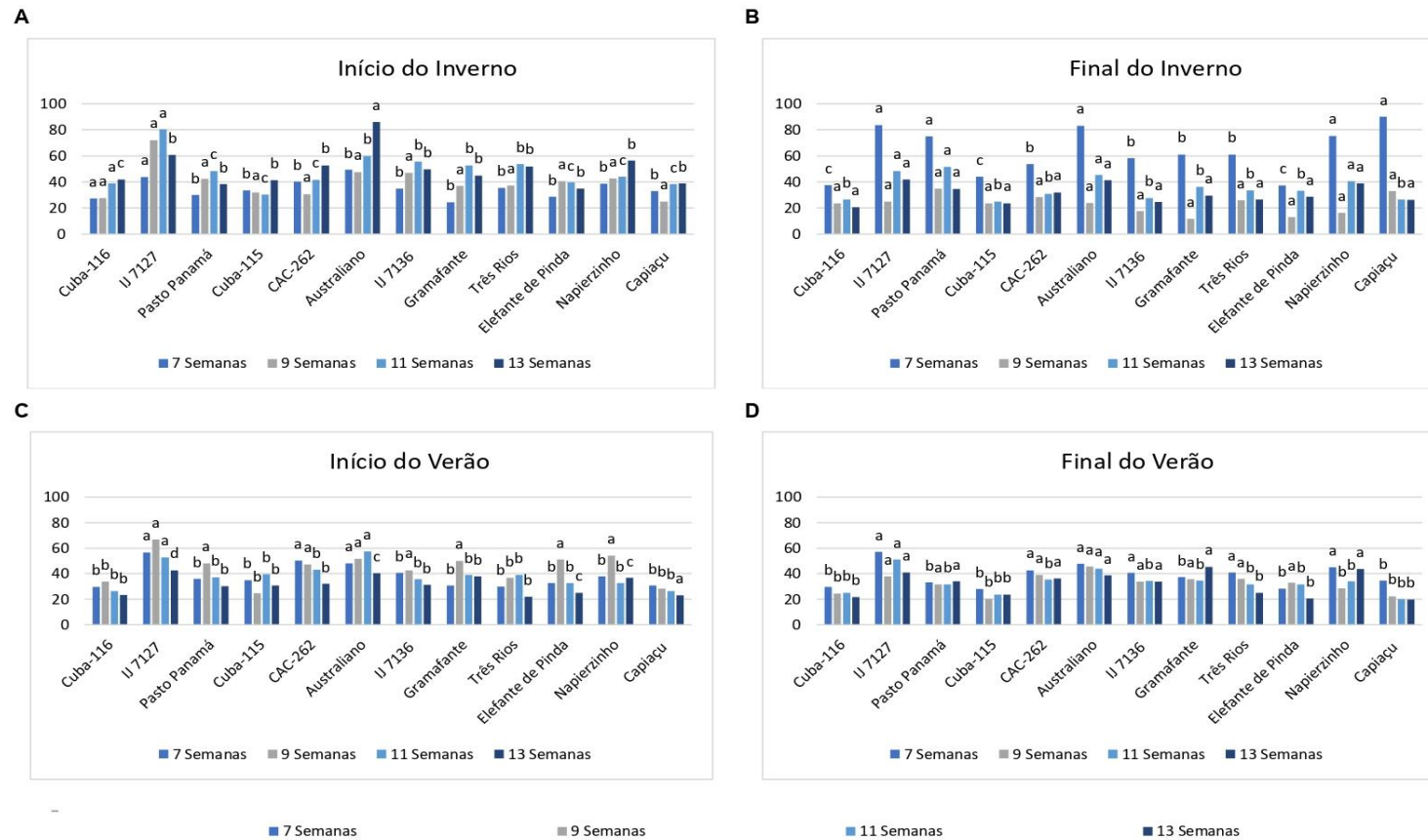


Figura 6. Valores médios da característica número de perfilhos em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e quatro épocas de avaliação, A: início do inverno, B: final do inverno, C: início do verão e D: final do verão. envolvendo 12 genótipos de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

4.3. Análise de regressão polinomial para as características morfoagronômicas

As estimativas de quadrados médios para as fontes de variação devido à regressão e os coeficientes de determinação para os modelos lineares de 1º grau e de 2º grau, aplicados aos valores médios das cinco características morfoagronômicas nas quatro épocas avaliadas encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Estimativas de quadrados médios para as fontes de variação devido à regressão (Reg) e os coeficientes de determinação (R²) dos modelos lineares de 1º e 2º graus para as características morfoagronômicas produção de matéria seca (PMS), porcentagem de matéria seca (%MS), altura de plantas (ALT), diâmetro de colmo (DC) e número de perfilhos (NP) em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e quatro épocas de avaliação envolvendo 12 genótipos^{1/} de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

Fonte de Variação		PMS		%MS		ALT		DC		NP			
Gen.	Época	Modelo	Reg.	R ²	Reg.	R ²	Reg.	R ²	Reg.	R ²	Reg.	R ²	
G1	Inverno	1	1º grau	114,70 **	89,21	61,77 **	54,38	2,74 **	62,26	48,60 **	50,78	459,26 ns	82,31
			2º grau	0,083 ns	78,63	26,28 **	97,59	0,90 **	98,69	21,33 *	90,04	5,33 ns	67,69
		2	1º grau	28,11 **	86,57	23,49 ns	76,71	1,45 **	85,03	0,17 ns	0	348,00 *	55,33
			2º grau	0,99 ns	82,79	2,27 ns	77,92	0,05 ns	80,76	0,33 *	17,03	50,02 ns	0,29
	Verão	1	1º grau	88,25 **	36,75	65,81 **	61,31	0,22 **	70,50	0,03 ns	0	104,01 ns	37,86
			2º grau	25,96 ns	24,54	21,88 *	96,65	0,02 ns	58,42	0,01 ns	0	36,75 ns	37,8
		2	1º grau	167,40 **	72,13	103,12 **	96,59	2,34 **	96,03	0,02 ns	0	81,66 ns	72,91
			2º grau	34,27 ns	94,27	2,37 ns	99,95	0,03 ns	95,81	0,05 ns	0	3,00 ns	54,85
G2	Inverno	1	1º grau	94,40 **	96,26	160,55 **	67,06	1,14 **	86,12	1,06 ns	0	528,06 ns	15,03
			2º grau	1,12 ns	96,02	44,96 **	99,71	0,11 ns	99,90	4,08 ns	15,58	1727,99 **	98,72
		2	1º grau	38,84 **	53,5	11,62 ns	0	0,73 **	98,33	0,05 ns	0	1550,42 **	0
			2º grau	12,93 **	75,93	27,09 ns	66,91	0,00 ns	99,72	0,14 ns	46,10	2054,08 **	0
	Verão	1	1º grau	72,71 *	44,95	80,01 **	44,45	0,05 ns	0	0,02 ns	31,38	470,40 *	29,45
			2º grau	33,96 ns	78,64	46,95 **	99,77	0,04 ns	0	0,00 ns	0	300,00 ns	60,27
		2	1º grau	304,78 **	89,41	159,12 **	98,45	2,21 **	97,88	0,12 ns	66,95	183,75 ns	0
			2º grau	19,63 ns	96,79	0,31 ns	97,50	0,02 ns	98,67	0,02 ns	74,01	60,75 ns	0
G3	Inverno	1	1º grau	89,32 **	99,3	101,94 **	66,68	2,43 **	93,10	2,60 ns	54,75	144,15 ns	0
			2º grau	0,41 ns	99,98	28,98 **	99,71	0,11 ns	99,87	0,18 ns	24,58	374,08 ns	92,09
		2	1º grau	70,02 **	86,39	0,70 ns	0	1,19 **	99,50	0,92 **	67,86	1632,81 **	25,27
			2º grau	6,24 *	97,13	5,40 ns	0	0,00 ns	99,48	0,17 ns	80,36	396,75 *	0
	Verão	1	1º grau	389,79 **	90,96	76,36 **	86,89	0,31 **	66,26	0,00 ns	0	117,60 ns	0
			2º grau	18,17 ns	95,07	4,59 ns	90,25	0,00 ns	32,76	0,02 ns	0	261,33 ns	31,52
		2	1º grau	720,37 **	79,86	21,02 **	59,21	2,74 **	98,67	0,07 ns	52,70	0,60 ns	0
			2º grau	85,86 **	90,67	5,85 ns	79,20	0,00 ns	97,64	0,02 ns	79,34	11,99 ns	98,42

Cont.; Tabela 5

Fonte de Variação			PMS		%MS		ALT		DC		NP		
Gen,	Época	Modelo	Reg	R ²	Reg	R ²	Reg	R ²	Reg	R ²	Reg	R ²	
G4	Inverno	1	1º grau	94,12 **	82,43	147,58 **	88,06	1,34 *	76,62	17,33 ns	66,13	68,26 ns	0
			2º grau	9,55 ns	91,77	11,06 ns	96,81	0,09 ns	69,94	2,75 ns	69,17	120,33 ns	66,05
		2	1º grau	54,66 **	75,34	18,69 ns	19,93	1,39 **	77,57	0,13 ns	7,67	534,01 *	39,64
			2º grau	3,46 ns	66,58	5,45 ns	0	0,04 ns	63,71	0,10 ns	93,34	270,75 ns	70,18
	Verão	1	1º grau	222,26 **	96,86	80,51 **	49,84	0,17 **	26,04	0,09 ns	23,36	0,60 ns	0
			2º grau	0,24 ns	94,04	33,12 **	81,84	0,01 ns	0	0,08 ns	86,10	1,33 ns	0
		2	1º grau	145,64 **	78,14	82,79 **	86,77	2,46 **	98,16	0,02 ns	0	14,01 ns	0
			2º grau	20,49 ns	92,34	0,12 ns	73,97	0,00 ns	96,33	0,03 ns	0	44,08 ns	0
G5	Inverno	1	1º grau	96,01 **	87,30	70,50 **	99,78	2,29 **	93,02	40,01 **	90,13	345,60 ns	21,01
			2º grau	8,20 ns	98,04	0,01 ns	99,61	0,11 ns	99,80	0,00 ns	80,27	320,33 ns	73,67
		2	1º grau	41,13 **	49,73	96,19 **	0	0,82 **	82,55	0,37 *	65,75	582,82 *	20,79
			2º grau	16,89 **	81,42	309,08 **	99,72	0,04 ns	78,35	0,06 ns	68,57	520,08 *	67,92
	Verão	1	1º grau	103,54 **	63,87	117,05 **	93,07	0,09 *	59,51	0,02 ns	71,14	528,06*	86,49
			2º grau	30,46 ns	94,75	5,13 ns	98,69	0,00 ns	22,07	0,00 ns	99,55	48,00 ns	97,79
		2	1º grau	370,66 **	55,54	166,76 **	94,91	1,94 **	96,19	0,04 ns	0	77,07 ns	69,59
			2º grau	97,89 **	66,83	4,38 ns	97,43	0,05 ns	99,81	0,17 *	37,15	16,33 ns	89,86
G6	Inverno	1	1º grau	258,29 **	85,97	69,50 **	62,58	1,22 **	81,00	14,50 ns	80,04	2244,82 **	69,45
			2º grau	24,79 *	98,05	22,68 **	98,67	0,09 ns	82,34	0,02 ns	60,47	574,08 *	99,99
		2	1º grau	27,21 **	36,77	1,44 ns	0	0,97 **	85,18	0,07 ns	0	1612,02 **	0
			2º grau	19,73 **	99,42	10,52 ns	94,97	0,091 ns	95,83	0,21 ns	0	2268,75 **	9,56
	Verão	1	1º grau	205,13 **	45,47	100,08 **	59,08	0,61 **	75,69	0,02 ns	0	45,06 ns	0
			2º grau	53,84 *	41,08	37,34 **	99,60	0,02 ns	57,69	0,04 ns	99,92	320,33 ns	40,04
		2	1º grau	483,20 **	89,65	124,82 **	97,69	2,40 **	97,13	0,45 **	59,03	123,26 ns	87,98
			2º grau	27,15 ns	94,99	1,86 ns	99,78	0,03 ns	97,95	0,16 *	97,09	8,33 ns	94,62

Cont.; Tabela 5

Fonte de Variação			PMS		%MS		ALT		DC		NP		
Gen,	Época	Modelo	Reg	R ²	Reg	R ²	Reg	R ²	Reg	R ²	Reg	R ²	
G7	Inverno	1	1º grau	59,18 **	98,73	86,78 **	93,88	1,71 **	56,84	0,65 **	92,13	416,07 ^{ns}	42,00
			2º grau	0,22 ^{ns}	98,61	1,09 ^{ns}	91,39	0,58 ^{ns}	86,51	0,33 **	79,27	243,00 ^{ns}	91,48
		2	1º grau	31,49 **	53,1	5,95 ^{ns}	0	0,87 **	80,45	0,85 **	27,42	12242,15 **	13,93
			2º grau	13,46 **	94,35	62,47 **	40,41	0,04 ^{ns}	74,87	0,28 *	6,69	1064,08 **	37,40
	Verão	1	1º grau	181,06 **	99,58	119,18 **	93,63	0,10 *	84,00	0,14 *	24,18	183,75 ^{ns}	67,66
			2º grau	0,07 ^{ns}	99,28	0,19 ^{ns}	87,7	0,00 ^{ns}	82,97	0,14 *	98,72	30,08 ^{ns}	73,85
		2	1º grau	283,75 **	78,36	152,65 **	96,60	1,75 **	95,85	0,10 ^{ns}	0	62,01 ^{ns}	39,23
			2º grau	45,78 *	98,15	0,03 ^{ns}	93,26	0,05 ^{ns}	99,90	0,06 ^{ns}	0	30,08 ^{ns}	65,03
G8	Inverno	1	1º grau	175,44 **	91,82	105,58 **	51,69	2,07 **	73,67	1,84 ^{ns}	0	904,82 *	52,90
			2º grau	6,30 ^{ns}	93,55	49,91 **	99,52	0,37 ^{ns}	91,64	3,52 ^{ns}	12,56	310,08 ^{ns}	76,34
		2	1º grau	32,50 **	56,39	5,85 ^{ns}	0	1,30 **	89,46	0,36 *	0	1365,22 **	0
			2º grau	13,27 **	99,67	11,48 ^{ns}	94,47	0,03 ^{ns}	86,45	0,25 *	0	1664,26 **	0
	Verão	1	1º grau	184,83 **	78,36	57,45 **	16,69	0,24 **	98,64	0,02 ^{ns}	8,54	18,15 ^{ns}	0
			2º grau	28,86 ^{ns}	96,81	66,86 **	88,58	0,00 ^{ns}	97,64	0,03 ^{ns}	91,29	310,08 ^{ns}	0
		2	1º grau	616,51 **	58,07	186,63 **	99,52	1,25 **	97,23	0,16 *	26,96	79,35 ^{ns}	6,25
			2º grau	175,49 **	77,67	0,09 ^{ns}	99,18	0,02 ^{ns}	99,99	0,00 ^{ns}	0	114,08 ^{ns}	74,26
G9	Inverno	1	1º grau	76,93 **	90,21	6,25 ^{ns}	0	2,13 **	83,70	2,20 ^{ns}	0	660,01 *	69,72
			2º grau	3,30 ^{ns}	92,48	25,70 **	99,79	0,10 ^{ns}	80,29	9,19 ^{ns}	0	10,08 ^{ns}	43,11
		2	1º grau	72,33 **	58,85	30,61 ^{ns}	1,81	0,96 **	92,73	2,01 **	76,70	1363,26 **	33,65
			2º grau	25,75 **	95,22	48,32 *	67,18	0,02 ^{ns}	91,64	0,33 *	95,28	588,00 *	39,48
	Verão	1	1º grau	191,45 **	96,12	218,46 **	98,52	0,02 ^{ns}	15,35	0,00 ^{ns}	0	70,42 ^{ns}	0
			2º grau	0,12 ^{ns}	92,43	0,00 ^{ns}	97,05	0,01 ^{ns}	31,20	0,05 ^{ns}	52,00	420,08 *	80,69
		2	1º grau	187,55 **	92,04	71,87 **	92,87	2,18 **	97,77	0,01 ^{ns}	0	410,81 *	98,75
			2º grau	8,16 ^{ns}	96,46	0,17 ^{ns}	86,43	0,03 ^{ns}	99,89	0,10 ^{ns}	0	2,08 ^{ns}	99,02

