



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



MARIANNE COSTA DE AZEVEDO

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO (*Zea mays* L.) EM
RESPOSTA AO USO DE PLANTAS DE COBERTURA MORTA**

AREIA

2021

MARIANNE COSTA DE AZEVEDO

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO (*Zea mays* L.) EM
RESPOSTA AO USO DE PLANTAS DE COBERTURA MORTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia.

Orientador: Fábio Mielezrski

Área de concentração: Agricultura tropical

Linha de pesquisa: Ciência e tecnologia da produção de culturas

AREIA

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A994d Azevedo, Marianne Costa de.

Desenvolvimento e produtividade do milho (*Zea mays* L.)
em resposta ao uso de plantas de cobertura morta /
Marianne Costa de Azevedo. - Areia: UFPB/CCA, 2021.

56 f. : il.

Orientação: Fábio Mielezrski.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Adubação verde. 3. Ciclagem de
nutrientes. 4. Plantio direto. 5. Rotação de culturas.
6. Sucessão de culturas. I. Mielezrski, Fábio. II.

Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.3)

MARIANNE COSTA DE AZEVEDO

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO (*Zea mays* L.) EM RESPOSTA
AO USO DE PLANTAS DE COBERTURA MORTA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia.

Aprovado em: 07/05/2021

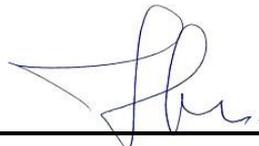
Comissão examinadora



Prof. Dr. Fabio Mielezrski (UFPB – CCA)
Presidente – Orientador



Prof. Dr. Djail Santos (UFPB – CCA)
Examinador interno



Prof. Dr. João Carlos Medeiros (UFSB)
Examinador externo

AREIA

2021

Dedico a meus queridíssimos pais Maria Jucineide e Alcindo, a minha irmã Ana Julia; e ao meu marido Elinaldo, pelo incentivo, amor e carinho dedicados a mim durante toda essa trajetória vitoriosa.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela graça da vida e por me permitir chegar até aqui;

A minha mãe Jucineide, a meu pai Alcindo e a minha irmã Ana Júlia por todo apoio, amor e compreensão dados a minha durante toda a minha trajetória estudantil.

A meu marido Elinaldo, pelo apoio, compreensão, amor a mim oferecidos e por ter sempre me ajudado em tudo que podia. Sua companhia foi fundamental nesses dois anos de pós graduação.

Ao prof. Orientador Fabio, pela orientação, conhecimentos a mim passados e por toda ajuda oferecida.

A UFPB e ao Programa de Pós graduação em Agronomia pela oportunidade em cursar o curso de mestrado;

A CNPq pelo apoio e suporte dado durante o desenvolvimento da pesquisa;

Aos colegas de pós graduação Beatriz Torres, Gemerson, Eldo pela companhia e amizade, em especial a Tayron, meu parceiro de orientação e de experimento, serei eternamente grata por toda ajuda apoio e por tudo que fizeste por mim;

Aos queridos Mayra, Tamires, Ellen, João Antônio, João Henrique, Erasmo, Adailton, Ícaro, Lucas Araruna, Gabriel e ao Eng. Agro. Edson e todos outros que fazem parte do grupo de estudos Grandes Culturas pelas contribuições oferecidas para a condução do experimento a campo;

Aos funcionários do setor de Olericultura da UFPB, Thiago, Alexandre (Churiu), Josivaldo e Genival por toda ajuda dada em campo;

A todos os meus tios e tias, primos e primas e demais familiares pelo apoio carinho e cuidados;

Aos meus amigos Daiane, Matheus Elysio, Lamoniely, Claudia Rejane e Nei Melo, pois apesar da distância sempre estiveram presentes em minha vida;

As minhas filhas de quatro patas, Ária e Sansa por alegrar e iluminar meus dias;

A CAPES pela bolsa de estudos concedida durante todo o período de mestrado.

A comissão avaliadora pelas valiosas contribuições a essa dissertação.

RESUMO

AZEVEDO, Marianne Costa de. **DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO (*Zea mays* L.) EM RESPOSTA AO USO DE PLANTAS DE COBERTURA MORTA**. Areia – PB, 2021. 58 p. Trabalho de obtenção do título de mestre em agronomia – Universidade Federal da Paraíba.

Apesar da importância do milho para o estado da Paraíba, o estado apresenta baixa produtividade desse grão, devido fatores ambientais e tecnológicos. O uso das plantas de cobertura pode resultar no aumento da produtividade das culturas devido aos benefícios que esse manejo traz ao solo e a cultura principal. Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da utilização de plantas de cobertura nas características agronômicas, nos componentes de rendimento e na produtividade do milho. O experimento foi realizado no Módulo de Olericultura da Fazenda Experimental Olho D'Água, do CCA/UFPB, Areia-PB, durante dois anos. Inicialmente foram cultivadas as plantas de cobertura (*Crotalaria spectabilis*; *Crotalaria juncea*; Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), mais a testemunha) sendo cortadas quando atingiram o florescimento, na sequência foi realizado a semeadura de três genótipos de milho (*Zea mays*) (AG-1051, Robusta e um genótipo crioulo, Pontinha). O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas com quatro repetições, onde a parcela principal eram os três genótipos de milho e as parcelas secundárias foram as plantas de cobertura mais a testemunha, totalizando 72 parcelas. Nas plantas de cobertura foi avaliado a matéria verde e seca da palhada, e no milho foi avaliado o diâmetro de colmo, número de folhas, altura de plantas, componentes de rendimento e produtividade. O milheto e a *C. juncea* foram as plantas de cobertura com maior produção de matéria seca. A falta de cobertura morta no solo resultou em plantas de milho com menor diâmetro de colmo e menor produtividade. O genótipo de milho Robusta apresentou menor altura de plantas em todos os tratamentos. A utilização de plantas de cobertura não afetou o diâmetro de espigas, número de fileiras por espiga e o peso de mil grãos do milho. A palhada da *C. juncea* e *C. spectabilis* favoreceram o aumento no peso das espigas de milho. A maior produtividade de milho é alcançada quando se cultiva o AG-1051 na palhada da *Crotalaria juncea*.

Palavras-chaves: adubação verde; ciclagem de nutrientes; plantio direto; rotação de culturas; sucessão de culturas.

ABSTRACT

AZEVEDO, Marianne Costa de. **DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF CORN (*Zea mays* L.) IN RESPONSE TO THE USE OF DEAD COVER PLANTS** Areia – PB, 2021. 58 p. Work to obtain the title of Master Degree in Agronomy – Federal University of Paraíba.

Despite the importance of corn for the state of Paraíba, the state has low productivity of this grain, due to environmental and technological factors. The use of cover crops can result in increased crop productivity due to the benefits that this management brings to the soil and the main crop. The objective of this work was to evaluate the effects of the use of cover crops on agronomic characteristics, yield components and corn yield. The experiment was carried out in the Horticulture Module of the Experimental Farm Olho D'Água, CCA/UFPB, Areia-PB, for two years. Initially, cover crops (*Crotalaria spectabilis*; *Crotalaria juncea*; Pigeon pea (*Cajanus cajan*) Millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), plus the control) were cultivated when they reached flowering. sowing of three maize genotypes (*Zea mays*) (AG-1051, Robusta and a creole genotype, Pontinha). The experiment was carried out in a randomized block design in split plots with four replications, where the main plot was the three corn genotypes and the secondary plots were the cover crops plus the control, totaling 72 plots. In cover crops, the green and dry mass of straw was evaluated, and in corn, stem diameter, number of leaves, plant height, yield components and yield were evaluated. Pearl millet and *C. juncea* were the cover crops with the highest dry matter production. The lack of mulch in the soil resulted in corn plants with smaller stem diameter and lower productivity. The Robusta maize genotype had lower plant height in all treatments. The use of cover crops did not affect ear diameter, number of rows per ear and the weight of a thousand grains of corn. The straw of *C. juncea* and *C. spectabilis* favored the increase in the weight of corn cobs. The highest corn yield is achieved when AG-1051 is cultivated in *Crotalaria juncea* straw.

Keywords: green adubation; nutrient cycling; direct planting; crop rotation; succession of cultures.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Produção de milho no Brasil nos últimos sete anos. Fonte: CONAB 2021. . 13
- Figura 2:** Produção de milho no Estado da Paraíba nos últimos anos. (COELHO, 2020).14
- Figura 3:** Localização da área do experimental. Areia - Paraíba, 2021. 21
- Figura 4:** Valores de precipitação acumulada durante o mês (mm), temperatura média mensal (°C), e umidade relativa mensal (UR%) no período de Abril a Outubro de 2019 e 2020. Areia, Paraíba, Brasil. (INMET, 2020) 22
- Figura 5:** Quantidades de matéria verde (A) e matéria seca (B) das plantas de cobertura em t ha⁻¹ no 1 ano experimental (2019). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5% 27
- Figura 6:** Quantidades de matéria verde (A) e matéria seca (B) das plantas de cobertura em T/ha no 2 ano experimental (2020). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5% 28
- Figura 7:** Diâmetro do caule em genótipos de milho em dois anos de cultivo primeiro ano (A) e segundo ano (B) aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP). 33
- Figura 8:** Número de folhas em genótipos de milho em dois anos de cultivo primeiro ano (A) e segundo ano (B) aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP). 34
- Figura 9:** Altura de plantas em genótipos de milho em dois anos de cultivo primeiro ano (A) e segundo ano (B) aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP). 35
- Figura 10:** Diâmetro do caule de plantas de milho sob diferentes coberturas vegetais em dois anos de cultivo primeiro ano (A) e segundo ano (B) aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP)..... 37
- Figura 11:** Número de folhas de plantas de milho sob diferentes coberturas vegetais em dois anos de cultivo primeiro ano (A) e segundo ano (B) aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP)..... 38
- Figura 12:** Altura de plantas de plantas de milho sob diferentes coberturas vegetais em dois anos de cultivo primeiro ano (A) e segundo ano (B) aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP)..... 39
- Figura 13:** Comprimento de espigas de genótipos de milho cultivados sob a palhada de espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas (A) 2019 e (B) 2020. Médias seguidas de mesma

letra não diferem estatisticamente entre si, letra maiúscula compara os genótipos dentro de cada cobertura, e letras minúsculas compara as coberturas dentro do genótipo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. 42

Figura 14: Diâmetro de espigas de genótipos de milho cultivados sob a palhada de espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas (A) 2019 e (B) 2020. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letra maiúscula compara os genótipos dentro de cada cobertura, e letras minúsculas compara as coberturas dentro do genótipo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. 43

Figura 15: Número de fileiras por espigas de genótipos de milho cultivados sob a palhada de espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas (A) 2019 e (B) 2020. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letra maiúscula compara os genótipos dentro de cada cobertura, e letras minúsculas compara as coberturas dentro do genótipo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade..... 44

Figura 16: Peso de espigas de genótipos de milho cultivados sob a palhada de espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas (A) 2019 e (B) 2020. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letra maiúscula compara os genótipos dentro de cada cobertura, e letras minúsculas compara as coberturas dentro do genótipo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. 48

Figura 17: Peso de mil grãos de genótipos de milho cultivados sob a palhada de espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas (A) 2019 e (B) 2020. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letra maiúscula compara os genótipos dentro de cada cobertura, e letras minúsculas compara as coberturas dentro do genótipo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. 49

Figura 18: Produtividade de genótipos de milho cultivados sob a palhada de espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas (A) 2019 e (B) 2020. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letra maiúscula compara os genótipos dentro de cada cobertura, e letras minúsculas compara as coberturas dentro do genótipo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. 50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise química do solo antes da semeadura das plantas de cobertura - 2019/23	
Tabela 2: Análise química solo após o corte das plantas de cobertura e antes do plantio do milho – 2019.....	24
Tabela 3: Resumo da análise de variância do peso de matéria verde e matéria seca das plantas de cobertura no primeiro e segundo ano de experimento.....	25
Tabela 4: Análise química do solo após a colheita do milho – 2º ano.	29
Tabela 5: Resumo da análise de variância de diâmetro de colmo, número de folhas e altura de plantas do milho no primeiro e segundo ano de experimento.	31
Tabela 6: Resumo da análise de variância dos componentes de rendimento e da produtividade do milho no primeiro e segundo ano de experimento	40
Tabela 7: Número de grãos por fileira e número de grãos por espigas de genótipos de milho cultivados em diferentes espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas.	45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MILHO	12
2.2. ASPECTOS FISIOLÓGICOS E CLIMÁTICOS DO MILHO	14
2.3. GENÓTIPOS DE MILHO	17
2.4. USO DE PLANTAS DE COBERTURA	18
3. OBJETIVOS	20
GERAL:	20
ESPECÍFICOS:	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	20
4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
4.3. IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO	22
4.4. AVALIAÇÕES DE CRESCIMENTO E COMPONENTES DE RENDIMENTO	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5.1. MATÉRIA VERDE E SECA DAS PLANTAS DE COBERTURA	25
5.2. BIOMETRIA DOS GENÓTIPOS DE MILHO	30
5.3. PRODUTIVIDADE E COMPONENTES DE RENDIMENTO	40
6. CONCLUSÃO	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1. INTRODUÇÃO

A produtividade do milho no estado da Paraíba é bastante baixa em relação a produtividade média nacional que é 5.000 kg ha⁻¹, enquanto que no Estado a produtividade média é inferior a 1000 kg ha⁻¹, isso ocorre devido diversos fatores, sendo um dos principais a baixa precipitação e má distribuição de chuvas durante o ciclo da cultura (COELHO, 2020). Além disso o milho é mais cultivado pela agricultura familiar e serve basicamente para o consumo da família onde cultivo é feito apenas na época chuvosa do ano, sem a utilização de fertilizantes industriais, sem o uso de cultivares mais produtivas e sem o suplemento de água por meio da irrigação (FRANCISCO *et al* 2017; SILVA; MENEZES, 2007).

Uma das formas mais simples de mitigar o déficit hídrico em uma plantação é a adoção da cobertura morta no solo, pois um dos seus principais benefícios é reduzir a evaporação da água do solo e melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo. Além disso, a presença de palha na superfície do solo protege contra a erosão causada pelo vento e água, contribui para aumentar os teores de matéria orgânica do solo, e reduz a população de plantas daninhas, proporcionando a cultura principal um ambiente mais favorável a seu desenvolvimento (BLANCO-CANQUI *et al*, 2013; SILVA; SILVA; PEREIRA, 2011; VALDERRAMA *et.al*, 2011).

Diversas espécies vegetais podem ser utilizadas como cobertura morta do solo, porém, cada espécie possui características próprias de aporte de material orgânico ao solo, velocidade da decomposição do material orgânico, entre outras características (ZIECH *et al.*, 2015). A escolha da espécie depende dos objetivos da sua implantação e das características edafoclimáticas da área, pois cada espécie tem diferentes exigências em fertilidade do solo, temperatura, disponibilidade de água e etc. (COSTA; PASQUALLI; PREVEDELLO, 2014).

Estudos demonstram os efeitos benéficos das plantas de cobertura nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e no rendimento das culturas, decorrentes da produção de fitomassa, acúmulo e posterior liberação de nutrientes, pela decomposição da palhada (HUBERT *et al*, 2020; COSTA *et al*, 2014; BARBOSA TEIXEIRA *et al*, 2012; SÁ *et al*, 2011; FERREIRA *et al*, 2010; GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES; BRITO, 2007). A prática da utilização de plantas de cobertura pode ser estratégica para reverter à degradação de terras, agravada em áreas sob uso intensivo do solo, especialmente em condições de relevo acidentado e revolvimento excessivo do solo. A adoção dessas plantas, além do aspecto de proteção do solo, pode trazer benefícios agrônômicos adicionais, em termos fitossanitários,

supressão de plantas espontâneas e melhoria da fertilidade do solo, o que, em conjunto, favorece o crescimento e produtividade das culturas (MEDEIROS *et al.* 2017).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MILHO

O milho se destaca no cenário agrícola por ser um dos grãos mais produzido no mundo. Tal fato ocorre porque o cereal é amplamente utilizado em vários segmentos da indústria. Cerca de 53% da demanda total de milho é destinada a fabricação de ração animal, cerca de 2% é destinado para alimentos básicos como é o caso dos fubás, farinhas e óleos. Além disso, é matéria prima para fabricação de xarope de glucose, maltodextrinas e para a produção de bebidas, como refrigerantes e cervejas. Atualmente os grãos de milho também são utilizados para a produção do etanol. Devido a essa grande dependência do milho a produção mundial do cereal cresceu 38,4% entre as safras de 2004/05 e 2014/15 (SOLOGUREN, 2015).

No Brasil o milho é a terceira cultura que mais gera renda ao país sendo cultivados por pequenos, médios e grandes produtores, com produção e consumo crescentes a cada ano como é mostrado na Figura 1. Desde 2010 observou-se que a área plantada cresceu 34% e ainda vem aumentando cerca de 3% ao ano, além disso. Além disso há uma inversão na época de plantio, no qual há uma redução no milho de primeira safra e o aumento no milho de segunda safra. A região brasileira que mais produz milho é a região centro oeste, com produtividade média de 6.149 kg ha⁻¹ na safra 2020/21, ficando acima da média brasileira, que foi de 5.690 kg ha⁻¹ (COLEHO, 2020).

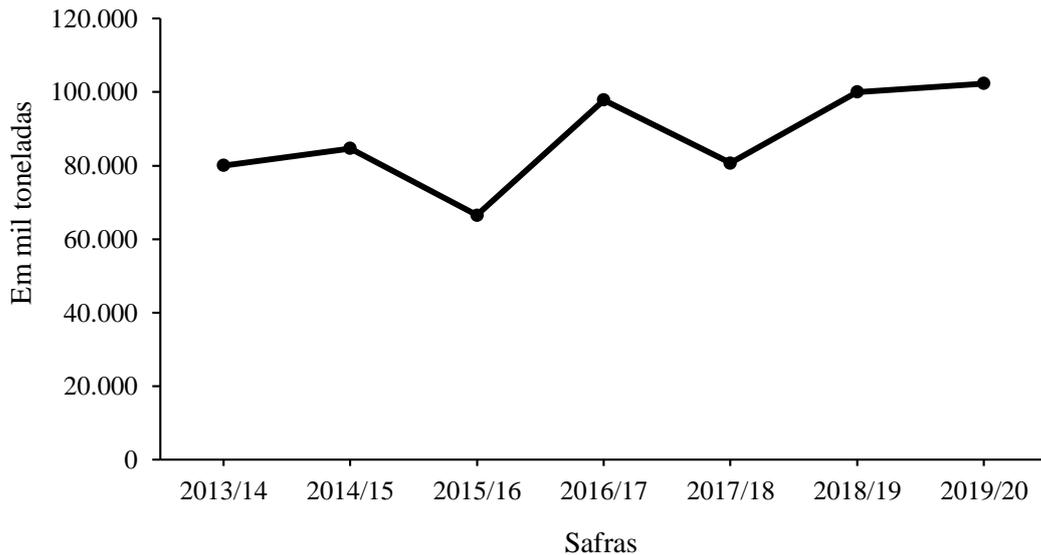


Figura 1: Produção de milho no Brasil nos últimos sete anos. Fonte: CONAB 2021.

