

**Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro**

**Arthur Lobo Paes**

**Avaliação quantitativa do rendimento e potencial  
nutricional de forrageiras simulando períodos crescentes  
de diferimento**

**Campos dos Goytacazes**

**Março/2023**

**Arthur Lobo Paes**

**Avaliação quantitativa do rendimento e potencial  
nutricional de forrageiras simulando períodos crescentes  
de diferimento**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal, na área de concentração Zootecnia.

**Orientador: Professor Ricardo Augusto Mendonça Vieira**

**Campos dos Goytacazes**

**Março/2023**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

P126      Paes, Arthur Lobo.

Avaliação quantitativa do rendimento e potencial nutricional de forrageiras simulando períodos crescentes de diferimento / Arthur Lobo Paes. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2023.

70 f. : il.  
Inclui bibliografia.

Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2023.

Orientador: Ricardo Augusto Mendonca Vieira.

1. nutrição de ruminantes. 2. diferimento de pasto. 3. *Urochloa* spp.. 4. composição química de forragem. 5. produção cumulativa de gases. I. Universidade Estadual do NorteFluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 636

Arthur Lobo Paes


**Avaliação quantitativa do rendimento e potencial  
nutricional de forrageiras simulando períodos  
crescentes de diferimento**


Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção de grau de Doutor em Ciência Animal, na área de concentração Zootecnia.

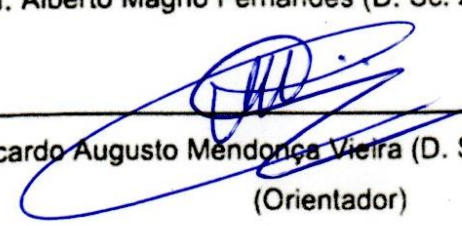
Aprovada em, 17 de março de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Fernando de Paula Leonel (D. Sc., Zootecnia) – UFSJ

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Raphael Pavesi Araujo (D. Sc. Ciência Animal) – IFTO

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Alberto Magno Fernandes (D. Sc. Zootecnia) – UENF

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Ricardo Augusto Mendonça Vieira (D. Sc., Zootecnia) – UENF  
(Orientador)

Aos

meus filhos amados  
Alice Nunes Lobo e Lucas Nunes Lobo  
por serem o motivo de incentivo e  
força em minha jornada acadêmica;

À

minha mãe pela vida,  
sem você nada teria acontecido,  
sou grato eternamente;

À

minha esposa amada  
Larissa Nunes Martins  
por ser a principal admiradora e  
impulsionadora dos meus  
projetos pessoais e acadêmicos;

Aos

meus avós, *in memoriam*,  
pelo carinho e dedicação  
que perduram até hoje;

dedico.

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus filhos por me fortalecerem e engrandecerem enquanto ser humano, homem, pai e pesquisador. Serem fonte de motivação para meu desempenho acadêmico e para a conclusão do curso;

À minha esposa, por todo amor e por sempre acreditar em meu potencial, me motivar em momentos em que desacreditei da minha capacidade e por me apoiar em todas as instâncias da minha vida;

À minha mãe, Candida Fonseca Vilaça Lobo, pela dedicação e amor desempenhados em minha criação;

Ao meu irmão, Marcelo Lobo Paes, por sempre acreditar em minha formação;

À avó que a vida me deu, Nilza Almeida Pontes, pelo acolhimento em seu seio familiar;

Em especial, toda minha gratidão ao Luiz Mario Duarte que desde o início me apoiou em todos os momentos. Agradeço pela compreensão nos momentos de dificuldade, por me ensinar e pela grandeza de seu amparo;

Às amigas Adriana Lamanna Puga, Luiza Lamanna por dividirem comigo os momentos de aflição e de felicidade;

À Ana Elise Hilel, Fábio Marques da Cunha, Ivanilson Almeida, Gustavo Siqueira e Guilherme Siqueira, Camila Cordeiro, Everton Azevedo, Luiz Sant'Ana Neto pela ajuda e companheirismo em momentos decisivos do trabalho;

Aos meus colegas da universidade que me ajudaram muito nesta caminhada Manoel Adriano, Elon Souza Aniceto, Isabela Amorim, Debora Evellin;

Ao Leonardo Viana e Marcus Nogueira por esses anos de convivência;

A todo corpo docente da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, por todo conhecimento compartilhado que foram de suma importância para a minha reconstrução enquanto cidadão, crescimento enquanto pessoa e para meu desenvolvimento enquanto profissional. Registro aqui minha mais profunda admiração a cada professor com quem pude aprender ao longo de todos esses anos na academia;

Ao meu orientador Ricardo Augusto Mendonça Vieira por acreditar no trabalho;

Às funcionárias do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Jovana e Conceição, pelo carinho e atenção;

Aqui registro meu agradecimento ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal que por meio do ensino, da pesquisa e da extensão me possibilitou a conhecer e me apaixonar sobre a temática da Zootecnia;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), pelo oferecimento deste curso;

À Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES) – Brasil – código de financiamento 001 e ao CNPq pela concessão de bolsa de estudo;

Ao professor Raphael Pavesi pela contribuição na condução deste experimento;

Aos companheiros do IFTO Warley Silva Lino, Ricardo Vagmarcker da Silva pelo auxílio na condução deste experimento;

Ao Joaquim da Barenbrugg Brasil pelo aporte neste experimento;

Aos funcionários Alcir Manhães, Robson Alves de Carvalho;

E a todos que não foram citados, mas contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

*Em nossas vidas há momentos de alegria e de sofrimento. Se conseguirmos entender que sempre haverá bons e maus, poderemos gradualmente a não esperar somente bons momentos, e nem a detestar os maus.*

*(Daisaku Ikeda, Brasil Seikyo – Edição 1692 – 22/03/2003 – pág. C4 – Caderno da Comunidade).*

*Um discípulo é aquele que coloca em prática os ensinamentos de seu mestre. Um discípulo é aquele que cumpre sua promessa. Eu fiz tudo isso e esse é meu maior orgulho.*

*(Daisaku Ikeda, Brasil Seikyo – Edição 1454 – 28/03/1998 – pág. 3)*



## Resumo

**PAES, Arthur Lobo; D. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; março de 2023; Avaliação quantitativa do rendimento e potencial nutricional de forrageiras simulando períodos crescentes de diferimento. Orientador: D. Sc. Ricardo Augusto Mendonça Vieira.**

O pasto é a base da alimentação do quantitativo do rebanho de gado presente no território brasileiro. A forragicultura tropical visa obter o equilíbrio desejado entre produção e qualidade, suprimir espécies não comestíveis e promover uma combinação de espécies com diferentes ritmos sazonais de crescimento. Os efeitos da estacionalidade na produção de forragem em respostas às alterações das condições climáticas que não permitem crescimento uniforme de forrageiras ao longo do ano são evidentes na exploração pecuária brasileira. A vedação do pasto é uma estratégia para produção de volumoso que transfere a massa produzida no período das águas aos períodos da seca. No presente trabalho teve-se por objetivo avaliar a composição química, rendimento forrageiro, de componentes químicos e os parâmetros da cinética de degradação *in vitro* de alguns capins *Urochloa* spp. submetidos à simulação de períodos crescentes de diferimento. O experimento de campo foi conduzido no setor de bovinocultura leiteira no Campus Colinas do Tocantins, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO). As unidades experimentais foram compostas por parcelas com dimensões de 4 m<sup>2</sup> (2,0 x 2,0 m), onde o plantio da forrageira foi realizado em linhas. Após o corte de uniformização (20 de março de 2019 e 2020), capins *Urochloa* spp. ficaram vedados por: 56 dias na avaliação de 15 de maio, 84 dias na avaliação de 12 de junho, 112 dias na avaliação de 10 de julho, 140 dias na avaliação de 07 de agosto, 168 dias na avaliação de 04 de setembro e 196 dias na avaliação de 02 de outubro nos dois anos de cultivos (2019 e 2020). Os tratamentos foram compostos pela combinação das parcelas que denotavam os capins *Urochloa* spp. Sabiá (Barenbrug), Cayana (Barenbrug), híbrido 3 (Barenbrug), Mulato II, Marandú e *decumbens*, e as subparcelas representavam os períodos de diferimento (56, 84, 112, 140, 168 e 196 dias). Os tratamentos (combinação entre genótipo e período de diferimento) tiveram três blocos, totalizando 108 unidades experimentais avaliadas por dois anos consecutivos (2019 e 2020). No laboratório de Zootecnia (LZO) da Universidade

Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), foram realizadas avaliações do valor nutritivo da forragem (baseado na composição química e na cinética de degradação *in vitro* por meio da produção cumulativa de gases), do rendimento forrageiro e de componentes químicos, além da análise exploratória (correlação de Pearson) e da avaliação conjunta dos híbridos. O capim Sabiá apresentou comportamento consistente de destaque para a qualidade do material diferido. Embora o capim Sabiá se destaque, os híbridos Cayana e híbrido 3 também se sobressaíram com relação à qualidade do material diferido, assim como o capim Mulato II, que se destacou com qualidade equivalente. Os outros capins, Marandú e *decumbens*, demonstraram potencial de produção forrageira para serem utilizados em estratégias de diferimento de pasto, porém, a qualidade do material diferido destes foi inferior se comparada à qualidade dos demais híbridos avaliados.

**Palavras-chave:** nutrição de ruminantes, diferimento de pasto, *Urochloa* spp., composição química de forragem, produção cumulativa de gases

## Abstract

**PAES, Arthur Lobo; D. Sc.; State University of Northern Fluminense Darcy Ribeiro; march of 2023; Quantitative evaluation of yield and nutritional potential of forage simulating increasing periods of deferment; Advisor: D. Sc. Ricardo Augusto Mendonça Vieira.**

Pasture is the basis for feeding the number of cattle herds present in Brazilian territory. Tropical forage farming aims to achieve the desired balance between production and quality, suppress inedible species and promote a combination of species with different seasonal growth rates. The effects of seasonality on forage production in response to changes in climatic conditions that do not allow uniform forage growth throughout the year are evident in Brazilian livestock farming. Pasture fencing is a roughage production strategy that transfers the mass produced in the rainy season to the dry season. The objective of this work was to evaluate the chemical composition, forage yield, chemical components and parameters of in vitro degradation kinetics of some *Urochloa* spp. submitted to the simulation of increasing deferral periods. The field experiment was conducted in the dairy cattle sector at the Campus Colinas do Tocantins, of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins (IFTO). The experimental units consisted of plots measuring 4 m<sup>2</sup> (2.0 x 2.0 m), where forage planting was carried out in rows. After standardization mowing (March 20, 2019 and 2020), *Urochloa* spp. were closed for: 56 days in the May 15 assessment, 84 days in the June 12 assessment, 112 days in the July 10 assessment, 140 days in the August 7 assessment, 168 days in the September 4 assessment, and 196 days in the evaluation of October 2 in the two years of cultivation (2019 and 2020). The treatments were composed by the combination of plots that denoted *Urochloa* spp. Sabiá (Barenbrug), Cayana (Barenbrug), hybrid 3 (Barenbrug), Mulato II, Marandú and decumbens, and the subplots represented the deferral periods (56, 84, 112, 140, 168 and 196 days). The treatments (combination between genotype and deferral period) had three blocks, totaling 108 experimental units evaluated for two consecutive years (2019 and 2020). At the Animal Science Laboratory (LZO) of the Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), evaluations were made of the nutritional value of forage (based on chemical composition and kinetics of in vitro degradation through cumulative production of gases), yield forage and chemical

components, in addition to exploratory analysis (Pearson correlation) and joint evaluation of hybrids. Sabiá grass showed a consistent behavior of prominence for the quality of the deferred material. Although Sabiá grass stands out, the Cayana and Hybrid 3 hybrids also stood out in terms of the quality of the deferred material, as well as Mulato II grass, which stood out with equivalent quality. The other grasses, Marandú and decumbens, showed forage production potential to be used in pasture deferral strategies, however, the quality of the deferred material of these was inferior compared to the quality of the other evaluated hybrids.

**Key words:** ruminant nutrition, pasture deferral, *Urochloa* spp., forage chemical composition, cumulative gas production.

## Lista de ilustrações

Figura 1. Caracterização climática e do crescimento de gramíneas tropicais.....	20
Figura 2. Forma da curva para valores do parâmetro $c > 1$ (GROOT et al., 1996) ...	35
Figura 3. Produção de gases cumulativa ( $V_t$ , mL/0,5 g MO) e taxa de fermentação fracional ( $kdt$ , mL/0,5 g MO/h) em função do tempo dos capins <i>Urochloa</i> Sabiá (a); <i>Urochloa</i> Cayana (b); <i>Urochloa</i> híbrido 3 (c) e as estimativas de cada parâmetro das cultivares.....	48
Figura 4. Dados climáticos de Colinas do Tocantins, TO, Brasil. Ano de 2019 e 2020. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET .....	51

## Lista de tabelas

Tabela 1. Valores p referentes aos efeitos fixos para os componentes químicos de planta inteira de capins <i>Urochloa</i> spp. ....	38
Tabela 2. Regressões de componentes químicos de planta inteira de capins <i>Urochloa</i> spp. para cada ano de avaliação.....	39
Tabela 3. Valores p referentes aos efeitos aleatórios de blocos sobre os parâmetros fixos para os rendimentos forrageiros e de componentes químicos de planta inteira de capins <i>Urochloa</i> spp.....	42
Tabela 4. Regressões dos rendimentos forrageiros e dos componentes químicos de planta inteira de capins <i>Urochloa</i> spp. para cada ano de avaliação .....	42
Tabela 5. Modelos ajustados para os perfis de produção acumulada de gases, utilizando ajuste ao conjunto formado por todas as espécies forrageiras .....	43
Tabela 6. Estimativa dos parâmetros da cinética de produção de gases e seus respectivos erros padrão entre parênteses (SE) .....	44
Tabela 7. Estimativa do ponto de inflexão, tempo e taxa fracional de fermentação máxima .....	46
Tabela 8. Matriz de correlação linear simples entre variáveis da composição química, rendimento forrageiro e parâmetros da cinética da degradação <i>in vitro</i> dos capins <i>Urochloa</i> spp. utilizados .....	50
Tabela 9. Resultados de análise química e física do solo (2019 e 2020).....	51

## Índice

1. Introdução .....	16
2. Objetivo.....	18
3. Revisão de literatura .....	19
3.1. Estratégia de utilização do diferimento de pasto .....	19
3.2. Avaliação da composição química .....	21
3.3. Perfis de produção cumulativa de gases <i>in vitro</i> .....	22
3.4. Seleção de capins <i>Urochloa</i> spp.....	25
4. Material e métodos.....	28
4.1 Localização e implantação do experimento .....	28
4.2. Períodos crescentes de diferimento.....	28
4.3. Tratamentos e variáveis avaliadas .....	29
4.4. Composição química .....	29
4.5. Rendimento forrageiro e de componentes químicos .....	31
4.6. Cinética de degradabilidade <i>in vitro</i> .....	31
4.6.1. Preparo do meio de cultura .....	32
4.6.2. Produção cumulativa de gases .....	33
4.6.3. Perfis de degradação .....	34
4.6.4. Estimativas dos valores dos parâmetros cinéticos .....	35
4.7. Correlação de Pearson (r) .....	36
4.8. Avaliação conjunta dos híbridos.....	36
5. Resultados .....	38
6. Discussão .....	52
7. Conclusão .....	57
8. Referências.....	58
9. Apêndice .....	65

## 1. Introdução

O pasto é a base da alimentação do quantitativo do rebanho de gado presente no território brasileiro. Em 2017, foram abatidos 40 milhões de bovinos e produzidas 9,71 milhões de toneladas equivalentes em carcaça. Desse total, 87% dos bovinos foram criados e recriados em pastagens, e os 13% restantes, em sistemas de confinamento. De toda a carne bovina produzida em 2017, 80% foi consumida pelo mercado interno e 20% direcionada à exportação, posicionando o Brasil como o maior exportador de carne bovina do mundo (ABIEC, 2018).

O objetivo da forragicultura tropical é proporcionar a continuidade da disponibilidade de forragem. Visa obter o equilíbrio desejado entre produção e qualidade, suprimir espécies não comestíveis e promover uma combinação de espécies com diferentes ritmos sazonais de crescimento (UGHERUGHE, 1986). O pasto pode produzir quantidades grandes de matéria seca digestível por área se for tratado como cultura e manejado corretamente. Entretanto, a produção de pasto não é feita de forma racional, visto que, a produtividade não tem sido satisfatória e os problemas de degradação de pastagem e do solo ainda persistem.

Os efeitos da estacionalidade na produção de forragem em respostas às alterações das condições climáticas que não permitem crescimento uniforme de forrageiras ao longo do ano são evidentes na exploração pecuária brasileira (SANTOS, 2012). A produção da massa de forragem na seca não é equivalente à da época das águas devido às temperaturas baixas, dias curtos com incidência de luz reduzida e escassez de chuva. De novembro a fevereiro, as forrageiras apresentam alta disponibilidade e proporção de folhas verdes e os animais têm um consumo adequado de nutrientes. Nos meses entre maio e outubro, durante a seca, a redução da quantidade e qualidade do pasto produzido acarreta no menor desempenho dos animais em pastejo (MORAES, 2012). Os ruminantes nos trópicos experimentam flutuações sazonais marcadas no fornecimento e na qualidade do pasto, o que resulta num padrão sazonal de desempenho, por exemplo, ganho de peso vivo na estação chuvosa e perda de peso vivo na estação seca (POPPI; MCLENNAN, 1995; MALAFAIA et al., 2003).

O período de transição entre águas e seca é o momento quando a condição de



grande disponibilidade de alimento passa à condição de escassez devido à redução da precipitação pluviométrica, crescimento e produção de forragem, além da queda dos valores nutricionais das plantas (SANTOS; BERNARDI, 2005). A vedação do pasto é uma estratégia para produção de volumoso que transfere a massa produzida no período das águas aos períodos da seca. Normalmente, é feita ao final das chuvas ou durante todo o período chuvoso, dependendo da região e se estende de 60 a 90 dias. Em períodos de vedação abaixo de 90 dias é possível obter uma quantidade de pasto para época da seca sem perdas demasiadas, porém, o risco é não ter a chuva adequada para que esse pasto cresça e acumule em quantidade de massa necessária para manter os animais na época da seca. Já no adiamento prolongado por períodos maiores que 110 dias, o pasto pode crescer muito (alongamento de colmos devido a maior competição por luz), tombar, acamar e comprometer o desempenho animal.

Dada a região produtiva e suas características edafoclimáticas que variam em função do tempo dentro de cada ano e entre os anos agrostológicos (temperatura, luz, água e fertilização e características do solo), atrelada à espécie forrageira, momento ideal de vedação, período de diferimento correspondente e ano de cultivo, o pasto protelado pode proporcionar massa de forragem adequada com decréscimo do valor nutritivo lento, e com isso, promover desempenho animal satisfatório no período de escassez de alimento.

