

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**ADAPTABILIDADE DO TRIGO MOURISCO NA REGIÃO DO
CERRADO**

LUCAS MINGOTTI DIAS

LUIZ AUGUSTO TAVARES DE OLIVEIRA

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017

ADAPTABILIDADE DO TRIGO MOURISCO NA REGIÃO DO CERRADO

LUCAS MINGOTTI DIAS
LUIZ AUGUSTO TAVARES DE OLIVEIRA

Orientador: PROF^a. Dra. VANDERLEIA SCHOENINGER

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte das exigências para conclusão do curso de
Engenharia Agrícola.

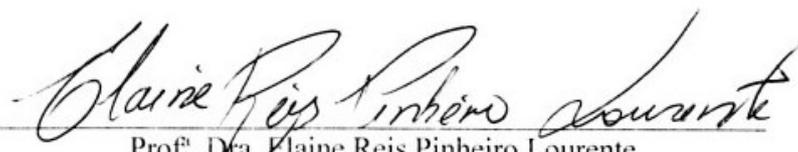
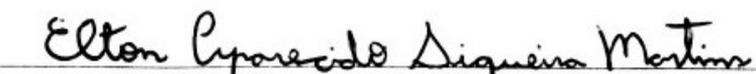
DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017

ADAPTABILIDADE DO TRIGO MOURISCO NA REGIÃO DO CERRADO

Por

Lucas Mingotti Dias
Luiz Augusto Tavares de OliveiraTrabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÍCOLA

Aprovado em: 16 de Agosto de 2017.


Prof.^a. Dra. Vanderleia Schoeninger
Orientador – UFGD/FCA
Prof.^a. Dra. Elaine Reis Pinheiro Lourente
Membro da Banca – UFGD/FCA
Prof. Me. Elton Aparecido Siqueira Martins
Membro da Banca – UFGD/FCA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

O48a Oliveira, Luiz Augusto Tavares De

Adaptabilidade do trigo Mourisco na região do cerrado / Luiz Augusto
Tavares De Oliveira, Lucas Mingotti Dias -- Dourados: UFGD, 2017.
35f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Vanderleia Schoeninger

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) -Faculdade de Ciências Agrárias,
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Fagopyrum esculentum. 2. Pseudocereais. 3. Forragem. 4. Cobertura do
solo. 5. Propriedades física. I Lucas Mingotti Dias II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, por nos dar sabedoria e iluminar nossa caminhada.

Aos nossos pais e familiares, por todo apoio e suporte oferecido.

À nossa orientadora Prof^ª Vanderleia Schoeninger pelas orientações transmitidas, pela paciência, pela confiança e pela amizade.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) pela oportunidade da realização da pesquisa.

Ao Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) e ao Ronaldo Hissayuki Hojo pelo fornecimento das cultivares de trigo mourisco IPR 91 e IPR 92.

À Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados e o Prof^º Roberto Carlos Orlando pela disponibilidade da área para realização do trabalho.

Aos Laboratórios de Nutrição animal e de Fertilidade do solo pela disponibilidade de espaços e equipamentos.

Aos Professores Elton Aparecido Siqueira Martins, Elaine Reis Pinheiro Lourente e Valdinei Cambuy Siqueira pelas sugestões para desenvolver este trabalho e pela amizade.

Aos Professores Eder Perreira Gomes e Jefferson Rodrigues Gandra por disponibilizar laboratórios.

Ao graduando do curso de Agronomia Alexander Cardoso Matos, pelo desenvolvimento das análises dos solos.

Aos amigos do curso de Engenharia Agrícola, em especial Jhon Lenon Correia, Jose Roberto Galvão, Nélio Rodrigo Canteiro Ojeda, Heuler Miranda, Vinicius Argemon Perreira Benites, Vinicius Duarte Pinto, Priscila Aryele Jara, Ruth Mayara Jara, Fabricio Dantas, Edmilson Massom, Kelvin Savio, João Pedro Rodrigues, Edinaldo da Silva, Débora Monteiro, Lucas Ferraz, Rafael Bigaton, Allan Henrique Pereira pela colaboração no desenvolvimento do trabalho e pela amizade.

Enfim, a todos que de uma forma ou outra contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Descrição.....	4
3.2. Origem do Trigo Mourisco	5
3.3. Utilização do trigo mourisco	8
3.4 Utilizações da planta como forragem.....	9
3.5 Trigo mourisco como alternativa no uso como planta de cobertura	11
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Caracterizações do efeito da cultura nas características microbianas do solo.....	15
4.2 Avaliações agronômicas ao longo do ciclo da cultura do trigo mourisco	17
4.3 Avaliações ao final do ciclo da cultura	17
4.5 Avaliação do potencial da cultura do trigo mourisco como forrageira	20
4.6 Análise estatística dos dados	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1 Descrição da evolução do ciclo da cultura nas condições empregadas.....	22
5.2. Resultados para as avaliações agronômicas ao longo do ciclo.....	23
5.3 Avaliações ao final do ciclo da cultura	24
5.4 Efeitos na biomassa microbiana e atributos químicos do solo.....	26
5.5 Avaliação do seu potencial como forragem	28
6. CONCLUSÃO	31
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

DIAS, Lucas Mingotti; OLIVEIRA, Luiz Augusto Tavares de. **Adaptabilidade do trigo mourisco na região do cerrado**. 2017. 35p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

O trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench L.) apresenta-se como uma cultura de pouca exigência nutricional, por conta disso é de fácil adaptação e desenvolvimento rápido. É também considerada como uma cultura de múltiplos usos, desde a alimentação animal e humano, até como planta de cobertura para o solo. A farinha obtida dos grãos do trigo mourisco não apresenta glúten em sua composição, sendo uma opção para dietas restritivas. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a cultura do trigo mourisco na região da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, com o acompanhamento de suas características agronômicas durante e ao final do ciclo vegetativo; aspectos de produção e propriedades físicas; efeito na biomassa microbiana do solo e o uso como espécie forrageira. A implantação da cultura em campo foi desenvolvida na área da Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), com histórico de sistema de plantio convencional, testando-se o genótipo de trigo Mourisco, cultivar IPR 92 Altar, com característica de ciclo tardio e porte alto. A semeadura foi realizada no final do mês de fevereiro de 2017, sem uso de correção e adubação na área, de forma manual utilizando-se espaçamento entre linhas de 0,40 m e densidade de semeadura de 40-45 sementes por metro linear. Durante o ciclo vegetativo as plantas foram avaliadas em 4 idades diferentes com ênfase nos principais parâmetros agronômicos. Nas mesmas idades da planta, foram também realizados cortes de planta inteira para avaliação da cultura no desempenho como forrageira no decorrer do ciclo. Após a colheita, verificaram-se parâmetros de produtividade, teor de água e propriedades físicas dos grãos. A cultura apresentou uma produtividade média de grãos de 1546 kg.ha⁻¹. A forragem de trigo mourisco apresentou aos 90 dias uma produção de massa verde de 27.393 kg.ha⁻¹, com teor de proteína de 20,33% aos 45 dias. O trigo mourisco apresentou desempenho satisfatório para as condições de manejo empregadas, sendo, portanto, uma opção para produção local tanto de grãos, quanto de forragem.

Palavras-chave: *Fagopyrum esculentum*; pseudocereais; forragem; cobertura do solo, propriedades físicas.

1. INTRODUÇÃO

O trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench L.), também conhecido como trigo sarraceno, tatarca, trigo mouro, ou trigo preto, é uma planta dicotiledônea pertencente à família Polygonaceae e não possui parentesco com o trigo comum (gênero *Triticum* L.), que é uma monocotiledônea da família Gramineae. A semelhança entre ambos está relacionada a suas composições químicas e a utilização do grão (ACQUISTUCCI; FORNAL, 1997), logo o mourisco é considerado um pseudocereal. Segundo Albino et al., (1986), estimam que o trigo mourisco pode chegar a uma produção de 3,2 ton.ha⁻¹. Porém, algumas áreas da região sul do Brasil, estão implantando a cultura a nível comercial e obtiveram na safra 2014/2015 produtividade de 1,5 ton.ha⁻¹ (FAEP, 2016).

Esta cultura é extremamente popular nas regiões montanhosas da China e em outros países no hemisfério Norte (ZHOU et al., 2012), e foi trazida ao Brasil por imigrantes poloneses, russos e alemães, por volta do início do século XX, para a região Sul do país (PACE, 1964).

O trigo mourisco é uma planta que possui folha larga, herbácea em que as flores se reproduzem durante um período de várias semanas. Os pequenos grupos de flores de coloração branca se desenvolvem rapidamente em sementes marrons triangulares (MYERS; MEINKE, 1994). O mourisco produz flores de uma forma indeterminada, e a floração muitas vezes ocorrem até a colheita (MYERS; MEINKE, 1994). O número de florações varia de acordo com o local onde a cultura se encontra, sendo de geralmente 5 a 6 durante o estágio vegetativo. Ainda de acordo com Myers e Meinke (1994), o trigo mourisco atinge uma altura geralmente de 0,6 a 1,30 metros e possui um sistema de enraizamento pivotante. Os ramos se formam principalmente na parte superior da planta e as folhas são alternadas e tem um formato de coração, geralmente apresentando 5 a 7 centímetros de comprimento (MYERS; MEINKE, 1994).

O mourisco é uma cultura que não possui características de muita exigência nutricional, por isso é de fácil implantação e rápido desenvolvimento inicial, com ciclos que variam de 85 a 110 dias, sendo então uma excelente opção para diversificar o sistema de rotação de culturas durante as janelas de safra (GONÇALVES et al., 2014). Myers e Meinke (1994) consideram que o trigo mourisco é uma planta rústica, de ciclo curto, de múltiplos usos e que têm sido redescoberta em vários países.

Um fato pelo qual a cultura voltou a ser utilizada e implantada em diversos lugares atualmente é devido ao seu potencial nutricional e farmacêutico. A farinha do trigo mourisco

não possui glúten, podendo ser recomendada então para pessoas com intolerância ou alergia a essa proteína. Seus grãos, feno ou silagem alcançam valores semelhantes ao valor nutritivo de gramíneas podendo então ser usado também, na alimentação de animais (SILVA et al., 2002).

Os grãos de trigo mourisco possuem proteínas, carboidratos e minerais como zinco, cobre e manganês (GONÇALVES et al., 2014), além de vitaminas como a vitamina A, do complexo B (B1, B2, B3, B6 e B12), vitamina C, E e K (TRUCOM, 2017). A recomendação da inclusão na alimentação humana se dá por apresentar esses componentes, substâncias que dão ao grão característica de fortificante natural (PAULÍČKOVÁ et al., 2004). O trigo mourisco também pode ser colhido ainda verde para a extração da rutina, um composto de glicosídico flavonol encontrado nas folhas da planta e de interesse farmacêutico (ALBERTA, 2001).

