



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO**

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA

MESTRADO EM AGROECOLOGIA

JOSILENE DIAS CANTANHEDE

**FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS E PRODUÇÃO DO MILHO
VERDE INOCULADO EM DIFERENTES NÍVEIS DE PALHA DE BABAÇU**

São Luís – MA

Abril/2018

JOSILENE DIAS CANTANHEDE

Engenheira Agrônoma

**FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS E PRODUÇÃO DO MILHO
VERDE INOCULADO EM DIFERENTES NÍVEIS DE PALHA DE BABAÇU**

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia
para obtenção de título de mestre.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Rosângela
Malheiros Silva.

JOSILENE DIAS CANTANHEDE

**FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS E PRODUÇÃO DO MILHO
VERDE INOCULADO EM DIFERENTES NÍVEIS DE PALHA DE BABAÇU**

Aprovada em: ___ / ___ / _____

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Maria Rosângela Malheiros Silva

Universidade Estadual do Maranhão – (Orientadora)

Prof. Dr. Heder Braun

Universidade Estadual do Maranhão – (Avaliador)

Prof.^a Dr.^a Maria José Pinheiro Corrêa

Universidade Estadual do Maranhão – (Avaliadora)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
FIGURA 1 - Precipitação pluviométrica e temperatura média ocorrida durante o ciclo da cultura em 2016. São Luís, MA. Fonte: INMET, 2009	19
FIGURA 2 - Índice de Valor de Importância das principais plantas espontâneas em 15 t ha ⁻¹ de palha de babaçu com inoculação (A) e sem inoculação de <i>A. brasilense</i> (B) dos 20 aos 50 DAE na Fazenda escola/CCA/UEMA. São Luís - MA, 2016.....	28
FIGURA 3 - Índice de Valor de Importância das principais plantas espontâneas em 20 t ha ⁻¹ de palha de babaçu com inoculação (A) e sem inoculação de <i>A. brasilense</i> (B) dos 20 aos 70 DAE na Fazenda Escola/CCA/UEMA. São Luís - MA, 2016.....	29
FIGURA 4 - Índice de Valor de Importância das principais plantas espontâneas em 25 t ha ⁻¹ de palha de babaçu com inoculação (A) e sem inoculação de <i>A. brasilense</i> (B) dos 20 aos 70 DAE na Fazenda Escola/CCA/UEMA. São Luís - MA, 2016.....	30
FIGURA 5 - Índice de valor de importância (IVI) das principais plantas espontâneas na cultura do milho verde na colheita (aos 70 DAE) com inoculação A) e sem inoculação de <i>A. brasilense</i> B) em diferentes níveis de palha de babaçu. São Luís - MA, 2016.....	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Resultado da análise química do solo da área experimental. São Luís, MA, 2015.....	19
TABELA 2 -	Tratamentos do milho-verde inoculado em diferentes níveis de palha de babaçu na Fazenda Escola da Universidade Estadual do Maranhão. São Luís-MA, 2016.....	20
TABELA 3 -	Grupo botânico, famílias e espécies de plantas espontâneas no cultivo do milho verde em diferentes níveis de palha de babaçu em dois tratamentos microbiológicos (com e sem inoculação de <i>A. brasilense</i>) na Fazenda Escola/CCA/UEMA. São Luís, 2016.....	24
TABELA 4 -	Famílias e espécies de plantas espontâneas identificadas na cultura do milho verde, em diferentes níveis de palha de babaçu na colheita (70 DAE) com e sem inoculação de <i>A. brasilense</i> . São Luís, MA, 2016.....	26
TABELA 5 -	Altura de planta no estágio vegetativo (APV) e no reprodutivo (APR), Altura de inserção da espiga (AIE) e Diâmetro do colmo (DC) da cultura do milho verde com e sem inoculação de <i>A. brasilense</i> em diferentes níveis de palha de babaçu na Fazenda Escola/CCA/UEMA. São Luís - MA, 2016.....	34
TABELA 6 -	Comprimento da espiga com palha (CECP) e sem palha (CESP), Diâmetro da espiga com palha (DECP) e sem palha (DESP) da cultura do milho verde com e sem inoculação de <i>A. brasilense</i> em diferentes níveis de palha de babaçu na Fazenda Escola/CCA/UEMA. São Luís - MA, 2016.....	36
TABELA 7 -	Produtividade de espigas comerciais com palha e sem palha (PECP e PESP) da cultura do milho verde em diferentes níveis de palha de babaçu com e sem inoculação de <i>A. brasilense</i> . São Luís, MA, 2016.....	39

FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS ESPONTÂNEAS E PRODUÇÃO DO MILHO VERDE INOCULADO EM DIFERENTES NÍVEIS DE PALHA DE BABAÇU

RESUMO - A cobertura morta é um método cultural usado no manejo de plantas espontâneas que proporciona condições para as plantas cultivadas expressarem seu potencial produtivo e obterem uma produção agrícola sustentável. O objetivo do trabalho foi avaliar a dinâmica populacional da vegetação espontânea e a produção cultura do milho verde inoculado com *Azospirillum brasilense* em diferentes níveis de palha de babaçu. O experimento foi realizado na safra 2016 em área experimental da Fazenda Escola da Universidade Estadual do Maranhão em São Luís – MA. O delineamento experimental foi em bloco ao acaso em arranjo fatorial 4 x 2 + 2 com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro quantidades de palha de babaçu triturada (0, 15, 20, 25 t ha⁻¹), dois tratamentos microbiológicos (com e sem inoculação de *Azospirillum brasilense*) e mais duas testemunhas adicionais com ausência de palha de babaçu, presença de plantas espontâneas e os tratamentos microbiológicos. O levantamento fitossociológico ocorreu aos 20, 30, 40, 50 e 70 dias após a emergência da cultura para os tratamentos com palha e aos 70 dias após a emergência da cultura (colheita) somente para os tratamentos com ausência de palha de babaçu. As avaliações das plantas espontâneas foram realizadas pelo método do quadrado inventário lançado três vezes ao acaso entre as linhas de plantio usando um quadrado metálico de 0,5 m x 0,5 m. As plantas foram cortadas, identificadas e secas em estufa a 65° C para obtenção da matéria seca. Os índices fitossociológicos obtidos foram: densidade relativa, frequência relativa, dominância relativa e o índice de valor de importância. Para a cultura foram avaliados o diâmetro do colmo, altura de planta e da inserção de espiga, comprimento e diâmetro de espigas comerciais com e sem palha e a produtividade total de espigas com palha e sem palha. A menor quantidade de espécies espontâneas ocorreu na presença de palha de babaçu e inoculação de *Azospirillum brasilense*. As famílias Cyperaceae e Poaceae foram relevantes na cultura do milho verde independente da cobertura morta e dos tratamentos microbiológicos. As espécies *Murdania nudiflora*, *Commelina benghalensis*, *Cyperus sphacelatus*, *Echinochloa colonum* e *Eleusine indica*. Foram suprimidas pela palha de babaçu e inoculação de *Azospirillum brasilense*. As espécies de maior índice de valor de importância na presença da palha de babaçu e tratamentos microbiológicos foram *Cissampelos glaberrima*, *Cyperus diffusus* e *Panicum trichoides*. A produtividade de espigas comerciais sem palha nos tratamentos com inoculação foi similar para todos os níveis de palha de babaçu, variando de 7.167,50 a 8.072 kg ha⁻¹. Para os tratamentos sem inoculação foi significativamente maior no tratamento com 0 t ha⁻¹ de palha, isto é, com ausência de palha e com capina durante todo o ciclo da cultura (9.362,50 kg ha⁻¹) em relação aos demais níveis de palha. A presença da cobertura morta de palha de babaçu atua conjuntamente com a inoculação *Azospirillum brasilense* na cultura do milho verde na redução da riqueza de espécies de plantas espontâneas suprimindo algumas espécies importantes das famílias Poaceae e Cyperaceae. Os níveis de palha de babaçu e os tratamentos microbiológicos não atuam conjuntamente sobre as alturas das plantas de milho, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo. Entretanto, melhoram a produtividade de espigas comerciais sem palha do milho verde.

