

**Características morfogênicas, estruturais e agronômicas de gramíneas tropicais: uma
revisão**

Morphogenic, structural and agronomic characteristics of tropical grasses: a review

**Características morfológicas, estructurales y agronómicas de los pastos tropicales: una
revisión**

Recebido: 10/07/2020 | Revisado: 19/07/2020 | Aceito: 21/07/2020 | Publicado: 02/08/2020

Josilane Pinto de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1656-644X>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: josilanepinto@hotmail.com

Cláudio Ramalho Townsend¹

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Clima Temperado, Brasil

Saulo Roberto do Carmo Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4852-923X>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: sauloaraujo.ufvjm@gmail.com

Graciele Araújo de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6653-9533>

Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail: gra.zootecnia@hotmail.com

Resumo

O conhecimento da capacidade de produção foliar, desenvolvimento da planta diante de diferentes fatores ambientais, de suas características morfogênicas, fisiológicas e estruturais é importante para que sejam desenvolvidos métodos que possibilitem uma melhor utilização das pastagens. Com isso, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre gramíneas forrageiras quanto a suas características morfogênicas, estruturais e agronômicas e a influência de níveis de sombreamento. Ao avaliar os resultados obtidos quanto às

¹ *In memorian.*

características morfogênicas e estruturais, nota-se que o contraste entre as características morfofisiológicas e agronômicas pode estar ligado a mecanismos de adaptabilidade, onde mesmo com melhores respostas fisiológicas, houve queda na produção de matéria seca. São necessários estudos para saber se as respostas morfofisiológicas são ou não ligadas à capacidade produtiva das plantas, e, além disso, que sejam realizados estudos para selecionar espécies com boa capacidade produtiva, adaptabilidade ao manejo e ambientadas às condições de clima, temperatura e luminosidade da região onde serão cultivadas.

Palavras-chave: Forragicultura; Pastagens; Produção foliar.

Abstract

The knowledge of the capacity of leaf production, development of the plant in face of different environmental factors, of its morphogenic, physiological and structural characteristics is important for the development of methods that allow a better use of pastures. With that, the objective of this work was to carry out a literature review on forage grasses regarding their morphogenic, structural and agronomic characteristics and the influence of shading levels. When evaluating the results obtained regarding the morphogenic and structural characteristics, it is noted that the contrast between the morphophysiological and agronomic characteristics may be linked to adaptability mechanisms, where even with better physiological responses, there was a decrease in the production of dry matter. Studies are needed to find out whether or not morphophysiological responses are linked to the productive capacity of plants, and furthermore, that studies be carried out to select species with good productive capacity, adaptability to management and adapted to the conditions of climate, temperature and light in the region where they will be cultivated.

Keywords: Forage; Pastures; Leaf production.

Resumen

El conocimiento de la capacidad de producción de hojas, el desarrollo de la planta frente a diferentes factores ambientales, de sus características morfogênicas, fisiológicas y estructurales es importante para el desarrollo de métodos que permitan un mejor uso de los pastos. Con eso, el objetivo de este trabajo fue llevar a cabo una revisión de la literatura sobre gramíneas forrajeras con respecto a sus características morfogênicas, estructurales y agronómicas y la influencia de los niveles de sombreado. Al evaluar los resultados obtenidos con respecto a las características morfogênicas y estructurales, se observa que el contraste entre las características morfofisiológicas y agronómicas puede estar relacionado con mecanismos de adaptabilidad, donde incluso con mejores respuestas fisiológicas, hubo una disminución en la producción de materia seca. Se necesitan estudios para determinar si las respuestas morfofisiológicas están relacionadas o no con la capacidad productiva de las plantas y, además, que se realicen estudios para seleccionar especies con buena capacidad productiva,

adaptabilidade al manejo y adaptadas a las condiciones de clima, temperatura y luz en la región donde serán cultivadas.

Palabras clave: Forraje; Pastos; Producción foliar.

1. Introdução

A atividade pecuária é um dos maiores contribuintes para o crescimento econômico brasileiro. Nosso país é o maior exportador de carne bovina do mundo, com um rebanho de aproximadamente 221,81 milhões de cabeças, e um dos maiores produtores de leite do mundo, com uma produção leiteira anual na ordem de 34 bilhões de litros para o ano de 2017. A atividade agropecuária representa, aproximadamente, um terço do Produto Interno Bruto – PIB do Brasil, e a pecuária bovina corresponde a 31% deste total (Ferreira et al, 2020). Com tamanha representatividade e visibilidade internacional em virtude da globalização, é exigido desse segmento maior eficiência na utilização dos recursos que funcionam como base para o desenvolvimento da pecuária, como aumento na produtividade das plantas forrageiras e maior eficiência na utilização da forragem produzida e isto pode ser obtido através do melhor entendimento sobre o manejo do pastejo (Kirchner, 2019).

A pastagem, como principal fonte de alimento para os ruminantes, exige sua correta formação, renovação/recuperação e seu manejo, pois constituem fatores vitais para a sustentabilidade do sistema de produção. Assim, a formação incorreta e o manejo impróprio desse subsistema podem resultar em baixa produção de matéria-prima de qualidade, tendo como consequência a não conservação ambiental. Para atingir o objetivo de melhorar a produção animal a partir da forragem disponível, é importante um manejo eficiente das pastagens e do pastejo, buscando maximizar a produção de forragem, sua utilização e manter sua estabilidade ao longo do tempo. Para isso, é fundamental o conhecimento da planta forrageira, da morfologia, fisiologia das plantas forrageiras e, principalmente, a maneira como interage com o meio ambiente, pois a capacidade de produção de um pasto está intimamente ligada às condições ambientais predominantes na área cultivada.