Outra utilização muito importante do mourisco é como planta de cobertura, adubação verde, devido à sua grande tolerância à acidez e capacidade de utilização de sais de fósforo e potássio pouco solúveis no solo, conseguindo assim ter um bom desenvolvimento em solos mais pobres (PASQUALETTO et al., 1999). De modo geral, observa-se que o mourisco é uma excelente opção como planta de cobertura de solo e recicladora de nutrientes, uma alternativa para sistemas de produção de grãos e forragem.

Pesquisas relacionadas à esta cultura são de grande interesse, visando preencher as lacunas que ainda existem sobre a utilização da mesma para diversas regiões do Brasil. Para a microrregião de Dourados, no sul do estado do Mato Grosso do Sul, na qual tem-se como base a agricultura a nível comercial, o trigo mourisco também poderá ser então analisado como uma alternativa agrícola.

2. OBJETIVOS

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a adaptabilidade e potenciais uso do trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench L.), cultivar IPR 92 Altar, na região da Grande Dourados, durante o período de entre safra.

2.1 Objetivos específicos

- Realizar o acompanhamento do ciclo vegetativo do trigo mourisco cultivar IPR 92 Altar, para quantificar a quantidade de dias após a semeadura ocorreu a emergência, primeira florada, maturação fisiológica e número de floradas ao longo do ciclo da cultura;
- Ao final do ciclo avaliar as características agronômicas: diâmetro do caule, altura de planta, números de sementes por plantas, massa seca, massa de 1000 grãos e produtividade total da cultura;
- Analisar a atividade microbiana no solo, ao final do ciclo vegetativo e realizar a comparação com outras espécies agrícolas implantadas em áreas próximas;
- Aferir as características físicas do grão colhido, através das determinações: tamanho, forma, teor de água, peso específico, área projetada, ângulo de repouso, circularidade e esfericidade;
- Avaliar o desempenho da cultura como espécie forrageira, com a avaliação ao longo do ciclo, do potencial de produção de massa verde, massa seca e teor de proteína bruta.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Apresenta-se neste capítulo a revisão de literatura que abordou os aspectos relativos à origem e descrição do principal objeto de estudo deste trabalho, o trigo mourisco. Logo foram discutidos assuntos relativos à origem da cultura, a variabilidade em sua utilização, os fatores importantes para que uma cultura possa ser considerada como forrageira, recicladora de nutrientes e promotora de condições ideais para o aumento da proliferação de microrganismos no solo.

3.1. Descrição

O Mourisco, *Fagopyrum esculentum* também conhecido como trigo mourisco, trigo sarraceno, tatarca, trigo mouro, ou trigo preto, é uma planta dicotiledônea pertencente à família Polygonaceae, não possui parentesco com o trigo comum que é uma monocotiledônea da família Gramineae (ACQUISTUCCI; FORMAL, 1997).

Planta herbácea anual com breve período vegetativo, a quantidade e qualidade dos seus grãos dependem das condições ambientais em que a planta irá desenvolver-se durante sua evolução vegetativa. É muito importante ter condições ideais para que o crescimento e desenvolvimento sejam bem sucedidos (OHMI OHNISHI, 2004). Suas folhas são largas, e a planta é alta e ereta podendo atingir uma altura de 0,60 a 1,30 metros produzindo assim vários ramos (MYERS; MEINKE, 1994). A planta possui um sistema radicular fasciculado bastante raso deixando de ser tolerante a seca (MYERS; MEINKE, 1994), com caule que não possui folhas e as plantas tendem a receber muitos hospedeiros, tais como: abelhas, mariposas, etc. A coloração do seu caule e das suas ramificações variam em cores de verde a vermelho e marrom (ALBERTA, 2001).

A floração ocorre em poucas semanas após a emergência e sua estrutura de frutificação são cachos compostos por flores agrupadas de cores branca, brancas tingido de rosa ou rosa escuro (CAMPBELL, 1997). A produção de flores é de forma indeterminada podendo estender-se até a colheita (MYERS; MEINKE, 2001). A cultura também tem hábito de crescimento não definido, logo não amadurece uniformemente (ALBERTA, 2001), a problemática disso são as perdas no momento da colheita do produto.

O trigo mourisco necessita de polinização cruzada para reproduzir sementes, então uma pesquisa realizada em Manitoba no Canadá, sugeriu que a cada acre deve-se ter uma

colônia de abelhas, convertendo em hectares, tem-se uma colônia de abelha para cada dois hectares (ALBERTA, 2001).

As sementes são revestidas por um tegumento grosso muito justo ao grão, que possui uma coloração marrom, cinza ou preta; e seu tamanho varia de acordo com a variedade, mas geralmente tem um comprimento de 5 a 7 milímetros, e uma espessura de 3 a 4 milímetros, elas são largas na base e triangulares em seção transversal (ALBERTA, 2001).

3.2. Origem do Trigo Mourisco

A palavra trigo mourisco foi introduzida pelos escoceses, com base em dois termos anglo-saxões, boc (faia) e whoet (trigo). Foi usada a palavra faia pelo fato de que o fruto da planta era muito parecido ao da beechnut (ALBERTA, 2001). Beechnut, também é conhecida como faia-europeia, que é uma noz oleaginosa comestível, com forma semelhante ao trigo mourisco, comum na Europa central podendo ser encontrada também no leste dos Estados Unidos. Já a palavra trigo foi usada pela população porque o grão de trigo mourisco era, e até hoje é usado da mesma maneira que o trigo comum. Esse termo é um tanto quanto contraditório, pois o trigo mourisco não pertence à família das gramíneas e também não é considerado um cereal verdadeiro, devido à semente e ao tipo da planta (ALBERTA, 2001). As principais espécies de trigo mourisco que são cultivadas no mundo são o trigo mourisco comum (*Fagopyrum esculentum*) e o trigo mourisco tartaria (*Fagopyrum tartaricum*) (OHNISHI, 2004)

Para De Candolle (1883), o trigo mourisco é originário da Sibéria ou em alguma área do Rio Amur, região no sul da Rússia e divisa com a China. Sua hipótese baseava-se principalmente em estudos relacionados a textos escritos por biólogos russos, sobre a existência do trigo mourisco selvagem (OHNISHI; 2004), ou seja, nenhum nome de trigo mourisco foi encontrado em artigos Chineses e Indianos, o que se questiona que o trigo mourisco não é originário da China e nem da Índia (DE CANDOLLE, 1883; OHNISHI, 2004). Mas mesmo assim muitos pesquisadores afirmam que o trigo mourisco é originário da China.

Na segunda metade do século XIX, pesquisadores botânicos da Rússia fizeram expedições para a China. Então os mesmos encontram espécies de trigo mourisco selvagem crescendo no sul do país. Myers e Meink (1994), consideraram que a cultura do trigo mourisco foi uma das pioneiras entre todas as culturas a serem domesticadas na Ásia, e já era usada para alimentação humana na China anos atrás. Mesmo tendo algumas contradições a

grande maioria, dos pesquisadores afirma que o local de origem do trigo mourisco foi na Ásia, mais especificamente no país da China.

Tatsumi e Marui (2012), também afirmam que a cultura se originou no continente asiático. A hipótese de que o cultivo na China vem há cerca de 200 a.C., sendo usado como medicamento e pouco na alimentação. De acordo com o mesmo autor, ao ser introduzido no Japão o grão ganhou forças e se tornou um excelente aliado na culinária japonesa, local onde a cultura também passou a ser cultivada.

De acordo com Campbell (1997), o trigo mourisco só chegou à Europa através da Rússia por meio de rotas de comércio e assim seguiu seu caminho pelo mundo juntamente com os colonos (ALBERTA, 2001). Devido ao seu curto período de ciclo vegetativo e por ser uma planta rústica, com potencial de germinação em solos deficientes, caiu na graça da população pobre da Europa agrária e se tornou uma salvação para esse povo durante o período da idade média (ALENCASTRO, 2014).

De acordo com Li e Zhang (2001), e Bonafaccia; Marocchini e Kreft (2003) os maiores produtores de trigo mourisco no mundo eram China, Rússia, Cazaquistão e Ucrânia. Atualmente, segundo dados da FAO (2014) apresentados na Tabela 1, apenas o Cazaquistão deixou de fazer parte do grupo de maiores produtores do mundo, devido a uma queda de produção e de área cultivada entre os anos de 2013 e 2014. Também houveram mudanças na liderança do ranking, a Rússia passou a frente da China, com maior área cultivada e produção mundial. Segundo Alberta (2001) a China representava no ano 2000, 38% da área cultivada no mundo, apresentando área cultivada de 1.071.000 ha, porém no ano seguinte ocorreu naquele país uma queda de aproximadamente 20% em sua área cultivada, e continuou apresentando leves reduções nos anos seguintes, enquanto a Rússia vinha se estabilizando em áreas cultivadas um expressivo aumento de 28% no ano de 2007, passando assim a China e assumindo o ranking de produção mundial (FAO, 2014).

Outros países como Brasil, Eslovênia, Polônia, Hungria, Estados Unidos, Canadá, França, também produzem o trigo mourisco, mas em escalas menores em relação aos demais citados anteriormente (KREFT et al., 1999). Atualmente de acordo com a FAO (2014) a área contabilizada com produção de trigo mourisco é de aproximadamente 2 milhões de hectares com produção de 1,95 milhões ton, com uma produtividade média de $1000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tabela 1 Dados de área colhida (ha) e produção (ton) dos principais países produtores de de trigo mourisco no ano de 2014

Ranking	País	Área Colhida (ha)	Produção (ton)
1º	Rússia	712.047,00	661.764,00
2º	China	708.000,00	564.900,00
3º	Ucrânia	136.700,00	167.440,00
4º	França	30.100,00	111.300,00
5º	Polônia	62.710,00	83.499,00
6º	EUA	78.000,00	83.000,00
7º	Brasil	49.000,00	64.000,00
8º	Cazaquistão	64.481,00	46.530,00
9º	Japão	59.900,00	31.100,00
10º	Eslovênia	1.551,00	1.279,00
11º	Hungria	500,00	530,00
12º	Canadá	384,00	401,00
Total Mundial		2.011.289,00	1.924.082,00

Fonte: FAO (2014)

Os Estados Unidos e o Canadá são os países mais próximos ao Brasil que produzem trigo mourisco. Segundo Myers e Meink (1994), na metade do século XIX, nos EUA cultivaram-se mais de 400 mil hectares do vegetal, e de acordo com a Alberta (2001) o auge de produção no Canadá foi ao final da década de 70, atingindo mais de 60 mil hectares de área. Segundo dados da FAO (2014), o Canadá fazia parte do grupo de grandes produtores, porém a partir de 2003 ocorreram quedas bruscas na produção do mourisco, chegando ao ponto de não apresentar áreas cultivadas nos anos de 2008 a 2011, voltando a produzir somente no ano seguinte.

