

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CÂMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS - AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES E HÍBRIDOS DE MILHETO
CULTIVADOS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA EM
SAFRINHA**

Autora: Marussa Cássia Favaro Boldrin
Orientador: Prof. Dr. Renato Lara de Assis

RIO VERDE-GO

2014

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CÂMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS - AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES E HÍBRIDOS DE MILHETO
CULTIVADOS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA EM
SAFRINHA**

Autora: Marussa Cássia Favaro Boldrin
Orientador: Prof. Dr. Renato Lara de Assis

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde - GO – Área de concentração em Ciências Agrárias.

RIO VERDE-GO

2014

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-GRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES E HÍBRIDOS DE
MILHETO CULTIVADOS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE
SEMEADURA NA SAFRINHA**

Autora: Marussa Cássia Favaro Boldrin
Orientador: Dr. Renato Lara de Assis

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 31 de outubro de 2014.

Prof. Dr. Antônio Joaquim Braga Pereira Braz
Avaliador externo
UniRV/Rio Verde

Prof. Dr. José Milton Alves
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Renato Lara de Assis
Presidente da banca
IF Goiano/Iporá

DEDICO

Aos meus pais, por terem permanecido ao meu lado, me incentivando com sabedoria e perseverança a percorrer este caminho.

AGRADECIMENTOS

AO SER SUPREMO, pela vida e a possibilidade do dom do aprendizado, por propiciar tantas oportunidades de estudos e por sempre estar ao meu lado.

À MINHA FAMÍLIA, especialmente aos meus pais, que nunca mediram esforços para me proporcionar uma ótima qualidade de vida. Às minhas irmãs, em suas manifestações de apoio e carinho.

AOS AMIGOS de Mestrado, que compartilharam comigo tantos momentos únicos e inesquecíveis, especialmente ao Thiago Vieira, pelo grande amizade que fiz.

À FAPEG, pelo incentivo aos alunos e aprovação do meu projeto em um de seus processos.

AO LABORATÓRIO SOLO FORTE, que nos auxiliou para que o trabalho tivesse maior precisão nas análises.

AO MEU ORIENTADOR, um agradecimento carinhoso por todos os momentos de paciência, compreensão e competência.

AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IF Goiano Campus Rio Verde, pelos momentos partilhados, sem esmorecimento, e a todos os professores que fizeram parte deste caminhar.

Enfim, a todos aqueles que de uma maneira ou de outra contribuíram para que este percurso pudesse ser concluído.

BIOGRAFIA DA AUTORA

MARUSSA CÁSSIA FAVARO BOLDRIN, filha de Ademir Armando Boldrin e Leila Conceição Favaro Boldrin, nasceu em Rio Verde, Goiás, no dia 25 de junho de 1990. Estudou no Colégio Instituto Moreira Guimarães até completar o Ensino Fundamental. Mudou-se para Campinas-SP onde concluiu o ensino médio no Liceu Salesiano. Em 2008, ingressou no curso de Agronomia na Universidade de Rio Verde - UniRV, tendo concluído em dezembro de 2011. Em agosto de 2012, iniciou o Mestrado em Ciências Agrárias no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Câmpus Rio Verde, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias e Agronomia. Conclui o mestrado em 31 de outubro de 2014, com a defesa da dissertação intitulada Avaliação de cultivares e híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em safrinha.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMO GERAL	viii
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 OBJETIVOS	3
3. CAPÍTULO I. Avaliação de produtividade de grãos e acúmulo de nutrientes na palhada em cultivares e híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura em safrinha	4
Resumo	4
Abstract	5
3.1 Introdução	6
3.2 Material e métodos	8
3.3 Resultados e discussões	10
3.4 Conclusões	17
3.5 Referências	17
4. CAPÍTULO II. Avaliação de produção e decomposição de palhada de cultivares e híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em safrinha	20
Resumo	20
Abstract	22
4.1 Introdução	23
4.2 Material e métodos	25
4.3 Resultados e discussões	27
4.4 Conclusões	37
4.5 Referências	37

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO I. Avaliação de produtividade de grãos e acúmulo de nutrientes na palhada em cultivares e híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura em safrinha	4
Tabela 1 Precipitação pluvial mensal durante o período de condução do experimento, safra 2013/2014	9
Tabela 2 Resultados da análise química dos solos na área experimental na safra 2012/2013, na profundidade 0-20 cm	9
Tabela 3 Produção de grãos (kg ha^{-1}) de cultivares e híbridos de milho em diferentes épocas de plantio	11
Tabela 4 Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas palhadas dos cultivares e híbridos de milhetos na colheita de grãos nas diferentes épocas de plantio	13
CAPÍTULO II. Avaliação de produção e decomposição de palhada de cultivares e híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em safrinha	20
Tabela 1 Biomassa remanescente (kg ha^{-1}) nas diferentes épocas de plantio e de avaliações em cultivares e híbridos de milho	28
Tabela 2 Teor de nitrogênio, carbono e relação C/N de cultivares e híbridos de milho em diferentes épocas de plantio	30
Tabela 3 Coeficientes da equação de regressão, $P = P_0 \cdot \exp(-kt)$, e meia-vida, para decomposição de palhada dos cultivares e híbridos de milho de 0 até 178 dias após o manejo nas diferentes épocas de plantio	31
Tabela 4 Comparação das equações de regressão, após linearização, para decomposição de palhada dos cultivares e híbridos de milho de 0 até 178 dias, após a colheita de grãos, nas diferentes épocas de plantio	31

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO II. Avaliação de produção e decomposição de palhada de cultivares e híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em safrinha	20
Figura 1 Biomassa seca remanescente dos cultivares e híbridos de milhetos de 0 até 178 dias após o manejo nas diferentes épocas de plantio	33
Figura 2 Equações de regressão ajustadas para biomassa remanescente dos resíduos culturais de cultivares e híbridos de milho, até 178 dias após a colheita de grãos, nas diferentes épocas de plantio	35

RESUMO GERAL

BOLDRIN, Marussa Cássia Favaro. Avaliação de cultivares e híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em safrinha. Orientador: Prof. Dr. Renato Lara de Assis.

Com o objetivo de determinar a produção de grãos, acúmulo de nutrientes e decomposição de palhada de cultivares e híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em safrinha, instalou-se um experimento na safra 2012/2013, no Município de Rio Verde-GO. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro épocas de semeadura: 1ª época (12 de fevereiro de 2013); 2ª época (19 fevereiro); 3ª época (27 de fevereiro); e 4ª época (04 de março). O solo em que foi implantado o experimento é caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa, relevo suave ondulado, e o sistema de plantio empregado nesse solo há mais de cinco anos é o de plantio direto. Foram utilizados as cultivares (ADR300 e ADR500), o híbrido de duplo propósito (ADR8010) para a produção de grãos e palhada e dois híbridos graníferos (ADR9010 e ADR9020) para a produção de grãos. Foi quantificado o acúmulo de nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) na palhada, quando da colheita dos grãos. Foram feitas avaliações de biomassa nos tempos 0, 60, 94, 140 e 178 dias após a colheita dos grãos. Para descrever a decomposição dos resíduos vegetais, os dados foram ajustados a um modelo matemático exponencial decrescente. Os híbridos ADR9010 e ADR9020 foram responsáveis pela maior produção de grãos na primeira época, 2.626 e 2.425 kg ha⁻¹, respectivamente. O maior acúmulo de nitrogênio, potássio, magnésio e enxofre foi verificado na palhada do híbrido ADR9010. O híbrido ADR9010 foi a melhor opção de plantio na entressafra com o objetivo de produção de grãos, com elevada produção de biomassa e acúmulo de nutrientes na palhada. Nas condições em que o experimento foi implantado, as cultivares de milho ADR300 e ADR500 e os híbridos graníferos ADR8010, ADR9010 e ADR9020 foram semelhantes na produção de biomassa seca na 1ª, 2ª e 4ª épocas. A produção média de biomassa seca remanescente dos materiais utilizados nas diferentes épocas de plantio foi de 8.917 kg ha⁻¹. As cultivares e híbridos de milho apresentaram comportamentos semelhantes quando à decomposição da palhada nas 1ª, 2ª e 4ª épocas. Os híbridos ADR9010 e ADR9020 apresentaram comportamentos semelhantes quanto à decomposição da palhada na 4ª época de plantio.

A cultura do milho se apresentou como uma excelente opção de cobertura do solo na entressafra.

Palavras-chave: Genótipos, épocas de plantio, produtividade, decomposição de palhada.

ABSTRACT

BOLDRIN, Marussa Cássia Favaro. **Evaluation of cultivars and hybrids of pearl millet grown in different sowing dates in off-season.** Advusir: Prof. Dr. Renato Lara de Assis.

Aiming to determine the production of grains, nutrient accumulation and decomposition of straw cultivars and hybrids grown at different sowing times in off-season millet, an experiment was carried out in 2012/2013 crop in the municipality of Rio Verde-GO. The experimental design was a randomized block with four replications and four sowing season, as follows: 1st season (February 12, 2013), 2nd season (February 19), 3rd season (February 27) and 4th time (March 4). The soil in which it was implemented is characterized as clayey Oxisol, conducted under no-tillage more than five years in gently undulating relief. Cultivars (ADR300 and ADR500), and hybrid millet dual-purpose (ADR8010) for the production of grain and straw, grassy and two hybrids (ADR9010 ADR and 9020) were used. The accumulation of nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulfur) in straw, when the harvest of grains, was quantified. Reviews of biomass were performed on days 0, 60, 94, 140 and 178 days after the grain harvest. To describe the decomposition of plant residues, the data were fitted to an exponential decay mathematical model. ADR9010 and ADR9020 hybrids were responsible for higher grain yield in the first season with 2.626 and 2.425 kg ha⁻¹, respectively. Greater accumulation of nitrogen, potassium, magnesium and sulfur was observed in the millet residue ADR9010. The hybrid ADR9010 is the best option for planting in the offseason with the goal of grain production, with high biomass production and nutrient accumulation in straw. Under the conditions of the experiment cultivars ADR300 and ADR500 and the grain sorghum hybrids ADR8010, ADR9010 and ADR9020 were similar in the production of dry biomass in the 1st, 2nd and 4th seasons. The average remaining dry biomass production of materials used in different planting dates was 8.917 kg ha⁻¹. Cultivars and hybrids of pearl millet showed similar behavior when the straw decomposition in the 1st, 2nd and 4th seasons. The ADR9010 and ADR9020 hybrids showed similar behavior as the straw decomposition in the 4th planting season. Millet presented an excellent choice of ground cover in the offseason.

Keywords: Genotypes, planting dates, productivity, decomposition of crop residues.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O milheto é um cereal que tem sido cultivado em todo o mundo, no Brasil, para produção de palhada e atualmente para produção de grãos, sendo ainda pouco utilizado para a alimentação humana.

Com o cultivo do milheto na entressafra como cobertura vegetal, é verificado na literatura que a palhada auxilia na ciclagem de nutrientes e na conservação do solo. Na região do Cerrado, o milheto tem se apresentado como um importante aliado no fornecimento de forragem de qualidade para alimentação animal, mas ainda de forma incipiente.

A perspectiva de expansão para o cultivo desta gramínea tem sido bastante promissora, principalmente na região de cerrados, devido às suas condições de solo e de clima. A adaptação do milheto a condições climáticas adversas tem favorecido a redução ao impacto com o abastecimento de grãos na safrinha.

O seu cultivo é bastante utilizado em sistema de plantio direto (SPD) em sucessão à cultura da soja e/ou milho, como planta de cobertura do solo, produção de grãos ou para forragem, prática conhecida por 'safrinha'. Seus grãos vêm sendo utilizados na fabricação de ração animal.