Palavras - chave: *Zea mays* L., cobertura morta, *Atallea speciosa* Mart., vegetação espontânea, *Azospirillum brasilense*

PHYTOOSOCYLOGY OF SPONTANEOUS PLANTS AND PRODUCTION OF GREEN CORN INOCULATED AT DIFFERENT LEVELS OF BABAÇU STRAW

ABSTRACT - Mulching is a cultural method used in the management of spontaneous plants that provides conditions for cultivated plants to express their productive potential and to obtain sustainable agricultural production. The objective of this work was to evaluate the population dynamics of the spontaneous vegetation and the crop production of the green corn inoculated with *Azospirillum brasilense* in different levels of babassu straw. The experiment was carried out in the 2016 harvest in an experimental area of the School Farm of the State University of Maranhão in São Luís - MA. The experimental design was a randomized block design in a 4 x 2 + 2 factorial arrangement with four replications. The treatments consisted of four quantities of crushed babassu straw (0, 15, 20, 25 t ha⁻¹), two microbiological treatments (with and without inoculation of *Azospirillum brasilense*) and two additional controls with no babassu straw, presence of spontaneous plants and microbiological treatments. The phytosociological survey was performed at 20, 30, 40, 50 and 70 days after emergence of the crop for the straw treatments and at 70 days after emergence of the crop (harvest) only for the treatments with absence of babassu straw. The evaluations of the spontaneous plants were carried out by the method of the square inventory launched three times at random among the planting lines using a metallic square of 0.5 m x 0.5 m. The plants were cut, identified and oven dried at 65 ° C to obtain the dry matter. The phytosociological indices obtained were: relative density, relative frequency, relative dominance and importance value index. For the crop, stem diameter, plant height and spike insertion, length and diameter of commercial ears with and without straw and total yield of ears with straw and without straw were evaluated. The lowest amount of spontaneous species occurred in the presence of babassu straw and *Azospirillum brasilense* inoculation. The families Cyperaceae and Poaceae were relevant in green maize culture independent of mulching and microbiological treatments. The species *Murdania nudiflora*, *Commelina benghalensis*, *Cyperus sphacelatus*, *Echinochloa colonum* and *Eleusine indica*. They were suppressed by babassu straw and *Azospirillum brasilense* inoculation. The species with the highest importance value in the presence of babassu straw and microbiological treatments were *Cissampelos glaberrima*, *Cyperus diffusus* and *Panicum trichoides*. The yield of commercial ears without straw in the inoculation treatments was similar for all levels of babassu straw, ranging from 7,167.50 to 8,072 kg ha⁻¹. For the treatments without inoculation was significantly higher in the treatment with 0 t ha⁻¹ of straw, that is to say, with absence of straw and with weeding during the whole cycle of the crop (9.362,50 kg ha⁻¹) in relation to the other straw levels. The presence of the dead mulch of babassu acts together with the inoculation *Azospirillum brasilense* in the green corn crop in the reduction of the richness of spontaneous plant species, suppressing some important species of the families Poaceae and Cyperaceae. The levels of babassu straw and the microbiological treatments do not act together on the heights of the corn plants, height of insertion of spike and diameter of the stem. However, they improve the productivity of commercial ears without green corn straw.

Key words: *Zea mays* L., mulch, *Ataltea speciosa* Mart., spontaneous vegetation,

Azospirillum brasilense

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 O cultivo do milho verde	13
2.2 Bactérias promotoras de crescimento na cultura do milho – Azospirillum	14
2.3 Manejo das plantas espontâneas na cultura do milho verde	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Avaliações das plantas espontâneas	21
3.2 Avaliações agronômicas da cultura	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Avaliações das plantas espontâneas - Composição florística	23
4.2 Aspectos agronômicos e de produção do milho verde	32
5. CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de milho (*Zea mays* L.) como hortaliça apresenta grande potencial para agricultura familiar no Brasil devido ao valor de comercialização de suas espigas e possibilidade de cultivo durante todo o ano. Na região metropolitana de São Luís é uma hortaliça muito comum em feiras e supermercados onde apresenta significativa demanda pelos consumidores locais, sendo cultivada praticamente durante todo o ano, principalmente por agricultores familiares.

O milho verde é uma hortaliça como outras muito susceptível à interferência das plantas espontâneas, pois suas áreas de cultivo apresentam muita perturbação. Hirata et al., (2014) destaca que o cultivo intensivo das hortaliças durante todo o ano com o uso de práticas culturais mais artificiais, como preparo dos canteiros, adubação abundante, irrigações frequentes, entre outras, contribui para o surgimento de elevadas populações dessas espécies.

Pereira e Melo (2008) acrescentam que isto ocorre devido principalmente às características biológicas e reprodutivas das plantas espontâneas que promovem elevada produção de sementes, eficiente dispersão de algumas espécies, dormência e longevidade das sementes e sobrevivência das plantas. Estas características, aliadas às peculiaridades do manejo realizado, normalmente, contribuem na geração de grandes bancos de sementes no solo, o que garante o potencial regenerativo de várias espécies.

As plantas espontâneas interferem no desenvolvimento e produtividade das hortaliças, em particular do milho verde por competirem diretamente por espaço, luz, nutriente, água e através de liberação de compostos alelopáticos. Pereira (2004) ressalta que em geral, a interferência entre plantas daninhas e hortaliças é maior do que a interferências entre as próprias plantas espontâneas. As hortaliças germinam e crescem lentamente nos primeiros estádios de desenvolvimento, sofrendo maiores danos nesse período.

Pitelli (2014) reforça que as plantas espontâneas variam muito em termos de porte, exigências nutricionais, tipo de metabolismo fotossintético, velocidade de germinação, de crescimento e porte e outras características. Por isso, as importâncias relativas dessas espécies são de fundamental importância na determinação do potencial competitivo das plantas espontâneas.

O conhecimento das importâncias relativas das plantas espontâneas em áreas de hortaliças pode ser realizado por meio de levantamentos fitossociológicos que para Concenço et al., (2013) é um grupo de métodos de avaliação ecológica cujo objetivo é fornecer uma visão abrangente da composição e da distribuição das espécies de planta em uma determinada comunidade vegetal. Enquanto Oliveira e Freitas (2008) ressaltam como a primeira etapa de um manejo adequado cujo conhecimento das espécies de maior importância permite decidir qual o melhor manejo a ser adotado, seja ele cultural, mecânico, físico, biológico, químico ou integrado.

A escolha do manejo deve considerar a complexidade dos agroecossistemas para assegurar a preservação dos recursos locais, com o mínimo de impacto sobre o ambiente. Assim, entre os métodos de controle destaca-se o cultural que segundo Vaz de Melo et al. (2007), consiste em qualquer prática adotada no manejo da cultura, como escolha da variedade, espaçamento, época de plantio adequada, aplicação de fertilizantes, entre outros, que favoreça o aumento da cobertura do solo e o volume de solo ocupado pelo sistema radicular da cultura, elevando o nível de competição com as plantas espontâneas.

Entre as práticas culturais usada no cultivo de hortaliças é muito utilizada o uso da cobertura do solo que serve como barreira física para o desenvolvimento das plantas espontâneas. Gomes et al., (2014) evidencia o efeito físico na regulação da germinação e desenvolvimento de plântulas de algumas espécies, principalmente as fotoblásticas positivas que necessitam de amplitude térmica para a germinação e também as sementes com pequena reserva que não conseguem atravessar a barreira proporcionada pela deposição da palhada. Enquanto, Vargas e Oliveira (2005), acrescentam a liberação de substâncias alelopáticas pela palhada durante a decomposição como fator de inibição das plantas espontâneas. Desta forma, a cobertura morta proporciona condições adversas para a germinação e o estabelecimento de espécies indesejadas e favorece o desenvolvimento da cultura.

Sedyama et al. (2010) enfatiza que a variedade de materiais vegetais que podem ser utilizados como cobertura morta favorece a adoção desse método no cultivo de hortaliças. É um método que requer baixo custo, implementação simples no qual se deve fazer a escolha por materiais disponíveis na região tais como, palha, serragem, capim cortado, bagaço de cana-de-açúcar triturado.

Um material local com elevado potencial para uso no cultivo de hortaliças como cobertura morta é a palhada da palmeira de babaçu, importante espécie vegetal presente no Estado do Maranhão com grande ocorrência segundo Muniz (2006) em áreas degradadas nas

regiões centro norte, nordeste e sudeste do Estado. Muitos agricultores locais fazem uso da colocação das palhas dessa palmeira em seus cultivos para reduzir a infestação das plantas espontâneas.

Além do uso da cobertura morta no cultivo do milho verde para supressão das plantas espontâneas, uma outra prática agrícola promissora que poderá contribuir para aumentar a competitividade da cultura é o uso de bactérias promotoras do crescimento que podem melhorar seu desenvolvimento. Quadros et al (2014) relatam que na cultura do milho o uso de bactérias promotoras de crescimento tem sido cada vez mais valorizado pelos benefícios que pode trazer à cultura, como a fixação biológica do nitrogênio e o aumento da quantidade de raízes que podem melhorar a absorção de água e nutrientes pela planta.

Entre as bactérias promotoras do crescimento de plantas de milho mais pesquisadas na literatura para promoção de aumentos de produtividade cita-se a *Azospirillum brasilense*. Repke et al., (2013) relatam que esses microorganismos pertencem à subclasse α das proteobactérias que comporta muitas bactérias simbióticas e associativas a plantas que são de vida livre, com metabolismo de carbono e N bastante versáteis, conferindo-lhes competitividade durante o processo de colonização.

Várias pesquisas relatam ganho de produtividade na cultura do milho com o uso da inoculação de *A. brasilense*, entre essas cita-se os trabalhos de Milléo e Cristófoli (2016) que mostraram que com metade da dose de nitrogênio recomendada e inoculação com *A. brasilense*, a massa seca de parte aérea, de raízes e a produtividade do milho apresentaram resultados superiores à testemunha sem nitrogênio e sem inoculação. Mumbach et al., (2017) também observaram que a inoculação de sementes com *A. brasilense* associado a adubação com N mineral pode aumentar a produtividade e a matéria seca de milho e Quadros et al. (2014) que verificaram desenvolvimento das plantas no período vegetativo quando inoculadas com *A. brasilense*.