## 2. Objetivo

Avaliar a composição química, rendimento forrageiro, de componentes químicos e os parâmetros da cinética de degradação *in vitro* de alguns capins *Urochloa* spp. submetidos à simulação de períodos crescentes de diferimento.

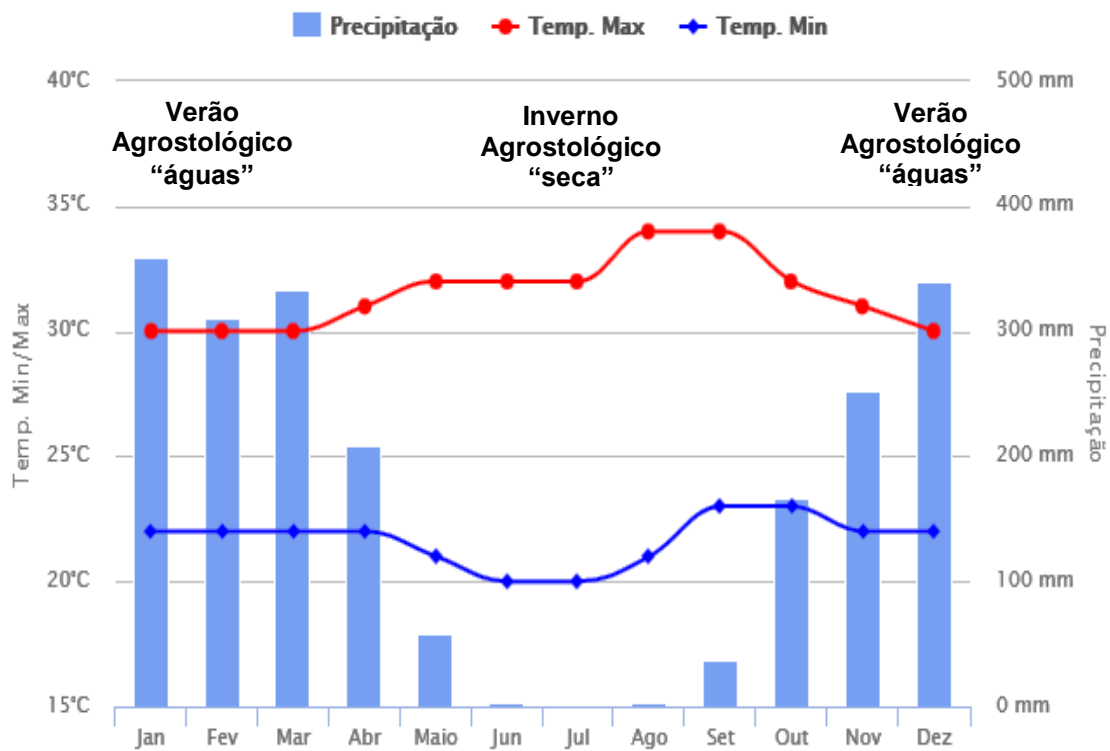
### 3. Revisão de literatura

#### 3.1. Estratégia de utilização do diferimento de pasto

Cada sistema de produção deve acomodar estratégias que tornem a atividade viável economicamente, existem variações que colocam em risco sua rentabilidade. Na exploração pecuária, definir um planejamento que visa a oferta constante de alimento aos animais é imprescindível, para ser eficiente, este deve ser feito com pelo menos um ano de antecedência. O produtor que preferir reservar uma área ao diferimento do pasto, deve observar características físicas e químicas do solo, clima da região e espécie forrageira, para depois sim, definir o momento ideal da vedação e período adequado de diferimento. Tais decisões devem levar em consideração condições edafoclimáticas prévias, no mínimo do ano agrostológico anterior.

Entende-se como dinâmica da água no solo a capacidade da água de se movimentar no solo e a sua permanência nele. A umidade está relacionada com a pressão capilar do solo, pois a água contida nele varia em função do volume e tamanho dos poros, esta variação está relacionada com a textura do solo, apresentando valores diferentes de umidade para solos argilosos e arenosos. O pequeno armazenamento de água em solos arenosos é devido a predominância de grandes poros, o que faz com que a umidade decaia. Já em solos argilosos a curva de retenção mostra a diminuição gradativa da umidade, decorrente do grande número de poros com dimensões pequenas que esse solo possui (KLEIN, 2012). Apesar dos solos arenosos não disporem de capacidade ao plantio, culturas mais exigentes podem acomodar condições ao aproveitamento no diferimento de pasto.

A maioria dos sistemas produtivos inseridos nas regiões centro-oeste e norte do Brasil trabalham em sistemas de sequeiro onde, devido à estacionalidade na produção forrageira, o crescimento do pasto é desuniforme, o que significa alternância entre períodos de crescimento vigoroso e a paralisação ou diminuição do ritmo de crescimento (Figura 1) (USP, 2018; CLIMATEMPO, 2023).



Índices climáticos à cidade de Palmas - TO, média de 30 anos (CLIMATEMPO, 2023)



Massa de forragem de gramíneas de estação quente em função da estação do ano (USP, 2018)

Figura 1. Caracterização climática e do crescimento de gramíneas tropicais

Na seca, a baixa disponibilidade de forragem afeta seriamente o desempenho animal, o que implica em perda de peso, declínio da produção leiteira, diminuição da fertilidade e enfraquecimento geral do rebanho. Apesar da maior disponibilidade de forragem de boa qualidade que assegura a obtenção de índices zootécnicos satisfatórios nos meses com maiores índices pluviométricos, em alguns casos, a chuva pode gerar perda de material diferido. O retorno da chuva nos meses setembro e outubro, momento quando o pasto diferido está com grande quantidade de massa de forragem acumulada, resulta no tombamento e acamamento do material seco disponível, gerando perdas com relação ao aproveitamento do material forrageiro

devido à dificuldade de abocamento do capim pelos animais (COSTA et al., 2004; USP, 2018).

Devantier e colaboradores (2017), investigaram como o diferimento depende do tempo de vedação e da composição botânica inicial do pasto na Nova Zelândia. É provável que vedações precoces, de curta duração (menor que 42 dias), resultem em nenhum ou leve aumento no acúmulo de pastagens, com perda mínima da qualidade da alimentação. À medida que a duração do diferimento aumenta, o pasto total acumulado aumenta às custas da qualidade das pastagens. As opções de fechamentos antecipados e curtos até posteriores e prolongados, permitem flexibilizar o desenvolvimento de estratégias para gerenciar os excedentes de pasto.

Cada região possui características edafoclimáticas específicas. O ritmo de crescimento das plantas varia de localidade para localidade, com o tempo dentro de cada ano, de ano para ano de cultivo e com uso de fertilizantes e corretivos. Quanto mais rápido um pasto crescer e/ou rebrotar, mais rápido ele estará em condições de receber animais para um novo pastejo. No planejamento estratégico, seja ao diferimento ou a outro sistema baseado na produção forrageira, as condições de clima e solo devem ser levadas em consideração.

### **3.2. Avaliação da composição química**

O desenvolvimento de sistemas de análises químicas permite quantificar a composição dos alimentos e assim, possibilita a elaboração de um planejamento alimentar estratégico. O conhecimento da composição da matéria alimentar é imprescindível para o atendimento das exigências nutricionais, sem exagero de algum nutriente que podem onerar a produção e por outro lado, evitando a deficiência de algum componente alimentar que prejudique o desempenho animal esperado.

No entendimento nutricional, os constituintes vegetais são divididos dicotomicamente em conteúdo celular, onde são encontrados monossacarídeos como glicose e frutose, e polissacarídeos de reserva como o amido, e a parede celular, onde se destacam a pectina e demais carboidratos estruturais representados pela celulose e hemicelulose. Esta divisão é feita pelo fato de o conteúdo celular ser uniformemente e completamente digerido, enquanto a digestibilidade da parede celular é variável e heterogênea (VAN SOEST, 1967; VAN SOEST, 1994; HUHTANEN et al., 2006).

As variações na composição química são resultantes tanto da diversidade genética (VAN SOEST, 1994), bem como do estágio de desenvolvimento. O valor nutritivo da planta declina com a maturação, porque aumenta o teor de carboidratos estruturais e lignina e reduz o conteúdo celular e a digestibilidade das forrageiras (BLASSER, 1988). A deposição do carbono fotossintético na matéria estrutural dilui o *pool* metabólico representado pelo conteúdo celular (VAN SOEST, 1994). Nesta cascata metabólica aumenta a proporção de tecidos de sustentação com células densamente agrupadas, de paredes espessas e lignificadas, que causa aumento nos teores da matéria orgânica fibrosa e lignina, e redução no conteúdo celular e de tecidos de assimilação. Desta forma, compostos nitrogenados que fazem parte da proteína bruta reduzem e parte da proteína bruta e do nitrogênio não proteico que pode ficar retida na parede celular (USP, 2018).

A lignina é um componente integrante (não-carboidrato) da parede celular. A função mais importante da lignina é a composição estrutural, conferindo força e rigidez à parede celular. Sua deposição na parede celular tem impacto negativo sobre a disponibilidade da fibra. A proporção relativa de tecidos lignificados aumenta à medida que as plantas amadurecem e interfere na digestão de polissacarídeos, porque age como uma barreira física às enzimas microbianas (MOORE; JUNG; 2001).

Em períodos longos de diferimento, boa parte dos perfilhos vegetativos desenvolve-se em reprodutivos e estes passam à categoria de perfilhos mortos. Concomitantemente à redução da quantidade de folhas verdes, aumento da massa de folhas e colmos secos e ao tombamento e acamamento de plantas, alterações que ocorrem na composição química das forrageiras resultam em grande quantidade de material diferido com baixo valor nutricional (USP, 2018).

### **3.3. Perfis de produção cumulativa de gases *in vitro***

Com relação à nutrição dos animais ruminantes, conhecer a cinética de degradação ruminal é tão importante quanto a composição dos alimentos. A técnica de produção de gases *in vitro* tem a capacidade de caracterizar alimentos não apenas pela quantidade de carboidratos digestíveis que eles fornecem, mas pela taxa na qual esses nutrientes são degradados (NAGADI, 2000).

Quando um alimento é incubado *in vitro* com fluido ruminal tamponado, os carboidratos são fermentados em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), gases

(principalmente CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>) e produzem biomassa microbiana. A produção de gases é basicamente o resultado da fermentação dos carboidratos a acetato, propionato e butirato (WOLIN, 1960; BEUVINK; SPOELSTRA, 1992; BLUMMEL; ØRSKOV, 1993; GETACHEW et al., 1998). A produção de gases derivada da fermentação de proteínas é relativamente pequena quando comparadas com a fermentação de carboidratos (WOLIN, 1960; GETACHEW et al., 1998). A contribuição da gordura para a produção de gases é insignificante.

Registros dos volumes de gases produzidos *in vitro* ao longo do tempo geram informações sobre a taxa fracionária de fermentação do substrato (BEUVINK, 1993). Os perfis de produção cumulativa de gases dos alimentos podem ser divididos em três fases: a primeira fase da produção de gases representando a fermentação da fração solúvel, a segunda fase representando a fermentação da fração insolúvel, porém potencialmente digestível e a terceira fase que não é causada pela fermentação do alimento, mas é consequência de um processo de rotatividade microbiana, que se torna detectável quando os substratos esgotam (CONE et al., 1997). As frações solúveis e insolúveis dos carboidratos totais contribuem com a maior produção de gases nas primeiras doze horas de incubação, sendo neste período a principal fonte de energia para crescimento microbiano (CABRAL et al., 2002).

As taxas com que estes processos ocorrem dependem da concentração inicial, da composição da população microbiana e da capacidade dos microrganismos presentes na mistura em colonizar, fermentar e utilizar os produtos de fermentação ao crescimento (HIDAYAT et al., 1993). Substratos e seus componentes podem ser resistentes a estes processos resultando em perfis de produção de gases substancialmente diferentes (GROOT et al., 1996). A fração de matéria orgânica fibrosa contribui com a maior proporção dos gases produzidos ao longo da incubação em gramíneas tropicais em estágio avançado de maturidade (CABRAL et al., 2002).

O rúmen fornece um ambiente ideal para seus microrganismos anaeróbicos em termos de pH, temperatura, capacidade de tamponamento e nitrogênio na forma de ureia, enquanto os microrganismos, em sinergia com o hospedeiro, fornecem micronutrientes como ácidos graxos e vitaminas. As técnicas *in vitro* foram desenvolvidas para fornecer uma solução mais barata, fácil e rápida para prever a disponibilidade de certos nutrientes a um animal (WILLIAMS, 2000). As técnicas *in vitro* são utilizadas frequentemente, e apresentam como vantagens a rapidez, a

uniformidade físico-química do microambiente de fermentação e a não manutenção de animais fistulados, o que aumenta o custo dos procedimentos de avaliação (MALAFAIA et al., 1998). De acordo com Cone et al. (1996), outra vantagem das técnicas *in vitro* é a possibilidade de utilizar números maiores de amostras devido à rapidez e facilidade da técnica.

No entanto, os métodos *in vitro* podem apresentar falhas se o inóculo ruminal, nutrientes essenciais, tampões ou equipamentos que garantam as condições de pH e anaerobiose não forem utilizados adequadamente (VAN SOEST, 1994). Os métodos de fermentação ruminal *in vitro* estão sujeitos às múltiplas fontes de variação, as mais importantes são: duração da incubação, fonte e quantidade de inóculo utilizado. A atividade e os números microbianos no inóculo podem conter diferenças significativas para diferentes espécies animais, raças, indivíduos, bem como para a dieta de animais doadores (LÓPEZ, 2005). A falta de uniformidade da metodologia em termos do tipo de meio utilizado, momento da coleta do inóculo e dieta dos animais doadores dificulta a comparação de resultados de diferentes ensaios (WILLIAMS, 2000).

Informações obtidas *in vivo* devem ser referência na avaliação de outros métodos já que representam a resposta real a um tratamento dietético. Entretanto, estes ensaios não podem ser considerados rotineiros na maioria dos laboratórios e não podem ser realizados para todas as situações possíveis de alimentação encontradas na prática. Previsão da digestibilidade de alimentos ou valores energéticos provenientes de informações *in vitro* ou *in situ* é uma necessidade em todos os sistemas de alimentação. As especificidades destes métodos precisam ser lembradas ao interpretar os resultados, mas não faz sentido esperar que essas técnicas forneçam exatamente os mesmos valores medidos *in vivo*. A modelagem matemática pode desempenhar um papel importante detectando viés entre valores estimados e reais, a fim de superar possíveis fraquezas das técnicas ou introduzir correções matemáticas para alcançar uma melhor aproximação aos valores *in vivo*. É importante aceitar que estas técnicas representam modelos biológicos, que são apenas simplificações da realidade (LÓPEZ, 2005).

Vários modelos são usados para descrever os perfis obtidos com de produção cumulativa de gases. Groot et al. (1996), apresentaram um modelo que diferencia as porções solúvel, insolúvel com potencial fermentável e renovação microbiana. O modelo Generalizado de Michaelis-Menten (GMM) é um modelo flexível por se ajustar aos diferentes perfis (LÓPEZ et al., 1999; DHANOA et al., 2000; LÓPEZ et al., 2000).



### 3.4. Seleção de capins *Urochloa* spp.

A cerca de 10.000 anos nossos antepassados passavam de nômades e começaram a plantar e colher o seu alimento. Desde então, na origem da agricultura, o homem alterava o meio ambiente abrindo covas no solo, ou apenas removendo plantas indesejáveis, selecionando as que mais flores, frutos ou raízes produziam (VALLE et al., 2004).

Precedente à colonização no Brasil, a paisagem nativa era majoritariamente composta por áreas de floresta que perfaziam cerca de 89% do território (ROCHA, 1988). Em meados do século XV, iniciou a inserção de gramíneas para pastagens no Brasil que se intensificou nas décadas de 30 e 40. Com a liberação de duas cultivares (cvs.) do gênero *Urochloa* (*U.*), uma em 1952, no Pará, pelo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (Ipean) chamada de *U. decumbens* cv. *Ipean* e outra em 1960, em São Paulo, que tinha sido levada e registrada na Austrália como cv. *Basilisk*, surgiu um dos ciclos de capins mais duradouros e de franca expansão nos pastos brasileiros (ROCHA, 1988; PACIULLO; GOMIDE, 2016).

Alguns poucos ecotipos do gênero introduzidos no Brasil entre 1965 e 1975 apresentaram excelente adaptação e expansão, viabilizando a atividade pecuária nos solos de baixa fertilidade natural e ácidos do Cerrado e promovendo novos polos de desenvolvimento e colonização no Brasil Central (VALLE; JANK; RESENDE, 2009). Em 1970, essa disseminação consolidou um monocultivo da *U. decumbens* que acarretou prejuízos aos produtores provocados por um desequilíbrio ecológico populacional das cigarrinhas das pastagens (*Deois flavopicta* e *Zulia enteriana*) (COSENZA et al., 1989; VALÉRIO et al., 2001) e pela fotossensibilização em bovinos e ovinos que ingeriam a gramínea (GRAYDON et al., 1991; DRIEMEIER et al., 1999). Devido às circunstâncias, outras buscas de novas espécies ocorreram em solo africano (ROCHA, 1988).

Além da necessidade de encontrar variedades mais resistentes e de menor impacto na produção pecuária, o aumento de áreas degradadas estimulou os pesquisadores a procurarem alternativas para o estabelecimento de novas pastagens e a recuperação daquelas degradadas por meio do lançamento de novas cultivares.

Em 1984, a liberação do capim *U. brizantha* cv. Marandú, forrageira resistente à cigarrinha das pastagens com maior nível de produtividade, impulsionou gradual substituição das áreas de *U. decumbens*. Apesar dos resultados evidenciarem algumas características promissoras, de se tornar a principal forrageira cultivada no Brasil, possuir ampla área plantada e ser uma alternativa à diversificação do cenário criado pela monocultura da *U. decumbens*, o capim Marandú apresenta vários problemas resultantes da chamada “monocultura do braquiarião”, e por isso, essa cv. vem sendo substituída em áreas com solo de baixa permeabilidade sujeitas ao encharcamento. Nesse caso, a solução adotada foi a implantação da *U. Brizantha* cv. Xaraés lançada em 2003, época de relatos da síndrome da morte do capim Marandú (GERDES et al., 2000; KARIA; DUARTE; ARAÚJO, 2006; VALLE et al., 2010; PACIULLO; GOMIDE, 2016).