Cont.; Tabela 5

Fonte de Variação		PMS		%MS		ALT		DC		NP		
Gen.	Época	Modelo	Regressão	R ² ajustado	Regressão	R ² ajustado	Regressão	R ² ajustado	Regressão	R ² ajustado	Regressão	R ²
G10	Inverno	1 1º grau	59,24 **	96,84	21,54 **	41,99	1,92 **	89,65	34,50 *	54,07	48,59 ns	0
		2º grau	0,00 ns	93,69	11,04 ns	78,26	0,13 ns	98,53	13,02 ns	86,70	208,33 ns	85,48
	2	1º grau	66,76 **	69,09	0,01 ns	0	1,38 **	93,26	0,39 *	22,99	4,81 ns	0
		2º grau	16,77**	98,04	33,80 ns	63,21	0,04 ns	95,01	0,00 ns	0	290,08 ns	0
	Verão	1 1º grau	127,92 **	62,41	108,49 **	85,59	0,12 **	21,27	0,00 ns	0	256,27 ns	0
		2º grau	41,47 ns	97,71	7,91 ns	90,97	0,13 **	89,41	0,04 ns	0	507,00 *	8,29
	2	1º grau	147,29**	95,14	53,16 **	92,99	2,62 **	99,13	0,33 **	45,66	88,82 ns	0
		2º grau	4,92 ns	99,99	2,36 ns	98,67	0,00 ns	99,12	0,19 *	97,64	184,08 ns	97,79
G11	1	1º grau	135,12 **	89,19	63,48 **	81,56	2,21 **	86,01	17,60 ns	0	442,82 ns	77,02
		2º grau	0,22 ns	78,84	0,67 ns	65,85	0,13 *	87,79	35,02 *	73,47	52,08 ns	83,92
	2	1º grau	44,84 **	66,70	9,25 ns	56,52	1,55 **	99,01	0,77 **	92,42	1075,26 **	0
		2º grau	12,79 **	99,99	2,07 ns	60,80	0,00 ns	99,03	0,02 ns	92,54	2465,33 **	0
	Verão	1 1º grau	160,26 **	93,53	83,88 **	44,81	0,31 **	92,50	0,00 ns	0	96,26 ns	0
		2º grau	0,26 ns	87,55	44,25 **	89,65	0,00 ns	88,39	0,00 ns	0	108,00 ns	0
	2	1º grau	255,56 **	53,98	132,34 **	96,56	2,57 **	98,85	0,08 ns	20,48	0,27 ns	0
		2º grau	99,24 **	88,74	1,52 ns	96,50	0,01 ns	99,32	0,02 ns	0	507,00 *	75,52
G12	1	1º grau	187,93 **	93,14	168,90 **	86,26	1,78 **	76,56	17,60 ns	45,22	147,26 ns	8,59
		2º grau	0,05 ns	86,37	16,73 *	99,53	0,22 *	84,96	1,68 ns	8,71	56,33 ns	0
	2	1º grau	6,19 *	0	36,41 *	45,37	1,20 **	91,75	2,00 **	50,66	5841,07 **	52,49
		2º grau	22,85 **	99,98	16,75 ns	78,53	0,05 ns	96,07	0,95 **	97,07	2408,33 **	89,49
	Verão	1 1º grau	327,41 **	90,97	108,23 **	57,43	0,04 ns	0	0,35 **	44,89	93,75 ns	98,15
		2º grau	7,80 ns	88,68	7,94 ns	30,65	0,06 *	13,27	0,08 ns	34,61	0,75 ns	98,68
	2	1º grau	148,71 **	48,71	72,25 **	60,62	1,90 **	96,81	0,15 *	25,09	336,07 *	61,11
		2º grau	77,21 **	99,95	2,63 ns	29,30	0,00 ns	95,01	0,11 ns	62,45	108,00 ns	93,65

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns = Não significativo.

^{1/}G1: Cuba-116; G2: IJ 7127; G3: Pasto Panamá; G4: Cuba-115; G5: CAC-262; G6: Australiano; G7: IJ 7136; G8: Gramafante; G9: Três Rios; G10: Elefante de Pinda; G11: Napierzinho; G12: Capiçu.

Na primeira idade de corte a maioria dos genótipos apresentaram PMS inferior a 5 t.ha⁻¹ (7 semanas), na quarta idade de corte (13 semanas) o genótipo Pasto Panamá ultrapassou as 20 t.ha⁻¹, representando um forte aumento, em relação à primeira idade de corte. Este aumento foi linear no início do inverno e início do verão, indicando que os genótipos aumentaram a PMS durante as 13 semanas avaliadas (Tabela 6 e Figura 7).

Tabela 6. Equações de regressão estimadas para a característica produção de matéria seca em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e quatro épocas de avaliação. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

Genótipos	Equação estimada – Produção de Matéria Seca	
	Início do inverno	Final do inverno
Cuba-116	$y = 1,3827x - 8,6916$	$y = 0,6845x - 3,2041$
IJ 7127	$y = 1,2543x - 6,1568$	$y = 0,8047x - 4,1134$
Pasto Panamá	$y = 1,2202x - 6,4157$	$y = 0,1804x^2 - 2,5279x + 11,596$
Cuba-115	$y = 1,2525x - 7,1392$	$y = 0,1344x^2 - 1,733x + 7,7681$
CAC 262	$y = 1,265x - 6,1017$	$y = 0,2967x^2 - 5,1054x + 23,974$
Australiano	$y = 2,0748x - 13,186$	$y = 0,3206x^2 - 5,7391x + 28,261$
IJ 7136	$y = 0,9932x - 5,4357$	$y = 0,7245x - 4,0541$
Gramafante	$y = 1,71x - 11,3$	$y = 0,2629x^2 - 4,5224x + 21,169$
Três Rios	$y = 1,1323x - 6,1834$	$y = 0,3663x^2 - 6,2271x + 28,763$
Elefante de Pinda	$y = 0,9937x - 5,1533$	$y = 0,2956x^2 - 4,8575x + 20,986$
Napierzinho	$y = 1,5007x - 8,4617$	$y = 0,2581x^2 - 4,2979x + 20,27$
Capiaçu	$y = 1,7698x - 9,9024$	$y = 0,345x^2 - 6,5787x + 34,503$
	Início do verão	Final do verão
Cuba-116	$y = 1,2128x - 1,7875$	$y = 1,6703x - 6,5099$
IJ 7127	$y = 1,1008x + 3,0608$	$y = 0,3198x^2 - 4,142x + 17,93$
Pasto Panamá	$y = 2,5488x - 8,2074$	$y = 3,465x - 20,8$
Cuba-115	$y = 1,9247x - 8,4316$	$y = 1,558x - 6,8366$
CAC 262	$y = 1,3137x + 2,7784$	$y = 0,714x^2 - 11,794x + 54,51$
Australiano	$y = 1,849x - 2,9783$	$y = 2,8378x - 16,596$
IJ 7136	$y = 1,7372x - 4,8643$	$y = 2,1747x - 11,265$
Gramafante	$y = 1,7552x - 3,7576$	$y = 3,2055x - 19,826$
Três Rios	$y = 1,7863x - 5,875$	$y = 0,2063x^2 - 2,3571x + 13,553$
Elefante de Pinda	$y = 1,4602x - 2,9859$	$y = 0,1602x^2 - 1,6374x + 7,3344$
Napierzinho	$y = 1,6343x - 3,8784$	$y = 2,0638x - 11,729$
Capiaçu	$y = 2,336x - 10,037$	$y = 0,6342x^2 - 11,109x + 55,826$

Produção de matéria seca (PMS)

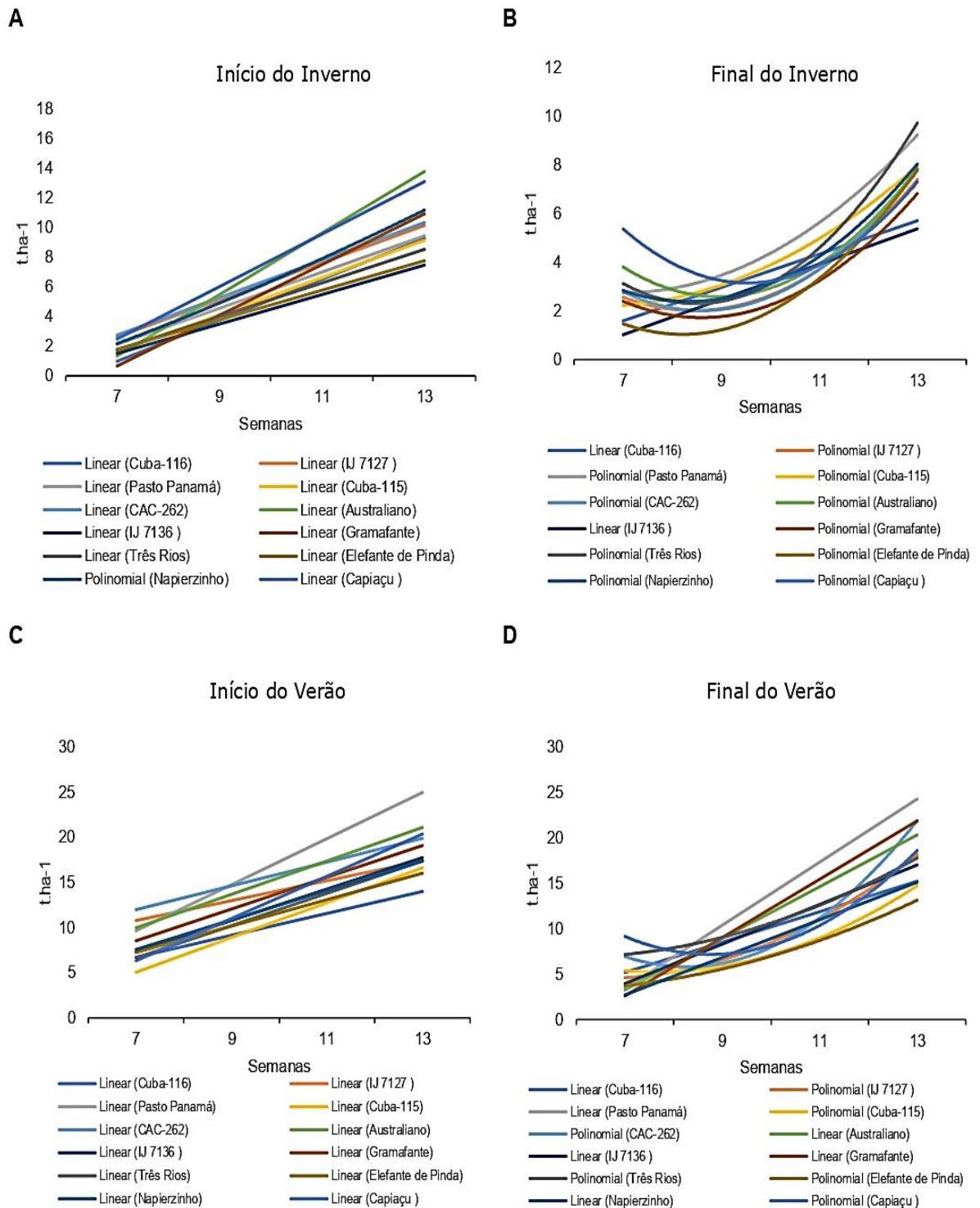


Figura 7. Modelo linear de 1º grau e 2º grau para produção de matéria seca (PMS) de 12 genótipos em quatro épocas de avaliação: A: início do inverno, B: final do inverno, C: início do verão e D: final do verão. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

No do inverno e final do verão os dados se ajustaram a uma regressão quadrática com ponto de mínima para a maioria dos genótipos, com exceção dos genótipos Cuba-115 no final do inverno. Entretanto os genótipos Pasto Panamá, Australiano, Gramafante e Napierzinho no início do verão e os genótipos Cuba-116 e IJ 7136 em ambas as épocas, se ajustaram em uma equação linear positiva. Tal resultado evidencia que o período avaliado não foi suficiente para atingir o ponto de máxima produção de matéria seca para os genótipos avaliados (Tabela 6 e Figura 7).

Para a característica porcentagem de matéria seca (%MS), no final do inverno, a maioria dos genótipos não se ajustaram a nenhuma equação de regressão ($P > 0,05$) (Tabela 7 e Figura 8). Os genótipos IJ 7127 e Três Rios apresentaram ponto de mínima com nove semanas de idade e os genótipos Australiano e Capiáçu apresentaram ajuste de regressão linear negativa, indicando que aumentaram o teor de umidade em função do aumento da idade de corte. Tais condições podem estar relacionadas às condições climáticas ocorridas ao final inverno. Na figura 1 pode-se observar que ocorreram chuvas consideráveis ao final desta época. Segundo Van Soest (1994), o teor de umidade das plantas é influenciado por uma série de fatores, entre eles o índice pluviométrico.