A arquitetura (estrutura) do perfilho de uma gramínea é determinada pelo tamanho, número e arranjo espacial dos fitômeros, unidade básica de crescimento das gramíneas, constituído de lâmina, bainha, nó, entrenó e gemas axilares e basais, além de sistema radicular. E o efeito do sombreamento sobre a produtividade, características morfofisiológicas, agronômicas podem afetar o desenvolvimento e persistência de gramíneas forrageiras, basicamente, devido a dois fatores: radiação solar recebida e duração do dia. Estes

afetam diretamente o crescimento da parte aérea e das raízes, isto como consequência da redução da capacidade fotossintética.

A literatura relaciona diversos benefícios ambientais ao sombreamento proporcionado pelos Sistemas Silvopastoris (SSP). Dentre estes benefícios pode-se destacar aumento da biodiversidade, conservação do solo e recursos hídricos. Por este motivo os SSP são apontados como uma importante ferramenta, que auxilia no combate a problemas relacionados à pastagem.

Um dos requisitos para o sucesso de sistemas silvipastoris é a escolha das espécies forrageiras que se adaptam melhor ao sistema, pois não basta que estas sejam tolerantes ao sombreamento, é necessário selecionar espécies com boa capacidade produtiva, adaptadas ao manejo e ambientadas às condições edafoclimáticas da região.

Existem estudos relacionados à alternância de período seco e chuvoso sobre a anatomia de gramíneas, ou a caracterização anatômica relacionada ao valor nutritivo, em diferentes estações de crescimento ou mesmo sobre a produção de MS, porém, pouco se tem visto da influência do sombreamento sobre as respostas da planta quanto ao seu desenvolvimento. Deste modo, tornam-se imprescindíveis os estudos que trabalhem objetivamente gerando cada vez mais informações sobre estes sistemas, oferecendo subsídios para sua adoção, não esquecendo a importância do conhecimento básico sobre as respostas ecofisiológicas e a morfogênese de gramíneas forrageiras, em condições de sombreamento, por poder auxiliar no desenvolvimento do manejo adequado das espécies forrageiras, quando usadas em sistemas silvipastoris.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre gramíneas forrageiras quanto a suas características morfogênicas, estruturais e agronômicas e a influência de níveis de sombreamento.

2. Metodologia

A atual pesquisa é uma revisão bibliográfica com informações dos últimos 05 anos e com base em trabalhos publicados no Brasil e exterior sobre forragicultura em clima tropical. De acordo com Pereira (2018), esse trabalho possui natureza qualitativa, uma vez que é definida como um tipo de investigação voltada para o aspecto qualitativo de uma determinada questão, nesse caso, a produção forrageira a nível de Brasil.

3. Revisão de Literatura

Estima-se que a área ocupada por pastagens no Brasil seja representada por cerca de 170 milhões de hectares, sendo que o Bioma Amazônia conta com aproximadamente 4.196.943 km² representando 49,03 % do território brasileiro e ocupando 99% do estado de Rondônia. As áreas cultivadas neste Bioma são ocupadas principalmente por pastagens, constituindo-se em sistemas complexos formados pelos componentes solo-planta-animal, os quais estão sujeitos às modificações antrópicas através do seu manejo (IBGE, 2017).

O conhecimento da capacidade de produção foliar, desenvolvimento da planta diante de diferentes fatores ambientais, de suas características morfogênicas, fisiológicas e estruturais é importante para que sejam desenvolvidos métodos que possibilitem uma melhor utilização das pastagens.

Lopes (2003) afirma que os principais fatores que afetam a fisiologia das plantas forrageiras podem ser agrupados em quatro amplas categorias: Climáticos (luz, temperatura, fotoperíodo, umidade, ventos e precipitação), edáficos (fertilidade do solo, propriedades físicas do solo e topografia), espécie forrageira (potencial genético para produção e valor nutritivo, adaptação ao ambiente, competição entre plantas, aceitabilidade para pastejo animal e persistência a longo prazo) e manejo da pastagem (taxa de lotação, sistemas de pastejo, estratégias de fertilização, controle de invasoras e outras práticas culturais). Todos estes fatores interagem entre si, fazendo parte do grande complexo solo-planta-animal-clima.

3.1. Efeitos do sombreamento sobre plantas forrageiras

A grande expansão de áreas de pastagens degradadas no Brasil nos últimos anos tem impulsionado a busca por alternativas viáveis para reduzir o desmatamento e auxiliar na recuperação destas áreas degradadas, uma delas é a implantação do sistema Silvipastoril (Nunes et al, 2017), que além de proporcionar sombreamento às pastagens e garantir conforto para os animais, pode auxiliar na redução dos danos causados pelo uso da área devido a interação entre seus componentes. Este sistema consiste da presença de árvores, pastagens e animal em uma mesma área. Porém, as árvores, reduzem a luminosidade disponível para as plantas que crescem sob suas copas e têm influência sobre aspectos morfofisiológicos determinantes da produtividade da pastagem (Paciullo et. al, 2008).