Boa parte do milho produzido nas regiões Norte e Nordeste ainda é oriundo da agricultura de subsistência (toda a produção é consumida dentro da propriedade). Apesar disto, existem perspectivas positivas para o aumento da produção de milho na região Nordeste, devido a expansão da fronteira agrícola para a região do MATOPIBA, formada pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Na safra de 2019/20 a região Nordeste obteve uma produtividade média de 3.324 kg ha^{-1} de milho, e o estado com maior produtividade foi o estado de Sergipe com produtividade de 5.528 kg ha^{-1} (COLEHO, 2020; SOLOGUREN, 2015)

A realidade da produção de milho no Estado da Paraíba, ainda está aquém da realidade de outros estados da região Nordeste. A produtividade da cultura do milho no Estado é a mais baixa da região e até mesmo do país. Na safra de 2018/19, o Estado produziu 46,1 toneladas de milho, já na safra de 2019/20 houve um aumento para 89 toneladas (Figura 2), apesar do aumento na produção o estado ainda produz muito pouco com comparação aos demais estados do país. Provavelmente, a baixa produção nesta cultura, se dá pela irregularidade nas chuvas, falta de assistência técnica ao produtor rural e baixa tecnologia empregada no cultivo (COLEHO, 2020).

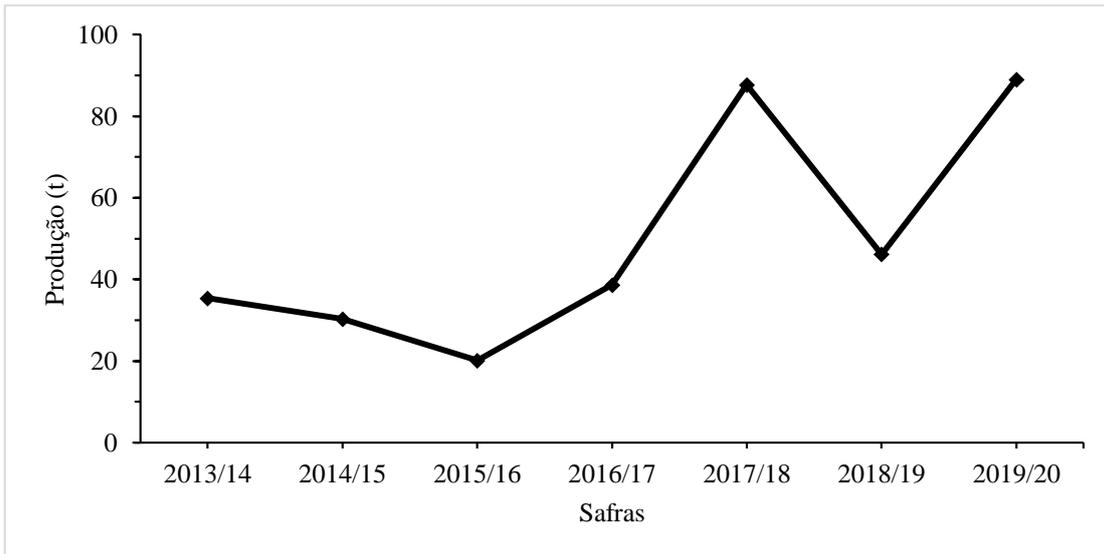


Figura 2: Produção de milho no Estado da Paraíba nos últimos anos. (COELHO, 2020).

2.2. ASPECTOS FISIOLÓGICOS E CLIMÁTICOS DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família Poacea, tribo Maydeae e gênero *Zea*. É uma planta monóica que apresenta órgãos reprodutivos em inflorescências diferentes, porém na mesma planta, além disso, é uma planta alógama, onde o órgão masculino torna-se fértil antes do órgão feminino este fenômeno é chamado de protândria. O desenvolvimento e a produtividade do milho dependem de fatores genéticos e edafoclimáticos (BARROS; CALADO, 2014).

O desenvolvimento do milho é dividido em dois grandes grupos: Vegetativo (V) e reprodutivo (R). Os estádios vegetativos compreendem da emergência (VE), 1ª folha desenvolvida (V1), 2ª folha desenvolvida (V2), nº folha desenvolvida (Vn) até o pendoamento (VT) (RITCHIE, HANWAY; BENSON, 1993). São consideradas folhas desenvolvidas as folhas que apresentam o colar na inserção da bainha da folha com o colmo. Os estádios reprodutivos se iniciam com o embonecamento (R1) passando pelos estádios de grão bolha d'água (R2), grãos leitoso (R3), grão pastoso (R4), formação de dente (R5) e por último maturação fisiológica (R6) (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014; MAGALHÃES, 2011; MAGALHÃES, 2003).

A semente do milho não possui dormência e pode germinar ainda preso a espiga. Os únicos fatores inibitórios de germinação são os fatores externos, como umidade e temperatura do solo, sendo a temperatura o principal fator decisório da emergência das plântulas e do aparecimento de novas folhas. Em condições de temperatura e umidade adequadas a plântula emerge entre 4 e 5 dias. Porém em condições adversas a absorção de água pode ser prejudicada

e com isso a germinação pode demorar até duas semanas para acontecer, fato que prejudica o crescimento da planta e reduzindo a resistência a condições ambientais adversas e ao ataque de pragas e doenças (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014; MAGALHÃES, 2003).

No estágio V3 (3ª folha desenvolvida) o ponto de crescimento da planta ainda encontra-se abaixo do solo. Nessa fase o excesso de água ou encharcamento do solo pode matar a planta facilmente. Além disso baixas temperaturas podem aumentar o ciclo da cultura. Nessa fase deve-se ter um alto controle das plantas de cobertura a fim de reduzir a competição por luz, água e nutrientes (MAGALHÃES, 2003).

Estudos mais recentes mostram que quando o nitrogênio (N) é fornecido em sua totalidade em cobertura entre os estágios V5 e V6, o milho consegue aproveitar melhor esse nutriente, melhorando a seu crescimento e aumentando sua produtividade. Provavelmente isso ocorre pois durante esses estágios o colmo inicia o período de alongamento acelerado, acúmulo de nutrientes e peso seco e a alta taxa de desenvolvimento dos órgãos florais. Nesse período o estresse hídrico reduz a capacidade de armazenamento de açúcares no colmo, resultando em colmos finos plantas de baixa estatura e menor área foliar, o que afetar negativamente os componentes de rendimento da cultura. (ROLIM *et al*, 2018; COSTA *et al*, 2017).

O estresse hídrico entre os estágios V15 e polinização podem causar severa redução na produtividade da lavoura. A falta de água tanto no solo, quanto a umidade relativa do ar, podem ocasionar a falta de sincronia entre a emissão de pólen e recepção pela espiga, reduzir a viabilidade dos grãos de pólen e causando a dessecação dos estilos-estigmas, resultando em espigas com falhas (banguelas). Durante essa fase, também é de fundamental importância, o controle de pragas que atacam as espigas (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014; MAGALHÃES, 2011).

Após a polinização, a falta de água na lavoura pode comprometer a produtividade da mesma até o estágio R3 (grão leitoso), isto ocorre porque após a polinização os grãos da espiga iniciam o seu crescimento e acúmulo de açúcares e matéria seca. O N e o fósforo (P), são absorvidos e translocados das partes vegetativas para a espiga. Nesta fase, o suprimento hídrico, torna-se fundamental, para que ocorra a translocação dos nutrientes e fotoassimilados nas diferentes partes da planta. Além disso, a redução na intensidade luminosa durante o estágio R3, reduz a fotossíntese do milho, o que pode levar a uma redução na produção final dos grãos. A partir do estágio R4, até a maturidade fisiológica, o milho reduz a dependência por água, ou

seja, dessa estágio em diante o estresse por falta de água não acarretará queda na produtividade (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014; MAGALHÃES, 2003).

O estágio R4 é destinado ao ganho de peso, com a acentuada deposição de amido nos grãos. Nesse estágio os grãos possuem aproximadamente 70% de umidade. No estágio R5 (formação do dentre) a umidade dos grãos cai para aproximadamente 50% de umidade. Na maturidade fisiologia (R6) cerca de 50 a 60 dias após a polinização forma a camada preta nos grãos, indicando que a linha do amido já avançou até a espiga, nessa fase os grãos param de acumular matéria seca e perdem a dependência da planta mãe. Nessa fase os grãos apresentam em torno de 35% de umidade e ainda não estão prontos para a colheita e armazenamento. A colheita só deve ser realizada quando os grãos apresentarem pelo menos 20% de umidade, depois disso os grãos seguem para a secagem e só podem ser armazenados quando tiverem aproximadamente 15 a 13% de umidade (MAGALHÃES, 2003).

Quanto aos fatores climáticos, o milho pode ter seu desenvolvimento afetado por diversos fatores, tais como: condições hídricas, temperatura e radiação solar. O homem pode controlar a oferta de água através da irrigação, já com a escolha da época de semeadura é possível controlar a temperatura e a radiação solar. O milho é uma planta termossensível, e qualquer variação de temperatura pode afetar seu desenvolvimento. Quando a temperatura está baixa, o metabolismo da planta torna-se lento, podendo chegar a paralisar o seu metabolismo quando a temperatura fica abaixo de 10 °C por períodos prolongados. Por outro lado, quando a temperatura está mais alta o metabolismo é acelerado, quando a temperatura noturna fica acima de 30 °C durante muitos dias há um alto consumo de produtos metabólicos o que afeta negativamente o rendimento de grãos (FERREIRA *et al*, 2011).

A falta d'água para a cultura do milho, pode causar redução no crescimento das plantas, principalmente, devido a diminuição na taxa fotossintética, e ao menor alongamento celular. Além disso, pode prejudicar a polinização uma vez que os tubo polínicos “cabelos” das espigas podem secar e impedir que os grãos de pólen alcancem o ponto de fecundação na espiga. Outra função importante da água para a planta, é no enchimento dos grãos, ou seja, o déficit hídrico pode reduzir o acúmulo de matéria seca e conseqüente a produtividade da cultura (FERREIRA *et al*, 2011; PEREIRA FILHO e CRUZ, 2003).

Grande parte da matéria seca do milho vem da fixação de CO₂ no processo fotossintético. O milho é uma planta do grupo C4, cuja característica é ser altamente eficiente na utilização da luz. Uma redução de 30% a 40% da intensidade luminosa por longos períodos

pode atrasar a maturação dos grãos ou até mesmo ocasionar queda na produção. A maior sensibilidade da planta a falta de luz ocorre no florescimento e parte da fase reprodutiva, que são fases bastante afetadas quando ao acúmulo de reservas no colmo, devido à baixa atividade luminosa gerada em períodos de baixa intensidade luminosa. Esse fato interfere no enchimento de grãos os quais importam reservas acumuladas no colmo (FERREIRA *et al*, 2011; PEREIRA FILHO; CRUZ, 2003).

O milho é uma planta muito exigente em luminosidade, uma vez que pertence ao grupo de plantas com metabolismo C4, porém também se classifica como uma planta de dias curtos e o aumento no fotoperíodo (horas de luz por dia) aumentam a fase vegetativa do milho. A baixa atividade fotossintética causada pela redução da luminosidade afeta negativamente o acúmulo de reservas no colmo, o que pode prejudicar a produtividade final da lavoura (FERREIRA *et al*, 2011; PEREIRA FILHO; CRUZ, 2003).

2.3. GENÓTIPOS DE MILHO

O genótipo ideal para um cultivo é aquele que com valor das sementes se encaixa no orçamento do agricultor, que é adaptado as condições edafoclimáticas da região como, disponibilidade de água, luminosidade, fotoperíodo, fertilidade do solo, pragas e doenças recorrentes na região, e aceitação do produto pelo mercado consumidor local. Além disso, o produtor também deve escolher o genótipo de acordo com a finalidade do cultivo (produção de grãos, produção de milho verde ou silagem) (FRITSCHÉ-NETO; MÔRO, 2015).

As variedades de milho como, o Robusta, Bandeirante e o Cativerde, são altamente heterozigóticas e heterogêneas, apresentando maior estabilidade produtiva e variabilidade genética isso porque são obtidas por livre polinização de um determinado grupo de indivíduos selecionados. As variedades de milho se adaptam a cultivo com baixo investimento em tecnologia, sendo mais resistente a pragas e doenças e menos exigentes em fertilidade do solo. Além disso, possibilita ao agricultor produzir suas próprias sementes, reduzindo desta forma, os custos de produção. Por outro lado, o cultivo de variedades de milho, quando comparado ao cultivo de milho híbrido, pode apresentar menor produtividade, e baixa uniformidade nas espigas (FRITSCHÉ-NETO; MÔRO, 2015).

As variedades de milho crioulo são cultivadas por comunidades de agricultura familiar e possui grande valor cultural e como fonte de variabilidade genética. Geralmente são menos

produtivas que os genótipos comerciais, porém são mais tolerantes a condições edafoclimáticas adversas da região (SILVEIRA, 2015).

Os híbridos são oriundos do cruzamento de indivíduos geneticamente diferentes e homocigotos, por esse fato diferente do que ocorre com as variedades, o produtor não consegue produzir as próprias sementes devido a segregação da segunda geração, que pode reduzir a produtividade em até 40%. O híbrido duplo como o AG-1051 é oriundo do cruzamento de dois híbridos simples, possui maior estabilidade de comportamento e tem alta produtividade. Por outro lado necessita de maiores cuidados com a disponibilidade de água, nutrientes e controle de pragas e doenças (FRITSCHÉ-NETO; MÔRO, 2015).

A criação de híbridos comerciais de milho tiveram início no ano de 1932, este mesmo autor elenca vantagens do milho híbrido que são importantes para o agricultor até os dias de hoje, como alta produtividade, uniformidade, e resistência a fatores bióticos e abióticos (KRUNG *et al* (1943). Atualmente os híbridos existentes no mercado podem ser substituídos com facilidade, devido a isso estima-se que um genótipo não permaneça no mercado por mais de quatro safras (SOUZA, 2013). Em razão disso a busca de genótipos que se adaptem as condições climáticas de uma região e objeto de constantes estudos.

2.4. USO DE PLANTAS DE COBERTURA

O uso de cobertura morta no solo tem sido alvo de vários estudos desde a década de 1980. Estes estudos buscam os conceitos sobre o manejo da fertilidade do em sistemas de produção agrícola consorciados com plantas de cobertura (adubos verdes), assim como, determinar as espécies mais adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas, sua capacidade de reciclagem de nutrientes e adaptação aos diferentes cultivos comerciais e potencial de aporte de resíduos orgânicos nos sistemas agrícolas (SÁ *et al.* 2011; FERREIRA *et al.* 2010).

A rotação de culturas e o semeadura direta, promove benefícios no âmbito da conservação do solo e redução de custos nos cultivos comerciais. A palhada sobre o solo reduz o impacto direto das gotas de chuva no solo, evitando o selamento superficial e consequentemente a erosão do solo; aumenta a infiltração de água no solo; fornece energia para a fauna do solo; reduz a amplitude térmica; diminui os custos com herbicidas, além de exercer efeitos positivos sobre a produtividade do milho. A sucessão de culturas promove a quebra do ciclo de pragas e doenças e alternância no padrão de extração de nutrientes do solo (HUBERT; MINUZZI 2020; CARVALHO *et al* 2015; FERREIRA *et al* 2010)

Para a escolha das espécies de plantas de cobertura deve-se levar em consideração aquelas que sejam adaptadas as condições edafoclimáticas da região; buscar plantas de família diferente da cultura principal, pois pode auxiliar na interrupção do ciclo de pragas e doenças; espécies que apresentem produção de matéria seca suficiente para cobrir a superfície do solo, além disso é interessante buscar espécies que possuam uma elevada relação C/N, pois possuem uma decomposição mais lenta (CARVALHO *et al*, 2015).

A *Crotalaria juncia* e a *Crotalaria spectabilis* são espécies do gênero *Crotalaria* L. que pertence a família Fabaceae. As espécies desse gênero são muito utilizadas na rotação de culturas e em sistemas de semeadura direta. Isso porque essas espécies tem alta produção de biomassa, aumenta a ciclagem de nutrientes principalmente N e Ca, tem a capacidade de fixar N atmosférico no solo, reduz a população de plantas daninhas e atua no controle de nematoides fitopatogênicos do solo (MAUAD *et al*, 2019).

Aproximadamente aos 160 dias após o plantio (DAP), a *C. spectabilis* apresenta o máximo acúmulo de massa seca, podendo variar entre 4 a 6 t ha⁻¹. Porém, nessa fase as plantas já possuem sementes viáveis, que podem germinar em contato com o solo. Para evitar infestação por sementes de plantas de cobertura, o mais indicado é que as mesmas sejam cortadas ou dessecadas no florescimento. Esta espécie possui crescimento inicial lento, e atinge altura entre 1 m e 1,5 m. O florescimento da *C. spectabilis* ocorre cerca de 90 dias após o plantio. A *C. juncea* atinge maior altura do que a *C. spectabilis*, chegando a medir entre 2 e 3 m de altura, devido a essa característica, esta espécie também apresenta maior produção de matéria seca com teor médio de 6 a 10 t ha⁻¹. Semelhante a *C. spectabilis* o florescimento da *C. juncea* também ocorre aproximadamente 90 DAE (MAUAD *et al*, 2019; SILVA *et al*, 2017; SILVA; MENEZES, 2007).

O feijão guandu (*Cajanus cajan*), também pertence à família Fabaceae, porém, faz parte do gênero *Cajanus*. Pode ser utilizado na alimentação humana e animal e também como adubação verde. Se adapta a ambientes com altas temperaturas, falta de água e baixa fertilidade do solo. Chega a produzir de 4 a 8 t ha⁻¹ de matéria seca, porém apesar da quantidade de MS produzida, a palhada dessa espécie não possui nenhuma eficiência em controlar as plantas daninhas (FERREIRA *et al*, 2018).

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR), pertence à família Poaceae. É uma espécie anual de verão, que possui alta capacidade de perfilhamento, e pode atingir até 3 metros de altura. Se adapta a diferentes condições edafoclimáticas, característica que faz com que esta

espécie seja cultivada em todo Brasil, principalmente para alimentação animal devido a sua precocidade, qualidade nutritiva e alto potencial produtivo. A Produção de MS tende a ser maior em cortes tardios e pode chegar até 10 t/ha quando cortado aos 50 DAE, a produção média de MS é de 4 a 6 t ha⁻¹ (KOLLET *et al* 2006).

As espécies do gênero Braquiária são muito utilizadas no plantio consorciado com o milho, e algumas delas são utilizadas como planta de cobertura, como é o caso da *Brachiaria ruziziensis*. Trata-se de uma espécie que atinge entre 1 e 1,5m de altura, apresenta folhas pilosas, alta produção de sementes e se adapta a solos de média a baixa fertilidade, além de produzir alto volume de matéria seca esta espécie emite colmos decumbentes que enraízam nos nós e cobrindo bem o solo. Alguns genótipos dessa espécie acumulam K, que pode ser devolvido ao solo por meio da mineralização, além de genótipos que podem ser produzidos em solos ácidos e com presença de Al (CECCON, 2013; MIGUEL *et al* 2011).

3. OBJETIVOS

GERAL:

Estudar os efeitos da utilização das plantas de cobertura, nas características agronômicas e nos componentes de produtividade do milho.

ESPECÍFICOS:

Quantificar a produção de MS das plantas de cobertura;

Testar a adaptabilidade de genótipos de milho nas condições edafoclimáticas do Brejo Paraibano;

Determinar os efeitos do uso de diferentes cobertura do solo, na cultura do milho;

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O estudo foi conduzido no Módulo de Olericultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, situado na Fazenda Experimental Olho D'Água Chã de Jardim, sob as coordenadas de 06° 95' 00'' S e longitude 35° 75' 00'' W, e com uma altitude de 582 m, no município de Areia, microrregião do Brejo Paraibano (Figura 3). De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de solos (2018) o solo do local do experimento é classificado como NEOSSOLO REGOLÍTICO psamítico típico (DOS SANTOS *et al*, 2018).