Números extraoficiais apontam que o milheto é plantado em mais de 4 milhões de hectares no país, com destaque para a região Centro-Oeste, sendo considerado o sexto cereal mais importante do mundo.

Com a diversidade de uso, bem como a potencialidade do milheto para a produção de grãos, surgiu a necessidade de identificar genótipos mais produtivos e que produzam uma quantidade mínima de matéria seca para promover a cobertura do solo.

Diante disso, outro aspecto que deve ser observado para obter uma melhor produção de grãos é verificar a época ideal para implantar a cultura, aspecto este que pode auxiliar no aumento da produtividade de grãos. A distribuição de chuvas, comprimento do dia, fertilidade do solo e manejo podem influenciar na produção de matéria seca e na produção de grãos.

Com relação à produção de grãos, novos genótipos têm sido lançados. Estes genótipos apresentam uma menor altura de plantas, diminuindo assim o acamamento, mas pouco se conhece da capacidade destes materiais na produção de biomassa. Estudos envolvendo épocas de plantio do milho na safrinha ainda são incipientes, principalmente com os novos genótipos com aptidão para produção de grãos.

2. OBJETIVOS

Objetivou-se avaliar na safrinha de 2013 a produtividade de grãos e o acúmulo de nutrientes, produção e decomposição de palhada de cultivares e híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura, no município de Rio Verde-GO.

3. CAPÍTULO I. AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E ACÚMULO DE NUTRIENTES NA PALHADA EM CULTIVARES E HÍBRIDOS DE MILHETO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA EM SAFRINHA

RESUMO

Com a crescente demanda de grãos, buscou-se, por meio de um experimento, avaliar a produtividade de grãos e o acúmulo de nutrientes na palhada de cultivares e híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em safrinha, no município de Rio Verde-GO. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro épocas de semeadura: 1ª época (12 de fevereiro de 2013); 2ª época (19 fevereiro); 3ª época (27 de fevereiro); e 4ª época (04 de março). O solo em que foi implantado o experimento é caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa, relevo suave ondulado, e o sistema de plantio empregado nesse solo há mais de cinco anos é o de plantio direto. Foram utilizados as cultivares ADR300 e ADR500 e o híbrido de duplo propósito ADR8010 para produção de grãos e palhada e os híbridos graníferos ADR9010 e ADR9020. Foram quantificados o acúmulo de nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) na palhada, na colheita dos grãos. Os híbridos ADR9010 e ADR9020 foram responsáveis pela maior produção de grãos na primeira época, 2.626 e 2.425 kg ha⁻¹, respectivamente. O maior acúmulo de nitrogênio, potássio, magnésio e enxofre foi verificado na palhada do milho ADR9010. O híbrido ADR9010 foi a melhor opção de plantio na entressafra com o objetivo de produção de grãos, com elevada produção de biomassa e acúmulo de nutrientes na palhada.

Palavras-chave: *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., produção de grãos, liberação de nutrientes.

EVALUATION OF GRAIN YIELD AND NUTRIENT ACCUMULATION IN STRAW IN MILLET VARIETY AND HYBRIDS IN DIFFERENT PLANTING DATES IN OFF-SEASON

ABSTRACT

With the growing demand for grain, is sought by means of an experiment, to evaluate the grain yield and nutrient accumulation in straw, production and decomposition of straw cultivars and hybrids of pearl millet grown in different sowing dates in off-season, in Rio green-GO. The experimental design was a randomized block with four replications and four sowing season: 1st season (February 12, 2013), 2nd season (February 19), 3rd season (February 27) and 4th time (04 March). The soil in which it was deployed the experiment is characterized as clayey Oxisol under no-tillage conducted over five years in gently undulating relief. Cultivars (ADR300 and ADR500) and hybrid millet dual-purpose (ADR8010) for grain yield and straw and two grain sorghum hybrids (ADR9010 ADR and 9020) were used. The accumulation of nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulfur) in the straw of grain harvest was quantified. ADR9010 and ADR9020 hybrids were responsible for higher grain yield in the first season with 2.626 and 2.425 kg ha⁻¹, respectively. Greater accumulation of nitrogen, potassium, magnesium and sulfur was observed in the millet residue ADR9010. The hybrid ADR9010 presented the best option for planting in the offseason with the goal of grain production, with high biomass production and nutrient accumulation in straw.

Keywords: *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., Grain yield, nutrient release.

3.1 INTRODUÇÃO

O milheto é uma cultura originária da África, domesticada há cerca de 4000 anos. Caracteriza-se por ser uma gramínea anual de verão, de ciclo curto, e se destaca como forrageira por sua habilidade de se desenvolver em estações chuvosas curtas, com baixas precipitações pluviométricas, e pelo crescimento rápido, boa capacidade de rebrota e boa qualidade como forragem (GUIMARÃES JÚNIOR; GONÇALVES; RODRIGUES, 2009).

O milheto *Pennisetum glaucum* tem-se expandido de forma acelerada no Cerrado Brasileiro em razão da sua versatilidade de usos, rusticidade, crescimento rápido e capacidade de romper camadas compactadas de solo (BOER et al., 2007).

O uso de híbridos de milheto tornou-se oportuna pela necessidade de materiais mais produtivos, tanto para produção de grãos, quanto para produção de forragem. E, para que isso ocorresse, o melhoramento genético passou a desenvolver materiais com potenciais variados, que possibilitaram atender à falta de plantas mais produtivas na produção de grãos e plantas com maior produção de biomassa (GUIMARÃES et al., 2013).

Apesar de os cultivos do milheto no Brasil estarem voltados principalmente para a produção de palhada, novos estudos feitos por Geraldo et al. (2000) constataram que híbridos selecionados para a produção de grãos podem proporcionar resultados significativos para a região de Cerrado. Segundo Dan et al. (2009), o milheto, com sua eficiente adaptação ao bioma dos Cerrados, principalmente com a chegada de híbridos de alto potencial produtivo, oriundos do melhoramento genético, tem mostrado resultados significativos para a produção de grãos, surgindo como alternativa para a safrinha.

Com o objetivo de avaliar quatro genótipos de milheto pérola para produção de grãos, Geraldo et al. (2000) compararam materiais nacionais e africanos, entre os meses de fevereiro e maio de 1996, em solo corrigido e adubado, tendo verificado produção de grãos de 4.000 kg ha⁻¹ com as cultivares africanas HKP e Guerguera, enquanto as brasileiras IAPAR e BN-2 produziram em média 2.680 kg ha⁻¹.

Costa et al. (2005), com o objetivo de avaliar a produção de biomassa seca e de grãos semeados na entressafra na UFRRJ, em março de 2005, comparando as cultivares Souna III, Guerguera, HKP, ENA 1 e BRS 1501, observaram que a cultivar ENA 2, no florescimento, apresentou a maior produção de biomassa seca (2.938 kg ha⁻¹). No final

do ciclo das cultivares, também houve diferenças significativas entre produção de biomassa e de grãos entre os genótipos, sendo que a cultivar ENA 2 teve a maior produção de biomassa seca (4.353 kg ha^{-1}) e de grãos (2.456 kg ha^{-1}), diferindo, estatisticamente, das cultivares Guerguera e HKP. De maneira geral, o híbrido ENA 2 e a cultivar BRS 1501 apresentaram a maior produtividade, entre os genótipos, nas condições experimentais deste estudo.

Boer et al. (2008) observaram que o milho se destacou como opção na formação de palhada nas regiões de Cerrado com o cultivo em semeadura direta. A alta capacidade de reciclagem de nutrientes, em especial o N e o K, a supressão de plantas daninhas por meio dos efeitos físicos e/ou alelopáticos e a formação de palhada mais duradoura em relação às leguminosas destacaram a cultura do milho como opção de cultivo em entressafra.

A quantidade de nutrientes acumulada na palhada do milho depende da espécie utilizada, do estágio fenológico, da produção de biomassa seca e do período de plantio (BOER et al., 2007). Braz et al. (2004) observaram o máximo de acumulação de N (348 kg ha^{-1}) e K (314 kg ha^{-1}) no milho BN-2, no intervalo de 52 a 55 dias após a germinação, quando o plantio foi feito no verão, na região do cerrado, com elevado índice pluviométrico e elevadas temperaturas.

Coelho e Pereira Filho (2012), após experimentos com o intuito de analisar as necessidades nutricionais e o manejo da adubação nas regiões Centro Oeste e Sudoeste do Brasil, constataram a seguinte quantidade de nutrientes nas palhadas de milho após a colheita dos grãos: 122 kg ha^{-1} de N, 16 kg ha^{-1} de P, 124 kg ha^{-1} de K, 26 kg ha^{-1} de Ca e 17 kg ha^{-1} de Mg, com produtividade de $7,10 \text{ t ha}^{-1}$ de biomassa seca.

Em experimento de Torres et al. (2005) no cerrado do triângulo mineiro, o *P. glaucum* acumulou mais de 150 kg ha^{-1} de N quando semeado em outubro e 50 kg ha^{-1} em março. O manejo adotado no referido experimento que proporcionou maiores valores de N foi aos 110 dias do plantio das coberturas. A utilização de milhos graníferos de porte menor para produção de grãos é cada vez maior, entretanto, a maior preocupação é com a diminuição na produção de palhada para proteção do solo na entressafra. A crescente demanda por grãos de milho para produção de rações tem levado ao aumento de área plantada, principalmente na região Centro-Oeste. Estudos envolvendo a produção de grãos e de palhada com milhos híbridos ainda são escassos, justificando a proposta de estudo apresentada nesta pesquisa.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a produtividade de grãos e o acúmulo de nutrientes, produção e decomposição de palhada de cultivares e híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em safrinha, no município de Rio Verde-GO.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, na safra 2012/2013, no município de Rio Verde – Goiás, cujas coordenadas geográficas são Latitude 18°02'48.00" S e Longitude 55°02'43.54" W, com altitude de 809 metros.

O solo em que foi implantado o experimento é caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa, relevo suave ondulado, e o sistema de plantio empregado nesse solo há mais de cinco anos é o de plantio direto. Inicialmente foram retiradas amostras deformadas para análise química do solo e textura na profundidade de 0-20 cm, conforme metodologia da Embrapa (1997).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro épocas de semeadura: 1ª época (12 de fevereiro de 2013); 2ª época (19 fevereiro); 3ª época (27 de fevereiro); e 4ª época (04 de março).

As subparcelas foram constituídas por 5 linhas de 4 m de comprimento, com o espaçamento entre linhas de 0,50 m, compreendendo uma área total de 960 m². Foram utilizadas as cultivares ADR300 e ADR500. A variedade ADR300 é recomendada para produção da palhada no sistema plantio direto, enquanto a variedade ADR500 é recomendada para pastejo e capineira. Foram utilizados o híbrido ADR8010, de duplo propósito, para produção de grãos e palhada, e os híbridos graníferos ADR9010 e ADR9020. O híbrido ADR9020 apresenta porte intermediário, enquanto o ADR9010 apresenta menor porte. As variedades e híbridos de milho são produtos do melhoramento genético desenvolvidos pela Bonamigo Melhoramentos.

Na Tabela 1 são apresentados os dados de precipitação durante a condução do experimento na área experimental.

Tabela 1 - Precipitação pluvial mensal durante o período de condução do experimento, safra 2013/2014

Períodos	Precipitação (mm)											
	jan.	fev.	mar.	abr.	Mai	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
2013	-	66	329	128	36	-	-	-	31	66	347	119
2014	137											

Os resultados da análise química do solo e textura de toda a área em que foi implantado o experimento estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da análise química dos solos na área experimental na safra 2012/2013, na profundidade 0-20 cm

pH		P	S-SO ₄ ²⁻	K ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	M.O.	SB	CTC
CaCl ₂	H ₂ O	mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³				g dm ⁻³		cmolc dm ⁻³	
5,2	ns	6,64	10,1	46,0	0,12	1,66	0,53	0,03	3,28	41,3	2,31	5,59

V	m	B	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Silte	Argila
%		mg dm ⁻³						g kg ⁻¹		
41,3	1,3	0,19	1,00	1,03	50,78	20,81	1,93	510	120	370

A adubação foi feita conforme os resultados da análise de solo, com a utilização de 350 kg ha⁻¹ de NPK 2-20-18 e, após 20 dias da emergência, foi feita a adubação de cobertura com ureia (100 kg ha⁻¹ de N).