As gramíneas do gênero de maior interesse aos sistemas de pastagens da pecuária tropical são: *U. decumbens*, *U. brizantha*, *U. ruziziensis* e *U. humidicola*. Excetuando a *U. ruziziensis*, essas plantas possuem modo de reprodução apomítico, por isso, possuem sementes geneticamente idênticas às plantas mães. O auxílio de novas técnicas moleculares possibilitou aumentar o número de cromossomos (poliploidização) de espécies de interesse, permitindo a abertura da variabilidade genética por meio do cruzamento entre espécies apomíticas e sexuais (PACIULLO; GOMIDE, 2016). O cruzamento entre os capins *brizantha* cv. Marandú, *decumbens* cv. Basilisk e *ruziziensis* gerou o trihíbrido de *Urochloa* nomeado como *Urochloa hybrida* cv. Mulato II. Lançado no Brasil, em 2009 pela *Dow Agrosience* com o nome de “Convert HD364”, pode ser utilizado tanto em sistemas de alto (adubações regulares e pastejo rotacionado) como de médio nível tecnológico (adubações moderadas sob lotação contínua). Apesar de média suscetibilidade a fungos foliares, apresenta resistência a várias espécies de cigarrinhas das pastagens. Desde seu lançamento, o Mulato II obteve relatos de alta produção de forragem de bom valor nutritivo. Este trihíbrido alia à qualidade nutricional da *ruziziensis*, a rusticidade da *decumbens* e a resistência à cigarrinha das pastagens da *brizantha* cv. Marandú (VALLE et al., 2004; PACIULLO; GOMIDE, 2016).

Gramíneas tropicais, tais como as *Urochloa* spp., são conhecidas pela adaptação às condições de clima e solos tropicais e produzem matéria seca em abundância se as condições de temperatura e de umidade do solo forem favoráveis

(KLUTHCOUSKI et al., 2003). É de grande importância o lançamento de cvs forrageiras no sistema de produção animal a pasto. Tal medida reduz a vulnerabilidade a pragas e/ou doenças, contribui com a diversificação de variedades de boa produtividade forrageira atrelada ao alto desempenho dos animais e colabora com a redução de abertura de novas áreas de cultivo (ALMEIDA et al., 2011).

## 4. Material e métodos

### 4.1 Localização e implantação do experimento

O experimento de campo foi conduzido no setor de bovinocultura leiteira no Campus Colinas do Tocantins, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), localizado a uma latitude de 8°05'24" S e a longitude de 48°28'78" O, à 221 metros de altitude, no município de Colinas do Tocantins – TO.

Os dados de temperatura média (°C) e precipitação (mm) foram verificados para caracterização climática da área experimental nos anos de cultivo (2019 e 2020) durante este experimento (Figura 2).

Após a escolha da área experimental foi realizada a caracterização química do solo por meio da amostragem e análise (Tabela 1). Posteriormente à recomendação, foi efetuada a correção e preparo do solo com objetivo de garantir condições ideais para início do estudo.

As unidades experimentais foram compostas por parcelas com dimensões de 4 m<sup>2</sup> (2,0 x 2,0 m), onde o plantio da forrageira foi realizado em linhas, espaçadas em 40 cm, totalizando-se cinco linhas por parcela, na densidade de semeadura de 3 kg/ha de sementes puras e viáveis. Estavam compreendidas na parcela tanto a área de avaliação quanto sua respectiva bordadura. Anteriormente ao plantio dos genótipos foi aplicado 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na linha de plantio das forrageiras. Após 30 dias da germinação foram aplicados 50 kg/ha N e de K<sub>2</sub>O.

### 4.2. Períodos crescentes de diferimento

Todas as unidades experimentais ao atingirem aproximadamente 40 cm de altura receberam um corte de uniformização a 20 centímetros de altura do solo (20 de março de 2019 e 2020), dando início assim ao período de avaliação que contou com cortes das parcelas e subparcelas sorteadas. Após o corte de uniformização as unidades experimentais ficaram vedadas por períodos de tempo crescentes, sendo que o primeiro corte foi feito com 56 dias e os cortes seguintes foram realizados com

intervalo de 28 dias entre as avaliações. Nas unidades experimentais, os capins *Urochloa* spp. ficaram vedados por: 56 dias na avaliação de 15 de maio, 84 dias na avaliação de 12 de junho, 112 dias na avaliação de 10 de julho, 140 dias na avaliação de 07 de agosto, 168 dias na avaliação de 04 de setembro e 196 dias na avaliação de 02 de outubro nos dois anos de cultivo (2019 e 2020).

As avaliações foram realizadas por dois anos consecutivos e nas mesmas datas, de forma a aumentar a robustez das informações aferidas, visando proporcionar um maior poder de inferências das estimativas. O croqui da área experimental segue no apêndice. O quadro de amostragem média 1,2 m<sup>2</sup>, os cortes foram feitos a 20 cm de altura e a parte externa ao quadro foi rebaixada a mesma altura.

#### **4.3. Tratamentos e variáveis avaliadas**

Os tratamentos foram compostos pela combinação das parcelas que denotavam os capins *Urochloa* spp. Sabiá (Barenbrug), Cayana (Barenbrug), híbrido 3 (Barenbrug), Mulato II, Marandú e *decumbens*, e as subparcelas representavam os períodos de diferimento (56, 84, 112, 140, 168 e 196 dias). Os tratamentos (combinação entre genótipo e período de diferimento) tiveram três blocos, totalizando 108 unidades experimentais avaliadas por dois anos consecutivos (2019 e 2020).

Para atender aos objetivos propostos, foram realizadas avaliações do valor nutritivo da forragem (baseado na composição química e na cinética de degradação *in vitro* por meio da produção cumulativa de gases), do rendimento forrageiro e de componentes químicos, além da análise exploratória (correlação de Pearson) e da avaliação conjunta dos híbridos.

#### **4.4. Composição química**

As análises da composição química foram realizadas no Laboratório de Zootecnia (LZO) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF).

As amostras de planta inteira de capins *Urochloa* spp. foram analisadas para matéria seca total acumulada (MSa, Método 967.03) (AOAC, 1990), gordura bruta (Gb) (THIEX et al., 2003), e de cinzas (Método 942.05) (AOAC, 1990). O teor de

proteína (Pb) foi obtido de acordo com as orientações descritas no método AOAC 984.13 e método AOAC 2001.11, incluindo a recuperação de N com utilização de  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  e lisina-HCl (AOAC, 1990; THIEX et al., 2002). A matéria orgânica fibrosa (aFDNmo) foi analisada de acordo com o método AOAC 2002.04 (MERTENS, 2002) por meio de adição de sulfito de sódio e de solução padronizada de amilase termoestável, e com exclusão das cinzas. O teor de lignina (LDA) foi analisado pelo método de ácido sulfúrico a 72% sobre o resíduo obtido após extração com detergente ácido (MÖLLER, 2009).

Os teores de MSa, Gb, cinzas, Pb, aFDNmo, LDA e a relação LDA/aFDNmo foram analisados segundo o modelo em arranjo em delineamento em blocos casualizados em subparcelas divididas:

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \tau_j + \alpha\tau_{ij} + b_k + \beta_{1j}\delta_{l(j)} + \beta_{2j}\delta_{l(j)}^2 + \beta_{1ij}\alpha\delta_{ul(j)} + \beta_{2ij}(\alpha\delta_{ul(j)})^2 + e_{ijkl}$$

(Eq. 1)

no qual,  $y_{ijkl}$  corresponde à produção observada do  $i$ -ésimo genótipo forrageiro ( $i = 1, 2, \dots, 6$ ) no  $j$ -ésimo ano de avaliação ( $j = 1, 2$ ); do  $k$ -ésimo bloco de campo ( $k = 1, 2, 3$ ), do  $l$ -ésimo período de diferimento ( $l = 56, 84, 112, 140, 168, 196$ );  $\mu$  é a média geral;  $\alpha_i$ ,  $i$ -ésimo genótipo forrageiro;  $\tau_j$ ,  $j$ -ésimo ano de cultivo;  $\alpha\tau_{ij}$ , interação entre genótipo e ano;  $\beta_{1j}\delta_{l(j)}$ , efeito linear do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo;  $\beta_{2j}\delta_{l(j)}^2$ , efeito quadrático do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo;  $\beta_{1ij}\alpha\delta_{ul(j)}$ , interação entre genótipo e efeito linear do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo;  $\beta_{2ij}(\alpha\delta_{ul(j)})^2$ , interação entre genótipo e efeito quadrático do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo.

O tempo foi considerado um fator quantitativo e não categórico, por isso, foi possível obter efeitos linear e quadrático, inclusive para as interações genótipo *versus* tempo. Os efeitos aleatórios foram os efeitos de bloco sobre os genótipos, anos, e interações entre genótipos e anos para os componentes químicos MSa, Gb, aFDNmo, LDA, LDA/aFDNmo, Pb e SDN. Os valores  $p$  foram obtidos por meio da função beta logit para todos os componentes com exceção da Gb que utilizou a função beta loglog. Para valores muito baixos próximos de zero ou valores elevados próximos a função

de ligação recomendada de distribuição beta é a loglog. Nos casos em que a matriz G não foi positiva definida o termo referente ao efeito aleatório nulo foi removido do modelo e o modelo ajustado novamente para que permanecesse os efeitos aleatórios estimados.

#### **4.5. Rendimento forrageiro e de componentes químicos**

O rendimento de matéria seca acumulada (MSaha), matéria orgânica (MOha), matéria orgânica fibrosa (aFDNmoha), lignina (LDAha), conteúdo solúvel em detergente neutro (SDNha) e proteína bruta (Pbha) foram alcançados por meio da extrapolação dos teores em grama (g) produzidos no limite do quadro de amostragem de 1,2 m<sup>2</sup> (1,0 m x 1,2 m) para a produção por área em quilo grama por hectare (kg/ha).

Na avaliação do rendimento foi utilizado o procedimento GLIMMIX do programa SAS (SAS System Inc., Cary, NC, USA). Nas avaliações dos rendimentos de MSa (MSaha), MO (MOha), aFDNmo (aFDNmoha), SDN (SDNha), Pb (Pbha) e LDA (LDAha) foi utilizada a distribuição Gamma e a função Log.

Os valores  $p$  do rendimento forrageiro e dos componentes químicos foram obtidos com base nos resultados de teor de matéria seca acumulada. Os efeitos aleatórios são efeitos dos genótipos, anos, e interação entre genótipo e ano para os rendimentos MSaha, aFDNmoha, LDAha, Pbha e SDNha. Os valores  $p$  foram obtidos por meio da função gama log para todos os rendimentos. Nos casos em que a matriz G não foi positiva, definida o termo referente ao efeito aleatório nulo foi removido do modelo e o modelo ajustado novamente para que permanecesse os efeitos aleatórios estimados.

#### **4.6. Cinética de degradabilidade *in vitro***

As análises da cinética de degradabilidade *in vitro* foram realizadas no Laboratório de Zootecnia (LZO) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF).

Foram avaliados os parâmetros da taxa fracional de degradação ( $k_{dt}$ ) e volume de gases acumulado assintótico ( $V_f$ ) por meio da produção cumulativa de gases *in vitro*.

A produção cumulativa de gases da fermentação foi obtida por meio de incubações anaeróbia *in vitro* em banho maria a 39°C, baseado nas metodologias descritas por Malafaia et al. (1998), com modificações. Foram realizadas três incubações (corridas) conforme a metodologia de Goering e Van Soest (1970), com cerca de 0,5 g de matéria orgânica de cada amostra, inóculo, meio de cultura e solução redutora. As amostras foram incubadas em frascos de vidro âmbar (100 mL), e mantidas em incubadoras com aquecimento (HALL e MERTENS, 2008).

As leituras de volume de gases produzidos em cada frasco foram realizadas em tempos pretendidos de 0, 0,5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 42, 48, 60, 72, 84, 96 e 120 horas. O tempo zero foi usado para neutralizar a pressão do sistema. O volume cumulativo dos gases final assintótico oriundo da fermentação foi obtido somando-se as leituras corrigidas para o marco nos tempos subsequentes ao tempo zero. Os volumes lidos foram padronizados para mililitros por meio grama de matéria orgânica (mL/0,5 g MO).

Cada rodada de incubação corresponde a cada bloco de campo. Para cada bloco foram incubadas, simultaneamente, 36 amostras de plantas inteiras do ano um (2019) e 36 amostras de planta inteira do ano dois (2020). Para quantificar a produção de gases oriundos do meio de cultura e do inóculo apenas, foi incubada duas provas em branco e em cada leitura dos frascos contendo amostras foi descontado o volume obtido no frasco em branco.

#### **4.6.1. Preparo do meio de cultura**

O uso de animais fistulados foi aprovado pelo Comitê de Ética e Uso de Animais (CEUA) sob o protocolo n°380 da CEUA/UENF, intitulado Manutenção e cuidados de animais com cânulas ruminais permanentes.

As incubações *in vitro* foram realizadas em banho-maria a 39°C. Foram utilizados frascos de penicilina de 100 mL na cor âmbar, os frascos foram vedados com tampas de borracha e lacres de alumínio. Foram utilizadas, aproximadamente, 0,5 g de amostra (com base na matéria orgânica) incubada com 40 mL de meio de cultura reduzido e 10 mL de inóculo ruminal como descrito por Goering e Van Soest (1970). O meio de cultura e a solução redutora foram preparados de acordo com Hall e Mertens (2008). O inóculo ruminal foi obtido de três bovinos machos castrados adultos com fístula ruminal, mantidos a pasto suplementado com concentrado (18%



Pb) a base de fubá de milho e farelo de soja. O objetivo do uso do concentrado é fortalecer o inóculo.

Foram coletadas amostras separadas dos conteúdos líquido e sólido do rúmen duas horas após o fornecimento do alimento aos animais, armazenadas em garrafas térmicas individuais e encaminhadas para o laboratório. As amostras do conteúdo do rúmen foram batidas em liquidificador por 60 segundos na proporção de 1:2 (conteúdo sólido: líquido ruminal) sob anaerobiose com o intuito de ocasionar desprendimento das bactérias aderidas a partícula sólida do alimento, obtendo-se assim, uma amostra mais representativa da população microbiana do rúmen. Depois a mistura foi filtrada através de quatro camadas de gaze. Em seguida, o inóculo ruminal obtido foi adicionado ao meio de cultura, previamente reduzido na proporção 4:1 (3.200 mL de meio de cultura para cada 800 mL a mistura de inóculo dos três bois doadores), mantendo a mistura a 39°C sob infusão de CO<sub>2</sub> constante até sua transferência para os frascos, que foram imediatamente vedados e mantidos em banho-maria a 39°C (HALL e MERTENS, 2008). Foi utilizado um banho-maria, onde foram incubadas 36 amostras de cada bloco dos dois anos de cultivo, com o inóculo ruminal tendo origem em um grupo de três animais. O conjunto formado pelo banho-maria e os três animais doadores foi considerado uma corrida (UDÉN et al., 2012).

#### **4.6.2. Produção cumulativa de gases**

Os perfis do tempo da produção cumulativa de gases foram obtidos utilizando um dispositivo não automatizado similar àquele utilizado por Abreu et al. (2014). Um registro do dispositivo segue em anexo. O volume foi medido por meio de uma pipeta graduada (25 mL; incremento 0,1mL). Para a medição do volume foi delineado um sistema, fixado em moldura feita de madeira. O funil e a pipeta foram anexados a um suporte de metal em uma posição estática e vertical. O sistema foi preenchido com solução azul de metileno (0,1 g/L) para o marco zero da pipeta. O sistema foi preenchido com cautela para evitar a formação de bolhas de ar. Após inserida a agulha da seringa na tampa de borracha dos frascos, os gases acumulados no espaço entre a tampa e o meio de cultura fluía e o seu volume era obtido com o deslocamento de cima para baixo do líquido para dentro da pipeta. O objetivo da extremidade solta era ler o volume sem remover o frasco do banho-maria.

Os frascos foram ligeiramente removidos duas vezes ao dia (início da manhã e fim da tarde) durante os períodos de incubação para serem agitados com o objetivo de homogeneizar o conteúdo do frasco.

#### 4.6.3. Perfis de degradação

Aos perfis de produção cumulativa de gases, o modelo foi o que se segue:

$$V_t = V_f / (1 + (K/t)^c) \quad (\text{Eq. 2})$$

A Eq. 2 representa o modelo generalizado de Michaelis-Menten (GMM) (GROOT et al., 1996; LÓPEZ et al., 1999) para produção de gases, onde,  $V_t$  o valor da produção de gases acumulados (mL/ 0,5 g MO) em função do tempo  $t$  (h) de cada uma das 21 leituras realizadas a cada corrida,  $V_f$  é a produção máxima da gases (mL/ 0,5 g MO) assintótica alcançada para uma quantidade conhecida de substrato,  $c$  é a constante que determina a agudeza (forma) da curva;  $K$  é o tempo após a incubação onde a metade do assintótico foi formada (h), ou seja, em que a metade do substrato é degradada.

A estrutura geral atribuída ao modelo de produção de gases foi a seguinte:

$$k_{d_t} = c t^{c-1} / (K^c + t^c) \quad (\text{Eq. 3})$$

onde,  $t$  denota tempo de incubação em horas,  $k_{d_t}$  é a taxa de degradação fracional que está em função das unidades de horas (mL/g MO/h), e  $c$  (sem dimensão) e  $K$  (tempo em horas em que a metade da assíntota é atingida, ou seja, tempo que leva para degradar a metade do substrato) são constantes positivas.

Portanto, para obter a taxa máxima de fermentação fracional quando a população microbiana não limita mais o consumo de substrato, ou seja, atinge o máximo de produção cumulativa de gases, é necessário considerar o tempo no ponto de inflexão ( $t_i$ ), em horas (h) e o momento ( $t_{k_{d_{max}}}$ ), em horas, em que a taxa de fermentação fracionada não é mais limitada pela população microbiana, ou seja, o tempo (h) quando a taxa fracional de digestão do substrato é máxima ( $k_{d_{max}}$ ), uma

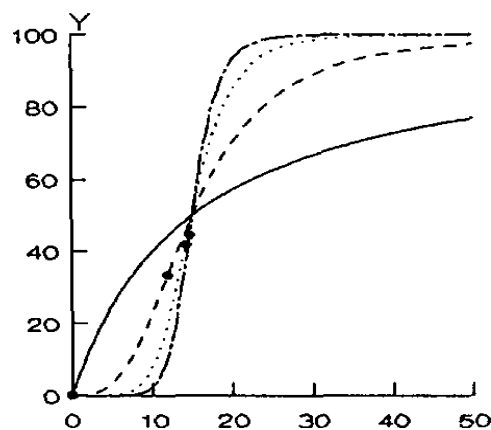
vez que, no modelo GMM esta taxa varia. Estes atributos da curva, são parâmetros tempo independente (constantes) e seguem:

$$t_i = K [(c - 1)/(c + 1)]^{1/c} \quad (\text{Eq. 4})$$

$$t_{k_{d_{max}}} = K(c - 1)^{1/c} \quad (\text{Eq. 5})$$

$$k_{d_{max}} = [(1 - 1/c) V_f]/2 \quad (\text{Eq. 6})$$

Para  $c \leq$  igual a 1, o perfil não tem ponto de inflexão ( $c > 1$ ). Conforme o valor de  $c$  aumenta, o perfil torna-se sigmoide, com inclinação crescente e acentua um ponto de inflexão (GROOT et al., 1996).