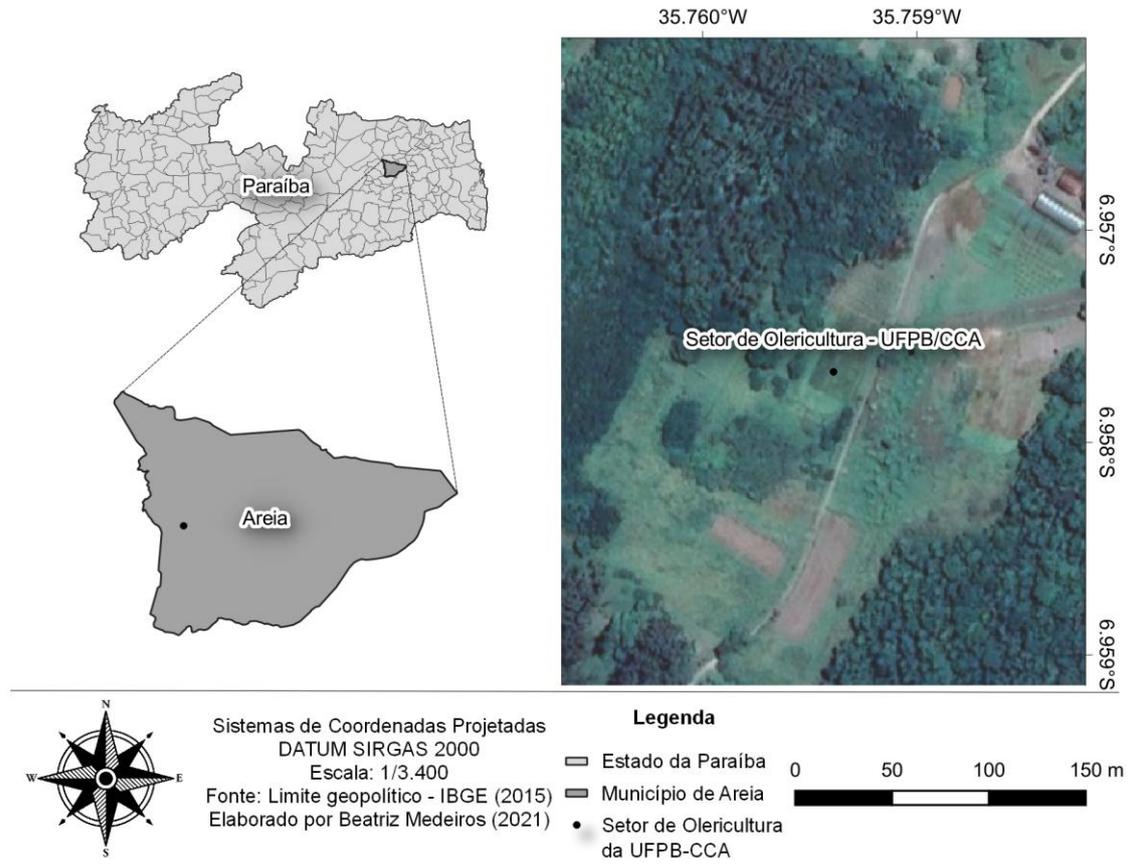


Figura 3: Localização da área do experimental. Areia - Paraíba, 2021.

Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é As, (ALVARES *et al* 2013). Apresenta temperatura média anual 22 °C e precipitação anual 1.400 mm, caracterizando-se como zona tropical com verão seco, com os maiores índices pluviométricos nos meses de junho e julho. Os dados meteorológicos do período de condução do experimento (Figura 4), foram extraídos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no município de Areia, PB.

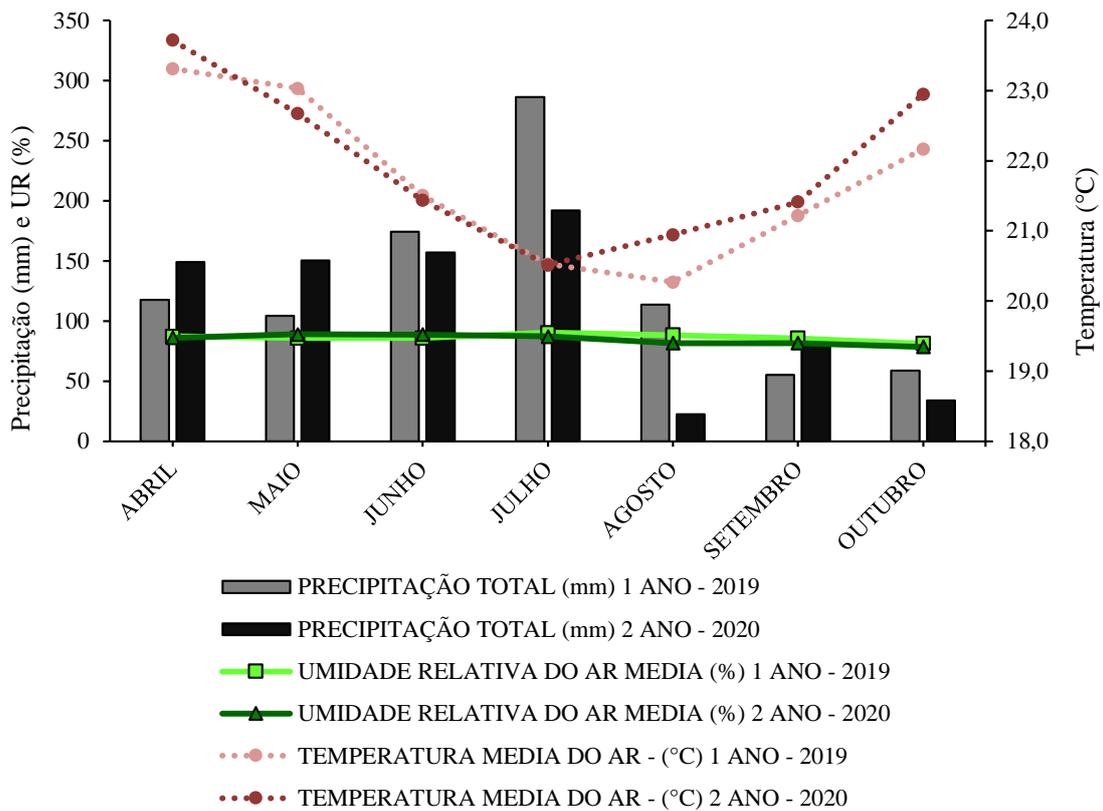


Figura 4: Valores de precipitação acumulada durante o mês (mm), temperatura média mensal (°C), e umidade relativa mensal (UR%) no período de Abril a Outubro de 2019 e 2020. Areia, Paraíba, Brasil. (INMET, 2020)

4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, no esquema fatorial de parcelas subdivididas, sendo o tratamento principal três genótipos de milho [uma variedade de milho (Robusta), uma variedade de milho crioulo (Pontinha) e um híbrido de milho (AG - 1051)] e os tratamentos secundários foram seis tipos de cobertura do solo [cinco espécies de plantas de cobertura – *Brachiaria ruziziensis*; *Crotalaria spectabilis*; *Crotalaria juncea*; Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), mais a testemunha (solo exposto)], em um total de 18 tratamentos, tendo a área de cada parcela 14m² (4m x 3,5m), as parcelas terão uma distância de 0,5m entre elas.

4.3. IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

No primeiro ano de experimento (2019) foi realizado o preparo convencional do solo com uma aração e uma gradagem, logo após foi realizada uma coleta de solo para fins de análise da fertilidade do solo. Foram coletadas aproximadamente vinte subamostras de solo nas camadas de 0-20 cm de profundidade, para compor uma amostra composta e realização de uma análise de fertilidade do solo. A adubação foi realizada de acordo com os dados fornecidos pela

análise de solo (Tabela 1) e pela recomendação de adubação para a cultura do milho segundo o manual de recomendação de adubação para o estado do Pernambuco (CAVALCANTI, 2008).

Tabela 1: Análise química do solo antes da semeadura das plantas de cobertura - 2019

pH	P	K	Na	H + Al	Al	Ca	Mg	SB	CTC	V%	M.O.S.
<i>H₂O</i>	<i>...mg/dm³...</i>					<i>.....cmol_c dm.....</i>					<i>g/kg</i>
5,9	11,01	141,45	0,04	2,31	0,00	2,28	1,27	3,95	6,26	63,10	26,7

P, K, Na: Extrator Mehlich 1; SB: Soma de Bases Trocáveis H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; CTC: Capacidade de Troca Catiônica: Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1 M; M.O.: Matéria Orgânica – Walkley-Black

As plantas de cobertura foram semeadas dia 8 de abril de 2019, adubadas com 60 kg ha⁻¹ de N, sendo metade em fundação e os outros 30 kg ha⁻¹ em cobertura (30 DAP), e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ fornecido todo na fundação. Após o preparo do solo e adubação, as plantas de cobertura foram semeadas em linhas com espaçamento de 50 cm entre linhas, a *C. juncea* e o feijão guandu foram semeados com 20 cm de distância entre plantas, *C. spectabilis* a foi usado 12 kg ha⁻¹ de sementes, e o milho 15 kg ha⁻¹ de sementes e a braquiária foi usado 10 kg ha⁻¹.

Quando as plantas de coberturas atingiram o 1º estágio reprodutivo (floração) as mesmas foram cortadas com facão (dia 07/06/2019), e foi realizada uma outra análise de solo, dessa vez foi feito seis análises, uma para cada tipo de planta de cobertura mais a testemunha. Após o corte das plantas de cobertura foi realizada a abertura das linhas de semeadura do milho, cada parcela tinha 9 fileiras de 3 metros de comprimento com distância de 0,5 metros entre elas.

Antes de semear, realizou-se a adubação, onde foram aplicadas, nos sucos de semeadura, as seguintes quantidades de fertilizantes: 60 kg de N ha⁻¹, 60 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 20 kg ha⁻¹ de K₂O. Dia 12/06/2019 foi realizado a semeadura dos genótipos de milho (Híbrido – AG1051, Variedade – Robusta, Crioulo – Pontinha) e 15 DAP foi realizada o desbaste, deixando 5 plantas por metro linear resultando em uma população de 100.000 plantas por hectare, conforme recomendado por Santos Neto (2019). A adubação de cobertura foi realizada 30 DAP com 30 kg ha⁻¹ de N e 20 kg ha⁻¹ de K₂O.

Tabela 2: Análise química solo após o corte das plantas de cobertura e antes do plantio do milho – 2019

Trat.	pH	P	K	Na	H+Al	Ca	Mg	SB	CTC	V%	MO
	<i>H₂O</i>	----- mg/dm ³ ----		----- Cmol _c dm -----							<i>g/kg</i>
Testem.	5,8	91,18	62,48	0,02	2,69	2,34	0,93	3,45	6,14	56,19	14,97
Braqui.	6,0	78,64	63,49	0,03	2,34	2,24	1,27	3,71	6,05	61,32	18,82
C. jun.	6,1	69,63	66,25	0,03	2,38	1,71	1,65	3,56	5,93	60,03	17,36
C. spec.	6,0	64,48	63,03	0,03	2,76	2,11	1,71	4,01	6,77	59,23	16,95
Guandú	6,1	55,15	72,18	0,03	2,52	2,09	1,74	4,04	6,57	61,49	16,01
Milheto	6,0	54,83	46,33	0,02	2,23	2,08	1,55	3,77	6,0	62,83	16,11

P, K, Na: Extrator Mehlich 1; SB: Soma de Bases Trocáveis H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; CTC: Capacidade de Troca Catiônica; Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1 M; M.O.: Matéria Orgânica – Walkley-Black

No segundo ano de cultivo (2020) não foi realizado nenhum prepara inicial do solo (aração e gradagem), o esquema fatorial utilizado foi exatamente o mesmo do ano passado. As plantas de cobertura foram semeadas na palhada dos restos culturais do ano posterior. Devido a pandemia da Covid-19 não foi possível realiza a análise de fertilidade do solo, então foi aplicado ao solo a mesma quantidade de N, P e K usada no primeiro ano de experimento tanto no cultivo das plantas de cobertura (semeadas dia 14/04/2020) como no cultivo do milho (semeado dia 15/06/2020).

4.4. AVALIAÇÕES DE CRESCIMENTO E COMPONENTES DE RENDIMENTO

Para avaliar a quantidade de matéria verde e seca das plantas de cobertura foram coletadas as plantas de 1 m² na área útil de cada parcela, após o corte das plantas de cobertura (que ocorreu logo após o florescimento das mesmas). O material verde foi pesado para avaliar a matéria verde e logo após foi colocado em uma estufa com ventilação forçada à temperatura média de 60-70 °C, até atingir peso constante, logo após o material foi novamente pesado para avaliar a matéria seca (MIRANDA *et al.*, 2020).

Para realizar as análises de crescimento da cultura do milho, foram escolhidas e marcadas, aleatoriamente, cinco plantas localizadas dentro da área útil de cada parcela. As avaliações de crescimento foram feitas quinzenalmente onde avaliou-se: o número de folhas sinteticamente ativas (NF), altura de plantas, rente ao solo até a folha bandeira da planta (AP), e diâmetro do colmo, na altura do colo da planta (DC). Estas avaliações foram iniciadas aos 15 dias após a semeadura (DAS).

Para realizar as análises de crescimento da cultura do milho, foram escolhidas e marcadas aleatoriamente cinco plantas localizadas dentro da área útil de cada parcela. As

avaliações de crescimento foram feitas quinzenalmente e foi avaliado: o número de folhas sinteticamente ativas (NF), altura de plantas (AP) (com o auxílio de uma trena graduada, medindo-se a altura da planta desde o colo da planta até a folha bandeira), e diâmetro do colmo (DC) (medindo-se o diâmetro do colmo na altura do colo da planta, com o auxílio de um paquímetro graduado). Estas avaliações foram iniciadas 15 dias após a semeadura (DAS).

A colheita foi realizada de oito a dez dias após o estágio de desenvolvimento R6, ou seja, quando os grãos atingem a maturidade fisiológica. A colheita foi realizada manualmente e foram colhidas todas as espigas da área útil de cada parcela, desconsiderando a bordadura. Para avaliar os componentes de rendimento foram escolhidas aleatoriamente cinco espigas de cada parcela e foram avaliados os seguintes componentes: Comprimento e diâmetro da espiga, número de grãos por fileira, número de fileiras por espiga e número de grãos por espiga (por meio de contagem), peso da espiga (com o auxílio de uma balança analítica), peso de mil grãos e produtividade (onde todas as espigas da área útil de cada parcela foram debulhadas em debulhadora mecânica, e logo após pesada, transformado de g m^{-2} para kg ha^{-1}).

Foi realizada uma análise de regressão nas variáveis: diâmetro de colmo, número de folhas e altura de plantas do milho com o uso do software Microsoft Excel (versão 2013). O critério para escolha dos melhores modelos de regressão foram maior R^2 . Os dados de matéria verde e matéria seca e componentes de rendimento e produtividade foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) e ao teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Na análise estatística foi utilizado o Software AGROESTAT (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. MATÉRIA VERDE E SECA DAS PLANTAS DE COBERTURA

No primeiro ano de experimento, as variáveis matéria seca (MS) e matéria verde (MV), apresentaram diferenças a 1% de significância, tanto para o fator tratamento, quanto para o fator blocos. Já no segundo ano, as variáveis MV e MS apresentaram resultados significativos apenas para o fator tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3: Resumo da análise de variância do peso de matéria verde e matéria seca das plantas de cobertura no primeiro e segundo ano de experimento.

Fatores	GL	Quadrado médio no 1 ano	
		Matéria verde	Matéria seca
Tratamentos	4	426212307,11**	37698348,99**
Blocos	3	499563458,36**	23868877,99**
CV		24,90	25,40

Fatores	GL	Quadrado médio no 2 ano	
		Matéria verde	Matéria seca
Tratamentos	4	112145446,55**	12803428,41**
Blocos	3	7696010,98ns	4202735,25ns
CV		15,09	17,59

Legenda: ns = não significativo; ** = significativo a 1% de probabilidade; GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação.

No primeiro ano do experimento, conforme a Figura 5A, observou-se que a braquiária, a *C. juncea*, e o milho, produziram maior quantidade de MV, cerca de 9,1 t ha⁻¹ a mais, do que as demais plantas de cobertura. No estudo realizado por Cavalcante *et al.* (2012), foi observado o inverso, segundo os autores, a *C. spectabilis* e o feijão guandu produziram mais MV do que a *C. juncea*, tal fato pode ser explicado pela idade do corte da *C. juncea* que foi realizado aos 65 DAP. Já neste estudo o corte foi realizado aos 90 DAP.

A espécie de planta de cobertura que mais produziu MS foi o milho, que apresentou produção de 10,3 t ha⁻¹ (Figura 5B). A braquiária e *C. juncea* tiveram menor produção de MS com 6,9 t ha⁻¹ e 6,6 t ha⁻¹, respectivamente. O feijão guandu e a *C. spectabilis*, obtiveram produção inferior as outras plantas, apresentando menos de 3,5 t ha⁻¹ de MS (Figura 5B). A quantidade de MS produzida pela *C. spectabilis* e pelo feijão guandu, corroboram com os resultados encontrados por Cavalcante *et al.* (2012).

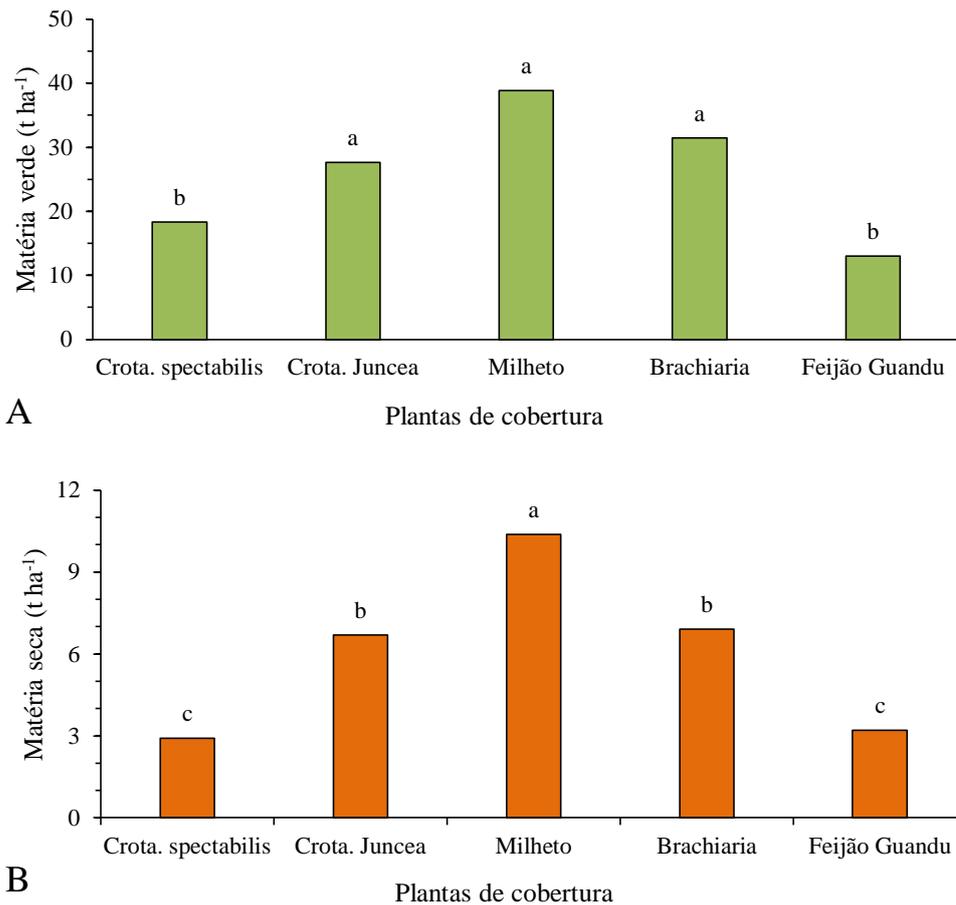


Figura 5: Quantidades de matéria verde (A) e matéria seca (B) das plantas de cobertura em t ha⁻¹ no 1 ano experimental (2019). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5%

Espécies como a *Crotalaria* e o milho, são bastante utilizadas como plantas de cobertura, em função da sua alta produção de MS e da capacidade de melhorar a fertilidade do solo por meio da ciclagem de nutrientes, além de apresentarem boa adaptação a solos com baixa fertilidade (MIRANDA *et al.*, 2020).