Os sistemas silvipastoris são classificados em eventuais ou verdadeiros, no primeiro ocorre associação entre árvores/pasto/animal sendo que o pasto e o animal são subprodutos,

que devem ser manejados de forma a não prejudicar a exploração florestal. E no segundo os componentes são integrantes do sistema não devendo haver supressão de um componente em favor de outro (Bernadino & Garcia, 2009). Assim devem-se considerar as interações existentes entre os componentes como parte de um conjunto abrangente desse ecossistema de produção, dando ênfase as interações ocorridas entre árvores e pastagem, por este motivo, é imprescindível o desenvolvimento de estudos com gramíneas forrageiras que consigam se adaptar bem a este sistema de produção ou que seja ao menos tolerante as condições impostas por ele.

Ainda são escassos os estudos sobre os diversos aspectos da interação entre árvores e gramíneas, especialmente aqueles relativos aos efeitos do sombreamento sobre o crescimento da planta forrageira (Paciullo et. al, 2008; Souto et. al, 2009). O interesse pelo estabelecimento de forrageiras à sombra tem crescido nos últimos anos, devido, principalmente, ao desejo de se associarem pastagens com árvores, constituindo os sistemas silvipastoris, cujo sucesso depende da identificação de espécies tolerantes ao sombreamento e de práticas de manejo que assegurem a sua produtividade e persistência no sub-bosque (Abib, 2017).

As respostas das forrageiras quanto a seu crescimento dependem dos níveis de sombreamento a que estas são impostas. Por isso, tem sido observado que em níveis moderados de sombra, o crescimento da gramínea poderá ser até maior do que em pleno sol, devido ao aumento da disponibilidade de N no solo, propiciado pelo ambiente sombreado finaliza (Garcia & Couto, 1997; Carvalho et al., 2002; Frade da Silva, 2007).

Fatores relacionados a mecanismos de adaptabilidade e a competição entre os perfilhos e plantas são diretamente influenciados pelas variações de temperatura e luminosidade incidente sobre a planta. Por isso é importante o conhecimento da umidade do solo, a capacidade fotossintética da folha, o CO₂ do ar e a luz solar, pois estes constituem o princípio básico para a produção de forrageiras, que é a transformação da energia solar em compostos orgânicos, a fotossíntese. Sendo assim, a luz, além da temperatura, é outro fator que altera diretamente o crescimento e florescimento das gramíneas forrageiras (Cunha, 2004).

O autor afirma ainda que a luz pode ser dividida em três componentes: a resposta ao comprimento da radiação recebida (fotoperiodismo), a qualidade da luz (comprimento de ondas) e irradiação (energia radiante).

Plântulas desenvolvidas em baixa irradiância fotossintética apresentam desenvolvimento severamente comprometido, fazendo com que elas apresentem caules e

folhas finos, entrenós mais longos, diferente daquelas cultivadas a pleno sol, que apresentam características opostas (Nakai, 2016).

3.2. A importância da radiação solar para a agricultura foi bem definida como sendo a exploração da radiação solar, desde que haja um suprimento de água e nutrientes para manutenção e crescimento das plantas.

Em agricultura, a produção agrícola é diretamente proporcional a intensidade de radiação solar que incide sobre uma determinada área, quando não existem outros fatores limitantes como: falta de água, deficiência de elementos minerais e má estrutura do solo (Mendonça & Batista, 2008).

A incidência da radiação solar sobre o planeta altera seu ângulo conforme a Terra muda de posição, em relação ao Sol. A variação no ângulo de incidência da radiação solar faz variar a quantidade de radiação que chega à superfície devido a alteração no fluxo de energia incidente e pela variação na duração dos dias, ao longo do ano. Neste momento, o interesse se prende à variação na duração dos dias (fotoperíodo) e seus efeitos sobre as plantas, em termos de processos fotomorfogênicos (Radin, 2002).

As gramíneas avaliadas são pertencentes ao gênero *Brachiaria*, estas são caracterizadas pelo seu dinamismo de uso e manejo, pois são tolerantes a uma série de limitações e condições restritivas de utilização para um grande número de espécies forrageiras (Silva et al., 2005). Além de apresentar alta produção de matéria seca, são perenes e apresentam excelentes resposta a fertilizantes (Abiel et al., 2008).

Ao avaliar o desempenho de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob sombreamento natural, Salman et. al (2008), observou que não houve influência em sua produção, o que demonstrou grande adaptabilidade a sistemas silvipastoris.

O crescimento de forrageiras em sistemas silvipastoris depende da tolerância da espécie à redução de radiação e do grau de sombreamento. Em experimento com condições de sombreamento moderado para *Brachiaria*, observou-se o aumento da produção de matéria seca, como consequência da maior retenção de umidade no solo e da redução de luminosidade disponível para a comunidade de plantas que crescem sob suas copas, condição que influencia a dinâmica de crescimento da forrageira (Campos et al., 2007).

Paciullo et al. (2008), observou resultados semelhantes, pois o sombreamento elevou as taxas de alongamento de folhas e colmos, bem como o comprimento final das lâminas foliares, mas não influenciou a taxa de aparecimento de folhas e o número de folhas vivas por

perfilho. Porém, a redução da densidade populacional de perfilhos foi compensada pelo aumento nas taxas de alongamento de folhas e colmos, na condição de sombreamento mais intenso, e resultou maior produção de matéria seca à sombra.

A *Brachiaria ruziziensis*, apresenta média tolerância à seca e pouca tolerância a insetos como a cigarrinha-das-pastagens. Utilizada na forma de pastejo, esta gramínea tem suporte de 2 a 3 UA/ ha. Sua produção de matéria seca chega a 15t/ha/ano, alcançando níveis de proteína de 6 a 12%. De ciclo vegetativo perene, esta variedade tem uma excelente produção de semente e bom estabelecimento. Com crescimento cespitoso, chega a medir 1,20m em crescimento livre.