O plantio foi feito manualmente e, para a abertura dos sulcos, foi utilizada uma semeadora para deixar o solo pronto para o plantio. Em seguida, os materiais foram semeados, utilizando de 10 a 12 kg ha⁻¹ de sementes de acordo com as características de cada cultivar e híbrido.

Não houve necessidade de utilizar herbicidas na área em que foi implantado o plantio do milheto.

As plantas foram conduzidas em sistema de sequeiro. Antes de atingirem a maturidade fisiológica, as panículas foram cobertas com sacos de papel para evitar perdas pelo ataque de pássaros. Ao atingir a maturidade fisiológica, foram determinadas a produção de grãos e a produção de biomassa seca da planta, através da coleta em cada parcela de duas amostras de 1,0 m de comprimento nas duas linhas centrais. Na colheita, feita manualmente, as panículas foram debulhadas com auxílio de uma peneira para facilitar a retirada dos grãos.

As colheitas dos grãos da primeira época ocorreram em 06 de julho de 2013 e das demais, 2^a, 3^a e 4^a, no dia 20 de julho de 2013.

Após a colheita, os grãos foram pesados e feita a leitura da umidade dos grãos e sua correção para 13%, em aparelho de medidor de bancada, quantificando a produtividade em kg ha^{-1} .

Em seguida, após a colheita dos grãos, foi passada uma grade niveladora fechada para uniformizar a distribuição da palhada na área. Após separação dos grãos, o material vegetal foi levado à estufa com circulação e renovação forçada de ar, a 65°C , por 72 horas, para secagem e posterior pesagem. Para cada época de amostragem, quantificou-se a biomassa seca para as espécies. Após a moagem das amostras, foram determinados no material vegetal os teores de N, P, K, Ca, Mg e S (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). As análises de nutrientes foram feitas no material vegetal no tempo 0, ou seja, na colheita de grãos em todas as épocas de plantio.

As quantidades dos nutrientes foram obtidas pelo produto da quantidade de matéria seca com a concentração dos nutrientes na parte aérea das plantas de cobertura, em cada amostra, sendo os valores transformados em kg ha^{-1} .

Os resultados das características avaliadas para a produção de grãos e teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas palhadas de milho foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F. Para os efeitos significativos de cultivares e híbridos, foram comparadas as médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2000).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta a produção de grãos das cultivares e híbridos de milho, nas quatro épocas de plantio, na safra de 2013.

Tabela 3 - Produção de grãos (kg ha⁻¹) de cultivares e híbridos de milho em diferentes épocas de plantio

Tratamentos	Produção de grãos (kg ha ⁻¹)			
	1ª época	2ª época	3ª época	4ª época
ADR300	769 cA	447 bA	562 abA	534 aA
ADR500	503 cA	853 bA	346 bA	406 aA
ADR8010	1.440 bcA	1.198 bAB	829 abAB	445 aB
ADR9010	2.626 aA	2.293 aAB	1.403 aBC	864 aC
ADR9020	2.425 abA	1.079 bB	753 abB	623 aB
CV época (%)	49,27			
CV tratamento (%)	49,17			

Plantio: 1ª época: 12 de janeiro; 2ª época: 19 de fevereiro; 3ª época: 27 de fevereiro; e 4ª época: 04 de março.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos em todas as épocas, com exceção da quarta época. As maiores produtividades foram observadas na primeira época com os híbridos ADR9010 e ADR9020, com produção de 2.626 e 2.425 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 3). O híbrido ADR9010 apresenta menor porte e grande potencial para produção de grãos, com menor consumo de água, apresentando uso mais eficiente da água em períodos de baixa precipitação.

Geraldo et al. (2000) avaliaram quatro genótipos de milho pérola - dois produtores de grãos, HKP e Guerguera, e dois utilizados como forrageiras, IAPAR e BN-2 - e suas relações com a produção de grãos. As cultivares Guerguera e HKP apresentaram rendimento de grãos de 4.070 kg ha⁻¹ e 4.000 kg ha⁻¹, respectivamente, significativamente superior aos rendimentos de BN-2 (2.750 kg ha⁻¹) e de IAPAR (2.600 kg ha⁻¹). Os maiores rendimentos foram justificados pelos autores em função da boa disponibilidade hídrica no cultivo (853 mm), associada às temperaturas adequadas (média de 25,3°C), confirmando os resultados encontrados neste experimento, em que, nas duas primeiras épocas, tanto a temperatura quanto a disponibilidade hídrica foram adequadas para o crescimento da planta de milho.

Na segunda época, houve diferença significativa, tendo o híbrido ADR9010 produzido maior quantidade de grãos que os demais materiais. Na 3ª época, o híbrido ADR9010 apresentou maior produção de grãos que a cultivar ADR500. Estes resultados evidenciam o elevado potencial do híbrido granífero ADR9010 para a produção de grãos na região dos Cerrados.

Na 4ª época, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Todos os tratamentos apresentaram baixa produção de grãos, ou seja, a época de semeadura não foi favorável à produção de grãos, quando comparada com a 1ª e 2ª épocas. Justifica-se este resultado na quarta época devido ao baixo índice pluviométrico no período de crescimento da cultura e no período de formação da panícula. No entanto, verificou-se que os períodos que tiveram índices pluviométricos adequados na fase inicial da formação da panícula proporcionaram maior produção de grãos. Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002) explicam que o tempo necessário para atingir determinado estágio fenológico deve ser controlado pelas temperaturas médias diárias do ambiente, da água, e da característica da espécie, fatores determinantes na duração do ciclo da cultura e na produção.

A redução da produtividade foi constatada com o avanço da época de plantio. Os elevados rendimentos nas primeiras épocas podem ser atribuídos à boa disponibilidade hídrica no cultivo, associada às temperaturas adequadas. Analisando os dados de precipitação, Tabela 1, observa-se que nos meses de março e abril ocorreu uma melhor distribuição de chuvas, proporcionando maior crescimento da cultura do milheto, refletindo em maior produção de grãos.

Observou-se também que, quanto mais tarde a semeadura, maior a redução na produção de grãos (Tabela 3). A redução do comprimento do dia promoveu menor fotossíntese, influenciando na quantidade de luz. Esses fatores são importantes para a expansão e aproveitamento da cultura, variando o comportamento em função das condições ambientais. Por isso, definir a época de semeadura do milheto é importante para definir a produtividade, tanto na época de semeadura, quanto na variação climática da região. Esse resultado é confirmado por Martins Netto e Bonamigo (2005), ao afirmarem que o milheto é bastante sensível ao fotoperíodo de dias curtos, ou seja, no fim do verão e início do outono, com a redução do comprimento dos dias, há indução floral, e as plantas de milheto entram na fase reprodutiva.

Para justificar as variações observadas na primeira, segunda e terceira épocas de semeadura, Lindau e Pereira Filho (2009) destacam em seus experimentos que diversos fatores climáticos, como temperatura, radiação solar e precipitação, afetam a taxa de crescimento e desenvolvimento das plantas, influenciando nas atividades fisiológicas, interferindo diretamente na produção de grãos.

Segundo estudos conduzidos por Rodrigues e Pereira Filho (2010), dependendo da época do ano, das condições de chuva e do período, pode-se obter uma produção de

grãos entre 1500 kg ha⁻¹, com a cultivar ADR500, e 2.300 kg ha⁻¹, com ADR300. Estes resultados diferiram dos encontrados neste experimento, que obteve baixas produções com estas cultivares, pois as condições edafoclimáticas não foram favoráveis para uma maior produção de grãos.

Os valores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas palhadas dos milhetos ADR300, ADR500, ADR8010, ADR9010 e ADR9020 na colheita de grãos nas diferentes épocas de plantio estão apresentados na Tabela 4.

Ao avaliar o acúmulo de nitrogênio nas palhadas do milho na colheita de grãos nas diferentes épocas de plantio, verificou-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos utilizados na primeira, segunda e terceira época. O maior acúmulo de N foi observado na quarta época com a cultivar ADR9010 (144,30 kg ha⁻¹), diferindo significativamente das cultivares ADR300 (64,07 kg ha⁻¹) e ADR500 (71,42 kg ha⁻¹) (Tabela 4).

Tabela 4 - Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nas palhadas das cultivares e híbridos de milhetos na colheita de grãos nas diferentes épocas de plantio

N (kg ha ⁻¹)									
Tratamentos	1 ^a época		2 ^a época		3 ^a época		4 ^a época		
ADR300	91,30	a	106,48	a	73,46	A	64,07	b	
ADR500	98,43	a	81,54	a	94,08	A	71,42	b	
ADR8010	72,43	a	116,78	a	109,75	A	91,98	ab	
ADR9010	107,94	a	100,54	a	98,68	A	144,30	a	
ADR9020	76,97	a	72,88	a	92,73	A	107,39	ab	
Média	89,41		95,64		93,74		95,83		
CV 1 (%)						29,10			
CV 2 (%)						30,25			
P (kg ha ⁻¹)									
Tratamentos	1 ^a época		2 ^a época		3 ^a época		4 ^a época		
ADR300	17,34	a	17,15	a	16,26	A	13,18	a	
ADR500	18,34	a	14,84	a	16,02	A	18,50	a	
ADR8010	18,72	a	12,89	a	17,85	A	12,74	a	
ADR9010	20,00	a	14,74	a	12,00	A	15,21	a	
ADR9020	16,04	a	17,33	a	15,86	A	14,42	a	
Média	18,08		15,39		15,59		14,81		
CV 1 (%)						13,44			
CV 2 (%)						28,89			
K (kg ha ⁻¹)									
Tratamentos	1 ^a época		2 ^a época		3 ^a época		4 ^a época		
ADR300	112,58	a	76,37	b	68,07	A	42,76	a	
ADR500	124,76	a	60,06	b	61,03	A	37,29	a	
ADR8010	103,35	a	95,89	ab	74,85	A	57,62	a	

ADR9010	144,27	a	125,48	a	74,03	A	65,99	a
ADR9020	130,92	a	73,58	b	52,69	A	57,00	a
Média	123,17		86,276		66,13		52,33	
CV 1 (%)					43,61			
CV 2 (%)					39,36			

Ca (kg ha⁻¹)

Tratamentos	1ª época		2ª época		3ª época		4ª época	
ADR300	18,20	a	19,95	a	20,52	A	18,00	a
ADR500	19,69	a	17,39	a	17,97	A	22,88	a
ADR8010	17,50	a	13,47	a	19,58	A	15,63	a
ADR9010	18,69	a	15,32	a	14,00	A	14,03	a
ADR9020	22,05	a	20,68	a	13,17	A	17,12	a
Média	19,55		17,36		17,04		17,53	
CV 1 (%)					29,76			
CV 2 (%)					36,39			

Mg (kg ha⁻¹)

Tratamentos	1ª época		2ª época		3ª época		4ª época	
ADR300	17,44	a	19,46	ab	17,80	A	19,01	ab
ADR500	19,68	a	11,25	b	21,68	A	16,60	b
ADR8010	16,45	a	13,73	b	16,50	A	11,57	b
ADR9010	23,89	a	30,74	a	11,07	A	31,92	a
ADR9020	22,75	a	25,64	ab	16,75	A	15,84	b
Média	20,04		20,16		16,75		18,98	
CV 1 (%)					20,33			
CV 2 (%)					39,99			

S (kg ha⁻¹)

Tratamentos	1ª época		2ª época		3ª época		4ª época	
ADR300	23,18	a	16,57	b	14,78	A	9,80	a
ADR500	18,76	a	13,16	b	11,64	A	10,10	a
ADR8010	22,55	a	16,36	b	11,07	A	7,54	a
ADR9010	20,87	a	29,83	a	9,44	A	11,94	a
ADR9020	22,58	a	11,55	b	10,28	A	16,81	a
Média	21,58		17,49		11,44		11,23	
CV 1 (%)					27,65			
CV 2 (%)					36,39			

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O maior acúmulo de N no híbrido ADR9010 se deve à elevada produção de biomassa. Justifica-se esse maior acúmulo de N por ser um híbrido com boa adaptabilidade para a produção de biomassa seca e grãos e melhor adaptação às condições adversas de clima.

