

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Câmpus de Botucatu

**CORRELAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO E PROPRIEDADES
FISICOQUÍMICAS COMO CRITÉRIO DE SELEÇÃO DE ACESSOS DO
GÊNERO *Paspalum* PARA FORRAGEIRAS**

JULIANA DA SILVA BARROS

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU – SP
2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Câmpus de Botucatu

**CORRELAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO E PROPRIEDADES
FISICOQUÍMICAS COMO CRITÉRIO DE SELEÇÃO DE ACESSOS DO
GÊNERO *Paspalum* PARA FORRAGEIRAS**

JULIANA DA SILVA BARROS
ZOOTECNISTA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ciniro Costa
COORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU – SP
2019

B277c

Barros, Juliana da Silva

Correlação da resistência ao cisalhamento e propriedades físicoquímicas como critério de seleção de acessos do gênero *paspalum* para forrageiras / Juliana da Silva Barros. – Botucatu, 2019
45 f. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu

Orientador: Ciniro Costa

Coorientador: Paulo Roberto de Lima Meirelles

1. Critérios de seleção. 2. Morfofisiologia. 3. Planta forrageira. I.
Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

BIOGRAFIA

Juliana da Silva Barros nasceu em Pastos Bons, Estado do Maranhão, em 13 de Abril de 1996. Coursou o ensino fundamental e médio na unidade escolar Dr. João Castelo (Pastos Bons-Ma). Ingressou na Universidade Federal do Piauí (UFPI – Campus de Bom Jesus) em 2013, graduando-se em Zootecnia em julho de 2017. Em agosto de 2017 ingressou na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Câmpus de Botucatu, Curso de Mestrado, área de forragicultura.

DEDICATÓRIA

A minha Vó Luiza Nolêto.

Aos meus pais, Maria Eliete Nolêto da Silva Barros e Manoel de Jesus Ribeiro Barros.

OFEREÇO

Ao meu marido, Tiago Gutemberg de Jesus Gomes.

Aos meus irmãos,

Lucas Nolêto Barros e Mariana da Silva Barros.

AGRADECIMENTOS

A Deus, dono de toda ciência sabedoria e poder por todas as Graças obtidas.

A FMVZ pela oportunidade e aos professores da PPG em Zootecnia pelos ensinamentos recebidos. A Ellen Cassemiro Guilhen e Cláudia Cristina Moreci por todo o suporte.

A EMBRAPA pela possibilidade de condução deste estudo.

Ao meu Orientador, Ciniro Costa pela orientação, amizade, ensinamento e disponibilidade.

Ao meu Coorientador Paulo Roberto de Lima Meirelles, pela coorientação, ajuda, suporte, confiança, paciência, amizade, conselhos, apoio e disponibilidade.

Ao Dr. André Michel de Castilhos pelo auxílio e contribuições feitas no trabalho.

Ao Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal pelo auxílio, em especial aos funcionários Gisele Setzanagl, Andressa Laino e Claudemir Seisdodos.

Aos estagiários e alunos do Setor de Forragicultura pelas horas dedicadas as atividades de campo e laboratórios.

Aos pós-graduandos Vinicius Carreteiro Gomes, Cristiano Magalhães Pariz, Daniel Martins de Souza, Renata Tardivo, Verena Micheletti Protes e Verônica Freitas de Paula Melo pelo apoio, auxílio, companheirismo e ajuda.

À Daniele Floriano Fachioli por todo apoio, incentivo, auxílio, amizade e companheirismo.

Aos meus amigos Rafael Vieira e Ana Cabrioli que foram bem mais que companheiros de República.

Às meninas (Ana Zilda de Simone, Gleissa Vogado, Isamara Duarte, Leticia Marques, Marta Albuquerque e Geane Araújo) que foram e continuam sendo as melhores companheiras que a Zootecnia me deu.

À minha família, sogra, pais, irmãos e amigos por todo incentivo, apoio e orações.

Ao meu esposo Tiago Gutemberg pelo amor, apoio, compreensão e compartilhamentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão das bolsas de estudo.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001"

“Nunca se esqueça de quem você é, porque é certo que o mundo não se lembrará. Faça disso sua força. Assim, não poderá ser nunca a sua fraqueza. Arme-se com esta lembrança, e ela nunca poderá ser usada para magoá-lo”.

George R.R. Martin (As Crônicas de Gelo e Fogo - A Guerra dos Tronos)

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introdução	2
2. O gênero <i>Paspalum</i>	3
3. Seleção de Genótipos para o Melhoramento de Plantas Forrageiras	5
4. Resistência ao Cisalhamento	6
5. Parâmetros Morfológicos e a Padronização da Resistência ao Cisalhamento.....	7
REFERÊNCIAS	10
CAPÍTULO 2.....	17
RESUMO	18
ABSTRACT	19
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL E MÉTODOS	20
RESULTADOS.....	23
DISCUSSÃO	24
CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO 3.....	37
IMPLICAÇÕES	38

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Introdução

O Brasil apresenta grande extensão territorial e condições climáticas favoráveis para a atividade agropecuária. A pecuária brasileira é caracterizada pelo uso de pastagens como principal fonte de alimento para os ruminantes, onde 89,6% dos animais abatidos são terminados a pasto ou em semiconfinamento (ABIEC, 2018). De acordo com as estimativas do uso de terras (IBGE, 2018), a área de pastagens plantadas no Brasil é de 111 milhões de hectares. Dentre elas cerca de 70 milhões são ocupados por uma única cultivar de espécie exótica apomítica, a *Urochloa brizantha* (syn *Brachiaria brizantha*) cv. Marandu (COSTA et al., 2009).

Nas áreas de pastagens plantadas no Brasil predominam as espécies exóticas de origem africana que se destacam principalmente pela adaptação em diferentes condições edafoclimáticas, propagação por sementes e alta produtividade de massa seca de forragem (MARTINS, LEITE e HARIDASAN, 2004). A implantação destas espécies é decorrente, em grande parte, de pesquisas nacionais centradas apenas na seleção destes genótipos, deixando as plantas forrageiras nativas em segundo plano.

Grandes esforços têm sido dispendidos por universidades e instituições de pesquisa, buscando ampliar a base de informações técnicas para definição de estratégias de manejo mais adequadas aos diferentes biomas nacionais. Por outro lado, estudos desta natureza são escassos quando se trata das plantas forrageiras nativas do Brasil.

Dentre as espécies de gramíneas forrageiras nativas do Brasil, aquelas pertencentes ao gênero *Paspalum* tem sido as mais estudadas e promissoras para lançamento de cultivares comerciais, por serem adaptadas em diferentes condições climáticas, além de apresentar o maior número de espécies com potencial forrageiro e atuarem como um relevante papel na conservação do solo, principalmente em zonas litorâneas (VALLS, 1987).

Os programas de seleção para lançamento de novas cultivares de plantas forrageiras, tem por base um grande número de coletas e avaliações de acessos, demandando muito tempo e investimento. Neste contexto surge a necessidade de aplicação de técnicas alternativas para redução de custos relacionados a descrição da qualidade nutricional das gramíneas forrageiras em estágios iniciais de seleção, dentre elas pode-se destacar a resistência ao cisalhamento (HUGLES et al., 2000; HERRERO et al., 2001).

A resistência ao cisalhamento é definida como a força necessária para rasgar a lâmina foliar quando aplicada a 90° na sua superfície. A resistência ao cisalhamento é influenciada pela morfologia, relacionando-se à composição química, especialmente da parede celular,

devido à presença de lignina e celulose, comuns em espécies de clima tropical (WILSON, 1997).

Deste modo, pode-se inferir que quanto mais alto o valor de resistência ao cisalhamento (RC), maiores serão os valores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, lignina e menor digestibilidade. Quando comparada aos protocolos tradicionais, apresenta-se como uma técnica mais econômica, rápida e simples. Assim, seria possível, desde que possua correlação com as características físico-químicas e digestibilidade pode ser usada para utilização na identificação inicial de acessos com potencial para avaliações avançadas. Na literatura disponível são encontrados alguns trabalhos associando a resistência ao cisalhamento a características físico-químicas e digestibilidade, principalmente com as espécies do gênero *Urochloa* (HUGHES et al., 2000 e HERRERO et al., 2001). Os quais serão abordados no item 4.

2. O gênero *Paspalum*

De acordo com Boldrini et al. (2008), o gênero *Paspalum* pertence à tribo *Paspaleae*, subfamília *Panicoideae* e família *Gramineae* ou *Poaceae*. Este é um dos maiores gêneros de *Poaceae* e abrange espécies com problemas de identificação e delimitação.

As espécies deste gênero são caracterizadas morfológicamente por espiguetas de forma plano-convexa, dispostas unilateralmente sobre a ráquis, com o dorso do lema superior em posição adaxial, sendo a primeira gluma ausente ou de tamanho reduzido em comparação com a segunda (OLIVEIRA e VALLS, 2008). A taxonomia tem por base a morfologia das espiguetas, onde se observa principalmente: forma, indumento, coloração e convexidade (CHASE, 1929; BARRETO, 1974; OLIVEIRA e RUA, 2005; RUA et al., 2008). Há ainda diversos tipos de inflorescência e hábitos de crescimento neste gênero (RUA e WEBERLING, 1995; RUA e GRÓTOLLA, 1997), e também, têm sido utilizados em estudos taxonômicos. Quanto a forma de crescimento, são reconhecidos vários modelos agrupados em anuais, perenes com colmos ramificados, perenes ou não ramificados e estoloníferos monopodiais (RUA e GRÓTOLLA, 1997).