Tabela 7. Equações de regressão estimadas para a característica porcentagem de matéria seca em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e quatro épocas de avaliação. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

Genótipos	Equação estimada – Porcentagem de Matéria Seca	
	Início do inverno	Final do inverno
Cuba-116	$y = -0,0687x^2 + 1,5889x - 7,2874$	Ausência de regressão
IJ 7127	$y = 0,138x - 0,1983$	$y = 0,3756x^2 - 7,0723x + 51,327$
Pasto Panamá	$y = -0,0246x^2 + 0,693x - 2,8919$	Ausência de regressão
Cuba-115	$y = -0,0215x^2 + 0,5788x - 2,0481$	Ausência de regressão
CAC 262	$y = -0,024x^2 + 0,6746x - 2,6933$	Ausência de regressão
Australiano	$y = -0,0223x^2 + 0,5889x - 2,2264$	$y = -0,155x + 18,18$
IJ 7136	$y = 0,1692x - 0,4541$	Ausência de regressão
Gramafante	$y = 0,1858x - 0,5741$	Ausência de regressão
Três Rios	$y = 0,1885x - 0,7426$	$y = 0,5017x^2 - 9,319x + 60,61$
Elefante de Pinda	$y = 0,179x - 0,535$	Ausência de regressão
Napierzinho	$y = -0,0258x^2 + 0,7086x - 3,0539$	Ausência de regressão
Capiaçu	$y = -0,0342x^2 + 0,8557x - 3,3077$	$y = -0,779x + 25,557$
	Início do verão	Final do verão
Cuba-116	$y = -0,3376x^2 + 7,7993x - 21,424$	$y = 1,311x + 8,235$
IJ 7127	$y = 1,1548x + 11,702$	$y = 1,6285x + 5,1942$
Pasto Panamá	$y = -0,1547x^2 + 4,2218x - 5,465$	$y = 0,592x + 14,042$
Cuba-115	$y = -0,4154x^2 + 9,4658x - 29,226$	$y = 1,1747x + 9,6884$
CAC 262	$y = 1,3967x + 7,0972$	$y = 1,6672x + 4,8693$
Australiano	$y = 1,2915x + 9,0147$	$y = 1,4423x + 7,5184$
IJ 7136	$y = 1,4094x + 7,8452$	$y = 1,595x + 6,6885$
Gramafante	$y = 0,9786x + 12,888$	$y = 1,7637x + 5,1849$
Três Rios	$y = 1,9086x + 2,3537$	$y = 1,0945x + 9,3391$
Elefante de Pinda	$y = -0,2031x^2 + 5,406x - 11,862$	$y = 0,9413x + 9,6667$
Napierzinho	$y = -0,4801x^2 + 10,784x - 35,22$	$y = 1,4852x + 6,6391$
Capiaçu	$y = 1,3431x + 4,336$	$y = 1,0973x + 9,7467$

Porcentagem de matéria seca (%MS)

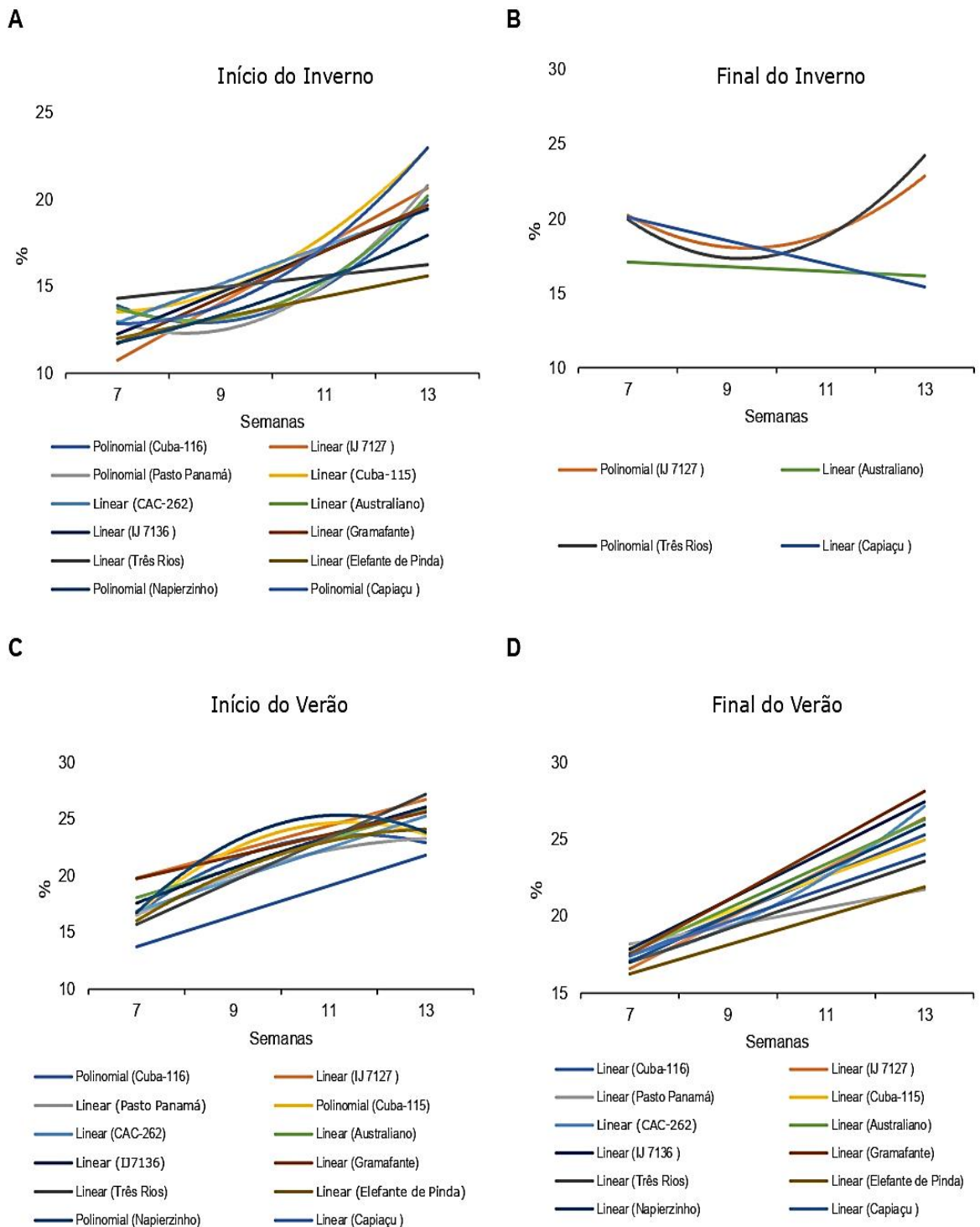


Figura 8. Modelo linear de 1º grau e 2º grau para porcentagem de matéria seca (%MS) de 12 genótipos em quatro épocas de avaliação: A: início do inverno, B: final do inverno, C: início do verão e D: final do verão. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

No início do inverno e início do verão, alguns genótipos aumentaram o teor de matéria seca durante as 13 semanas, se ajustando em uma equação linear positiva e outros em uma equação de segundo grau. No início do inverno os genótipos que apresentaram ajuste de regressão de segundo grau, apresentaram ponto de mínima produção com 11 semanas para o genótipo Cuba-116 e 12 semanas para o genótipo Capiáçu. No início do verão, os genótipos Cuba-115, Cuba-116 e Napierzinho se ajustaram em uma equação de regressão de segundo grau, apresentando pontos de máximo teor de matéria seca.

Para a característica altura de plantas (Alt) os genótipos apresentaram ajuste linear positivo nas quatro épocas avaliadas, com exceção do genótipo Cuba-116 no início do inverno e o genótipo Capiáçu no início do verão, ambos os genótipos apresentaram ponto de máxima altura com 11 semanas. Os genótipos IJ 7127 e Três Rios no início do verão não se ajustaram a nenhuma equação de regressão.

Tabela 8. Equações de regressão estimadas para a característica altura de plantas em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e quatro épocas de avaliação. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

Genótipos	Equação estimada – Altura de Plantas	
	Início do inverno	Final do inverno
Cuba-116	$y = -0,0687x^2 + 1,5889x - 7,2874$	$y = 0,1555x - 0,5775$
IJ 7127	$y = 0,138x - 0,1983$	$y = 0,11x - 0,3584$
Pasto Panamá	$y = 0,2013x - 0,5567$	$y = 0,1408x - 0,4709$
Cuba-115	$y = 0,1495x - 0,0091$	$y = 0,1525x - 0,4625$
CAC 262	$y = 0,1955x - 0,4175$	$y = 0,1167x - 0,3249$
Australiano	$y = 0,1432x - 0,1091$	$y = 0,1275x - 0,4126$
IJ 7136	$y = 0,1692x - 0,4541$	$y = 0,1208x - 0,4542$
Gramafante	$y = 0,1858x - 0,5741$	$y = 0,1475x - 0,6709$
Três Rios	$y = 0,1885x - 0,7426$	$y = 0,1267x - 0,3167$
Elefante de Pinda	$y = 0,179x - 0,535$	$y = 0,1517x - 0,8167$
Napierzinho	$y = 0,192x - 0,6$	$y = 0,1608x - 0,7374$
Capiaçu	$y = 0,1723x - 0,0617$	$y = 0,1417x - 0,3751$
	Início do verão	Final do verão
Cuba-116	$y = 0,061x + 1,2683$	$y = 0,2025x - 0,3025$
IJ 7127	Ausência de regressão	$y = 0,2025x - 0,3025$
Pasto Panamá	$y = 0,0707x + 1,3983$	$y = 0,2025x - 0,3025$
Cuba-115	$y = 0,054x + 1,2783$	$y = 0,2025x - 0,3025$
CAC 262	$y = 0,038x + 1,5999$	$y = 0,1802x - 0,2492$
Australiano	$y = 0,2023x + 1,4867$	$y = 0,2x - 0,4001$
IJ 7136	$y = 0,041x + 1,3685$	$y = 0,1712x - 0,1808$
Gramafante	$y = 0,0637x + 1,3218$	$y = 0,1442x + 0,1391$
Três Rios	Ausência de regressão	$y = 0,1907x - 0,3067$
Elefante de Pinda	$y = 0,0458x + 1,4958$	$y = 0,209x - 0,5899$
Napierzinho	$y = 0,0718x + 1,1692$	$y = 0,2072x - 0,5026$
Capiaçu	$y = -0,0179x^2 + 0,386x + 0,036$	$y = 0,1778x - 0,0424+$

Altura de plantas (Alt)

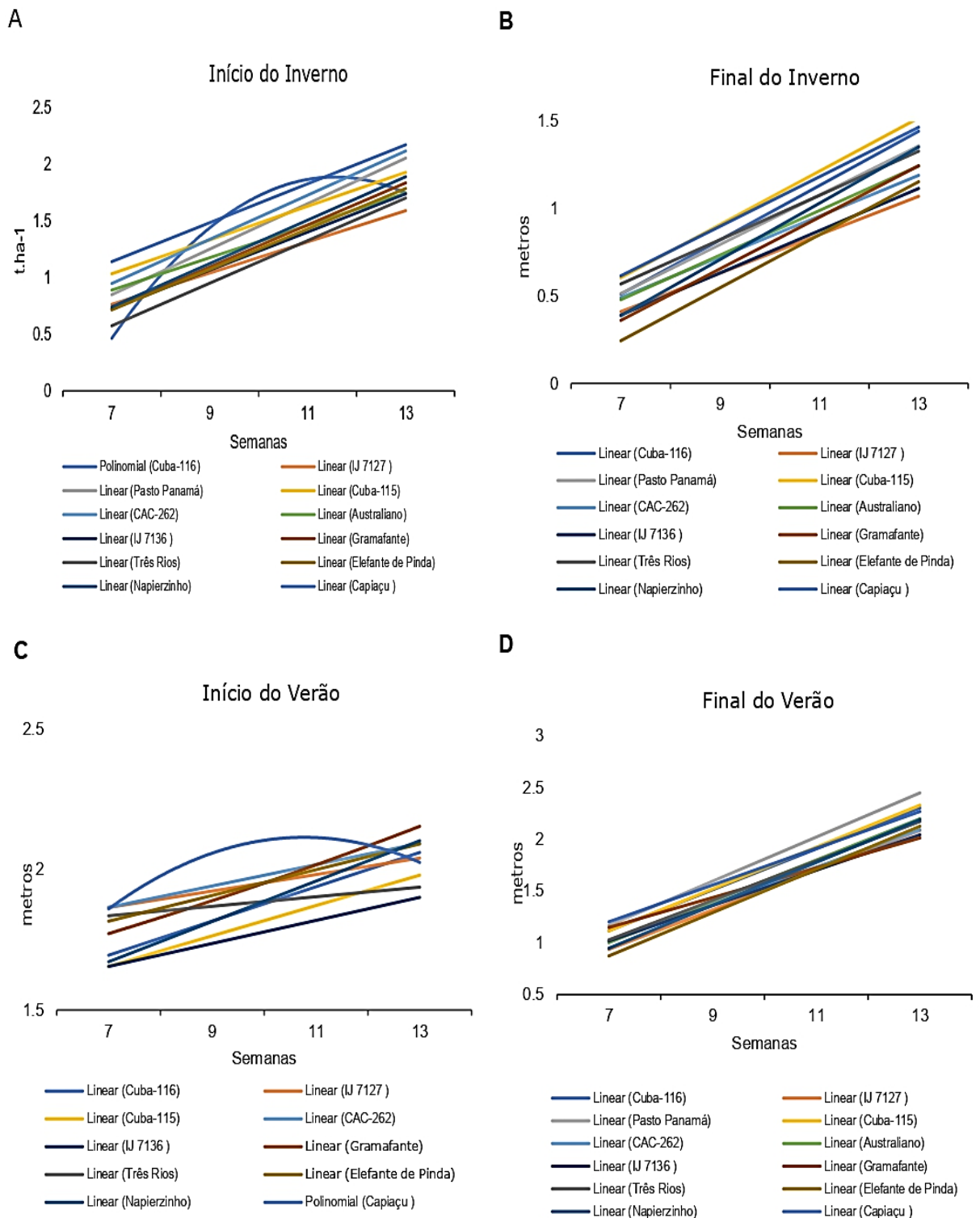


Figura 9. Modelo linear de 1º grau e 2º grau para altura de plantas (Alt) de 12 genótipos em quatro épocas de avaliação: A: início do inverno, B: final do inverno, C: início do verão e D: final do verão. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

Na análise de regressão para a característica DC no início do inverno sete genótipos se ajustaram em uma regressão de segundo grau com pontos de máximo diâmetro atingidos com 9 semanas para os genótipos IJ 7127 e Gramafante, 10 semanas para o Três Rios, 11 semanas para o Cuba-116, Cuba-115 e Elefante de Pinda e 12 semanas para o genótipo Capiáçu.

Os demais genótipos no início do inverno, bem como nas outras épocas avaliadas apresentaram efeito linear positivo, com exceção do genótipo IJ 7127 que no início do verão apresentou efeito linear negativo, indicando que ocorreu uma redução linear no diâmetro do colmo ao longo das semanas avaliadas. O genótipo Pasto Panamá durante as duas avaliações no inverno, o genótipo Cuba-116 durante o verão e os genótipos CAC 262, Australiano e Três Rios no início do verão não se ajustaram em nenhuma equação de regressão apresentando, portanto, ausência de regressão.