O acúmulo médio de N no milho neste trabalho, independentemente da época de plantio e dos materiais, foi de 93,66 kg ha⁻¹, superior ao encontrado por Torres et al. (2005), de 3.600 kg ha⁻¹ de biomassa seca com 55,8 kg ha⁻¹ de N, utilizando o milho pérola em cultivo na primavera em Uberaba (MG) e manejado em pleno florescimento.

Ao avaliar o acúmulo de fósforo nas palhadas dos milhetos na colheita de grãos nas diferentes épocas de plantio, verificou-se que não houve efeito significativo entre tratamentos e épocas avaliadas (Tabela 4). Justifica-se que a capacidade de acúmulo deste nutriente na palhada dependa de fatores climáticos (precipitação) e características do solo.

Segundo Marcante, Camacho e Paredes (2011), a umidade do solo é um fator que influencia na difusão dos íons de fósforo para as raízes da planta, logo, se a falta de precipitação for menor, a absorção de fósforo pela planta de milho será baixa. Costa e Rodrigues (1986) observaram que a alta umidade presente no solo incrementou maior produção de biomassa seca e maior acúmulo do nutriente na parte aérea e raiz, ou seja, maior absorção pela planta. No presente estudo, por se tratar de entressafra, com menor disponibilidade de água, o comportamento foi semelhante entre os materiais.

O acúmulo de potássio na palhada de milho após a colheita de grãos foi significativo na segunda época com o material ADR9010 (125,48 kg ha⁻¹) enquanto nas demais épocas (1^a, 2^a e 3^a) não houve diferença significativa. Este maior acúmulo de K se deve à elevada produção de biomassa, 8.478 kg ha⁻¹, na segunda época com o material ADR9010. O potássio encontra-se predominantemente na forma iônica K⁺, uma vez que o nutriente não participa de componentes funcionais e estruturais da planta, e a decomposição dos restos vegetais o libera na sua totalidade. Desse modo, pode-se considerar um aproveitamento de 100% do potássio proveniente dos restos culturais, porém, perdas desse nutriente por lixiviação podem ocorrer em solos arenosos (SPAIN; SALINAS, 1985).

As quantidades de K na parte aérea de plantas de cobertura podem constituir uma fonte expressiva do nutriente para culturas subsequentes, no sistema de semeadura direta; e a mineralização do K da palha, depositada na superfície do solo, pode ser relativamente rápida, pois esse nutriente permanece quase que totalmente na forma iônica dentro do tecido vegetal (SPARKS; HUANG, 1985, apud ROSOLEM et al., 2006).

O acúmulo médio de potássio nos materiais e nas épocas de plantio foi de 81,98 kg ha⁻¹, valor inferior ao obtido por Boer et al. (2007), de 416,9 kg ha⁻¹, acumulado pelo milho ADR500, manejado no pleno florescimento na entressafra em Rio Verde (GO). Estes autores constataram também que o milho acumula maiores quantidades de nutrientes na biomassa, sendo o potássio o nutriente acumulado em maior quantidade pela cultura do milho. O menor acúmulo médio do potássio no presente estudo está

relacionado à época de plantio e ao manejo na colheita de grãos, sendo grande parte do K acumulado na parte aérea translocado para os grãos.

No experimento implantado por Braz et al. (2004), ao avaliarem o acúmulo dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn e Fe nas folhas do milho aos 55 dias após o plantio, em função dos dias após a emergência da planta em Santo Antônio de Goiás/GO, observaram que os valores de N e K são bem maiores que os normalmente incorporados ao solo pela adubação de plantio, mostrando a grande capacidade de aquisição de nutrientes dessa cultura.

No presente estudo, ocorreu queda no acúmulo médio de K entre os materiais estudados com a época de plantio. Este fato se deve à menor disponibilidade hídrica que afeta a absorção de K e seu acúmulo na parte aérea do milho.

Quanto ao acúmulo de cálcio na palhada de milho após a colheita de grãos, não se observou diferença significativa entre os diferentes materiais estudados e nas diferentes épocas de plantio (Tabela 4). Oliveira, Carvalho e Moraes (2002), em estudo com milho, em pleno florescimento, obtiveram acumulações de 93 kg ha⁻¹ de Ca. No presente estudo, foram encontrados menores valores, tendo sido o maior acúmulo de 22,05 kg ha⁻¹ de cálcio na colheita dos grãos na 1ª época de plantio.

O acúmulo de Mg apresenta diferença entre a 2ª e 4ª época, com maior acúmulo no ADR9010, diferindo do ADR300 e ADR9020 na 2ª época, mas não diferindo do ADR300 na 4ª época (Tabela 4). Maior acúmulo de cálcio (76,31 kg ha⁻¹) na cultura do milho ADR500 foi obtido por Boer et al. (2007) na fase do florescimento, com uma produção de biomassa seca de 10.801 kg ha⁻¹.

Oliveira et al. (2002) observaram acúmulos de 54 kg ha⁻¹ de Mg, valores acima dos encontrados neste experimento, em que foram constatados maiores acúmulos na 2ª época, de 19,46, 25,64 e 30,74 kg ha⁻¹ para ADR300, ADR9020 e ADR9010, respectivamente (Tabela 4).

Ao observar o acúmulo de enxofre nas palhadas do milho na colheita de grãos nas diferentes épocas, observou-se diferença significativa na 2ª época de plantio, com maior acúmulo no híbrido ADR9010 (29,83 kg ha⁻¹), com uma produção de biomassa de 8.676 kg ha⁻¹.

O maior acúmulo de K, Mg, S e principalmente do nitrogênio no milho ADR9010 se deve ao seu menor porte e à utilização mais eficiente da água, resultando em maior produção de biomassa e acúmulo de nutrientes.

Azevedo e Nascimento (2002), em experimento conduzido no município de Brejo-MA, no ano de 2001, com o milho IPA Bulk⁻¹, obtiveram 32,7 kg ha⁻¹ de N, 4,05 kg ha⁻¹ de P e 7,51 kg ha⁻¹ de Ca, em 2.890 kg ha⁻¹ de biomassa seca remanescente. No mesmo experimento, no milho BRS, identificaram 14,10 kg ha⁻¹ de N e 2,56 kg ha⁻¹ de P, 3,29 kg ha⁻¹ de Ca, em 1.830 kg ha⁻¹ de biomassa seca remanescente, ambos após a colheita dos grãos.

O maior acúmulo de nitrogênio e potássio foi verificado na palhada do tratamento ADR9010 em quarta e segunda época, respectivamente, mostrando um grande potencial de acúmulo desses nutrientes no híbrido.

3.4 CONCLUSÕES

Os híbridos ADR9010 e ADR9020 foram responsáveis pela maior produção de grãos na primeira época, com 2.626 e 2.425 kg ha⁻¹, respectivamente.

O maior acúmulo de nitrogênio, potássio, magnésio e enxofre foi verificado na palhada do milho ADR9010.

O híbrido ADR9010 se apresentou como a melhor opção de plantio na entressafra com o objetivo de produção de grãos e acúmulo de nutrientes.

3.5 REFERÊNCIAS

AZEVEDO, D.M.P. de; NASCIMENTO, H.T.S. do. **Potencial forrageiro de espécies para cultivo no período de safrinha em solos de tabuleiros costeiros**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 4p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado Técnico, 148).

BOER, C.A.; ASSIS, R.L. de; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L. de L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.9, p. 1269-1276, set. 2007.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L. de; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L. de L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.843-851, 2008.

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M. da; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, p.83-87, 2004.

COELHO, Antônio Marcos; PEREIRA FILHO, Israel Alexandre. A importância do milheto na disponibilização de potássio. **Campo & Negócios**, p.40-42, abr. 2012.

COSTA, A.C.T. da; OLIVEIRA, L.B. de; CARMO, M.G.F. do; PEREIRA, M.B.; PIMENTEL, C. Produção de biomassa e de grãos e resistência à ferrugem no composto ENA 2 de milheto pérola, semeado na época da seca. **Agronomia**, v.39, n.1/2, p.71-76, 2005.

COSTA, N. L.; RODRIGUES, A. N. A. Efeito da umidade do solo sobre o crescimento e a absorção de cálcio e fósforo pela leucena (*Leucena leucocephala* Lam.), **Agropecuária Técnica**, v.7, n.2, p.10-18, 1986.

DAN, H. de A.; BARROSO, A.L. de L.; DAN, L.G. de M.; TANNÚS, V.R.; FINOTTI, T.R. Seletividade de herbicidas aplicados na pós-emergência da cultura do milheto (*Pennisetum glaucum*). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8, n.3, p.297-306, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p. (Embrapa/CNPS. Documentos, 1).

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

GERALDO, J.; ROSSIELLO, R. O. P.; ARAÚJO, A. P.; PIMENTEL, C. Diferenças em crescimento e produção de grãos entre quatro cultivares de milheto-pérola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1367-1376, jul. 2000.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. **Utilização do milheto para produção de silagem**. Planaltina/DF: Embrapa Cerrados, 2009. 30p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 259).

GUIMARÃES, C.V.; ASSIS, R.L. de; SIMON, G.A.; PIRES, F.R.; FERREIRA, R.L.; SANTOS, D.C. dos. Desempenho de cultivares e híbridos de milheto em solo submetido à compactação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1188-1194, ago. 2013.

LINDAU, E.C.; PEREIRA FILHO, I.A. **Cultivo de milheto**. Embrapa Milho e Sorgo, Sistema de produção 3, 2009. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milheto/CultivodoMilheto/index.htm>. Acesso em 15 abr 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARCANTE, N.C.; CAMACHO, M.A.; PAREDES, F.P.J. Teores de nutrientes no milheto como cobertura de solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 196-204, Mar./Apr. 2011.

MARTINS NETTO, D.A.M.; BONAMIGO, L.A. Milheto: característica da espécie e uso. In: MARTINS NETTO, D.A.M.; DURÕES, F.O.M. (Eds.). **Milheto: tecnologias de produção e agronegócio**. Brasília: Embrapa-Informações tecnológicas, 2005. p.17-33.

OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em Plantio Direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1079-1087, 2002.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia, fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

RODRIGUES, J.A.S.; PEREIRA FILHO, I.A. **Cultivo do milheto**. 2.ed. Embrapa Milho e Sorgo, set. 2010. Disponível em:
<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milheto_2_ed/cultivares.htm>. Acesso em:

ROSOLEM, C.A.; SANTOS, F.P. dos; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milheto e chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.6, p.1033-1040, 2006.

SPAIN, J. M.; J. G. SALINAS. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 1985, Ilhéus, BA. **Anais...** Ilhéus, 1985. p.159-299.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J.C.; FABIAN, A.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.609-618, 2005.