A *B. Brizantha* cv. Marandu é conhecida popularmente como brizantão, apresenta excelente desempenho e boa adaptação ao clima do Brasil. Dentre as brachiárias, adquiriu uma grande expressividade nas áreas de pastagens cultivadas e, por essa razão, tornou-se uma das plantas forrageiras mais detalhadamente estudadas no meio científico nacional (Silva, 2004). Esta cultivar apareceu como mais uma opção para os pecuaristas, e pelas suas características agrônômicas e índices zootécnicos permitidos já ocupa extensas áreas no Brasil Central (Monteiro et al., 1995). Estima-se que 65% das áreas de pastagens cultivadas na região Norte são formadas por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Dias-Filho & Andrade, 2006).

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu é uma das forrageiras que têm obtido melhor desempenho sob sombreamento. Entretanto, sua baixa adaptação ao excesso de água no solo provoca a morte de touceiras, quando plantada em solos de baixa permeabilidade, causando a degradação de milhares de hectares de pastagens (Andrade et al., 2004).

Em experimento que impôs sombreamento natural à *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, observou-se através das respostas nutricionais e de rebrota, grande adaptabilidade desta espécie ao sombreamento (Sousa et al., 2007; Moreira et al., 2009).

Oliveira & Souto (2001), verificaram o crescimento inicial, sob sombreamento (25, 50 e 75%) das gramíneas *B. Brizantha* cv. Marandu, comparada com outras gramíneas, onde se observou o Marandu como um dos melhores resultados em crescimento inicial, principalmente a 25% de sombreamento. Em experimento conduzido no Campo Experimental da Embrapa Rondônia, Costa et al. (2004) notou que a presença do sombreamento não afetou o vigor de rebrota das plantas. Andrade et al. (2004), avaliando o capim marandu apresentou boa tolerância ao sombreamento e alta capacidade produtiva.

Araújo et al. (2011), avaliou o desempenho do Capim-Marandu sob sombreamento natural, irrigado e não irrigado e chegou à conclusão que mesmo em condições de

sombreamento, quando irrigado e submetido a maiores intervalos de desfolha, proporciona maiores taxas morfogênicas e de crescimento, indicando o potencial desta forragem em sistemas integrados de produção.

A *B. brizantha* cv. Xaraés é uma planta que possui grande tolerância ao frio, porém, exige alta fertilidade do solo e precipitação pluviométrica de 800 mm/ano (Oliveira Filho, 2007). Em experimento que comparou *B. brizantha* cv. Xaraés com outras gramíneas sob diferentes níveis de sombreamento (0, 50 e 70%), Martuscello et al. (2009) observou melhor produtividade no Xaraés que nas demais espécies, principalmente sob sombreamento 50%, mas recomendou estudos sobre o comportamento das mesmas sob condições de sombreamento natural. Souto et al. (2009) avaliou o comportamento do capim Xaraés sob quatro níveis de sombreamento (0, 25, 50 e 75%) e chegou a conclusão que a cultivar apresenta melhor desempenho sob o sombreamento 50%.

A *B. brizantha* cv. Piatã adapta-se de forma satisfatória em regiões de clima tropical úmido e cerrados. Esse capim requer solos de média à alta fertilidade e níveis de saturação por bases superando 40% e resistindo muito melhor a solos muito úmidos que a variedade Marandu.

Quando comparada a outras espécies, a *B. Brizantha* cv. Piatã apresentou maior capacidade de competição sob sombreamento, observando-se características estruturais compatíveis a cada espécie (Silva et al., 2010).

São imprescindíveis os estudos que trabalhem objetivamente gerando cada vez mais informações sobre a produção das diferentes espécies forrageiras no distintos biomas e sistemas de produção, pois somente assim serão oferecidos subsídios para a produção brasileira.

3.3. Morfogênese

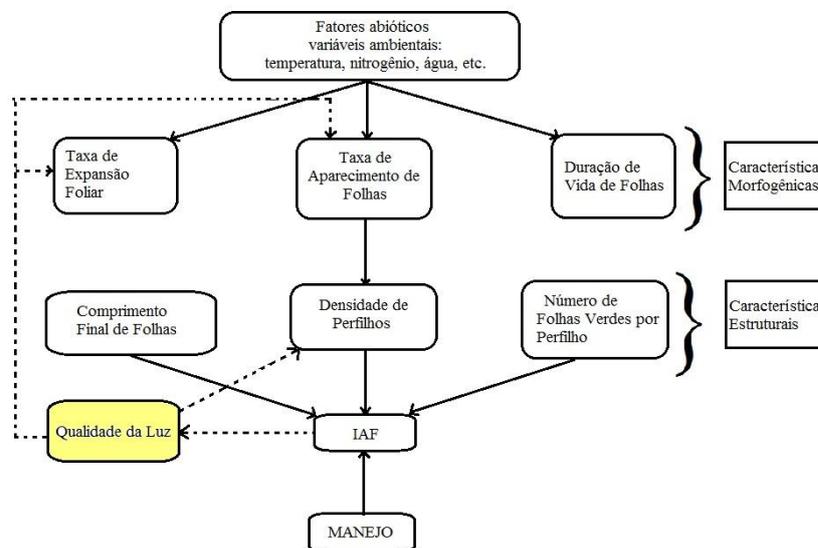
A morfogênese surgiu como valiosa ferramenta para o manejo, com o objetivo de possibilitar melhor tomada de decisão, bem como na definição do melhor momento para entrada e saída dos animais nos piquetes, na duração de período de descanso do pasto e na intensidade do pastejo (Nascimento Júnior & Adese, 2004).