Tabela 9. Equações de regressão estimadas para a característica diâmetro de colmo em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e quatro épocas de avaliação. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

Genótipos	Equação estimada – Diâmetro de Colmo	
	Início do inverno	Final do inverno
Cuba-116	$y = -0,0333x^2 + 0,7567x - 2,8834$	$y = 0,0417x^2 - 0,78x + 4,4584$
IJ 7127	$y = -0,0146x^2 + 0,2783x - 0,2687$	$y = 0,03x + 0,5251$
Pasto Panamá	Ausência de Regressão	Ausência de regressão
Cuba-115	$y = -0,012x^2 + 0,2933x - 0,486$	$y = 0,0465x + 0,7609$
CAC 262	$y = 0,0817x + 0,4$	$y = 0,0792x + 0,2709$
Australiano	$y = 0,0492x + 0,5792$	$y = 0,035x + 0,8334$
IJ 7136	$y = 5^{-07}x + 0,9167$	$y = 0,1192x - 0,2291$
Gramafante	$y = 0,0135x^2 - 0,2533x + 2,2406$	$y = 0,0775x + 0,3292$
Três Rios	$y = -0,0219x^2 + 0,4567x - 1,0073$	$y = 0,1833x - 0,5583$
Elefante de Pinda	$y = -0,026x^2 + 0,5967x - 1,9698$	$y = 0,0808x + 0,2125$
Napierzinho	$y = 0,0542x + 0,6958$	$y = 0,1133x - 0,1999$
Capiaçu	$y = -0,0094x^2 + 0,2417x + 0,1635$	$y = 0,1827x - 0,5116$
	Início do verão	Final do verão
Cuba-116	Ausência de regressão	Ausência de regressão
IJ 7127	$y = -0,0192x + 1,1959$	$y = 0,045x + 0,3916$
Pasto Panamá	$y = 0,0042x + 1,3375$	$y = 0,0342x + 0,8791$
Cuba-115	$y = 0,039x + 0,8467$	Ausência de regressão
CAC 262	Ausência de regressão	$y = 0,0258x + 0,7291$
Australiano	Ausência de regressão	$y = 0,0867x + 0,1666$
IJ 7136	$y = 0,0485x + 0,8241$	$y = 0,0408x + 0,7374$
Gramafante	$y = 0,0125x^2 - 0,2318x + 2,2714$	$y = 0,0525x + 0,4291$
Três Rios	Ausência de regressão	$y = 0,0133x + 1,1001$
Elefante de Pinda	$y = 0,0067x + 1,2999$	$y = 0,075x + 0,2751$
Napierzinho	$y = -0,0042x + 1,3709$	$y = 0,0358x + 0,5209$
Capiaçu	$y = -0,0208x^2 + 0,4934x - 1,1046$	$y = 0,05x + 0,855$

Diâmetro de colmo (DC)

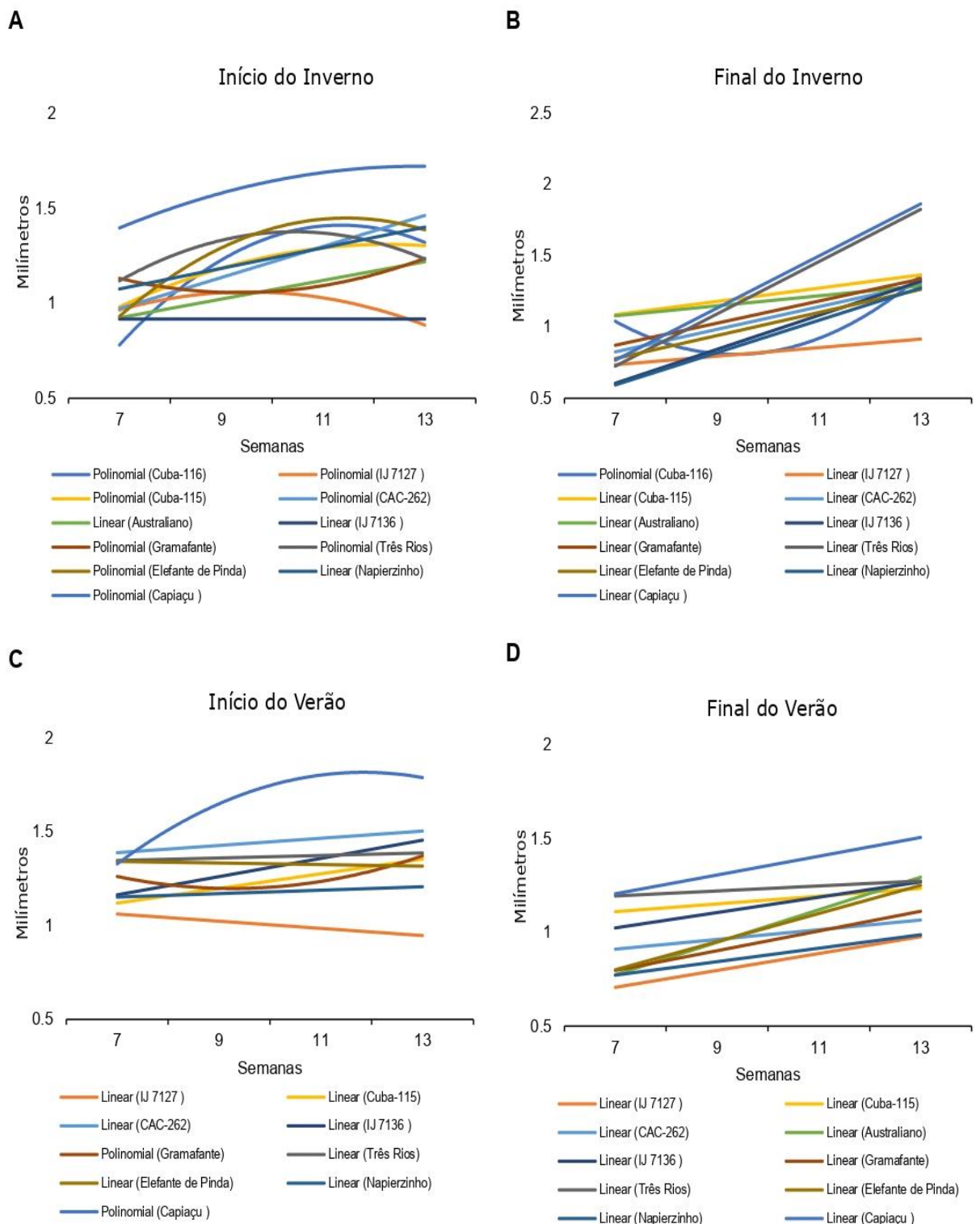


Figura 10. Modelo linear de 1º grau e 2º grau para diâmetro de colmo (DC) de 12 genótipos em quatro épocas de avaliação: A: início do inverno, B: final do inverno, C: início do verão e D: final do verão. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

Para a característica NP a maioria dos genótipos em três das quatro épocas avaliadas apresentaram ausência de regressão, indicando que os pontos não se ajustam linearmente, a exceção se deu para o final do inverno. No final do inverno apenas três genótipos apresentaram ausência de regressão, foram eles os genótipos Pasto Panamá, Cuba-115 e Gramafante.

Tabela 10. Equações de regressão estimadas para a característica número de perfilhos em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e quatro épocas de avaliação. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

Genótipos	Equação estimada – Número de perfilhos	
	Início do inverno	Final do inverno
Cuba-116	Ausência de regressão	$y = -2,4083x + 51,208$
IJ 7127	Ausência de regressão	$y = 3,2708x^2 - 70,5x + 411,31$
Pasto Panamá	$y = -1,3958x^2 + 29,467x - 108,35$	Ausência de regressão
Cuba-115	$y = 1,0667x + 23,667$	Ausência de regressão
CAC 262	Ausência de regressão	$y = -3,1167x + 67,417$
Australiano	$y = 6,1167x - 0,4167$	$y = 3,4375x^2 - 73,933x + 426,81$
IJ 7136	Ausência de regressão	$y = 2,3542x^2 - 51,633x + 301,23$
Gramafante	Ausência de regressão	Ausência de regressão
Três Rios	Ausência de regressão	$y = 1,75x^2 - 39,767x + 250,75$
Elefante de Pinda	Ausência de regressão	$y = -0,2833x + 30,917$
Napierzinho	Ausência de regressão	$y = 3,5833x^2 - 75,9x + 425,58$
Capiaçu	Ausência de regressão	$y = 3,5417x^2 - 80,7x + 479,12$
	Início do verão	Final do verão
Cuba-116	Ausência de regressão	Ausência de regressão
IJ 7127	Ausência de regressão	Ausência de regressão
Pasto Panamá	$y = -1,4x + 51,833$	Ausência de regressão
Cuba-115	Ausência de regressão	Ausência de regressão
CAC 262	Ausência de regressão	Ausência de regressão
Australiano	$y = -1,2917x^2 + 24,967x - 64,708$	$y = -1,4333x + 58,333$
IJ 7136	Ausência de regressão	Ausência de regressão
Gramafante	$y = -1,2708x^2 + 25,967x - 86,812$	Ausência de regressão
Três Rios	$y = -1,0833x + 42,75$	Ausência de regressão
Elefante de Pinda	Ausência de regressão	$y = -0,9792x^2 + 18,367x - 52,438$
Napierzinho	Ausência de regressão	Ausência de regressão
Capiaçu	Ausência de regressão	$y = -2,3667x + 47,833$

Número de perfilhos (NP)

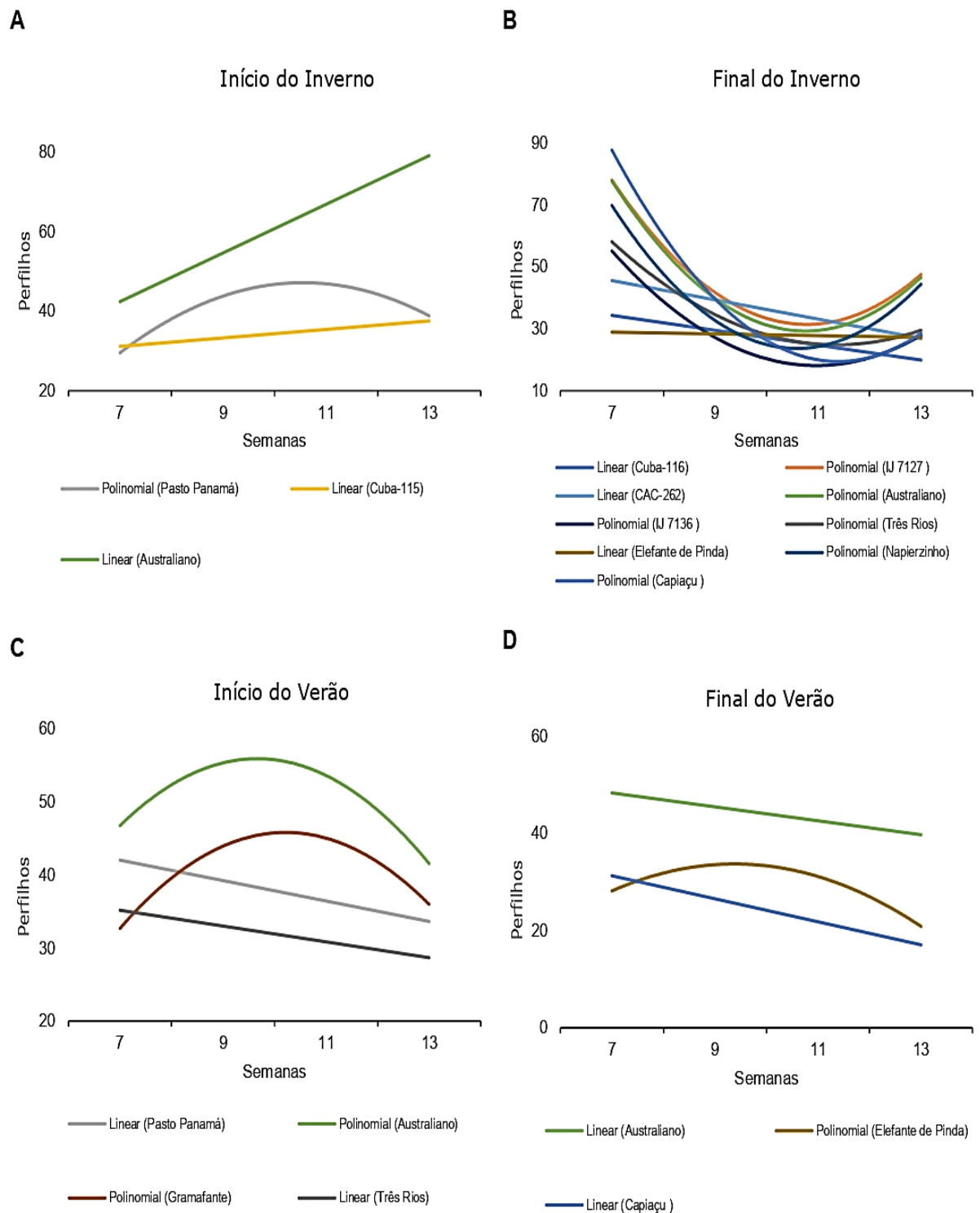


Figura 11. Modelo linear de 1º grau e 2º grau para número de perfilhos (NP) de 12 genótipos em quatro épocas de avaliação: A: início do inverno, B: final do inverno, C: início do verão e D: final do verão. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

Entre os genótipos que apresentaram efeito significativo para regressão ($P < 0,05$) no final do inverno, os genótipos Cuba-116, CAC 262 e Elefante de Pinda apresentaram efeito linear negativo, denotando que estes genótipos diminuíram linearmente o número de perfilhos ao longo do período de avaliação. Os demais genótipos nesta época apresentaram efeito de segundo grau, com ponto de mínima nas 11 semanas de idade.

No início do inverno os genótipos Cuba-115 apresentaram efeito linear positivo, com aumento do número de perfilhos durante as 13 semanas avaliadas e o genótipo Pasto Panama efeito linear de segundo grau, com ponto de máximo número de perfilhos nas 10 semanas. No início do verão quatro genótipos apresentaram efeito significativo para regressão ($P < 0,05$) sendo os genótipos Australiano e Gramafante, efeito de segundo grau com ponto de máxima nas 10 semanas de idade e os genótipos Pasto Panamá e Três Rios efeito linear negativo. No final do verão, dois genótipos também apresentaram efeito linear negativo, foram eles os genótipos Australiano e Capiáçu e o genótipo Elefante de Pinda apresentou ponto de máxima produção com 9 semanas de idade.

Segundo Harry (1976), a ocorrência de pontos de máxima produção e efeito linear negativo para a característica número de perfilhos ocorre porque a planta, disponibiliza suas reservas para manutenção do perfilho principal em detrimento dos perfilhos secundários, que podem morrer, seja por condições ambientais não favoráveis seja pela remoção do meristema apical.

Outros trabalhos também evidenciaram a redução do NP com o avanço da idade da planta. Freitas (2018) em estudos de análise de regressão em função de seis idades de corte (2, 4, 6, 8 10 e 12 meses), para a característica número de perfilhos encontrou ponto de mínima produção aos 5 meses de idade para o genótipo Capim Cana D'África.

Ao analisar os resultados obtidos nas cinco características morfoagronômicas avaliadas, pode-se inferir que o período avaliado não foi suficiente para determinar o ponto de máxima produção, tendo em vista que para as características avaliadas, nas diferentes épocas, não foram encontrados pontos de máxima produção para a maioria dos genótipos. Diferente deste trabalho, estudos realizados com capim-elefante por Ferreira et al. (2018), com a análise das características morfoagronômicas foi possível indicar que idades entre 60 e 76 dias (8 e 10

semanas) representam a janela de corte mais adequada para a produção do capim-elefante BRS Canará.

4.4. Análise de regressão polinomial para as características bromatológicas

Quando se avalia genótipos para produção animal, necessita-se encontrar o ponto ideal de corte de modo a obter a forragem em quantidade e com qualidade nutricional adequada. Com a maturidade da planta, ocorre aumento na produção de matéria seca, diminuição do teor proteico e aumento do teor de fibra fato este que limita a produção de carne e leite.

Na tabela 11 encontram-se as estimativas de quadrados médios para as fontes de variação devido à regressão e os coeficientes de determinação para os modelos lineares de 1º grau e 2º grau, aplicados aos valores médios das cinco características bromatológicas no inverno e no verão.