4. CAPÍTULO II. AVALIAÇÃO DE PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE PALHADA DE CULTIVARES E HÍBRIDOS DE MILHETO CULTIVADOS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA EM SAFRINHA

RESUMO

A cultura do milheto tem seu cultivo expandido de forma acelerada na região de Cerrado em razão da sua diversidade de usos, tanto para produção de palhada, quanto para produção de grãos. Com o objetivo de avaliar a produção e a decomposição de palhada de cultivares e híbridos de milheto cultivados em diferentes épocas de semeadura em safrinha, instalou-se um experimento em 2013 em Rio Verde-GO. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro épocas de plantio: 1ª época (12 de fevereiro de 2013); 2ª época (19 fevereiro); 3ª época (27 de fevereiro); e 4ª época (04 de março). O trabalho foi conduzido em um Latossolo Vermelho distroférico textura argilosa, no sistema plantio direto há mais de 5 anos. Foram utilizados as cultivares ADR300 e ADR500 e o híbrido de milheto de duplo propósito ADR8010 para produção de grãos e biomassa e dois híbridos graníferos, ADR9010 e ADR 9020. Evaluations of biomass were made on days 0, 60, 94, 140 and 178 days after harvest of grain. Foram feitas avaliações de biomassa nos tempos 0, 60, 94, 140 e 178 dias após a colheita dos grãos. Ajustou-se, para a decomposição de palhadas com o tempo, um modelo exponencial decrescente. As cultivares e híbridos de milheto apresentaram semelhança na produção de biomassa seca nas diferentes épocas de plantio, com produção média de 8.917 kg ha⁻¹. As cultivares ADR300 e ADR500 e o híbrido ADR8010 apresentaram semelhança nas taxas de decomposição de biomassa em todas as épocas de plantio. Os híbridos ADR9010 e ADR9020 apresentaram comportamentos semelhantes quanto à decomposição da palhada na 4ª época de plantio. Os híbridos graníferos ADR9010 e ADR9020 apresentaram elevado potencial para produção de biomassa independentemente da

época de plantio. A cultura do milheto apresentou-se como uma excelente opção de cobertura do solo na entressafra.

Palavras-chave: *Pennisetum americanum* (L), biomassa remanescente, resíduos culturais.

CHAPTER II. EVALUATION OF PRODUCTION AND DECOMPOSITION STRAW MILLET VARIETY AND HYBRIDS GROWN IN DIFFERENT PLANTING DATES IN OFF-SEASON

ABSTRACT

The pearl millet crop has expanded its growing rapidly in the savana region because of its versatility of uses, both for production of straw, as for grain production. Aiming to evaluate the production and decomposition of straw cultivars and hybrids of pearl millet grown at different sowing times in the offseason, an experiment was carried out in 2013 in the Rio Verde-GO. The experimental design consisted of randomized block with four replications and four sowing, 1st time (February 12, 2013), 2nd time (February 19), 3rd time (February 27) and 4th time (04 March). The experiment was carried out on a clay texture Dusky Red Latosol (Oxisol), under no-tillage over five years. Pearl millet cultivars (ADR300 and ADR500) and hybrid of pearl millet dual purpose (ADR8010) for grain yield and biomass and two hybrids grain (ADR9010 and ADR9020) were used. Evaluations of biomass were performed on days 0, 60, 94, 140 and 178 days after grain. harvest The decreasing exponential models were adjusted, for residue decomposition and soil surface cover along the time. Cultivars and hybrids of pearl millet were similar in the production of dry biomass at different planting times with an average production of 8917 kg ha⁻¹. Cultivars ADR300 and ADR500 and hybrid ADR8010 showed similarity in the decomposition rate of biomass in all planting dates. The decomposition rate for pearl millet hybrids ADR9010 and ADR9020 were similar in the 4th time. The hybrids ADR9010 and ADR9020 showed high potential for biomass production regardless of planting date. The millet crop presented as an excellent choice of ground cover in the off-season.

Key-words: *Pennisetum americanum* (L), the remaining biomass, crop residues.

4.1 INTRODUÇÃO

O milheto é uma planta da família das gramíneas de grande adaptação ao Cerrado brasileiro, onde o nível de fertilidade é baixo e o período de estiagem é bem caracterizado na entressafra. Sua alta adaptabilidade às condições do Cerrado se deve à alta capacidade de tolerar déficit hídrico prolongado e à exigência de baixo índice pluviométrico para seu ciclo, em torno de 400 mm. O motivo da adaptação a solos menos férteis está na sua capacidade de extração de nutrientes, face ao seu sistema radicular profundo (PEREIRA FILHO et al., 2003; BOER et al., 2008).

Os restos culturais das diferentes espécies utilizadas no sistema agrícola exercem um papel importante por proteger e conservar o solo, reduzindo o impacto das gotas de chuvas e, conseqüentemente, diminuindo as perdas por erosão, ocorrendo a reciclagem de nutrientes e a supressão de plantas daninhas. Entre as espécies, o milheto vem se apresentando como a gramínea mais adequada para a cobertura do solo na entressafra, em função da sua potencialidade, sendo a seleção de genótipos com elevada produção de biomassa seca imprescindível para a expansão da cultura no País (GERALDO et al., 2002).

O uso de híbridos de milheto tornou-se oportuna com a necessidade de materiais mais produtivos, tanto para a produção de grãos, quanto para a produção de palhada. E, para que isso ocorresse, o melhoramento genético passou a desenvolver materiais com potenciais variados, que possibilitaram atender à deficiência de plantas mais produtivas na produção de grãos e mantivessem uma produção mínima de biomassa (GUIMARÃES et al., 2013). Apesar de o cultivo do milheto no Brasil estar voltado principalmente para a produção de palhada, a grande demanda por grãos, principalmente na entressafra na região de Cerrado, fez surgir o interesse pela introdução de híbridos específicos para a produção de grãos.

Com relação à produção de grãos, novos genótipos têm sido lançados, apresentando menor altura de plantas, diminuindo assim o acamamento, mas pouco se conhece da capacidade destes materiais na produção de biomassa. Estudos envolvendo épocas de plantio do milheto na safrinha ainda são incipientes, principalmente com os novos genótipos com aptidão para a produção de grãos.

A recomendação da produção ideal de biomassa na região de Cerrado está estimada em 11.000 a 12.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de biomassa seca de resíduos (BAYER, 1996), devido à alta taxa de decomposição que ocorre em regiões tropicais. Levando-se

em consideração que a produção de biomassa da cultura da soja no verão gira em torno de 3.000 kg ha⁻¹ (PITTELKOW et al., 2012), a cultura do milho na safrinha assume importância como opção para o fornecimento complementar de palhada para se atingir a produção ideal anual.

Vários estudos com a cultura do milho objetivando de produção de biomassa vêm sendo conduzidos. Torres et al. (2005) obtiveram 10.300 kg ha⁻¹ de biomassa seca no florescimento do milho comum em Uberaba (MG). Oliveira et al. (2002) obtiveram 14.180 kg ha⁻¹ de biomassa seca do milho comum, aos 100 dias após o plantio, em Lavras (MG). Silva et al. (2003), com a variedade CMS-2, no Estado do Tocantins, obtiveram 5.378 kg ha⁻¹ de biomassa seca na safrinha. Boer et al. (2008) verificaram na região Centro-Oeste do Brasil na safrinha uma produção de 10.801 kg ha⁻¹ de biomassa seca do milho ADR500, em pleno florescimento. Costa et al. (2005a), em estudo no município de Seropédica (RJ), com o objetivo de produção de biomassa e grãos, obtiveram com a cultivar ENA 2 uma produção de biomassa seca de 4.353 kg ha⁻¹. Costa et al. (2005b), avaliando a produção de grãos e biomassa no verão e na safrinha, observaram que o genótipo ENA 1 pode ser usado para a produção de biomassa, enquanto o BRS 1501, para a produção de biomassa e de grãos, principalmente na seca.

A decomposição da palhada nos Cerrados é acelerada, e a taxa de decomposição pode ser até 10 vezes mais acelerada em regiões tropicais e subtropicais do que em regiões temperadas (LAL & LOGAN, 1995). Pelá et al. (1999), ao avaliarem a decomposição de 10 espécies de cobertura, observaram que o milho foi a espécie mais resistente à decomposição, apresentando percentual de perda de biomassa de 66 % em 73 dias. Torres et al. (2005), em experimento com milho, semeado em pré-safra em solo de Cerrado e manejado aos 110 dias do plantio, constataram meia-vida ($t_{1/2}$) para decomposição dos resíduos de 112 dias, mostrando ser a palhada do milho mais persistente no solo, enquanto Boer et al. (2008) obtiveram meia-vida ($t_{1/2}$) de 105 dias para o ADR500, quando manejado em pleno florescimento.

A taxa de decomposição está diretamente relacionada à relação C/N dos resíduos culturais sobre o solo. Nesse sentido, Boer et al. (2008), ao conduzirem experimento na região Centro-Oeste do Brasil, com o objetivo de avaliar a produção de biomassa verde e seca, verificaram que o milho ADR500 apresentou maior relação C/N, denotando o potencial desta planta de cobertura para manutenção da cobertura do solo devido à maior permanência dos seus resíduos no solo. Em solos de tabuleiros costeiros e condição de estresse hídrico, Azevedo & Spehar (2002) determinaram a relação C/N

nos resíduos de milho IPA–Bulk I, milho BRS 1501, por ocasião do manejo da biomassa, feito após a colheita dos grãos, e obtiveram 62:1; 54:1, respectivamente.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção e a decomposição da palhada de cultivares e híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura, em safrinha, no município de Rio Verde-GO.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, na safrinha de 2013, no Município de Rio Verde - Goiás, com latitude 18°02'48.00" S, longitude 55°02'43.54" W e altitude de 809 m.

O solo em que foi implantado o experimento é caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa, relevo suave ondulado, no sistema plantio direto há mais de 5 anos. Inicialmente, foram retiradas amostras deformadas para análise química do solo e textura, na profundidade de 0-20 cm, conforme metodologia da Embrapa (2011).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro épocas de semeadura: 1ª época (12 de fevereiro de 2013); 2ª época (19 fevereiro); 3ª época (27 de fevereiro); e 4ª época (04 de março).

As subparcelas foram constituídas por cinco linhas de 4 m de comprimento, com o espaçamento entre linhas de 0,50 m, compreendendo uma área total de 960 m². Foram utilizadas as cultivares ADR300 e ADR500. A variedade ADR300 é recomendada para produção da palhada no sistema plantio direto, enquanto a variedade ADR500 é recomendada para pastejo e capineira. Foram utilizados os híbridos de milho de duplo propósito ADR8010, para produção de grãos e palhada, e dois híbridos graníferos, ADR9010 e ADR 9020. O híbrido ADR9020 apresenta porte intermediário, enquanto o ADR9010 apresenta menor porte. Os milhetos híbridos são produtos de melhoramento genético desenvolvidos pela Bonamigo Melhoramentos.

Os valores de precipitação pluvial mensal no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013, Tabela 1, foram coletados em um pluviômetro instalado próximo à área experimental.

Os resultados da análise química do solo e textura da área experimental estão apresentados na Tabela 2.

A adubação foi feita conforme os resultados da análise de solo, com a utilização de 350 kg ha⁻¹ de NPK 2-20-18 e, após 20 dias da emergência, foi feita a adubação de cobertura com ureia (100 kg ha⁻¹ de N).

O plantio foi feito manualmente e para a abertura dos sulcos utilizou-se de semeadora-adubadora. Em seguida, as sementes foram semeadas, compreendendo de 10 a 12 kg ha⁻¹ de sementes, segundo características de cada cultivar e híbrido.

Não houve necessidade de utilizar herbicidas na área em que foi implantado o plantio do milho. As plantas foram conduzidas em sistema de sequeiro. Antes de atingirem a maturidade fisiológica, as panículas foram cobertas com sacos de papel para evitar perdas pelo ataque de pássaros. Ao atingir a maturidade fisiológica, foram determinadas a produção de grãos e a produção de biomassa seca da planta, pela coleta em cada parcela de duas amostras de 1,0 m de comprimento, nas duas linhas centrais. Na colheita, feita manualmente, as panículas foram debulhadas com auxílio de uma peneira para facilitar a retirada dos grãos. A avaliação da produção de biomassa na colheita de grãos ocorreu dia 06 de julho de 2013, 1^a época, e das demais épocas, 2^a, 3^a e 4^a, no dia 20 de julho de 2013.