**Figura 2.** Forma da curva para valores do parâmetro  $c > 1$  (GROOT et al., 1996)

#### 4.6.4. Estimativas dos valores dos parâmetros cinéticos

O modelo GMM foi ajustado ao perfil de degradação ou produção cumulativa de gases por meio do procedimento NLMIXED do programa SAS (SAS System Inc., Cary, NC, USA). O melhor ajuste do modelo ao perfil foi avaliado por meio do cômputo dos critérios de informação derivados do critério de Akaike corrigido (AKAIKE, 1974; SUGIURA, 1978; BURNHAM e ANDERSON, 2004). Além disso, a decisão acerca do

melhor modelo a descrever o perfil foi realizada com base nas recomendações descritas por Vieira et al. (2012).

#### **4.7. Correlação de Pearson (r)**

Com os resultados das análises de composição química e rendimento forrageiro e com os parâmetros da cinética da degradação *in vitro* dos capins *Urochloa* spp. foi realizada uma análise exploratória por meio da correlação linear simples ou Correlação de Pearson (r).

A correlação é uma medida de associação entre duas (simples) ou mais variáveis (múltipla) que se relacionam. Ela pode ser linear positiva (uma variável tende a aumentar quando a outra aumenta), linear negativa (uma variável tende a diminuir quando a outra aumenta) ou nula (quando não seguem uma tendência positiva nem negativa). Quanto à força da correlação, ela pode ser forte (quando os pontos estão juntos), fraca (os pontos estão unidos, porém mais dispersos em relação à correlação forte) e nenhuma (quando os pontos estão totalmente dispersos) (FILHO; JUNIOR, 2009).

#### **4.8. Avaliação conjunta dos híbridos**

Foram agrupados os melhores híbridos de cada período de diferimento dentro de cada ano de cultivo isoladamente e depois, comparados os melhores híbridos dos períodos respectivos de diferimento entre os dois anos de cultivo. Entre os períodos de diferimento dentro de cada ano foi levado em consideração o teor de MOha, SDN, LDA/aFDN<sub>mo</sub>,  $V_f$  e K. Na comparação entre os períodos correspondentes de diferimento dos dois anos de cultivo foram considerados as condições ambientais do ano que favoreceu os híbridos melhores.

A avaliação conjunta teve como critério inicial os períodos de diferimento. Dentro de cada período, os híbridos foram organizados na ordem decrescente de MOha. Os híbridos com rendimentos de matéria orgânica semelhantes, foram elencados em ordem crescente com relação ao teor de LDA/aFDN<sub>mo</sub>, dessa forma, os híbridos melhores eram os que apresentavam maiores MOha atrelados a menores LDA/aFDN<sub>mo</sub>.

Quanto aos teores de conteúdo celular e  $V_f$ , os híbridos foram organizados dos maiores valores aos menores. Com relação ao K, os híbridos foram ordenados do menor ao maior tempo.

## 5. Resultados

O procedimento que permitiu a melhor interpretação quantitativa dos dados de composição química foi o GLIMMIX do software SAS (v. 9, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Na análise de composição química houve efeito aleatório de bloco sobre intercepto para as variáveis Gb, LDA e LDA/aFDNmo, sobre genótipo para as variáveis MSa aFDNmo, Pb e SDN, sobre ano de cultivo para LDA, LDA/aFDNmo, Pb e SDN e sobre a interação genótipo × ano de cultivo para todas as variáveis.

Houve efeito fixo de genótipo para a variável Gb, de ano de cultivo para as variáveis GB, aFDNmo, SDN, da interação genótipo forrageiro × ano de cultivo para a variável LDA/aFDNmo, do efeito linear do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo para as variáveis MSa, LDA e LDA/aFDNmo, do efeito quadrático do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo para as variáveis Gb, aFDNmo, Pb e SSDN e da interação entre genótipo e efeito quadrático do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo para as variáveis LDA e LDA/aFDNmo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores *p* referentes aos efeitos fixos para os componentes químicos de planta inteira de capins *Urochloa* spp.

Componentes	$\alpha_i$	$\tau_j$	$\alpha\tau_{ij}$	$\beta_{1j}\delta_{i(j)}$	$\beta_{2j}\delta_{i(j)}^2$	$\beta_{1ij}\alpha\delta_{i(j)}$	$\beta_{2ij}(\alpha\delta_{i(j)})^2$
<b>MSa</b>	0,960	0,550	0,926	<0,001	0,087	0,894	0,794
<b>Gb</b>	0,006	<0,001	0,216	<0,001	<0,001	0,142	0,181
<b>aFDNmo</b>	0,327	<0,001	0,195	<0,001	0,001	0,478	0,531
<b>LDA</b>	0,537	0,347	0,036	0,038	0,282	0,045	0,044
<b>LDA/aFDNmo</b>	0,541	0,769	0,013	0,048	0,257	0,032	0,039
<b>Pb</b>	0,547	0,029	0,876	<0,001	<0,001	0,911	0,901
<b>SDN</b>	0,263	<0,001	0,151	<0,001	<0,001	0,389	0,480

$\alpha_i$ , *i*-ésimo genótipo forrageiro;  $\tau_j$ , *j*-ésimo ano de cultivo;  $\alpha\tau_{ij}$ , interação genótipo e ano;  $\beta_{1j}\delta_{i(j)}$ , efeito linear do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo;  $\beta_{2j}\delta_{i(j)}^2$ , efeito quadrático do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo;  $\beta_{1ij}\alpha\delta_{i(j)}$ , interação entre genótipo e efeito linear do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo;  $\beta_{2ij}(\alpha\delta_{i(j)})^2$ , interação entre genótipo e efeito quadrático do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo.

Nas regressões de MSa, Gb, aFDNmo, Pb e SDN o  $\delta$  corresponde ao tempo

dentro de cada ano e  $\delta^2$  denota o tempo ao quadrado dentro de cada ano. Nas regressões de LDA e LDA/aFDNmo  $\delta$  corresponde a interação entre genótipo e o tempo dentro de cada ano e  $\delta^2$  denota a interação do genótipo com o tempo ao quadrado dentro de cada ano. Nos casos em que ocorrem interações do genótipo com o tempo existe uma regressão do componente químico em questão para cada genótipo forrageiro, porque foi gerado um coeficiente para cada (Tabela 2).

**Tabela 2.** Regressões de componentes químicos de planta inteira de capins *Urochloa* spp. para cada ano de avaliação

Ano 1	Regressão	R <sup>2</sup>
<b>MSa</b>	$y = -2,003 + 0,0187 \delta - 0,00003 \delta^2$	0,828
<b>Gb – Sabiá</b>	$y = -1,37 + 0,198 - 0,004 \delta + 0,00002 \delta^2$	0,653
<b>Gb – Cayana</b>	$y = -1,36 + 0,198 - 0,004 \delta + 0,00002 \delta^2$	0,653
<b>Gb – híbrido 3</b>	$y = -1,40 + 0,198 - 0,004 \delta + 0,00002 \delta^2$	0,653
<b>Gb – Mulato II</b>	$y = -1,38 + 0,198 - 0,004 \delta + 0,00002 \delta^2$	0,653
<b>Gb – Marandú</b>	$y = -1,42 + 0,198 - 0,004 \delta + 0,00002 \delta^2$	0,653
<b>Gb – <i>decumbens</i></b>	$y = -1,43 + 0,198 - 0,004 \delta + 0,00002 \delta^2$	0,653
<b>aFDNmo</b>	$y = 0,81 - 0,00013 \delta + 6,63 \times 10^{-6} \delta^2$	0,241
<b>LDA – Sabiá</b>	$y = -3,46 + 0,005 \delta - 3,66 \times 10^{-6} \delta^2$	0,505
<b>LDA – Cayana</b>	$y = -3,59 + 0,010 \delta - 3,00 \times 10^{-5} \delta^2$	0,505
<b>LDA – híbrido 3</b>	$y = -3,19 + 0,002 \delta + 1,97 \times 10^{-6} \delta^2$	0,505
<b>LDA – Mulato II</b>	$y = -3,64 + 0,011 \delta + 3,00 \times 10^{-5} \delta^2$	0,505
<b>LDA – Marandú</b>	$y = -3,59 + 0,014 \delta - 5,00 \times 10^{-5} \delta^2$	0,505
<b>LDA - <i>decumbens</i></b>	$y = -2,39 - 0,008 \delta + 4,10 \times 10^{-5} \delta^2$	0,505
<b>Pb</b>	$y = -1,41 - 0,023 \delta + 7,10 \times 10^{-5} \delta^2$	0,723
<b>SDN</b>	$y = -0,82 + 0,0003 \delta - 7,53 \times 10^{-6} \delta^2$	0,259
Ano 2	Regressão	R <sup>2</sup>
<b>MSa</b>	$y = -2,003 + 0,0118 \delta + 9,763 \times 10^{-6} \delta^2$	0,828
<b>Gb – Sabiá</b>	$y = -1,37 + 0,00005 \delta - 3,25 \times 10^{-7} \delta^2$	0,653
<b>Gb – Cayana</b>	$y = -1,36 + 0,00005 \delta - 3,25 \times 10^{-7} \delta^2$	0,653
<b>Gb – híbrido 3</b>	$y = -1,40 + 0,00005 \delta - 3,25 \times 10^{-7} \delta^2$	0,653
<b>Gb – Mulato II</b>	$y = -1,38 + 0,00005 \delta - 3,25 \times 10^{-7} \delta^2$	0,653
<b>Gb – Marandú</b>	$y = -1,42 + 0,00005 \delta - 3,25 \times 10^{-7} \delta^2$	0,653
<b>Gb – <i>decumbens</i></b>	$y = -1,43 + 0,00005 \delta - 3,25 \times 10^{-7} \delta^2$	0,653
<b>aFDNmo</b>	$y = 0,38 + 0,00598 \delta - 0,00002 \delta^2$	0,241
<b>LDA – Sabiá</b>	$y = -2,69 - 0,010 \delta + 3,90 \times 10^{-5} \delta^2$	0,505
<b>LDA – Cayana</b>	$y = -3,21 - 0,003 \delta + 1,30 \times 10^{-5} \delta^2$	0,505
<b>LDA – híbrido 3</b>	$y = -3,65 + 0,004 \delta - 1,00 \times 10^{-5} \delta^2$	0,505
<b>LDA – Mulato II</b>	$y = -4,04 + 0,010 \delta - 4,00 \times 10^{-5} \delta^2$	0,505
<b>LDA – Marandú</b>	$y = -3,62 + 0,004 \delta - 6,48 \times 10^{-6} \delta^2$	0,505
<b>LDA - <i>decumbens</i></b>	$y = -4,10 + 0,020 \delta - 7,00 \times 10^{-5} \delta^2$	0,505
<b>Pb</b>	$y = -1,74 - 0,018 \delta + 4,20 \times 10^{-5} \delta^2$	0,723
<b>SDN</b>	$y = -0,37 + 0,006 \delta + 1,90 \times 10^{-5} \delta^2$	0,259

Na ausência das interações de tempo com genótipo é apresentada uma regressão para cada ano de avaliação que acomoda todos os genótipos. Nestes casos, a diferença é efeito do tempo dentro de cada ano, portanto, a regressão de cada ano e de cada componente químico acomoda todos os genótipos forrageiros. Nas regressões dos componentes químicos, o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$ ) é o mesmo para todas, porque a regressão é comum ao conjunto de dados de acordo com as interações (Tabela 2). As curvas de LDA/aFDNmo plotadas seguem no apêndice com suas respectivas regressões e  $R^2$ , por isso, não consta na tabela que segue.

O teor de matéria orgânica da forragem é obtido pela diferença entre a matéria seca total da planta e seu conteúdo em cinzas. A produção de matéria orgânica por área dos capins *Urochloa* spp. submetidos a períodos crescentes de diferimento teve efeito de ano, e de efeitos linear e quadrático dos períodos de diferimento dentro de cada ano. Os períodos de diferimento com maiores MOha foram superiores 54% e 68% em relação aos períodos de diferimento menos produtivos no primeiro e segundo ano de cultivo, respectivamente. A dinâmica do MOha apresentou comportamento semelhante para os dois anos de cultivo, com uma alta na produção de MO por área com 196 dias de 1011 kg/ha e 798 kg/ha para 2019 e 2020, respectivamente, seguindo um incremento considerável de MOha do primeiro ao último período de diferimento em cada ano.

No primeiro ano de cultivo o capim Sabiá apresentou valores satisfatórios de LDA/aFDNmo nos quatro primeiros períodos de diferimento. No quinto e no sexto períodos este genótipo passou a apresentar um dos maiores teores de lignina presente na matéria orgânica fibrosa, enquanto o capim Cayana demonstrou os melhores resultados. Os capins Marandú e *decumbens* apresentaram valores maiores de LDA/aFDNmo durante este experimento no primeiro ano de cultivo. Com exceção do sexto período, quando o Marandú demonstrou bom desempenho, apresentando um dos menores teores de LDA/aFDNmo.

Em 2019, o tratamento com menor teor de LDA/aFDNmo foi capim Sabiá aos 56 dias de diferimento (56,4 g/kg aFDNmo) e com maior foi *decumbens* Basilisk aos 196 dias de diferimento (118,1 g/kg aFDNmo). Neste ano de cultivo, quando os índices pluviométricos foram menores com relação ao ano seguinte, o teor LDA/aFDNmo do tratamento que menor teor de LDA/aFDNmo, o capim Mulato II aos 56 dias foi 26% superior com relação ao mesmo tratamento em 2020. Entre os períodos crescentes



de diferimento, o teor de LDA/aFDN<sub>mo</sub> foi em torno de 52% superior no tratamento *decumbens* aos 196 dias com relação ao tratamento Sabiá aos 56 dias de diferimento. Estes tratamentos tiveram o maior e o menor conteúdo de LDA/aFDN<sub>mo</sub> em 2019, respectivamente.

No segundo ano de cultivo, o trihíbrido mulato II apresentou os melhores resultados para LDA/aFDN<sub>mo</sub> nos dois primeiros períodos de diferimento e no último. Nos três períodos de diferimento entre estes, o capim Sabiá demonstrou desempenho satisfatório para teor de lignina na matéria orgânica com os menores valores nos períodos. No primeiro corte de avaliação deste ano o capim Sabiá teve o pior desempenho, nos demais, a cultivar *decumbens* Basilisk apresentou resultados inferiores a todos os híbridos avaliados neste trabalho.

Em 2020, foi o Mulato II aos 56 dias (41,1 g/kg aFDN<sub>mo</sub>) e a *decumbens* aos 140 dias (81,9 g/kg aFDN<sub>mo</sub>), respectivamente. Neste ano de cultivo, o conteúdo de LDA/aFDN<sub>mo</sub> foi aproximadamente 46% superiores no tratamento *decumbens* aos 140 dias com relação ao tratamento Mulato II com 56 dias. Estes tratamentos tiveram o maior e o menor conteúdo de LDA/aFDN<sub>mo</sub> em 2020, respectivamente.

As condições ambientais de cada ano de cultivo favorecem os melhores genótipos, tanto com relação ao conteúdo de LDA/aFDN<sub>mo</sub>, bem como o SDN, porém, em magnitude no sentido oposto. O teor de SDN é dado pela subtração  $SDN = 1000 - aFDN_{mo}$  e corresponde aos sólidos solúveis em detergente neutro, ou seja, em grande medida representa o conteúdo celular. O teor de SDN teve efeito do ano de cultivo e efeito linear e quadrático do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo. Em todos os períodos de diferimento de 2019, quando os índices pluviométricos foram menores, os níveis de SDN foram inferiores aos encontrados no segundo ano de cultivo (2020). Com relação à variação do conteúdo celular, é observada uma redução de 17% e 16% entre o primeiro e último período de diferimento nos dois anos de cultivo (2019 e 2020), respectivamente. No ano de menores precipitações (2019) o teor de conteúdo celular foi 10% inferior com relação à 2020, ambos com o teor de SDN do período de maior teor de SDN (56 dias).

Na análise de rendimento forrageiro e de componentes químicos houve efeito aleatório de bloco sobre intercepto para as variáveis MSaha, SDNha, sobre genótipo para todas as variáveis sobre ano de cultivo para Pbha e SDNha e sobre a interação genótipo × ano de cultivo para todas as variáveis com exceção da variável SDNha.

Houve efeito fixo de ano de cultivo e efeito quadrático do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo para todas as variáveis de rendimento (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores  $p$  referentes aos efeitos aleatórios de blocos sobre os parâmetros fixos para os rendimentos forrageiros e de componentes químicos de planta inteira de capins *Urochloa* spp.

Rendimentos	$\alpha_i$	$\tau_j$	$\alpha\tau_{ij}$	$\beta_{1j}\delta_{i(j)}$	$\beta_{2j}\delta_{i(j)}^2$	$\beta_{1ij}\alpha\delta_{i(j)}$	$\beta_{2ij}(\alpha\delta_{i(j)})^2$
<b>MSaha</b>	0,975	<0,001	0,936	<0,001	<0,001	0,950	0,906
<b>MOha</b>	0,977	<0,001	0,922	<0,001	<0,001	0,948	0,908
<b>aFDNmoha</b>	0,873	<0,001	0,949	<0,001	<0,001	0,918	0,850
<b>LDAha</b>	0,426	0,001	0,153	<0,001	0,001	0,106	0,160
<b>SDNha</b>	0,899	0,003	0,581	<0,001	0,001	0,929	0,926
<b>Pbha</b>	0,791	<0,001	0,996	<0,001	<0,001	0,994	0,991

$\alpha_i$ ,  $i$ -ésimo genótipo forrageiro;  $\tau_j$ ,  $j$ -ésimo ano de cultivo;  $\alpha\tau_{ij}$ , interação genótipo e ano;  $\beta_{1j}\delta_{i(j)}$ , efeito linear do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo;  $\beta_{2j}\delta_{i(j)}^2$ , efeito quadrático do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo;  $\beta_{1ij}\alpha\delta_{i(j)}$ , interação entre genótipo e efeito linear do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo;  $\beta_{2ij}(\alpha\delta_{i(j)})^2$ , interação entre genótipo e efeito quadrático do período de diferimento dentro de cada ano de cultivo.