As espécies de *Paspalum* destacam-se nos programas de melhoramento genético por serem consideradas nativas no Brasil e apresentarem espécies com potencial para lançamento de cultivares (SKERMAN e RIVEROS, 1992). O interesse recente por este gênero tem-se ampliado graças à variabilidade genética existente e disponibilizada para várias instituições de pesquisa, sobressaindo-se ainda por proporcionarem alta produção de forragem e/ou alta produção animal (KALMBACHER et al., 1997).

O gênero *Paspalum* é predominantemente tropical e subtropical, com mais de 400 espécies (QUARÍN e HANNA, 1980). Este gênero destaca-se entre as pastagens nativas por apresentar abundante diversidade morfológica e ampla gama de adaptabilidade em diferentes ambientes que são resultados da sua diversidade reprodutiva, que tem grande influência evolutiva neste grupo de plantas (SARTOR et al., 2011).

O Brasil abriga, no seu território, grande riqueza desta espécie. Tem-se registro de 214 materiais catalogados, sendo 78 endêmicas (FLORA DO BRASIL 2020, 2019). O Bioma Cerrado é o que abriga a maior quantidade de espécies deste gênero, cerca de 150 (FLORA DO BRASIL 2020, 2019; ZULOAGA e MORRONE, 2005).

Prestes et al. (1976) avaliando caracteres fisiológicos e bioquímicos de 21 espécies e variedades de gramíneas nativas do Rio Grande do Sul, verificaram que as espécies de capins do gênero *Paspalum* apresentavam melhor desempenho em comparação às demais espécies estudadas em relação à resistência ao frio, produção anual de forragem, produtividade de massa seca, maiores teores de proteína bruta, matéria seca digestível e carboidratos solúveis totais.

Pereira et al. (2011) estudando 53 acessos de *Paspalum nicorae*, estabelecidos em duas regiões fisiograficamente distintas do Rio Grande do Sul (Bagé e Eldorado do Sul) durante dois anos, buscando caracterizar a produção e qualidade de forragem dos acessos para etapas subsequentes em programa de melhoramento de plantas forrageiras, verificaram que independente do ano e da localização, os acessos apresentaram elevada produtividade de massa seca de forragem em comparação à testemunha *P. notatum* cv. Pensacola, apresentando percentual médio de produção de lâminas foliares acima de 109% em relação a testemunha.

Quanto à adaptação desta espécie em áreas cultivadas, estudos demonstraram produção média de 11 t/ha massa seca de forragem, na região central do estado de São Paulo (BATISTA e GODOY, 2000; MEIRELLES, 2006); e quando avaliado ao longo de 3 anos em solos mal drenados apresentou valores médios de 43 g/m² (0,43 t/ha) nas estações de mínima precipitação e 210 g/m² (21 t/ha) nas estações de máxima precipitação (PENTEADO e MACEDO, 2000).

A busca por espécies deste gênero, mais produtivas e adaptadas em determinadas unidades ecológicas nativas pode trazer resultados equivalentes aos obtidos em décadas de introdução e avaliação de plantas exóticas e apresentam menor risco de provocar algum desequilíbrio ecológico (BATISTA e NETO, 2000).

3. Seleção de Genótipos para o Melhoramento de Plantas Forrageiras

O melhoramento genético de plantas forrageiras é o aprimoramento de cultivares existentes que são deficientes em certas características de interesse agrônomo, a fim de aumentar a produtividade e qualidade, resistência a pragas e doenças, bem como a produção de sementes de boa qualidade, além do uso hábil de fertilizantes e a adaptação a estresses edafoclimáticos (VALLE, 2001; VALLE et al., 2008). Introdução de plantas forrageiras também é considerado como um tipo de melhoramento genético.

Nos programas de melhoramento genético de gramíneas forrageiras no Brasil, comumente preconiza-se que na etapa inicial da avaliação, a ênfase recaia sobre a caracterização e a análise da adaptação ou sobrevivência ao clima, ao solo e às pressões bióticas (TOLEDO, 1982; SCHULTZE-KRAFT e 'tMANNETJE, 2000). A seleção de ecótipos tem sido a via mais rápida para a obtenção de cultivares. Mesmo com a utilização dessa estratégia, o processo é considerado longo, com vários estágios ou etapas, e por envolver grande número de genótipos nas fases iniciais, limitam a realização de avaliações criteriosas do valor nutritivo pelos métodos convencionais (EUCLIDES et al., 2000).

Muitas espécies de *Paspalum* estão sendo estudadas com o objetivo de gerar novas cultivares de forrageiras para as regiões subtropicais (BRUGNOLI et al., 2013). Uma característica pertinente no processo de melhoramento deste gênero é a reprodução apomítica.

Depois da obtenção do banco de germoplasma, o modo de reprodução é o item inicial em estudos de conservação e melhoramento (PEREIRA, 2013). Existem dois tipos de reprodução: sexual e assexual. A reprodução sexual é definida pela ocorrência da recombinação genética gerada pela meiose e atua na maior parte das espécies vegetais. Na reprodução assexual, não ocorre a recombinação, resultando em indivíduos idênticos à planta que o originou. A reprodução assexuada é dividida em duas formas: reprodução vegetativa e apomixia (LASPINA et al., 2008).

As gramíneas, principalmente as forrageiras, produzem grandes quantidades de sementes por via assexual, também chamada de apomixia (ARAÚJO, DEMINICIS e CAMPOS, 2008). O fenômeno da apomixia é encontrado em diversos gêneros importantes de gramíneas forrageiras (*Urochloa decumbens* syn *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum*, *Paspalum dilatatum*, *Poa pratensis*, entre outras) (USBERTI FILHO, 1981). A reprodução apomítica origina populações geneticamente homogêneas, sem recombinação alélica oriunda da união dos gametas (PEREIRA, 2013). Possibilitando a imediata fixação

de qualquer genótipo superior selecionado no processo de melhoramento, permitindo que o mesmo origine plantas idênticas à original independente do seu grau de heterozigose (KOLTUNOW et al., 1995; CARVALHO et al., 2008). Além disso, as progênies apomíticas, por serem altamente heterozigotas, podem resultar em plantas com maior vigor, produção, estabilidade genética e maior adaptação (FEHR, 1987). Existem espécies que possuem reprodução apomítica e sexual, os mesmos podem se cruzar gerando recombinações. Deste modo, verifica-se que este tipo de reprodução proporciona uma oportunidade única de clonagem de plantas através da semente e por isso tem um importante papel como ferramenta no melhoramento de plantas (HANNA & BASHAW, 1987)..

Como resultado comercial da seleção de acessos de gramíneas do gênero *Paspalum*, foi lançado pela EMBRAPA o capim-pojuca (*Paspalum atratum*) (EMBRAPA Cerrados, 2001). Considerada como a primeira cultivar nativa a ser avaliada, selecionada e recomendada para o uso comercial nos Cerrados (RAMOS et al., 2002), despontou como opção de gramínea cespitosa para diversificação das pastagens em solos de baixa fertilidade ou com drenagem deficiente, sendo uma forte alternativa para as pastagens de *Urochloa humidicola* (syn *Brachiaria humidicola*).

A identificação de cultivares com maior estabilidade na produção tem sido uma alternativa muito utilizada para minimizar os efeitos da interação genótipo com o ambiente, tornando o processo de indicação de cultivares mais seguro (MELO et al., 2007).

4. Resistência ao Cisalhamento

Caracterizar os parâmetros físicos das forragens (resistência a moagem, resistência a colheita, resistência ao cisalhamento, entre outras) além das avaliações convencionais (químico-bromatológicas) pode ser importante na sua tipificação qualitativa, e no possível impacto no desempenho animal em pastejo, bem como gerar informações relevantes sobre os alimentos e podendo ainda auxiliar na diferenciação de alimentos com características semelhantes (NAVE, 2007). Caracterizações físicas são, no entanto, raramente feitas, e os atributos físicos são pouco considerados na formulação de rações ou de dietas (GIGER-REVERDIN, 2000).

Essas avaliações podem auxiliar na explicação das diferentes taxas de degradação de alimentos de composição semelhantes, devido às características que podem favorecer maior ou menor acesso e colonização do alimento por microrganismos ruminais afetando sua degradação (GIGER-REVERDIN, 2000). Deste modo, estas avaliações estão diretamente relacionadas com o desempenho animal (IWAASSA et al., 1998).

Nos protocolos dos programas de melhoramento genético de plantas forrageiras, a RC tem sido utilizada com intuito de se proceder a seleção indireta de plantas com melhor qualidade nutricional de forma mais rápida e econômica (HUGHES et al., 2000).

A RC tende a apresentar correlação negativa com o teor de proteína bruta (PB), onde as plantas com menor RC apresentam maiores teores de PB, enquanto que para FDN, FDA, lignina e celulose a correlação tende a ser positiva, pois, plantas com maior RC têm maiores teores para estes parâmetros (HUGHES et al., 2000). Portanto, fica demonstrado clara relação positiva entre a RC e os componentes de parede celular (FDN, FDA e lignina), enquanto a PB apresenta relação negativa com FDN, FDA e lignina.