Se tratando de Brasil, Pace (1964) aponta que o trigo mourisco foi introduzido no país por meio da chegada de imigrantes, poloneses, russos e alemães, no início do século XX na região sul, região está onde atualmente encontra-se a maior produção nacional, e a cultura só se difundiu no país após os anos de 1930. A produção se manteve em uma regularidade, e com o tempo aumentou, após um século a cultura apresentava relativa importância na economia nacional, pois além do cultivo para o consumo das famílias, os agricultores tem a opção de exportação do grão, especialmente para o mercado asiático (EPAGRI CIRAM, 2013). Estima-se que entre os anos de 1966 a 1974, o Brasil tenha exportado cerca de 190 mil ton para o Japão e Europa (TURCOM, 2017).

Com o passar do tempo, o mourisco perdeu espaço no Brasil para culturas como soja, milho, commodities expressivas no mercado interno e externo. Na verdade é que o trigo

mourisco só resistiu todo esse tempo no país pelo fato de que as famílias brasileiras de descendências européias continuaram a cultivar o vegetal como seus ancestrais e o passaram de geração para geração (EPAGRI CIRAM, 2013). De alguns anos para cá, isso vem mudando, pois órgãos como EPAGRI, IAPAR e empresas de revenda no estado do Paraná, assim como pesquisas em universidades, vem abordando assuntos relativos a cultura com maior frequência, e assim demonstrando seus benefícios para agricultores e população em geral.

3.3. Utilização do trigo mourisco

O objeto de estudo desta pesquisa pode apresentar diversos usos. Pode-se citar entre eles a substituição de algumas culturas na alimentação animal (FERREIRA et al., 1983; GÖERGEN et al., 2012; FURLAN et al., 2006), pois seus grãos, fenos ou silagem podem alcançar valores nutricionais semelhantes aos das gramíneas, por exemplo (SILVA et al., 2002).

Na alimentação humana, devido ao seu potencial nutricional e por não possuir glúten em sua composição, o trigo mourisco pode ser indicado para pessoas com intolerância ou alergia à esta combinação proteica (SILVA et al., 2002). O uso das farinhas, integrais ou não, pode estar presente nas massas de pães, bolos, biscoitos, entre outros usos. Além disso, poderá compor base para a elaboração de bebidas como a cerveja, produzida após fermentação com substituição do trigo e cevada e malteação do mourisco. Outros usos são em pratos frios, em que o grão com casca é primeiramente submetido ao cozimento prévio e em seguida adicionado à saladas, por exemplo.

Apicultores se interessam no cultivo da cultura devido ao seu grande número de floradas no decorrer do período vegetativo, ocasionando em uma enorme fonte de nectar, beneficiando a produção de mel (ALBERTA, 2001). Segundo Trucom (2017), a produção pode atingir cerca de 110 a 170 kg de mel.ha⁻¹. Gheldof e Engeseth (2002) relatam em pesquisas que o mel proveniente do néctar do trigo mourisco apresenta maior capacidade antioxidante do que o mel de outras fontes.

O trigo mourisco pode ser colhido ainda verde para a extração de rutina. A rutina e outros flavonóides são metabólitos secundários encontrados nas plantas. Esses metabólitos são sintetizados nas plantas a fim de protegê-las contra as radiações ultravioletas, microorganismos e predadores herbívoros. O mourisco é uma das poucas culturas de campo

que contém rutina em sua composição, a cultura é considerada um alimento funcional pelo fato de obter rutina e outros componentes valiosos em sua constituição (GERME, 2001).

De acordo com Griffith et al., (1944) e Schilcher et al., (1990) a rutina é usada na medicina para impedir a fragilidade capilar, tratamento nos vasos sanguíneos contra doenças hemorrágicas e pressão arterial elevada. Segundo o mesmo autor, nas folhas do trigo mourisco é a parte na planta onde se encontra a maior quantidade de rutina (ALBERTA, 2001).

O trigo mourisco é muito utilizado na alimentação porque é considerado um alimento energético com concentração expressiva de nutrientes. Pode apresentar-se na forma de farelos, sendo encontrado, por exemplo como farelo integral, apresentando maior conteúdo de fibras. Outra vantagem é que o grão não possui glúten e na sua composição proteica, logo atende mercados que necessitam substituir o trigo, aveia, cevada na produção de pães, massas, biscoitos, cervejas entre outros (TRUCOM, 2017).

A utilização do trigo mourisco varia de acordo com a região. A Rússia, por exemplo, utiliza o produto em grande escala na alimentação humana, e a forma como é usada é simples, os grãos são ingeridos torrados semelhantes aos da soja como empregada no Brasil, também são fervidos e consumidos como um creme e pode acompanhar o arroz (ALENCASTRO, 2014). Nos EUA os grãos do trigo mourisco são processados e vendidos na forma de farinha, mas a planta é mais utilizado como uma cobertura de solo, adubação verde e na produção de mel (MYERS; MEINKE, 1994). De acordo com Alencastro (2014), os franceses usam a farinha na produção de pães e crepes. No Japão, os consumidores utilizam a farinha para produzir o macarrão do trigo, que nada mais é que o famoso “soba” (ALBERTA, 2001), e também utilizam as cascas do grão com alternativa de resíduos, reaproveitando as cascas na fabricação de travesseiros (ALENCASTRO, 2014). De acordo com Alberta (2001), o Japão é um dos maiores consumidores de trigo mourisco no mundo. Segundo Truncom (2017), na cultura judaica o mourisco é usado para alimentação, confeccionando um creme chamada de kache. Os ucranianos também usam na alimentação no dia-a-dia e o chamam de hretchka. Pelo que se observa no Brasil, a produção dos grãos tem a finalidade de exportação, sendo pouco utilizado na gastronomia brasileira.

3.4 Utilizações da planta como forragem

O Brasil é um país que possui condições climáticas ideais para o desenvolvimento de plantas herbáceas, além de uma ampla área territorial, com condições para um bom desenvolvimento da pecuária (ALENCASTRO, 2014).

De acordo com a Embrapa (2006), existem varias espécies de plantas que podem ser empregadas como forragem na alimentação de ruminantes. As espécies são classificadas de acordo com alguns fatores como o período de desenvolvimento da planta, ou seja, inverno ou verão, quanto ao seu ciclo vegetativo, se é anual ou perene e o tipo de família no qual as plantas pertencem, sendo que as mais utilizadas são as gramíneas e as leguminosas. Segundo Barbosa, (2004) a forragem pode ser utilizada in natura, ou nas formas pré-secado, silagem ou feno.

As plantas que pertencem às famílias leguminosas e gramíneas são consideradas de qualidade quando empregadas como forrageiras, pois apresentam características de boa qualidade nutricional (BARBOSA, 2004). Porém, para a escolha de uma espécie forrageira necessita-se avaliar alguns fatores como a sua produtividade e propriedades nutritivas, adaptação ao clima da região e o tipo de solo do local (EMBRAPA, 2006).

Quanto à determinação da qualidade de uma forrageira deve-se considerar a idade de corte e estágio de maturação da planta. Se a planta estiver com seu estágio vegetativo avançado os conteúdos de proteína, energia, cálcio e fósforo, e também a matéria seca tendem a diminuir, já a concentração de fibras FDN (fibra em detergente neutro), FDA (fibra em detergente ácido) e lignina tendem a aumentar (BARBOSA, 2004).

No período de seca, o desenvolvimento das plantas com a finalidade de forragem tende a ser prejudicado, por isso produtores elaboram estratégias a fim de diminuir as ocorrências de baixa produtividade. Uma das estratégias é a utilização de plantas de ciclo vegetativo curto e resistentes, levando em conta todos os fatores estudados como foi citado acima, para que obtenha uma forragem de qualidade (GÖRGEN et al., 2013). Produtores vêm então utilizando a cultura do trigo mourisco como uma alternativa a fim de substituir culturas de grãos como milho, soja e sorgo, especialmente devido o fato da cultura se desenvolver com facilidade em qualquer tipo de solo inclusive em solos ácidos e pouco férteis e ser resistente ao clima seco e frio (GÖRGEN et al., 2013). De acordo com o mesmo autor, apesar dos grãos do mourisco já serem utilizados na alimentação de animais, a parte superior da planta pode ser aproveitada na forma de feno e silagem. Lembra quando citado que Barbosa, (2004) descreveu que espécies das famílias das leguminosas e gramíneas eram consideradas boas para forragem devido a sua qualidade, pois bem, o trigo mourisco que pertence à família Poligonaceae pode alcançar valores nutritivos semelhantes das mesmas (SILVA et al., 2002).

Klein et al., (2010), realizaram trabalhos com o objetivo de avaliar a qualidade da forragem utilizando o trigo mourisco aos 51 dias após germinação e verificaram que a cultura

apresentou resultados importantes para alimentação animal, principalmente para gado leiteiro no outono.

3.5 Trigo mourisco como alternativa no uso como planta de cobertura

O sistema de preparo de solo vem sendo praticado desde os tempos antigos quando o homem deixou de ser nômade e passou a praticar agricultura. Devido a essas práticas, consequentemente com o passar do tempo houveram mudanças no ecossistema natural para um agroecossistema; o que implicou alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos dos solos (OADES, 1984).

Na década de 90 utilizava-se prioritariamente o sistema de preparo convencional (SPC), e este até hoje ainda é empregado em escalas menores no país. Esse sistema tem como característica o revolvimento do solo para a eliminação de plantas invasoras, a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, podendo manter ou melhorar seu poder produtivo. Devido a esse revolvimento intenso do solo para a implantação das culturas, o mesmo fica desprotegido e exposto a qualquer tipo de fator natural, como por exemplo a erosão, impacto das gotas da chuva, lixiviação, carregamento de nutrientes entre outros (VOLK et al., 2004). Perante estes fatores e com necessidades de reverter problemas presente nas áreas agrícolas, emprega-se o sistema de plantio direto (SPD), sistema no qual não se promove o revolvimento do solo e são mantidos restos culturais sob a superfície, deixando o mesmo com uma cobertura vegetal em sucessão ou consorciadas (FIORIN, 2008).

A cobertura vegetal imposta sob o solo promove vários benefícios ao mesmo, podendo ocorrer uma proteção contra erosões e impacto das gotas da chuva, ocorre um aumento na infiltração de água no solo; a cobertura vegetal faz com que solo se mantenha com um teor de água mais elevado por mais tempo fazendo com que ocorra favorecimento na absorção de nutrientes pelas raízes da planta. Outro fator importante é que em solos que são revestidos pela cobertura vegetal por longos períodos, normalmente observa-se, um crescimento no teor de matéria orgânica, aumentando assim os nutrientes, consequentemente melhoram-se os atributos químicos (FIORIN, 2008). Segundo o mesmo autor, com a decomposição da cobertura vegetal ocorre um o aumento de atividade biológica no solo que é responsável pela reciclagem de nutrientes, levando a uma alteração na dinâmica dos nutrientes e na nutrição das plantas.

Segundo Canalli (2017), na atualidade não existe mais a discussão se deve-se ou não realizar a pratica do sistema do plantio direto, mas sim em como realizar com qualidade.