Estratégias de manejo das plantas espontâneas que proporcione vantagens competitivas para a cultura do milho verde como o uso de cobertura morta e inoculação de bactérias promotoras de crescimento podem contribuir para reduzir os custos de controle e do impacto ambiental pelo uso de herbicidas. Diante do exposto, a pesquisa objetivou avaliar a dinâmica populacional da vegetação espontânea e a produção de milho verde inoculado com *Azospirillum brasilense* em diferentes níveis de palha de babaçu.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O cultivo do milho verde

O milho verde, por seu alto valor nutritivo, apresenta demanda constante durante o ano. Por esse motivo, pequenos produtores adotam o cultivo do milho verde devido ao valor de comercialização quando comparado ao milho para produção de grãos (SANTOS et al., 2015). Outro fator para comercialização do milho verde é a diversificação de uso desse produto pelo mercado, podendo ser comercializado para consumo ou como ingrediente de diversos produtos (PINHO et al., 2008).

A comercialização do milho verde em mercado varejista ocorre, normalmente, na forma de espigas empalhadas em feiras, sacolões e quitandas ou espigas despalhadas devidamente embaladas, pesadas e etiquetadas em supermercados. Em mercado atacadista a venda é realizada com espigas empalhadas e ensacadas (ALBUQUERQUE et al., 2008).

O milho verde pode ser considerado uma hortaliça, em virtude do tempo de sua permanência no campo até o momento da colheita, que é de aproximadamente 90 dias no verão e de 100 dias no inverno. Por isso, o local de produção deve estar situado o mais próximo possível dos centros consumidores (EMBRAPA, 2008). A cultura do milho quando conduzida por pequenos agricultores é uma boa opção para em curto espaço de tempo retornar os investimentos, principalmente quando comercializada no estágio de grãos leitosos, momento anterior a maturação.

Na região metropolitana de São Luís é uma hortaliça muito comum em feiras e supermercados onde apresenta significativa demanda pelos consumidores locais, sendo cultivada praticamente durante todo o ano, principalmente por agricultores familiares. Cruz e Pereira Filho (2003) destacam que um aspecto relevante no manejo cultural para a produção de milho verde é que essa exploração geralmente é conduzida em pequena escala, em médias lavouras, e a colheita é manual.

As cultivares de milho destinado ao consumo em estado verde devem levar em conta as exigências do mercado. Entre as características que devem ser levadas em consideração destaca-se: a) Cultivares geneticamente mais homogêneas e prolíficas; b) Espigas cilíndricas, baixas, com sabugo grosso, bom empalhamento e tamanho padronizado (médio a grande); c) Grãos grandes, amarelo-claros e dentados, e espigas com grãos imaturos na ponta tendem a possuir melhor qualidade que espigas nas quais todos os grãos já atingiram o tamanho máximo; d) Espigas que tolerem um maior período de comercialização, mantendo o sabor, a

textura, além de conservar a coloração verde-palha; e) Grãos com equilíbrio entre os teores de açúcar e amido (EMBRAPA, 2008).

2.2 Bactérias promotoras de crescimento na cultura do milho – *Azospirillum*

Entre as alternativas na busca de sistemas sustentáveis de produção de milho, visando redução na aplicação e no aumento na eficiência na utilização do N, destaca-se o uso de bactérias capazes de promoverem a fixação biológica de N (SANGOI et al., 2015). O uso dessas bactérias tem sido cada vez mais valorizado devidos seus estímulos ao crescimento das raízes de diversas espécies de plantas que pode implicar em vários outros efeitos como incrementos na absorção da água e minerais, maior tolerância a estresses como salinidade e seca, resultando em uma planta mais vigorosa e produtiva (HUNGRIA, 2011).

Entre as bactérias promotoras do crescimento de plantas de milho mais pesquisadas na literatura para promoção de aumentos de produtividade cita-se a *Azospirillum brasilense*. Segundo Repke et al., (2013) esses microorganismos pertencem à subclasse α das proteobactérias que comporta muitas bactérias simbióticas e associativas a plantas que são de vida livre, com metabolismo de carbono e N bastante versáteis, conferindo-lhes competitividade durante o processo de colonização.

Revisão realizada por Moreira et al, (2010) mostram que bactérias diazotróficas associativas podem contribuir para o crescimento vegetal, não apenas pela FBN, mas também por outros processos. No entanto, sua interação com plantas não tem a mesma organização das simbioses o que acarreta em menor eficiência da contribuição dos processos que realizam, incluindo a FBN, e dificuldades no seu manejo, com respostas nem sempre previsíveis da inoculação. Hungria (2011) destaca que no caso das bactérias endofíticas (ex.: *Herbaspirillum seropedicae*, *Gluconacetobacter diazotrophicus*, *Klebsiella* spp., *Azoarcus* spp.) ou associativas (ex.: *Azospirillum* spp., *Azotobacter* spp.), o mesmo complexo da dinitrogenase realiza a conversão do N₂ da atmosfera em amônia. Contudo, ao contrário das bactérias simbióticas, bactérias associativas excretam somente uma parte do nitrogênio fixado diretamente para a planta associada; posteriormente, a mineralização das bactérias pode contribuir com aportes adicionais de nitrogênio para as plantas. Contudo, o processo de

fixação biológica por essas bactérias consegue suprir apenas parcialmente as necessidades das plantas.

Pesquisas conduzidas por Mumbach et al., (2017) mostraram que o uso da inoculação com *A. brasilense* em plantas de milho permitiu a redução pela metade da quantidade de N mineral aplicada em cobertura, sem haver perdas em produtividade. Enquanto, Milléo e Cristófoli (2016) verificaram aumento da taxa de acúmulo de matéria seca, principalmente na presença de elevadas doses de nitrogênio, o que parece estar relacionado com o aumento da atividade das enzimas fotossintéticas e de assimilação de nitrogênio.

Entretanto, existem estudos que não mostram ganhos de produtividade pelo uso da inoculação de *A. brasilense* na cultura do milho. Repke et al., (2013) não obtiveram resultado satisfatório no desenvolvimento de plantas e na produtividade da cultura do milho com a aplicação da bactéria diazotrofica *A. brasilense* nas sementes, associada ou não com doses de nitrogênio. Sangoi et al., (2015) também não observou aumento no rendimento de grãos do milho com a inoculação das sementes com *Azospirillum* e de diferentes doses de N mineral. Porém, Quadro et al., (2014) verificou que para algumas características agrônômicas, a resposta do milho à inoculação de *A. brasilense* depende do híbrido testado, pois aumentou o teor relativo de clorofila e o rendimento da matéria seca da parte aérea dos híbridos AS 1575 e SHS 5050, o peso de 1000 grãos do híbrido P32R48 e a estatura de planta do híbrido AS 1575.

Rockenbach et al., (2017), destaca que a principal barreira à utilização do *Azospirillum* na cultura do milho tem sido a inconsistência dos resultados de pesquisa, pois existem vários trabalhos afirmando a sua ação positiva na produtividade das culturas e outros que sugerem que a mesma não afeta à produtividade, não recomendando sua utilização para esse fim.

Para o milho verde, Araújo et al., (2014) relatam que não existem trabalhos relacionados ao uso do *Azospirillum* e o efeito sobre a produtividade da cultura, porém ao avaliarem o efeito da inoculação com *A. brasilense*, associada à adubação nitrogenada, sobre a produtividade de milho verde notaram aumento significativo no número e na massa das espigas comerciais com incrementos em mais de 30% na produção de espigas de milho verde.

2.3 Cobertura morta no manejo das plantas espontâneas no milho verde

A presença de plantas espontâneas na cultura do milho verde pode ocasionar grandes perdas na produção, pois estas plantas têm capacidade de sobreviver e condições de estresse e interferem de forma direta (liberação de compostos alelopáticos, remoção de fatores de crescimento) ou de forma indireta (hospedando insetos e agentes fitopatogênicos, interferindo na colheita ou na qualidade do produto agrícola) no desenvolvimento da cultura do milho verde (KARAM et al., 2012). Isso decorre da maior rusticidade, grande vigor vegetativo e menor ciclo de vida que as plantas espontâneas apresentam em áreas de cultivo de hortaliças cuja interferência é maior nos primeiros estádios de desenvolvimento das hortaliças que germinam e crescem lentamente (PEREIRA, 2004).

A dinâmica populacional das plantas espontâneas em áreas de cultivo deve ser compreendida com base no levantamento fitossociológico e no comportamento delas a partir de parâmetros confiáveis para potencializar e aprimorar o manejo ecológico destas com a determinação do melhor momento e da técnica a ser aplicada como método de controle (GAMA, 2007; OLIVEIRA; FREITAS, 2008). Além disso, esses levantamentos podem contribuir para avaliações do sistema de manejo adotado nas áreas agrícolas.