Para gramíneas em crescimento vegetativo, a morfogênese é caracterizada pelas variáveis: Taxa de Aparecimento de Folhas (TAF) e Filocrono, Taxa de expansão de Folhas (TEF), Taxa de Senescência de Folhas (TSF) e Duração de Vida de Folha (DVF) determinam as características morfogênicas da planta.

A combinação dessas variáveis sob a ação da luz, temperatura, água e nutrientes, determina os componentes estruturais do pasto que, por sua vez, são responsáveis pelo índice de área foliar (Silveira, 2006).

As plantas forrageiras são muito sensíveis às variações climáticas, ambientais e do solo (Silva, 2018). O manejo também é um aspecto extremamente importante, pois este se constitui de manipulação do meio para promover a produção de forma efetiva. Na Figura 1, pode-se observar as relações entre as variáveis morfogênicas e estruturais

Figura 1. Diagrama das relações entre as principais características morfogênicas e estruturais da pastagem.



Fonte: Adaptado de Chapman & Lemaire, (1993).

A Taxa de Aparecimento de Folhas (TAF) geralmente expressa em número de folha:perfilho-1. dia-1, é uma variável morfogênica que mede a dinâmica do fluxo de biomassa das plantas (Cecato et al., 2007). Esta é capaz de influenciar cada uma das três características estruturais da pastagem (tamanho da folha, número de perfilhos e número de folhas por perfilho), desempenhando papel central na morfogênese das gramíneas e, por conseguinte, no Índice de Área Foliar (IAF) da pastagem (Cabral, 2008).

Há uma relação direta da TAF com a densidade populacional de perfilhos, o que determina o potencial de perfilhamento de dado genótipo, pois cada folha formada representa potencialmente o surgimento de um novo perfilho, ou seja, a geração de novas gemas axilares. Assim, essa variável é passível de ser utilizada no processo de seleção de cultivares, tornando-o mais preciso no que se refere à descrição da adaptação da planta ao ambiente e ao

pastejo (Silveira, 2006). Paciullo et al. (2008), ao observar o desempenho de gramíneas no gênero *Brachiaria* notou que o sombreamento elevou as taxas de expansão de folhas e colmos, mas não influenciou na taxa de aparecimento de folhas.

O inverso da TAF é o filocrono, que se refere ao tempo necessário para a emissão de duas folhas consecutivas, normalmente é expresso em soma térmica, dada pelo acúmulo térmico observado no decorrer de um período. Segundo Cecato et al. (2007), o filocrono é relativamente constante para determinado genótipo durante o desenvolvimento vegetativo de um perfilho, quando em condições ambientais constantes. O tempo térmico dado em graus-dias é mais apropriado para se estudar o filocrono por integrar uma unidade de tempo (temperatura) à qual as plantas são responsivas, tendo mais precisão que a contagem de desenvolvimento das folhas feita em dias, pois o crescimento da planta é fortemente influenciado pelas variações climáticas, principalmente da temperatura do ar (Silveira, 2006).

Através do conhecimento do filocrono e características como a taxa de expansão e o ritmo de perfilhamento para as diferentes espécies é possível explicar a dominância ou desaparecimento de certas espécies da comunidade e conseqüentemente sua composição botânica (Eggers et al., 2004).

A TAF juntamente com a Taxa de Expansão Foliar (TEF), pode determinar o tamanho da superfície fotossintetizante do dossel (IAF), diretamente através do comprimento final de folha, ou indiretamente pelo número de perfilhos por planta. A TEF é um indicativo do rendimento por perfilho, bem como, um estimador adequado do vigor de rebrote e do potencial produtivo da pastagem (Townsend, 2008). A TEF se relaciona com alterações na estrutura do pasto, por meio de modificações que resultam no comprimento final das folhas (CFF). Uma forma de associar essa variável ao processo de seleção de cultivares seria através da estimativa do potencial de produção ou como indicativo de plasticidade da planta forrageira nos ensaios regionais; isso quando analisada em associação com a TAF (Silveira, 2006).

Utilizando-se as taxas de aparecimento (TAF), expansão (TEF) e longevidade (DVF) das folhas, associadas a uma estimativa da densidade de perfilhos (DP), pode-se estudar as Taxas de Senescência Foliar (TSF) e crescimento da pastagem. Sendo assim, a taxa de senescência conseqüentemente influencia o acúmulo líquido de forragem. Depois de algum tempo, as primeiras folhas produzidas começam a senescer, mas como estas são de menor tamanho, a taxa de crescimento ainda permanece maior que a de senescência. Nesta fase, a taxa de acúmulo líquido de forragem é máxima. A partir daí, a taxa de senescência aumenta até se tornar igual à taxa crescimento (Silva, 2016).

Outra característica de grande importância é a Duração de Vida da Folha (DVF), esta é dada pelo tempo decorrido entre surgimento de uma folha e o início de sua senescência, determinando o equilíbrio entre o crescimento e a senescência e indicando o potencial do genótipo (Townsend, 2008), ou seja, influencia na duração de vida das folhas e o número de folhas vivas do perfilho (Alexandrino et al., 2005). Esta variável indica o teto potencial da espécie (máxima quantidade de material vivo por área) e serve como indicador da frequência de pastejo tanto para lotação contínua quanto para lotação rotacionada. O que permite manter índices de área foliar próximos da maior eficiência de interceptação e máximas taxas de acúmulo de forragem (Silveira, 2006).