Sendo assim para a consolidação de um SPD de qualidade existem alguns requisitos como a produção de biomassa, adição contínua de matéria orgânica ao solo, rotação de culturas na área, entre outros.

De acordo com a Embrapa (2011), as principais plantas usadas como cobertura de solo são as gramíneas, leguminosas e as plantas nativas. As plantas empregadas como cobertura vegetal necessitam possuir atributos como: alta produção de matéria seca, alta taxa de crescimento, apresentar certa resistência a seca e ao frio, não oferecer riscos de infestação nas áreas agrícolas. Além disso devem ser de fácil manejo e sistema radicular com profundidade suficiente para reciclar os nutrientes, e por fim apresentarem uma alta relação Carbono/Nitrogênio, uma vez que é essa relação que determina sua taxa de decomposição (EMBRAPA, 1996). Segundo Canalli (2017), o que se espera das plantas de cobertura no solo é fixação de N, acréscimos de carbono, palhadas com decomposição lenta, promoção de melhoria na estrutura do solo e na infiltração de água, além de outros efeitos como o controle de plantas invasoras e de doenças. Como apresentado por Menezes e Leandro (2004), as médias da relação C/N e parâmetros de macronutrientes e micronutrientes contidos na fitomassa de trigo mourisco produzido na região de Goiânia-GO (Tabela 2).

Tabela 2. Médias da relação C/N e teores de C, N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn na fitomassa de trigo mourisco produzido na região de Goiânia-GO.

Parâmetro	Quantidade
Relação Carbono Nitrogênio	22,59
Carbono (dag.kg ⁻¹)	64,00
Nitrogênio (dag.kg ⁻¹)	3,07
Fósforo (dag.kg ⁻¹)	0,17
Potássio (dag.kg ⁻¹)	3,41
Calcio (dag.kg ⁻¹)	4,28
Magnésio (dag.kg ⁻¹)	0,42
Enxofre (dag.kg ⁻¹)	0,14
Cobre (mg.kg ⁻³)	15,08
Ferro (mg.kg ⁻³)	794,03
Manganês (mg.kg ⁻³)	53,72
Zinco (mg.kg ⁻³)	31,17

Fonte: Menezes e Leandro (2004).

As plantas que são utilizadas com propósitos de adubação verde não devem competir com as culturas de porte de mercado, ou seja, culturas de alta renda econômica, com isso as mesmas devem ser semeadas após a colheita da cultura principal (FIORIN, 1999). Menezes e

Leandro (2004), desenvolveram trabalhos de pesquisa no estado de Goiás Brasil, avaliando algumas espécies de plantas para serem empregadas como adubo verde com potencial no uso de plantio direto, demonstrando que o trigo mourisco foi a espécie competente na extração de N, K e Ca; recomendando a importância de conhecer novas espécies de genéticas e famílias diferentes, com o propósito de adequar a melhor espécie para diferentes condições, como mostrado na Tabela 2.

De acordo com Klein et al., (2010), o trigo mourisco pode ser usado como adubo verde ou planta de cobertura pelo fato de que possui uma grande tolerância à acidez e habilidades de utilização de fósforo e potássio escassos no solo do cerrado, conseguindo desenvolver-se em solos pobres. Resultados apresentados pelos mesmos autores, em trabalhos no estado do Rio Grande do Sul, indicaram que a cultura é de fácil implantação e rápido desenvolvimento inicial, podendo atingir massa verde de até 30 ton.ha⁻¹ e massa seca de 7 ton.ha⁻¹ com uma altura média de 1,30 m aos 72 dias após a semeadura.

A cultura ainda se destaca pelo eficiente controle de plantas invasoras, tanto de espécies dicotiledôneas quanto monocotiledôneas, devido ao uso do mourisco como planta de cobertura (PASQUALETTO et al., 1999). Os restos vegetais da planta decompõem-se rapidamente e devolvem para o solo o nitrogênio e outros minerais que haviam sido absorvidos, fazendo com que estejam disponíveis para a próxima cultura. A matéria orgânica resultante, melhora a qualidade física e a capacidade do solo em reter água (OPLINGER et al., 1989).

O uso de culturas de cobertura é um importante melhorador da qualidade do solo, além de melhorias físicas, promovem um incremento na ciclagem de nutrientes, imobilizados na fitomassa. Após a decomposição, são liberados para o solo devido à ação da própria biomassa microbiana do solo (C-BMS). Os microrganismos que atuam neste processo, constituem também em uma reserva lábil de nutrientes, que rapidamente é disponibilizada para o solo, em virtude do baixo tempo de vida dos microrganismos (CARNEIRO et al., 2008).

Essa biomassa microbiana é sensivelmente influenciada por condições de temperatura, umidade, atributos físicos e químicos do solo o que faz dela um sensível indicador de qualidade do solo e sistema de manejo adotado (SINGH et. al., 2010).

A importância do uso de indicadores microbiológicos no estudo ambiental é estratégica. Segundo Karhu et al., (2015); a reserva de carbono do solo é cerca de quatro vezes maior que na biomassa das plantas. Em sistemas de manejo em que há maior ou menor temperatura do solo, há uma resposta da comunidade microbiana que pode contribuir tanto

para aumentar quanto para diminuir o impacto dos sistemas agrícolas sobre a perda de carbono no solo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A implantação da cultura do trigo mourisco em campo foi realizada em uma área da Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada em Dourados, Mato Grosso do Sul (MS) com 22° 13' 58,656'' de latitude Sul e 54° 59' 28,521'' de longitude Oeste, e altitude média de 420 metros. O solo da área experimental apresenta textura argilosa é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (Embrapa, 2006), e suas frações são 51,4% de argila, 22,0% areia e 26,6% silte. O clima na região é classificado segundo Köppen como Cwa (Clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos). A data de implantação da cultura foi em 26/02/2017.

Foi avaliado o genótipo de trigo Mourisco (*Fagopyrum esculentum* Möench L.), cultivar IPR 92 Altar com característica de ciclo tardio e porte alto. As sementes foram obtidas com pesquisadores do Instituto Agrônômico do Paraná, desenvolvedor das cultivares hoje disponíveis comercialmente, IPR 92 Altar e IPR Baili 91.

O experimento foi alocado em blocos na área experimental, sendo estabelecidos 8 blocos, divididos em parcelas com as dimensões de 5 x 3,5 m. O plantio foi realizado manualmente com aberturas em sulcos com espaçamento de 0,40 m entre linha, com profundidade de semeadura de 5 cm, utilizando-se densidade de semeadura de 40-45 sementes por metro linear. A área apresentava histórico de plantio convencional e o solo foi preparado previamente através de gradagem, também não foram utilizadas adubação e correção do solo no momento da implantação da cultura. Os tratos culturais consistiram apenas em capinas manuais entre as parcelas, e apenas uma capina manual nas linhas de plantio aos 20 dias após a emergência das plantas.

4.1 Caracterizações do efeito da cultura nas características microbianas do solo

Segundo relatos históricos da área, um ano antes da implantação da cultura era praticada uma sucessão de cultura entre soja e milho com correção do solo por adubação. Antes da implantação da cultura do trigo mourisco foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-10 cm, para caracterização química segundo metodologia de Claessen (1997).

Realizaram-se as seguintes análises: pH, carbono orgânico; fósforo disponível, potássio, cálcio e magnésio trocáveis; acidez potencial (ou H+Al) e alumínio trocável (tabela 3).

Tabela 3: Caracterização química do solo antes da implantação da cultura

Parâmetro	Quantidade
pH (CaCl ₂)	5,9
pH (H ₂ O)	6,5
Matéria orgânica (g.dm ⁻³)	21
Fósforo (mg.dm ⁻³)	10
Potássio (mmol _c .dm ⁻³)	4,9
Calcio (mmol _c .dm ⁻³)	69
Magnésio (mmol _c .dm ⁻³)	21
Acidez potencial (mmol _c .dm ⁻³)	30
Alumínio (mmol _c .dm ⁻³)	0
Soma de bases (mmol _c .dm ⁻³)	94
Capacidade de troca de cátions (mmol _c .dm ⁻³)	125
Saturação por bases (%)	76
Cobre (mg.dm ⁻³)	7,7
Ferro (mg.dm ⁻³)	14
Manganês (mg.dm ⁻³)	60
Zinco (mg.dm ⁻³)	2,1
Relação Ca/Mg	3
Relação Ca/K	14
Relação Mg/K	4

Para verificação do efeito da implantação da cultura do trigo mourisco na atividade microbiana do solo foram coletadas amostras no dia 21/06/2017 em cinco áreas distintas. As culturas presentes nas áreas de coleta eram mandioca, nabo forrageiro, trigo mourisco cultivar IPR 91 Baili, trigo mourisco IPR 92 Altar e a testemunha. Entre estas cinco áreas citadas somente nas da área testemunha e com trigo mourisco cv. Altar não havia presença de cultura no dia da coleta das amostras.

Para avaliar a atividade microbiana foram coletadas amostras de solo, com uma profundidade de 0 a 10 cm. A análise do carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) foi realizada pelo método da fumigação-extração, adotando-se o fator de correção para eficiência de extração (k_{ec}) igual a 0,33 (VANCE et al., 1987). O $C_{orgânico}$ foi determinado pelo método de Mebius e a respiração basal (C-CO₂) foi obtida pelo método da respirometria

(evolução de CO₂). O quociente microbiano (*q*MIC), expresso em porcentagem, foi calculado pela seguinte equação:

$$qMIC = \left(\frac{C-BMS}{C_{org}} \right) \times 100 \quad (1)$$

O quociente metabólico (*q*CO₂), foi obtido pela divisão dos valores da respiração basal pelo do carbono microbiano (μ CO₂.μg C-BMS h⁻¹).

4.2 Avaliações agronômicas ao longo do ciclo da cultura do trigo mourisco

Ao longo do ciclo do trigo mourisco foram avaliadas características da cultura, tais como altura de planta, número de folhas, número de cachos, número de grãos, diâmetro do caule, altura da primeira ramificação e profundidade da raiz. Essas aferições foram realizadas em 10 plantas selecionadas aleatoriamente em cada parcela de produção aos 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência.

4.3 Avaliações ao final do ciclo da cultura

Ao final do ciclo da cultura a colheita dos grãos foi realizada com o corte manual da planta inteira sem o emprego de dessecação aos 100 dias após a emergência. As plantas foram mantidas sob lonas plásticas, em um barracão de armazenagem sob condições ambientais durante o período de 15 dias, sendo revolvida para aeração, após, foi realizada a debulha mecanizada em uma trilhadora de soja. A secagem dos grãos foi então realizada naturalmente através da ação solar em terreiro aberto com constantes revolvimentos do produto. Em seguida os grãos foram limpos através da separação em peneiras de vários diâmetros tais como: 1,75x22 mm, 3,00 mm, 4,0x10 mm, 4,76x22 mm e 5,0mm. Após estas etapas, os mesmos foram dispostos em embalagens plásticas e encaminhados ao laboratório de Propriedades Físicas de Produtos Agrícolas, nas dependências da Faculdade de Ciências Agrárias, da UFGD, para a realização das análises descritas a seguir.