O cultivo sustentável de hortaliças deve agregar diversas práticas que visam o melhor uso da energia do sistema agrícola. Gliessman (2009) considera que a adoção de métodos que favoreçam o sistema com mais de uma função, como por exemplo, a utilização de cobertura vegetal do solo que reduz o uso e perda de água permitindo o estabelecimento de microrganismos benéficos no sistema. Assim, Corrêa et al., (2011) destaca que a adoção de práticas de manejo que visam a posicionar a cultura em situação competitiva vantajosa em relação às plantas daninhas constitui-se em alternativa viável para reduzir ou até eliminar a utilização de herbicidas.

A cobertura morta é uma prática cultural pela qual se aplica, ao solo, material orgânico como cobertura da superfície, sem que a ele seja incorporado. Através dela procura-se influenciar positivamente as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, criando condições ótimas para o crescimento radicular (FAVARATO; SOUZA; GUARÇONI, 2017).

Além desses aspectos, Gomes et al., (2014) destaca o efeito físico da cobertura morta sobre a regulação da germinação e da taxa de sobrevivência das plântulas de algumas espécies espontâneas. Com a palhada sobre o solo, ocorre a redução da germinação de sementes

fotoblásticas positivas e interferem nas sementes que necessitam de grande amplitude térmica para iniciar o processo germinativo. Enquanto, Noce et al. (2010) acrescenta como fator de influência da cobertura morta, o efeito biológico pelo aumento da matéria orgânica que gera condições para a instalação de uma grande quantidade de organismos (microorganismos, insetos, roedores, etc..) que podem utilizar sementes e plântulas como fontes de energia. Moraes et al (2011) enfatiza a decomposição da palha no solo que libera gradativamente aleloquímicos, que podem interferir diretamente na germinação e emergência de plantas daninhas, afetando assim a viabilidade das sementes.

Para Sedyama et al. (2010), a variedade de materiais vegetais que podem ser utilizado como cobertura morta favorece a adoção desse método no cultivo de hortaliças. É um método que requer baixo custo, implementação simples no qual se deve fazer a escolha por materiais disponíveis na região tais como, palha, serragem, capim cortado, bagaço de cana-de-açúcar triturado.

Favarato, Souza e Guarçoni et al., (2017) avaliando os efeitos de cinco tipos de resíduos orgânicos de disponibilidade local como cobertura morta em canteiros de cenoura de sistema orgânico de produção verificaram que as quantidades de plantas espontâneas remanescentes foram reduzidas pelas coberturas, com consequente redução significativa no gasto e no valor financeiro da mão de obra para as capinas dos canteiros.

Na cultura do milho verde, Vaz de Melo et al., (2007) estudando a dinâmica populacional das plantas espontâneas obteve bom resultado no manejo dessas espécies quando da adoção de cobertura do solo com palha de aveia-preta. Resultados similares foram obtidos por Favarato et al., (2014), avaliando a densidade populacional e o nível de infestação de plantas espontâneas no plantio direto orgânico de milho verde sob diferentes coberturas de solo em que o uso de palha de aveia-preta solteira ou em consórcio com tremoço-branco proporcionou redução do percentual de infestação e densidade absoluta dessas plantas.

No Maranhão, um material local como potencial para uso como cobertura morta no cultivo de hortaliças são as folhas da palmeira babaçu, espécie muito abundante que segundo Muniz (2006), ocupam uma área de aproximadamente 10 milhões de hectares com densidades de babaçu que variam desde 20% até mais de 80%, concentrando-se principalmente na região centro norte, mas se estendendo também para as regiões nordeste e sudeste do estado, onde os indivíduos vão se tornando mais espaçados. A palmeira babaçu tem uma grande importância socioeconômica para os agricultores familiares maranhenses que a utilizam para alimentação,

construção de suas casas, utensílios domésticos e nas suas lavouras para supressão de plantas espontâneas.

Estudos realizados por Mesquita (2013), mostraram que cerca de 23 t ha⁻¹ de palha de babaçu foram suficientes para suprimir as plantas espontâneas. Enquanto que Marinho (2016) observou que a quantidade de palha de babaçu de 16,5 t ha⁻¹ foi eficaz sobre as plantas espontâneas no cultivo de arroz, principalmente sobre as ciperáceas reduzindo sua importância na comunidade infestante. Portanto, a supressão das plantas espontâneas presentes em áreas agrícolas a partir do uso da cobertura morta no solo com material disponível na região contribui para redução dos custos com o manejo destas plantas e minimiza os impactos do uso de produtos químicos sobre o ambiente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de março a junho de 2016 na área experimental do Programa de Pós-graduação em Agroecologia da UEMA, em São Luís/MA sob as coordenadas 2°35'28.00" S e W 44°12'44.25". O clima local, segundo a classificação de Koppen é do tipo Aw', ou seja equatorial quente e úmido, com estação chuvosa de janeiro a junho (média de 2010 mm) e estação seca de julho a dezembro (média de 180 mm), com temperatura média anual de 26,1 °C, com variações de 30,4 °C e 23,3 °C e a umidade relativa média é de 88% (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2009). Os dados climatológicos de temperatura média e pluviosidade durante o ciclo da cultura estão apresentados na figura 1.

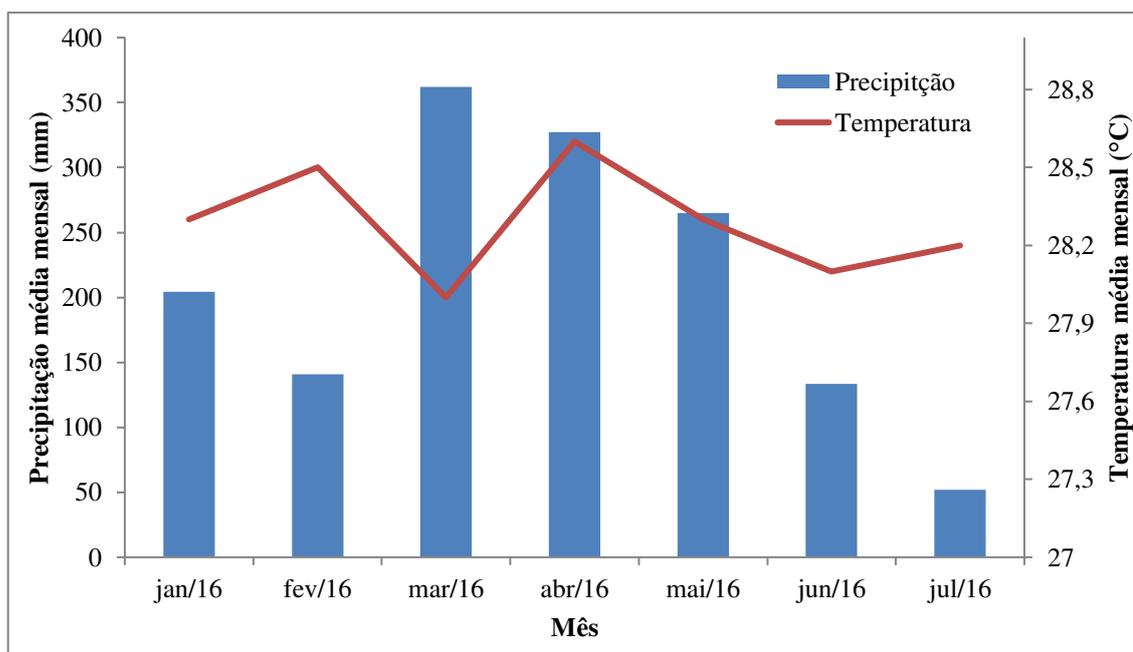


Figura 1. Precipitação pluviométrica e temperatura média ocorrida durante o ciclo da cultura em 2016. São Luís, MA. Fonte: INMET, 2009.

O solo da área experimental é um Argissolo Vermelho- Amarelo Distrófico arênico, com textura franca - arenosa (EMBRAPA, 2013). Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo para a determinação das características químicas na profundidade de 0-20 cm, conforme metodologia descrita por e encaminhadas ao Laboratório de Física e Química dos Solos do Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural/NTER-UEMA. Os resultados das principais características químicas estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo da área experimental. São Luís, MA, 2015.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	SB	H+Al	CTC	V
	g/dm ³	mg/dm ³	----- mmolc/dm ³ -----			-----			%
4,9	29	10	0,3	10	10	20,3	30	50,3	40

Métodos de extração: M.O.: H₂SO₄; pH: Solução de CaCl₂; P, K, Ca, Mg: Resina; H+Al: Tampão SMP

O experimento foi instalado em área que estava em pousio há aproximadamente cinco anos cujo preparo do solo ocorreu com a limpeza da área por um roçagem, seguida do plantio do adubo verde mucuna anã (*Mucuna deeringiana*) para o aporte de nutrientes e prevenção da infestação das plantas espontâneas na área. No florescimento da mucuna anã, o adubo verde foi roçado para semeadura do milho híbrido AG 1051 que apresenta grão denteado, altura de

plantas de 2,60 m, altura de inserção de espigas de 1,50 m e florescimento masculino aos 70 dias após a emergência (VAZ DE MELO et al., 2007).