Torres et al. (2001) avaliando nove acessos de *U. brizantha*, verificaram que a RC foi altamente correlacionada com o valor nutritivo, tornando-se adequada para identificar acessos de melhor potencial nutritivo, bem como aqueles com possíveis limites de consumo e degradabilidade. Ficou evidente que o acesso com melhor qualidade também apresentou a menor resistência ao cisalhamento. Deste modo, verifica-se que neste estudo os dados gerados pela análise de RC se mostram precisos e confiáveis.

Li et al. (2009) encontraram correlações negativas da RC com a digestibilidade e degradabilidade da matéria seca em alfafa (*Medicago sativa*), concluindo que uma forrageira com menores valores de RC proporcionará maior consumo voluntário pelo animal.

Alguns estudos (TORRES et al., 2001; VALLE et al., 2005) mostraram que as lâminas foliares do *Urochloa brizantha* (syn *Brachiaria brizantha*) cv. Xaraés possuem maiores teores de FDN e celulose e, também, maior RC em comparação com as lâminas do *Urochloa brizantha* (syn *Brachiaria brizantha*) cv. Marandu, o que poderia ser explicado pela diferença entre o arranjo e padrão de lignificação da parede celular das cultivares. Essa maior RC pode implicar em maior esforço do animal na apreensão da forragem com desdobramentos no comportamento ingestivo e consumo diário, bem como, influenciar a taxa de degradação da forragem durante sua digestão.

Figueiredo et al. (2010) verificaram acurácia de 78% para RC/peso da folha e 96% para RC/largura da folha, demonstrando que esta avaliação apresenta potencial para ser usada na seleção precoce de genótipos promissores, seja no desenvolvimento de novas cultivares forrageiras ou na seleção de progênes em programas de melhoramento.

5. Parâmetros Morfológicos e a Padronização da Resistência ao Cisalhamento

A análise da morfologia da lâmina foliar das espécies de *Paspalum* apresenta-se como uma ferramenta auxiliar importante nos estudos de classificação taxonômica, e

também, pode ser utilizada para diferenciar genótipos de valores agronômicos superiores, principalmente nas fases iniciais de seleção de acessos (ALISCIONI, 2000). Neste sentido, entre as principais características morfológicas foliares é possível apontar a ocorrência de tecidos digestíveis para os ruminantes (células do mesofilo), e as indigestíveis (fibras e tecidos vasculares) (LEMPP et al., 2009).

Vários estudos têm observado diferenças qualitativas fortemente correlacionadas com os atributos morfológicos (comprimento e largura) associados aos atributos químicos e anatômicos (WILSON et al., 1989; CASLER e CARPENTER, 1989; MASAOKA et al., 1991; WILSON e HATTERSLEY, 1989). Essas características possuem correlações com a digestibilidade e podem ser associadas à anatomia e composição química das lâminas foliares (CASLER e CARPENTER, 1989; MASAOKA et al., 1991). Segundo Matthew et al. (1999), a área foliar é muito influenciada pelo comprimento da lâmina foliar. Masaoka et al. (1991), ao selecionar características para valor nutritivo em *Digitaria milanijana*, observaram que o comprimento da lâmina foliar foi correlacionado negativamente com a digestibilidade.

Lâminas foliares mais largas geralmente apresentam maior potencial qualitativo. Segundo Akin (1979), esta característica associa-se diretamente a maiores quantidades de parênquima clorofiliano que compõem o mesofilo, sendo este um tecido nutritivo e digerível, funcionando como um indicador fenotípico discriminatório para seleção de acessos com base em qualidade nutricional. MacAdam e Mayland (2003) demonstraram que a largura da lâmina foliar foi a característica mais associada à preferência do animal em *Lolium multiflorum*.

A área foliar que é a relação direta entre o comprimento e a largura das lâminas foliares e, além de facilitar a discriminação dos genótipos, pode ser um indicativo de potencial qualitativo da forrageira para o uso em alimentação animal (LUCENA, CATIAN e LEMPP, 2017). De modo geral, as gramíneas tropicais com uma área foliar maior, tendem a diminuir a área relativa da epiderme, com benefício em termos nutricionais, tendo em vista que as paredes externas da epiderme, à medida que se desenvolvem, tornam-se espessas, lignificadas e cobertas por uma camada de cutícula e cera, dificultando a digestibilidade (WILSON, 1993).

Devido à diversidade morfológica das lâminas foliares é necessário que se faça uma padronização entre as características morfológicas e características físicas para que as diferenças de resistência entre as amostras possam ser comparadas (HUGHES et al., 2000).

McClelland e Spielrein (1957) e Prince (1961) sugeriram que as diferenças intrínsecas no comprimento e peso das folhas entre as espécies poderiam ser explicadas pela expressão das medidas de RC com base na densidade linear (g/cm) e densidades de área (g/cm²) como covariáveis da RC. Estes autores observaram correlações fortes e positivas para a medida de densidade linear, e afirmaram ainda que esta medida pode ser usada para relacionar medidas de força com outros parâmetros de qualidade.

Herrero et al. (2001) afirmaram ainda que a padronização dos dados de RC, incluindo as características morfológicas, expressa por unidade de tecido foliar (densidade linear e densidade de área), sendo valores altamente relacionados com a degradabilidade da lâmina foliar na digestão no rúmen. Os mesmos autores encontraram correlação positiva do FDN e resistência por densidade de área foliar ($r= 0,50$), RC por densidade linear ($r= 0,61$) e RC por largura ($r= 0,73$).

Portanto, a determinação de características morfológicas e a padronização da RC com base na morfologia da lâmina foliar pode prover critério adicional ainda na fase inicial de seleção de germoplasmas, facilmente mensurável e fortemente correlacionado com os atributos físicos e químicos, indicativos de qualidade da lâmina.

O grande desafio atual é selecionar acessos de capins do gênero *Paspalum* para a fase inicial do melhoramento, com uso de técnicas mais rápidas e econômicas. Diante disso, surge a proposta de estudo, que objetivasse em avaliar a aplicação da técnica de resistência ao cisalhamento e suas correlações com parâmetros morfológicos das lâminas foliares como ferramenta capaz de detectar diferenças entre acessos do gênero *Paspalum* com qualidade nutricional superior nas fases iniciais de programa de melhoramento genético de plantas forrageiras.

Para tanto, foi realizado o experimento apresentado no Capítulo 2 denominado: **CORRELAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO E PROPRIEDADES FÍSICOQUÍMICAS COMO CRITÉRIO DE SELEÇÃO DE ACESSOS DO GÊNERO *Paspalum* PARA FORRAGEIRAS.**

O trabalho foi redigido de acordo com as exigências para publicação na revista *Grass and Forage Science*, excetuando-se o idioma.

REFERÊNCIAS

- ABIEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Perfil da pecuária no Brasil: relatório anual**. 2018. Disponível em: <<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, v. 81, n. 1, p. 17-25, 1989.
- ALISCIONI, S. S. Anatomía ecológica de algunas especies del género *Paspalum* (*Poaceae*, *Panicoideae*, *Paniceae*). **Darwiniana**, v. 38, p. 187-207, 2000.
- ARAÚJO, S. A. C; DEMINICIS B. B; CAMPOS P. R. S. S. Melhoramento genético de plantas forrageiras tropicais no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, p. 61-76, 2008.
- BARRETO, I. L. **O Gênero *Paspalum* (Gramineae) no Rio Grande do Sul**. Tese de Livre Docência - UFRGS. p. 258, 1974.
- BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. Caracterização preliminar e seleção de germoplasma do gênero *Paspalum* para produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 29, p. 23-32, 2000.
- BATISTA, L.; NETO, A. Espécies do gênero *Paspalum* com potencial forrageiro. **Boletim técnico: Embrapa Pecuária Sudeste**, 2000.
- BOLDRINI, I. I.; LONGHI-WAGNER, H. M.; BOECHAT, S. C. **Morfologia e Taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses**. 2 ed. Porto Alegre, Editora UFRGS, 2008.
- BRUGNOLI A. E; URBANI M. H; QUARIN C. L; MARTÍNEZ, E. J; ACUÑA C. A. Diversidade na diplóide, tetraplóide populações mistas e diplóides-tetraplóide de *Paspalum* simplex. **Colheita Science**, v. 53, p. 1509-1516, 2013.
- CARVALHO, F. I. F. DE; LORENCETTI, C; MARCHIORO, V. S.; SILVA. **Condução de populações no melhoramento genético de plantas**. 2 ed lotas: Universidade Federal de Pelotas. p. 288, 2008.

CASLER, M. D.; CARPENTER, J. A. Morphological and chemical responses to selection for in vitro dry matter digestibility in Smooth Brome grass. **Crop Science**, v. 29, p. 924-928, 1989.

CHASE, A. **The North American Species of *Paspalum***. United States National Herbarium, Washington, v. 28, n. 1, p. 1-310, 1929.

COSTA, F. P.; CORRÊA, E. S.; MELO FILHO, G. A. CARDOSO, E. E.; PEREIRA, M. A.; MIRANDA, C. H. **Avaliação dos impactos econômicos de quatro forrageiras lançadas pela Embrapa**. Dados eletrônicos. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2009.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, C. M.; VALÉRIO, J. R.; BONO, J. A. M. Cultivar Massai (*P. maximun*) uma nova opção forrageira: característica de adaptação e produtividade. In: reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, 1987.

FIGUEIREDO, U. J.; VALLE, C. B. DO; NUNES, J. A. R.; MENDONÇA, S. A.; EMATNÉ, H. J. Correlações entre caracteres morfológicos, físicos e químicos de híbridos de *Brachiaria humidicola*. In: CONGRESSO DE PÓS GRADUAÇÃO DE UFLA, **Anais...** Lavras, MG, v. 16, 2010.