Foi determinada a produtividade da cultura realizando-se a colheita em 1m² de área útil de cada parcela, corrigindo-se os valores para o teor de água da massa para 13% base úmida. Foi aferida também a massa de 1000 grãos, (Brasil, 2009).

O teor de água dos grãos (b.u) foi determinado conforme a metodologia descrita na RAS (BRASIL, 2009), utilizando-se o método padrão de estufa, onde foram colocadas amostras de 30g de trigo mourisco em estufa de circulação de ar forçada, a uma temperatura

de 105 ± 3 °C por 24 horas, ou até obtenção de uma massa constante; aplicando-se a, Equação 2:

$$T.a = \frac{(M_i - M_f)}{M_i} \times 100 \quad (2)$$

Na qual:

T.a = Teor de água em base úmida (%)

M_i = Massa inicial do grão (g).

M_f = Massa final do grão (g).

Para determinação da massa específica aparente (ρ_{ap}) dos grãos de trigo mourisco foi utilizada uma balança de peso hectolítrico com um volume de 250 ml, realizando-se 5 medições. Em cada medição preencheu-se o volume da balança de peso hectolítrico com os grãos e em seguida aferiu-se a massa do volume de produto em uma balança com resolução de 0,01 g (PARDE et al., 2003).

A massa específica unitária, ou real, foi determinada utilizando-se 4 repetições de 25 grãos escolhidos ao acaso, que com o auxílio de um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm tiveram suas dimensões aferidas, tais como, comprimento (a), largura (b) e espessura (c), expressos em mm. Para determinação do volume de cada grão de trigo mourisco, foram utilizadas as Equação 3 e 4, proposta por Jain e Bal (1997) e também utilizadas por Unal et al., (2017), considerando o produto como um corpo cono-esférico:

$$Vg = \frac{(\pi D^2 a^2)}{6 (2a - D)} \quad (3)$$

$$D = (b c)^{0,5} \quad (4)$$

Na qual:

Vg = volume do grão (mm³)

a = comprimento ou maior dimensão (mm);

b = largura ou dimensão media (mm);

c = espessura ou menor dimensão (mm);

D = média geométrica entra as medidas “b” e “c” do produto.

Depois da obtenção do valor do volume e a massa de cada grão, foi determinada a massa específica unitária pela Equação 5:

$$\rho_u = \frac{M_g}{V_g} 10^6 \quad (5)$$

Na qual:

ρ_u = massa específica unitária ($\text{g} \cdot \text{mm}^{-3}$)

M_g = massa de um grão de trigo mourisco (g);

V_g = volume do grão (mm^3);

A porosidade da massa dos grãos foi determinada por meio da Equação 6:

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_u}\right) 100 \quad (6)$$

Na qual:

ε = porosidade (%)

ρ_a = Massa específica aparente ($\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

ρ_u = Massa específica unitária ($\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$);

A circularidade (C), que é expressa em porcentagem, dos grãos de trigo mourisco foi determinada pela Equação 7, (MOHSENIN, 1986):

$$C = \frac{b}{a} 100 \quad (7)$$

O diâmetro médio geométrico (D_g), em mm, foi determinada pela Equação 8:

$$D_g = \sqrt[3]{a b c} \quad (8)$$

A esfericidade do grão do trigo mourisco foi calculada de acordo com a Equação 9, baseando-se na metodologia também utilizada por Zewdu e Solomom (2007).

$$E_s = \frac{D_e}{D_c} 100 \quad (9)$$

Na qual:

$$D_e = \sqrt[3]{\frac{6 V_g}{\pi}} \quad (10)$$

Na qual:

E_s = esfericidade (%)

De = diâmetro da esfera equivalente (mm);

Dc = diâmetro da menor esfera circunscrita (maior dimensão do produto) (mm);

A forma e tamanho do trigo mourisco foram caracterizados pela esfericidade, circularidade, área superficial e área projetada em 25 grãos do mesmo, por meio das medições dos diâmetros perpendiculares do produto.

A área projetada (Ap), em mm² dos grãos de trigo mourisco foi determinada pela Equação 11.

$$Ap = \frac{\pi a b}{4} \quad (11)$$

A área superficial (S), em mm² dos grãos de trigo mourisco foi determinada pelo método proposto por Jain e Bal (1997), Equação 12, na qual é levado em consideração o comprimento, a média geométrica da espessura e a largura do produto:

$$S = \frac{\pi D a^2}{(2 a - D)} \quad (12)$$

A determinação do ângulo de repouso dos grãos de trigo mourisco foi determinada através da utilização de uma caixa retangular em vidro, preenchendo-se o volume da mesma com o produto e realizando-se a descarga através de uma abertura lateral, em velocidade constante formando um amonte para determinação do ângulo de repouso. Para essa determinação do valor do ângulo, empregou-se a equação trigonométrica inversa arco tangente (NUNES et al., 2014).

4.5 Avaliação do potencial da cultura do trigo mourisco como forrageira

Para a verificação do potencial da cultura do trigo mourisco como forrageira, foram utilizadas as plantas cultivar IPR 92 ALTAR, realizando-se 4 cortes, com idades de 45, 60, 75 e 90 dias. Utilizaram-se 4 parcelas com 3 repetições, com uma área útil de 1m² para cada repetição, sendo realizado o corte da planta inteira (caule, folhas e grãos) a 3 cm do solo. Foram avaliadas massa verde e seca de acordo com Campos, Nussio e Nussio (2004). Assim as amostras foram coletadas a campo, em seguida tiveram a massa verde aferida e após levadas a estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas, verificando-se em seguida o total de massa seca do material.

As amostras secas de forragem foram moídas em um moinho de tipo Willey com peneira de 50 mesh e acondicionadas em embalagens plásticas. Em seguida foi determinado o componente nutricional da forragem, proteína bruta.

A proteína bruta da forragem foi determinada através do método de Kjeldahl que é o método padrão de determinação de nitrogênio, utilizando o fator de conversão de 6,25 (SILVA; QUEIROZ, 2009). Para tal foram empregadas 0,200 g de amostra, digeridas em bloco digestor a 350°C por 3 horas sob ação de ácido sulfúrico e mistura catalizadora (K_2SO_4 e $CuSO_4$). Após o material foi colocado em destilador sob a ação de solução de hidróxido de sódio a 40% e recolhimento da fração $NH_4H_2BO_3$, que em seguida foi titulada em solução de ácido clorídrico 0,1 N, calculando-se a concentração de nitrogênio, em porcentagem presente na amostra multiplicando-se em seguida pelo fator de conversão.

4.6 Análise estatística dos dados

Para os dados obtidos nas análises relativas às avaliações agronômicas, de final de ciclo e propriedades físicas dos grãos foi utilizada análise descritiva dos dados apresentando-se para as repetições de cada teste os valores das medidas de posição: moda, média, mediana, percentis, quartis; medidas de dispersão: amplitude, intervalo- interquartil, variância, desvio padrão, coeficiente da variação.

Para os dados da avaliação da cultura como forrageira foi considerado um delineamento inteiramente casualizado onde foram avaliadas 4 idades de cortes, 45, 60, 75 e 90 dias; com 4 repetições. Para os dados da atividade microbiana do solo foi considerado um delineamento inteiramente casualizado onde foram avaliados 5 tratamentos (trigo mourisco altar, trigo mourisco baili, mandioca, nabo forrageiro e testemunha) com 4 repetições. Os dados foram submetidos a análise de normalidade (Shapiro-Wilk) e igualdade de variância (Teste de Bartlett), no nível de 5% de significância. Após, foi aplicado o teste F na análise de variância (ANOVA) com teste de separação de medias Tukey, também ao nível de 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Descrição da evolução do ciclo da cultura nas condições empregadas

Na Figura 1 são apresentados os dados climáticos com as informações relativas as condições de temperatura, umidade relativa e precipitação no período compreendido entre 26 de fevereiro de 2017 e 10 de Junho de 2017. Durante o ciclo da cultura do trigo mourisco na região da Grande Dourados foi verificada temperatura média de 22,8°C, umidade relativa de 80% e precipitação acumulada de 430,8 mm ao longo do ciclo.

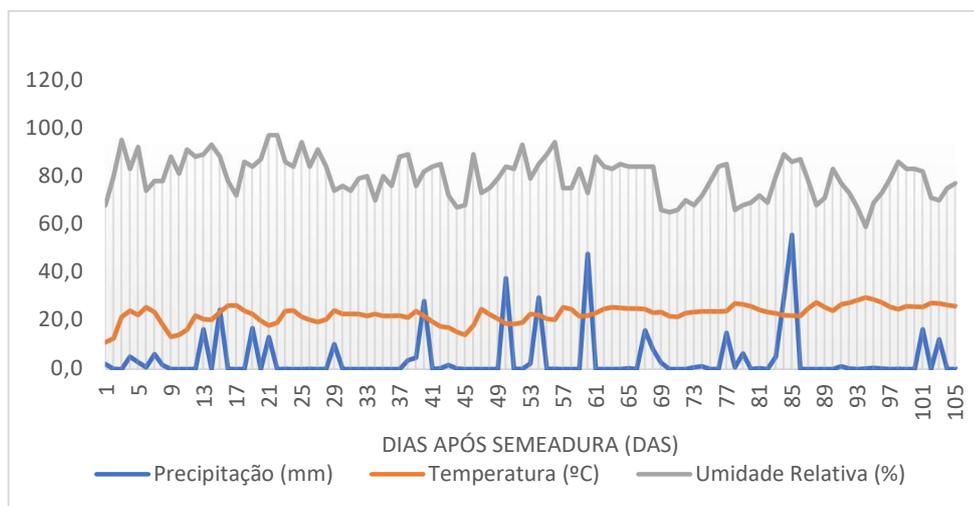


Figura 1. Dados meteorológicos durante o período vegetativo da cultura de trigo mourisco na região da Grande Dourados. Fonte EMBRAPA (2017).

A cultura emergiu 7 DAS, sua primeira florada ocorreu com 19 dias após sua emergência e foram verificadas nas condições estudadas, 5 floradas ao longo do seu ciclo vegetativo. Figura 2 apresenta-se a evolução a campo, onde é possível observar já aos 20 dias após a emergência a presença de inflorescência, e aos 45 dias, plantas com certa uniformidade com flores em grande número. Devido a esta característica de múltiplas floradas, o trigo mourisco poderá ser uma opção interessante para áreas onde é produzido e coletado o mel na região da Grande Dourados, como já é apontado por vários autores (ALBERTA, 2001; MYERS; MEINKE, 2001).

No decorrer do ciclo vegetativo da cultura pode observar-se a presença de muitos hospedeiros, sendo a de maior frequência a da lagarta angorá (*Astylus variegatus*), não houve nenhum tratamento fitossanitário na cultura.