A adubação do milho constou de 60 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação de cobertura foi realizada 40 dias após a emergência (DAE) da cultura com aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 4 x 2+2, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído por quatro quantidades de palha de babaçu triturada, a saber: 0 t ha⁻¹ de palha, isto é, ausência de palha de babaçu e com controle das plantas espontâneas por capina durante todo o ciclo da cultura; 15 t ha⁻¹ de palha de babaçu, 20 t ha⁻¹ de palha de babaçu e 25 t ha⁻¹ de palha de babaçu. O segundo fator foram dois tratamentos microbiológicos (com e sem inoculação de *A. brasilense*) e duas testemunhas adicionais com ausência de palha de babaçu, presença de plantas espontâneas (sem capina) e os tratamentos microbiológicos (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos do milho-verde inoculado em diferentes níveis de palha de babaçu na Fazenda Escola da Universidade Estadual do Maranhão. São Luís-MA, 2016.

Níveis de palha de babaçu (t ha ⁻¹)	Tratamentos microbiológico	Tratamentos
0	Inoculação <i>A.brasilense</i>	T5
15		T2
20		T3
25		T4
0	Sem inoculação <i>A.brasilense</i>	T10
15		T7
20		T8
25		T9
Testemunhas adicionais		
Ausência de palha, c/ plantas espontâneas e c/inoculação <i>A.brasilense</i>		T1
Ausência de palha, c/ plantas espontâneas e sem inoculação <i>A.brasilense</i>		T6

As parcelas experimentais constaram de quatro linhas de 3,25 m de comprimento, espaçadas de 1,0 m entre linhas de plantio e 0,25 m entre plantas com dimensão de 13 m². A área útil de constou 6,50 m² e foi constituída por duas linhas centrais, tendo como bordadura 0,25 m de cada extremidade e as duas linhas laterais.

A inoculação das sementes de milho com *A.brasilense* foi realizada utilizando-se 1,6 mL do inoculante líquido Nitro 1000 Gramínea ® na concentração de 2,0 x 10⁸ células viáveis

de bactérias diazotróficas por mililitros para 1 kg de sementes. O inoculante e as sementes foram homogeneizados cuidadosamente e em seguida foi realizada a semeadura manualmente conforme os tratamentos estabelecidos, colocando-se duas sementes por cova. Quando as plântulas apresentaram três folhas totalmente expandidas realizou-se o desbaste deixando-se uma planta por cova.

As palhas de babaçu trituradas foram dispostas nas entrelinhas da cultura após uma roçagem em todas as parcelas quando as plântulas atingiram aproximadamente 10 cm de altura. As palhas foram coletadas de palmeiras de babaçu adultas situadas na área da Fazenda Escola para trituração em triturador forrageiro da marca Trapp, modelo TRF 400 e pesadas em balança tipo relógio de acordo com cada tratamento. Após a colocação das palhas não se realizou mais nenhum tipo de controle nas parcelas experimentais, exceto no tratamento com 0 t ha^{-1} de palha de babaçu que foi mantido com controle das plantas espontâneas por meio de capina até a colheita.

3.1 Avaliações das plantas espontâneas

As plantas espontâneas foram avaliadas aos 20, 30, 40, 50 e 70 DAE (colheita) para todos os tratamentos com presença de palha de babaçu e na colheita somente para os tratamentos com ausência de palha e de controle das plantas espontâneas. As amostragens foram realizadas pelo lançamento ao acaso de um quadrado vazado de 0,50 m x 0,50 m por três vezes dentro de cada parcela, onde as partes aéreas das plantas foram coletadas rente ao solo, contadas e identificadas. Em seguida, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa com ventilação forçada de ar a 65-70 °C e pesadas para determinação da massa de matéria seca da planta.

Os dados relativos a cada espécie da comunidade infestante foram utilizados para determinação dos índices fitossociológicos representados pela densidade relativa (De.R), frequência relativa (Fe.R), dominância relativa (Do.R) e o índice de valor de importância (IVI). A densidade relativa (DeR) é obtida dividindo-se o número de indivíduos de uma determinada espécie encontrada nas amostragens pelo número total de indivíduos amostrados. A frequência relativa (FR) é a frequência absoluta de uma espécie dividida pela frequência absoluta de todas as espécies. A dominância relativa (DoR) refere-se à divisão da massa seca acumulada por uma determinada espécie pela massa seca total acumulada por toda a comunidade e o índice do valor de importância (IVI) que é a soma dos valores relativos de densidade, de frequência e de dominância relativa de cada espécie (PITELLI, 2000).

Os dados de densidade e biomassa de plantas espontâneas, expressos em número de plantas m^{-2} e $g m^{-2}$, foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias das variáveis que foram significativas pelo teste F ($p < 0,05$) foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O software utilizado para a execução das análises estatísticas foi Agroestat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

3.2 Avaliações agronômicas da cultura

Na fase vegetativa e reprodutiva da cultura foi medida a altura de vinte plantas de milho da área útil em cada parcela com trena métrica tomando-se a distância compreendida desde a superfície do solo até a inserção da panícula superior. Na colheita realizada aos 70 DAE foi obtido o diâmetro do colmo de vinte plantas com paquímetro e a altura de inserção das espigas.

A colheita do milho foi realizada manualmente quando as espigas atingiram o ponto de milho-verde, ou seja, quando os grãos se apresentaram com cerca de 70 a 80% de umidade, entre os estádios leitoso e pastoso. As espigas foram colhidas das plantas da área útil de cada parcela que foram quantificadas e pesadas por tratamento. Em seguida, escolheu-se dez espigas representativas de cada repetição dos tratamentos para avaliação do comprimento, diâmetro e peso com e sem palha. Foram consideradas espigas comerciais despalhadas aquelas com tamanho superior a 15 cm, com diâmetro superior a 4 cm, granadas e isentas de insetos-praga e doenças conforme descrição de Paiva Junior et al. (2001).

Os dados obtidos da cultura e a produtividade expressa em $kg ha^{-1}$ por tratamento foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias das variáveis que foram significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O software utilizado para a execução das análises estatísticas foi Agroestat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliações das plantas espontâneas - Composição florística

Na presença de palha de babaçu, os tratamentos com inoculação de *A. brasilense* apresentaram três gêneros e 27 espécies distribuídas nove no grupo das monocotiledôneas (9) e 18 nas eudicotiledôneas (18). Para os tratamentos sem inoculação foram identificados quatro gêneros e 34 espécies dispostas 13 no grupo das monocotiledôneas (13) e 21 nas eudicotiledôneas (21) (Tabela 3). Na presença de palha de babaçu, os tratamentos com as plantas de milho inoculadas apresentaram menor número de espécies espontâneas comparadas àqueles sem inoculação. Provavelmente, a umidade proporcionada pela cobertura de palha de babaçu favoreceu a interação das bactérias diazotróficas com as plantas de milho que promoveu maior produção de raízes, absorção de água e nutrientes resultando em desenvolvimento da cultura e sombreamento do solo, inibindo assim a emergência de algumas espécies de plantas espontâneas.

Hungria et al (2011) relata que em ensaios com a cultura do milho foram observadas a maior produção de raízes, maior altura de plantas e coloração mais verde pelo maior teor de clorofila, resultantes da inoculação com *A. brasilense*. Pesquisas conduzidas por Mumbach et al., (2017) para avaliar a resposta agrônômica de inoculante a base da bactéria *A. brasilense* em associação à adição de N em diferentes estágios das culturas do trigo e do milho safrinha verificaram aumento da produtividade e matéria seca das referidas culturas.

As famílias com maior riqueza de espécies na presença de palha de babaçu nos tratamentos microbiológicos com inoculação foram Cyperaceae e Poaceae com nove e quatro espécies, respectivamente. Para os tratamentos sem inoculação, a família Cyperaceae foi representada por 12 espécies e a Poaceae por seis espécies (Tabela 3). A relevância das famílias Cyperaceae e Poaceae na cultura do milho verde independente dos tratamentos microbiológicos mostra a elevada adaptação das espécies dessas famílias as condições locais de elevada pluviosidade e temperatura. Resultados que corroboram com levantamentos realizados por Silva et al., (2015) no Maranhão na cultura do arroz de terras altas que também obtiveram elevada riqueza florística para essas famílias.

Comparando-se os tratamentos microbiológicos na presença de palha de babaçu observou-se que com a inoculação de *A. brasilense* nas sementes de milho ocorreu maior

diversidade de espécies das famílias Cyperaceae e Poaceae. Isso sugere que a inoculação de milho verde com *A. brasilense* influenciou positivamente a dinâmica das plantas espontâneas, diminuindo a presença de algumas espécies dessas importantes famílias que são do mesmo grupo botânico da cultura. Pitelli e Pitelli (2004) destacam que geralmente quanto mais próximo morfológica e fisiologicamente são as espécies, mais similares serão suas exigências em relação aos fatores de crescimento e mais intensa será a competição pelos recursos limitados no ambiente comum.