FLORA DO BRASIL 2020 - **Poaceae in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB193>>. Acesso em: 22 Jan. 2019.

GIGER-RIVERDIN, S. Characterization of feedstuffs for ruminants using some physical parameters. **Animal Feed Science and Technology**, v. 86, p. 53-69, 2000.

HANNA, W. W.; BASHAW, E. C. Apomixis: its identification and use in plant breeding. **Crop Science**, v. 27, p. 1136-1139, 1987.

HERRERO, M.; VALLE, C. B. DO.; HUGHES, N. R. G.; SABATEL, V. O.; JESSOP, N. S. Measurements of physical strength and their relationship to the chemical composition of four species of *Brachiaria*. **Animal Feed Science Technology**, v. 92, p. 149-158, 2001.

HUGHES N. R. G.; VALLE, C. B. DO; SABATEL, V. DE O.; BOOCK, J.; JESSOP, N. S.; HERRERO M. Shearing strength as an additional selection criteria for quality in *Brachiaria* ecotypes. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 135, p. 123-130, 2000.

IBGE. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do brasil**. Rio de Janeiro, 2018. 29 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101625.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2019.

IWAASA, A. D.; BEAUCHEMIN, A. J.; ACHARYA, S. N.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Shearing force of alfafa stems: effects of genotypes and year interactions. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 78, p. 719-722, 1998.

KALMBACHER, R. S.; MARTIN, F. G.; KRETSCHMER Jr., A. E. Performance of cattle grazing pastures based on *Paspalum atratum* cv. Suerte. **Tropical Graslands**, v. 31, n. 1, p. 58-66, 1997.

KOLTUNOW, A. M.; BICKNELL, R. A.; CHAUDHURY, A. M. Apomixis: molecular strategies for the generation of genetically identical seeds without fertilization. **Plant Physiology**, v. 108, p. 1345-1352, 1995.

LASPINA, N. V. et al. Gene expression analysis at the onset of aposporous apomixis in *Paspalum notatum*. **Plant molecular biology**, v. 67, p. 615-628, 2008.

LEMPP, B.; CATIAN, G.; BATISTA, L. A. R.; GOMES, R. A.; CEOLIN, A. C. 2009. Atributos anatômicos de lâminas foliares de *Paspalum* spp. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2009.

LI, L.; ZAI-BIN, Y.; WEI-REN, Y.; SHU-ZHEN, J.; GUI-GUO, Z.; BAO-QIANG, Y. Correlations among shearing force, morphological characteristics, chemical compositions, and in situ degradability of alfalfa stem and rye grass stem. **Scientia Agricultura Sinica**, v. 42, p. 3374-3380, 2009.

LUCENA, K. C.; CATIAN, G.; LEMPP, B. Características morfológicas e químicas de lâminas foliares de *Paspalum* spp. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2017.

MACADAM, J. W.; MAYLAND, H. F. The relationship of leaf strength to cattle preference in tall fescue cultivars. **Agronomy Journal**, v. 95, p. 414-419, 2003.

MARTINS, C. R.; LEITE, L. L.; HARIDASAN, M. Capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. **Revista Árvore**, v. 28, n. 5, p. 739-747, 2004.

MASAOKA, Y. WILSON, J. R.; HACKER, J. B. Selecting for nutritive value in *Digitaria milanjiana* 3. Relation of chemical composition and morphological and anatomical characteristics to the difference in digestibility of divergently selected full sibs, and comparison with *D. eriantha* ssp. *pentzii* (pangola grass). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 31, p. 631-638, 1991.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S. G.; BLACK, C. K.; SACKVILLE-HAMILTON, N. R. Tiller dynamics of grazed swards. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, p. 109-133, 1999.

MCCLELLAND, J. H.; SPIELREIN, R. E. An Investigation of the Ultimate Bending Strength of some Common Pasture Plants. **Journal of agricultural engineering research**, v.2, p. 288-292, 1957.

MEIRELLES, P. R. D. L. **Produção e qualidade da forragem de acessos do gênero *Paspalum***. 2006. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu/SP.

MELO, L. C.; MELO, P. G. S.; DE FARIA, L. C.; DIAZ, J. L. C.; DEL PELOSO, M. J.; RAVA, C. A.; DA COSTA, J. G. C. Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro- comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 715-723, 2007.

NAVE, R. L. G. **Produtividade, valor nutritivo e composição física da forragem do capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. RICH.) STAPF.] Em resposta a estratégias de colagem sob lotação intermitente**. 2007. 94f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / Universidade de São Paulo, Piracicaba.

OLIVEIRA, R. C.; RUA, G. H. A. New Species of *Paspalum* (*Poaceae*, *Paniceae*) from Central Brazil. **Systematic Botany**, v. 30, p. 530-532, 2005.

OLIVEIRA, R. C.; VALLS, J. F. M. Novos sinônimos e ocorrências em *Paspalum* L. (*Poaceae*). **Hoehnea**, v. 35, p. 289-295, 2008.

PENTEADO, M. I. DE P.; MACEDO, M. C. M. Avaliação de Espécies Forrageiras em Áreas Mal Drenadas dos Cerrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1616-1622, 2000.

PEREIRA, E. A. **Melhoramento genético por meio de hibridizações interespecíficas no grupo Plicatula – gênero *Paspalum***. 2013. 166f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS.

PEREIRA, E. A.; DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; HUBER, K. G. C.; MONTARDO, D. P.; GENRO, T. C. M. Produção agronômica de uma coleção de acessos de *Paspalum nicorae* Parodi. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 498-508, 2011.

PRESTES, P. J. Q., FREITAS, E. A. G., BARRETO, I. L. Hábito vegetativo e variação estacional do valor nutritivo das principais gramíneas da pastagem nativa do Rio Grande do Sul. **Anual Tecnologia**, v. 3, p. 516-31, 1976.

PRINCE, R. P. Measurement of ultimate strength of forage stalks. **Transaction of the ASAE**, v. 4, p. 208–209, 1961.

QUARÍN, C. L.; HANNA, W. W. Chromosome behavior, embryo sac development, and fertility of *Paspalum modestum*, *P. boscianum*, and *P. conspersum*. **Heredity**, v. 71, p. 419-422, 1980.

RAMOS, A. K. B.; LEITE, G. G.; FERNANDES, F. D.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; FRANCO, G. L. **Uso e manejo de pastagens de capim Pojuca: origem, adaptacao e características gerais**. Brasília: Embrapa, 2002.

RUA, G. H.; GROTTOLA, M. C. Growth form models within the genus *Paspalum* L. (*Poaceae*, *Paniceae*). **Flora**, v. 192, p. 65-80, 1997.

RUA, G. H.; VALLS, J. F. M.; GRACIANO-RIBEIRO, D.; OLIVEIRA, R. C. Four new species of *Paspalum* (*Poaceae*, *Paniceae*) from Central Brazil, and resurrection of an old one. **Systematic Botany**, v. 33, p. 267-276, 2008.

RUA, G. H.; WEBERLING, F. Growth form and inflorescence structure of *Paspalum* L. (*Poaceae: Paniceae*): a comparative morphological approach. **Beiträge zur Biologie der Pflanzen**, v. 69, p. 363-431, 1995.

SARTOR, M. E.; QUARIN, C. L.; URBANI, M. H.; ESPINOZA, F. Ploidy levels and reproductive behaviour in natural populations of five *Paspalum* species. **Plant Systematics and Evolution**, v. 293, n. 1, p. 31-41, 2011.

SHULTZE-KRAFT, R.; 'tMANNETJE, L. **Evaluation of species and cultivars**. In: 'tMANNETJE, L.; JONES, R.M. (eds.) Field and laboratory methods for grassland and animal production research. Wallingford: CAB, p. 179-204, 2000.

SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Gramíneas tropicales**. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Roma, p. 620-624, 1992.

TOLEDO, J. M. (Ed.) **Manual para la evaluación agronómica**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), p.168, 1982.

TORRES, F. E.; VALLE, C. B. DO; MACEDO, M. C. M.; LEMPP, B. Características físicas e químicas de nove acessos de *Brachiaria brizantha*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. **Anais...** Piracicaba: Piracicaba, 2001.

USBERTI FILHO, J. A. Melhoramento genético e perspectiva de lançamento de cultivares de gramíneas forrageiras no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 3, p. 135-143, 1981.

VALLE, C. B. DO. Genetic resources for tropical areas: Achievements and perspectives. In: International Grassland Congress, Piracicaba. **Proceedings...** Fundação de Estudos Agrários Luiz de Querioz. p. 477-482, 2001.

VALLE, C. B. DO.; SIMIONI, C.; RESENDE, R. M. S.; JANK, L.; CHIARI, L. Melhoramento genético de *Brachiaria*. In: Resende, RMS, Valle CBdo & Jank L (Eds.) Melhoramento de Forrageiras Tropicais. 1ª ed. Campo Grande, Embrapa. p. 13-53, 2008.

VALLE, C. B.; TORRES, F. F.; LEMPP, B. Shearing strength and chemical composition in the selection for quality in *Brachiaria brizantha*. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, Dublin, **Proceedings...** Dublin:IGC, v. 20, p. 102, 2005.