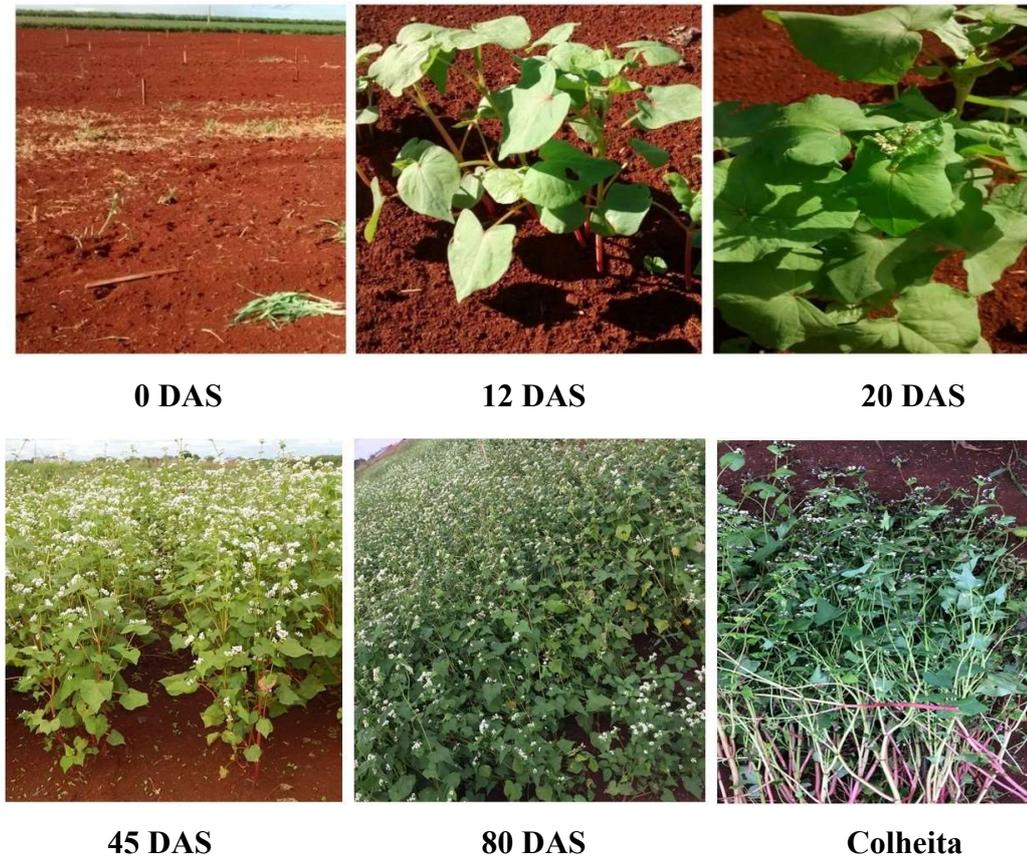


FIGURA 2. Desenvolvimento da cultura do trigo mourisco cultivar IPR 92 Altar, ao longo do ciclo na região da Grande Dourados-MS.

5.2. Resultados para as avaliações agronômicas ao longo do ciclo

Na Tabela 4 apresentam-se os dados agronômicos da cultura, coletados em diferentes momentos durante a evolução a campo. A altura da planta na última aferição, realizada aos 90 dias após a emergência foi de aproximadamente 1,15 metros, ocorrendo um crescimento em relação ao primeiro dia de aferição (aos 45 dias) perto de 33 centímetros. Myers e Meinke (1994), afirmam que o mourisco no geral pode atingir uma altura de 0,60 a 1,30 metros, desta forma observou-se que a altura média das plantas para a cultura implantada na região (Tabela 4) encontrou-se dentro desse intervalo. De acordo com Alberta (2001), a planta tem um crescimento desuniforme, por isso sua altura pode variar consideravelmente. Assim como a profundidade de sementeira também pode contribuir para variação dos resultados da planta.

A profundidade efetiva da raiz apresentou diferença expressiva entre a média obtida aos 45 dias (9,45 cm) e aos 90 dias (13,77 cm). Plantas com sistema radiculares menores que 25 centímetros são classificadas na categoria muito rasa (PEREIRA; GOMES, 2017); logo o mourisco encontra-se nesta categoria.

Na aferição da primeira ramificação, pode-se observar que aos 45 dias a ramificação se apresenta maior em relação aos 60 dias e 75 dias, porém com um valor médio em torno de 17 cm. De acordo com Alberta (2001), a planta não tem seu desenvolvimento uniforme e conhecer a altura da primeira ramificação das culturas implica para práticas de colheitas mecanizadas. As folhas, número de cachos e número de grãos por planta aumentaram ao longo do ciclo vegetativo gradativamente como o esperado.

Como apresentado na tabela 3, para as aferições do diâmetro médio, verificou-se pouca diferença numérica desde o primeiro dia de aferição até o último (90 dias). Segundo Ferreira (2012), as dimensões do caule da planta tem tendência a diminuir se ocorrer aumento na densidade de população, assim as plantas estão mais suscetíveis a acamamento, problema que deverá ser evitado. Alberta (2001), ainda relata que o trigo mourisco é muito suscetível ao acamamento pelo fato da estrutura de seu caule ser oco e achatado. Quando comparado as dimensões do caule do presente trabalho ao trabalho de pesquisa de Ferreira (2012) realizado em Brasília-DF, que encontrou valor médio de 7,25 mm, verificou-se pouca diferença numérica entre as dimensões nas idades de 45 e 60 dias.

Tabela 4. Características agronômicas da cultura do trigo mourisco cultivar IPR 92 Altar na região da Grande Dourados – MS, aferidas ao longo do ciclo vegetativo

Parâmetro	45 DAS	60 DAS	75 DAS	90 DAS
Altura de planta (cm)	82,02 ± 6,01	97,38 ± 8,92	108,37 ± 2,17	114,80 ± 1,55
Profundidade de raiz (cm)	9,45 ± 0,72	11,06 ± 0,49	13,64 ± 0,35	13,77 ± 0,67
Primeira ramificação (cm)	17,80 ± 2,35	16,10 ± 1,97	15,94 ± 5,33	18,06 ± 0,81
Número de folhas	38,85 ± 4,98	53,15 ± 3,27	64,25 ± 14,59	66,85 ± 10,87
Número de cachos	17,75 ± 4,69	50,00 ± 9,59	57,25 ± 13,07	59,05 ± 7,86
Número de grãos	11,51 ± 3,87	97,20 ± 47,16	96,40 ± 48,10	111 ± 56,33
Diâmetro do caule (mm)	7,42 ± 0,65	7,91 ± 0,71	9,33 ± 0,68	9,80 ± 0,36

*Valores médios ± desvio padrão

5.3 Avaliações ao final do ciclo da cultura

Os grãos avaliados nas condições deste trabalho, apresentaram teor de água médio após a colheita de 16,71% (b.u) (Tabela 5). As dimensões dos grãos apresentaram um comprimento médio de 6,12 mm; uma largura média de 4,11 mm; uma espessura média de 3,72 mm; apresentando um diâmetro geométrico 4,54 mm e um volume médio de 36,05 mm³. Estes valores foram superiores quando comparados aos descritos por Unal, Izli e Asik (2016), para variedade de trigo mourisco comercial, onde foram obtidos valores médios para comprimento de 3,80 mm; largura de 3,36 mm; espessura de 3,14 mm; diâmetro geométrico

de 3,43 mm e o volume de 21,19 mm³. Os dados deste trabalho, porém aproximaram-se aos valores obtidos na variedade de trigo mourisco Güneş, onde foram obtidos valores médios para comprimento de 6,14 mm, largura de 3,87 mm, espessura de 3,46 mm, diâmetro geométrico 4,49 mm e o volume de 43,44mm³, apresentando teor de água médio de 9,46% (UNAL; IZLI; ASIK, 2016).

O trigo mourisco, cultivar Altar, utilizado neste trabalho apresentou massa específica aparente média de 613,04 kg.m⁻³ (Tabela 5) fator que contribui nas determinações de capacidade de armazenamento e transporte. Este valor foi inferior a variedade de trigo mourisco comercial com 833,7 kg.m⁻³, e superando a variedade Güneş 598.6 kg.m⁻¹, apresentados por Unal, Izli e Asik (2016). A massa específica aparente pode ter os valores alterados pelo tamanho dos grãos; assim como fatores que reduzem a qualidade do grão tais como, a infestação de insetos, a presença de matérias estranhas excessivas e alto teor de água (WFP, 2006). A massa específica unitária média apresentada pela cultivar Altar foi de 846,76 kg.m⁻¹ (Tabela 5), característica essa que pode ser usada nos projetos de desenvolvimento de processos de separação e limpeza (UNAL; IZLI; ASIK, 2016). Outro fator importante para determinação da capacidade estática dos silos é a determinação do ângulo de repouso (SILVA; CORREIA, 2008), onde foi obtido um ângulo de 31,31° (Tabela 5) para uma umidade de 16,71% (b.u), aproximando ao descrito por Parde (2003) que obteve um ângulo médio de 25,1°, utilizando a variedade Manisoba com um teor de água de 16,6 % (b.u).

A porosidade do trigo mourisco cultivar Altar apresentou valor médio aproximado de 25%, sendo menor que os valores obtidos por Unal, Izli e Asik (2016), que obtiveram uma porosidade média das duas variedades avaliadas de 40%. A porosidade é um fator que influencia a pressão do fluxo de ar que atravessa a massa de grão, sendo importante para o dimensionamento dos ventiladores dos sistemas de secagem e aeração (SILVA; CORREIA, 2008).

As propriedades físicas área superficial, área projetada, volume, esfericidade e circularidade são importantes para o dimensionamento de equipamentos destinados ao processo de descasque, além de determinar o limite inferior para o tamanho de transportadores, como fitas transportadoras, elevadores de canecas e transportadores helicoidais. (MARTINS, 2015). Segundo Silva e Correia (2008), a circularidade e esfericidade também são fatores importante para dimensionamento de equipamentos e peneiras destinadas para separação e classificação dos grãos. No presente trabalho foram verificados circularidade média de 67 %; esfericidade média de 67 %, valores estes inferiores quando comparados a variedade Güneş apresentada por Unal, Izli e Asik (2016) que

obtiveram circularidade de 88 % e uma esfericidade de 89 %. O valor médio para área projetada foi de 19,77 mm² e de área superficial, 68,65 mm²,

A massa de mil grãos média foi de 30 g (Tabela 5), sendo maior do que os valores apresentados no trabalho de Unal, Izli e Asik (2016), com mourisco com média de 21 g, fator este que pode ter sido alterado pelo alto teor de água contido no grão de trigo mourisco cultivar Altar.