Entre as espécies do grupo das monocotiledôneas que não ocorreram nos tratamentos com inoculação de *A. brasilense* no milho verde observou-se *M. nudiflora*, *C. benghalensis*, *C. sphacelatus*, *E. colonum* e *E. indica* (Tabela 3). Essas espécies estão entre importantes espontâneas que prejudicam as culturas agrícolas se não forem manejadas adequadamente.

Tabela 3. Grupo botânico, famílias e espécies de plantas espontâneas no cultivo do milho verde em diferentes níveis de palha de babaçu em dois tratamentos microbiológicos (com e sem inoculação de *A. brasilense*) na Fazenda Escola/CCA/UEMA. São Luís, 2016.

Famílias	Espécies	Com Inoc.			Sem Inoc.		
		Níveis de palha (t ha ⁻¹)					
		15	20	25	15	20	25
MONOCOTILEDÔNEAS							
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	---	---	---	x	x	x
	<i>Murdania nudiflora</i> (L.) Brenan	---	---	---	x	---	---
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capilaris</i> (L.) C.B. Clarke.	x	x	x	x	---	x
	<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Hassk.	x	---	---	---	---	---
	<i>Cyperus sphacelatus</i> L.	---	---	---	x	---	---
	<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	x	x	x	x	x	x
	<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	x	x	x	x	x	x
	<i>Fimbristylis miliacea</i> L.	x	x	x	---	---	x
Poaceae	<i>Brachiaria mutica</i> (Forssk)	---	---	x	x	---	x
	<i>Digitaria ciliaries</i> (Retz).Koeler	x	---	x	x	x	x
	<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	---	---	---	x	---	---
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	---	---	---	---	x	---
	<i>Panicum trichoides</i> L.	x	x	x	x	x	x
	<i>Paspalum maritimum</i> Trin.	x	---	x	x	x	x
EUDICOTILEDÔNEAS							
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	---	---	x	x	x	x
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	---	---	x	---	---	---
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	x	x	x	x	x	x
Curcubitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	---	---	---	---	x	---
Cleomaceae	<i>Hemiscola aculeata</i> (L.) Raf.	x	x	x	x	x	x
Euphorbiaceae	<i>Croton lobatus</i> L.	---	x	x	x	---	---
Fabaceae	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	---	x	x	---	x	---

	<i>Clitoria cordobensis</i> Burkart.	x	x	x	x	x	x
	<i>Crotalaria juncea</i>	---	x	x	x	x	x
	<i>Mucuna deeringiana</i> (Bort) Merr.	x	x	x	x	---	---
	<i>Mimosa pudica</i> L.	x	x	---	x	x	---
Lamiaceae	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Willd.	---	---	x	---	x	x
Linderniaceae	<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F. Muell.	x	x	x	x	x	x
	<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.	x	x	x	x	x	x
Malvaceae	<i>Sebastiania corniculata</i> (Vahl) Müll.Arg.	---	---	---	---	x	---
	<i>Sida sp.</i>	---	---	---	x	---	x
Menispermaceae	<i>Cissampelos glaberrima</i> A. St Hil.	x	x	x	x	x	x
Moluginaceae	<i>Mollugo verticilata</i> L.	x	x	x	x	x	x
Onograceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	x	x	x	x	x	x
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	---	---	---	---	x	---
	<i>Hedyotis corymbosa</i> (L.) F. Muell	x	x	x	x	x	x
Rubiaceae	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	x	x	x	x	x	x
	<i>Spermacoce verticilata</i> L.	x	x	x	x	x	x
Solanaceae	<i>Solanum palinacanthum</i> Dunal.	---	x	x	---	x	x
Turneraceae	<i>Turnera subulata</i> Sm.	x	x	x	x	x	x

Na colheita, aos 70 DAE verificou-se que nos tratamentos com ausência de palha de babaçu sem capina e com inoculação de *A. brasilense* ocorreram 16 espécies de plantas espontâneas enquanto nos tratamentos com palha foram registradas 11 espécies em 15 t ha⁻¹ de palha, nove e dez em 20 e 25 t ha⁻¹ de palha, respectivamente (Tabela 4). Evidencia-se que a presença da palha de babaçu na colheita ainda apresenta potencial para supressão das plantas espontâneas.

Avaliando-se os tratamentos com ausência de palha de babaçu sem capina e sem inoculação aos 70 DAE registrou-se 14 espécies. Para os tratamentos com palha foram identificadas oito espécies em 15 t ha⁻¹ de palha e onze espécies em 20 e 25 t ha⁻¹ de palha, respectivamente (Tabela 4). As menores riquezas de espécies ocorreram nos tratamentos com palha, mostrando a sua importância como barreira física na emergência dessas espécies.

O efeito físico da cobertura morta é um importante fator na regulação da germinação e da taxa de sobrevivência das plântulas de algumas espécies. Com a palhada sobre o solo, ocorre a redução da germinação de sementes fotoblásticas positivas e interferem nas sementes que necessitam de grande amplitude térmica para iniciar o processo germinativo (GOMES et al., 2014)

Tabela 4. Famílias e espécies de plantas espontâneas identificadas na cultura do milho verde, em diferentes níveis de palha de babaçu na colheita (70 DAE) com e sem inoculação de *A. brasilense*. São Luís, MA, 2016.

Famílias	Espécies	Com Inoc.				Sem Inoc.			
		Níveis de palha (t ha ⁻¹)							
		0	15	20	25	0	15	20	25
MONOCOTILEDÔNEAS									
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	x	---	---	---	x	---	---	---
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capilaris</i> (L.) C.B. Clarke.	---	x	---	x	---	---	---	---
	<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Hassk.	x	---	---	---	x	---	---	---
	<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Fimbristylis miliacea</i> L.	---	---	---	---	---	---	---	x
Poaceae	<i>Brachiaria mutica</i> (Forssk)	x	---	---	---	---	---	---	---
	<i>Digitaria ciliaries</i> (Retz).Koeler	x	---	---	x	x	---	---	---
	<i>Panicum trichoides</i> L.	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Paspalum maritimum</i> Trin.	---	x	---	---	x	---	x	---
EUDICOTILEDÔNEAS									
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliiana</i> (L.) Kuntze	x	---	---	---	x	---	---	---
	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	x	x	x	x	x	x	x	x
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	---	---	---	x	---	---	---	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	---	---	---	---	---	x	---	
Cleomaceae	<i>Hemiscola aculeata</i> (L.) Raf.	x	---	---	---	---	---	---	
Fabaceae	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	x	---	---	---	x	---	---	
	<i>Clitoria cordobensis</i> Burkart.	---	x	x	x	---	---	---	x
	<i>Crotalaria</i> sp.	---	---	---	---	x	---	---	
	<i>Mimosa pudica</i> L.	---	x	x	---	---	x	x	
Linderniaceae	<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F. Muell.	x	x	x	---	---	x	---	x
Malvaceae	<i>Pavonia cancellata</i> .	---	---	---	---	---	---	x	---
	<i>Sebastiania corniculata</i> (Vahl) Müll.Arg.	x	---	---	---	x	---	x	---
Menispermaceae	<i>Cissampelos glaberrima</i> A. St Hil.	---	x	x	x	x	x	x	x
Moluginaceae	<i>Mollugo verticilata</i> L.	---	---	---	---	---	---	---	x
Onograceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	x	---	---	---	---	---	---	---
Rubiaceae	<i>Hedyotis corymbosa</i> (L.) F. Muell	x	x	---	---	---	---	x	---
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	x	---	---	x	x	x	x	x
	<i>Spermacoce verticilata</i> L.	---	x	x	x	x	x	x	x
Solanaceae	<i>Solanum palinacanthum</i> Dunal.	---	---	---	---	---	---	---	x
Turneraceae	<i>Turnera subulata</i> Sm.	x	---	x	---	x	---	---	---

As avaliações das plantas espontâneas em 15 t ha⁻¹ de palha de babaçu mostraram que nos tratamentos com inoculação de *A. brasilense*, as espécies *P. trichoides* e *C. diffusus* obtiveram os maiores IVI aos 20 DAE com 79,64 e 70,98%, respectivamente. Em seguida, *C. diffusus* ultrapassou *P. trichoides* com IVI de 49,04%, porém *P. trichoides* aos 40 DAE assumiu maior IVI com 75,47% e na última avaliação, aos 50 DAE ocorreu a dominância de *P. maritimum* com IVI de 72,54% (Figura 2A).

Para os tratamentos sem inoculação, a espécie de maior IVI aos 20 e 30 DAE foi *P. trichoides* com IVI de 107,61 e 50,70%, respectivamente. Entretanto, aos 40 e 50 DAE *C. glaberrima* obteve maior IVI com valores de 66,84% e 26,08%, respectivamente (Figura 2B). A dominância de *P. trichoides* em 15 t ha⁻¹ de palha ocorreu independente da inoculação, porém para *C. diffusus* observa-se que nos tratamentos com inoculação das plantas de milho, essa espécie aumentou sua importância na vegetação espontânea. Esse resultado pode ser decorrente do sinergismo da palha com as plantas de milho inoculadas com a bactéria diazotrófica que criou um micro-habitat favorável para a emergência e desenvolvimento de *C. diffusus*.