Nas regressões de rendimentos forrageiros e de componentes químicos  $\delta$  corresponde ao tempo dentro de cada ano e  $\delta^2$  denota o tempo ao quadrado dentro de cada ano, em dias (Tabela 4).

**Tabela 4.** Regressões dos rendimentos forrageiros e dos componentes químicos de planta inteira de capins *Urochloa* spp. para cada ano de avaliação

Ano de cultivo 1 (2019)		
	Regressão	R <sup>2</sup>
<b>MSaha</b>	$y = 5,67 + 0,0104 \delta - 0,00002 \delta^2$	0,846
<b>MOha</b>	$y = 5,60 + 0,0108 \delta - 0,00002 \delta^2$	0,842
<b>aFDNmoha</b>	$y = 5,30 + 0,0103 \delta - 0,00002 \delta^2$	0,820
<b>LDAha</b>	$y = 2,31 + 0,0167 \delta - 0,00004 \delta^2$	0,648
<b>SDNha</b>	$y = 4,49 + 0,0106 \delta - 0,00002 \delta^2$	0,814
<b>Pbha</b>	$y = 4,08 - 0,0106 \delta + 0,00005 \delta^2$	0,670
Ano de cultivo 2 (2020)		
	Regressão	R <sup>2</sup>
<b>MSaha</b>	$y = 4,98 + 0,0121 \delta - 0,00002 \delta^2$	0,846
<b>MOha</b>	$y = 4,92 + 0,0123 \delta - 0,00002 \delta^2$	0,842
<b>aFDNmoha</b>	$y = 4,47 + 0,0141 \delta - 0,00002 \delta^2$	0,820
<b>LDAha</b>	$y = 1,29 + 0,0188 \delta - 0,00004 \delta^2$	0,648
<b>SDNha</b>	$y = 4,10 + 0,0077 \delta - 3,31 \times 10^{-6} \delta^2$	0,814
<b>Pbha</b>	$y = 3,17 - 0,0059 \delta + 0,00003 \delta^2$	0,670

O modelo escrito pela Eq. (2) foi comparado com base nos critérios de informação após ajuste ao conjunto de todos os perfis de degradação *in vitro* da MO, dos capins das *Urochloa* spp. estudadas empregando-se o procedimento NLMIXED do SAS. O ajuste conjunto possibilita comparação dos diferentes modelos (Tabela 5).

**Tabela 5.** Modelos ajustados para os perfis de produção acumulada de gases, utilizando ajuste ao conjunto formado por todas as espécies forrageiras

Modelo	Efeito aleatório	vr	GL	LogLik	AICc	$\Delta r$	Obs.
gyd-GMM*	D (Vf,c,K)	Homog	223	-15804	32077,3	0	
gyd-GMM	U (Vf,c)	Homog	223	-15923	32314,3	237	
gyd-GMM	D (Vf,c)	Homog	221	-15929	32321,7	244,4	
gyd-GMM	Vf	Homog	219	-16389	33237,1	1159,8	
gyd-GMM	c	Homog	219	-17875	36210,1	4132,8	
gyd-GMM	no	Homog	217	-18368	37190,6	5113,3	
gyd-GMM	K	Homog					did nt converge
gyd-GMM	U (Vf,c)	v1					error
gyd-GMM	U (Vf,c)	v3					error
gyd-GMM	U (Vf,c)	corr					bad interval for correlation
gyd-GMM	D (Vf,c)	corr					no intervals
gyd-GMM	D (Vf,c)	v1,corr					error
gyd-GMM	D (Vf,c)	v3,corr					error
gyd-GMM	D (Vf,c,K)	corr					no intervals
gyd-GMM	D (Vf,c,K)	v1,corr					error
gyd-GMM	D (Vf,c,K)	v3,corr					error

Detalhes do modelo está no texto; \* Modelo escolhido. vr, variância; GL, grau de liberdade; D, matriz diagonal; U, matriz não estruturada geral; LogLik, Logaritmo da função de verossimilhança; AICc, critério de Akaike corrigido por pequenas amostras;  $\Delta r$ , diferença do valor AICc do modelo que está sendo avaliado pelo menor valor de AICc encontrado.

O modelo escolhido é o modelo Michaelis-Menten generalizado (GMM) descrito pelas Eq. (2), com efeito aleatório de bloco sobre os parâmetros  $V_f$ , c e K e estrutura de variância homogênea, o que permite gerar estimativa dos parâmetros e seus respectivos erros padrão (Tabela 6).

**Tabela 6.** Estimativa dos parâmetros da cinética de produção de gases e seus respectivos erros padrão entre parênteses (SE)

<i>Urochloa</i> spp.	Ano	Idade	Parâmetros de $V_t$			
			$V_f$	c	K	
<b>Sabiá</b>	1	56	336,96 (18,27)	1,12 (0,04)	21,78 (2,23)	
	1	84	350,83 (19,62)	0,96 (0,04)	27,11 (2,74)	
	1	112	319,32 (18,45)	0,99 (0,04)	19,30 (2,27)	
	1	140	338,43 (18,99)	0,96 (0,04)	22,55 (2,46)	
	1	168	319,34 (18,41)	1,01 (0,04)	19,62 (2,27)	
	1	196	312,32 (22,17)	0,98 (0,05)	24,44 (3,02)	
	2	56	360,48 (17,95)	1,19 (0,04)	19,68 (2,12)	
	2	84	379,71 (18,01)	1,10 (0,04)	25,94 (2,35)	
	2	112	330,95 (19,06)	0,99 (0,04)	24,09 (2,52)	
	2	140	385,17 (19,46)	1,02 (0,04)	27,80 (2,57)	
	2	168	387,16 (23,01)	1,00 (0,05)	29,65 (2,52)	
	2	196	366,65 (19,64)	0,98 (0,04)	28,15 (2,74)	
	<b>Cayana</b>	1	56	322,22 (18,23)	1,11 (0,04)	20,79 (2,22)
		1	84	349,86 (19,27)	0,98 (0,04)	25,73 (2,58)
1		112	338,66 (19,37)	0,95 (0,04)	25,02 (2,64)	
1		140	284,94 (18,20)	0,99 (0,04)	17,42 (2,23)	
1		168	313,09 (19,00)	0,97 (0,04)	22,98 (2,54)	
1		196	322,49 (19,08)	0,99 (0,04)	24,34 (2,56)	
2		56	345,32 (17,90)	1,21 (0,04)	19,68 (2,12)	
2		84	375,17 (18,88)	1,09 (0,04)	26,60 (2,40)	
2		112	376,61 (19,24)	1,06 (0,04)	28,27 (2,53)	
2		140	392,18 (20,91)	0,93 (0,04)	32,52 (3,22)	
2		168	330,81 (18,96)	0,99 (0,04)	23,53 (2,48)	
2		196	397,47 (20,75)	0,96 (0,04)	34,70 (3,20)	
<b>Híbrido 3</b>		1	56	341,12 (18,37)	1,04 (0,04)	20,34 (2,24)
		1	84	348,94 (19,58)	0,91 (0,04)	24,50 (2,69)
	1	112	330,44 (18,60)	0,98 (0,04)	19,98 (2,31)	
	1	140	346,13 (19,21)	0,89 (0,04)	21,32 (2,50)	
	1	168	319,09 (19,06)	0,90 (0,04)	21,13 (2,50)	
	1	196	363,01 (21,61)	0,86 (0,04)	34,64 (3,90)	
	2	56	351,41 (18,46)	1,10 (0,04)	22,81 (2,27)	
	2	84	328,42 (18,41)	1,11 (0,04)	22,82 (2,29)	
	2	112	381,90 (19,99)	0,97 (0,04)	29,82 (2,82)	
	2	140	389,20 (20,61)	0,93 (0,04)	31,97 (3,12)	
	2	168	509,57 (60,56)	0,74 (0,06)	76,18 (22,41)	
	2	196	442,82 (27,44)	0,83 (0,04)	53,46 (6,93)	
	<b>Mulato II</b>	1	56	320,94 (18,14)	1,12 (0,04)	20,03 (2,19)
		1	84	335,63 (19,52)	0,94 (0,04)	25,62 (2,73)
1		112	333,00 (18,94)	0,94 (0,04)	21,86 (2,45)	
1		140	334,58 (19,66)	0,90 (0,04)	24,32 (2,75)	
1		168	334,97 (19,75)	0,90 (0,04)	25,45 (2,83)	
1		196	308,70 (19,87)	0,88 (0,04)	26,10 (3,07)	
2		56	340,38 (17,87)	1,21 (0,04)	19,21 (2,11)	
2		84	355,18 (18,90)	1,05 (0,04)	25,13 (2,42)	
2		112	337,34 (18,94)	0,97 (0,04)	23,80 (2,48)	
2		140	355,56 (19,31)	0,97 (0,04)	25,36 (2,58)	
2		168	345,00 (22,23)	0,98 (0,05)	25,85 (2,97)	
2		196	394,04 (20,91)	0,97 (0,04)	35,22 (3,28)	

<b>Marandú</b>	1	56	367,68 (18,48)	1,04 (0,04)	21,31 (2,25)	
	1	84	395,34 (20,01)	0,91 (0,04)	27,98 (2,79)	
	1	112	352,27 (19,27)	0,92 (0,04)	23,25 (2,55)	
	1	140	361,79 (21,13)	0,80 (0,04)	28,50 (3,46)	
	1	168	391,31 (22,13)	0,84 (0,04)	34,53 (3,92)	
	1	196	323,95 (26,43)	0,77 (0,05)	32,87 (5,59)	
	2	56	381,30 (18,86)	1,06 (0,04)	25,09 (2,36)	
	2	84	376,36 (19,98)	0,96 (0,04)	28,67 (2,81)	
	2	112	402,06 (22,15)	0,87 (0,04)	35,35 (3,81)	
	2	140	426,53 (28,88)	0,75 (0,04)	52,55 (8,33)	
	2	168	462,08 (33,70)	0,75 (0,04)	66,80 (11,55)	
	2	196	411,53 (27,18)	0,79 (0,04)	50,35 (7,24)	
	<b>decumbens</b>	1	56	344,70 (18,75)	1,04 (0,04)	23,60 (2,38)
		1	84	369,83 (22,44)	0,84 (0,04)	35,39 (4,27)
1		112	335,08 (19,39)	0,90 (0,04)	23,36 (3,05)	
1		140	382,74 (22,30)	0,81 (0,04)	34,58 (4,11)	
1		168	344,48 (20,01)	0,90 (0,04)	27,43 (2,97)	
1		196	341,30 (21,30)	0,87 (0,04)	32,47 (3,78)	
2		56	370,90 (19,65)	0,97 (0,04)	27,47 (2,69)	
2		84	328,11 (19,82)	0,94 (0,04)	28,30 (2,98)	
2		112	325,69 (19,88)	0,88 (0,04)	27,30 (3,05)	
2		140	422,31 (26,50)	0,79 (0,04)	51,11 (6,88)	
2		168	360,49 (20,46)	0,91 (0,04)	29,80 (3,13)	
2		196	358,19 (20,35)	0,96 (0,04)	31,86 (3,15)	

$V_f$  denota a produção assintótica de gases;  $c$  é um parâmetro e agudeza da curva;  $K$  é o tempo quando a metade da produção de gases é obtida, seja, tempo necessário até que a metade do substrato seja fermentada.

Com o modelo GMM só são obtidos os parâmetros  $t_i$  e  $t_{k_{d_{max}}}$  e a  $k_{d_{max}}$  quando  $c$  for maior que 1,0, quanto maior o valor de  $c$  mais aguda será a sigmoide. Portanto, os tratamentos que apresentam  $c > 1,0$  foram escolhidos para representação (Tabela 7). Os parâmetros  $t_i$  (h),  $t_{k_{d_{max}}}$  (h) e  $k_{d_{max}}$  são tempo independentes, porque para encontrar seus resultados utilizam-se valores das constantes  $c$ ,  $K$  e  $V_f$ . São constantes da amostra incubada durante toda incubação. Apesar do  $t_i$  e  $K$  serem medidas de tempo, têm conceitos diferentes. A área do gráfico da taxa de produção de gases em função do tempo que inicia na hora zero ao  $K$  representa a metade do substrato que já foi degradada, quanto maior for o valor do  $K$ , espera-se que mais tempo leve para degradar a metade do substrato, por isso, diminua a  $k_{d_{max}}$  e aumenta o  $t_i$  e  $t_{k_{d_{max}}}$ .

As diferenças entre os volumes de gases cumulativos finais e o tempo necessário para degradar a metade do substrato incubado apresentados neste experimento foram relacionadas às diferenças na composição do substrato (Apêndice C; Apêndice D). A diferença do tratamento com maior  $V_f$  em 2019 (Marandú com 84

dias) e o tratamento com menor  $V_f$  (Cayana com 140 dias) foi 110,4 mL / 0,5 g de MO (28%). Quanto ao K, a diferença entre a *decumbens* aos 84 dias de diferimento e a Cayana com 140 dias de diferimento foi de 18 horas (15%) no mesmo ano. Com relação à 2020, a diferença entre os tratamentos com maior  $V_f$  (híbrido 3 com 168 dias) e com menor  $V_f$  (*decumbens* aos 112 dias) foi de 183,9 mL / 0,5 g de MO (36%). Com relação ao K, a diferença do híbrido 3 com 168 dias com o Mulato II aos 56 dias foi de 57 horas (75%) no segundo ano de cultivo. Numa abordagem englobando os dois anos de cultivo, o capim Cayana com 140 dias apresentou os menores valores de  $V_f$  e K enquanto o capim híbrido 3 os maiores valores para  $V_f$  e K. A diferença entre os valores de  $V_f$  e K desses dois híbridos foram 224,6 mL / 0,5 g de MO (44%) e 59 horas (77%), respectivamente.

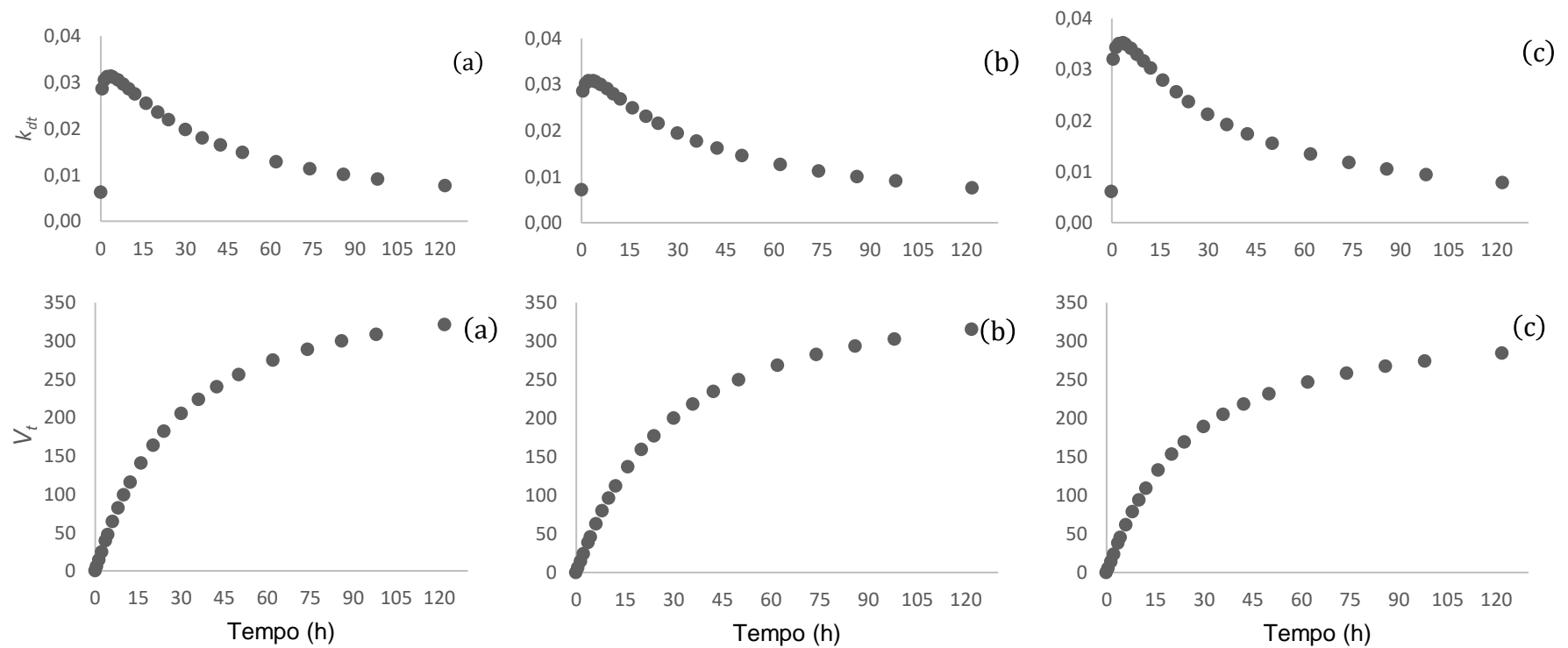
**Tabela 7.** Estimativa do ponto de inflexão, tempo e taxa fracional de fermentação máxima

<i>Urochloa</i> spp.	Ano	Idade	$V_f$	K	c	$t_i$	$t_{k_{d_{max}}}$	$k_{d_{max}}$
<b>Sabiá</b>	1	56	336,96	21,78	1,12	1,72	3,37	18,46
	1	168	319,34	19,62	1,01	0,15	0,29	2,23
	2	56	360,48	19,68	1,19	2,46	4,76	28,23
	2*	84	379,71	25,94	1,10	1,62	3,17	17,15
	2	140	385,17	27,80	1,02	0,23	0,46	2,94
<b>Cayana</b>	1	56	322,22	20,79	1,11	1,41	2,76	15,56
	2	56	345,32	19,68	1,21	2,80	5,40	29,89
	2*	84	375,17	26,60	1,09	1,49	2,94	15,57
	2	112	376,61	28,27	1,06	1,01	2,00	10,71
<b>Híbrido 3</b>	1	56	341,12	20,79	1,04	0,50	1,00	7,04
	2	56	351,41	22,81	1,10	1,36	2,67	15,30
	2*	84	328,42	22,82	1,11	1,56	3,06	16,02
<b>Mulato II</b>	1	56	320,94	20,03	1,12	1,50	2,94	16,83
	2	56	340,38	19,21	1,21	2,79	5,36	29,87
	2	84	355,18	25,13	1,05	0,73	1,44	8,43
<b>Marandú</b>	1	56	367,68	21,31	1,04	0,44	0,86	6,41
	2	56	381,30	25,09	1,06	0,93	1,85	11,21
<b>decumbens</b>	1	56	344,70	23,60	1,04	0,57	1,14	7,02

\* resultados escolhidos para representação gráfica.