A produtividade média obtida foi de 1546 kg.ha⁻¹, sendo superior a produtividade brasileira e mundial apresenta pela FAO (2014), onde apresenta uma produtividade média brasileira de 1300 kg.ha⁻¹ e com uma produtividade média mundial de 960 kg.ha⁻¹.

Tabela 5. Características físicas dos grãos de trigo mourisco cultivar IPR 92 Altar na região da Grande Dourados – Ms, aferidas após a colheita

Parâmetro	Média*
Teor de água (b.u %)	16,71 ± 1,96
Comprimento (mm)	6,12 ± 0,14
Largura (mm)	4,11 ± 0,13
Espessura (mm)	3,72 ± 0,07
Volume do grão (mm ³)	36,05 ± 2,49
Massa específica unitária (kg.m ⁻³)	846,76 ± 30,80
Massa específica aparente (kg.m ⁻³)	613,04 ± 8,41
Porosidade (%)	24,51 ± 1,03
Circularidade (%)	67,26 ± 1,95
Esfericidade (%)	67,31 ± 1,61
Diâmetro geométrico (mm)	4,54 ± 0,10
Área projetada (mm ²)	19,77 ± 0,92
Área superficial (mm ²)	68,65 ± 3,10
Ângulo de repouso	31,13 ± 0,37
Massa de 1000 grãos (g)	30,25 ± 1,39
Produtividade (kg.ha ⁻¹)	1546,28 ± 366,29

*Valores médios ± desvio padrão

5.4 Efeitos na biomassa microbiana e atributos químicos do solo.

Os sistemas de uso e manejo do solo sobre os atributos microbiológicos não foram influenciados pelos sistemas de manejo (Tabela 6). A semelhança estatística entre os sistemas cultivados com trigo mourisco e nabo forrageiro é positiva, uma vez que, a área cultivada com trigo não diferiu do nabo forrageiro com nove anos sob plantio direto e rotação de culturas.

Tabela 6. Médias dos atributos microbiológicos em função do sistemas de manejo e uso do solo, respiração basal C-CO₂(0,001 mg/g ss/dia), carbono da biomassa microbiana do solo C-BMS(0,001 mg/g) e quociente microbiano C-BMS/C-org(%).

Culturas	C-CO ₂ (0,001 mg/g)	C-BMS (0,001 mg/g ss/dia)	CO ₂ / C-BMS (%)	qMIC
Altar	237,47	19,47	36,8	1,95
Baili	299,82	21,88	59,9	2,24
Mandioca	268,45	28,47	76,6	2,82
Nabo	240,83	22,17	52,5	1,55
Testemunha	240,98	19,78	34,4	1,98
P valor	0,487	0,232	0,43	0,167
CV(%)	21,64	27,35	66,22	35,46

Notas: Valores expressos em média, CV: coeficiente de variação, P valor obtido na análise de variância dos dados ao nível de 5% de significância.

Os valores de C-BMS observados neste estudo são semelhantes aqueles observados por Moreira et al., (2016); em estudo da biomassa microbiana sob culturas de cobertura no inverno e verão. Estes autores observaram o efeitos da cultura sobre a biomassa microbiana apenas no inverno, demonstrando que para o entendimento da dinâmica da matéria orgânica do solo é necessário o estudo em diferentes condições edafoclimáticas.

Houve uma tendência de menores valores da relação CO₂/CBMS na testemunha e na cultivar Altar. Essa relação (quociente metabólico) é um importante indicador da eficiência da biomassa microbiana. Valores elevados de qCO₂ implicam em uma menor eficiência do C-BMS, em função de alguma condição de estresse ou de desequilíbrio que favorece uma maior perda de CO₂ por unidade microbiana, ou seja, menor eficiência do C-BMS (ODUM, 1969; ANDERSON; DOMSCH, 1985).

Os valore de qMIC observados estão próximos do preconizado para sistemas em equilíbrio (2,2) (JENKINSON; LADD, 1981). Valores abaixo são indicativo de que uma maior quantidade de carbono está sendo perdida para atmosfera e reduzindo a quantidade incorporada ao solo. O qMIC é um indicador de disponibilidade da matéria orgânica para os microrganismos, e a redução nos valores deste quociente indicam uma redução da sua dinâmica no solo (SAMPAIO et al., 2008). Esses resultados indicam que independente dos manejos ou coberturas estudadas haviam no solo condições adequadas para o desenvolvimento microbiano.

Como apresentado na Tabela 7 observa-se uma redução na quantidade de fósforo, potássio e calcio, após a implantação da cultura, ou seja, a cultura extraiu do solo estes nutrientes. Quando usado como adubação verde, o trigo ou sua palhada irá decompor-se

devolvendo ao solo os nutrientes citados, fazendo com que os mesmo estejam disponíveis para as próximas culturas. Por isso de acordo com Klein et. al., (2010) o trigo mourisco pode ser usado como planta de cobertura, por ser recicladora de nutrientes, promovendo melhorias físicas e o incremento da ciclagem de nutrientes.

Tabela 7: Caracterização química do solo após da implantação da cultura

Parâmetro	Quantidade
pH (CaCl ₂)	5,2
pH (H ₂ O)	5,9
Matéria orgânica (g.dm ⁻³)	19
Fósforo (mg.dm ⁻³)	8
Potássio (mmol _c .dm ⁻³)	2,7
Calcio (mmol _c .dm ⁻³)	47
Magnésio (mmol _c .dm ⁻³)	15
Acidez potencial (mmol _c .dm ⁻³)	41
Alumínio (mmol _c .dm ⁻³)	0
Soma de bases (mmol _c .dm ⁻³)	64
Capacidade de troca de cátions (mmol _c .dm ⁻³)	105
Saturação por bases (%)	61
Cobre (mg.dm ⁻³)	8
Ferro (mg.dm ⁻³)	20
Manganês (mg.dm ⁻³)	51,3
Zinco (mg.dm ⁻³)	2,1
Relação Ca/Mg	3
Relação Ca/K	17
Relação Mg/K	5

5.5 Avaliação do seu potencial como forragem.

Na tabela 6 são apresentados os valores relativos a quantidade de massa verde, matéria seca e teor de proteína da forragem de trigo mourisco produzida na região da Grande Dourados, com diferentes idades de corte para as plantas. Ocorreu evolução na quantidade de massa verde ao longo do ciclo vegetativo com maior percentual de desenvolvimento de massa

verde ocorrendo entre os 45 e 60 dias. A maior quantidade de massa verde foi verificada aos 90 dias, apresentando uma produção de aproximadamente 28 ton.ha⁻¹, não ocorrendo porém diferenças estatísticas significativas desta quando comparada a massa verde das plantas na idade de corte de 75 dias (24.899 kg.ha⁻¹).

Tabela 8. Quantidades de massa verde (kg.ha⁻¹), teor de matéria seca (kg.ha⁻¹) e teor de proteína (PT%) de trigo mourisco avaliados aos 45, 60, 75 e 90 DAS.

Idades de cortes (dias)	Massa verde (kg.ha ⁻¹)	Matéria Seca (kg.ha ⁻¹)	Teor de proteína (%)
45	12.831,08 ± 1957,78 c	1.588,49 ± 20,53 c	20,33 ± 0,39 a
60	18.774,42 ± 2517,68 b	3.428,21 ± 108,89 b	16,61 ± 1,00 b
75	24.899,17 ± 2665,93 a	5.482,79 ± 470,59 a	12,64 ± 0,70 c
90	27.393,25 ± 2185,14 a	6.552,46 ± 550,60 a	11,46 ± 0,24 c
Pvalor	0,000*	0,000*	0,000*
CV	11,74	27,88	4,52

Notas: Valores expressos em média ± desvio padrão, CV: coeficiente de variação, Pvalor obtido na análise de variância considerando um delineamento inteiramente casualizado, ao nível de 5% de significância; letras minúsculas iguais na coluna representam médias iguais estatisticamente pelo teste Tukey.

No intervalo de idade de corte entre 45 e 60 dias foi onde ocorreu o maior incremento no valor médio do parâmetro matéria seca (MS) (Tabela 8), porém com as menores médias, sendo 12,38% (45 dias) e 18,26% (60 dias), diferenciando estatisticamente entre si e das idades de 75 e 90 dias. Na idade de corte de 90 dias ocorreu maior porcentagem de matéria seca (23,92%), porém não diferiu estatisticamente da média aos 75 dias. A produção de matéria seca entre 75 e 90 dias atingiu uma produtividade de perto de 6,55 ton.ha⁻¹. Os valores obtidos no presente trabalho foram superiores quando comparados a Alencastro (2014), que avaliou a cultura do trigo mourisco no município de Brasília, com valores de produção perto de 6 ton.ha⁻¹. De acordo com Van Soest (1994), essa diferença de produção de MS pode ser explicada devido a fatores como, solo, adubação, cultivar, clima e doenças que podem influenciar tanto no crescimento da planta, como em sua composição.

De acordo com Barbosa (2004) o teor de proteína da planta reduz ao longo do ciclo vegetativo devido ao avanço de idade. Os dados obtidos nesta pesquisa condizem com a afirmação deste autor, com maior concentração de proteína bruta aos 45 dias com cerca de 20%, ocorrendo uma redução para 18% após 15 dias do primeiro corte. A redução no conteúdo de proteína bruta entre os 45 dias de idade e 90 dias foi de aproximadamente de 50%.

Görge et al., (2016) compararam a cultura do trigo mourisco com a cultura do milho, avaliando o teor de proteína das culturas com 3 idades de corte diferentes, com intervalo de 10 dias, sendo a primeira idade aos 47 dias na qual ocorreu grande semelhança entre as culturas, o mourisco apresentou 23,80% e o milho 24,2% de proteína.

Analisando os valores dos teores de proteína (Tabela 8) com os apresentados por Görge et al., (2016), porém apenas na cultura do trigo mourisco, observou-se que aos 45 dias a porcentagem de proteína foi de 15% menor do que a comparada, e o último dia de corte deste trabalho foi 20% menor que a última data de corte do trabalho mencionado anteriormente.

Para os parâmetros avaliados na forragem de trigo mourisco no caso de massa verde não houve diferenças estatisticamente significativas entre as idades de 75 e 90 dias, mas numericamente sim, sugere-se então que o corte seja realizado próximo aos 90 dias. Quando na obtenção da forragem se optar por maior concentração de proteína bruta, a idade de corte mais indicada será aos 45 dias após a emergência.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nas condições experimentais deste trabalho conclui-se que:

- a cultivar de trigo mourisco IPR 92 Altar, apresentou boa adaptação na região do cerrado;
- o trigo mourisco produzido no cerrado apresentou qualidade nas propriedades físicas dos grãos;
- a cultura apresentou potencial para cobertura do solo, forragem e produtividade de grãos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACQUISTUCCI, R.; FORNAL, J. Italian buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch: physico-chemical and functional characterization and in vitro digestibility. **Nahrung**, v. 41, n. 5, p. 281-284, 1997.

ALBERTA, Common Buckwheat, Alberta. Canadá: julho 2001. Disponível em: <[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex103](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex103)>. Acesso em: Mai. 2017.