Milléo e Cristofoli (2016) ressaltam que a inoculação de *A. brasilense* modifica a morfologia do sistema radicular, aumentando não apenas o número de radículas, mas, também, o diâmetro médio das raízes laterais e adventícias o que aumenta a absorção de água e nutrientes pela planta favorecendo seu crescimento. Enquanto Kissman (1997) relata *C. diffusus* como uma espécie que prefere solos leves, temperatura elevadas e umidade, aceita luz difusa e ocorre com maior concentração na Pré-Amazônia e na Amazônia onde é perene.

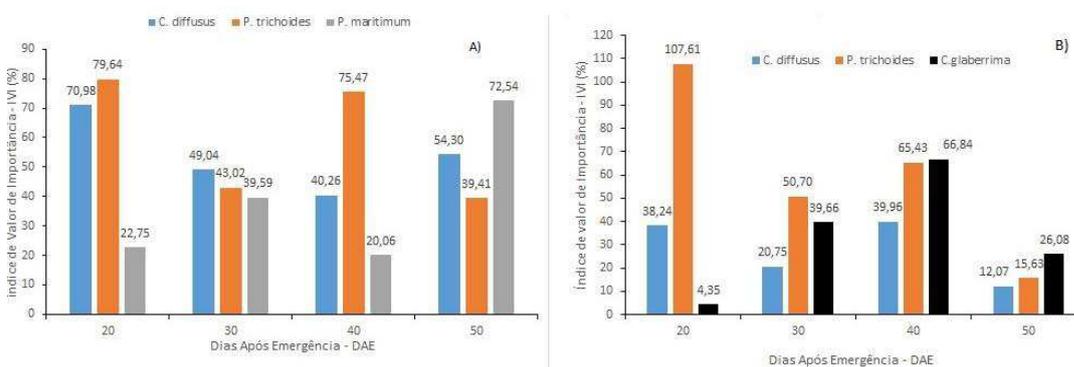
Em relação a dominância de *P. trichoides* nessa quantidade de palha, provavelmente as condições de umidade e luz difusa proporcionadas pela palha de babaçu favoreceram sua emergência. Andrade et al. (2007) em ambiente de caatinga verificou a ocorrência de *P. trichoides* em microhabitats rochoso, plano e ciliar e que nesses microhabitats as maiores densidades foram registradas durante a estação chuvosa e, as menores, durante o período seco quando reduz drasticamente o tamanho populacional chegando, inclusive, a desaparecer no final do período seco.

Outra espécie importante nos tratamentos com as plantas de milho inoculadas foi *P. maritimum* vulgarmente conhecida como capim-gengibre (Figura 2A). É uma das plantas daninhas mais importantes da Região Nordeste infestando principalmente lavouras perenes como a cana-de-açúcar, culturas anuais e beiras de estradas (LORENZI, 2008). Souza Filho

(2006) em área de pastagens cultivadas da Amazônia verificou que a velocidade e a forma com que essa espécie invade e domina as áreas estão associadas à produção e liberação de substâncias químicas com propriedades alelopáticas para o ambiente que à medida que os compostos químicos produzidos pelo capim-gengibre são liberados para o ambiente, eles impõem limitações à germinação de sementes de outras espécies.

Observa-se que *C. glaberrima* aumentou sua relevância na vegetação espontânea dos tratamentos sem inoculação a partir dos 30 DAE (Figura 2B). Essa espécie ainda não tinha sido identificada como relevante entre os levantamentos realizados em culturas agrícolas no Maranhão e provavelmente a palha de babaçu estimulou a emergência dessa espécie. Durigan et al., (2006) relataram a ocorrência de *C. glaberrima* na cultura da cana de açúcar como prejudicial aos tratos culturais e desenvolvimento da cultura, por enrolar-se nas folhas, fechando-as, e por dobrar os ápices dos colmos, entortando-os e deformando-os, além da competição pelos fatores de crescimento. Este mesmo comportamento foi verificado na cultura do milho verde nesta pesquisa.

Figura 2. Índice de Valor de Importância das principais plantas espontâneas em 15 t ha⁻¹ de palha de babaçu com inoculação (A) e sem inoculação de *A. brasilense* (B) dos 20 aos 50 DAE na Fazenda Escola/CCA/UEMA. São Luís - MA, 2016.



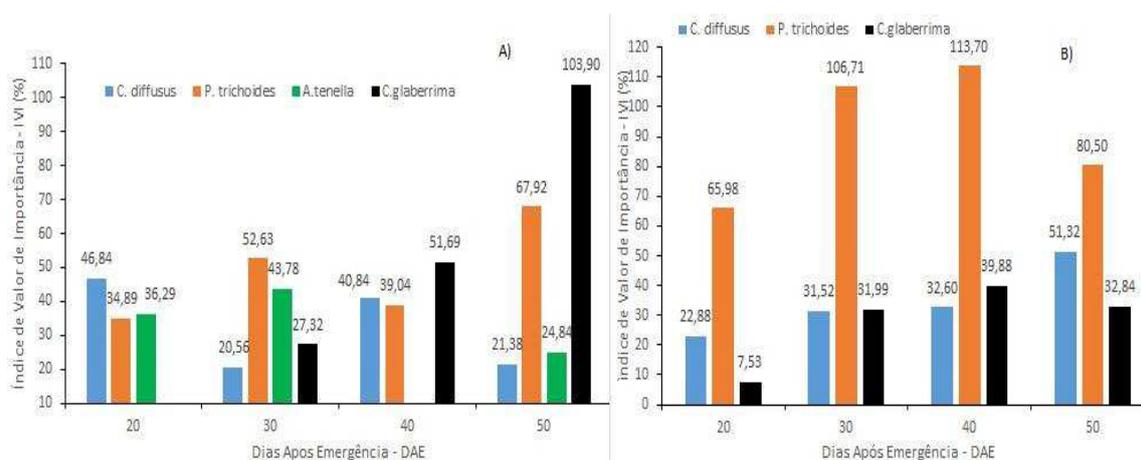
Em 20 t ha⁻¹ de palha de babaçu, para o tratamento com inoculação, aos 20 DAE a espécie dominante foi *C. diffusus* com IVI de 46,84%, seguida por *P. trichoides* aos 30 DAE com IVI de 52,63% que foi suplantada por *C. glaberrima* aos 40 e 50 DAE com IVI de 51,69 e 103,90%, respectivamente. No tratamento sem inoculação, a espécie dominante em todas as avaliações foi *P. trichoides* com IVI em torno de 65,98 a 113,70% (Figura 3A e B). Isso sugere que o aumento da quantidade de palha de babaçu de 15 para 20 t ha⁻¹ para os tratamentos com inoculação promoveu uma maior alternância na dominância das espécies durante o ciclo da

cultura, enquanto para os tratamentos sem inoculação ocorreu a dominância de uma única espécie que provavelmente está relacionado com as condições ambientais favoráveis a essa espécie. Mesquita et al. (2014) em estudo de banco de sementes de áreas de agricultura itinerante no Maranhão também identificou essa espécie, porém sem elevada importância.

Balbinot Júnior e Fleck (2005) destacaram que a redução da intensidade luminosa na cultura do milho, seja por meio do arranjo espacial utilizado para a cultura ou mesmo pela cobertura do solo, proporcionam redução na velocidade de crescimento das plantas espontâneas durante o desenvolvimento da cultura.

Acrescenta-se ainda que o aumento da quantidade de palha de babaçu favoreceu a ocorrência de *C. glaberrima* principalmente no tratamento com as plantas de milho inoculadas com *A. brasilense*.

Figura 3. Índice de Valor de Importância das principais plantas espontâneas em 20 t ha⁻¹ de palha de babaçu com inoculação (A) e sem inoculação de *A. brasilense* (B) dos 20 aos 70 DAE na Fazenda Escola/CCA/UEMA. São Luís - MA, 2016.