Estas características morfogênicas do perfilho determinam as características estruturais do relvado (Gomide, 1997 apud Lopes, 2003), que são determinadas pelas variáveis: Número de Folhas Verdes por Perfilho (NFV), Comprimento Final de Folhas (CFF), Densidade de Perfilho (DP) e Índice de área folhar (IAF).

As características estruturais, assim como as características morfogênicas, são fortemente influenciadas pelas ações do ambiente como luz incidente sobre a planta, temperatura, disponibilidade hídrica e nutrientes presentes no solo.

No pasto, as características relacionadas aos perfilhos variam em função do manejo (Rêgo et al., 2002). O número de folhas que uma gramínea mantém por perfilho (NFV) é relativamente constante, sendo que o aparecimento de uma nova folha coincide com a morte da mais velha (Cabral, 2008). A avaliação da taxa de senescência e do número de folhas vivas por perfilho em estudos de pastagem, quando submetida a frequências de pastejo, pode ser de grande valia para verificar qual o momento exato ou pelo menos mais próximo da desfolhação, a fim de evitar grandes perdas por senescência (Silveira, 2006).

O Comprimento Final de Folhas (CFF) assim como as outras variáveis já descritas, também é influenciado por características morfogênicas (TAF e TEF), por meio de práticas de manejo, flutuações climáticas, comprimento da bainha, o nível de inserção da folha e o tipo de perfilho (*Ibid*, 2006).

A lâmina foliar é um importante componente para a produção de massa seca total da planta, destacando que, intercepta boa parte da energia luminosa, representa parte substancial do tecido fotossintético ativo, garantindo a produção de foto assimilados da planta (Coelho, 2006). Isto foi observado por Campos et al. (2007), que ao submeter a *Brachiaria* ao sombreamento notou que o sombreamento elevou o comprimento final de folhas (CFF) e Taxa de Expansão Foliar (TEF).

A variável Densidade de Perfilho (DP), por sua vez, é definida pelo número de perfilhos por planta, a produção de massa por perfilho dependente das TAF, TEF, TSF e da DVF. A produção de massa por área e a estrutura da pastagem são decorrentes da densidade de perfilhos no pasto, resultante do balanço entre as taxas de surgimento e mortalidade dos perfilhos (Bittar, 2017). O perfilhamento é influenciado por vários fatores relacionados ao ambiente e ao manejo adotado. Logo, a forma como determinada espécie e, ou, cv. demonstra sua capacidade de perfilhar serve como indicativo de resposta adaptativa a determinada situação ou região. Por exemplo, quanto maior a renovação de perfilhos em determinado cv, maior a renovação de tecidos e mais exigente essa planta, em termos de fertilidade do solo e manejo da desfolhação (Silveira, 2006).

O índice de área foliar é definido pela área que determinado número folhas ocupa e a área de solo preenchida pela cultura. Portanto, os processos de formação e desenvolvimento de folhas são fundamentais para o crescimento vegetal, ou seja, aumentam o IAF e, com isso aumentam a capacidade de interceptação luminosa do dossel, elevando a produção de forragem pelo aumento do número de perfilhos, TEF e DVF (Cabral, 2008).

O Mesmo autor afirma ainda que o primeiro conceito sobre IAF foi desenvolvido por Watson, que demonstrou que uma medida do tamanho do aparato fotossintético das plantas seria relevante para a comparação de produtividades agrícolas, desenvolvendo o conceito de índice de área foliar.

O IAF pode ser classificado em três níveis: ótimo, teto e crítico. Onde IAF “ótimo” é quando a planta pode captar toda a luz incidente, melhorando a produção de forragem. Quando 95% da luz incide sobre a planta o IAF passa a ser “crítico”, isto porque conforme diminui a intensidade de luz sobre as folhas inferiores a capacidade de absorção de luz também é reduzida. Em trabalho realizado por Cabral (2008), constatou-se que quando as taxas de acúmulo se equilibram com as perdas de forragem, o IAF é considerado “teto”.

Ao submeter gramíneas do gênero *Brachiaria* a diferentes níveis de sombreamento (0,18 e 50 %), Paciullo et al. (2008) não observou influência do sombreamento sobre o número de folhas verdes por perfilho, porém notou que a queda na densidade de perfilho (DP) foi compensada pelo aumento das taxas de expansão de folhas (TEF) sob sombreamento mais intenso. Assim, pode-se dizer então que, as respostas morfofisiológicas não estão inteiramente ligadas à capacidade produtiva das plantas, uma vez que os valores mais elevados em relação a estas variáveis não implicaram em maior produção de matéria seca nas forrageiras.

4. Conclusões e Sugestões

Ao avaliar os resultados obtidos quanto às características morfogênicas e estruturais, nota-se que o contraste entre as características morfofisiológicas e agronômicas pode estar ligado a mecanismos de adaptabilidade, onde mesmo com melhores respostas fisiológicas, houve queda na produção de matéria seca.

São necessários estudos para saber se as respostas morfofisiológicas são ou não ligadas à capacidade produtiva das plantas, e, além disso, que sejam realizados estudos para selecionar espécies com boa capacidade produtiva, adaptabilidade ao manejo e ambientadas às condições de clima, temperatura e luminosidade da região onde serão cultivadas. Sugere-se maiores estudos em relação à produção de gramíneas tropicais e seu comportamento no bioma amazônico.