Em seguida, foi passada uma grade fechada para uniformizar a palhada na área. Após a colheita dos grãos, na sequência, foram feitas as avaliações da palhada nas épocas 0, 60, 94, 140 e 178 dias após a colheita dos grãos, tendo sido utilizado para tal um quadrado de ferro de 0,5 m de lado, retirando-se a palhada no seu interior e, em seguida, colocando-a em sacos de papel identificados, para serem encaminhados ao laboratório.

O material foi levado à estufa com circulação e renovação forçada de ar, a 65 °C por 72 h, para secagem e posterior pesagem. Para cada época de amostragem, quantificou-se a biomassa seca para as espécies. Após a moagem das amostras, foram determinados no material vegetal os teores de N e C (MALAVOLTA et al., 1997). As análises foram feitas no material vegetal no tempo 0, ou seja, na colheita de grãos, em todas as épocas de plantio.

Para descrever a decomposição dos resíduos vegetais, os dados foram ajustados a um modelo matemático exponencial, descrito por Wieder e Lang (1982), utilizado por Thomas & Asakawa (1993) e Torres et al. (2005). Este modelo é expresso pela equação $P = P_0 \exp(-kt)$, em que P é a quantidade de biomassa seca existente no tempo t, em dias; P₀ é a fração da biomassa seca potencialmente decomponível; e k é a constante de decomposição da biomassa seca. Para calcular a meia-vida (t_{1/2}), ou seja, o tempo

necessário para que 50 % da biomassa remanescente seja decomposta, utilizou-se a equação $t_{1/2} = 0,693/k$, de acordo com Paul & Clark (1989), em que $t_{1/2}$ é a meia-vida de biomassa seca e k é a constante de decomposição da biomassa seca.

As análises de regressão relativas à decomposição da biomassa seca foram feitas com o uso do aplicativo Sigma Plot, versão 7.0, da Jandel Scientific, com também para as comparações das equações de regressão. Após linearização, foi utilizado o procedimento descrito em Snedecor & Cochran (1989).

Os resultados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F. Para os efeitos significativos de cultivares e híbridos, foram comparadas as médias pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade e para época de semeadura, com base na análise de regressão (FERREIRA, 2011).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não ocorreram diferenças significativas entre as cultivares e híbridos de milho na produção de biomassa seca nas diferentes épocas de plantio. A produtividade média de biomassa seca das cultivares e híbridos de milho nas diferentes épocas de plantio foi de 8917 kg ha⁻¹ (Tabela 1). Observa-se que esta produção atende à recomendação da produção ideal de biomassa na região de Cerrado, estimada em 11.000 a 12.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹, considerando que a produção de biomassa da cultura da soja no verão gira em torno de 3.000 kg ha⁻¹ e a cultura cultivada em safrinha produz em torno de 8.000 kg ha⁻¹, quantidade tida como ideal para o sistema de plantio direto, em razão da manutenção do solo coberto na entressafra. Observa-se que, mesmo para os híbridos graníferos com aptidão para produção de grãos, a produção de biomassa foi acima de 7000 kg ha⁻¹ em todas as épocas de plantio. Elevadas produções de biomassa foram encontradas por diversos autores em estudos com milhetos com dupla aptidão. Boer et al. (2008) encontraram 10800 kg ha⁻¹ para o milho ADR500. Costa et al. (2005a) encontraram 4.353 kg ha⁻¹ para a cultivar ENA 2.

Analisando a Tabela 1, observa-se que, nas avaliações de biomassa (1^a até a 5^a época de avaliação), ocorreu diminuição proporcional na perda da biomassa, sendo mais acentuada a partir da 3^a época de avaliação, que corresponde ao início do período chuvoso (mês de outubro). Esta diminuição se deve à decomposição da palhada com a perda inicial de folhas e materiais menos lignificados. Os componentes solúveis e seus compostos relativamente fáceis de degradação são rapidamente utilizados por

decompositores, enquanto materiais mais resistentes têm taxa de perdas relativamente menores, podendo-se caracterizar uma fase rápida e uma fase mais lenta (BERTOL et al., 1998).

Tabela 1 - Biomassa remanescente (kg ha^{-1}) nas diferentes épocas de plantio e de avaliações em cultivares e híbridos de milho

Biomassa remanescente na 1ª avaliação (kg ha^{-1})				
Tratamentos	1ª época	2ª época	3ª época	4ª época
ADR300	10869 a	9507 a	8745 A	7627 a
ADR500	9909 a	9707 a	9570 A	8502 a
ADR8010	8623 a	8319 a	8704 A	7730 a
ADR9010	8987 a	8478 a	9484 A	9797 a
ADR9020	9163 a	8676 a	8280 A	7671 a
CV 1 (%)	20,65			
CV 2 (%)	19,80			
Biomassa remanescente na 2ª avaliação (kg ha^{-1})				
Tratamentos	1ª época	2ª época	3ª época	4ª época
ADR300	8206 a	6249 b	7036 A	5686 a
ADR500	7706 a	6823 ab	6689 A	6387 a
ADR8010	6068 a	7612 ab	6811 A	6150 a
ADR9010	6868 a	9307 a	5341 A	6173 a
ADR9020	7519 a	7143 ab	6405 A	7439 a
CV 1 (%)	21,16			
CV 2 (%)	21,13			
Biomassa remanescente na 3ª avaliação (kg ha^{-1})				
Tratamentos	1ª época	2ª época	3ª época	4ª época
ADR300	4925 a	3588 a	5054 A	4390 a
ADR500	5155 a	3720 a	3754 Ab	3606 a
ADR8010	3781 a	4289 a	3569 Ab	3175 a
ADR9010	4086 a	3356 a	2902 b	2860 a
ADR9020	5175 a	3746 a	3148 b	3413 a
CV 1 (%)	29,96			
CV 2 (%)	24,02			
Biomassa remanescente na 4ª avaliação (kg ha^{-1})				
Tratamentos	1ª época	2ª época	3ª época	4ª época
ADR300	4838 a	3358 a	2435 A	3635 a
ADR500	3086 b	3214 a	2756 A	3374 a
ADR8010	3512 b	3299 a	3076 A	2890 a
ADR9010	3693 ab	2864 a	2711 A	2765 a
ADR9020	3172 b	3599 a	2681 A	3229 a
CV 1 (%)	35,17			
CV 2 (%)	20,42			
Biomassa remanescente na 5ª avaliação (kg ha^{-1})				
Tratamentos	1ª época	2ª época	3ª época	4ª época
ADR300	2246 a	3256 a	2311 A	3504 a
ADR500	2837 a	2651 a	2273 A	3021 ab
ADR8010	2173 a	2587 a	2737 A	2066 ab
ADR9010	2206 a	1950 a	1814 A	2020 b

ADR9020	2661 a	2302 a	2168 A	2221 ab
CV 1 (%)		36,64		
CV 2 (%)		29,78		

Plantio: 1ª época: 12 de janeiro; 2ª época: 19 de fevereiro; 3ª época: 27 de fevereiro; e 4ª época: 04 de março.

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ceretta et al. (2002) acrescentam em seus estudos que a permanência da palha na superfície do solo é importante para a manutenção do sistema plantio direto, reforçando com o estudo que produzir resíduos vegetais que apresentam decomposição lenta promove a manutenção do solo por maior período de tempo. Azevedo & Spehar (2002), no período de safrinha, na microrregião de Chapadinha (MA), obtiveram redução de biomassa seca de 25 % para o milho, até 180 dias após seu manejo. No presente estudo, a maior decomposição das palhadas pode ser explicada pela maior pluviosidade e elevadas temperaturas da região.

Analisando a Tabela 2, observa-se que ocorreram diferenças significativas entre as cultivares e os híbridos avaliados para o teor de N, carbono e relação C/N. O híbrido granífero ADR9010 apresentou teor de N elevado em todas as épocas de plantio. Os híbridos graníferos ADR9010 e ADR9020 apresentaram teores de N mais elevados na 4ª época de plantio. As variedades ADR300 e ADR500 apresentaram menores teores de N na 4ª época de plantio. Estas diferenças entre as cultivares e híbridos estão relacionadas ao ciclo das espécies e às diferenças na composição química dos materiais, além dos fatores climáticos.

As variedades ADR300 e ADR500 apresentaram de uma maneira geral maior relação C/N com o avanço da época de plantio. Na 4ª época, a relação C/N das variedades foi diferente estatisticamente dos híbridos graníferos, com valores superiores. Este aumento na relação C/N com a época de plantio está relacionado à diminuição do índice pluviométrico, resultando em menor ciclo da cultura e materiais mais lignificados. Por esta razão, resíduos com maior relação C/N assumem grande importância na cobertura do solo na entressafra, pois quanto maior essa relação, mais lenta a decomposição dos resíduos. Boer et al. (2008) observaram em estudo em safrinha que o milho ADR500 apresentou relação C/N de 34:1, manejado em pleno florescimento. Neste experimento, o ADR500 teve uma relação C/N nas quatro épocas acima de 50:1 (Tabela 2). Resultados semelhantes foram apresentados por Azevedo & Spehar (2002) que determinaram a relação C/N no resíduo do milho BRS 1501 após a

colheita dos grãos com valor de 58:1. Estes dados confirmam os resultados das variedades do presente estudo.

Tabela 2 - Teor de nitrogênio, carbono e relação C/N de cultivares e híbridos de milho em diferentes épocas de plantio

N (g kg ⁻¹)				
Tratamentos	1ª época	2ª época	3ª época	4ª época
ADR300	8,4 b	11,2 ab	8,4 B	8,4 b
ADR500	9,8 ab	8,4 b	9,8 Ab	8,4 b
ADR8010	8,4 b	14,0 a	12,6 A	11,9 a
ADR9010	11,9 a	11,9 a	10,5 Ab	14,7 a
ADR9020	8,4 b	8,4 b	11,2 Ab	14,0 a
CV 1 (%)				14,32
CV 2 (%)				14,40
C (g kg ⁻¹)				
Tratamentos	1ª época	2ª época	3ª época	4ª época
ADR300	508,6 a	493,9 a	491,0 A	470,9 a
ADR500	494,8 ab	502,8 a	506,4 A	487,0 a
ADR8010	487,9 ab	503,4 a	504,4 A	503,6 a
ADR9010	498,5 ab	493,6 a	506,1 A	493,6 a
ADR9020	458,9 b	425,7 b	477,6 A	477,1 a
CV 1 (%)				4,19
CV 2 (%)				4,67
C/N				
Tratamentos	1ª época	2ª época	3ª época	4ª época
ADR300	60,5 a	44,1 bc	58,5 A	56,1 a
ADR500	51,3 a	59,9 a	52,8 Ab	58,0 a
ADR8010	58,1 ab	36,7 c	40,5 C	42,7 b
ADR9010	44,3 b	44,3 bc	49,0 Abc	33,8 b
ADR9020	54,6 ab	50,7 ab	42,6 Bc	34,1 b
CV 1 (%)				12,58
CV 2 (%)				12,16

Plantio: 1ª época: 12 de janeiro; 2ª época: 19 de fevereiro; 3ª época: 27 de fevereiro; e 4ª época: 04 de março.