ALBINO, L.F.T; MARQUES, P.V; FIALHO, E.T; FREITAS, A.R; BLUME, E. Trigo-mourisco na alimentação de frango de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, n. 5, p. 453-460. 1986.

ALENCASTRO, R.B.G.; **Produtividade e qualidade da forragem de trigo mourisco para alimentação de ruminantes**. Universidade de Brasília. Brasília-DF: 58 p. 2014.

ANDERSON, R.A.; CONWAY, H.F.; PFEIFER, V.F.; GRIFFIN JR., L. Gelatinization of Corn Grits by Roll- and Extrusion-Cooking. **Cereal Science Today**, v. 14, n. 1, p. 4-11, 1969.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, Brasil, 2009. 399 p.

BONAFACCIA, G., MAROCCHINI, M.; KREFT, I. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. **Food Chemistry**, v. 80, n. 1, p. 9–15, 2003.

BARBOSA, F.A.; **Alimentos na nutrição de bovinos**. 2004. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_nutricao_bovinos.htm>. Acesso em 09/07/2017.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135p.

CANALLI, L.B. Plantio direto na região centro sul do Paraná: Situação Atual, problemas e perspectivas. **Palestra, Manejo do solo em sistemas de produção integrado**. 2017. Disponível em:

<http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Producao_Vegetal/PlanteSeuFuturo/Materiais_Tecnicos/ManejoSolos/15_04_PlantioDiretoCentroSul.pdf>. Acesso em 08/07/2017.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

CAMPBELL, C.G.; Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 19. **Buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench**. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Itália, 1997. 95 p.

DE CONDOLLE, A.; L'Origine des plantes Discovery in China. Press Imp. Russ. Acad. Sci. Petersburg, Paris. 387p. 1893.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Soja: Recomendações técnicas para o Mato Grosso do Sul e Matogrosso. Dourados: EMBRAPA/CPAD /Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste, 1996. 157 p

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Forrageiras - espécies para a Região Sul do Brasil**. 2006. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/clima-temperado/forrageiras>>. Acesso em: 18 de mai. 2017.

FAO, FAO Statistical Yearbook (2014). **FAO Statistics Division**. Disponível em: <www.faostat.fao.org>. Acesso em 10 jun. 2017.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ – FAEP. **Trigo mourisco: sem glúten, com mercado.** 2016. Disponível em: <<http://www.sistemafaep.org.br/trigo-mourisco-sem-gluten-com-mercado.html>>. Acesso em: 15 de junho 2017.

FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; FIALHO, E. T. Trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum Moench*) na alimentação de suínos em terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 13, n. 1, p. 132-142. 1983.

FIORIN, J. E. A rotação de culturas e as plantas de cobertura do solo. **Informativo Fundacep**. Ano VI, Nº02, Abril/1998. p.8

FURLAN, A.C; SANTOLIN, M.L.R; SCAPINELLO, C; MOREIRA, I; FARIA, H.G. Avaliação nutricional do trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum Moench*) para coelhos em crescimento. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 28, n. 1, p.21-26, 2006.

GERME, M.; Environmental Factors Stimulate Synthesis of Protective Substances in Buckwheat. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 41 p.55-60, 2001.

GHELDOF, N.; ENGESETH, N. Antioxidant capacity of honey from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.10, p. 3050-3055, 2002.

GONÇALVES, F.M.F.1; PORTO, P.P.1; SILVA, R.M.G.2; MELLO-PEIXOTO, E.C.T. Trigo mourisco: perspectivas de utilização na agropecuária. **Biológico**, v.76, n.2, p.79-155, 2014.

GÖRGEN, A.V.; CABRAL FILHO, S.L.S; LEITE, G.G; SPEHAR, C.R; DIOGO, J.M.S; FERREIRA, D.B. Produtividade e qualidade da forragem de trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum Moench*) e de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.). **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 17, n. 4, p. 599-607, 2016.

GRIFFITH, J.Q., COUCH J.F.; LINDAUER A. Effect of rutin on increased capillary fragility in man. **Proceedings of Society for Experimental Biology and Medicine**. p.228-229. 1944.

JAIN, R.K.; BAL, S. Properties of pearl millet. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.66, n.2, p.85-91, 1997.

KARHU, K; AUFFRET, M.D.; DUNGAIT, J.A.J.; HOPKINS, D.W.; PROSSER, J.I.; SINGH, B.K.; SUBKE, J.A.; WOOKEY, P.A.; ÅGREN, G.I.; SABASTIÀ, M.T.; GOURIVEAU, F.; BERGKVIST, G.; MEIR, P.; NOTTINGHAM, A.T.; SALINAS, N.; HARTLEY, I.P. Temperature sensitivity of soil respiration rates enhanced by microbial community response. **Nature**, v.513, n.1, p.81–84, 2014.

KLEIN, V.A.; NAVARINI, L.L.; BASEGGIO, M.; MADALOSSO, T.; COSTA, L.O. Trigo mourisco: uma planta de triplo propósito e uma opção para rotação de culturas em áreas sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Aldeia Norte Editora, Passo Fundo. 117. ed., 2010. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=991> Acesso em: 6 de jun. de 2017.

KREFT, I., PLESTENJAK, A.; GOLOB, T.; SKRABANJA, V.; RUDOLF, M; RASLAR, K. Functional value of buckwheat as affected by the content of inositol, phosphate, minerals, dietary fiber and protein. **Office for Official Publications of the European Communities**. p.69–72. Luxemburg, 1999.

LI, S.; ZHANG, Q.H. Advances in the Development of Functional Foods from Buckwheat. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 41 p.451-464, 2001.

MARTINS, E.A.S. Dimensionamento e experimentação de um secador de leite fixo para secagem de produtos agrícolas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados. p.123. 2015.

MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 3, p. 173-180, 2004.

MOSHENIN, N.N. Physical properties of plant and animal materials. **Gordon and Breach Publishers**. New York, p.841, 1986.

MYERS, Robert L.; MEINKE, Louis J. Buckwheat: A Multi-Purpose, Short-Season Alternative. Missouri: **University of Missouri Extension**, 1994. Disponível em: <<http://extension.missouri.edu/p/G4306>> Acesso em: 11 de maio de 2017.

NUNES, J.A.S.; ORMOND, A.T.; CANEPPELE, C.; SILVA, S.L.S.; JOB, M.T. Determinação do ângulo de repouso, volume unitário, eixos ortogonais e esfericidade de trigo. **Acta Iguazu**, v.3, n.2, p. 77-86, 2014.

OADES, J.M. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. **Plant Soil**, p.319-337, 1984.

OHNISHI, O.; On the Origino of Cutivated Buckwheat. **Advances in Buckwheat Research**. v. 41 p.16-21, 2001.

OPLINGER, E. S; OELKE, E. A.; BRINKMAN, M.A.; K.A. KELLING. Buckwheat Alternative Field Crops Manual – University of Minnesota: Center of Alternative Plant e Animal Products and the Minnesota Extension Service, 1989.

PACE, T. Cultura do trigo sarraceno: história, botânica e economia. **Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola**, Rio de Janeiro, 71 p, 1964.

PARDE, S.R.; JOHAL, A.; JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G. Physical properties of buckwheat cultivars. **Canadian biosystems engineering**, v.45, p. 3.19-3.22. 2003.

PASQUALETTO, A.; LEANDRO, W. M.; BATISTA, R. G.; BERNON, N.; SCHIRA, G. Levantamento da flora emergente de plantas daninhas em sistemas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 29, n. 02, p. 127-134, 1999.

PAULÍČKOVÁ, I.; VVŽRALOVÁ, K.; HOLASOVÁ, M.; FIEDLEROVÁ, V.; VAVREINOVÁ, S. Buckwheat as Functional Food. In: **International Symposium on Buckwheat 9**. 2004. Prague. Proceedings. Prague: Research Institute of Crop Production Prague, p. 587-592, 2004. Disponível em: < <http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN80-86555-46-1.pdf> > Acesso em: 16 de jul. 2017.

PEREIRA, L.C.; GOMES, M.A.F. Profundidade efetiva do solo: conceitos e importância. **Jornal dia de campo Informação que produz**. 2017. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=33953&secao=Artigos%20Especiais>> Acesso em: 11 de jul. 2017.

SCHILCHER, H.; PATZ, B.; SCHIMMEL, K.C. Klinische Studie mit einem Phytopharmakon zur Behandlung von Mikrozirkulationsstörungen. *Ärztezeitschrift für Naturheilverfahren*. p.819-826. 1990.

SILVA, D.B.; GUERRA, A.F.; SILVA, A.C.; PÓVOA, J.S.R. Avaliação de genótipos de mourisco na região do Cerrado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2002.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ed. Viçosa: UFV, 2009. 235p.

SILVA, F.C.; ABREU, M.F; PÉREZ, D.V.; EIRA, P.A.; ABREU, C.A.; RAIJ, B.V.; GIANELLO, C.; COELHO, A.M.; QUAGGIO, J.A.; TEDESCO, M.J.; SILVA C.A.; BARRETO, W.O. Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. IN: SILVA, F.C. **Manual de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa, 2009. 627 p.

SILVA, J.S.; CORREIA, P.C. Estrutura, composição e propriedades dos grãos. IN: SILVA, J.S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa, Aprenda Fácil, 2008. 560p.

TATSUMI, N.; MARUI, E. Different uses of *Fagopyrum esculentum* Moench (buckwheat) in Japan and China: what ancient medical documents reveal. *Nihon Ishigaku Zasshi. Journal of Japanese History of Medicine*, v. 58, p.29-37, 2012.

Trucom, C, Palestra com Conceição Trucom, **Doce limão**. 2017. Disponível em: <<https://www.docelima.com.br/site/linhaca/2367-trigo-mourisco-ou-sarraceno.html>>. Acessado em: 09/08/2017.

UNAL, H.; IZLI, G.; IZLI, N.; ASIK, B.B. Comparison of some physical and chemical characteristics of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) grains. *CyTA - Journal of Food*, v.15, n.2, p.257-265. 2017.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C. & JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, v.19, n. 1, p.703-707, 1987.

VOLK, L. B. S.; COGO, N. P.; STRECK, E. V. Erosão hídrica influenciada por condições físicas de superfície e subsuperfície do solo resultantes do seu manejo, na ausência de cobertura vegetal. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.763-774, 2004.

ZEWDU, A.D.; SOLOMON, W.K. Moisture-Dependent Physical Properties of Tef Seed. *Biosystems Engineering*, v. 96, n.1, p.57-63, 2007.

ZHOU, M.L.; BAI, D.Q.; TANG, Y.; ZHU, X.M.; SHAO, J.R. Genetic diversity of four new species related to southwestern Sichuan buckwheats as revealed by karyotype, ISSR and allozyme characterization. *Plant Systematics and Evolution*, v. 298, n.1.; p.751-759, 2012.