Não é observada a relação direta da  $k_{d_{max}}$  com o  $V_f$ , porque existe a compensação do K, já que os valores de c são semelhantes. Com o aumento da c, espera-se que aumente  $t_i$ ,  $t_{k_{d_{max}}}$  e  $k_{d_{max}}$ . Esse efeito ocorre desde que os valores de  $V_f$  e K permaneçam semelhantes. O exemplo ilustrado na figura 3 apresenta relação

direta entre os valores de  $V_f$  e  $K$ , o cultivar de maior  $V_f$  apresenta maior valor de  $K$ , bem como o cultivar de menor  $V_f$  apresenta menor  $K$ . A agudeza da curva independe da cultivar, quando  $c > 1,0$  a curva fica com um formato sigmoide e quanto maior  $c$ , mais pronunciado é a sigmoide da curva. As semelhanças nos padrões dos gráficos plotados ( $V_f$  e  $k_{d_t}$ ) ocorreram para períodos iguais de diferimento, diferindo na magnitude que varia de acordo com a cultivares. Teores de LDA/aFDNmo influenciam diretamente os valores do  $K$  devido à dificuldade no acesso dos microrganismos ao material potencialmente degradável. Para  $t_{k_{d_{max}}}$  e  $k_{d_{max}}$  semelhantes, os valores de  $V_f$  e  $K$  tiveram relação direta, por exemplo, cultivares com  $t_{k_{d_{max}}}$  e  $k_{d_{max}}$  maiores apresentam  $V_f$  e  $K$ , já que  $c$  e  $t_i$  são semelhantes.



<i>Urochloa</i> spp.	Ano	Idade	$V_f$	K	c	$t_i$	$t_{k_{dmax}}$	$k_{dmax}$
<b>Sabiá (a)</b>	2	84	379,71	25,94	1,10	1,62	3,17	17,15
<b>Cayana (b)</b>	2	84	375,17	26,60	1,09	1,49	2,94	15,57
<b>Híbrido 3 (c)</b>	2	84	328,42	22,82	1,11	1,56	3,06	16,02

**Figura 3.** Produção de gases cumulativa ( $V_t$ , mL/0,5 g MO) e taxa de fermentação fracional ( $k_{dt}$ , mL/0,5 g MO/h) em função do tempo dos capins *Urochloa* Sabiá (a); *Urochloa* Cayana (b); *Urochloa* híbrido 3 (c) e as estimativas de cada parâmetro das cultivares

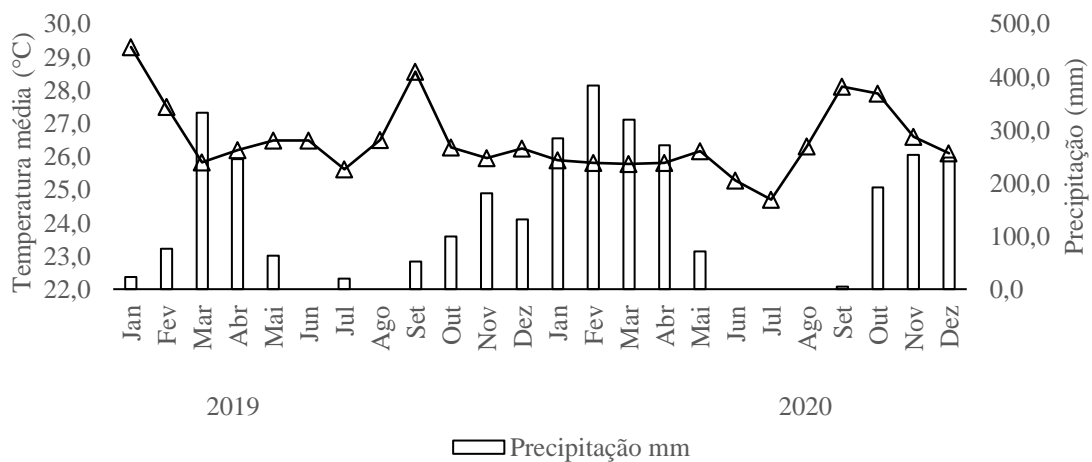


O K apresentou correlação positiva com o  $V_f$  e aFDN<sub>mo</sub> e correlação negativa com Pb. Isto significa que o K maior ocorre em amostra com maior teor de aFDN<sub>mo</sub> e menores níveis de Pb, e que quanto maior o K, maior será o volume cumulativo de gases assintótico. A heterogeneidade da digestibilidade da aFDN<sub>mo</sub>, a redução da digestibilidade aparente devido à redução dos níveis de Pb ratificam a afirmativa. A MSa e MO tiveram correlações negativas com os teores de cinzas, Pb e SDN e correlações positivas com os níveis de aFDN<sub>mo</sub> e LDA. Por outro lado, com a redução do teor de Pb, observou-se redução no conteúdo celular. O aumento da idade de rebrotação, tende a reduzir o teor de Pb e de conteúdo celular devido ao efeito natural da maturação fisiológica da planta. As correlações negativas entre SDN e Pb com a aFDN<sub>mo</sub> foram negativas e destes componentes com os rendimentos indicam que, apesar da quantidade de massa de forragem aumentar, é notável a redução da quantidade de material potencialmente digestíveis (Tabela 8).

Quanto à produção por área, no cálculo do Pb<sub>ha</sub>, a queda dos níveis de Pb foi compensada pelos altos teores de MSa e MO, por isso a correlação foi positiva, porém baixa. Para todos os efeitos, as correlações da MO com outras variáveis de rendimentos foram semelhantes às correlações da MSa com as mesmas, no entanto com magnitudes menores, porque nem tudo que está na MSa é MO. Com o aumento da idade decorrente dos períodos crescentes de diferimento são observadas correlações positivas entre LDA e aFDN<sub>mo</sub> e entre LDA e LDA/aFDN<sub>mo</sub> devido ao espessamento da parede celular com deposição de aFDN<sub>mo</sub> e aumento de tecidos lignificados (Tabela 8).



Durante os períodos crescentes de diferimento neste trabalho, ocorreram reduções no fotoperíodo, da temperatura média e da umidade do solo em cada ano. Além disso, os índices pluviométricos foram consideravelmente maiores em 2020 com relação à 2019. Há de se enfatizar o risco climático do local, uma vez que, em outubro de 2019, foi verificado 100 mm de precipitação, em contrapartida, no mesmo mês no ano seguinte foi de 200 mm (Figura 4).



**Figura 4.** Dados climáticos de Colinas do Tocantins, TO, Brasil. Ano de 2019 e 2020. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Apesar deste estudo ter sido uma simulação do diferimento de pasto, os tratamentos mostraram-se potenciais para alcançar resultados satisfatórios no diferimento de pastos em solos com características químicas semelhantes onde foi desenvolvido o experimento, desde que, recebam uma adubação básica e que apresentem índices de precipitação (mm) semelhantes a este trabalho (Tabela 9).

**Tabela 9.** Resultados de análise química e física do solo (2019 e 2020)

Ano	pH	Ca	Mg	K	Al	H+Al	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MOS	Areia	Silte	Argila	CTC	m	SB
		-----cmolc.dm <sup>-3</sup> -----					mg.dm <sup>-3</sup>	g.kg <sup>-1</sup>		-----%-----		cmolc.dm <sup>-3</sup>		-----%-----
							<sub>3</sub>	<sub>1</sub>				<sub>3</sub>		
2019	4,7	0,80	0,50	0,03	0,30	1,80	1,80	1,30	91,4	4,8	3,8	3,13	18,4	42,5
2020	4,0	1,80	0,80	0,20	0,40	3,02	0,31	2,84	90,0	4,5	5,5	5,64	13,2	46,5

pH em CaCl<sub>2</sub>; MOS = matéria orgânica solo; SB = soma de bases; m = saturação por Al; Ca = cálcio; Mg = magnésio; K = potássio; H+Al = acidez potencial; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = pentóxido de difósforo; CTC = capacidade de troca catiônica.

## 6. Discussão

A importância de monitorar a variação na produção de forragem é seu efeito na taxa de lotação. Considera-se que quando a produção de forragem diminui, a capacidade de suporte também diminui e que nem sempre é possível reduzir ou aumentar o tamanho do rebanho. O cálculo da taxa de lotação é baseado na média mais baixa de produção de forragem, ou faz-se suplementação. Nos dois casos não está aumentando a capacidade de suporte contínua do pasto, mas sim os insumos, aumentando a taxa de lotação (AGUIAR, 2004).

Além do estágio fisiológico, tanto a individualidade de cada genótipo forrageiro quanto os fatores ambientais influenciam a composição química da forragem (VAN SOEST, 1994). Condições ambientais como redução do fotoperíodo, temperatura média e umidade do solo que acompanham os períodos de diferimento afetam a composição química das forrageiras e ocorrem durante todos os anos, podendo ter variações brandas ou severas não só durante um ano específico, mas de ano a ano.

Euclides et al. (2007) observaram que variações ambientais entre os anos de cultivo resultaram em diferenças significativas nos níveis de MSa. Estes autores encontraram que o melhor balanço hídrico registrado resultou na maior produção de forragem registrada no segundo ano de cultivo. Além disso, uma vez que a temperatura do ar influencia o crescimento da parte vegetativa, dado seu efeito sobre o ciclo da planta, Wierma et al. (1993) demonstraram que as condições climáticas terminaram por influenciar o teor de MSa.

Santos et al (2009a), encontraram efeitos lineares entre os períodos de diferimento e as características referentes à composição química de forragem obtida pela simulação de pastejo. No trabalho destes autores, os teores de PB (2,86 a 5,97%) diminuiram com os períodos de diferimento, contrariamente aos teores de FDN (70,99 a 80,81%), o que tenderiam a limitar o consumo animal. Efeitos significativos sobre os teores de composição química e o rendimento forrageiro determinados por cultivares diferentes são, de fato, relatados na literatura.

Segundo Argillier et al. (1994), o efeito de ano pode ser tão importante quanto o efeito de local. Considerando as características de implantação deste experimento,

ou seja, mesma altura no corte de uniformização de todas as unidades experimentais, mesmo manejo de adubação, genótipos forrageiros diferentes, períodos crescentes de diferimento e dois anos de cultivos sucessivos com condições ambientais diferentes, pôde-se observar que a produção final não depende exclusivamente dos genótipos, mas da interação entre genótipo e ambiente. Lembrando que o fator ambiente se refere às variações das condições ambientais que ocorrem em função do tempo, seja dentro de cada ano, seja de ano a ano.

No presente estudo, aparentemente, os genótipos de *Urochloa* spp. tenderam a apresentar maiores índices de acamamento em 2020 devido às maiores precipitações com o retorno das chuvas em outubro, quando grande massa de forragem diferida estava acumulada. O retorno da chuva na primavera pode ser prejudicial e estas informações deverão nortear o manejo tático e operacional do pastejo no sistema de produção (Aguiar, 2004).

A produção de *Urochloa* spp. para o diferimento de pasto recebe destaque especialmente em regiões que possuem particularidades edafoclimáticas que limitam o potencial produtivo de culturas mais exigentes, como é o caso das regiões mais sujeitas à ocorrência de veranicos. O diferimento do pasto tem grande inserção onde a temperatura média é de cerca de 26°C (Figura 4).

Para a planta ter maior teor de matéria orgânica ela precisa ter mais componentes químicos na sua composição, provavelmente, ela precisa absorver mais elementos químicos. Na situação em que a planta não absorve tais elementos, o nível dos componentes químicos será baixo na matéria orgânica. Magalhães et al. (2012), em estudo com capim andropogon sob irrigação e adubação, afirmaram que os processos que contribuem para a redução na eficiência de utilização do N são as perdas principalmente por lixiviação. Apesar de apresentarem uma dinâmica com ganho da massa diferida dos capins *Urochloa* spp. ao longo dos períodos crescentes de diferimento em cada ano, os valores médios da produtividade de MO das gramíneas *Urochloa* spp. foram menores no ano de maior pluviosidade. Por se tratar de uma região com solo arenoso propício a alta lixiviação, os baixos índices de produtividade de MO no ano que ocorrem maior incidência de chuva na região (2020) podem ser atribuídos este fato ao índice pluviométrico, ocasionando rápida e excessiva lixiviação da adubação disponibilizadas. Como a precipitação foi bem maior em janeiro e fevereiro de 2020, não foi feita uma adubação de correção nas águas, foi feito um corte de uniformização no início do período de avaliação e pelo fato do solo

ser arenoso com baixa quantidade de nutrientes para planta, com as chuvas fortes, acaba ocorrendo a lixiviação dos nutrientes que foram disponibilizados no solo e dos nutrientes de reserva que não foram absorvidos no período das águas pelas plantas, que por sinal, já era baixo. Portanto, a falta de adubação de manutenção nas águas e as chuvas fortes nas águas no segundo ano de cultivo (2020), ocasionaram a lixiviação dos nutrientes disponibilizados pela adubação no diferimento, com isso, os rendimentos de matéria orgânica dos genótipos no segundo ano foram menores aos obtidos no primeiro ano de cultivo.

O teor de MSa no momento da colheita não só determina a qualidade do material diferido, como o consumo dos animais. Neste experimento foram registrados efeitos lineares dos períodos crescentes de diferimento dentro de cada ano de cultivo. Tais diferenças na composição podem ser atribuídas a chegada da seca, ou seja, às reduções no índice de precipitação.

Plantas forrageiras crescendo sob semelhante condição climática, mas em solos diferentes, podem apresentar composição diferente quando comparadas em um mesmo estágio fisiológico (VAN SOEST, 1994). No presente estudo, foi registrado efeito do genótipo para o teor de GB apenas. O efeito do ano de cultivo foi para os teores de Gb, aFDNmo, LDA, PB e SDN. O que pode justificar a diferença nos teores de Gb, aFDNmo, LDA, PB e SDN nos diferentes anos de cultivo são os efeitos de altos índices pluviométricos no ano II que ocasionam lixiviação de nutrientes disponíveis às plantas neste ano.

A diversidade da constituição da lignina resulta das condições edafoclimáticas, do estágio de maturação e do manejo a que são submetidas (SALIBA, 1998; DIXON et al., 2001). O avanço do estágio de maturação da forrageira promove a senescência natural que contribui a maior lignificação (BUENO et al., 2000). A digestibilidade da parede celular é uma função da composição da própria parede celular, principalmente a concentração e composição da LDA. Com isso, qualquer fator que influencie na concentração e composição da parede celular afeta a qualidade da forragem (VAN SOEST, 1965; 1967; ELLIS, 1978; VAN SOEST, 1994; JUNG, 2000; 2012;). Conforme esperado, foram registrados efeitos da interação genótipo x ano e das interações entre genótipo e efeito linear e quadrático dos períodos crescentes de diferimento dentro de cada ano para os teores de LDA e LDA/aFDNmo (Apêndice E). Dessa forma, cada genótipo apresenta teor de LDA/aFDNmo diferente para cada período de diferimento e ano de cultivo, e que esses resultados oscilam ao longo dos

períodos de avaliação. Em todos os períodos de diferimento em 2019, os níveis de LDA/aFDNmo foram superiores aos encontrados no segundo ano de cultivo (2020).

No rúmen, a partícula do alimento consumida leva um tempo necessário para hidratação das partículas, aderência das bactérias às partículas, colonização, o acesso ao conteúdo celular, para então iniciar a digestão. A digestão começa no conteúdo celular para depois sim iniciar, a digestão das partes mais internas para as camadas mais externas da parede celular. Estas fases podem ser compreendidas por meio da interpretação das curvas de produção de gases cumulativa e da taxa fracional de fermentação do substrato obtidas com os parâmetros do modelo GMM (USP, 2018).

São claras as mudanças que ocorrem nos parâmetros da cinética de degradação *in vitro* que derivam de acordo com a maturidade (GROTT et al., 1996), genótipos e de condições ambientais diferentes. Com o aumento da maturidade supõem que as gramíneas passadas contenham mais lignina, substância que inibem a digestão de carboidratos (STEFANON et al., 1996). A presença da lignina no complexo lignocelulósico tem sido considerada a maior barreira química para digestão das forragens, porém, a deposição de matéria orgânica fibrosa na parede celular não significa necessariamente o aumento da porção indigestível na aFDNmo, nem toda matéria orgânica fibrosa está complexada à lignina, nem toda aFDNmo está inacessível.

Quantidades conhecidas ( $\pm 0,5$  g MO) dos híbridos de capins *Urochloa* spp. incubados em fluido ruminal padronizado continham uma alta proporção de carboidratos solúveis que foram facilmente disponível e rapidamente fermentados com  $t_{k_{d_{max}}}$  baixo e  $k_{d_{max}}$  extremamente alto. A primeira e segunda fase do processo de degradação *in vitro* dos substratos incubados estão relacionadas com a fração insolúvel potencialmente degradável da parede celular, na qual é obrigatório a colonização e a solubilização por enzimas microbianas (VAN MILGEN et al., 1993). A digestão de componentes alimentares insolúveis em particular é um processo de superfície (FRANCE et al., 1993; McALLISTER et al., 1994), é provável que o  $V_f$  diminuirá lentamente quando forem encontradas barreiras químicas ou estruturais (KERLEY et al., 1988; apud JUNG, 1991; COMU et al., 1994). A fase final da produção cumulativa de gases está relacionada aos componentes do substrato ainda menos degradáveis ou à consequência do *turnover* microbiano (GROTT et al., 1996).

O que se busca são genótipos mais bem adaptados a suportar as variações ambientais transitórias imprevisíveis, isto é, mais estáveis por conseguirem manter maiores rendimentos apesar das flutuações de ambiente e condições de cultivo (ALLARD e BRADSHAW, 1964).

Estabilidade, em geral, não implica constância de resposta do fenótipo aos vários ambientes, mas sim, àquelas características de produção e qualidade economicamente importantes que se mantêm estáveis para quaisquer ambientes (ALLARD e BRADSHAW, 1964). Neste estudo, foram registradas influência do ano de cultivo, períodos crescentes de diferimento e respectivas interações com os genótipos de *Urochloa* spp., o que sugere a necessidade de se avaliar os híbridos por uma série de anos e até mesmo em outros locais, para obter inferências mais acuradas em termos de recomendação, num processo contínuo de seleção.



## 7. Conclusão

O capim Sabiá apresenta comportamento consistente de destaque para a qualidade do material diferido. Embora o capim Sabiá se destaque, os híbridos Cayana e híbrido 3 também se sobressaem com relação à qualidade do material diferido, assim como o capim Mulato II, que se destaca com qualidade equivalente. Os outros capins, Marandú e *decumbens*, demonstram potencial de produção forrageira para serem utilizados em estratégias de diferimento de pasto, porém, a qualidade do material diferido destes é inferior se comparada à qualidade dos demais híbridos avaliados.