VALLS, J. F. M. Recursos genéticos de espécies de *Paspalum* no Brasil. In: Encontro Internacional sobre Melhoramento Genético de *Paspalum*, 1987, Nova Odessa, SP. **Anais...** Inst. Zootecnia. Nova Odessa. p. 4-6, 1987.

WILSON, J. R. **Struture and anatomical traits of forages influence their nutritive value for ruminantes.** In: Gomide, J.A. (ED) simpósio internacional sobre produção animal em pastejo, Viçosa-MG. p. 173-208,1997.

WILSON, J. R.; ANDERSON, K. L.; HACKER, J. B. Dry matter digestibility in vitro of leaf and stem of Buffel Grass (*Cenchrus ciliaris*) and related species and its relation to plant morphology and anatomy. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 40, p. 281-291, 1989.

WILSON, J. R.; HATTERSLEY, P. W. Anatomical characteristics and digestibility of leaves of *Panicum* and other grass genera with C3 and different types of C4 photosynthetic pathway. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 40, p. 125-136, 1989.

WILSON, J.R. Organization of forage plant in tissues. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D. (Eds.) et al. Forage cell wall structure and digestibility, Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, p. 1-32, 1993.

ZULOAGA, F. O.; MORRONE, O. **Revisión de las Especies de *Paspalum* para América del Sur Austral (Argentina, Bolivia, sur del Brasil, Chile, Paraguay, y Uruguay).** Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, v. 102, p.1-297, 2005.

CAPÍTULO 2

O artigo a seguir está redigido de acordo com as normas para publicação na revista *Grass and Forage Science*, excetuando-se o idioma.

CORRELAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO E PROPRIEDADES FÍSICOQUÍMICAS COMO CRITÉRIO DE SELEÇÃO DE ACESSOS DO GÊNERO *Paspalum* PARA FORRAGEIRAS

RESUMO – Os programas de melhoramento de gramíneas forrageiras nas fases iniciais geralmente envolvem grande número de acessos, demandando tempo, esforço e investimento financeiro, evidenciando a necessidade de análises alternativas. Neste contexto a resistência ao cisalhamento (RC) surge como alternativa aos protocolos relacionados às análises de fibra em detergente neutro (FDN). Folhas de 13 acessos de *Paspalum* de duas espécies (*P. atratum* e *P. regnellii*) foram submetidas à análises de RC usando o texturômetro Warne Bratzer. Também analisou-se FDN, FDA, lignina e digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS). Medidas morfológicas (peso, largura, área foliar e índice de área foliar) foram realizadas para padronização da RC por unidade de tecido foliar. O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, com quatro repetições e oito cortes realizados ao longo de dois anos agrícolas. A técnica foi avaliada quanto a sua capacidade de detectar diferenças entre acessos das mesmas espécies e as correlações dos acessos e as variáveis estudadas ao longo de dois anos. Os resultados demonstraram haver correlações entre RC e FDN ($r=0,49$) e correlações negativas entre digestibilidade e RC ($r=-0,55$). Essas correlações foram mantidas quando as variáveis de força foram padronizados considerando as variáveis morfológicas, apresentando correlações positivas e fortes para densidade linear ($r=0,52$) e densidade por área foliar ($r=0,56$). A RC foi capaz de identificar diferença entre acessos da mesma espécie. Deste modo, a técnica pode ser usada nas fases iniciais de seleção de espécies do gênero *Paspalum*.

Palavra-chave: Critérios de seleção; Morfologia; Planta forrageira

CORRELATION OF SHEARING STRENGTH AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AS SELECTION CRITERIA FOR GENDER ACCESSES *Paspalum* FOR FORAGE

ABSTRACT - Forage grass breeding programs in the initial stages usually involve a large number of accesses requiring time, effort and financial investment, evidencing the need for alternative analyzes. In this context, shearing strength (SS) is an alternative to the protocols related to neutral detergent fiber analysis (NDF). Leaves of 13 accessions of *Paspalum* of two species (*P. atratum* and *P. regnellii*) were submitted to SS analysis using the Warne Bratzer texturometer®. Also analyzed NDF, ADF, lignin and dry matter “in vitro” digestibility (DMIV). Morphological measures (weight, width, leaf area and leaf area index) were also performed to standardize SS per unit of leaf tissue. The experimental design was in complete blocks at random, with four replications and eight cuts performed over two years agricultural. The technique was evaluated for its ability to detect differences between accesses of the same species and the correlations of accesses and variables studied over two years. The results showed correlations of SS and NDF ($r = 0,49$) and negative correlations between digestibility and SS ($r = -0,55$). These correlations were maintained when the strength variables were standardized considering the morphological variables, presenting positive and strong correlations for linear density ($r = 0,52$) and density per leaf area ($r = 0,56$). RC was able to identify differences between accessions of the same species. In this way, the technique can be used in the initial phases of selection of species of the genus *Paspalum*.

Keyword: Selection criteria; Morphology; Forage plant

INTRODUÇÃO

A pouca diversidade de espécies e cultivares de plantas forrageiras no Brasil, gera grande vulnerabilidade nos sistemas de produção animal em pasto. Esta situação de risco tende a se agravar com as mudanças climáticas globais, que provocarão alterações no regime de chuvas, além do aumento da temperatura, incidência de pragas e doenças (Valle et al., 2014).

Gramíneas com potencial forrageiro nativas do Brasil despontam como alternativas para esse problema, sendo as espécies do gênero *Paspalum* as mais estudadas (Valls, 1992). Os programas de melhoramento genético de plantas forrageiras têm por objetivo o lançamento de novas cultivares, que apresentem bom desempenho agrônômico aliado a parâmetros químicos satisfatórios, além de serem adaptadas às condições edafoclimáticas da região onde serão implantadas.

Os programas de melhoramento de forrageiras tem por base as coletas e avaliações de número expressivo de acessos (ecótipos) no banco de germoplasma, exigindo grande esforço, tempo e recursos financeiros, o que evidencia a necessidade de análises alternativas nos estágios iniciais do programa de seleção. Dentre as técnicas alternativas disponíveis com possibilidade de utilização nas fases iniciais dos programas de melhoramento pode-se destacar a resistência ao cisalhamento (Herrero et al., 2001).

A resistência ao cisalhamento é a força necessária para rasgar uma lâmina foliar quando aplicada a 90° na superfície da mesma, sendo uma técnica fácil, reprodutível, rápida e com boa relação custo/eficácia (Hughes et al., 2000). Por meio desta técnica, estes autores verificaram correlações significativas com componentes estruturais das plantas (FDN, FDA, lignina e celulose) e entre espécies dentro do gênero *Urochloa*.

O presente estudo objetivou avaliar a aplicação da técnica de resistência ao cisalhamento e suas correlações com variáveis morfológicas e químicas das lâminas foliares, como ferramenta capaz de detectar diferenças entre espécies e acessos do gênero *Paspalum* nas fases iniciais de programa de melhoramento genético de plantas forrageiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia-FMVZ/UNESP – Campus de Botucatu, no Setor de Forragicultura da Fazenda Experimental Lageado. O local situa-se a 22°51'01" de latitude sul e 48°25'27" de longitude oeste, e possui 800 m de altitude. De acordo com a classificação de Köppen, o

clima predominante na região é do tipo Cwa, que se caracteriza pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (Cunha & Martins, 2009).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (Santos et al., 2018) com 630, 90 e 280 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente. A composição química do solo, na camada de 0-20 cm de profundidade, antes da instalação do experimento é descrita na Tabela 1. Os teores de nutrientes foram corrigidos em relação às exigências das gramíneas forrageiras. A área experimental foi preparada com uma aração e duas gradagens e o plantio, posteriormente realizou-se calagem superficial aplicando 2.000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 95%. No momento do plantio (16 de maio de 2016) foi realizada adubação nas covas utilizando 5g de adubo (20-05-20) (N-P₂O₅- K₂O), o plantio foi realizado em covas com mudas.

Foram avaliados 13 acessos de duas espécies de gramíneas do gênero *Paspalum*, provenientes do Banco de Germoplasma de *Paspalum* (BGP) da Embrapa/ CPPSE, em São Carlos - SP. As duas espécies (*P. atratum* e *P. regnellii*) são as que apresentam maior número de indivíduos com potencial para lançamento como novas cultivares.

Cada parcela experimental representada por um acesso era formada por 5 plantas (uma planta por cova) onde cada cova tinha 0,20 m de profundidade e espaçadas em 0,50 m, perfazendo uma linha com 2,0 m de comprimento e 0,5 m de cada lado, ocupando uma área útil de 2,0 m². A distância entre parcelas era de 2,5 metros.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados com 4 repetições, tendo como critério de bloqueamento o declive do terreno. O experimento foi conduzido por dois anos com início em novembro de 2016 e término em fevereiro de 2018, com avaliações nos períodos de maior precipitação pluviométrica (verão).

Após o plantio, as mudas permaneceram em crescimento livre até outubro de 2016, quando realizou-se um corte a 0,10 m do solo para uniformização das plantas. Após 32 dias de crescimento, foi realizado o primeiro corte de avaliação do primeiro ano.

Em outubro de 2017, foi realizado o segundo corte de uniformização, aguardando-se novamente 32 dias para a realização do primeiro corte do segundo ano de avaliação (06 de novembro). Logo após cada corte, foi realizada em cada parcela, adubação de cobertura (100 kg ha⁻¹ de uréia). As datas de cortes e manejos da área experimental são apresentadas na Tabela 2.