Tabela 11. Estimativas de quadrados médios para as fontes de variação devido à regressão (Reg) para os modelos lineares de 1º e 2º grau para as características bromatológicas: Proteína bruta (PB), Fibra em detergente ácido (FDA), Fibra insolúvel em detergente neutro (aFDNom), Matéria mineral (MM) e Lignina em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e duas épocas de avaliação envolvendo 12 genótipos^{1/} de capim-elefante. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

F.V.		PB		FDA		aFDNom		MM		Lignina		
		Reg.	R ²	Reg.	R ²	Reg.	R ²	Reg.	R ²	Reg.	R ²	
G1	Inverno	1º grau	0,51 ^{ns}	0	10,23 ^{**}	33,66	0,44 ^{ns}	0	4,14 ^{**}	53,40	0,72 ^{**}	48,46
		2º grau	5,29 ^{**}	18,12	8,11 ^{**}	99,99	1,81 ^{**}	12,44	1,32 ^{**}	72,81	0,25 ^{**}	65,10
	Verão	1º grau	0,92 ^{**}	31,22	4,71 ^{**}	72,60	25,32 ^{**}	71,82	0,39 ^{**}	0	0,14 ^{**}	0
		2º grau	0,72 ^{**}	89,37	0,29 ^{ns}	60,44	3,04 ^{**}	72,94	0,81 ^{**}	98,01	0,72 ^{**}	86,61
G2	Inverno	1º grau	4,90 ^{**}	27,00	3,73 ^{**}	99,50	15,68 ^{**}	58,85	4,23 ^{**}	62,37	0,42 ^{**}	74,31
		2º grau	2,40 ^{**}	29,47	3,60 ^{**}	99,45	3,40 ^{**}	65,01	0,36 ^{ns}	43,82	0,06 ^{ns}	85,51
	Verão	1º grau	0,76 ^{**}	16,04	5,01 ^{**}	90,20	29,79 ^{**}	83,21	0,20 ^{ns}	0	0,26 ^{ns}	0
		2º grau	0,42 ^{ns}	5,44	0,35 ^{**}	99,99	3,59 ^{**}	98,55	0,64 ^{ns}	0	1,32 ^{ns}	0
G3	Inverno	1º grau	1,25 ^{ns}	0	2,23 ^{ns}	0	2,68 ^{**}	0	4,05 ^{**}	94,32	1,25 ^{**}	14,88
		2º grau	2,24 ^{**}	0	3,61 ^{ns}	0	7,55 ^{**}	77,22	0,16 ^{ns}	100	1,44 ^{**}	79,23
	Verão	1º grau	2,17 ^{**}	78,63	6,39 ^{**}	63,81	34,33 ^{**}	55,16	1,92 ^{**}	71,68	0,22 ^{**}	0
		2º grau	0,35 ^{**}	99,76	1,81 ^{**}	92,15	13,67 ^{**}	94,07	0,16 ^{ns}	63,55	1,56 ^{**}	99,25
G4	Inverno	1º grau	1,62 ^{ns}	0	10,37 ^{**}	49,97	0,11 ^{ns}	0	6,38 ^{**}	52,68	2,38 ^{**}	88,01
		2º grau	8,12 ^{**}	38,36	2,88 ^{**}	55,45	7,00 ^{**}	37,75	2,10 ^{**}	72,97	0,20 ^{ns}	99,48
	Verão	1º grau	1,92 ^{**}	49,76	13,78 ^{**}	83,64	13,46 ^{**}	64,69	3,69 ^{**}	89,39	0,05 ^{ns}	0
		2º grau	0,00 ^{ns}	0	1,68 ^{**}	99,96	3,98 ^{**}	97,24	0,04 ^{ns}	81,75	1,20 ^{**}	21,05
G5	Inverno	1º grau	0,96 ^{**}	59,21	1,31 ^{ns}	0	2,89 ^{**}	47,88	4,80 ^{**}	95,83	1,86 ^{**}	75,29
		2º grau	0,36 ^{**}	99,55	1,81 ^{**}	0	0,29 ^{ns}	14,58	0,03 ^{ns}	94,04	0,00 ^{ns}	50,91
	Verão	1º grau	2,24 ^{**}	39,85	5,63 ^{**}	78,10	0,89 ^{**}	57,13	1,68 ^{**}	39,82	0,55 ^{**}	4,91
		2º grau	1,32 ^{**}	85,55	0,08 ^{ns}	59,84	0,34 ^{**}	95,71	0,16 ^{ns}	0	0,72 ^{**}	55,52
G6	Inverno	1º grau	3,12 ^{**}	0	1,75 ^{**}	73,39	8,59 ^{ns}	0	2,74 ^{**}	84,25	1,15 ^{**}	65,20
		2º grau	7,56 ^{**}	34,83	0,31 ^{**}	88,08	4,18 ^{ns}	0	0,16 ^{ns}	84,11	0,25 ^{**}	80,40
	Verão	1º grau	0,48 ^{ns}	0	10,37 ^{**}	83,62	43,83 ^{**}	99,74	2,38 ^{**}	94,75	0,01 ^{ns}	0
		2º grau	0,56 ^{ns}	0	1,20 ^{**}	98,14	0,07 ^{**}	99,98	0,06 ^{ns}	97,02	1,56 ^{**}	80

Cont.; Tabela 11

F.V.		PB		FDA		aFDNmo		MM		Lignina		
		Reg.	R ²	Reg.	R ²	Reg.	R ²	Reg.	R ²	Reg.	R ²	
G7	Inverno	1º grau	0,36**	0	1,75 ^{ns}	0	0,49 ^{ns}	0	0,33 ^{ns}	18,69	0,11**	64,47
		2º grau	6,50**	90,66	1,09 ^{ns}	0	1,30 ^{ns}	0	0,00 ^{ns}	0	0,02 ^{ns}	74,57
	Verão	1º grau	1,35**	0	3,45**	0,76	3,13**	30,51	3,69**	95,61	0,32 ^{ns}	12,60
		2º grau	3,23**	66,46	5,99**	77,65	1,30 ^{ns}	27,95	0,03 ^{ns}	94,33	0,35 ^{ns}	0
G8	Inverno	1º grau	0,96 ^{ns}	0	0,52 ^{ns}	0	4,91 ^{ns}	0	2,38**	40,03	1,62**	79,10
		2º grau	6,24**	4,66	0,63 ^{ns}	0	41,58 ^{ns}	0	1,56**	98,14	0,06**	90,38
	Verão	1º grau	1,05 ^{ns}	0	0,02 ^{ns}	0	3,21 ^{ns}	0	2,45**	36,29	0,72**	38,77
		2º grau	0,99 ^{ns}	0	1,68**	73,87	4,39**	0	0,00 ^{ns}	0	0,49**	98,03
G9	Inverno	1º grau	0,80 ^{ns}	0	5,31**	99,05	10,09**	1,22	8,58**	85,10	0,27 ^{ns}	24,18
		2º grau	8,99**	26,15	0,00 ^{ns}	97,72	10,22**	6,17	0,02 ^{ns}	70,88	0,36 ^{ns}	79,86
	Verão	1º grau	0,02 ^{ns}	0	3,21**	28,39	3,29 ^{ns}	0	0,26**	52,61	0,04 ^{ns}	0
		2º grau	6,00**	80,43	1,68**	38,92	6,48 ^{ns}	0	0,61**	53,16	3,06**	92,05
G10	Inverno	1º grau	2,17**	0	4,52**	50,53	101,71**	81,04	7,08**	99,86	0,00 ^{ns}	0
		2º grau	6,75**	65,74	0,71 ^{ns}	32,75	13,30**	96,38	0,00 ^{ns}	99,8	0,42**	50,04
	Verão	1º grau	1,80**	84,34	1,58**	4,67	9,54**	62,68	0,72**	70,42	0,68 ^{ns}	0
		2º grau	0,16**	92,54	2,24**	64,52	2,87**	93,21	0,16**	94	0,72 ^{ns}	0
G11	Inverno	1º grau	0,18 ^{ns}	0	3,29**	74,40	25,32**	77,97	5,20**	61,17	0,08**	25,75
		2º grau	8,70**	24,93	0,00 ^{ns}	48,24	1,54 ^{ns}	71,57	1,68**	94,52	0,02 ^{ns}	0
	Verão	1º grau	0,96 ^{ns}	0	4,71**	22,10	21,23**	38,60	3,04**	17,71	0,03**	0
		2º grau	0,86 ^{ns}	0	2,71**	27,18	7,27 ^{ns}	37,89	0,80 ^{ns}	0	0,08**	61,43
G12	Inverno	1º grau	9,94**	8,50	0,45 ^{ns}	0	4,06 ^{ns}	6,79	2,88**	13,72	0,61**	66,68
		2º grau	11,22**	49,09	0,80 ^{ns}	0	0,62 ^{ns}	0	2,55**	40,35	0,06 ^{ns}	57,14
	Verão	1º grau	20,20**	19,48	0,58**	0	46,22**	98,88	6,61**	46,42	0,36 ^{ns}	0
		2º grau	12,60**	25,67	3,60**	99,85	0,34**	99,98	1,56 ^{ns}	38,39	0,06 ^{ns}	0

** = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns = Não significativo. ^{1/} G1: Cuba-116; G2: IJ 7127; G3: Pasto Panamá; G3: Cuba-115; G4: CAC-262; G5: Australiano; G6: IJ 7136; G7: Gramafante; G8: Três Rios; G9: Elefante de Pinda; G10: Napierzinho; G11: Capiçaçu.

A proteína bruta (PB) no inverno apresentou ponto de máxima para todos os genótipos avaliados, com exceção do genótipo CAC 262 que apresentou ausência de regressão (Tabela 12, Figura 12). O genótipo Napierzinho foi o que mais demorou para atingir o ponto de máxima (9,9 semanas) e o que atingiu mais rápido foi o genótipo IJ 7127 (8,7 semanas). Os maiores teores de PB foram obtidos pelos genótipos Capiaçú (13,86%), Elefante de Pinda (12,7%), Gramafante (12,30%) e Australiano (12,26%) com 9,15, 8,8, 9,7 e 9,8 semanas, respectivamente.

Tabela 12. Equações de regressão estimadas para a característica proteína bruta em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e duas épocas de avaliação. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

Genótipos	Equação estimada - Proteína bruta	
	Inverno	Verão
Cuba-116	$y = -0,2875x^2 + 5,59x - 16,713$	$y = 0,1063x^2 - 2,34x + 18,619$
IJ 7127	$y = -0,1937x^2 + 3,38x - 3,2312$	$y = -0,195x + 8,175$
Pasto Panamá	$y = -0,1875x^2 + 3,5x - 6,1125$	$y = 0,075x^2 - 1,83x + 16,825$
Cuba-115	$y = -0,3562x^2 + 6,84x - 21,169$	$y = -0,31x + 10,05$
CAC 262	Ausência de Regressão	$y = 0,1438x^2 - 3,21x + 23,731$
Australiano	$y = -0,3438x^2 + 6,48x - 18,231$	Ausência de Regressão
IJ 7136	$y = -0,3188x^2 + 6,24x - 18,656$	$y = 0,225x^2 - 4,76x + 31,125$
Gramafante	$y = -0,3125x^2 + 6,03x - 16,788$	Ausência de Regressão
Três Rios	$y = -0,375x^2 + 7,3x - 23,625$	$y = 0,3063x^2 - 6,16x + 36,169$
Elefante de Pinda	$y = -0,325x^2 + 6,17x - 16,425$	$y = 0,05x^2 - 1,3x + 15,1$
Napierzinho	$y = -0,3687x^2 + 7,28x - 24,106$	Ausência de Regressão
Capiaçú	$y = -0,4187x^2 + 7,67x - 22,106$	$y = 0,0063x^2 - 0,28x + 9,4688$

Proteína Bruta (PB)

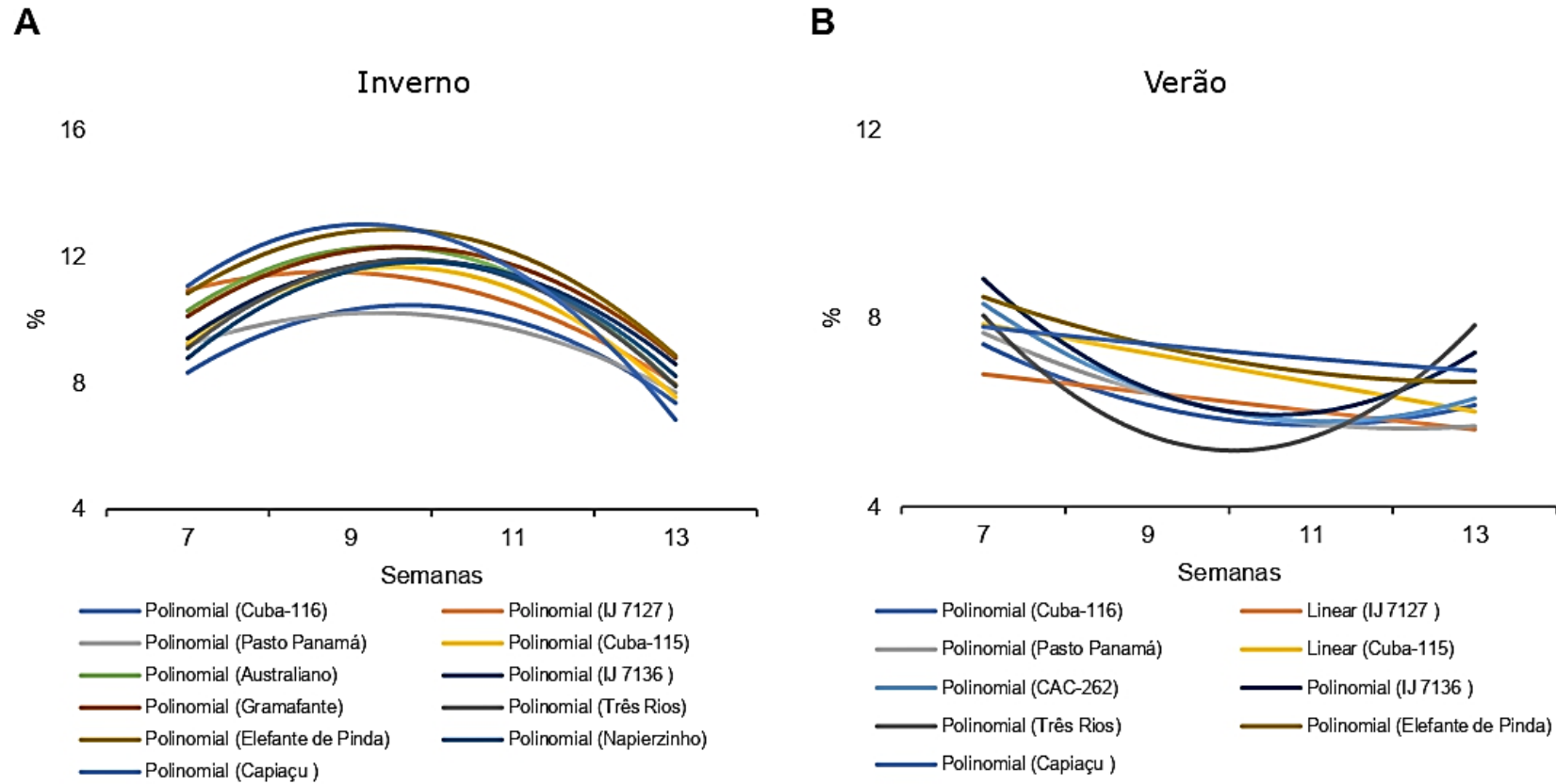


Figura 12. Modelo linear de 1º grau e 2º grau para proteína bruta (PB) de 12 genótipos em duas épocas de avaliação, A: seca, B: águas. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

Os teores de PB no verão foram inferiores aos da época da seca. O crescimento mais rápido na estação chuvosa contribuiu para aceleração da maturidade e nenhum fator afeta a qualidade da forragem mais do que a maturidade das plantas (Buxton et al., 1995). Leal et al. (2020), avaliando a produção e o valor nutricional de forragem de cultivares de capim-elefante em diferentes períodos de rebrotação em Goiás, também encontraram teores de PB inferiores no verão, quando comparado à época seca, para todos períodos de rebrotação estudados.