Referências

Abib, M. C. S. (2017). *Adubação verde com ingá (inga edulis) em solo latossolo amarelo de quintais agroflorestais na Amazônia Central*. Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus.

Alexandrino, E., Nascimento Jr, D., Regazzi, A. J., Mosquim, P. R., Rocha, F. R., & Souza, D. P. (2005). Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. *Acta Scientiarum. Agronomy* . 27(1), 17-24. Maringá, PR.

Ambiel, A. C., Guaberto, L. M., Vanderlei, T. M., Neto, N. B. M. (2008). Agrupamento de acessos e cultivares de três espécies de *Brachiaria* por RAPD. II *Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal (II CLANA)* Palestra Técnica. São Paulo, SP. 2008.

Andrade, C. M. S., Valentim, J. F., Carneiro, J. C., & Vaz, F. A. (2004). Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 39(3), 263-270.

Araújo, R. A. S., Cunha, F. F., Wendling, I. J., Silva, C. F., Calazani, W. R., Emerick, J. A. N. (2011). Morfogênese e Crescimento do Capim-Marandu Consorciado com Coco-Anão sob Irrigação e Intervalos de Desfolha. *Bioscience Journal*, 27(6), 856-864.

Bernardino, F. S., & Garcia, R. (2009). Sistemas Silvipastoris. Pesquisa Florestal Brasileira. *Brazilian Journal of Forestry Research*. 10.4336/2009.pfb.60.77.

Bittar, D. Y. (2017). *Características morfológicas e acúmulo de biomassa de forrageiras irrigadas em ambiente de domínio de cerrado*. Dissertação de mestrado. IFGoiano.

Cabral, W. B. M. (2008). *Morfogênese e Produção de Biomassa em Brachiaria Brizantha CV Xaraés submetido a diferentes doses de Nitrogênio*. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, MT.

Campos, N. R., Paciullo, D. S. C., Tavela, R. C., & Costa, F. J. N. (2007). Dinâmica do Crescimento de Brachiaria decumbens Sob Condições de Sombreamento Natural e Radiação Solar Plena. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu – MG.

Carvalho, M. M., Freitas, V. P., & Xavier, D. F. (2002). Início de Florescimento, Produção e Valor Nutritivo de Gramíneas Forrageiras Tropicais sob Condição de Sombreamento Natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 7(5), 717-722.

Cecato, U., Skrobot, V. D., Fakir, G. M., Jobim, C. C., Branco, A. F., Galbeiro, S., Janeiro, V. (2007). Características morfogênicas do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(6).

Chapman, D., & Lemaire, G. (1993). Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress, 17, Palmerston North. *Proceedings Palmerston North*.

Coelho, J. R. M. (2006). *Avaliação comparativa entre dois cultivares de brachiaria humidicola sob pastejo na Embrapa gado de corte/MS*. Faculdades Integradas De Mineiros. Instituto De Ciências Agrárias Curso De Zootecnia. Mineiros, GO.

Costa, N. L., Magalhães, J. A., Townsend, C. R., Pereira, R. G. A., & Paulino, V. T. (2004). Sistemas Silvistoris em Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, Embrapa Rondônia. *Documentos*, 86. ISSN 0103-9865.

Costa, N. L., Townsend, C. R., Magalhães, J. A., Pereira, R. G. A., & Oliveira, J. R. C. (2004). Produção de Forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Sistema Silvistoril. *Comunicado Técnico* 278. ISSN 0103-9458. Porto Velho.

Cunha, C. A. H. *Relação entre comportamento espectral, índice de área foliar e produção de matéria seca em capim Tanzânia submetido a diferentes níveis de irrigação e doses de nitrogênio*. (2004). 173 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Dias-Filho, M. B., & Andrade, C. M. S. (2006). Pastagens no ecossistema do trópico úmido. In: *Simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros*, 2., Goiânia. Anais. Goiânia: SBZ.

Eggers, L., Cadenazzi, M., & Boldrini, I. I. (2004). Phyllochron of *Paspalum notatum* FL. and *Coelorhachis seloana* (HACK.) camus in natural pasture. *Scientia Agricola*. 61(4).

Ferreira, G. C. V., Miziara, F., & Couto, V. R. M. (2020). Pecuária em goiás: análise da distribuição espacial e produtiva. *REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA*.

Frade Silva, C. C .M. (2007). *Características Morfológicas e Anatômicas de Brachiaria decumbens Stapf (Poaceae) em um Sistema Silvistoril*. (Dissertação). Instituto de Agronomia Curso De Pós-Graduação Em Agronomia Ciência Do Solo.

Garcia, R., & Couto, L. (1997). Sistemas Silvistoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. In: *Simpósio Internacional Sobre Produção Animal Em Pastejo*. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. *Anais...* Viçosa , MG, Brasil. Suprema Gráfica e Ed. LTDA.

Gomide, J. A. (1997). Morfogênese e Análise de Crescimento de Gramíneas Tropicais. In: *Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pastejo*, 411-430.

IBGE - *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*, Contagem da População em 2017, publicado no Diário Oficial da União de 05/10/2017.

Kirchner, J. H., Robaina, A. D., Torres, R. R., Mezzomo, W., Ben, L. H. B.; Pimenta, B.D., & Pereira, A. C. (2019). Funções de produção e eficiência no uso da água em sorgo forrageiro irrigado. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*.