Os cortes foram padronizados, cortando-se as três touceiras centrais da parcela a 10 cm do solo. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados com aproximadamente 300 g para determinação da composição química. O restante do

material colhido no campo, foram escolhidos 10 perfilhos e destes, 10 lâminas foliares íntegras completamente expandidas, procurando-se sempre a segunda lâmina foliar expandida do perfilho. Por serem acessos (materiais novos), já foi observado que o padrão ontogênico foliar difere do padrão conhecido para as demais espécies forrageiras (sequência de folhas senescente, em senescência, expandida, em expansão e em aparecimento). Nas situações em que não existia um padrão ontogênico conhecido, selecionou-se uma folha expandida, o que nem sempre era a segunda.

Cada lâmina foliar íntegra foi numerada de 1 a 10, tendo seu comprimento (cm), largura (cm) e peso (g) avaliados individualmente por régua graduada em centímetros e balança analítica, respectivamente. Após as medidas, as 10 folhas foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em geladeira. Durante o transporte até os laboratórios e avaliações da área foliar e da resistência ao cisalhamento, os sacos plásticos permaneceram em caixas de isopor com bolsas de gelo para refrigeração.

A área foliar (cm²) foi avaliada individualmente em aparelho integrador de área foliar modelo LI-300 (LI, COR, Lincoln, Nebraska, EUA). Após esta avaliação, as folhas foram encaminhadas para a análise de resistência ao cisalhamento (RC) (kg). Esta característica foi medida na porção média da lâmina foliar por meio de texturômetro TA XT-Plus Texture Analyser 2i, marca Stable Micro System (UK), equipado com dispositivo de rolos para teste de tração e rasgo.

A densidade linear (peso por unidade de comprimento da lâmina foliar) é expressa em g/cm e foi obtida pela divisão de peso (g) /comprimento (cm) conforme a equação: $DL = \left[\left(\frac{\text{peso}}{\text{comprimento}} \right) \times 100 \right]$. A densidade por área foliar (peso por unidade de área foliar) é expressa em g/cm² e foi obtida pela divisão de peso(g)/área foliar (cm²) conforme a equação: $DAF = \left[\left(\frac{\text{peso}}{\text{área foliar}} \right) \times 100 \right]$.

Os dados brutos da RC foram padronizados pela razão com a variável largura da folha no ponto médio, comprimento da folha, peso, densidade linear e área foliar gerando as seguintes variáveis calculadas: resistência/largura (kg/cm), resistência/densidade linear (kg/g/cm) e resistência/densidade de área foliar (kg/g/cm²).

Esta padronização entre as características morfológicas e a característica física é necessária para que as diferenças de resistência entre as amostras possam ser comparadas (HUGHES et al., 2000).

Foram analisados os seguintes constituintes químicos nas lâminas foliares: Fibra em Detergente Neutro (Goering & van Soest, 1970), Fibra em Detergente Ácido (OAAC, 1980) e lignina (Goering & van Soest, 1970).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada com fermentador artificial de rúmen DAISYII da ANKOM® Technology Corporation (Mabjeesh; Cohen; Ariell, 2000). O inóculo utilizado foi obtido de uma vaca fistulada não lactante, mantida em pastagem de *Urochloa decumbens*. A coleta do líquido ruminal foi aprovada pelo Conselho de Ética de Uso de Animais (CEUA) protocolo 0165/2017.

Os dados foram testados para distribuições normais utilizando o procedimento UNIVARIATE (SAS Inst. Inc., Cary, NC) e o teste de Shapiro-Wilk (W). O acesso foi considerado a unidade experimental. Para a estatística descritiva foi utilizado o procedimento MEANS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC) com o comando Satterthwaite para ajuste dos graus de liberdade denominador (DDF) para testes de efeito fixo. O modelo para parâmetros de resistência ao cisalhamento, características morfológicas e composição química incluiu o efeito do acesso, corte e sua interação resultante. A variável aleatória utilizada inclui o ano sendo descrita como acesso (ano) para esse modelo. Os resultados são reportados como médias dos quadrados mínimos (LSMEANS) e separados utilizando LSD de acordo com o efeito observado. Dados dos constituintes químicos, morfológicos e físicos foram submetidas ao procedimento CORR (SAS Inst. Inc., Cary, NC) para analisar a correlação de Pearson entre as variáveis. O comando Partial foi utilizado para que as observações com valores ausentes fossem excluídas da análise. Para todas as análises, considerou-se significância se $P \leq 0,05$ e tendência foram discutidas se $P > 0,05$ e $P \leq 0,10$.

RESULTADOS

Não foram observadas diferenças marcantes no comportamento climático durante o período experimental e a média histórica (Tabela 3).

Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,0001$) entre as espécies e acessos estudados, embora não houvesse interações de ano e acessos ($p < 0,05$) para os caracteres morfológicos (Tabela 4).

Os acessos da espécie *P. atratum* apresentaram folhas mais longas ($p < 0,0001$) com exceção do acesso BGP 123. Folhas mais largas estão presentes nos acessos de *P. regnellii*. O acesso BGP 341 apresentou os maiores valores para esta variável ($p < 0,0001$).

Os maiores valores de densidade de área foliar (g/cm^2) estão presentes nas espécies de *P. atratum* ($p < 0,0001$), enquanto que o peso (g), área foliar (cm^2) e densidade linear (g/cm) das lâminas foliares não foram características capazes de diferenciar as espécies estudadas.

O acesso BGP 123 apresentou padrões morfológicos diferentes dos demais acessos de *P. atratum*, com exceção da densidade de área foliar em que este acesso apresentou valores iguais aos demais da sua espécie (Tabela 4).

Não foram identificadas interações ($p < 0,05$) da composição química e digestibilidade dos acessos e ano (Tabela 5). Os acessos de *P. regnellii* apresentam maiores teores de FDN ($P < 0,0001$) e menor DIVMS ($p < 0,01$).

FDA e lignina não foram capazes de distinguir as espécies e acessos de *Paspalum* estudadas, enquanto que FDN e DIMS possibilitaram discriminar as espécies estudadas, exceção do acesso BGP 123 (Tabela 5).

Não houve interações de acesso e ano ($p < 0,05$) para qualquer um dos caracteres estudados relacionados aos parâmetros de resistência ao cisalhamento (Tabela 6).

A RC foi capaz de discriminar as espécies estudadas, detectando ainda diferenças entre acessos da mesma espécie ($p < 0,0001$). A RC por densidade de área foliar foi capaz de detectar diferenças entre as espécies, porém não conseguiu discriminar acessos da mesma espécie ($p < 0,0001$), enquanto que a RC/largura e RC/densidade linear não foram bons discriminadores das espécies (Tabela 6). Os acessos que tiveram menor RC, pertencentes ao *P. atratum*, foram também os que apresentaram menor densidade de área foliar, FDN e apresentaram maior DIVMS (exceção novamente do BGP 123).

Correlações negativas foram verificadas entre DIVMS e RC ($r = -0,55$). Enquanto que, correlações positivas e fortes foram verificadas entre RC e FDN ($r = 0,49$). Essas correlações foram mantidas quando os parâmetros de força foram padronizados considerando as características morfológicas, apresentando correlações positivas e fortes para densidade linear ($r = 0,52$) e densidade por área foliar ($r = 0,56$) a correlação foi perdida quando a RC foi padronizada pela largura ($r = 0,27$).

DISCUSSÃO

As condições de precipitação e temperatura (Tabela 3) não limitaram o desenvolvimento das espécies estudadas (Silveira & Perez, 2014). Os acessos de *P. atratum* são mais adaptados a regiões alagadas e com precipitação pluviométrica acima de 1600 mm,

porém o desenvolvimento não é comprometido em regiões onde o período seco é de curta duração (Leite & Fernandes, 1999).

Os valores médios encontrados para as variáveis comprimento e largura (Tabela 4) nas duas espécies são superiores aos verificados por Lucena, Catian e Lempp (2017) que estudando a morfofisiologia das lâminas foliares de oito espécies de *Paspalum* obtiveram valores médios para largura de 1,39 e 1,37 para comprimento de 27,45 e 22, 92 para *P. atratum* e *P. regnellii* respectivamente. Estes resultados são reflexos principalmente das diferenças de intervalo de cortes das lâminas foliares e condições edafoclimáticas das regiões de estudo.

Para a variável área foliar (Tabela 4) os resultados estão abaixo dos encontrados por Lucena, Catian e Lempp (2017) que obtiveram valores de 109,56 para o *P. atratum* e de 98,29 para acessos de *P. regnellii*. Costa e Paulino (1998) avaliando acessos de *P. atratum* em diferentes idades de corte, afirmaram que a área foliar é diretamente proporcional à idade de cortes. Desta forma, os menores valores obtidos para esta variável estão diretamente ligados às menores idades de corte que foram de 28 dias para este estudo e de 35 dias para Lucena, Catian e Lempp (2017).

Os acessos de *P. regnellii* apresentaram folhas mais largas, sendo que esta característica morfológica é diretamente associada à quantidade de parênquima clorofiliano que compõem o mesófilo, sendo uma característica importante do ponto de vista qualitativo por apresentar em sua composição tecido nutritivo e digerível (Akin, 1979).