Os teores de PB encontrados neste trabalho corroboram com os resultados encontrados na literatura. Monção et al. (2019), ao avaliar a produtividade e o valor nutricional do genótipo Capiapu manejado em quatro idades de rebrota em região semiárida, encontraram 15,07% de PB com 30 dias e com 120 dias reduziu para 6,45%. Stabile et al. (2010), avaliando 11 genótipos de Capim-Colonião, obtiveram valores de proteína bruta com 9 semanas variando de 6,6 a 4,1%, denotando a qualidade nutricional do capim-elefante com relação a outras culturas forrageiras.

Com relação ao período do verão, os genótipos Australiano, Gramafante e Napierzinho não se ajustaram a nenhuma equação de regressão. No entanto, o IJ 7127 e Cuba-115 se ajustaram em uma regressão linear negativa, com declínio do teor de PB durante as 13 semanas avaliadas e os demais genótipos se ajustaram em uma equação de 2º grau com ponto de mínima por volta de 11 semanas de idade.

Com 7 semanas, o teor de PB variou entre 9 e 7,3%. Segundo Pereira et al. (2016), o ponto de corte do capim-elefante deve ser realizado quando os teores de PB estiverem entre 9,7 e 7,7%, no verão este nível ideal foi atingido com 7 semanas de idade. Pompeu et al. (2006), avaliando capim-elefante em Fortaleza-CE com idades de aproximadamente 7 semanas, encontraram 8,49% de PB e declínio no teor para 4,37% com 11 semanas, denotando que os teores de PB além de variarem entre os genótipos também serão altamente influenciados pelas condições ambientais de cada região.

No período do inverno, os genótipos Pasto Panamá, CAC 262, IJ 7136, Gramafante e Capuaçu não se ajustaram a nenhuma equação de regressão para a característica fibra em detergente ácido (FDA). Três Rios, Elefante de Pinda e Napierzinho acumularam teores de FDA durante as 13 semanas avaliadas, se ajustando em uma equação de regressão linear positiva. Os demais genótipos

apresentaram efeito de segundo grau com ponto de máximo de FDA variando de 10,39 semanas (IJ 7139) a 12,15 semanas (Australiano) (Tabela 13, Figura 13).

Tabela 13. Equações de regressão estimadas para a característica Fibra em detergente ácido em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e duas épocas de avaliação. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

Genótipos	Equação estimada - Fibra em detergente ácido	
	Inverno	Verão
Cuba-116	$y = -0,3562x^2 + 7,84x + 5,5813$	$y = 0,485x + 42,725$
IJ 7127	$y = -0,2375x^2 + 4,94x + 23,437$	$y = 0,53x + 43,35$
Pasto Panamá	Ausência de Regressão	$y = -0,1687x^2 + 3,94x + 26,394$
Cuba-115	$y = -0,2125x^2 + 4,97x + 20,263$	$y = 0,1625x^2 - 2,42x + 53,988$
CAC 262	Ausência de Regressão	$y = 0,53x + 43,35$
Australiano	$y = -0,0687x^2 + 1,67x + 38,544$	$y = 0,1375x^2 - 2,03x + 54,313$
IJ 7136	Ausência de Regressão	$y = -0,3062x^2 + 6,54x + 15,231$
Gramafante	Ausência de Regressão	$y = -0,1625x^2 + 3,23x + 33,362$
Três Rios	$y = 0,515x + 42,525$	$y = 0,1625x^2 - 2,85x + 58,138$
Elefante de Pinda	$y = 0,475x + 43,975$	$y = -0,1875x^2 + 4,03x + 28,838$
Napierzinho	$y = 0,405x + 44,625$	$y = -0,2063x^2 + 4,61x + 23,681$
Capiaçu	$y = -0,3562x^2 + 7,84x + 5,5813$	$y = 0,2375x^2 - 4,58x + 69,213$

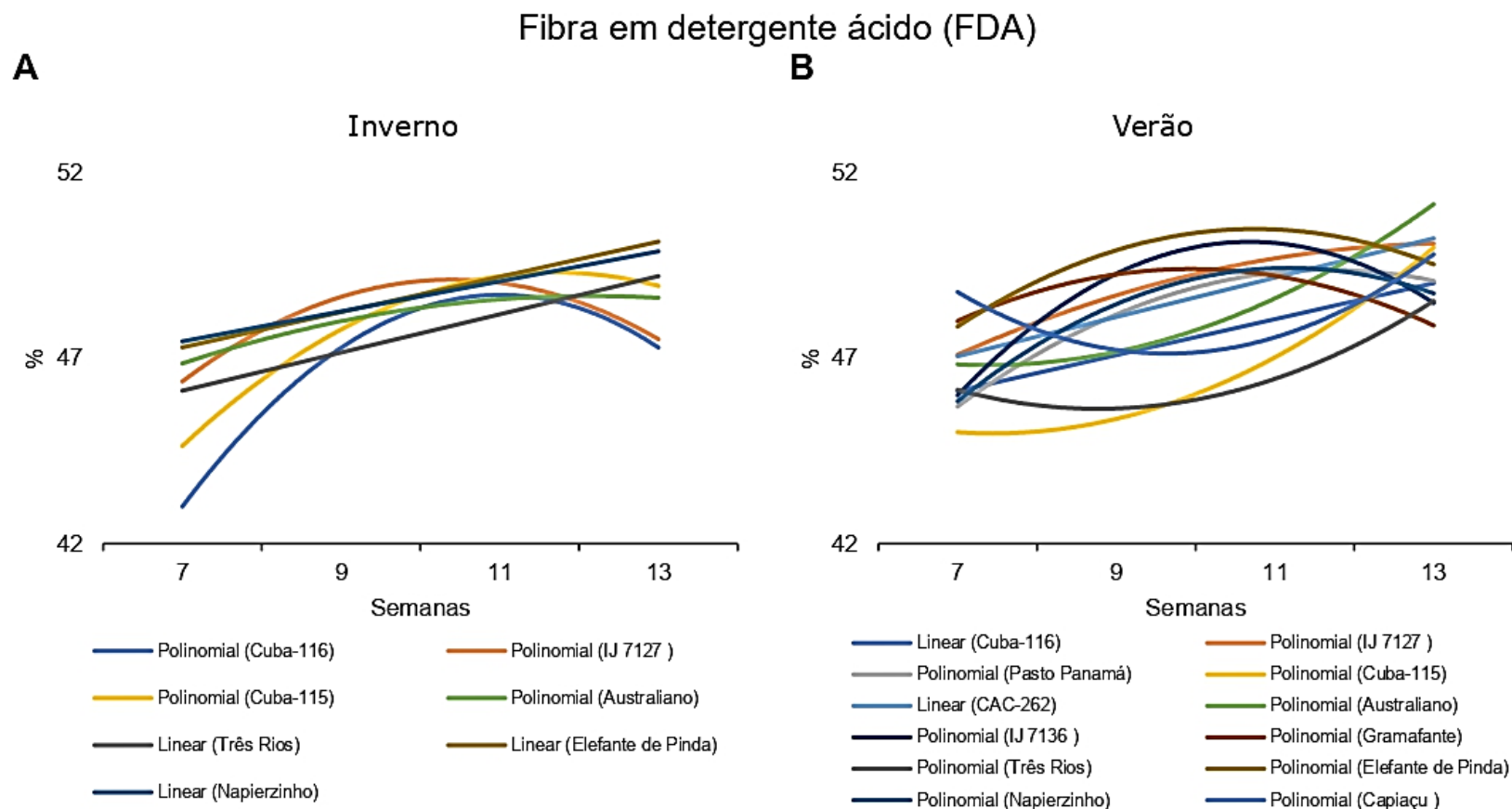


Figura 13. Modelo linear de 1º grau e 2º grau para fibra em detergente ácido (FDA) de 12 genótipos em duas épocas de avaliação, A: seca, B: águas. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

No verão nenhum dos genótipos apresentaram ausência de regressão, no entanto os genótipos obtiveram diferentes respostas. Os genótipos Cuba-116, IJ 7127 e CAC 262 apresentaram efeito linear positivo, aumentando o teor de fibra em detergente ácido durante todo o período avaliado. Os genótipos Cuba-115 e Australiano apresentaram pontos de mínima produção com 7 semanas, Três Rios com 8,7 semanas e Napierzinho com 11 semanas.

Os demais genótipos apresentaram ponto de máxima produção variando de 9,64 (Capiaçu) a 10,74 (Elefante de Pinda). A redução do teor de fibra ao final do período avaliado não era esperada, uma vez que é esperado o aumento linear no teor de fibra em função do aumento da porcentagem de colmo em relação as folhas e espessamento da parede celular com a idade de planta (Van Soest, 1994).

A análise do teor de fibra insolúvel em detergente neutro (aFDNmo) constitui um dos parâmetros mais usados para o balanceamento de dietas. O aumento do teor de aFDNmo pode contribuir para reduzir o consumo de matéria seca pelos bovinos (Junior et al., 2007).

Similarmente à FDA, a aFDNmo também decresceu após 10 semanas para a maioria dos genótipos, apenas os genótipos CAC 262 no inverno, os genótipos Cuba-116, Australiano, Gramafante e Capiaçu no verão, e o genótipo Napierzinho em ambas as épocas. O Australiano, IJ 7136, Gramafante e Capiaçu na seca e Três Rios no verão não se ajustaram a nenhuma equação de regressão (Tabela 14, Figura 14).

Tabela 14. Equações de regressão estimadas para a característica Fibra insolúvel em detergente neutro em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e duas épocas de avaliação. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

Genótipos	Equação estimada - Fibra insolúvel em detergente neutro(aFDNmo)	
	Inverno	Verão
Cuba-116	$y = -0,1687x^2 + 3,52x + 45,444$	$y = 1,125x + 52,225$
IJ 7127	$y = -0,2312x^2 + 5,51x + 29,306$	$y = -0,2375x^2 + 5,97x + 31,337$
Pasto Panamá	$y = -0,3437x^2 + 7,24x + 25,069$	$y = -0,4625x^2 + 10,56x + 6,7625$
Cuba-115	$y = -0,3312x^2 + 6,69x + 32,206$	$y = 0,25x^2 - 4,18x + 80,1$
CAC 262	$y = 0,385x + 57,825$	$y = -0,075x^2 + 1,71x + 56,275$
Australiano	Ausência de Regressão	$y = 1,48x + 50,6$
IJ 7136	Ausência de Regressão	$y = -0,2625x^2 + 5,65x + 36,862$
Gramafante	Ausência de Regressão	$y = 0,35x + 62,25$
Três Rios	$y = -0,4x^2 + 8,71x + 15,35$	Ausência de Regressão
Elefante de Pinda	$y = -0,4562x^2 + 11,38x - 5,7687$	$y = -0,2125x^2 + 4,94x + 38,513$
Napierzinho	$y = 1,125x + 49,625$	$y = 1,03x + 53,75$
Capiaçu	Ausência de Regressão	$y = 1,52x + 47,65$

Fibra insolúvel em detergente neutro (aFDNmo)

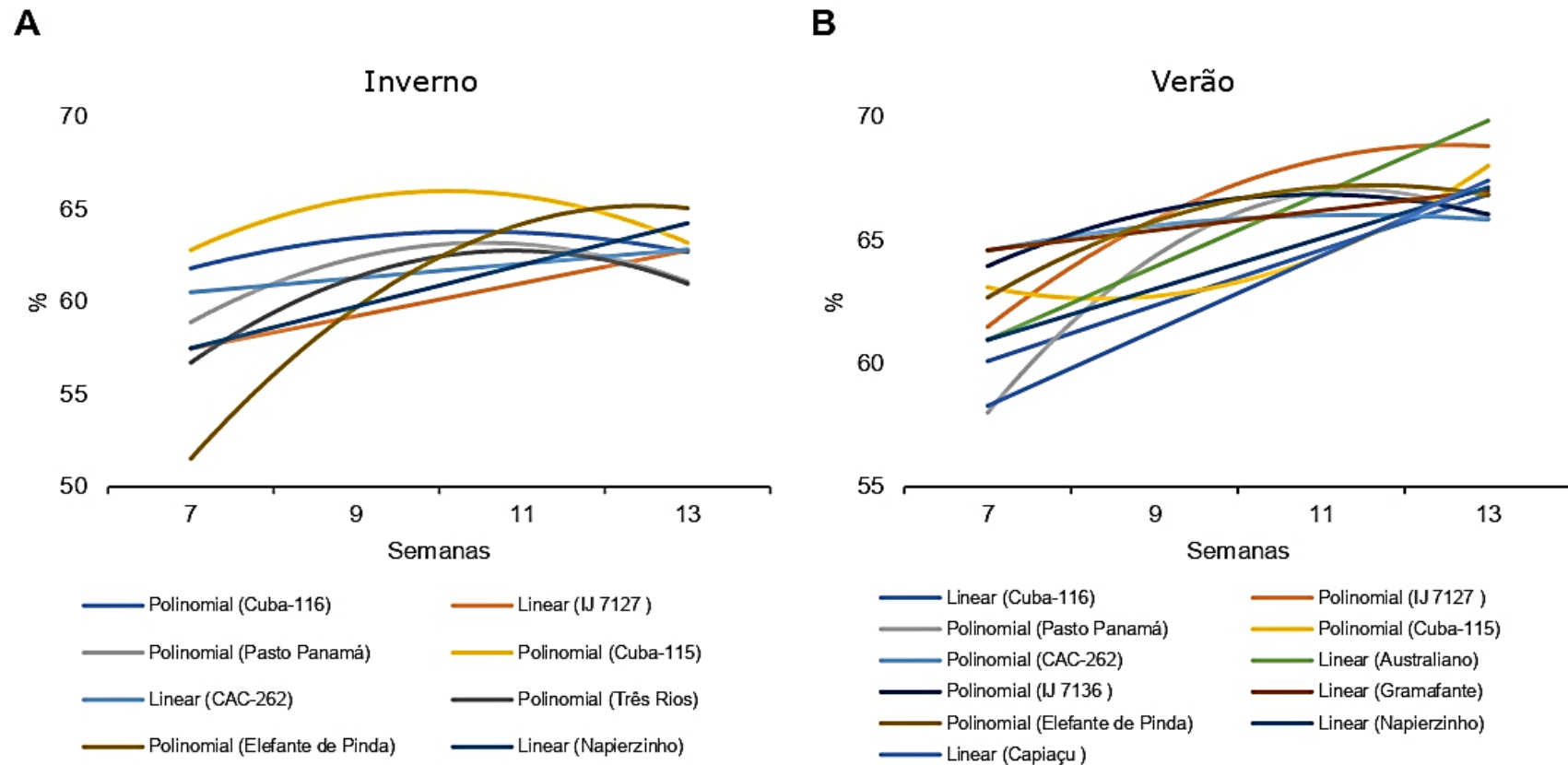


Figura 14. Modelo linear de 1º grau e 2º grau para Fibra insolúvel em detergente neutro (aFDNmo) de 12 genótipos em duas épocas de avaliação, A: seca, B: águas. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

Com 10 semanas os teores de aFDN_{mo} foram menores no inverno (51 a 65%) quando comparado à época do verão (59 a 68%). Em condições de déficit hídrico, a concentração de aFDN_{mo} tende a ser menor devido o menor crescimento da planta sem afetar a fotossíntese, o que pode levar a um acúmulo de carboidratos não fibrosos no tecido vegetal e diminuir a concentração de aFDN_{mo} (Hattendorf et al., 1988). Outro fator é o desenvolvimento das plantas ser comprometido pelo déficit hídrico e por consequência a planta atinge tardiamente a maturidade e tem o seu estágio vegetativo prolongado, o que acarreta plantas de melhor valor nutricional.