No segundo ano de experimento (2020), apenas o feijão guandu apresentou produção de MV inferior em relação as demais plantas de cobertura, chegou a produzir apenas 6,8 t ha⁻¹ de MV, enquanto as demais espécies obtiveram produção acima de 17 t ha⁻¹ de MV (Figura 6A). Apesar do baixo teor de MV e MS produzida pelo feijão guandu em comparação com as demais espécies estudadas, essa espécie vegetal tem grande importância na recuperação de solos degradados (CAVALCANTE *et al* 2012).

As espécies que mais se destacaram na produção de MS foram a *C. juncea* e o milho ambas com produção de MS superior a 7,5 t ha⁻¹. As demais espécies tiveram produção inferior a 5,5 t ha⁻¹ de MS (Figura 6B). Já era esperado que *C. juncea* e milho produzissem mais

matéria verde e seca do que as outras de plantas de cobertura. Isto porque essas espécies atingem maior altura quando comparado as outras espécies. Ambas podem atingir de 2 a 3 metros de altura, enquanto que a *C. spectabilis*, o feijão guandu e a *Brachiaria ruzizienses* atingem no máximo 1,5 metro de altura.

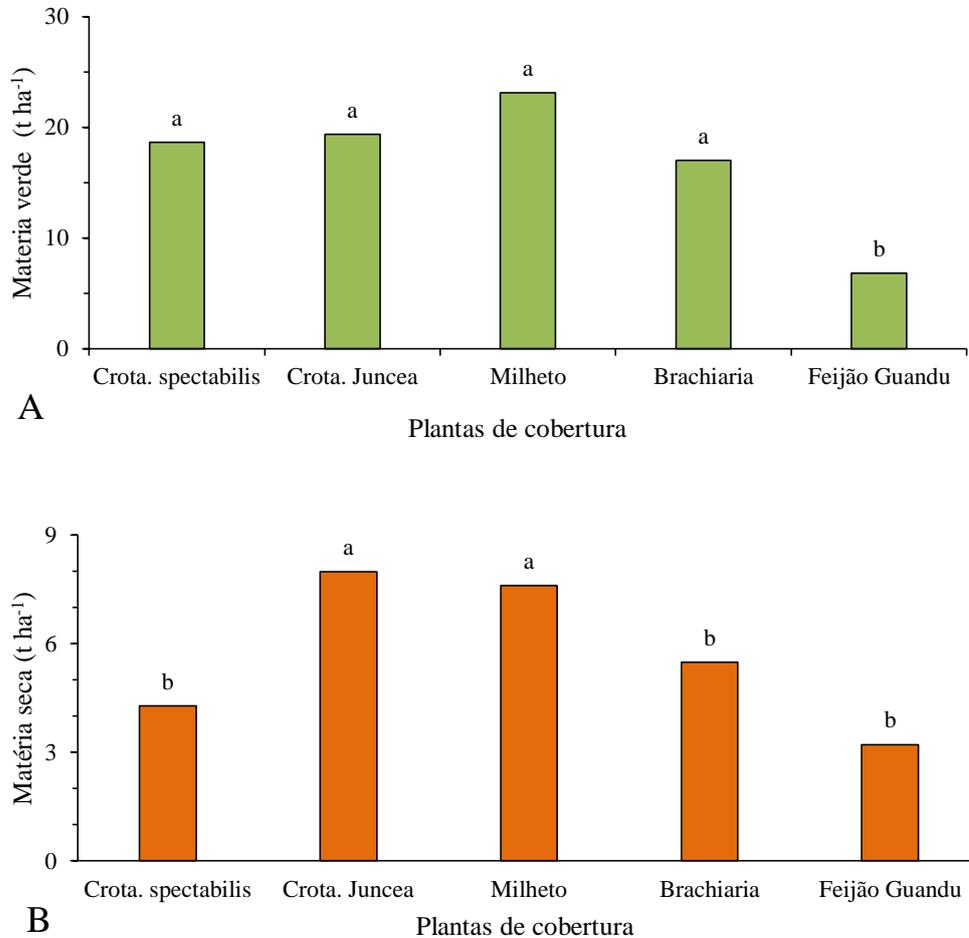


Figura 6: Quantidades de matéria verde (A) e matéria seca (B) das plantas de cobertura em T/ha no 2 ano experimental (2020). Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5%

A quantidade ideal de palhada sobre o solo deve ser de 6 t ha⁻¹, porém essa quantidade pode variar de acordo com as condições edafoclimáticas da região e da espécie vegetal que será utilizada, uma vez que, essas condições irão influenciar na decomposição do material vegetal (ALVARENGA *et al* 2001). Com base nessas informações pode-se concluir que a *C. juncea* e o milho são espécies vegetais que produzem palhada em quantidade suficiente para cobrir a superfície do solo e proporcionar a cultura sucessora todos os benefícios da semeadura direta.

A decomposição de uma palhada depende da ação de organismos decompositores e das suas características bioquímicas. A velocidade da decomposição é regulada por fatores ambientais como umidade e temperatura do solo. Quanto maior os teores de umidade do solo

maior será a velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos (SOUSA *et al* 2020). Consequentemente, o tempo de permanência da palhada sobre o solo estará relacionado com a temperatura e quantidade de água presente no solo, seja por chuvas ou irrigação.

Em um estudo sobre a produção e decomposição da biomassa de espécies usadas como plantas de cobertura, Miranda *et al* (2020) concluíram que o milho produziu mais biomassa seca do que a *Crotalaria juncea*, 8,99 t ha⁻¹ e 5,87 t ha⁻¹ respectivamente, semelhante ao teores de MS obtidos no presente estudo. De acordo com esse mesmo estudo o milho possui uma baixa taxa de decomposição, com tempo de meia-vida variando entre 178 a 210 dias. O autores associaram a baixa taxa de decomposição do milho com a sua alta capacidade de produção de MS e alta relação C/N.

É esperado que a palhada das leguminosas como *C. spectabilis*, *C. juncea* e feijão guandu se decomponham mais rápido do que a palhada de gramíneas (milho e braquiária) isto porque a relação C/N das leguminosas é menor que a relação C/N das gramíneas, e o tempo de decomposição da palhada é proporcional a essa relação, ou seja, quanto menor a relação C/N menor será o tempo de decomposição (SOUSA *et al*, 2020; HOLANDA *et al*, 2015).

A *C. juncea* tem maior tempo de ciclagem, podendo chegar a mais de 230 dias após o corte, já o feijão guandu, o milho e a *B. ruziziensis* possuem tempo de ciclagem inferior a 180 dias (CARVALHO *et al*, 2015). Como o ciclo médio do milho varia entre 120 e 180 dias entende-se que a palhada dessas espécies permanecem no solo durante todo o ciclo do milho.

Após a colheita do milho no segundo ano de pesquisa, foi realizado uma coleta de solo, afim de verificar se as plantas de cobertura afetaram os teores nutricionais do solo (Tabela 4). Apenas os teores de P e K foram afetados pelas plantas de cobertura como pode ser observado na Tabela 4. O solo cultivado sem plantas de cobertura e com *C. juncea* e feijão guandu apresentaram teor de P superior ao solo cultivado com as demais espécies de plantas de cobertura. O solo cultivado com *C. spectabilis* apresentou maior teor de K, enquanto que o solo cultivado com feijão guandu apresentou o menor teor de K.

Tabela 4: Análise química do solo após a colheita do milho – 2º ano.

		Braquiária	<i>C. juncea</i>	<i>C. spectabilis</i>	Feijão guandu	Milho	Testem.
pH	H ₂ O	5,6 a	5,74 a	5,98 a	5,72 a	5,9 a	5,8 a
N total	mg/dm ³	0,054 a	0,057 a	0,054 a	0,049 a	0,055 a	0,049 a
P	mg/dm ³	11,4 b	16,4 a	13,4 b	17,0 a	13,6 b	15,7 a

K	mg/dm ³	44,4 b	44,6 b	61,0 a	30,1 c	51,5 b	46,5 b
Na	cmol _c dm	0,12 a	0,22 a	0,20 a	0,17 a	0,20 a	0,22 a
H+Al	cmol _c dm	2,8 a	2,9 a	2,7 a	2,9 a	3,3 a	3,2 a
Al	cmol _c dm	0,06 a	0,05 a	0,06 a	0,06 a	0,06 a	0,06 a
Ca	cmol _c dm	0,7 a	1,1 a	0,9 a	0,8 a	0,7 a	0,8 a
Mg	cmol _c dm	0,4 a	0,5 a	0,5 a	0,6 a	0,5 a	0,4 a
SB	cmol _c dm	1,3 a	1,9 a	1,7 a	1,6 a	1,6 a	1,5 a
CTC	cmol _c dm	4,1 a	4,9 a	4,5 a	4,6 a	4,9 a	4,8 a
V%	cmol _c dm	33,6 a	39,9 a	39,0 a	35,6 a	32,8 a	32,5 a
M.O.S.	g/kg	10,9 a	11,4 a	10,8 a	9,7 a	11,3 a	10,3 a

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade. Metodologia: Embrapa e Rolas (Rede Oficial de laboratórios de análise de solos).

A liberação de N e P pela vegetação espontânea é mais rápida que a liberação das plantas de cobertura (BARBOSA TEIXEIRA *et al* 2012), devido a essa característica o teor de P da testemunha e o mesmo do teor encontrado na *C. juncea* e feijão guandu (Tabela 4), uma vez que essas espécies são da família Fabaceae e devido as suas características bioquímicas tem decomposição mais rápida que as espécies da família Poaceae.

Observa-se que o teor de K encontrado no solo cultivado com *C. spectabilis* é superior ao teor de K encontrado no solo das outras espécies de plantas de cobertura, semelhante ao encontrado por Cavalcante *et al* 2012 e Silva *et al* 2002, de acordo com os autores o teor de K na matéria seca da *C. spectabilis* foi superior ao encontrado nas demais espécies de planta de cobertura avaliadas.

5.2. BIOMETRIA DOS GENÓTIPOS DE MILHO

No primeiro ano de cultivo o ciclo vegetativo do milho foi mais longo, chegando até aos 75 DAP, já no segundo ano de cultivo esse ciclo reduzido e o pendoamento de todas as variedades ocorreu aos 60 DAP. A redução do ciclo vegetal no segundo ano de experimento (2020) pode ser associada a baixa precipitação nos meses de junho e agosto, fazendo com que a cultura antecipe a fase reprodutiva.

Observa-se na Tabela 5, que não ocorreu interação significativa para todas as variáveis estudadas nos dois anos de experimento. As variáveis diâmetro de colmo aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAP; número de folhas aos 15 DAP e AP aos 45, 60 e 75 DAP apresentaram diferenças ($p < 0,05$), para os fatores isolados bloco, variedade e cobertura. As variáveis NF30 (1 ano) e apresentaram diferenças ($p < 0,05$), apenas para os fatores bloco e variedade. As variáveis AP15,

AP30, NF45 e NF60 apresentaram 1% de significância para o fator bloco e 5% para os fatores isolados variedade e cobertura no 1 ano de experimento. A variável NF75 apresentou significância a 1% para os fatores bloco e variedade e significância a 5% no fator cobertura.

No segundo ano de pesquisa (Tabela 5) observa-se que nenhuma variável apresentou significância na interação variedade x cobertura ($p>0,05$), semelhante ao ocorrido no ano anterior. As variáveis DC15, NF15, AP15, DC30, NF30, AP30 e AP45 apresentaram significância a 5% para todos os fatores isolados. As variáveis NF45 e NF60 apresentaram significância a 5% apenas para os fatores bloco e variedade. A variável DC60 apresentou significância para o fator bloco a 5% e para os fatores isolados variedades e coberturas a 1%. Por fim, a variável AP60 apresentou significância para o fator bloco a 1% e para os fatores variedade e cobertura a 5%.

Tabela 5: Resumo da análise de variância de diâmetro de colmo, número de folhas e altura de plantas do milho no primeiro e segundo ano de experimento.

		Fatores – 1º ano (2019)					
		Bloco	Variedade	Cobertura	Var.*Cob.	Erro 1	Erro 2
G.L.		3	2	5	10		
	DC15	1,23*	12,32*	2,1*	0,17ns	15,55	11,02
	NF15	0,09*	0,42*	0,06*	0,03ns	9,94	6,18
	AP15	24,27**	233,60*	24,60*	2,01ns	17,18	11,31
	DC30	28,83*	143,80*	8,01*	1,43ns	18,24	16,24
	NF30	4,00*	5,06*	0,58ns	0,60ns	22,56	21,88
	AP30	501,28**	2603,36*	176,63*	25,39ns	25,7	16,98
	DC45	23,31*	90,37*	8,15*	1,26ns	10	11,18
QM	NF45	3,57**	7,95*	0,93*	0,40ns	13,83	10,47
	AP45	1208,77*	6874,37*	6209,80*	101,52ns	16,83	14
	DC60	18,90*	49,44*	12,12*	3,33ns	14,82	11,51
	NF60	6,31**	11,92*	4,30*	0,65ns	14,93	11,56
	AP60	2401,28*	13306,20*	1476,92*	242,38ns	17,63	15,86
	DC75	22,95*	13,86*	4,71*	2,68ns	12,88	9,17
	NF75	3,7**	9,07**	2,49*	0,38ns	17,79	8
	AP75	4754,99*	31791,07*	238,0*	253,21ns	18,67	11,92
		Fatores – 2º ano (2020)					
		Bloco	Variedade	Cobertura	Var.*Cob.	erro 1	erro 2
G.L.		3	2	5	10		
	DC15	6,28*	1,23*	1,05*	0,23ns	15,2	14,09
	NF15	1,6*	0,62*	0,17*	0,07ns	12,33	11,14
	AP15	88,6*	40,5*	5,3*	2,2ns	23,6	14,03
QM	DC30	261,2*	104,4*	74,8*	101,0ns	25,7	20,4
	NF30	2,1*	0,5*	0,3*	0,1ns	15,4	11,6
	AP30	523,7*	352,9*	31,9*	5,5ns	19,7	11,6

DC45	35.7*	28.6*	23.0ns	25.5ns	31,14	41,48
NF45	2,28*	0,51ns	1,57*	0,19ns	18,95	9,97
AP45	488,7*	3449,6*	548,69*	64,61ns	26,64	12,5
DC60	21,3*	6,5**	11,4**	1,2ns	13,3	9,16
NF60	11,1*	0,5ns	4,3*	0,6ns	23	13,16
AP60	1244,4**	9743,4*	2033,1*	278,2ns	31,71	14,83

ns não significativo; ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade.

Nas figuras 7, 8 e 9 é apresentado o modelo de regressão quadrática e seus respectivos coeficientes de determinação para a variável diâmetro de colmo (Figura 7A, Figura 7B), número de folhas (Figura 8A, Figura 8B) e altura de plantas (Figura 9A, Figura 9B) para os genótipos Robusta, AG-1051 e Pontinha.

Observa-se na figura 7A, que o diâmetro de colmo (DC) do AG-1051 e Pontinha são da mesma espessura durante todo o ciclo da cultura. No segundo ano de cultivo (Figura 7B) nota-se que os diâmetros de colmo desses dois genótipos também são semelhantes, porém o DC do AG-1051 é um pouco superior ao DC do genótipo Robusta. Na última avaliação os três genótipos apresentaram mesmo DC.

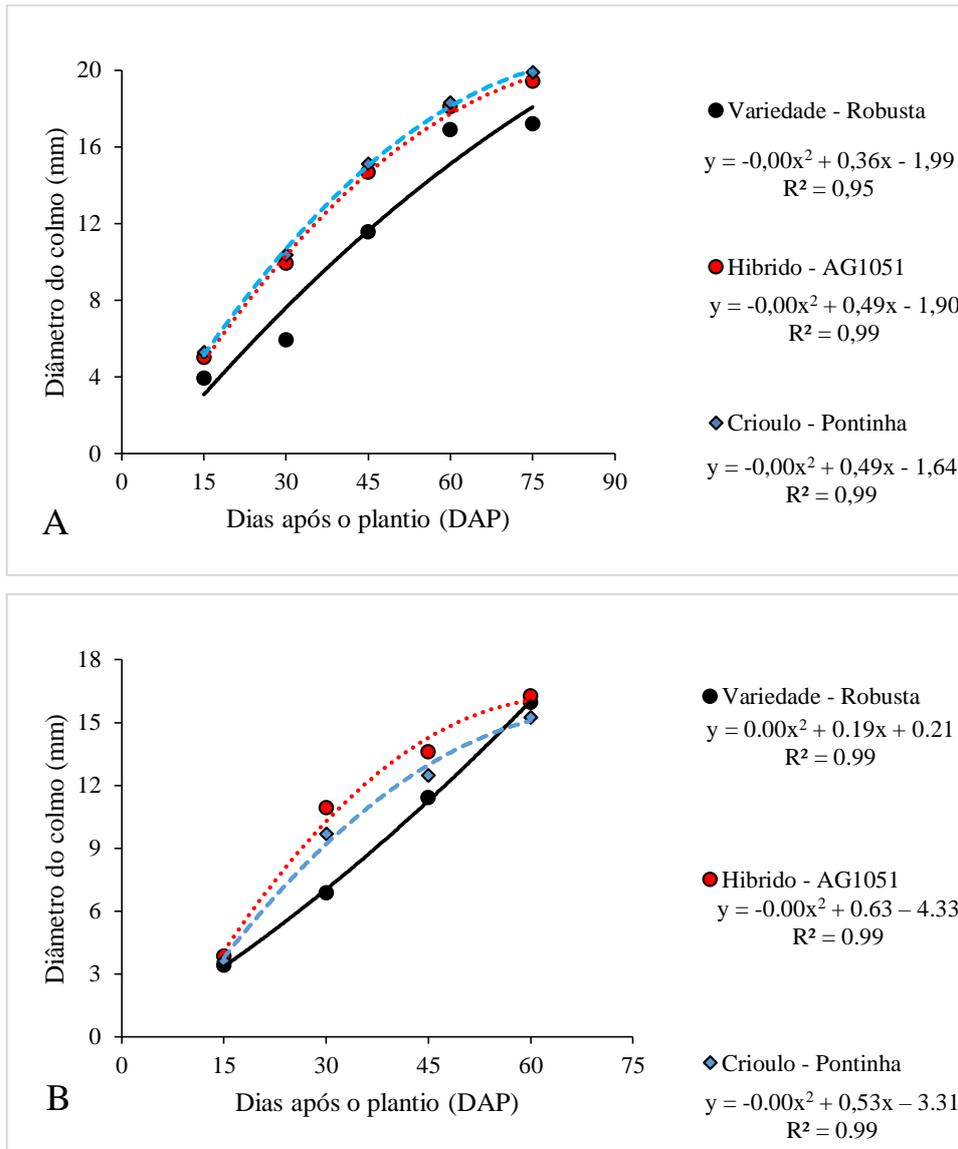


Figura 7: Diâmetro do caule em genótipos de milho em dois anos de cultivo primeiro ano (A) e segundo ano (B) aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP).