Folhas com maior comprimento tenderam a ser mais estreitas e apresentaram maior densidade de área foliar (Tabela 4). Morfologicamente, a densidade de área foliar foi a característica que mais diferenciou as espécies, sendo essa o resultado da associação da área foliar com peso. Esse parâmetro é de particular interesse em estudos com resistência ao cisalhamento, pois pode influenciar no consumo, na degradação e na resistência a colheita (Hughes et al., 2000).

Os acessos de *P. regnellii* que apresentaram maiores concentrações de FDN (Tabela 5) apresentaram menores teores de DIVMS. Essas relações foram amplamente estudadas (Minson, 1982; Wilson et al., 1983; Weiss, 1994; Hughes et al., 2000; Queiroz et al., 2000) assim como demonstrado nestes trabalhos, a DIVMS apresentou correlações negativas com FDN, FDA e lignina ($r=-0,78$; $r=-0,70$; $r=-0,40$, respectivamente). As gramíneas tropicais quando bem manejadas e no ponto ótimo de manejo apresentam em média 50% de DIVMS e teores de médios de FDN entre 60 e 75% (Euclides, 1995).

A FDN é um componente essencial da dieta de ruminantes, sendo necessária para a obtenção do máximo consumo de matéria seca e energia, estímulo à atividade de mastigação e secreção de saliva. Por outro lado, a FDN representa em partes a fração de carboidratos dos alimentos de digestão lenta e variável, e quando incluída acima de determinados limites definidos pelo potencial de produção animal, pode limitar tanto o consumo de alimentos quanto o desempenho (Mertens, 1997).

Leite et al. (2001) avaliando FDN, FDA, lignina e digestibilidade de *P. atratum* com 28 dias em gleissolo háplico em Brasília, obtiveram os seguintes valores, respectivamente: 61,15%, 34%, 4,62% e 61,46%, estando todos abaixo dos verificados no presente estudo. Estes resultados são atribuídos principalmente a diferença de precipitação das áreas de estudo (857 mm em Brasília), tendo em vista que esta espécie de *Paspalum* desenvolve-se melhor em áreas hidromórficas.

Para espécie de *P. regnellii*, Batista, Meirelles e Godoy (2005) avaliando a qualidade nutricional de *Paspalum* na região central do estado de São Paulo em condições edáficas e intervalos de cortes semelhantes ao presente estudo obtiveram valores de 77,19% para FDN, 39,84% para FDA e 59,79% para digestibilidade. Estes teores são superiores aos observados no presente estudo, no entanto menor digestibilidade mesmo com teores de fibras maiores podem estar associados principalmente as características morfológicas, onde lâminas foliares mais densas tem maior resistência à degradação no rúmen (Hughes et al., 2000). Segundo Lempp e Moraes (2005), o estudo anatômico, principalmente de lâminas foliares, vem complementar as informações sobre a qualidade das forrageiras, visto que, nem sempre a análise química e a digestibilidade explicam as variações principalmente de digestibilidade no estudo de gramíneas forrageiras.

A densidade de área foliar é altamente relacionada com a facilidade de redução da lâmina foliar na digestão no rúmen, podendo influenciar a taxa de degradação e fermentação (Wilson, 1994). Deve-se observar ainda que valores mais baixos de resistência ao cisalhamento podem indicar maior aceitabilidade pelos animais, por outro lado, pode estar associada a susceptibilidade da lâmina foliar ao ataque de pragas e doenças (Hughes et al., 2000).

O acesso BGP 123 pertencente ao *P. atratum* que diferiam morfológicamente dos demais acessos da sua espécie, quando recalculou-se os valores de resistência ao cisalhamento por densidade de área foliar apresentou resultados semelhantes aos acessos de sua espécie (Tabela 6). Este comportamento pode ser explicado por McClelland e Spielrein (1957) e Prince (1961) que afirmaram que as diferenças intrínsecas no comprimento e peso

das folhas entre as espécies poderiam ser explicadas pela expressão das medidas de resistência ao cisalhamento com base na densidade de área foliar (g/cm^2).

Quando padronizada por unidade de tecido foliar e a densidade linear e densidade de área foliar apresentaram altas correlações com o FDN, resultados que estão de acordo com os trabalhos de McClelland e Spielrein (1957), Prince (1961) e Herrero et al. (2001) que afirmam que esta medida pode ser correlacionada com parâmetros de força e que este pode ser um bom parâmetro para a seleção de acessos. Portanto, é nítido a possibilidade de correlacionar FDN com os parâmetros padronizados por unidade de tecido foliar RC/DL E RC/AF.

A possibilidade de usar a resistência ao cisalhamento com indicador de qualidade em acessos do gênero *Paspalum* foram confirmadas, considerando que as correlações com FDN são fortes e, verificou-se ainda, correlação negativa da resistência ao cisalhamento e digestibilidade. Pode-se inferir que por ser um método rápido, barato e reproduzível pode ser indicado para as fases iniciais de seleção de gramíneas forrageiras.

CONCLUSÃO

A resistência ao cisalhamento medida com o texturômetro foi capaz de detectar diferenças entre espécies e acessos do gênero *Paspalum*, apresentando correlações com o teor de FDN, DIVMS e características morfológicas, evidenciando que a técnica apresenta potencial para uso como ferramenta de seleção nas etapas iniciais do programa de melhoramento deste gênero, visando lançamento de materiais forrageiros de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS

- Akin, D. E. (1979). Microscopic evaluation of forage digestion by rumen microorganisms-a review. *Journal of Animal Science*, 48(3), 701-710. doi: 10.2527/jas1979.483701x
- AOAC (1995). *Official methods of analysis* 16th edn. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Batista, L., Meirelles, P. D. L., & Godoy, R. (2005). Produção e qualidade da forragem em acessos selecionados de "*Paspalum*" na região Central do Estado de São Paulo. In *Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. A Produção animal e o foco no agronegócio: anais. Goiânia: SBZ, 2005.

Costa, N. D. L., & Paulino, V. T. (1998). Produção de forragem e composição mineral de *Paspalum atratum* BRA-9610 em diferentes idades de corte. *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 35, 336-338.

Cunha, A. R., & Martins, D. (2009). Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. *Irriga*, 1-11. doi: 10.15809/irriga.2009v14n1p1-11

Da Silveira, M. C. T., & Perez, N. (2014). Informações sobre plantas forrageiras C4 para cultivo em condições de deficiência de drenagem e tolerância a frio. *Embrapa Pecuária Sul-Documentos (INFOTECA-E)*.

Euclides, V. P. B. (1995). Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. *Simpósio sobre manejo da pastagem*, 12(1995), 245-274.

Goering, H. K., & Van Soest, P. J. (1970). Forage fiber analysis. Agricultural handbook no. 379. US Department of Agriculture, Washington, DC, 1-20.

Herrero, M., Do Valle, C. B., Hughes, N. R. G., De O Sabatel, V., & Jessop, N. S. (2001). Measurements of physical strength and their relationship to the chemical composition of four species of *Brachiaria*. *Animal Feed Science and Technology*, 92(3-4), 149-158. doi: 10.1016/S0377-8401(01)00261-9

Hughes, N. R. G., Do Valle, C. B., Sabatel, V., Boock, J., Jessop, N. S., & Herrero, M. (2000). Shearing strength as an additional selection criterion for quality in *Brachiaria* pasture ecotypes. *The Journal of Agricultural Science*, 135(2), 123-130. doi: 10.1017/S0021859699008084

Leite, G. G., Da Silveira, L. F., Fernandes, F. D., & Gomes, A. C. (2001). Crescimento e composição química do capim *Paspalum atratum* cv pojuca. *Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*.

Lempp, B., & Morais, M. (2005). Qualidade de plantas forrageiras. *Anais do ZOOTEC: Produção Animal e Responsabilidade*, 24.

- Lucena, K. C., Catian, G., & Lempp, B. (2017). Características morfológicas e químicas de lâminas foliares de *Paspalum* spp. *Revista de Biologia Neotropical/Journal of Neotropical Biology*, 14(1), 1-10. doi: 10.5216/rbn.v1i1.43247
- Mabjeesh, S. J., Cohen, M., & Arieli, A. (2000). In vitro methods for measuring the dry matter digestibility of ruminant feedstuffs: comparison of methods and inoculum source. *Journal of dairy science*, 83(10), 2289-2294. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75115-0
- McClelland, J. H., & Spielrein, R. E. (1957). An investigation of the ultimate bending strength of some common pasture plants. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 2, 288-292.
- Mertens, D. R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of dairy science*, 80(7), 1463-1481. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2
- Minson, D. J. (1982). Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolisable energy. *Nutrition abstracts and reviews*, 52, 591-615.
- Prince, R. P. (1961). Measurement of ultimate strength of forage stalks. *Transaction of the ASAE*, 4, 208–209. doi: 10.13031/2013.41054
- Queiroz, D. S., Gomide, J. A., & Maria, J. (2000). Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 1. Digestibilidade *in vitro* e composição química. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(1), 53-60. Doi: 10.1590/S1516-35982000000100008.
- Rosner, B. (1983). Percentage points for a generalized ESD many-outlier procedure. *Technometrics*, 25(2):165–172. Doi: 10.1080/00401706.1983.10487848
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Dos Anjos, L. H. C., De Oliveira, V. A., Lumberras, J. F., Coelho, M. R., ... & Cunha, T. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

Valle, C. D., Barrios, S. C. L., Jank, L., & Santos, M. F. (2014). Melhoramento de Plantas Forrageiras para uma Pecuária de Baixa Emissão de Carbono. Intensificação da produção animal em pastagens, Embrapa, Brasília, 109-139.