Os teores de aFDN_{mo} encontrados no presente trabalho são inferiores aos encontrados por Martins et al. (2020), que ao avaliar o valor nutricional do capim-elefante verde colhido em diferentes idades de rebrota encontraram teores de aFDN_{mo} de 66,76% com 56 dias. Freitas et al. (2019), ao avaliar 53 genótipos de capim-elefante nas condições de Campos dos Goytacazes – RJ, encontraram teores de aFDN_{mo} de 69,69% com dois meses de idade.

A matéria mineral (MM) reduziu durante as 13 semanas avaliadas para a maioria dos genótipos em ambas as épocas. O declínio no teor de minerais com o avanço da idade é devido a sua diluição em relação à matéria seca acumulada com avanço do ciclo da cultura (Gomide, 1976) (Tabela15; Figura 15).

Tabela 15. Equações de regressão estimadas para a característica Matéria mineral em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e duas épocas de avaliação. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

Genótipos	Equação estimada - Matéria mineral (MM)	
	Inverno	Verão
Cuba-116	$y = -0,1437x^2 + 2,42x + 3,7688$	$y = 0,1125x^2 - 2,39x + 23,237$
IJ 7127	$y = -0,46x + 19,15$	Ausência de Regressão
Pasto Panamá	$y = -0,45x + 18,75$	$y = -0,31x + 15,15$
Cuba-115	$y = -0,1813x^2 + 3,06x + 0,9562$	$y = -0,43x + 15,8$
CAC 262	$y = -0,49x + 19,2$	$y = -0,29x + 15,65$
Australiano	$y = -0,37x + 17,7$	$y = -0,345x + 16,025$
IJ 7136	Ausência de Regressão	$y = -0,43x + 16,55$
Gramafante	$y = -0,1562x^2 + 2,78x + 3,2313$	$y = -0,35x + 16$
Três Rios	$y = -0,655x + 20,325$	$y = -0,115x + 13,175$
Elefante de Pinda	$y = -0,595x + 20,425$	$y = 0,05x^2 - 1,19x + 18,25$
Napierzinho	$y = -0,51x + 19,9$	$y = -0,39x + 16,4$
Capiaçú	$y = -0,2x^2 + 3,62x - 2,4$	$y = -0,575x + 18,175$

Matéria Mineral (MM)

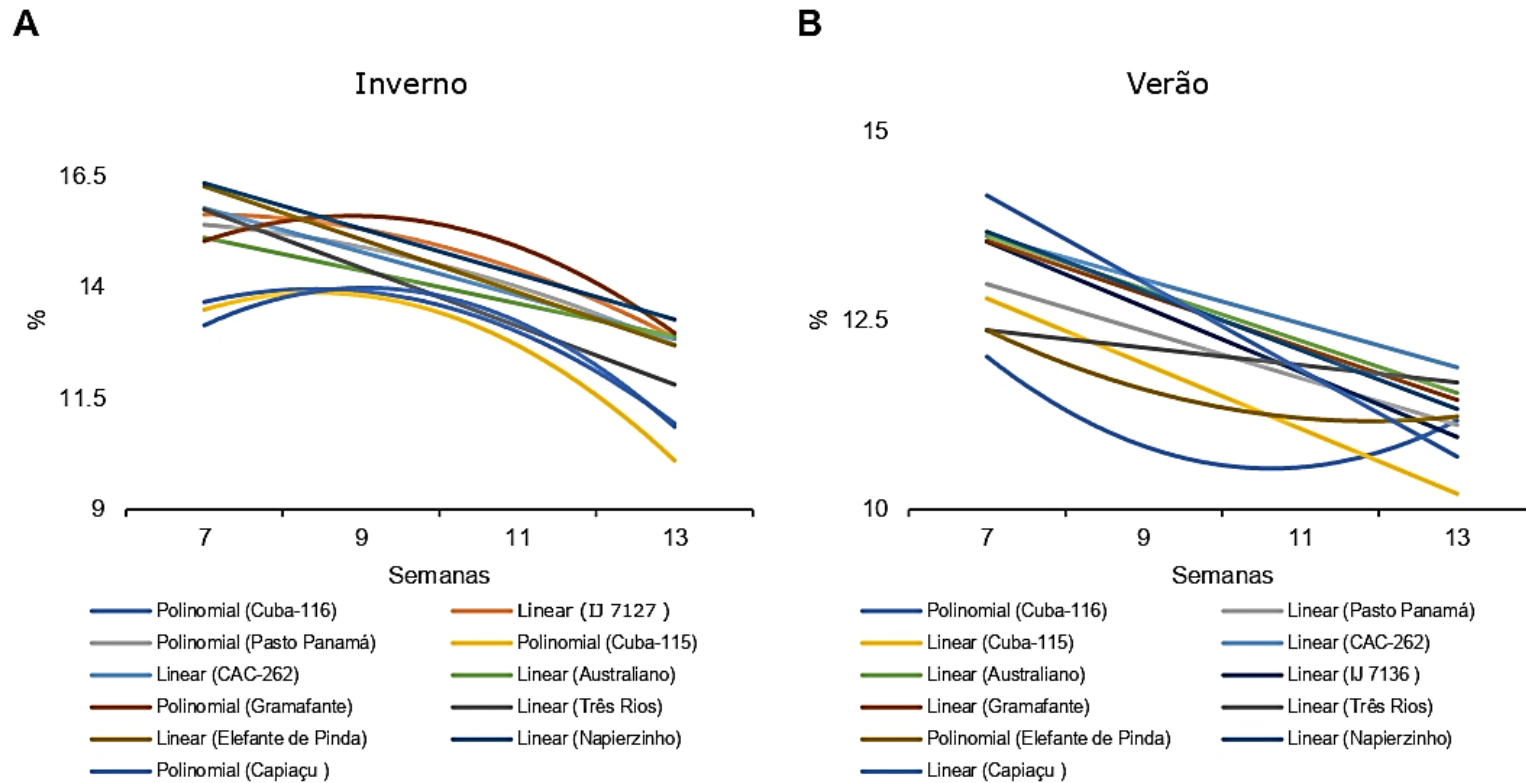


Figura 15. Modelo linear de 1º grau e 2º grau para matéria mineral (MM) de 12 genótipos em duas épocas de avaliação, A: seca, B: úguas. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

Os genótipos Cuba-16 e Elefante de Pinda apresentaram pontos de mínima produção com 10,6 e 11,9 semanas, respectivamente, no verão. Na seca quatro genótipos atingiram pontos de máxima produção (Cuba-115, Cuba-116, Gramafante e Capiáçu), os pontos máximos foram obtidos entre 8,42 e 9 semanas. Já o IJ 7136 e IJ 7127 apresentaram ausência de regressão no inverno e no verão, respectivamente

Com 7 semanas o genótipo Australiano apresentou teor de MM de 15% no inverno, este mesmo genótipo no verão com a mesma idade apresentava teor 13,7% de MM. Estudos com capim-elefante colhido com 42 dias no inverno e 38 dias no verão também obtiveram valores inferiores na estação chuvosa (verão) (13,35 %) quando comparada à estação seca (inverno) (9,21 %) (Diehl et al., 2014). Todos esses resultados evidenciam a necessidade de realização do corte no verão ser antecipado, pois a redução da MM pode refletir em uma redução no desempenho animal e uma menor eficiência de conversão alimentar.

O componente que mais limita a digestão da fibra é reconhecidamente a lignina. Porém a redução nos teores de lignina não deve ser indiscriminada, pois ela é responsável pelo suporte mecânico dos caules e folhas, resistência a doenças, insetos e outros estresses (Fukushima et al., 2015)

As respostas dos genótipos para a característica Lignina diferiram entre si no inverno. O genótipo Três Rios apresentou ausência de regressão. Os genótipos CAC 262, IJ 7127, Cuba-115, Napierzinho e Capiáçu se ajustaram a uma equação linear positiva com acúmulo de lignina durante todo o ciclo. Gramafante e Pasto Panamá apresentaram ponto de máxima para teor de lignina com 12, 10 semanas, respectivamente. Os demais genótipos apresentaram ponto de mínima com 8 semanas para o Australiano, 11 semanas para o Cuba-116 e 12 semanas para o Elefante de Pinda (Tabela 16; Figura 16).

Tabela 16. Equações de regressão estimadas para a característica Lignina em função de quatro idades (7, 9, 11 e 13 semanas) e duas épocas de avaliação. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021

Genótipos	Equação estimada - Lignina	
	Inverno	Verão
Cuba-116	$y = -0,0625x^2 + 1,44x - 4,1375$	$y = 0,1063x^2 - 2,21x + 14,619$
IJ 7127	$y = 0,145x + 2,375$	Ausência de Regressão
Pasto Panamá	$y = -0,15x^2 + 3,25x - 12,7$	$y = 0,1563x^2 - 3,23x + 19,069$
Cuba-115	$y = 0,345x + 0,525$	$y = 0,1375x^2 - 2,8x + 17,513$
CAC 262	$y = 0,305x + 0,775$	$y = 0,1063x^2 - 2,29x + 15,019$
Australiano	$y = 0,0625x^2 - 1,01x + 6,4375$	$y = 0,1563x^2 - 3,15x + 18,119$
IJ 7136	$y = 0,075x + 3,275$	Ausência de Regressão
Gramafante	$y = -0,0562x^2 + 1,41x - 3,3687$	$y = 0,0875x^2 - 1,94x + 14,013$
Três Rios	Ausência de Regressão	$y = 0,2188x^2 - 4,42x + 24,456$
Elefante de Pinda	$y = 0,0813x^2 - 1,62x + 12,194$	Ausência de Regressão
Napierzinho	$y = -0,065x + 5,325$	$y = 0,0375x^2 - 0,79x + 7,8625$
Capiaçu	$y = 0,175x + 2,425$	Ausência de Regressão

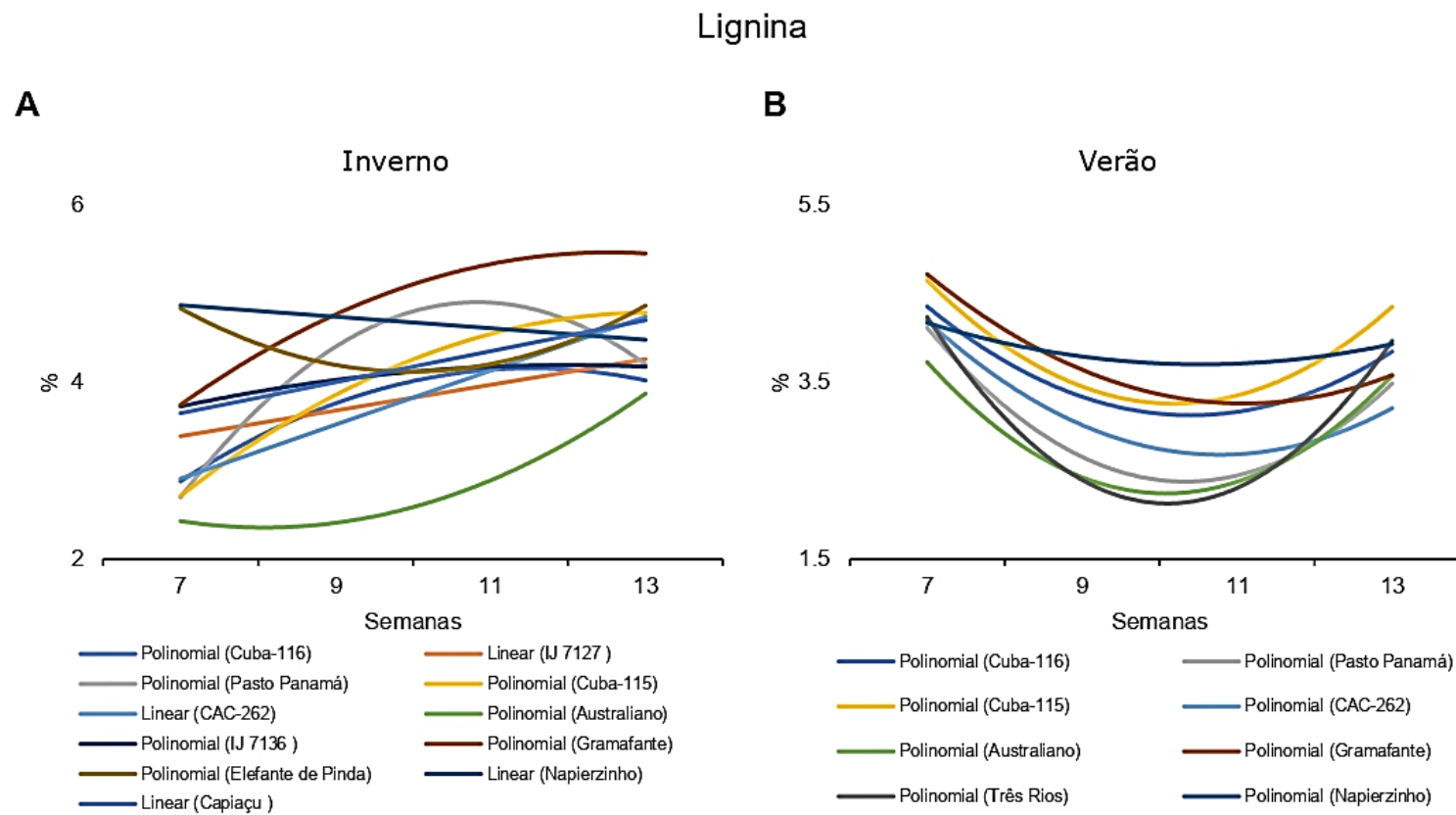


Figura 16. Modelo linear de 1º grau e 2º grau para lignina de 12 genótipos em duas épocas de avaliação, A: seca, B: águas. Campos dos Goytacazes - RJ, 2019-2021.

No verão IJ 7136, IJ 7127 e Elefante de Pinda apresentaram ausência de regressão. Os demais genótipos se ajustaram em uma curva de regressão com ponto de mínimo teor de lignina com 10 semanas, exceto o Gramafante que atingiu com 11 semanas.

O aumento da idade de corte aumentou a produção de matéria seca e diminuiu o valor nutricional. Analisando as 10 características avaliadas, ao realizar a colheita da forragem com 9 semanas durante o inverno e com 7 semanas durante o verão em regiões cuja a estação seca (inverno) e chuvosa (verão) seja bem definida, possibilitará obter maiores ganhos em rendimento animal em função do maior valor nutritivo e produção das forragens nesta idade.

5. CONCLUSÕES

O genótipo Australiano destacou-se entre os demais quanto à produção de matéria seca podendo ser recomendado para produção de forragem.