## 8. Referências

- AOAC. **Official Methods of Analysis**. Washington: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. Brasil, Perfil da pecuária no Brasil – Relatório anual, 2018.
- ABREU, M. L. C.; VIEIRA, R. A. M.; ROCHA, N. S.; ARAÚJO, R. P.; GLÓRIA, L. S.; FERNANDES, A. M.; LACERDA, P. D.; JÚNIOR, A. G. *Clitoria ternatea* L. as a Potential High Quality Forage Legume. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, p. 169-178, 2014.
- AGUIAR, A. P. A. **Medição de forragem e planejamento alimentar em sistema de pastejo**. Apostila do curso de pós-graduação “*lato-sensu*” em Manejo de Pastagem – módulo 12, Uberaba, 2004.
- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v. 19, p. 716-723, 1974.
- ALLARD, R. W., BRADSHAW. Implications of genoty-enviromental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**. v. 4, 503-508, 1964.
- ALMEIDA, M. C. da C. et al. Diversidade genética molecular entre cultivares e híbridos de brachiaria spp. e Panicum maximum. **Ciência Rural**, v. 41, n. 11, p. 1998–2003, 2011.
- ARGILLIER, O., HÉBERT, Y., BARRIÈRE. Statistical analysis and interpretation of line x environment interaction for biomass yield in maize. **Agronomie**. v. 14, p. 661-672, 1994.
- BEUVINK, J. M. W.; KOGUT, J. Modeling gas-production kinetics of grass silages incubated with buffered ruminal fluid. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 1041-1046, 1993.
- BEUVINK, J.M.W., SPOELSTRA, S.F., HOGENDORP, R.J. An automated method for measuring time-course of gas production of feedstuff incubated with buffered rumen fluid. Neth. **Journal of Agricultural Science**. 40, 401–407, 1992.
- BLASSER, R. E. Pasture-animal management to evaluate plants and to develop forage systems. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9. Piracicaba, 1988. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 1-39. 1988.

- BLUMMEL, M., ØRSKOV, E.R. Comparison of gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. **Animal Feed Science and Technology**. 40, 109–119. 1993.
- BUENO, M.F.; MATTOS, H.B.; COSTA, M.N.X.; PIEDADE, S.M.S.; LEITE, W.B.O. Épocas de vedação e de uso no capim Marandú. I Produção de matéria seca e valor nutritivo. **Boletim Indústria Animal**, v.57, n.1, p. 1-9. 2000.
- BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. Multimodel inference: Understanding AIC and BIC in model selection. **Sociological Methods and Research**, v. 33, n. 2, p. 261–304. 2004.
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PEREIRA, O. G.; VELOSO, R. G.; PEREIRA, E. S. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade *In Vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p. 2332-2339. 2002.
- CLIMATEMPO, Índices climáticos à cidade de Palmas - TO, média de 30 anos. **CLIMATEMPO**. 11 de maio de 2023. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/593/palmas-to>; Acessado em: 25 de março de 2023.
- Comitê de Ética e Uso de Animais (CEUA). Protocolo n°380 da CEUA/UENF. 2023.
- CORNU, A., BESLE, J.M., MOSONI, P. AND GRENET, E. Lignin-carbohydrate complexes in forages: structure and consequences in the ruminal degradation of cell-wall carbohydrates. **Reproduction Nutrition Development**. V. 34, p. 385-398. 1994.
- CONE, J. W.; VAN GELDER, A. H.; VISSCHER, G. J. W.; OUDSHOORN, L. Influence of rumen fluid and substrate concentration on fermentation kinetics measured with a fully automated time related gas production apparatus. **Animal Feed Science and Technology**. V. 61, p. 113-128. 1996.
- CONE, J. W.; VAN GELDER, A. H.; DRIEHUIS, F. Description of gas production profiles with a three-phasic model. **Animal Feed Science and Technology**. V. 66, p. 31-45. 1997.
- COSENZA, G. W. et al. Resistência de gramíneas forrageiras à cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 8, p. 961–968, 1989.
- COSTA, N. L.; GONÇALVES, C. A.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PAULINO, V. T. Rendimento, composição química e valor nutritivo da forragem. In: COSTA, N.L. (Ed.) **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**.

Porto Velho: Embrapa Rondônia. p.116-136. 2004.

DEVANTIER, B. P., STEVENS, D. R., RENNIE, G. M., TOZER, K. N. The effect of deferred grazing in spring and early summer pastures on pasture growth rate and feed quality. **Journal of New Zealand Grasslands**, v. 79, p. 189–196, 2017.

DIXON, R. A., CHEN, F., GUO, D., PARVATHI, K.; The biosynthesis of monolignols: a "metabolic grid", or independent pathways to guaiacyl and syringyl units? **Phytochemistry**, v. 7, n. 57, p.1069-1084, 2001.

DRIEMEIER, D., DÖBEREINER, J., PEIXOTO, P. V., MARILENE F. BRITO M. F.; Relação entre macrófagos espumosos ("foam cells") no fígado de bovinos e ingestão de *Brachiaria* spp no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 79–83, 1999.

ELLIS, W. C.; Determinants of grazed forage intake and digestibility; **Journal of Dairy Science**. V. 61, p. 1828-1840. 1978.

EUCLIDES, V. P. B.; FLORES, R.; MEDEIROS, R. N.; OLIVEIRA, M. P. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandú, na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V 42, p. 273-280. 2007.

FILHO, D. B. F.; JUNIOR, J. A. S.; Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, V. 18, n. 1, 2009.

FRANCE, J.; DHANOA, M.S.; THEODOROU, M.K.; LISTER, S.J.; DAVIES, D.R.; ISAC, D.; A model to interpret gas accumulation profiles associated with in vitro degradation of ruminant feeds. **Journal of Theoretical Biology**, v. 163, p. 99-111, 1993.

GAGGIOTTI, M. C., ROMERO, L. A., BRUNO, O. A. et al.; Cultivares de sorgo forrajero para silaje. II- Características fermentativas y nutritivas de los silajes; **Revista Argentina de Producción Animal**, v.12, p.163-167; 1992.

GERDES, L. et al. Avaliação de características agronômicas e morfológicas das gramíneas forrageiras Marandú, Setária e Tanzânia aos 35 dias de crescimento nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 947–954, 2000.

GOERING, H. K.; SOEST, P. J. Van. Forage fiber analyses. **Agriculture Handbook No. 379**, n. 379, p. 12–20, 1970.

GRAYDON, R. J.; HAMID, H.; ZAHARI, P.; GARDINER, C.; Photosensitisation and crystal-associated cholangiohepatopathy in sheep grazing *Brachiaria decumbens*. **Australian Veterinary Journal**, v. 68, n. 7, p. 234–236, 1991.

GROOT, J. C., CONE, J. W., WILLIAMS, B. A., DEBERSAQUES, F. M., LANTINGA, E. A.

- Multiphasic analysis of gas production kinetics for in vitro fermentation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**. V. 64, n. 1, p. 77-89, 1996.
- HALL, M. B.; MERTENS, D. R. In Vitro Fermentation Vessel Type and Method Alter Fiber Digestibility Estimates. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 301–307, 2008.
- HUHTANEN, P., NOUSIAINEM, J. e RINNE, M. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. **Agricultural and Food Science**. v. 15, p. 293- 3323, 2006.
- KERLEY, M.S., FAHEY, JR., G.C., GOULD, J.M.; IANNOTTI, E.L.; Effects of lignification, cellulose crystallinity and enzyme accessible space on the digestibility of plant cell wall carbohydrates in the ruminant. **Food Microstructure**, v. 7, p. 59-65, 1988.
- JUNG, H. J. G., JORGENSEN, M. A., LINN, J. G. e ENGELS, F. M; Impact of accessibility and chemical composition on cell wall polysaccharide degradability of maize and Lucerne stems; **Journal of the Science of Food and Agriculture**; v. 80, p. 419-427; 2000.
- JUNG, H. J. G.; Forage digestibility: The intersection of cell wall lignification and plant tissue anatomy; In: **23° Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium**; Gainesville. P. 162-173; 2012.
- KARIA, C. T.; DUARTE, J. B.; ARAÚJO, A. C. G. de. **Desenvolvimento de cultivares do gênero *Brachiaria* ( trin .) Griseb . no Brasil Embrapa Cerrados**, 2006. .
- KLEIN, V. A. Física do Solo. 2ª ed. Passo Fundo: **Ed. Universidade de Passo Fundo**, 2012.
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, F.L.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. EMBRAPA arroz e feijão, Santo Antônio de Goiás - GO, p.570; 2003.
- LÓPEZ, S. *In vitro* and *in situ* techniques for estimating digestibility. In: DIJKSTRA, J., FORBES, J. M., FRANCE, J., **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. CABI Publishing, 2005.
- LÓPEZ, S.; FRANCE, J.; DHANOA, M. S.; MOULD, F.; DIJKSTRA, J. Comparison of mathematical models to describe disappearance curves obtained using the polyester bag technique for incubating feeds in the rumen. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1875-1888, 1999.
- MAGALHAES, J. A.; CARNEIRO, M. S. S.; ANDRADE, A. C.; PEREIRA, E. S.; SOUTO, J. S.; PINTO, M. S. C.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. L.; MOCHEL FILHO, W. J. E.; Eficiência do nitrogênio, produtividade e composição do capim-

- andropogon sob irrigação e adubação. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba. V. 61, n. 236, p. 577- 588. 2012.
- MALAFAIA, P. A. M. et al. Ruminal kinetics of some feeds investigated by gravimetric and metabolic techniques. **Revista Brasileira De Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science**, p. 370–380, 1998.
- MALAFAIA, P. et al. Suplementação proteico-energética para bovinos criados em pastagens: Aspectos teóricos e principais resultados publicados no Brasil. **Livestock Research for Rural Development**, v. 15, n. 12, p. 51–79, 2003.
- MCALLISTER, T. A.; BAE, H. D.; JONES, G. A.; CHENG. K. J.; Microbial attachment and feed digestion in the rumen. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 3004-3018, 1994.
- MERTENS, D. R. et al. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**. V. 85, n. 6, p. 1217–1240. 2002.
- MÖLLER, J. Gravimetric determination of acid detergent fiber and lignin in feed: interlaboratory study. **Journal of AOAC International**, v. 92, p. 74-90, 2009.
- MORAES, A. L. Suplementação de bovinos de corte em pastejo. **Pubvet**, v. 6, n. 32, p. 97–112, 2012.
- NAGADI, S., HERRERO, M., JESSOP, N.S. The influence of diet of the donor animal on the initial bacterial concentration of ruminal fluid and *in vitro* gas production degradability parameters. **Animal Feed Science and Technology**. V. 87, p. 231–239. 2000.
- PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. de M. As contribuições de *Brachiaria* e *Panicum* para a pecuária leiteira. In: VILELA, D. et al. (Ed.). **Pecuária de leite no Brasil - Cenários e avanços tecnológicos**. [s.l.] Embrapa. p. 168–187. 2016.
- POPPI, D. P.; MCLENNAN, S. R. Protein and Energy Utilization by Ruminants at Pasture. **Journal of Animal Science**. V. 73, p. 278–290. 1995.
- ROCHA, G. L. d. **A evolução da pesquisa em forragicultura e pastagens no Brasil** Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, ESALQ. 1988.
- SALIBA, E.O.S. **Caracterização química e microscópica das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e de soja expostas à degradação ruminal e seu efeito sobre a digestibilidade dos carboidratos estruturais**. Belo Horizonte, Tese (Doutorado em Ciência Animal). EV-UFMG. p. 252. 1998.

- SANTOS, M. E. R. et al. Produção de bovinos em pastagens de capim-braquiária diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 38, n. 4, p. 635–642. 2009.
- SANTOS, A. D. D.; **Desempenho de bovinos em pastos de capim-braquiaria**. 2012. Universidade Federal de Viçosa, 2012.
- SANTOS, P. M.; BERNARDI, A. C. de C.; Diferimento do uso de pastagens. In: Simpósio sobre manejo da pastagem. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, p. 95-118. 2005.
- STEFANON, B.; PELL, A. N.; SCHOFIELD, P. Effect of maturity on digestion kinetics of water-soluble and water-insoluble fractions of alfalfa and brome hay. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 5, p. 1104-1115, 1996.
- SUGIURA, N. Further Analysis of the Data by Anaike' S Information Criterion and the Finite Corrections. **Communications in Statistics - Theory and Methods**, v. 7, n. 1, p. 13–26, 1978.
- THIEX, N. J.; MANSON, H.; ANDERSON, S.; PERSSON, J.-Á. Determination of crude protein in animal feed, forage, grain, and oilseeds by using block digestion with a copper catalyst and steam distillation into boric acid: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, p. 309-317, 2002.
- THIEX, N. J.; ANDERSON, S.; GILDEMEISTER, B. Crude fat, diethyl ether extraction, in feed, cereal grain, and forage (Randall/Soxtec/Submersion method): Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 86, n. 5, p. 888–898. 2003.
- UDÉN, P.; ROBINSON, P. H.; MATEOS, G. G.; BLANK, R.; Use of replicates in statistical analyses in papers submitted for publication in Animal Feed Science and Technology. **Animal Feed Science and Technology**, v. 171(1), p. 1-5, 2012.
- UGHERUGHE, P. O. Drought and Tropical Pasture Management. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 157, n. 1, p. 13–23, 1986.
- USP, Universidade de São Paulo; **Princípios básicos do manejo de pastagens**, Pirassununga – SP. p. 84. 2018.
- VALÉRIO, J. R. et al. Screening *Brachiaria* introductions resistance to spittlebugs (Homoptera: Cercopidae). In: International Grassland Congress, Canadá. **Anais...** Canadá. 2001.
- VALLE, C. B. do et al. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M. DA; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- VALLE, C. B. do et al. O papel da biotecnologia de forrageiras para a produção animal. (S. B. de Z. SBZ, Ed.) In: Anais dos Simpósios da 41ª Reunião Anual da Sociedade

- Brasileira de Zootecnia, Campo Grande - MS. **Anais...** Campo Grande - MS: 2004.
- VALLE, C. B. do; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Ceres**. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226808013>>. V. 56, n. 4, p. 460–472. 2009.
- VAN MILGEN, J.; BERGER, L.L.; MURPHY, J.; An integrated, dynamic model of feed hydration and digestion, and subsequent bacterial mass accumulation in the rumen. **British Journal of Nutrition**, v. 70, p. 471-483, 1993.
- VAN SOEST, P.J.; **Nutritional Ecology of Ruminants**, 2ed. Cornell University Press, p. 476, 1994.
- VAN SOEST, P. J.; Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal Animal Science**; v.24, p.834-844; 1965.
- VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. **Journal of Animal Science**. v.26, p.119-128, 1967.
- VIEIRA, R. A. M. et al. Heterogeneity of the digestible insoluble fiber of selected forages *in situ*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 171, n. 2–4, p. 154–166, 2012.
- WIERSMA, D.W. et al.; Kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter content; **Journal of production agriculture**; v. 6, n. 1, p. 94-99; 1993.
- WILLIAMS, B. A., Cumulative Gas-production Techniques for Forage Evaluation. In: GIVENS, D. I., OWEN, E., AXFORD, R. F. E., OMED, H. M. **Forage evaluation in ruminant nutrition**. CABI Publishing, 2000.
- WOLIN, M.J.; A theoretical rumen fermentation balance. **Journal of Dairy Science**. v. 43, p. 1452–1459, 1960.

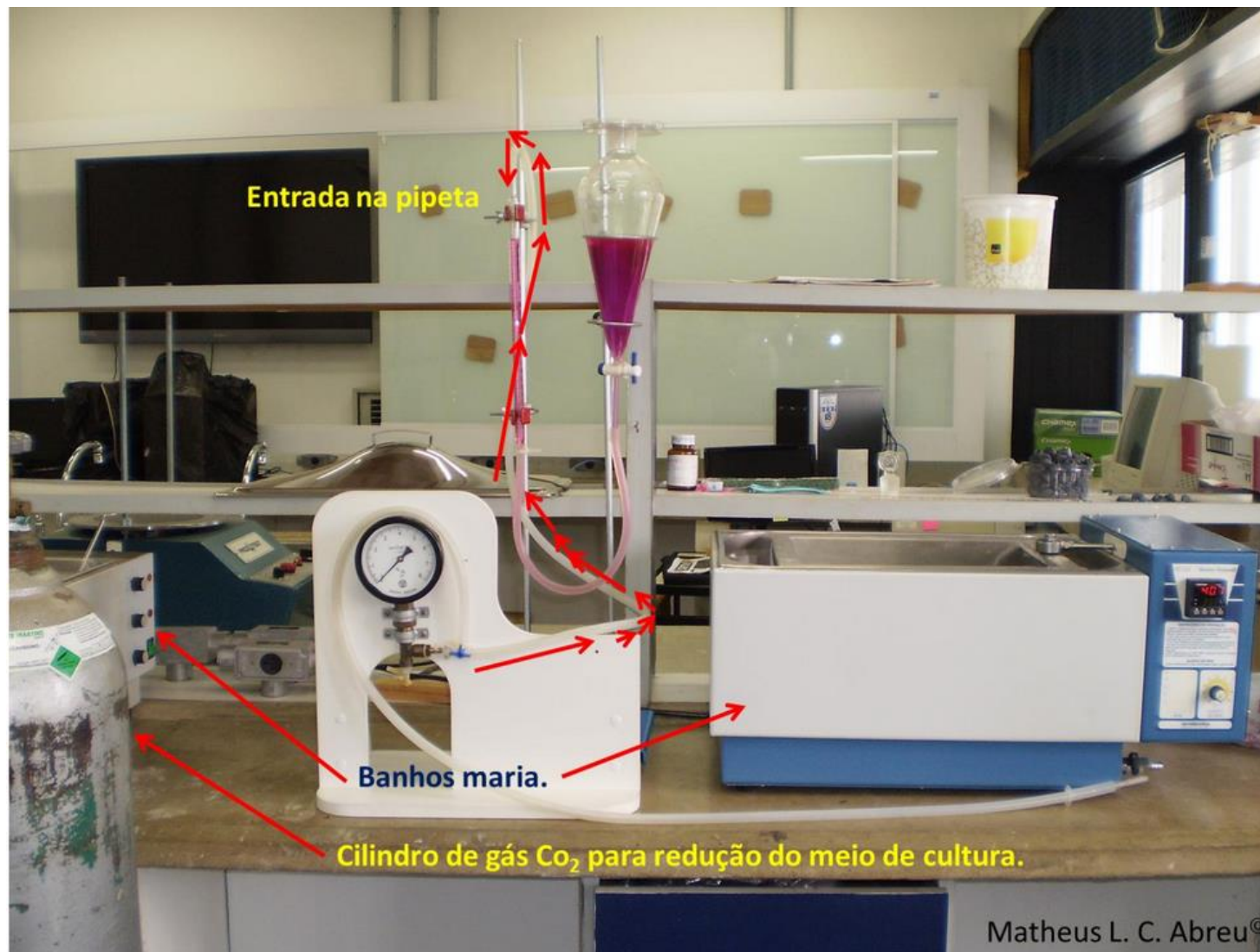


## 9. Apêndice

**Apêndice A.** Croqui da área total do experimento a campo com arranjo casualizado de blocos, parcelas e sub parcelas

		112	1 m	140	168	196	168	84
		56		196	140	112	56	140
12 m	Bloco 3	168		84	56	168	196	196
		196		112	196	84	112	56
		84		56	112	140	84	168
		140		168	84	56	140	112
		<i>U. decumbens</i>		<i>U. Híbrido 3</i>	<i>U. Sabiá</i>	<i>U. Marandú</i>	<i>U. Cayana</i>	<i>U. Mulato II</i>
		112		140	168	196	112	56
		196		56	112	84	140	196
38 m	Bloco 2	84		168	196	56	196	140
		140		84	56	140	84	84
		56		193	140	168	168	168
		168		112	84	112	56	112
		<i>U. Marandú</i>		<i>U. Mulato II</i>	<i>U. Cayana</i>	<i>U. decumbens</i>	<i>U. Sabiá</i>	<i>U. Híbrido 3</i>
		84		112	196	196	140	56
		168		196	112	56	168	196
	Bloco 1	56		84	168	112	84	140
		112		140	56	168	196	84
		196		56	140	84	112	168
		140		168	84	140	56	112
		<i>U. Sabiá</i>		<i>U. Cayana</i>	<i>U. Híbrido 3</i>	<i>U. Mulato II</i>	<i>U. Marandú</i>	<i>U. decumbens</i>
		2 m						