Valls, J. F. M. (1992). Origem do germoplasma de *Paspalum* disponível no Brasil para a área tropical. *REUNIÓN SABANAS*.

Weiss, W. P. (1994). Estimation of digestibility of forages by laboratory methods. *Forage quality, evaluation, and utilization*, (foragequalityev), 644-681.

Wilson, J. R. (1994). Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. *The Journal of Agricultural Science*, 122(2), 173-182. doi: 10.1017/S0021859600087347

Wilson, J. T. R., Brown, R. H., & Windham, W. R. (1983). Influence of Leaf Anatomy on the Dry Matter Digestibility of C3, C4, and C3/C4 Intermediate Types of *Panicum* Species 1. *Crop Science*, 23(1), 141-146. doi: 10.2135/cropsci1983.0011183X002300010041x

Tabela 1. Atributos químicos do solo em camada de 0-20 cm de profundidade da área experimental antes da implantação do experimento.

pH	MO	P	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	----- mmolc.dm ⁻³ -----				---%---		
4,7	46,5	8,2	45,7	0,8	21,4	11,2	33,4	79,1	42,2

Abreviaturas: MO: matéria orgânica; P: fósforo; H + Al: acidez potencial; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; SB: soma de bases trocáveis; CTC: capacidade de troca catiônica; V: saturação de base.

Tabela 2. Datas de cortes e manejos da área experimental com 13 acessos de *Paspalum*

Atividade	Data
Plantio	mai/16
uniformização	out/16
1º corte	nov/16
2º corte	dez/16
3º corte	jan/17
4º corte	fev/17
uniformização	out/17
5º corte	nov/17
6º corte	dez/17
7º corte	jan/18
8º corte	fev/18

Tabela 3. Valores de precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas durante o período de estudo, bem como médias de longo prazo de 1968 a 2018 no município de Botucatu, estado de São Paulo, Brasil.

Características climáticas	Mês				
	out.	nov.	dez.	jan.	fev.
2016–2017					
Precipitação mensal, mm	162,8	145,8	184,9	359,2	140,7
Temp. média max., °C	27,8	28,1	29,3	28,6	30,3
Temp. média min., °C	16,2	17,1	18,8	19,5	20,1
2017–2018					
Precipitação mensal, mm	151,1	213,6	154,4	267,2	88,1
Temp. média max., °C	28,0	27,5	28,4	28,0	27,7
Temp. média min., °C	17,2	16,8	19,2	18,8	18,3
<u>Média de longo prazo (50 anos)</u>					
Precipitação mensal, mm	133,0	133,8	185,0	224,0	141,0
Temp. média max., °C	27,2	27,7	27,2	28,1	28,0
Temp. média min., °C	15,1	16,2	16,4	17,1	19,0

Tabela 4. Características morfológicas de lâminas foliares de 13 acessos de *Paspalum*

Espécie	Acesso	COMP	LARG	Peso	AF	DL	DAF
	BGP	(cm)	(cm)	(g)	(cm ²)	(g/cm)	(g/cm ²)
<i>P. atratum</i>	15	60,9 a	1,9 d	2,8 a	86,4 a	4,7 a	3,8 a
	98	59,2 ab	2,1 d	2,6 a	78,8 abc	4,7 a	3,9 a
	298	58,8 ab	1,7 e	2,2 b	69,1 bcd	3,6 d	3,3 a
	93	56,7 ab	2,1 d	2,6 a	71,5 abcd	4,7 a	3,8 a
	308	54,2 b	2,0 d	2,3 b	66,6 cd	3,6 d	3,6 a
	123	46,9 cd	1,4 f	1,3 f	39,8 e	2,8 e	3,5 a
<i>P. regnellii</i>	248	50,1 c	2,5 c	2,0 bcd	81,4 abc	3,8 cd	2,5 b
	345	44,9 d	2,4 c	1,8 cde	75,3 abcd	3,9 cd	2,5 b
	341	44,8 d	2,6 a	2,1 bc	79,7 abc	4,4 ab	2,7 b
	397	44,4 d	2,7 b	1,9 bcd	84,8 ab	4,3 abc	2,6 b
	215	44,0 d	2,5 c	1,8 cde	72,3 abcd	4,0 bcd	2,5 b
	258	41,0 de	2,5 c	1,5 ef	71,2 abcd	3,6 d	2,2 b
	344	38,2 e	2,5 c	1,6 def	62,5 d	4,2 abc	2,7 b
P		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
EPM*		2,03	0,05	0,12	4,83	0,15	0,23

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de SNK a 5%

Abreviaturas: BGP: banco de germoplasma de *Paspalum*; COMP: comprimento; LARG: largura; AF: área foliar; DL: densidade linear; DAF: densidade por área foliar.

*EPM: erro padrão médio.

Tabela 5. Composição química de lâminas foliares 13 acessos de *Paspalum*

Espécie	Acesso	FDN		FDA		LIG		DIVMS	
	BGP			(% MS)				(%)	
<i>P. atratum</i>	15	69,1	d	35,5	b	4,68	b	56,02	c
	98	67,7	d	36,4	ab	4,68	b	56,24	c
	298	68,4	d	36,5	ab	5,29	ab	58,51	b
	93	69,1	d	36,0	ab	5,42	ab	60,48	a
	308	68,5	d	36,0	ab	4,85	b	57,48	bc
	123	72,1	bc	36,4	ab	5,04	ab	55,33	d
<i>P. regnellii</i>	248	72,3	bc	36,4	ab	5,44	ab	55,18	d
	345	75,1	a	38,1	a	6,45	a	53,20	f
	341	71,5	c	36,6	ab	6,11	ab	55,45	d
	397	74,2	ab	38,2	a	5,50	ab	54,20	e
	215	74,9	a	37,5	ab	5,51	ab	54,57	e
	258	73,5	abc	37,3	ab	5,33	ab	54,80	e
	344	71,0	c	35,3	b	5,42	ab	55,91	d
P		<0,0001		<0,0001		<0,001		<0,01	
EPM*		1,00		1,02		0,55		1,14	

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de SNK a 5%.

Abreviaturas: BGP: banco de germoplasma de *Paspalum*; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina; DIVMS: Digestibilidade *in vitro* da matéria seca;

*EPM: erro padrão médio

Tabela 6. Parâmetros de resistência ao cisalhamento de 13 acessos de *Paspalum*

Espécie	Acesso	RC		RC/LG		RC/DL		RC/DAF
	BGP	(kg)		(kg/cm)		(kg/cm)		(kg/cm ²)
<i>P. atratum</i>	15	0,99	d	0,50	abc	21,67	fg	30,41 c
	98	0,94	de	0,42	de	19,27	g	25,89 c
	298	0,91	e	0,47	cd	22,95	ef	27,65 c
	93	0,95	de	0,44	cde	19,0	g	27,02 c
	308	0,91	e	0,42	de	20,35	fg	28,91 c
	123	0,83	f	0,56	a	25,47	de	24,18 c
<i>P. regnellii</i>	248	1,09	bc	0,49	abcd	31,76	b	51,23 b
	345	1,06	c	0,46	cde	28,08	cd	48,28 b
	341	1,04	c	0,39	e	25,51	de	45,51 b
	397	1,20	a	0,56	a	35,03	a	66,09 a
	215	1,14	b	0,49	abcd	30,00	bc	50,44 b
	258	1,14	b	0,55	ab	36,32	a	64,41 a
	344	1,07	c	0,47	bcd	27,99	cd	44,53 b
P		<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001
EPM*		0,20		0,02		1,45		3,19

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de SNK a 5%

Abreviaturas: BGP: banco de germoplasma de *Paspalum*; RC: resistência ao cisalhamento; RC/LARG: resistência ao cisalhamento por largura; RC/DL: resistência ao cisalhamento por densidade linear; RC/DAF: resistência ao cisalhamento por densidade de área foliar.

*EPM: erro padrão médio.

CAPÍTULO 3

1 IMPLICAÇÕES

2 No Brasil, as espécies exóticas são responsáveis pela maior parte das forrageiras
3 tropicais utilizadas pelos produtores rurais. Com isso, o sistema de produção encontra-se
4 limitado em base genética dessas espécies exóticas (principalmente de origem Africana)
5 tornando-se vulnerável as alterações do ecossistema e de ataque de pragas e doenças,
6 assim, a procura por espécies mais produtivas e resistentes a pragas e doenças aumenta
7 consideravelmente.

8 O presente estudo deve auxiliar o programa de melhoramento genético de
9 forrageiras da Embrapa no sentido de promover a eliminação de acessos não promissores
10 do gênero *Paspalum*. Esta pesquisa também vai auxiliar na identificação e viabilidade de
11 possíveis cruzamentos entre os acessos e gerar indivíduos que apresentem melhor vigor
12 híbrido quanto as características relacionadas à qualidade nutricional e melhores atributos
13 agronômicos, como maior produtividade que farão a diferença futuramente na
14 economicidade do sistema pecuário.

15 As análises realizadas geram considerável volume de material, demandando grande
16 número de pessoas envolvidas em vários dias de avaliação. O tempo de avaliação deste
17 material era longo, podendo ainda interferir nos resultados das análises. Infere-se ainda
18 sobre os altos custos das análises realizadas neste estudo.

19 Salienta-se também as dificuldades de logística e sincronização entre os cortes de
20 material no campo e as determinações de índice de área foliar e resistência ao cisalhamento
21 no laboratório.