Na região norte do estado do Rio de Janeiro, o corte das capineiras de capim-elefante no verão deve ser realizado com 7 semanas e no inverno com 9 semanas para obter maiores ganhos em rendimento animal em função do maior valor nutritivo e produção das forragens nesta idade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcântara, P.B., Bufarah, G. Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas. São Paulo, Editora Nobel, 2ª ed., 1983, 150p.
- Bennet, H.W. Pasto Johnson, pasto alfombra y otras gramíneas para el sur humedo de los Estados Unidos. In: HUGUES, H.D. et al. (Ed.). Forrajes. México, 1976. p. 321-324.
- Bogdan, A. V. (1977) Tropical pasture and fodder plants (grasses and legumes), Tropical Agricultural Series, London. 241p.
- Buxton, D. R., Mertens, D. R. e Moore, K. J. (1995) Forage quality for ruminants: Plant and animal considerations. *The professional Animal Scientist*. 11:121-131.
- Buxton, D.R. e Casler, M. D., (1993). Environmental and genetic effects on cell wall composition and digestibility. *American Society of Agronomy*, 685-714.
- Carvalho, M. M.; Alvim, M. J.; Xavier, D. J.; Carvalho, L. de A. (1997). Capim-elefante: Produção e utilização. Juiz de Fora, Embrapa-CNPGL, p.31-46.
- Cavalcante, M., Lira, M.A. (2010) Variabilidade genética em *Pennisetum purpureum* Schumacher. *Revista Caatinga*, 23:153-163.
- Corsi, M. (1988). Manejo de plantas forrageiras do gênero *Panicum*. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, Piracicaba, Anais. Piracicaba: FEALQ, 9: 57-75.
- Cruz, C.D. GENES – (2013). A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.35, p.271-276.
- Cunha, M.V.; Lira, M.A.; Santos, M.V.F.; Freitas, E.V.; Dubeax Junior, J.C.B.; Mello, A.C.L.; Martins, K.G.R. Association between the morphological and productive

- characteristics in the selection of elephant grass clones. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.482- 488, 2011.
- Daher, R. F.; Da Silva Menezes, B. R.; Rodrigues, E. V.; Oliveira, M. L. F.; Araujo, M. S. B.; Silva, V. B.; Novo, A. A. C. (2016) Emergency of elephant grass genotypes with potential for use in plant breeding programs. *Vertices*, v. 18, n. 3, p. 123-134.
- Daher, R.F., Rodrigues, E.V., Araújo, M.S.B., Pinheiro, L., Gravina, G.A., Ledo, F.J.S., Pereira, A.V. (2017). Variação sazonal na produção de forragem de clones intra e interespecíficos de capim-elefante. *Agrarian*. 10:284-294.
- Daher, R.F., Souza, L.B., Gravina, G.A., Machado, J.C., Ramos, H.C., Silva, V.Q., Gottardo, R.D. (2014). Use of elephant grass for energy production in Campos dos Goytacazes-RJ, Brazil. *Genetics and molecular research*,13:10898-10908.
- Deresz, F. (1999) *Utilização do capim-elefante sob pastejo rotativo para produção de leite e carne*. Juiz de Fora, Embrapa-CNPGL, 29p. (Circular técnica 54).
- Diehl, S.M., Olivo, C.J., Agnolin, C.A., Lima, A.J.R., Bratz, V.F., Costa, S.J. (2014) Massa de forragem e valor nutritivo de capim elefante, azevém e espécies de crescimento espontâneo consorciadas com amendoim forrageiro ou trevo vermelho. *Ciência Rural*, 44:1845-1852.
- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (EMATER RIO) (2019). Relatório de atividades – Bovinocultura. 28p.
- Ferreira, E.A., Joadil, G.A., Martinez, J.C., Braz, T.G.S., Ferreira, D.P. (2018) Cutting ages of elephant grass for chopped hay production. *Pesquisa Agropecuária Tropical [online]*. 48:245-253.
- Ferreira, R.P., Pereira, A.V. *Melhoramento de forrageiras*. In: Borém M, A. (Ed.). *Melhoramento de espécies cultivadas*. (2005) Viçosa, MG: UFV, p. 781-812.
- Freire, L.R., Balieiro, F.C., Zonta E., Anjos L.H.C., Pereira, M.G., Lima, E., Guerra, J.G.M., Ferreira, M.B.C., Leal M.A. de A., Campos, D.V.B., Polidoro J.C. (2017) *Manual de calagem e adubação*. 404p.
- Freitas, R.S., Barbé, T.C., Daher, R.F., Vidal, A.K.F., Stida, W.S., da Silva, V.B., Menezes, B.R. da S., Pereira, A.V. (2018). Chemical Composition and Energy Yield of Elephant Grass Biomass as Function of Five Different Production Ages. *Journal of Agricultural Science*, 10:343-353
- Freitas, R.S., Daher, R.F., Vidal, A.K.F., Stida, W.F., Menezes, B.R.D.S., Pereira A., Vander Neto, S.A., Santos, P.R. dos, Silva, V.B. da, Gottardo, R.D. (2019)

- Dry Matter Yield and Nutritional Characteristics of Elephant Grass Genotypes. *Journal of Experimental Agriculture International*, 35:1–8.
- Fukushima, R.S., Kerley, M.S., Ramos, M.H., Porter, J.H., & Kallenbach, R.L. (2015). Comparison of acetyl bromide lignin with acid detergent lignin and Klason lignin and correlation with in vitro forage degradability. *Animal Feed Science and Technology*, 201:25-37.
- Gomide, J.S., (1975) Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais: In: Simpósio Latino-Americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens, Belo Horizonte, MG, p.20-23 .
- Gravina, L.M. (2019) *Densidade de plantio na seleção de genótipos de capim-elefante para fins energéticos*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 74p.
- Gravina, L.M., Oliveira, T.R.A., Daher, R.F., Gravina, G.A., Vidal, A.K.V., Stida, W.F., Cruz, D.P., de Sant’Anna, C.Q.S.S., Rocha, R.S., Pereira, A.V., Gustavo, G.H. (2020) Multivariate analysis in the selection of elephant grass genotypes for biomass production. *Renewable Energy*, 160:1265–1268.
- Hattendorf, M.J., Redelfs, M.S., Amós, B., Pedra, L.R., Gwin R.E.J. (1988) Comparative water use characteristics of six row crops. *Agronomy Journal*. 80:80-85.
- Junior, G.J.L., Zanine, A.M., Borges, I., Pérez, J.R.O. (2007). Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. *Ciência Animal*. 17:7-17.
- Leal, V.N., Machado, R.L., Araujo, L.C., Godoy, M.M., Linhares, A. J.S., Ferreira, J.C.Q., Miyagi, E.S. (2020). Produção e valor nutritivo de forragem de cultivares de capim-elefante em diferentes períodos de rebrotação. *Research, Society and Development*, 9:1-19.
- Lima, R.S., Daher, R.F., Goncalves, L.S., Rossi, D.A., do Amaral Júnior, A.T., Pereira, M.G., e Lédo, F.J.S. (2011) RAPD and ISSR markers in the evaluation of genetic divergence among accessions of elephant grass. *Genetics Molecular Research*, 10:1304-1313
- Martins, L.F., Prado, D.M.B., Gomes, G.R., Teixeira, A.M., Oliveira, L.N., Gonçalves, L.C., Oliveira, F.S. (2020) Valor nutricional do capim-elefante verde colhido em diferentes idades de rebrota. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia [online]*. 72:1881-1890.

- Menezes, B.R., Daher, R.F., Gravina, G.A., do Amaral Júnior, A.T., Oliveira, A.V., Schneider, L.S., Silva, V.B. (2014) Correlações e análise de trilha em capim-elefante para fins energéticos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9:465-470.
- Menezes, B.R.S., Daher, R.F., Gravina, G.A., Gottardo, R.D., Schneider, L. Rocha, A.S. (2016). Comportamento Per se de híbridos de capim-elefante para fins energéticos. *Comunicata Scientiae*, 7:73-85.
- Monção, F.P., Costa, M.A.M.S., Rigueira, J.P.S., de Sales, E.C.J., Leal, D.B., da Silva, M.F.P., Gomes, V.M., Chamone, J.M.A., Alves, D.D., da Cunha, S.C.C., Murta, J.E.J., Júnior, V.R.R. (2019) Productivity and nutritional value of BRS capiaçu grass (*Pennisetum purpureum*) managed at four regrowth ages in a semiarid region. *Trop Anim Health Prod*. 52:235-241.
- Nascimento Jr., D. (1981) *Informações sobre plantas forrageiras*. Viçosa, MG, UFV Imprensa Universitária, 56p.
- National research council- NRS. (2001), Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC. 2001
- Nelson, C. J. e Moser, L. E. (1993) *Plant factors affecting forage quality*. In Forage Quality, Evaluation, and Utilization. American Society of Agronomy, Madison, WI., 115p.
- Oliveira, M.L.F., Daher, R.F., Gravina, G.D.A., da Silva, V.B., Viana, A.P., Rodrigues, E.V., Rocha, A.D.S. (2014). Pre-breeding of elephant grass for energy purposes and biomass analysis in Campos dos Goytacazes-RJ, Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, 9:2743-2758.
- Pereira, A. V. (1993) Escolha de variedades de capim-elefante. In: Peixoto, A. M.; Moura, J. C. e Faria, V. P (ed) Simpósio sobre manejo de pastagem. 10. Anais... Piracicaba: 45-62.
- Pereira, A. V.; Valle, C. B.; Ferreira, R. P.; Miles, J. W. (2001) Melhoramento de forrageiras tropicais. In: Nass, L. L.; Valois, A. C. C.; Melo, I. S.; Valadares-Ingres, M. C. (Ed.). Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, p.549-602.
- Pereira, A. Vander, Lédo, F.J. da S., Machado, J.C. (2017) BRS Kurumi and BRS Capiáçu - New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 17: 59–62.

- Pereira, A.V., M. De Andrade Lira, J.C. Machado, C.A. De Miranda Gomide, C.E. Martins, F.J. Da Silva Léo, R.F. Daher. (2021) Elephant grass, a tropical grass for cutting and grazing, *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 16:1–13.
- Pereira, A.V., Morenz, M.J.F., Léo, F.J.S., Ferreira, R.P. (2016) *Capim-elefante: Versatilidades de usos na pecuária de leite*. In: Vilela, D.; Ferreira, R.P.; Fernandes, E.N.; Juntolli, F.V. (Org.) *Pecuária de leite no Brasil*. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, Parte 2, cap. 3, p. 187-211.
- Pereira, A.V.; Auad, A.M.; Léo, F.J.S.; Barbosa, S. (2010). *Pennisetum purpureum*. In: Fonseca, D.M. & Martuscello, J.A. (Ed), *Plantas Forrageiras*. Viçosa: UFV, 6:197-219.
- Pimentel Gomes, F. (2009). *Curso de estatística experimental*. 15.ed. Piracicaba: FEALQ, 451p.
- Pompeu, R.C.F.F., Neiva, J.N.M., Cândido, M.J.D., Oliveira Filho, G.S., Aquino, D.C., Lôbo, R.N.B. (2006) Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de subprodutos de frutas tropicais. *Revista Ciência Agronômica*, 37:77-83.
- Rocha, A.S., Daher, R.F., Gravina, G.A., Pereira, A.V., Rodrigues, E.V. (2015). Comparison of stability methods in elephant-grass genotypes for energy purposes. *African Journal Agriculture*, 10: 4283–4294.
- Rodrigues, E.V., de Carvalho, J.R.A.S.R., Paulo, R.S.A., Bruno, E.T.G.L., Pedro, M.V.D.R., Leonardo, C.S.C., Bhering, L. (2022) Selection of *Jatropha* genotypes for bioenergy purpose: an approach with multitrait, multiharvest and effective population size. *Bragantia* [online]. 79:346-355.
- Rossi, D.A., da Silva Menezes, B.R., Daher, R.F., de Amaral Gravina, G., de Lima, R.N., da Silva Léo, F.J., Souza, C.L.M. (2014). Canonical correlations in elephant grass for energy purposes. *African Journal of Biotechnology*, 13:3667-3671.
- Santos, M.M.P., Daher, R.F., Ponciano, N.J., Gravina, G.A., Pereira, A.V., Santos, C.L. (2014) Respostas do capim-elefante sob doses de adubação azotada de cobertura para fins energéticos. *Revista de Ciências Agrárias*, 37:100-108.
- Schneider, L.S.A., Daher, R.F., Menezes, B.R.S., Freitas, R.S., Sousa, L.B., Silva, V.B., Furlani, E.P., Vidal, A.K.F. (2018) Selection of Elephant Grass Genotypes for Forage Production. *Journal of Agricultural Science*, 10:148.

- Silva, V.B., Daher, R.F., de Souza, Y.P., da Silva, B.R.,M. Santos, E.A., Freitas, R.S., da Silva, E.O., Stida, W.S. Cassaro, S. (2020) Assessment of energy production in full-sibling families of elephant grass by mixed models. *Renewable Energy*, 146:744–749
- Sousa, L.B., Daher, R.F., Menezes, B.R.M., Rodrigues, E.V., Tardin, F.D., Gravina, G.A., Pereira, A.V. (2016) Qualidade da biomassa em híbridos de capim-elefante para fins energéticos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 11:85–91.
- Souza, Y.P., Daher, R.F., Pereira, A.V., Silva, V.B., Freitas, R.S., Gravina, G.A. (2017) Repeatability and minimum number of evaluations for morpho-agronomic characters of elephant grass for energy purposes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 12:391-397.
- Stabile, S.S., Salazar, D.R., Francisco, L.J., Rennó, L., Prada, L.F.S. (2010). Características de produção e qualidade nutricional de genótipos de capim-colonião colhidos em três estádios de maturidade. *Revista Brasileira de Zootecnia* [online]. 39:1418-1428.
- Stapt, O., Hubbard, C.E. (1934) *Pennisetum*. In: Prain, D. (Ed.). *Flora of tropical Africa*. Ashford: Reeve. p. 954-1070.
- Steel, R. G. D., J. H. Torrie and D. A. Dickey (1997). Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. 3rd ed. McGraw Hill Book Co. Inc. New York: 400-428.
- Stida, W.F., Daher, R.F., Viana, A.P., Vidal, A.K.F., Freitas, R.S., da Silva, V.B., Pereira, A.V., Cassaro, S., Menezes, B.R.S., Furlani, E.P. (2018) Estimation of genetic parameters and selection of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schumach.) for forage production using mixed models. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 78:198– 204
- Turano, B., Tiwari, U.P., Jha, R. (2016). Growth and nutritional evaluation of napier grass hybrids as forage for ruminants. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*. 4:168-178.
- Van Soest, P. J. (1994) *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed. Ithaca. Cornell University Press, 476 p.
- Vidal, A.K.F., Daher, R.F., de Andrade, E.K.V., Freitas, R.S., Stida, W.F.S., Júnior, A. Tdo Amaral, Menezes, B. Rda S., Pereira, A. V., da Silva, V. B., Tardin, F. D., and De Oliveira, L.J.S. (2021). Estimate of genetic diversity in germplasm of

elephant grass accessions in Brazil using the Gower algorithm. *Genetics and Molecular Research*, 20:1-10.

- Vidal, A.K.F., Daher, R.F., Freitas, R.S., Stida, W.S., Lédo, F.J.S., da Silva, V.B., Pereira, A.V., Tardin, F.D., Gravina¹, G.A., Souza, A.G., Ambrósio, M., Santana, J.G.S., Farias, J.C., Leite, C.L., Amaral-Júnior, A.T., Crevelari, J.A. (2022) Growth curve in elephant grass genotypes based on morpho-agronomic traits for energy production. *Chilean journal of agricultural research*. 82:78:87.
- Xavier, D. F.; Botrel, M. A.; Daher, R. F.; Gomes, F. T.; Pereira, A. V. (1995) Caracterização Morfológica e Agronômica de Algumas Cultivares de Capim-Elefante. Embrapa-CNPGL. Documentos, 60.
- Xie X.M., Zhang X.Q., Dong Z.X., Guo H.R. (2011) Dynamic changes of lignin contents of MT-1 elephant grass and its closely related cultivars. *Biomass and Bioenergy* 35:1732–1738.
- Zanine, A.M.; Schimidt, L.T.; Dias, P.F.; Manhães Souto, S.M. (2007). Produção e qualidade do Capim Tanzânia (*Panicum maximum*) em diferentes idades e adubado com doses de N de chorume bovino. *Pasturas Tropicais*, 25:30- 36.