Lopes, B. A. Aspectos importantes da fisiologia vegetal para o manejo. Artigo (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia). (2003). Universidade Federal de Viçosa - Centro de Ciências Agrárias Departamento de Zootecnia, Viçosa, MG.

Martuscello, J. A., Jank, L., Gontijo Neto, M. M., Laura, V. A., Cunha, D. N. F. V. (2009). Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(7), 1183-1190.

Mendonça, E. A., & Batista, F. G. A. (2008). Os Efeitos da Irradiação Solar nas Plantas e as Características da Variável Meteorológica no Litoral Norte da Paraíba. *Revista de Biologia e Farmácia*. ISSN 1983-4209. 03(1), 93-100.

Monteiro, F. A., Ramos, A. K. B., Carvalho, D. D., Abreu, J. B. R., Daiu, J. A. S., Silva, J. E. P., & Natale, W. (1995). Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. Piracicaba, SP. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 52(1), 135-141. ISSN 0103-9016.

Moreira, G. R., Saliba, E. O. S., Maurício, R. M., Sousa, L. F., Figueiredo, M. P., Gonçalves, L. C., & Rodriguez, N. M. (2009). Avaliação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu em sistemas silvipastoris [Evaluation of *Brachiaria brizantha* cv. marandu in silvopastoral systems] *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 61(3), 706-713.

Nakai, E. S. (2016). *Quantificação da biomassa e estoque de carbono em diferentes coberturas vegetais por meio de sensoriamento remoto*. Tese doutorado. Escola Superior Luiz de Queiroz.

- Nascimento Júnior, D., & Adese, B. (2004) Acúmulo de biomassa na pastagem. In: II *Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem*. Viçosa, MG.
- Nunes, S., Gatti, G., Diederichsen, A., Silva, D., & Pinto, D. (2017). Oportunidades para restauração florestal no Estado do Pará / Belém, PA: Imazon; Curitiba: Conserve Brasil; Guaxupé: *Terra Nativa Gestão & Negócios*.
- Oliveira Filho, J. C. (2007). *Produção de Duas Gramíneas Tropicais Submetidas a Diferentes lâminas de Água e Doses de Nitrogênio e Potássio no Estado do Tocantins*. Tese. Universidade Federal de Viçosa, UFV. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.
- Oliveira, F. L., & Souto, S.M. (2001). Efeito do Sombreamento no Crescimento Inicial de Gramíneas Forrageiras Tropicais. Parte integrante de subprojeto Embrapa Agrobiologia. *Pesq. Agrop. Gaúcha*, 7(2), 221-226.
- Paciullo, D. S. C., Campos, N. R., Gomide, C. A. M., Castro, C. R. T., Tavela, R. C., & Rossiello, R. O. P. (2008). Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 43(7), 917-923.
- Pereira, A. S., et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Radin, B. (2002). *Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pelo tomateiro cultivado em diferentes ambientes*. 2002 140 f. Tese (doutorado Fitotecnia). Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre.
- Rêgo, F. C. A., Cecato, U., Canto, M. W., Martins, E. N., Santos, G. T., Cano, C. P., & Peternelli, M. Características Morfológicas e Índice de Área Foliar do Capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) Manejado em Diferentes Alturas, sob Pastejo1. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(5), 1931-1937, 2002.

Salman, A. K. D., Bentes-Gama, M. M., Cavalcante, M. V. B., Soares, J. P. G., Costa, J. R., & López, G. F. Z. (2008). Arborização de pastagem de braquiária com Leguminosas no Município de Porto Velho, Rondônia. *Comunicado Técnico 334* ISSN 0103-9458.

Silva, I., Raliuson, J., Maniçoba, A., Barroso, J. N., Leite, M. L., & Imbroisi, T. V. (2018). Estresse salino como desafio para produção de plantas forrageiras. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*.

Silva, M. A. V., et al. (2016). Influência das condições microclimáticas no crescimento do milho BR 106, cultivado sob sementeira direta. *Rev. de Ciências Agrárias*, Lisboa, 39(3), 383-394.

Silva, M. M. P., Vasquez, H. M., Smith, R. E. B., Silva, J. F. C., Erbesdobler, E. D., & Andrade Junior, P. S. C. (2005). Respostas morfogênicas de gramíneas forrageiras tropicais sob diferentes condições hídricas do solo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(5), ISSN 1516-3598.

Silva, S. C. (2004). Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: Simpósio Sobre Manejo Estratégico Da Pastagem, 2, *Anais...* Viçosa: II SIMFOR, 2004, 345-385.

Silveira, M. C. T. (2006). *Caracterização morfogênica de oito cultivares do gênero brachiaria e dois do gênero panicum..* Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG.

Sousa, L. F., Maurício, R. M., Gonçalves, L. C., Saliba, E. O. S., & Moreira, G. R. (2007). Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema Silvopastoril [Productivity and nutritional value of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu in a silvopastoral system]. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 59(4), 1029-1037.

Souto, S. M., Dias, P. F., Vieira, M. S., Dias, L., & Silva, L. L. G. G. (2009). Comportamento de plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetidas ao sombreamento. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, 40(2), 279-286, abr-jun. ISSN 1806-6690.

Townsend, C. R. (2008). *Características produtivas de gramíneas nativas do gênero Paspalum, em resposta à disponibilidade de nitrogênio*. 267 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Josilane Pinto de Souza – 50%

Cláudio Ramalho Townsend – 20%

Saulo Roberto do Carmo Araújo – 15%

Graciele Araújo de Oliveira – 15%