Em relação ao número de folhas, no primeiro ano (Figura 8A) observa-se que o NF dos genótipos AG-1051 e Pontinha são semelhantes até o 60 DAP, enquanto que o NF do Robusta é sempre inferior ao NF dos demais genótipos, porém aos 75 DAP observa-se que, enquanto o NF do Pontinha diminuiu, o NF do Robusta aumentou. Já no segundo ano de cultivo (Figura 8B), o NF dos três genótipos é o mesmo em todo o ciclo da cultura.

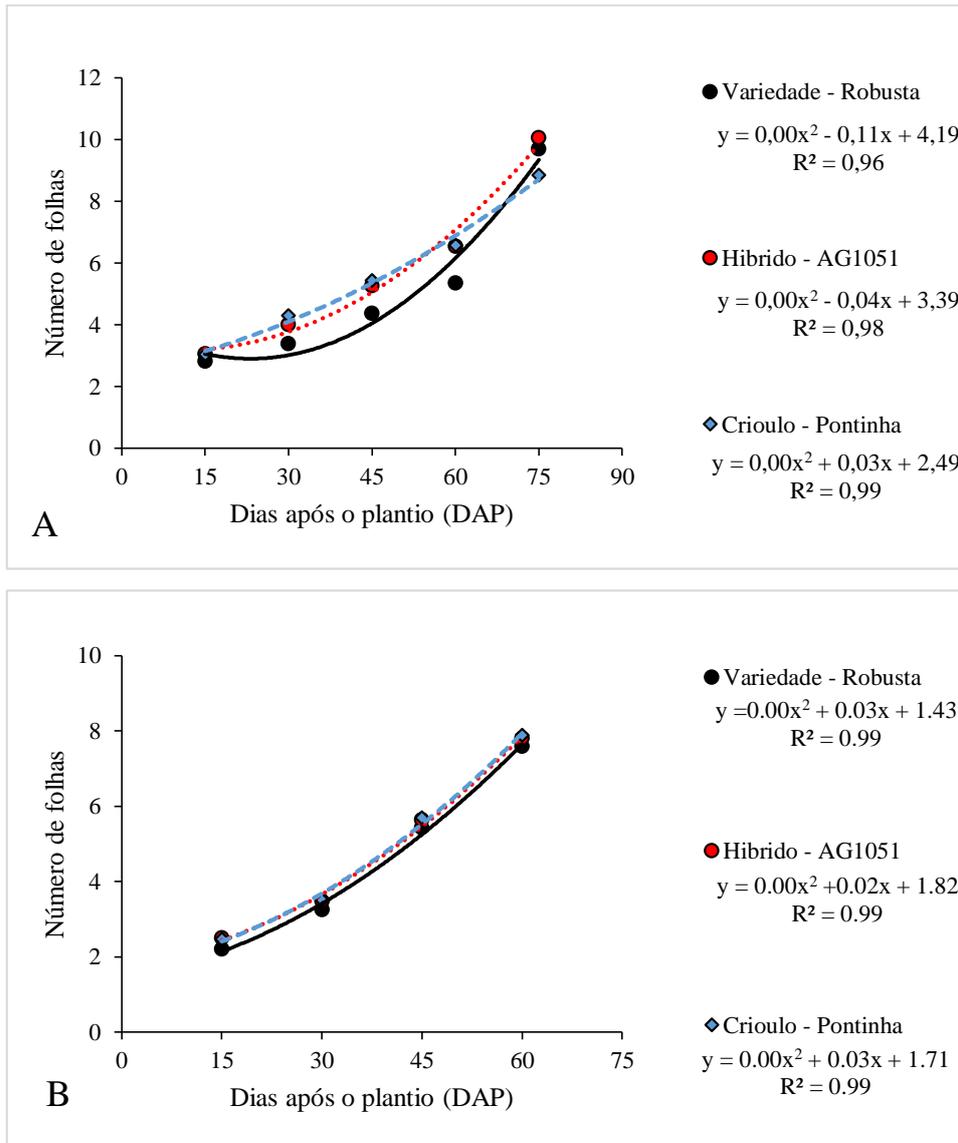


Figura 8: Número de folhas em genótipos de milho em dois anos de cultivo primeiro ano (A) e segundo ano (B) aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP).

Quanto à altura de plantas no primeiro ano de cultivo (Figura 9A) nota-se que a altura do plantas do AG-1051 e do Pontinha é a mesma desde a primeira avaliação até a última, a altura de plantas do Robusta foi inferior à altura de plantas dos demais genótipos durante todo o ciclo da cultura (Figura 9A). Já no segundo ano de cultivo (Figura 9B), a diferença de altura de plantas dos genótipos aumentava à medida que as plantas se desenvolviam. O milho pontinha apresentou plantas de maior altura, enquanto o milho Robusta apresentou plantas de menor altura, semelhante ao ocorrido na safra anterior.

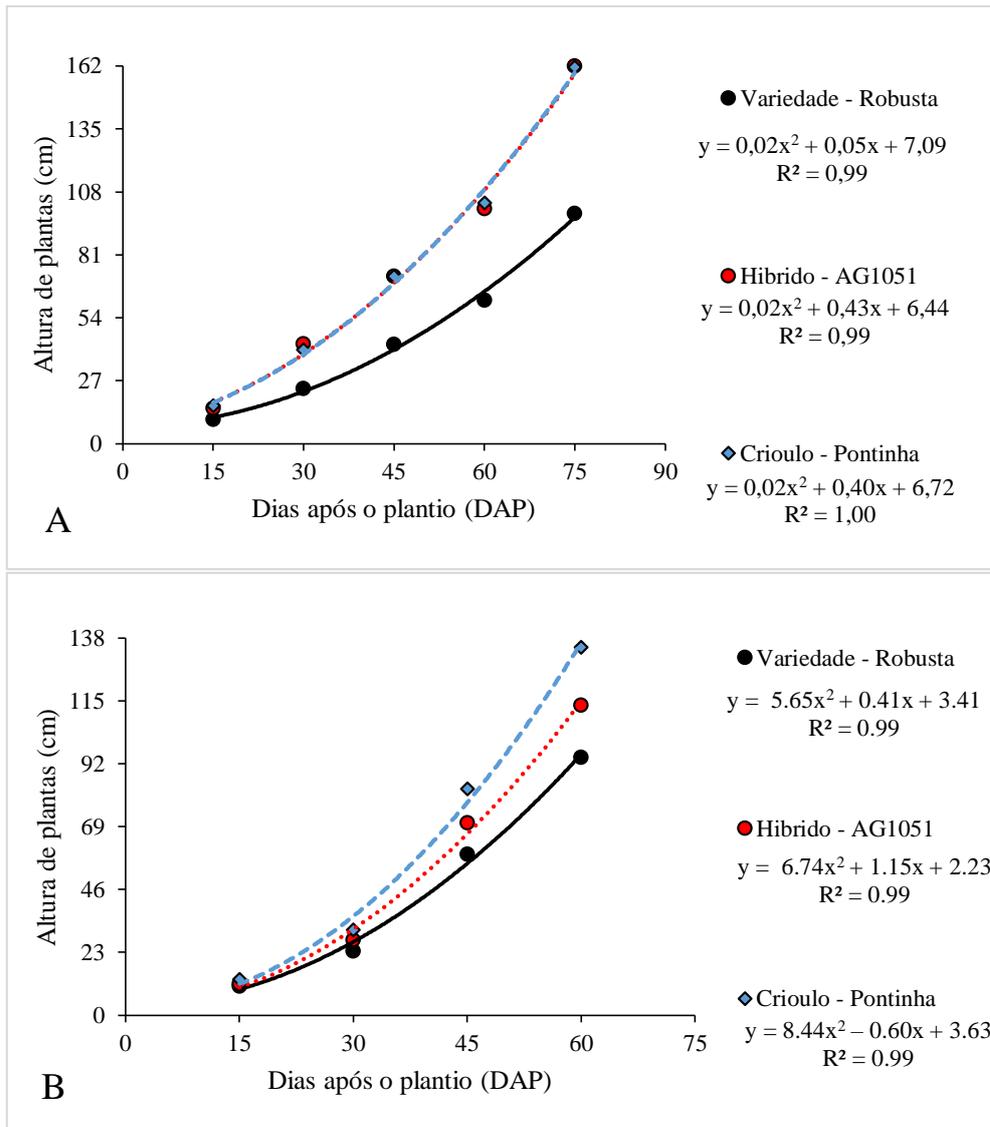


Figura 9: Altura de plantas em genótipos de milho em dois anos de cultivo primeiro ano (A) e segundo ano (B) aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP).

Pode-se atribuir a baixa estatura do milho Robusta à sua rusticidade e melhor rendimento em ambientes com menor disponibilidade de água. Segundo Pereira Filho e Cruz (2003) a demanda hídrica do milho pode variar em torno de 600 mm anuais. A fase de crescimento do milho coincidiu com os meses de maior volume de precipitação, que ocorreu entre os meses de Junho e Setembro totalizando 628 mm em 2019 e 442 mm em 2020. Possivelmente o alto volume de chuvas entre a emergência e o pendoamento fez com que o Robusta se desenvolvesse pouco, como foi observado em um estudo realizado por Moreira *et al* 2014, segundo o autor o milho Robusta apresenta maior volume de massa seca da parte aérea e maior volume de raízes quando irrigado com a menor quantidade de água (25% ETc).

Nas figuras 10,11 e 12 é mostrado o modelo de regressão quadrática e seus respectivos coeficientes de determinação para as variáveis diâmetro de colmo do milho (Figura 10A, Figura 10B), número de folhas do milho (Figura 11A, Figura 11B) e altura de plantas do milho (Figura 12A, Figura 12B) na presença de espécies de cobertura morta *C. spectabilis*, feijão guandu, *C. juncea*, braquiária, milheto e testemunha (sem cobertura morta).

No primeiro ano de cultivo (Figura 10A) a palhada de diferentes espécies vegetais não afetou o DC do milho, porém quando o milho foi cultivado sem a presença de palhada na superfície, apresentou um menor DC. No segundo ano de estudo (Figura 10B), observa-se que o DC do milho cultivado com a cobertura morta de milheto e a não cobertura do solo teve a mesma espessura durante todo o ciclo do milho. O DC do milho cultivado sob a palhada da braquiária e do feijão guandu reduziu o seu crescimento a partir de 30 DAP, aumentando muito pouco a sua espessura até a última avaliação.

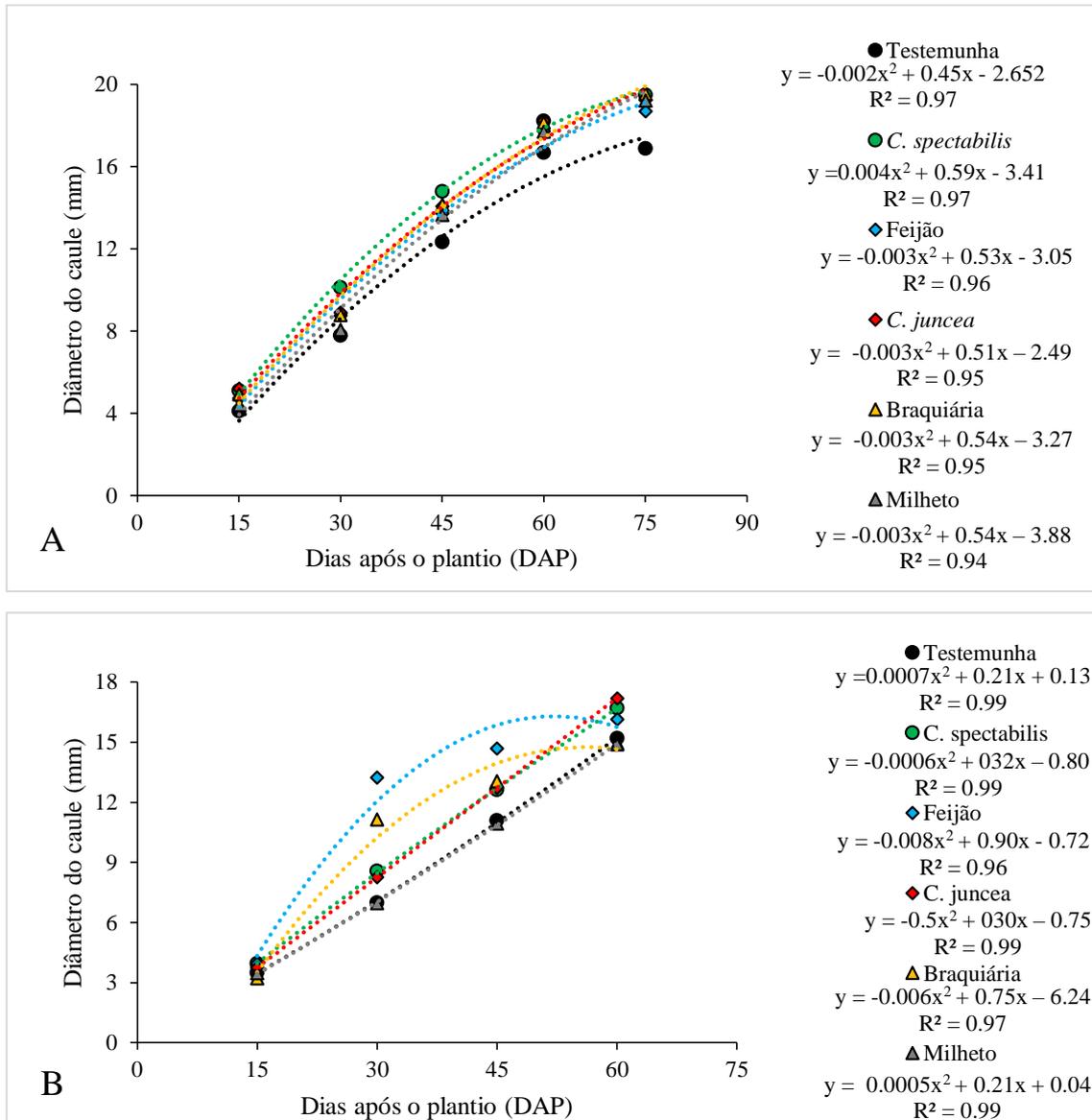


Figura 10: Diâmetro do caule de plantas de milho sob diferentes coberturas vegetais em dois anos de cultivo primeiro ano (A) e segundo ano (B) aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP).

Observa-se na Figura 11^a, que quando o milho é cultivado sem a cobertura morta do solo apresenta um menor NF. Não há diferença entre o NF do milho cultivado na palhada das diferentes espécies vegetais. No segundo ano de cultivo (Figura 11B) observa-se que o milho cultivado na palhada do feijão guandu e da *C. juncea* possui maior NF, quando comparado ao NF do milho cultivado nas demais palhadas, essa diferença fica mais evidente a partir do 45 DAP.

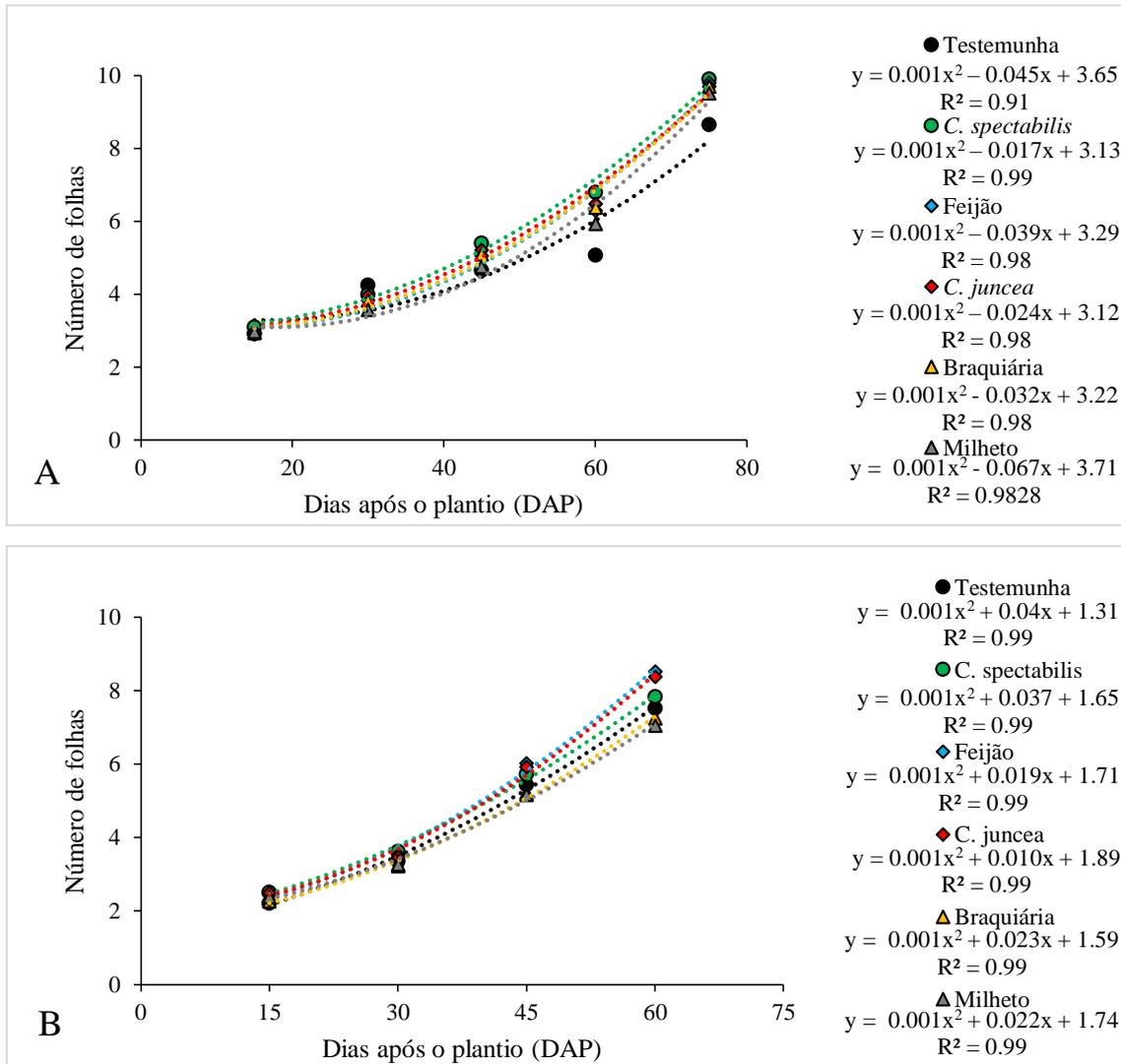


Figura 11: Número de folhas de plantas de milho sob diferentes coberturas vegetais em dois anos de cultivo primeiro ano (A) e segundo ano (B) aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP).

No primeiro ano de cultivo foi observado que a falta de cobertura morta no solo resulta em plantas de milho com menor estatura. Não houve diferença na altura do milho cultivado com cobertura morta (Figura 12A). No segundo ano de cultivo (Figura 12B) inicialmente não houve diferença entre a altura do milho, porém a partir de 45 DAP o milho cultivado na cobertura morta da *C. juncea* apresentou maior altura. Observa-se ainda a cobertura morta de espécies da família Poaceae proporcionou plantas de milho com maior altura.