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 3, estão apresentados os valores dos coeficientes Po e k da equação de regressão $P = p_0 \exp(-k t)$, os respectivos coeficientes de determinação (R_2) e a meia-vida ($t_{1/2}$) da biomassa seca remanescente até 178 dias após a colheita dos grãos, para as cultivares de milho ADR300 e ADR500 e os híbridos graníferos ADR8010, ADR9010 e ADR9020. A $t_{1/2}$ variou entre as cultivares e híbridos e entre as épocas de plantio com valores entre 69 a 141 dias. Estas variações na $t_{1/2}$ se devem às

características morfológicas dos materiais estudados, entre elas, a proporção folha/colmo, altura das plantas e composição química, refletindo diretamente na velocidade de decomposição da biomassa, além das condições climáticas que afetaram de maneira diferente cada material (WIEDER & LANG, 1982).

Tabela 3 - Coeficientes da equação de regressão, $P = P_0 \cdot \exp(-kt)$, e meia-vida, para decomposição de palhada dos cultivares e híbridos de milho de 0 até 178 dias após o manejo, nas diferentes épocas de plantio

ADR300					
Épocas	Coeficientes da equação de regressão			R ²	Meia-vida (dias)
	Po	k			
1ª época	11166,26	0,0072		0,94**	96
2ª época	9373,39	0,0075		0,94**	92
3ª época	9217,35	0,0072		0,93**	96
4ª época	7544,71	0,0049		0,98**	141
ADR500					
Épocas	Coeficientes da equação de regressão			R ²	Meia-vida (dias)
	Po	k			
1ª época	10278,11	0,0072		0,96**	96
2ª época	9811,88	0,0080		0,96**	120
3ª época	9756,31	0,0085		0,97**	82
4ª época	8548,24	0,0067		0,94**	103
ADR8010					
Épocas	Coeficientes da equação de regressão			R ²	Meia-vida (dias)
	Po	k			
1ª época	8707,57	0,0073		0,97**	95
2ª época	8850,13	0,0064		0,88*	108
3ª época	8908,61	0,0072		0,93**	96
4ª época	7978,65	0,0074		0,92**	94
ADR9010					
Épocas	Coeficientes da equação de regressão			R ²	Meia-vida (dias)
	Po	k			
1ª época	9229,81	0,0071		0,95**	98
2ª época	9471,05	0,0073		0,70*	95
3ª época	9435,61	0,0101		0,98**	69
4ª época	9858,73	0,0098		0,96**	71
ADR9020					
Épocas	Coeficientes da equação de regressão			R ²	Meia-vida (dias)
	Po	k			
1ª época	9609,76	0,0067		0,94**	103
2ª época	9002,42	0,0070		0,91*	99
3ª época	8528,56	0,0079		0,92**	88
4ª época	8239,41	0,0065		0,81*	107

Plantio: 1ª época: 12 de janeiro; 2ª época: 19 de fevereiro; 3ª época: 27 de fevereiro; e 4ª época: 04 de março. (***) e (*) Significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

A menor $t_{1/2}$ foi verificada no milheto ADR9010 na 3ª época e a maior, no milheto ADR300 na 4ª época (Tabela 3). Estes altos valores podem ser explicados pela alta capacidade dos materiais em cobrir o solo, em razão da grande quantidade de biomassa produzida, associada à alta relação C/N. Nas condições em que foi implantado este experimento, verificou-se que as condições climáticas foram relevantes para o desenvolvimento das plantas, o que influenciou na relação C/N e, conseqüentemente, na eficiência da cobertura do solo.

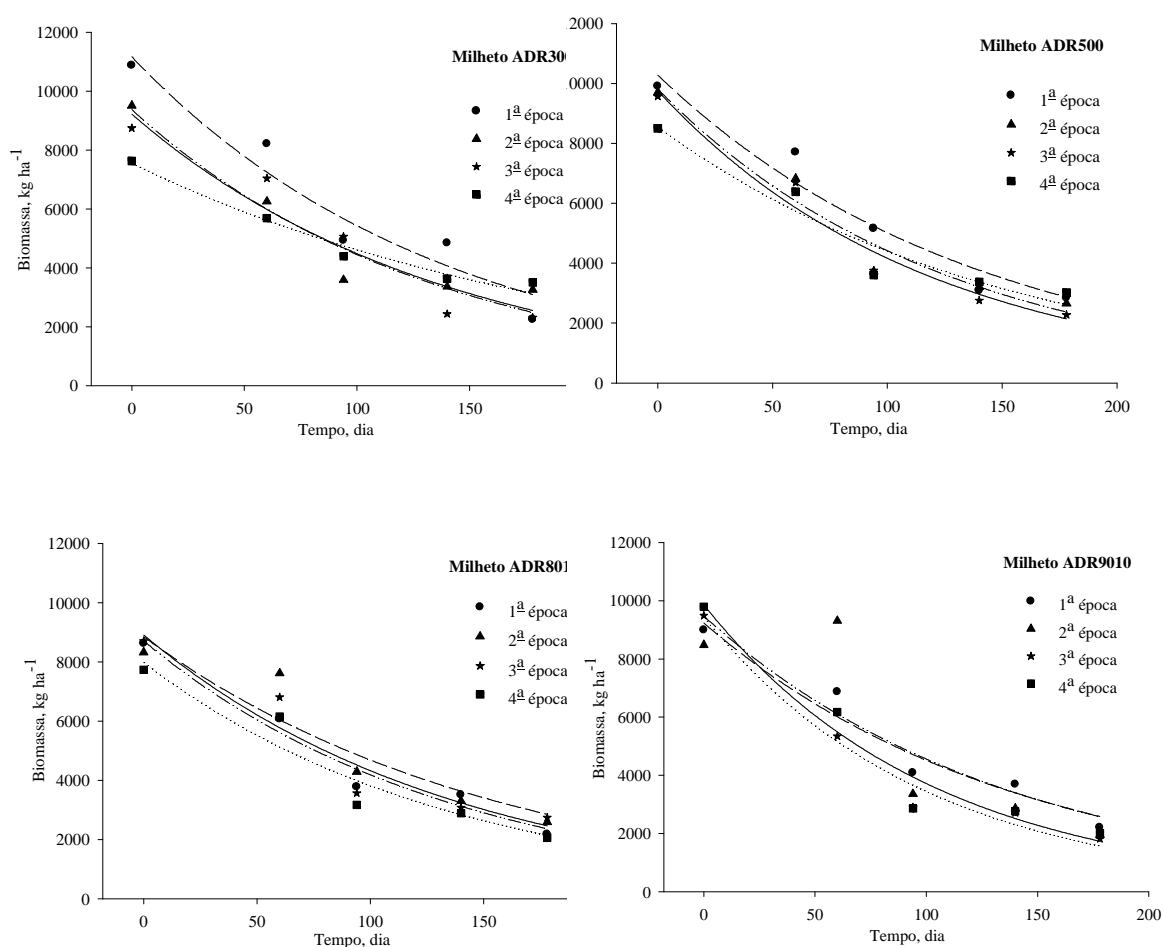
Torres et al. (2005), em experimento com milheto semeado em pré-safra em solo de cerrado e manejado aos 110 dias do plantio, constataram meia-vida para decomposição dos resíduos de 131 dias. Esta diferença pode estar relacionada à variedade utilizada, às condições climáticas do período de avaliação e ao tempo de manejo da cultura do milheto que, no presente trabalho, ocorreu no pleno florescimento, aos 51 dias após o plantio. Estes resultados diferem dos encontrados neste experimento, em que a menor meia vida foi de 82 dias na 3ª época com o material ADR 500 e a maior meia vida foi de 120 dias na 2ª época com o ADR 500. Justifica-se que a palhada, ao permanecer no solo por um maior período de tempo, favorece a proteção física e a umidade, o que contribui para o aumento dos teores de carbono no solo, além de facilitar a ciclagem de nutrientes, adicionando N ao solo e mantendo a umidade após seu manejo.

Torres & Pereira (2008) constataram resultados semelhantes aos do presente trabalho, ao verificar maior $t_{1/2}$ para o milheto, 131 dias. Neste experimento, a maior $t_{1/2}$ foi verificada no material ADR 300, 141 dias. A cobertura eficiente do solo pela palhada é um dos fatores que limitam a adoção do sistema de plantio direto, notadamente em virtude da decomposição rápida dos resíduos. A palhada do milheto tem decomposição mais lenta no solo, o que pode ser visto como uma estratégia para aumentar a eficiência da cobertura do solo, principalmente no período que antecede o plantio de verão (BOER et al., 2008).

A taxa de decomposição está diretamente relacionada à relação C/N dos resíduos culturais sobre o solo (PALM & SACHEZ, 1991). Nesse estudo, verificou-se que o milheto ADR 300 apresentou maior relação C/N, Tabela 4, na 4ª época de plantio, o que favoreceu a meia vida para uma decomposição mais lenta. Isso denota o potencial destas plantas como cobertura, em função do maior tempo de permanência da biomassa no solo. Moraes (2001) observou que a taxa média de decomposição da palhada é maior nos primeiros 42 dias e que a mineralização dos nutrientes é mais acentuada nos

primeiros 63 dias após a dessecação e rolagem dos resíduos. No presente experimento, a cinética de decomposição dos resíduos culturais apresentou um padrão semelhante entre os materiais, observando-se um progressivo decréscimo da biomassa seca, sendo estes fatos observados em todos os materiais estudados (Tabela 5, Figura 1).

A Figura 1 mostra a decomposição da biomassa seca remanescente, que comprova a semelhança entre os materiais utilizados, evidenciando comportamento semelhante na decomposição de palhada para as cultivares ADR300 e ADR 500 e para os híbridos ADR8010, ADR9010 e ADR9020.



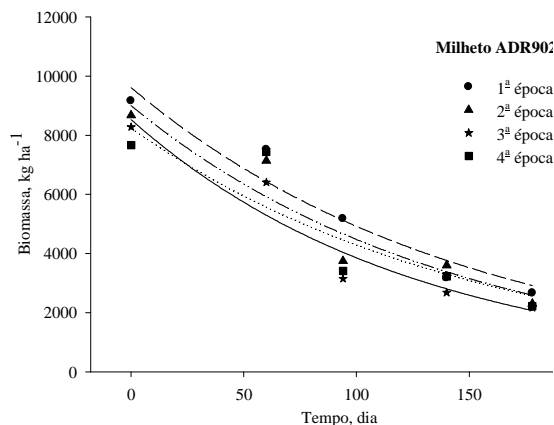


Figura 1. Biomassa seca remanescente do ADR300, ADR500, ADR8010, ADR9010 e ADR9020 de 0 até 178 dias após o manejo nas diferentes épocas de plantio

A redução da biomassa remanescente com relação ao tempo de avaliação ocorreu pela degradação dos resíduos culturais decorrentes do processo de decomposição (Figura 1). Gomes et al. (2005) acrescentam que a decomposição depende de fatores ambientais locais e das características químicas de cada espécie vegetal, o que acarreta uma grande variabilidade nas taxas de decomposição, aspectos que estão em conformidade com os encontrados neste estudo.

Analisando a Tabela 4 e Figura 2, observa-se que as equações de regressão para decomposição da biomassa seca remanescente para as cultivares de milho ADR300 e ADR500 e para os híbridos graníferos ADR8010, ADR9010 e ADR9020 foram semelhantes na 1ª, 2ª e 4ª épocas, podendo-se inferir que há um mesmo comportamento de decomposição de palhada para os materiais estudados. Apesar de os milhetos graníferos terem maior aptidão para produção de grãos, eles tiveram uma produção elevada de biomassa.

Kliemann et al. (2006), em estudo na região dos Cerrados para avaliar o comportamento das gramíneas sorgo, capim-mombaça, milho BN2, braquiária, do consórcio milho e braquiária, observaram perdas de biomassa das palhadas aos 150 dias de 80, 64, 58, 56 e 56 %, respectivamente. No presente estudo, observou-se perda média de biomassa nos materiais de milho aos 178 dias de 75 % na 1ª época; 71 % na 2ª época; 75 % na 3ª época; e 69 % na 4ª época (Tabela 1). Observa-se que, independentemente da época de plantio, a dinâmica da decomposição entre os materiais nas épocas de plantio foi bem semelhante.