**Apêndice B.** Sistema utilizado nos ensaios de degradabilidade utilizando a técnica de produção cumulativa de gases *in vitro* (ABREU et al., 2014)



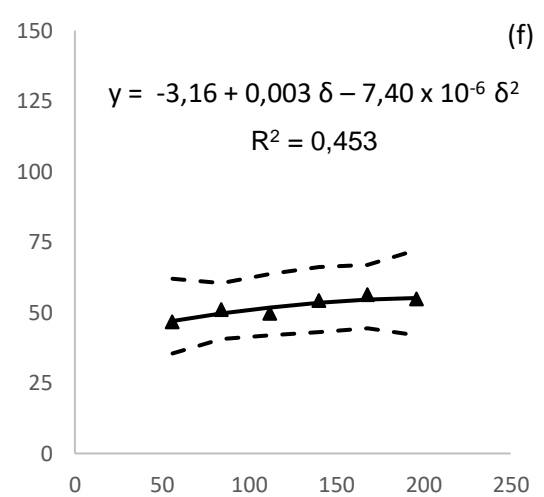
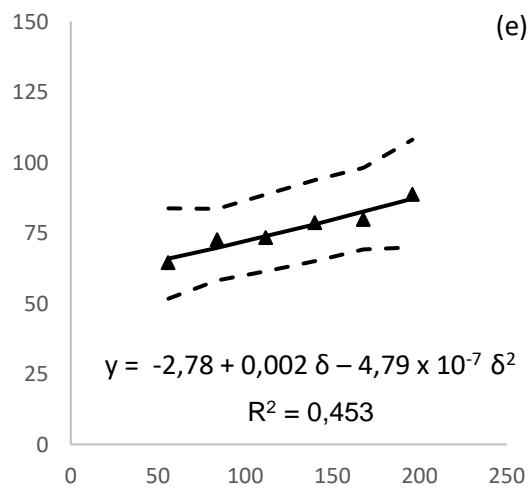
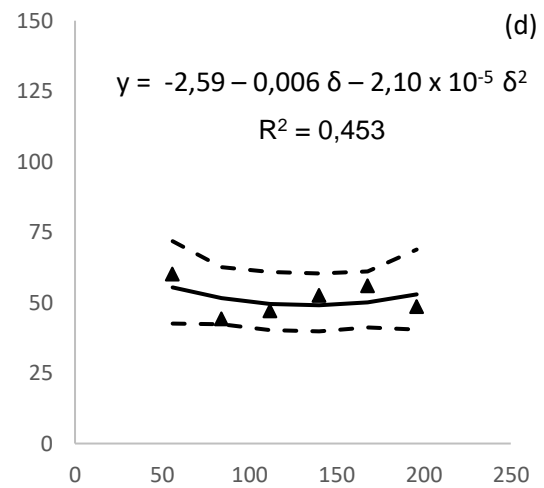
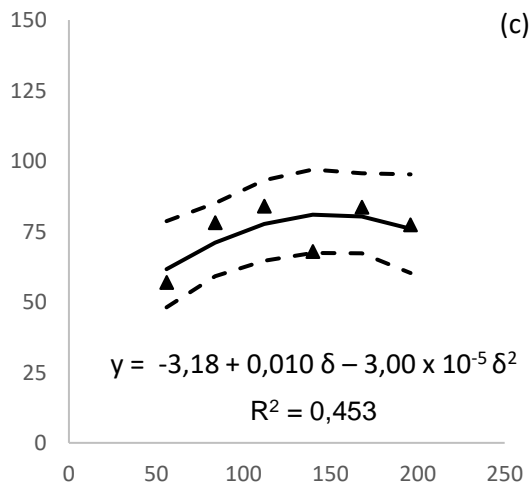
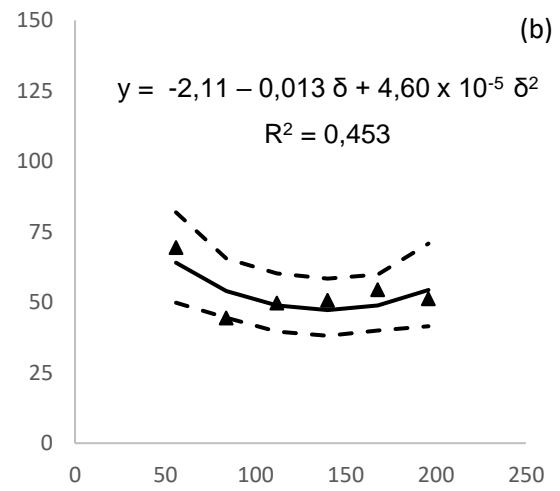
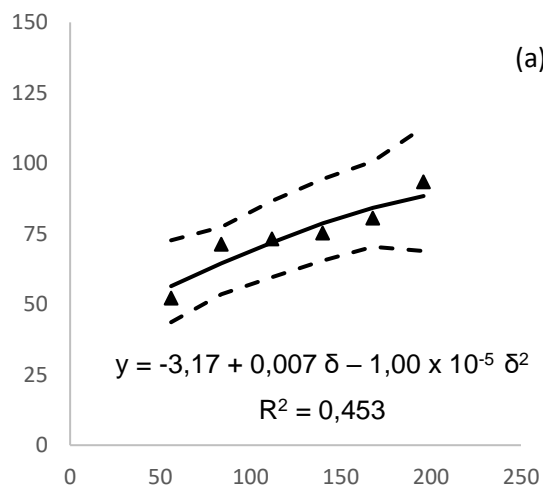
**Apêndice C.** Análise de agrupamento dos genótipos avaliados no primeiro ano de cultivo (2019)

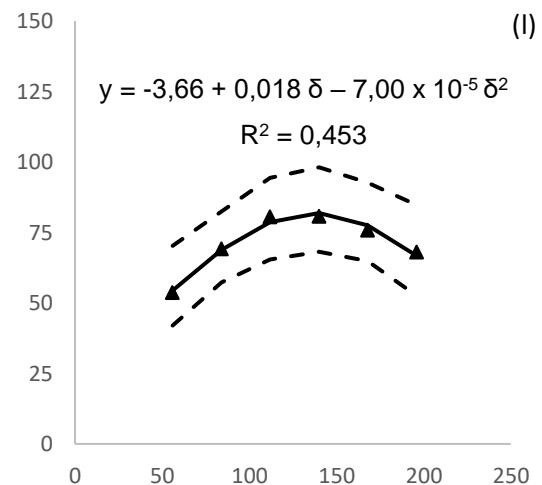
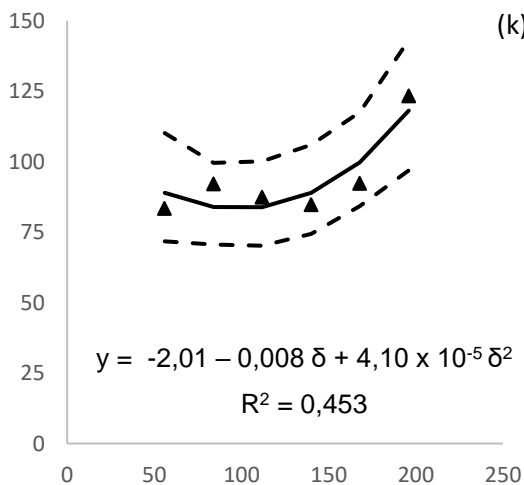
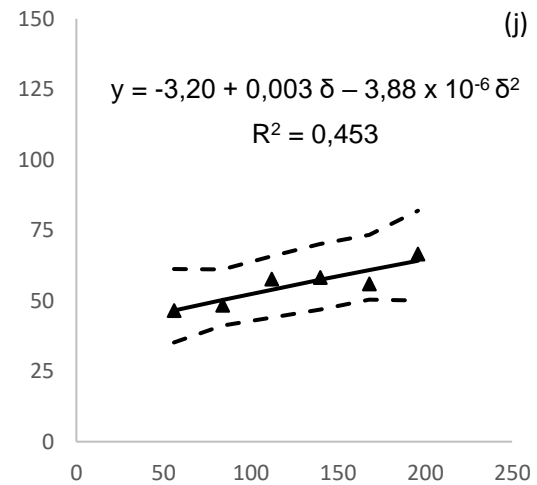
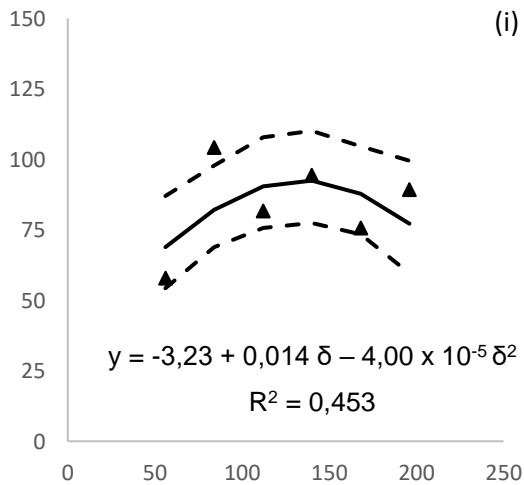
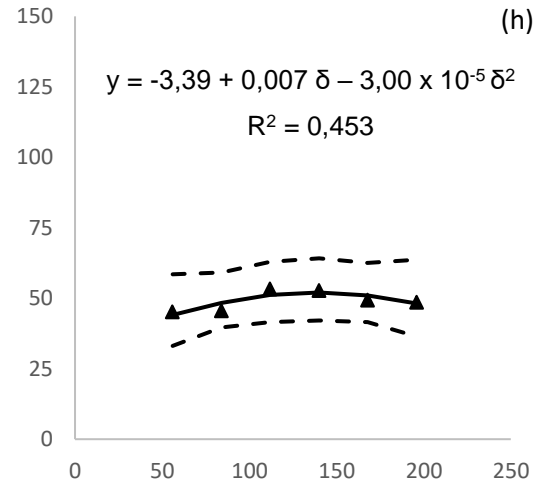
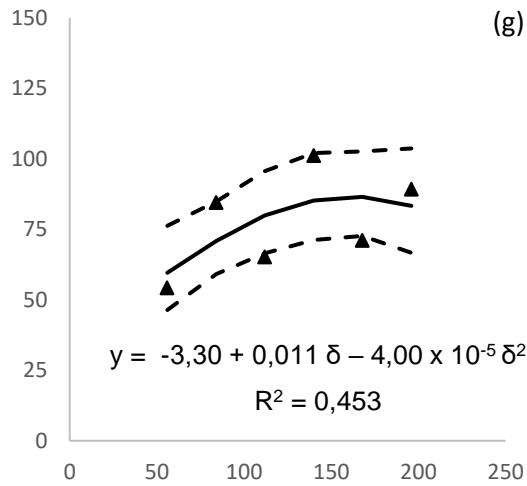
<b>Genótipos forrageiros</b>	<b>Períodos de diferimento (dias)</b>	<b>MOha (kg/ha)</b>	<b>LDA/aFDNmo (g/kg)</b>	<b>SDN (g/kg)</b>	<b>V<sub>f</sub> (ml/ 0,5 g MO)</b>	<b>K (horas)</b>
<b>Sabiá</b>	56	464	56,4	305,1	337,0	21,8
<b>Mulato II</b>	56	464	59,6	305,1	320,9	20,0
<b>Cayana</b>	56	464	61,6	305,1	322,2	20,8
<b>híbrido 3</b>	56	464	65,9	305,1	341,1	20,3
<b>Marandú</b>	56	464	68,9	305,1	367,7	21,3
<b><i>decumbens</i></b>	56	464	89,0	305,1	344,7	23,6
<b>Sabiá</b>	84	579	64,4	300,8	350,8	27,1
<b>híbrido 3</b>	84	579	69,8	300,8	348,9	24,5
<b>Mulato II</b>	84	579	70,9	300,8	335,6	25,6
<b>Cayana</b>	84	579	71,0	300,8	349,9	25,7
<b>Marandú</b>	84	579	82,1	300,8	395,3	28,0
<b><i>decumbens</i></b>	84	579	83,9	300,8	369,8	35,4
<b>Sabiá</b>	112	699	72,0	294,1	319,3	19,3
<b>híbrido 3</b>	112	699	73,9	294,1	330,4	20,0
<b>Cayana</b>	112	699	77,7	294,1	338,7	25,0
<b>Mulato II</b>	112	699	79,9	294,1	333,0	21,9
<b><i>decumbens</i></b>	112	699	83,9	294,1	335,1	23,4
<b>Marandú</b>	112	699	90,4	294,1	352,3	23,3
<b>híbrido 3</b>	140	817	78,1	285,1	346,1	21,3
<b>Sabiá</b>	140	817	78,7	285,1	338,4	22,6
<b>Cayana</b>	140	817	80,9	285,1	284,9	17,4
<b>Mulato II</b>	140	817	85,3	285,1	334,6	24,3
<b><i>decumbens</i></b>	140	817	88,9	285,1	382,7	34,6
<b>Marandú</b>	140	817	92,5	285,1	361,8	28,5
<b>Cayana</b>	168	924	80,3	273,9	313,1	23,0
<b>híbrido 3</b>	168	924	82,6	273,9	319,1	21,1
<b>Sabiá</b>	168	924	84,3	273,9	319,3	19,6
<b>Mulato II</b>	168	924	86,5	273,9	335,0	25,4
<b>Marandú</b>	168	924	87,8	273,9	391,3	34,5
<b><i>decumbens</i></b>	168	924	99,7	273,9	344,5	27,4
<b>Cayana</b>	196	1011	75,9	260,7	322,5	24,3
<b>Marandú</b>	196	1011	77,2	260,7	323,9	32,9
<b>Mulato II</b>	196	1011	83,3	260,7	308,7	26,1
<b>híbrido 3</b>	196	1011	87,1	260,7	363,0	34,6
<b>Sabiá</b>	196	1011	88,4	260,7	312,3	24,4
<b><i>decumbens</i></b>	196	1011	118,1	260,7	341,3	32,5

## Apêndice D. Análise de agrupamento dos genótipos avaliados no segundo ano de cultivo (2020)

Genótipos forrageiros	Períodos de diferimento (dias)	MOha (kg/ha)	LDA/aFDNmo (g/kg)	SDN (g/kg)	V <sub>f</sub> (ml/ 0,5 g MO)	K (horas)
Mulato II	56	258	44,1	340,6	340,4	19,2
Marandú	56	258	46,5	340,6	381,3	25,1
híbrido 3	56	258	47,0	340,6	351,4	22,8
<i>decumbens</i>	56	258	54,4	340,6	370,9	27,5
Cayana	56	258	55,4	340,6	345,3	19,7
Sabiá	56	258	64,0	340,6	360,5	19,7
Mulato II	84	340	48,4	317,9	355,2	25,1
híbrido 3	84	340	49,6	317,9	328,4	22,8
Marandú	84	340	50,2	317,9	376,4	28,7
Cayana	84	340	51,5	317,9	375,2	26,6
Sabiá	84	340	54,0	317,9	379,7	25,9
<i>decumbens</i>	84	340	68,8	317,9	328,1	28,3
Sabiá	112	438	48,8	302,1	330,9	24,1
Cayana	112	438	49,5	302,1	376,6	28,3
Mulato II	112	438	51,1	302,1	337,3	23,8
híbrido 3	112	438	51,8	302,1	381,9	29,8
Marandú	112	438	53,9	302,1	402,1	35,4
<i>decumbens</i>	112	438	78,7	302,1	325,7	27,3
Sabiá	140	549	47,2	292,9	385,2	27,8
Cayana	140	549	49,1	292,9	392,2	32,5
Mulato II	140	549	52,0	292,9	355,6	25,4
híbrido 3	140	549	53,5	292,9	389,2	32,0
Marandú	140	549	57,4	292,9	426,5	52,5
<i>decumbens</i>	140	549	81,9	292,9	422,3	51,1
Sabiá	168	671	48,9	289,8	387,2	29,7
Cayana	168	671	50,1	289,8	330,8	23,5
Mulato II	168	671	51,0	289,8	345,0	25,9
híbrido 3	168	671	54,6	289,8	509,6	76,2
Marandú	168	671	60,9	289,8	462,1	66,8
<i>decumbens</i>	168	671	77,6	289,8	360,5	29,8
Mulato II	196	798	48,2	292,8	394,0	35,2
Cayana	196	798	52,8	292,8	397,5	34,7
Sabiá	196	798	54,3	292,8	366,7	28,1
híbrido 3	196	798	55,2	292,8	442,8	53,5
Marandú	196	798	64,2	292,8	411,5	50,3
<i>decumbens</i>	196	798	66,8	292,8	358,2	31,9

**Apêndice E.** Relação LDA/aFDNmo dos capins *Urochloa* spp.





Primeiro ano de cultivo (2019): (a) Sabiá, (c) Cayana, (e) híbrido III, (g) Mulato II, (i) Marandú, (k) *decumbens*; Segundo ano de cultivo (2020): (b) Sabiá, (d) Cayana, (f) híbrido III, (j) Mulato II, (e) Marandú, (l) *decumbens*; Linhas contínuas representam valores preditos, linhas tracejadas são os limites do intervalo de confiança a 0,95 e o triângulos as médias observadas.