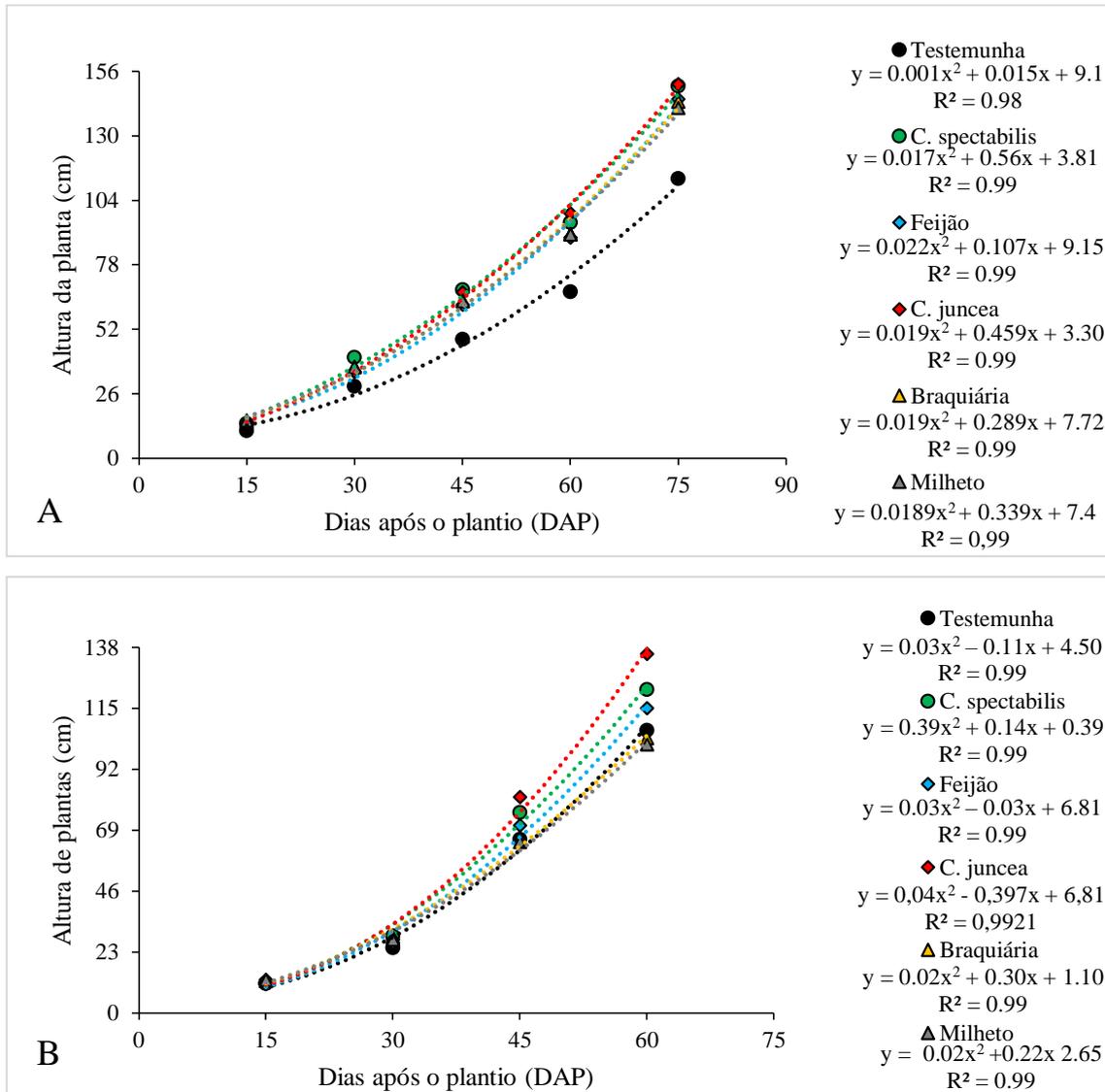


Figura 12: Altura de plantas de plantas de milho sob diferentes coberturas vegetais em dois anos de cultivo primeiro ano (A) e segundo ano (B) aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio (DAP).

Nota-se que no primeiro ano de cultivo, que a presença da palhada torna o solo mais favorável ao desenvolvimento das plantas, visto que, quando o milho foi cultivado sem a presença de palha no solo, o mesmo apresentou menor diâmetro de colmo, menor número de folhas e menor altura. A produtividade dos genótipos de milho está diretamente relacionada com a altura de plantas (SANTOS *et al*, 2018).

Já no segundo ano, o milho cultivado na palhada das gramíneas (braquiária e milheto) teve seu DC, NF e AP igual ao do milho cultivado sem palhada. Essa semelhança pode ser atribuída a presença dos restos vegetais do milho do ano anterior nas parcelas onde o milho era cultivado sem as plantas de cobertura. Com isso ficou mais evidente que a palhada de espécies

leguminosas traz mais benefícios a cultura sucessora do que a palhada de gramíneas, devido as características bioquímicas das leguminosas.

5.3. PRODUTIVIDADE E COMPONENTES DE RENDIMENTO

Em 2019 no primeiro ano de experimento nenhuma das variáveis apresentou significância para o fator bloco. As variáveis comprimento de espiga e número de grãos por fileira apresentaram significância apenas para o fator isolado cobertura. As variáveis diâmetro de colmo e número de fileira por espiga apenas para o fator isolado genótipo. Peso de mil grãos apresentou significância para a interação genótipo x cobertura. Número de grãos por espiga apresentou significância para os dois fatores isolados, genótipo e cobertura. E as variáveis peso da espiga e produtividade apresentou diferença para os fatores isolados (genótipo e cobertura) e para a interação (genótipo x cobertura) (Tabela 6).

De forma semelhante ao ocorrido no primeiro ano, no segundo ano do experimento (2020), nenhuma das variáveis apresentou significância para o fator bloco. As variáveis comprimento de espigas, número de grãos por espiga e produtividade apresentaram significância para os fatores isolados (genótipo e coberturas) e para a interação (genótipo x cobertura). As variáveis diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga e peso da espiga apresentaram significância para os fatores isolados genótipo e cobertura, enquanto a variável peso de mil grãos apresentou significância apenas para o fator isolado (Tabela 6).

Tabela 6: Resumo da análise de variância dos componentes de rendimento e da produtividade do milho no primeiro e segundo ano de experimento

1º ano – 2019							
Variáveis	Fatores						
	Bloco	Genótipo (A)	Cobertura (B)	A x B	CV1	CV2	
GL	3	2	5	10			
Com. espiga	9,19ns	5,49ns	6,15**	1,60ns	20,77	10,34	
Diâm. espiga	0,62ns	1,06*	0,49**	0,05ns	9,7	6,1	
Nº grãos fileira	10,66ns	9,20ns	5,35**	1,72ns	22,04	13,96	
Nº fileiras espiga	3,35ns	69,4**	1,62ns	0,39ns	6,8	7,05	
Q.M							
Nº grãos espiga	219,2ns	28546,1**	7451,4**	1769,8ns	20,22	14,76	
Peso da espiga	504,2ns	4129,7*	2566,67**	630,1**	25,08	12,07	
Peso mil grãos	4519,0ns	9009,4ns	2763,9ns	10151,7**	15,8	16,2	
Produtividade	80083,0ns	3851967,5**	2846075,5**	385741,3**	18,87	11,75	
2º ano – 2020							
Variáveis	Fatores						
	Bloco	Genótipo (A)	Cobertura (B)	A x B	CV1	CV 2	

	GL	3	2	5	10		
Q.M	Com. espiga	3,5ns	36,2**	30,7**	12,8**	10,7	16,4
	Diâm. espiga	0,31ns	1,7**	0,35*	0,08ns	8,9	8,9
	Nº grãos fileira	24,2ns	107,6**	49,7**	13,37ns	12,8	16,1
	Nº fileiras espiga	6,8ns	60,2**	3,15ns	1,15ns	9,9	9,9
	Nº grãos espiga	1892,5ns	57888,0**	14999,6**	4534,4**	20,1	16,3
	Peso da espiga	236,6ns	5680,9**	2552,3**	515,01ns	18,2	19
	Peso mil grãos	7507,5ns	9009,4ns	2762,9ns	10150,1**	16,8	16,6
	Produtividade	1069325,9ns	10719756,9**	6034345,1**	1548891,2**	28,68	20,41

Legenda: NS: não significativo; ** significativo a 5%; *significativo a 1%

No primeiro ano de experimento (2019) o comprimento das espigas variou entre 7,4cm e 11,20cm (Figura 13A). O comprimento das espigas dos genótipos de milho apresentou diferença estatística apenas quando cultivados com cobertura de braquiária, em que a variedade Robusta apresentou maior comprimento de espiga em relação ao comprimento de espiga dos outros genótipos. A presença de cobertura morta no solo não afetou o comprimento das espigas do AG-1051. Observa-se ainda que as espigas dos genótipos Robusta e Pontinha apresentaram maior comprimento quando cultivados com as plantas de cobertura.

A falta de palhada no solo resultou em espigas de menor comprimento para os genótipos AG-1051 e Robusta. Observa-se que o comprimento de espigas do genótipo Pontinha não foi afetado pelas plantas de cobertura (Figura 13B). O AG-1051 apresentou espigas de maior comprimento apenas quando cultivado na palhada da *C. spectabilis* e *C. juncea*, chegando a atingir 9,2 cm e 10,7 cm, respectivamente. Já o Robusta teve espigas de maior comprimento quando cultivado na palhada da *C. juncea* com 16,8 cm. Observa-se que o comprimento das espigas foi maior quando o milho foi cultivado na palhada da *C. juncea*, provavelmente tal fato ocorreu devido a quantidade e qualidade da palhada dessa espécie de planta de cobertura.

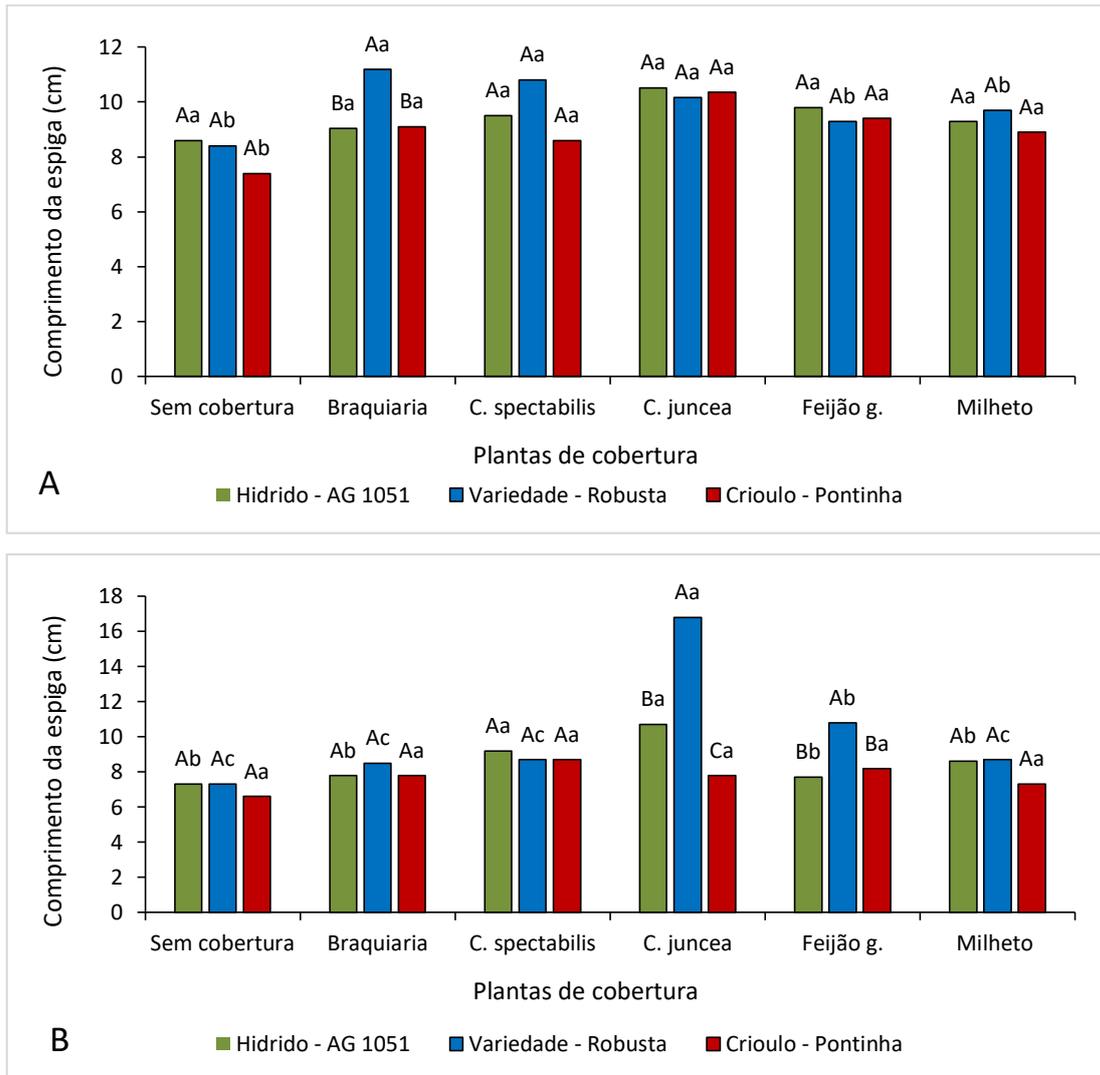


Figura 13: Comprimento de espigas de genótipos de milho cultivados sob a palhada de espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas (A) 2019 e (B) 2020. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letra maiúscula compara os genótipos dentro de cada cobertura, e letras minúsculas compara as coberturas dentro do genótipo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O comprimento de espigas apresenta efeito direto sobre a produtividade do milho (Santos *et al*, 2018). O comprimento de espigas no primeiro ano de estudo variou entre 7,5 cm e 11,2 cm, e no segundo ano variou de 6,6 cm a 16,8 cm. Esses valores se encontram abaixo dos valores de CE encontrados no estudo de Castanho *et al* (2020), que observaram que tanto o comprimento quanto o diâmetro de espigas reduziam à medida que aumentava o número de plantas de milho agrupadas, para os autores a distribuição das plantas no campo pode afetar suas características morfológicas. Provavelmente a alta população de milho no presente estudo afetou negativamente o CE do milho.

A cobertura morta no solo não afetou o diâmetro das espigas (D.E.) dos genótipos AG-1051 e Robusta no primeiro ano de experimento (Figura 14A), já no segundo ano de

experimento o D.E. dos genótipos não foi afetado pela cobertura morta (Figura 14B). Nos dois anos de cultivo o genótipo Pontinha quando cultivado sem cobertura apresentou menor DE.

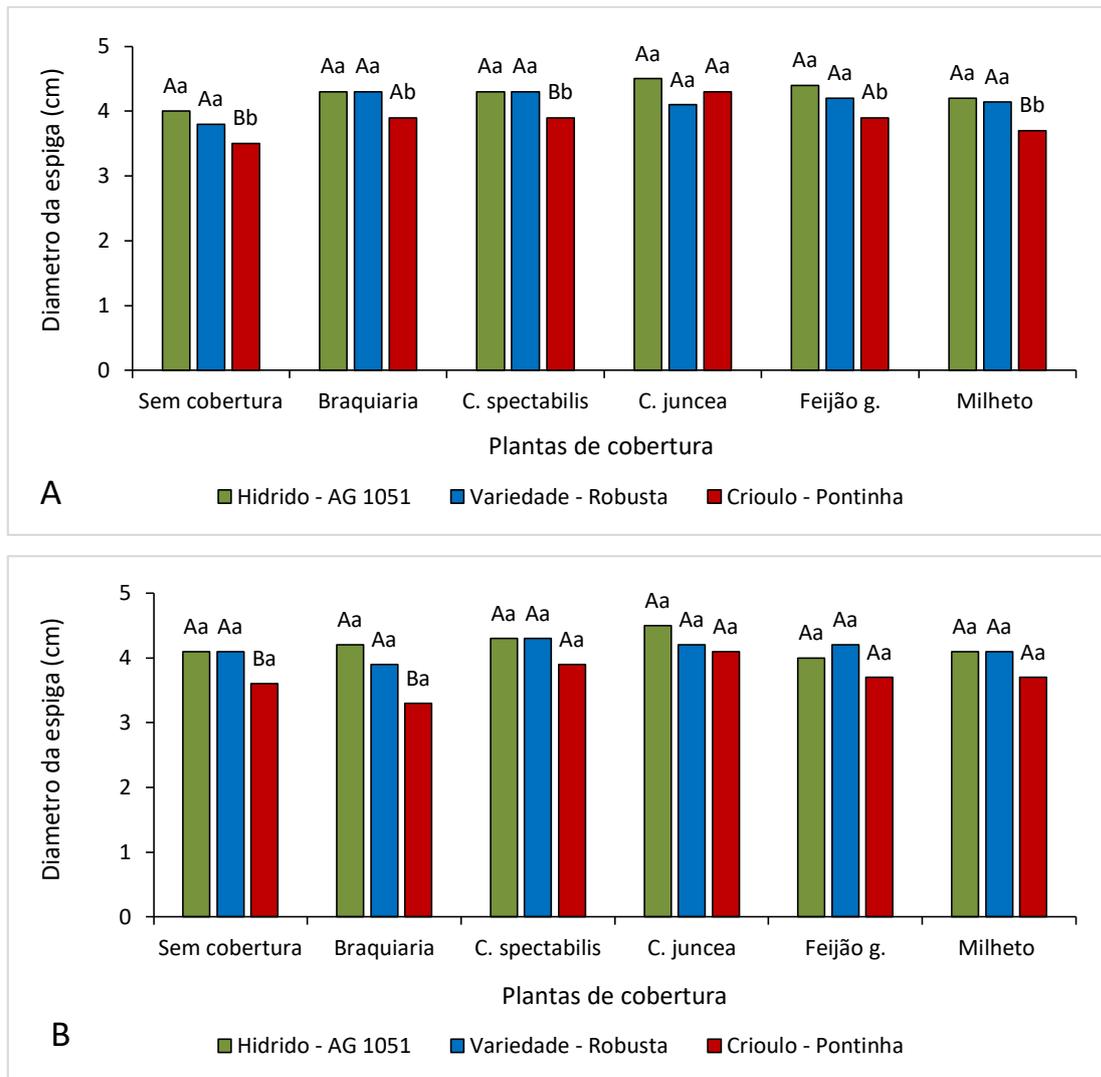


Figura 14: Diâmetro de espigas de genótipos de milho cultivados sob a palhada de espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas (A) 2019 e (B) 2020. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letra maiúscula compara os genótipos dentro de cada cobertura, e letras minúsculas compara as coberturas dentro do genótipo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O diâmetro de espiga está intimamente relacionado com o número de fileiras de grãos por espiga, que é influenciado pelo genótipo e com o enchimento de grãos, que é mais influenciado pela disponibilidade de água (OHLAND *et al*, 2005). Visto isto, caso o milho seja cultivado em um local onde o estresse hídrico afete negativamente o enchimento de grãos, as plantas de cobertura poderão ser usada para minimizar os efeitos da falta de água, contribuindo para o aumento no diâmetro de espigas.

Tanto no primeiro (Figura 16A) quanto no segundo (Figura 16B) ano de experimento foi observado que as plantas de cobertura não afetaram o NFE (número de fileiras por espiga) dos

genótipos de milho. Observou-se ainda que em todas as plantas cobertura e na testemunha o milho crioulo apresentou um NFE menor que os outros genótipos. Isto ocorre porque o número de fileiras por espiga é mais influenciado pelo genótipo do que por fatores ambientais.