Tabela 4. Comparação das equações de regressão, após linearização, para decomposição de palhada do ADR300, ADR500, ADR8010, ADR9010 e ADR9020 de 0 até 178 dias após a colheita de grãos, nas diferentes épocas de plantio

Tratamentos	F			
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
ADR300 vs ADR500	NS	NS	NS	NS
(ADR300 + ADR500) vs ADR8010	NS	NS	NS	NS
(ADR300 + ADR500 + ADR8010) vs ADR9010	NS	NS	*	NS
(ADR300 + ADR500 + ADR8010 + ADR9010) vs ADR9020	NS	NS	-	NS
Recalculando da 3 ^a época				
(ADR300 + ADR500 + ADR8010) vs ADR9020				NS
ADR9010 vs ADR9020				NS

(*) Significativo ao nível de 5 % de probabilidade e (NS) não significativo.

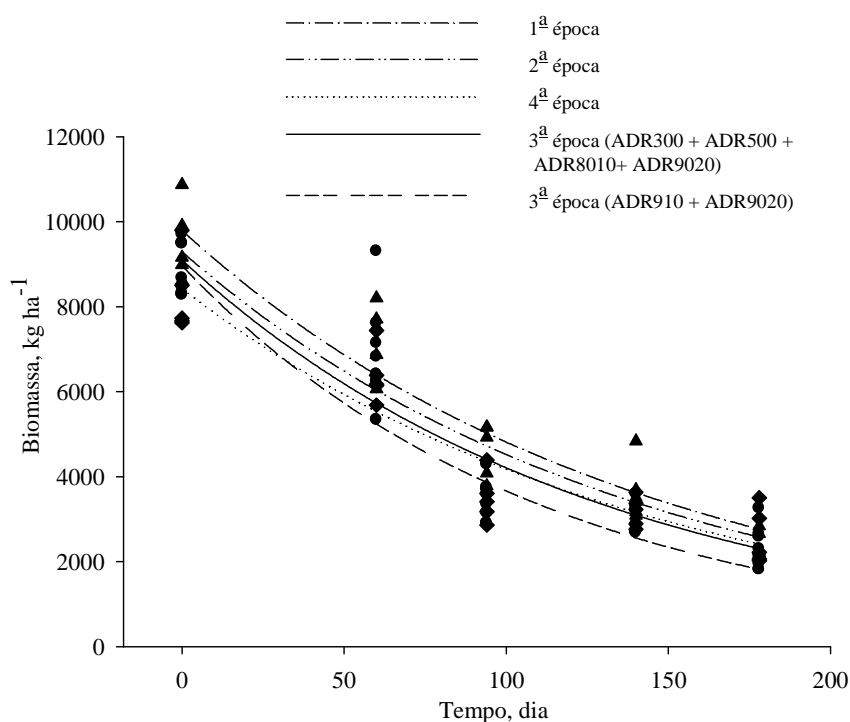


Figura 2. Equações de regressão ajustadas para biomassa remanescente dos resíduos culturais de cultivares e híbridos de milho, até 178 dias após a colheita de grãos, nas diferentes épocas de plantio

No entanto, foi constatado neste estudo que a obtenção de uma cobertura eficiente do solo com palhada é um dos fatores que mais limitam a sustentabilidade da semeadura direta, principalmente pela decomposição lenta dos resíduos. Nessas condições, os materiais utilizados neste estudo apresentaram decomposição mais lenta, sendo uma estratégia para aumentar a eficiência da cobertura do solo.

Comprovada a não significância entre as equações, Tabela 6 e Figura 2, reuniram-se então os valores dos dias de avaliação após o manejo e a biomassa seca remanescente, e uma nova equação foi ajustada para os milhetos ADR300, ADR500, ADR8010, ADR9010 e ADR9020, sendo que na 1ª época $P = 9796,51 \exp(-0,0071t)$ com $R^2 = 0,91^{**}$, na 2ª época $P = 9293,50 \exp(-0,0072t)$ com $R^2 = 0,86^{**}$ e na 4ª época $P = 8421,32 \exp(-0,0070t)$ com $R^2 = 0,87^{**}$. Na 3ª época, os milhetos ADR300, ADR500, ADR8010 e ADR9020 não apresentaram significância entre as equações, e uma nova equação foi ajustada $P = 9098,27 \exp(-0,0077t)$ com $R^2 = 0,92^{**}$. Também na 3ª época, os milhetos ADR9010 e ADR9020 não apresentaram significância entre as equações e uma nova equação foi gerada $P = 8965,94 \exp(-0,0090t)$ com $R^2 = 0,94^{**}$.

Este comportamento semelhante na decomposição das palhadas dos milhetos na 1ª, 2ª e 4ª épocas se deve à elevada relação C/N dos materiais estudados, à igualdade na produção de biomassa, independentemente da época de plantio, e às condições climáticas, que proporcionaram materiais mais lignificados. Os híbridos ADR9010 e ADR9020 apresentaram comportamento semelhante na decomposição da palhada na 4ª época de plantio (Tabela 6). Este fato se deve a terem apresentado a mesma relação C/N, resultando num mesmo comportamento da decomposição da palhada.

Santos et al. (2000) verificaram que o processo de decomposição da biomassa seca é determinado por fatores relacionados ao solo - teor de nitrogênio, população de microrganismos, umidade, temperatura, pH do solo etc. - e por fatores relacionados ao resíduo - composição bioquímica do material, relação C/N etc., podendo justificar neste experimento que ambos os híbridos, ADR 9010 e ADR 9020, têm composições químicas semelhantes. Segundo Palm & Sanchez (1991), a taxa de decomposição está diretamente relacionada com a relação C/N dos resíduos sobre o solo, podendo-se concluir que os componentes folhas e colmos e o material vegetal lignificados de ambos os híbridos são semelhantes na decomposição.

Na região do Cerrado, a cobertura eficiente do solo com palhada é um dos fatores que mais limitam a sustentabilidade da semeadura direta, principalmente pela decomposição acelerada dos resíduos. Nessas condições, o uso da cultura do milho,

representa uma estratégia para aumentar a eficiência da cobertura do solo, principalmente no período que antecede o plantio de verão.

4.3 CONCLUSÕES

As cultivares e híbridos de milho apresentaram semelhança na produção de biomassa seca nas diferentes épocas de plantio, com uma produção média de 8.917 kg ha⁻¹.

As cultivares ADR300 e ADR500 e o híbrido ADR8010 apresentaram semelhança nas taxas de decomposição de biomassa em todas as épocas de plantio.

Os híbridos ADR9010 e ADR9020 apresentaram comportamentos semelhantes quanto à decomposição da palhada na 4ª época de plantio.

Os híbridos graníferos ADR9010 e ADR9020 apresentaram elevado potencial para produção de biomassa, independentemente da época de plantio.

A cultura do milho se mostrou uma excelente opção de cobertura do solo na entressafra.

4.4 REFERÊNCIAS

AZEVEDO, D.M.P. de; SPEHAR, C.R. **Decomposição da palhada de culturas para plantio no período de safrinha em solos de tabuleiros costeiros**. Teresina: EMBRAPA, 2002. 4p. (EMBRAPA. Comunicado Técnico, 147).

BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo do solo**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 240p.(Tese de Doutorado).

BERTOL, I.; CIPRANDI, O.; KURTZ, C.; BAPTISTA, A.S. Persistência dos resíduos culturais de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.705-712, 1998.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.843-851, 2008.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; HERBES, M.G.; POLLETO, N.; SILVEIRA, M.J. da. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo em milho sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v.32, p.49-54, 2002.

COSTA, A.C.T.; GERALDO, J.; PEREIRA, M.B. & PIMENTEL, C. Unidades térmicas e produtividade em genótipos de milho semeados em duas épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p.1171-1177, 2005b.

COSTA, A.C.T.; OLIVEIRA, L.B.; CARMO, M.G.F.; PEREIRA, M.B. & PIMENTEL, C. produção de biomassa e de grãos e resistência à ferrugem no composto “Ena 2” de milho pérola, semeado na época da seca. **Agronomia**, v. 39, p.71-76, 2005a.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. rev. Rio de Janeiro, 2011. 230p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

GERALDO, J.; OLIVEIRA, L.D.; PEREIRA, M.B.; PIMENTEL, C. Fenologia e produção de massa seca e de grãos em cultivares de milho pérola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n. 9, p. 1263-1268, set. 2002.

GOMES, T. C. de A.; SILVA, M. S. L. da; SILVA, J. A. M.; CARVALHO, N. C. S. de; SOARES, E. M. B. Padrão de decomposição e liberação de nutrientes de adubos verdes em cultivos de uva e manga do Submédio São Francisco. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 71. Petrolina, Embrapa Semi-Árido. 2005. 24 p.

GUIMARÃES, C.V.; ASSIS, R.L.; SIMON, G.A.; PIRES, F.R.; FERREIRA, R.L. & SANTOS, D.C. Desempenho de cultivares e híbridos de milho em solo submetido a compactação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.1188-1194, 2013.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 1, p. 21-28, 2006.

LAL, R.; LOGAN, T.J. Agricultural activities and greenhouse gas emissions from soils of the tropics. In: LAL, R.; KIMBLE, J.M.; LEVINE, E.; STEWART, B.A. (Ed.). **Soil management greenhouse effect**. CRC Press Boca Raton, Fl., 1995. p.293-307.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MORAIS, R.N.S. **Decomposição das palhadas de sorgo e milho, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto**. 2001. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.8, p.1079-1087, 2002.

- PALM, C.A.; SANCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biology Biochemistry**, v.21, p.83-88, 1991.
- PAUL, E.A.; CLARK, F.E. **Soil microbiology and biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1989. 275p.
- PELÁ, A.; SILVA, M.S.; COSTA, L.A.; SILVA, C.J.; ZUCARELI, C.; DECARLI, L.D.; MATTER, U.F. Avaliação da resistência à decomposição de dez espécies de plantas de cobertura visando ao plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v.10, p.26-33, 1999.
- PEREIRA FILHO, I.A.; FERREIRA, A. da S.; COELHO, A.M.; CASELA, C.R.; KARAN, D.; RODRIGUES, J.A.S.; CRUZ, J.C.; WAQUIL, J.M. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa, 2003. 17p. (Embrapa. Circular Técnica, 29).
- PITTELKOW, F.K.; SCARAMUZZA, J.F.; WEBER, O.L.S.; MARASCHIN, L.; VALADÃO, F.C.A. & OLIVEIRA, E.S. Produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura sob diferentes sistemas de preparo do solo, **Revista Agrarian**, v.5, p.212-222, 2012.
- SANTOS, J. A. G.; LIMA, D. M. de; SIMÕES, W. L.; SOUZA, A. L. V.; ALVES, R. P. H.; SILVA, R. S. Efeito do composto microbiológico no desenvolvimento do milho (*Zea mays*). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 13, Ilhéus, 2000. **Resumos...** Ilhéus, 2000. 1 CD-ROM.
- SILVA, G.F.; ERASMO, E.A.L.; SARMENTO, R. de A.; SANTOS, Á.R. dos; AGUIAR, R.W. de S. Pontencial de produção de biomassa e matéria seca de milho (*Pennisetum americanum* Schum.), em diferentes épocas no sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, v.19, n.3, p.31-34, set./dez. 2003.
- SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. 8.ed. Ames: Iowa State University Press, 1989. 503p.
- THOMAS, R.J.; ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology Biochemistry**, v.23, p.1351-1361, 1993.
- TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1609-1618, 2008.
- TORRES, R. J. L.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 4, p. 609-618, 2005.
- WIEDER, R.K.; LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, v.63, p.1636-1642, 1982.