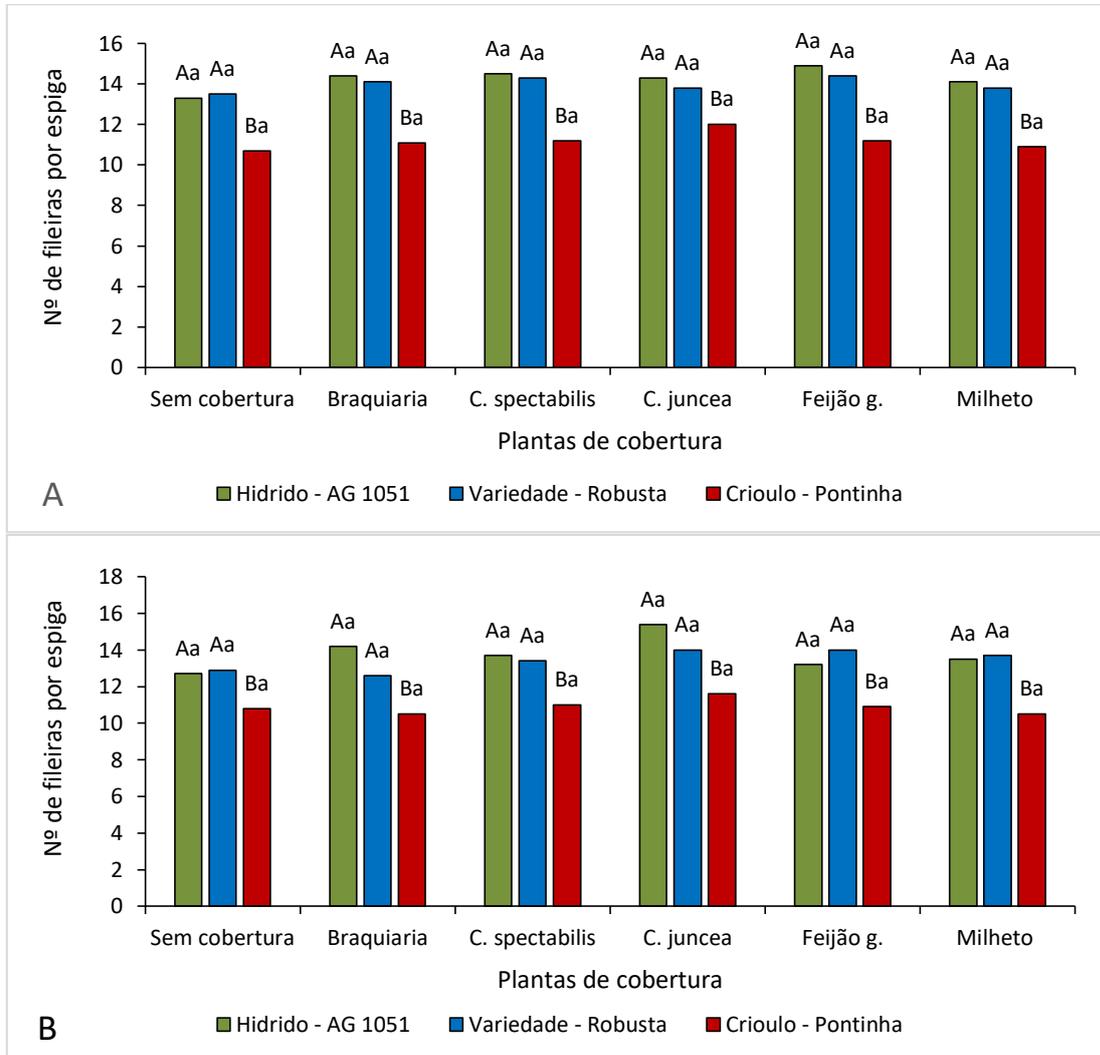


Figura 15: Número de fileiras por espigas de genótipos de milho cultivados sob a palhada de espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas (A) 2019 e (B) 2020. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letra maiúscula compara os genótipos dentro de cada cobertura, e letras minúsculas compara as coberturas dentro do genótipo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os genótipos AG-1051 e o Robusta possuem maior NFE porque são cultivares selecionadas com maior critério, buscando sempre a seleção de indivíduos com alta produtividade com base na sua genética. No caso do milho crioulo as sementes são escolhidas avaliando apenas o fenótipo das espigas, após a colheita os agricultores selecionam as espigas mais “bonitas” e armazenam as sementes para serem plantadas na próxima safra. Divido a isso a presença ou ausência de palhada no solo não afeta o número de fileiras por espiga.

Houve diferença entre o número de grãos por fileira (NGF) das espigas dos genótipos de milho apenas quando o milho foi cultivado na palhada da braquiária, nessa ocasião, o genótipo Robusta apresentou maior NGF em relação aos demais genótipos de milho cultivados na palhada da braquiária. O NGF do AG-1051 e Robusta não foi afetado pela presença de palhada no solo. Já o crioulo Pontinha. Apresentou NGF maior quando cultivado sob a palhada de *C. juncea* e feijão guandu (Tabela 7).

No segundo ano (Tabela 7) observa-se que o NGF do crioulo Pontinha não foi afetado pela presença palhada. O genótipo Robusta apresentou maior NGF quando cultivados na palhada da *C. juncea* e do feijão guandu apresentando 23 grãos por fileira em ambos os casos. O AG-1051 teve maior NGF quando cultivado na cobertura da *C. spectabilis* com 19 grãos por fileira, e na cobertura da *C. juncea* com 21 grãos por fileira.

Durante o primeiro ano de estudo (Tabela 7) observou-se que o híbrido AG-1051 não teve o seu NGE (número de grãos por espiga) afetado pelas plantas de cobertura. A variedade Robusta teve seu NGE maior quando cultivado na cobertura morta da braquiária, *C. spectabilis* e *C. juncea*. Observou-se que a presença de cobertura morta no solo independente da espécie vegetal favoreceu o aumento do NGE do milho crioulo.

No segundo ano de experimento o NGE do crioulo Pontinha não foi afetado pelas plantas de cobertura, este mesmo genótipo possui menor NGE quando comparado com o AG-1051 e o Robusta. O AG-1051 apresentou maior NGE quando cultivado na palhada da *C. spectabilis* e *C. juncea* e já o Robusta apresentou maior NGE quando cultivado na cobertura morta de *C. juncea* e feijão guandu. Dessa forma pode-se concluir que a cobertura morta com espécies da família Fabaceae promovem o aumento do número de grãos por espiga (Tabela 7).

Tabela 7: Número de grãos por fileira e número de grãos por espigas de genótipos de milho cultivados em diferentes espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas.

1º ano – 2019												
Número de grãos por fileira												
	Sem cobertura		Braquiária		C. <i>spectabilis</i>		C. <i>juncea</i>		Feijão g.	Milheto		
AG 1051	16,1	Aa	16,7	Ba	16	Aa	20	Aa	18	Aa	17,8	Aa
Robusta	15,9	Ab	21,3	Aa	20	Aa	19	Aa	17	Ab	17,7	Ab
Pontinha	13	Ab	16,4	Bb	17	Ab	21	Aa	19	Aa	17,5	Ab
Número grãos por espiga												

	Sem cobertura		Braquiária		C. <i>spectabilis</i>		C. <i>juncea</i>		Feijão g.		Milheto	
AG 1051	209	Aa	229,7	Ba	237,4	Ba	290,4	Aa	259,4	Aa	243	Aa
Robusta	210,8	Ab	295,5	Aa	291,8	Aa	260,2	Aa	248,4	Ab	238,6	Ab
Pontinha	140,1	Bb	183,2	Ba	199,2	Ba	231,1	Aa	208,5	Aa	192,8	Aa
2º ano – 2020												
Número de grãos por fileira												
	Sem cobertura		Braquiária		C. <i>spectabilis</i>		C. <i>juncea</i>		Feijão g.		Milheto	
AG 1051	13,7	Ab	15,6	Ab	19,1	Aa	21,1	Aa	14,2	Bb	15,6	Ab
Robusta	17,7	Ab	17,5	Ab	19,9	Ab	23,2	Aa	23,4	Aa	18,5	Ab
Pontinha	13,9	Aa	15,4	Aa	18,8	Aa	16,6	Ba	17,7	Ba	14,7	Aa
Número grãos por espiga												
	Sem cobertura		Braquiária		C. <i>spectabilis</i>		C. <i>juncea</i>		Feijão g.		Milheto	
AG 1051	175	Bb	231	Ab	281	Aa	326	Aa	194	Bb	212	Ab
Robusta	229	Ab	221	Ab	269	Ab	326	Aa	330	Aa	260	Ab
Pontinha	153	Ba	159	Ba	208	Ba	188	Ba	193	Ba	151	Ba

*Letras maiúsculas comparam as colunas, letras minúsculas comparam as linhas. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

O número de grãos por fileira e o número de grãos por espiga são componentes de rendimento facilmente afetados por fatores ambientais como ataque de pragas e estresse hídrico, a lagarta da espiga do milho (*Helicoverpa zea*) uma das principais pragas do milho, essa praga consome os estilos-estigmas prejudicando a fertilização e também consome os grãos do ápice da espiga. A falta de água no período da polinização causa o ressecamento dos estilos-estimas e reduz a viabilidade do pólen, prejudicando a fertilização da espiga e consequentemente reduzindo o número de grãos por fileira e o número de grãos por espiga (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014; MAGALHÃES, 2011). Sabe-se que a cobertura morta no solo reduz a perda de água por evaporação, mantendo o solo úmido por mais tempo, dessa forma o milho cultivado com cobertura morta no solo terá menor probabilidade de sofrer com a falta de umidade do solo do que o milho que é cultivado no solo sem a palhada.

No primeiro ano de cultivo (Figura 16A), a cobertura morta de *C. juncea* e feijão guandu não afetou o peso das espigas de nenhum genótipo. Já a cobertura morta de braquiária e *C.*

spectabilis proporcionou aumento no peso da espiga apenas da variedade Robusta. Quando cultivados sob a palhada do milho e sem a cobertura morta os genótipos AG-1051 e o Robusta tiveram espigas de maior peso em comparação às espigas do milho crioulo Pontinha. As espigas de maior peso foram da variedade Robusta quando cultivada na palhada de braquiária (127,25 g) e *C. spectabilis* (129,15 g), AG-1051 quando cultivada na *C. juncea* (123,5 g) e do crioulo Pontinha quando cultivado na *C. juncea* (109,2 g).

Semelhantemente ao primeiro ano, no segundo ano (Figura 16B) os três genótipos de milho quando cultivados sem cobertura ou na cobertura de braquiária produziram espigas com menor peso. Nota-se ainda que as espigas do milho Pontinha apresentam menor peso em todos os tratamentos. O genótipo AG-1051 produziu espigas de maior peso quando cultivado na cobertura morta da *C. spectabilis* (281 g), e na *C. juncea* (336 g). O Robusta produziu espigas mais pesadas quando cultivado na cobertura morta da *C. juncea* (336 g), e na cobertura do feijão guandu (330 g).

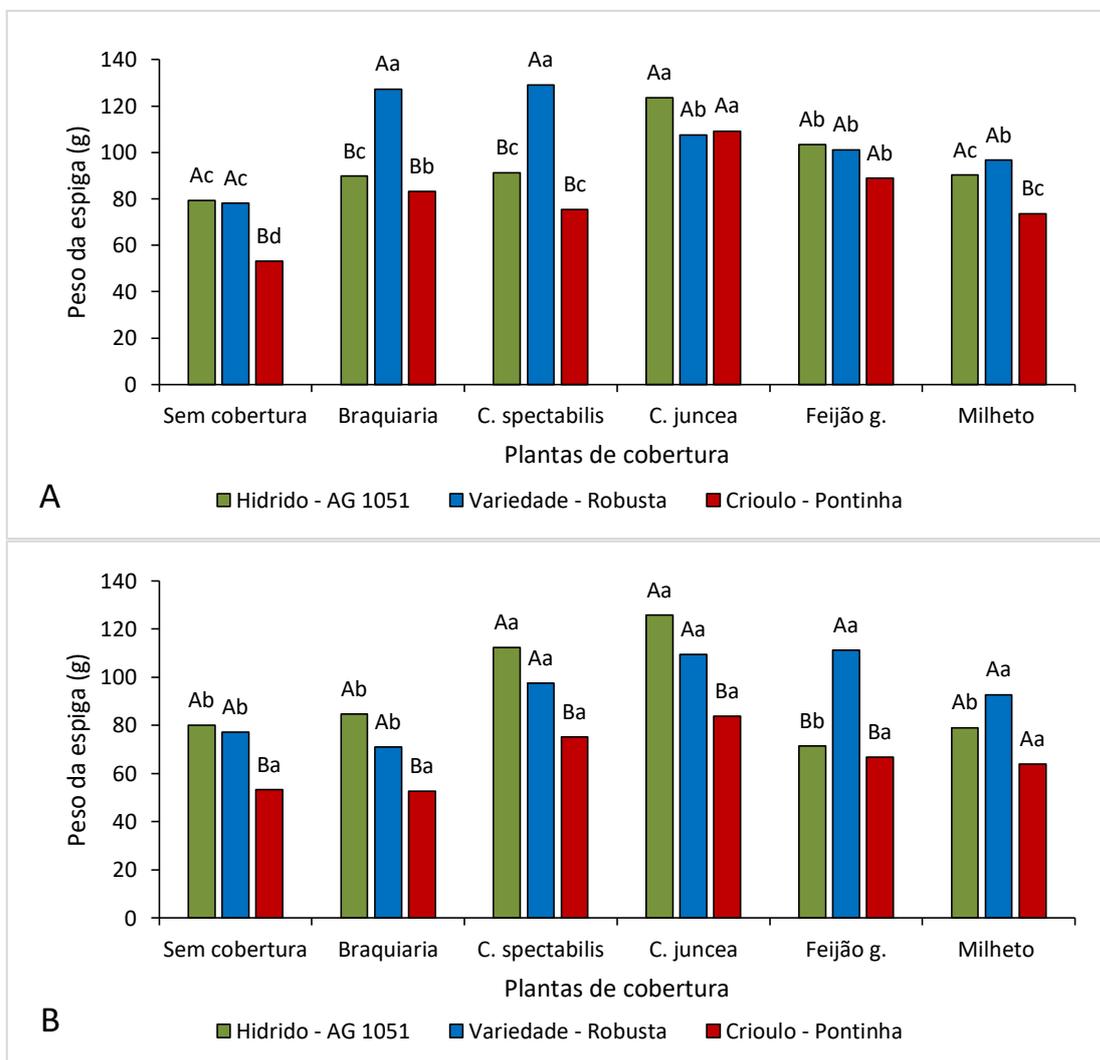


Figura 16: Peso de espigas de genótipos de milho cultivados sob a palhada de espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas (A) 2019 e (B) 2020. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letra maiúscula compara os genótipos dentro de cada cobertura, e letras minúsculas compara as coberturas dentro do genótipo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O peso da espiga está diretamente relacionado com volume da espiga e o volume dos grãos de acordo com um estudo realizado por Entringer *et al* (2014). Vale salientar que os autores trabalharam com genótipos de milho superdoce e devido a isso foram avaliadas espigas verdes, colhidas entre os estádios R4 e R5.

No primeiro ano de cultivo 2019, o uso de cobertura no solo não afetou o peso de mil grãos dos genótipos de milho (Figura 17A). No segundo ano de cultivo 2020 a variedade Robusta teve o peso de mil grãos inferior ao dos outros genótipos quando cultivados sem cobertura e na cobertura morta do milheto, porém quando cultivados na palhada do feijão – guandu apenas o Robusta teve o peso de mil grãos superior ao do AG-1051 e Pontinha. Os genótipos AG-1051 e o Pontinha não apresentaram o peso de mil grãos afetado pelas plantas de cobertura (Figura 17B)

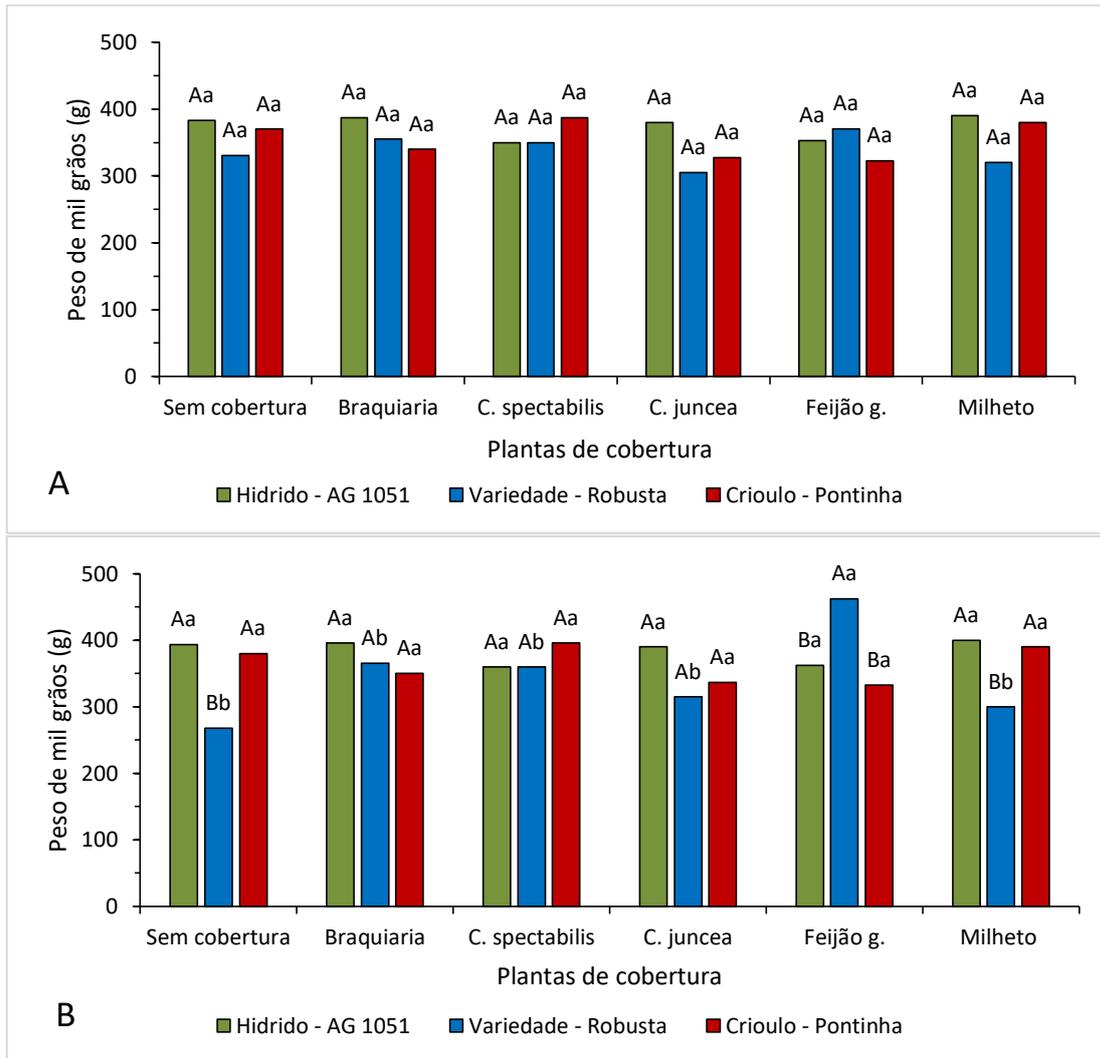


Figura 17: Peso de mil grãos de genótipos de milho cultivados sob a palhada de espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas (A) 2019 e (B) 2020. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letra maiúscula compara os genótipos dentro de cada cobertura, e letras minúsculas compara as coberturas dentro do genótipo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Todos os genótipos de milho tiveram produtividade inferior quando cultivados sem cobertura do solo, fato que ocorreu tanto no primeiro como no segundo ano de cultivo (Figura 18A e Figura 18b). Isto se deve ao fato de que o solo sem a cobertura morta tende a ter maior quantidade de plantas daninhas, maior amplitude térmica e maior facilidade em perder umidade, como relatado nos trabalhos de Hubert; Minuzzi (2020); Carvalho *et al* (2015) Ferreira *et al* (2010) em que os autores observaram que a palhada no solo reduz a ocorrência de plantas daninhas na lavoura, reduz a amplitude térmica do solo e mantém o solo úmido por mais tempo, promovendo um ambiente mais favorável ao desenvolvimento do milho na fase inicial.

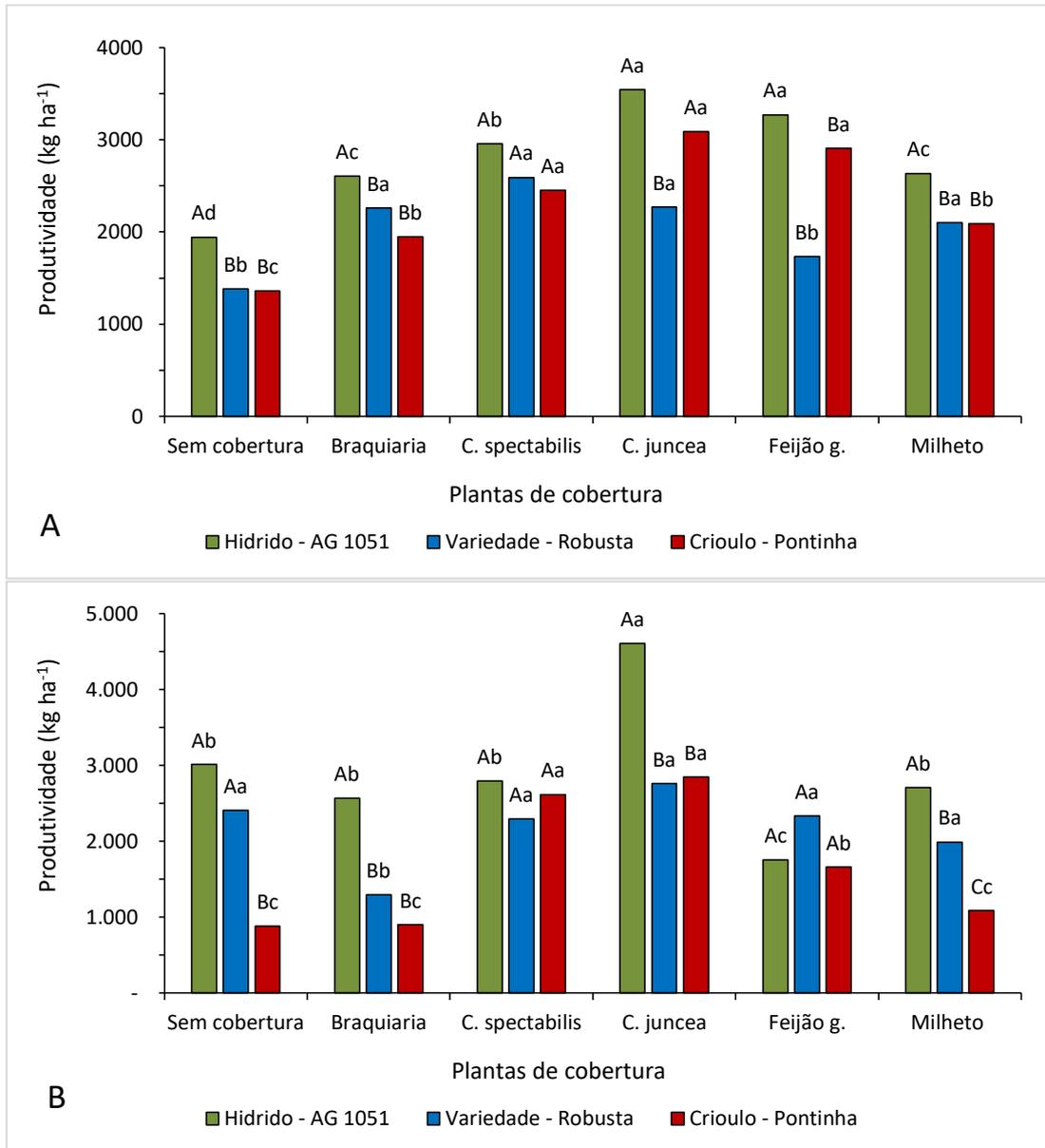


Figura 18: Produtividade de genótipos de milho cultivados sob a palhada de espécies de plantas de cobertura em dois anos agrícolas (A) 2019 e (B) 2020. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letra maiúscula compara os genótipos dentro de cada cobertura, e letras minúsculas compara as coberturas dentro do genótipo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na safra 2018/19 a produtividade média de milho no estado da Paraíba não chegou a 500 kg ha⁻¹, quantidade duas vezes inferior à produtividade mais baixa observada nesse estudo que foi a do milho crioulo Pontinha cultivado sem cobertura morta (Figura 18A). Na safra 2019/20 houve um aumento na produção de milho no estado da Paraíba, com uma produtividade média semelhante à produtividade do milho crioulo cultivado sem cobertura morta, 827 kg ha⁻¹ e 878 kg ha⁻¹ respectivamente (Figura 18B).

A baixa produtividade de milho na Paraíba pode estar associada à falta de aporte tecnológico nos cultivos, no Estado são poucos os agricultores que fazem análise de solo antes

do cultivo e que realizam correção e adubação do solo com base na análise de fertilidade do mesmo, o alto custo dos fertilizantes sintéticos também desencorajam os agricultores a utilizá-los. Na maioria das vezes, a adubação é feita apenas utilizando-se adubação orgânica encontrada na propriedade, não alcançando a necessidade da cultura.

O híbrido AG-1051 apresentou maior produtividade em relação aos outros genótipos quando cultivados com a maioria das plantas de cobertura e até mesmo quando cultivado sem cobertura morta no solo, exceto quando cultivados na palhada da *C. spectabilis*, no primeiro ano de cultivo (Figura 18A), e nas palhadas de *C. spectabilis* e feijão guandu no segundo ano de cultivo (Figura 18B), em que os três genótipos apresentaram a mesma produtividade.

A maior produtividade de milho encontrada no primeiro ano de estudo, foi com o genótipo AG-1051 cultivado na palhada de *C. juncea* e de feijão guandu com 3,5 t ha⁻¹ e 3,2 t ha⁻¹ respectivamente, duas toneladas a menos do que a produtividade nacional do grão nessa mesma safra. No segundo ano de cultivo (2020) esse mesmo genótipo de milho cultivado na palhada de *C. juncea* produziu 4,6 t ha⁻¹, cerca de 0,9 t ha⁻¹ de milho a menos que a produtividade nacional.

Apesar dos resultados promissores encontrados nesse estudo sobre o uso de plantas de cobertura na cultura do milho, existem outros estudos que mostram que as plantas de cobertura não afetam a produtividade do milho, como relatado no trabalho de Miranda, *et al* (2020), em que o autor relacionou esse resultado com a boa condição do solo. Vale salientar que o milho estudado por Miranda *et al* (2020) foi o milho verde para consumo *in natura*. As divergências entre esses resultados ressaltam a importância da continuação dos estudos com plantas de cobertura na cultura do milho.

6. CONCLUSÃO

O milho e a *C. juncea* produziram quantidade ideal de matéria seca para o plantio direto, entre as plantas estudadas, foram as espécies que apresentaram maior produção de massa seca;

A falta de cobertura morta no solo resulta em plantas de milho com menor diâmetro de colmo, menor altura e menor produtividade;

A cobertura do solo com leguminosas contribui mais para o aumento da produtividade do milho do que a cobertura do solo com gramíneas;

As espécies de plantas de cobertura que mais contribuem para o aumento da produtividade do milho é a *Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis*.

O genótipo AG-1051 é mais produtivo que a variedade Robusta e a variedade crioulo Pontinha;

A maior produtividade de milho é alcançada quando se cultiva o genótipo AG-1051 na palhada da *Crotalaria juncea*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, R. C., CABEZAS, W. A. L., CRUZ, J. C., & SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2001.
- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. D. M., & SPAROVEK, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22(6), 711-728.
- BARBOSA TEIXEIRA, M., LOSS, A., GERVASIO PEREIRA, M., & PIMENTEL, C. Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. **Idesia (Arica)**, V. 30, n. 1, p. 55-64, 2012
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Multipress, 2015.
- BARROS, J. F. C., & CALADO, J. G. (2014). A Cultura de Milho. Universidade de Évora. Departamento de Fitotecnia. Disponível em:<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf> Acessado em: 01 de maio de 2019.
- BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. O milho e o clima. **Porto Alegre: Emater/RS-Ascar**, v. 84, 2014.
- BLANCO-CANQUI, H.; HOLMAN, J. D.; SCHLEGEL, A. J.; TATARKO, J.; SHAVER, T. M. Replacing fallow with cover crops in a semiarid soil: Effects on soil properties. **Soil Science Society of America Journal**, v. 77, p. 1026–103, 2013.
- CARVALHO, A. M.; COSER, T. R.; REIN, T. A.; DANTAS, R. A.; SILVA, R. R. & SOUZA, K. W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 50, n. 7, p. 551-561, jul. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2015000700005>.
- CASTANHO, F.; CECCATTO, S. E. K.; DOS SANTOS, E. L. Produtividade e componentes de rendimento de híbridos de milho em função da distribuição espacial na linha de semeadura. In: **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215. 2020. p. 94-100.
- CAVALCANTE, V. S.; SANTOS, V. R.; SANTOS NETO, A. L. D.; DOS SANTOS, M. A.; SANTOS, C. G. D.; COSTA, L. C. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2012, 16.5: 521-528.
- CAVALCANTI, F. J. A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**: segunda aproximação. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, Ipa, 2008. 212 p.
- CECCON, G. (2013). Consórcio milho-braquiária. Embrapa Agropecuária Oeste-Livro técnico (INFOTECA-E).
- COELHO, J. D. **Milho: Produção Mercados**. 140. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2020.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.8– Safra 2020/21, n. 4 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-85, Janeiro 2021

COSTA, M. J. N. D.; PASQUALLI, R. M.; PREVEDELLO, R. Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. **Summa Phytopathologica**, v. 40, p. 63-70, 2014.

COSTA, M. N. F., RODRIGUES, W. Á. D., DA SILVA, T. I., PINTO, A. A., & DA CAMARA, F. T. Desempenho e produtividade do milho em função do cultivar e da adubação de cobertura em regime de sequeiro no Cariri-CE. **Revista Cultura Agrônômica**, v. 26,n.3, p. 310-319, 2017

CRUSCIOL, C. A. C., COTTICA, R. L., LIMA, E. D. V., ANDREOTTI, M., MORO, E., & MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.2, p.161-168, 2005.

DOS SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., DOS ANJOS, L. H. C., DE OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ... & CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

ENTRINGER, G. C., SANTOS, P. H. A. D., VETTORAZZI, J. C. F., CUNHA, K. S. D., & PEREIRA, M. G. Correlação e análise de trilha para componentes de produção de milho superdoce. **Revista Ceres**, 2014, 61: 356-361.

FERREIRA, A. C. D. B., BORIN, A. L. D. C., BOGIANI, J. C., & LAMAS, F. M. Suppressive effects on weeds and dry matter yields of cover crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 5, p. 566-574. 2018

FERREIRA, A. C. de B.; LAMAS, F. M. Espécies vegetais para cobertura do solo: influência sobre plantas daninhas e a produtividade do algodoeiro em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, v. 57, n. 6, p. 778-786, 2010.

FERREIRA, Williams P. M.; AGUIAR, Luiz Marcelo Sans; MAGALHÃES, Paulo César; LANDAU, Elena Charlotte; GUIMARÃES, Daniel Pereira; COSTA, Thomaz Corrêa e Castro da. Clima, Época de Plantio e Zoneamento Agrícola. In: CRUZ, José Carlos; MAGALHÃES, Paulo César; PEREIRA FILHO, Israel Alexandre; MOREIRA, José Aloísio Alves. **Milho: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, Df: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 333.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D; LIMA, E. R. V. Potencial Pedológico das Terras do Estado da Paraíba para as Principais Culturas Agrícolas. Campina Grande-PB: **Edufcg**, 2017. 102 p.

FRITSCHÉ-NETO, Roberto; MÔRO, GuEstavo Vitti. Escolha do cultivar é determinante e deve considerar toda informação disponível: tipos de híbridos. In: FANCELLI, Antonio Luiz; ALVES, Lucilio Rogério Ap.; ALMEIDA, Rodrigo Estevam Munhoz de. A cadeia produtiva do milho. 13. ed. Sorocaba: **Revista Visão Agrícola**, 2015. p. 173.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região noroeste fluminense-RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1421-1428, 2007.

HOLANDA, A. C.; FELICIANO, A. L. P.; MARAGON, L. C.; FREIRE, F. J.; HOLANDA, E. M. Decomposição da serapilheira foliar e respiração edáfica em um Remanescente de caatinga na Paraíba. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 245-254, 2015.

HUBERT, M.; MINUZZI, R. B. Temperatura de solo coberto e descoberto a partir da temperatura do ar. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 5, n. 3, p. 274-280, 2020.

KOLLET, J. L.; DIOGO, J. M. D. S.; LEITE, G. G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1308-1315, 2006

KRUG, C. A.; VIEGAS, G. P.; PAOLIERI, L. **Híbridos comerciais de milho**. *Bragantia*, v. 3, n. 11, p. 367-552, 1943.

MAGALHÃES, P. C. Aspectos fisiológicos da cultura do milho irrigado. In: RESENDE, M.; ALBOQUERQUE, P. E. P.; COUTO, L. **A cultura do milho irrigado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 317.

MAGALHÃES, Paulo César. Fisiologia da Produção. In: CRUZ, José Carlos; MAGALHÃES, Paulo César; PEREIRA FILHO, Israel Alexandre; MOREIRA, José Aloísio Alves. **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, Df: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.

MAUAD, M.; SANTANA, R. S.; CARLI, T. H.; CARLI, F.; VITORINO, A. C. T.; MUSSURY, R. M.; RECH, J.. Dry matter production and nutrient accumulation in *Crotalaria spectabilis* shoots. **Journal Of Plant Nutrition**, v. 42, n. 6, p. 615-625, 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2019.1567779>

MEDEIROS, J.C.; ROSA, J.D.; SOUSA, D.C.; MAFRA, A.L.; Plantas de cobertura nos sistemas agrícolas do cerrado, Capítulo 10, Manejo de Sistemas Agrícolas do Cerrado. In: **Manejo de Sistemas Agrícolas do Cerrado**. MEDEIROS, J.C.; JESUS, J.J.; LOPES, G.N.; ROSA, J.D.; CRV, 2017, 554p.

MIGUEL, P. S. B., DA ROCHA, W. S. D., SOBRINHO, F. S., MARTINS, C. E., GOMES, F. T., DE OLIVEIRA, A. V., & DE CARVALHO, C. A. (2011). Seleção de genótipos de *Brachiaria Ruziziensis* quanto ao alumínio em solução nutritiva. II: Avaliação da tolerância ao alumínio. **Revista de Ciências Agrárias**, 34(1), 163-172.

MIRANDA, K. F. G.; TORRES, J. L. R.; CHARLO, H. C. O.; ORIOLI JUNIOR, V.; FAVARO, J. H. S; SOUZA, Z. M. Sweet corn in no-tillage system on cover crop residues in the Brazilian Cerrado. [S.L.], n. 1462020, p. 947-952, 20 jun. 2020. **Southern Cross Publishing**. <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.20.14.06.p2189>.

MOREIRA, A. C. M.; ALEMAN, C. C.. Avaliações morfofisiológicas na fase vegetativa de milho irrigado. In: **Colloquium Agrariae**. V. 10, n. 2, p. 32-39, 2014.

OHLAND, R. A. A., SOUZA, L. C. F. D., HERNANI, L. C., MARCHETTI, M. E., & GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ J. C. Produção de milho em sistema irrigado. In: RESENDE, M.; ALBOQUERQUE, P. E. P.; COUTO, L. **A cultura do milho irrigado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 317.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant develops. Iowa State Univ. **Coop. Ext. Serv. Spec. Rep**, v. 48, p. 21, 1993.

RICHETTI, Alceu; LAMAS, Fernando Mendes. Sucessão de culturas: uma abordagem econômica em Mato Grosso do Sul. **Revista de Política Agrícola**, v. 28, n. 1, p. 90, 2019.

ROLIM, R. R.; PINTO, A. A.; DA CAMARA, F. T.; MOTA, A. M. D.; DA SILVA, C. S. Produtividade e rentabilidade do milho em função do manejo da adubação, em regime de sequeiro, na região do Cariri-CE. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 1, p. 204-221, 2018.

SÁ, J. C. D. M.; FERREIRA, A. D. O.; BRIEDIS, C.; VIEIRA, Â. M.; FIGUEIREDO, A. G. D. Extração de nutrientes e produtividade de genótipos de milho afetados por níveis de palha. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 4, p. 715-722, 2011.

SANTOS NETO, J.F.; **Desempenho agrônomo de híbridos de milho em resposta a diferentes densidades populacionais** Universidade Federal da Paraíba. Trabalho de Conclusão de Curso, Agronomia. Areia, PB, 2019.

SILVA, J. A. A.; VITTI, G. C.; STUCHI, E. S.; SEMPIONATO, O. R. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-pêra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.225-230, 2002.

SILVA, J. T.; SILVA, I. P.; PEREIRA, R. D. Adubação fosfatada em mudas de bananaeira 'Prata anã' (AAB), cultivadas em dois latossolos. **Revista ceres**, v. 58, n.1, p. 238-242. 2011.

SILVA, M. S.; OLIVEIRA, G. R. F.; MERLOTI, L. F.; SÁ, M. E. Accumulation of nutrients and dry matter produced by *Crotalaria juncea* cultivated in Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 11, n. 1, p. 26-36, 2017.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. II - Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, p.51-61, 2007.

SILVEIRA, D. C.; MONTEIRO, V. B.; TRAGNAGO, J. L.; BONETTI, L. P. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* l.) Na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência & Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 01-11, 2015.

SOLOGUREN, L. Importância: demanda mundial cresce e brasil tem espaço para expandir produção. In: BARROS, G. S. C.; ALVES*, L. R. A. A cadeia produtiva do milho. 13. ed. Piracicaba: **Revista Visão Agrícola**, 2015. p. 176.

SOUSA, I. R. L.; PAULETTO, D.; LOPES, L. S. S.; RODE, R.; PELEJA, V. L.; FREITAS, B. B. Taxa de decomposição foliar de espécies utilizadas em sistemas agroflorestais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 15, n. 2, p. 118-126, 1 abr. 2020. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v15i2.6734>.

SOUZA, M. P. **Avaliação de híbridos de milho transgênicos e convencionais para silagem**. 2013. Dissertação (Agronomia) - Mestrado, GUARAPUAVA-PR, 2013.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; BALIN, N. M.; CANDIOTTO, G.; GARMUS, T. G. I. L. Soil protection by winter-cycle cover crops in South Braz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, p. 374-382, 2015.