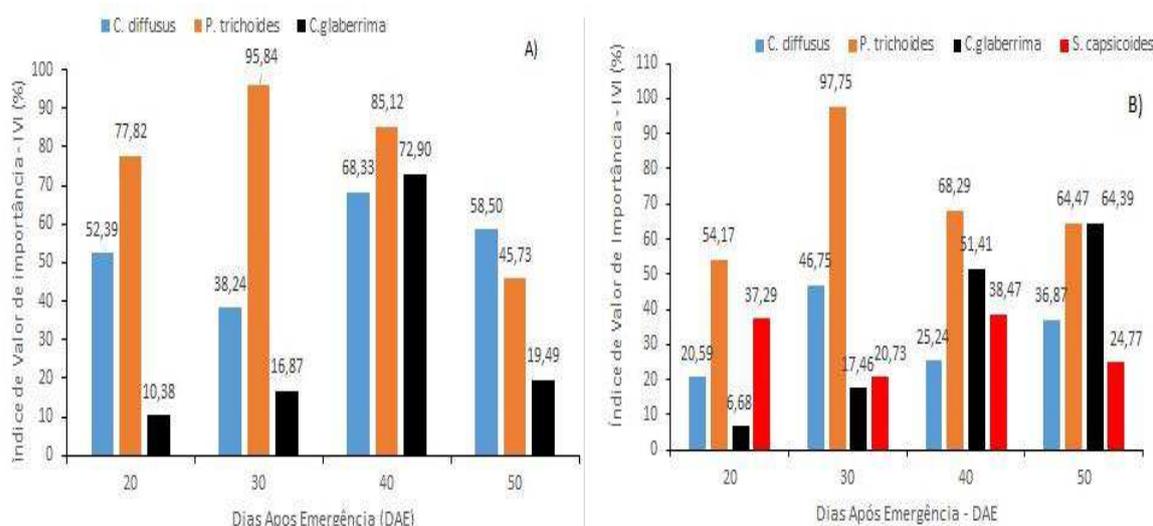


Para 25 t ha⁻¹ de palha de babaçu avaliada dos 20 aos 40 DAE, a espécie mais relevante nos tratamentos microbiológicos da cultura do milho foi *P. trichoides* com IVI entre 77,82 a 95,84% para os tratamentos com inoculação, e 54,17 a 97,75% para sem inoculação. Além disso, no tratamento com inoculação de *A. brasilense* aos 50 DAE, a espécie *C. diffusus* apresentou elevado IVI com 58,50%, enquanto no tratamento sem inoculação, *P. trichoides* e *C. glaberrima* obtiveram os maiores IVI's com 64,47 e 64,39%, respectivamente (Figura 4A e B). Esse resultado sugere que a palha de babaçu em 25 t ha⁻¹, independente de inoculação

foi o fator de maior interferência na dinâmica da comunidade de plantas espontâneas e que a espécie *P. trichoides* apresentou maior capacidade de adaptação ao manejo usado.

Canossa et al., (2007), relata que a presença da palha na superfície do solo, além da profundidade das sementes das plantas daninhas tem implicação direta na emergência destas cujas coberturas podem apresentar efeito estimulador ou redutor na germinação das sementes e emergência das plântulas, dependendo da espécie doadora de palha e da densidade de cobertura.

Figura 4. Índice de Valor de Importância das principais plantas espontâneas em 25 t ha⁻¹ de palha de babaçu com inoculação (A) e sem inoculação de *A. brasiliense* (B) dos 20 aos 70 DAE na Fazenda Escola/CCA/UEMA. São Luís - MA, 2016.



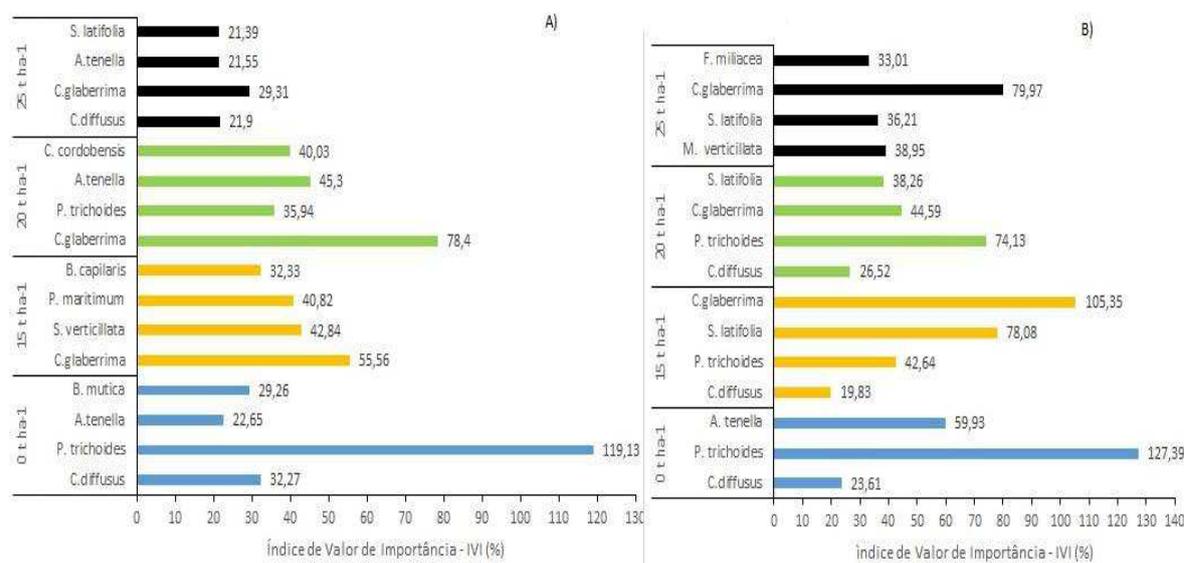
Nos tratamentos com ausência de palha de babaçu (0 t ha⁻¹) dos tratamentos microbiológicos (com e sem inoculação de *A. brasiliense*) avaliados na colheita aos 70 DAE verificou-se que a espécie de maior importância na comunidade de plantas espontâneas foi *P. trichoides* com IVI de 119,13% no tratamento com inoculação e de 127,39% sem inoculação. Além dessa espécie destacaram-se *C. diffusus* e *A. tenella* com IVI de 32,27 e 22,65 % no tratamento com inoculação e 23,61 e 59,93% para o tratamento sem inoculação, respectivamente (Figura 5A e B). Isso mostra o quanto a espécie *P. trichoides* está adaptada às condições locais e que a inoculação não teve efeito sobre essa espécie e *C. diffusus*, porém para *A. tenella* evidencia-se que a inoculação das plantas de milho promoveu alguma interferência sobre sua população.

Em 15 t ha⁻¹ de palha nos tratamentos microbiológicos avaliados aos 70 DAE observou-se que a espécie de maior IVI foi *C. glaberrima* com 55,56 e 105,35% para os tratamentos com inoculação e sem inoculação de *A. brasilense*, respectivamente. Acrescenta-se que as espécies do gênero Spermacoce também obtiveram elevado IVI com *S. verticilata* com 42,84% no tratamento com inoculação e *S. latifolia*, 78,08% sem inoculação e que *P.trichoides* somente obteve importância nesse último tratamento com 42,64% (Figura 5A e B). Esse resultado sugere que a cobertura da palha de babaçu em interação com as plantas de milho inoculadas promoveu uma maior interferência na vegetação espontânea.

Para 20 t ha⁻¹ de palha de babaçu nos tratamentos microbiológicos na colheita nota-se que *C. glaberrima* obteve IVI de 78,4% e *P. trichoides* de 74,13% foram as espécies mais relevantes para os tratamentos com e sem inoculação de *A. brasilense*, respectivamente (Figura 5A e B). Essa quantidade de palha usada provavelmente promoveu a interação das bactérias diazotróficas com a cultura que estimulou o crescimento de *C. glaberrima* que é uma espécie de hábito trepador que pode dificultar a colheita do milho.

Comparando-se os tratamentos biológicos em 25 t ha⁻¹ de palha na colheita verifica-se que não ocorreu dominância de nenhuma espécie no tratamento com inoculação de *A. brasilense*, enquanto sem inoculação observou-se que *C. glaberrima* obteve IVI de 79,97% (Figura 5A e B). A maior quantidade de palha causou um maior efeito supressor sobre as plantas espontâneas nos tratamentos com as plantas de milho verde inoculadas que provavelmente está relacionado com a interação palha de babaçu e as bactérias *A. brasilense*.

Figura 5. Índice de valor de importância (IVI) das principais plantas espontâneas na cultura do milho verde na colheita (aos 70 DAE) com inoculação A) e sem inoculação de *A. brasilense* B) em diferentes níveis de palha de babaçu. São Luís - MA, 2016.



4.2 Aspectos agrônômicos e de produção do milho verde

Não houve efeito da interação entre os níveis de palha de babaçu e os tratamentos microbiológicos sobre as alturas das plantas de milho na fase vegetativa (APV) e na reprodutiva (APR), altura de inserção de espiga (AIE) e diâmetro do colmo (DC). Desta forma os resultados são apresentados independentemente para os fatores níveis de palha de babaçu e os tratamentos microbiológicos. Na tabela 5, nota-se que os níveis de palha de babaçu usados não interferiram nesses parâmetros, cujas alturas de milho na fase vegetativa (APV) e na reprodutiva (APR) variam de 143 a 151 cm e de 160 a 167 cm, respectivamente. Para altura de inserção de espiga (AIE) a variação foi de 84,09 cm a 90,95 cm e para o diâmetro do colmo (DC) de 14,27 a 16,09 cm.

A presença da palha de babaçu nos níveis de 15, 20 e 25 t ha⁻¹ com resultados similares ao tratamento com ausência de palha e capinado durante todo ciclo da cultura (0 t ha⁻¹ de palha) para alturas das plantas de milho na fase vegetativa (APV) e na reprodutiva (APR), altura de inserção de espiga (AIE) e diâmetro do colmo (DC) sugerem que seu efeito como cobertura morta do solo proporcionou efeitos positivos no desenvolvimento da cultura.

Analisando os níveis de palha de babaçu com as testemunhas adicionais, com ausência de palha, presença da vegetação espontânea e com os tratamentos microbiológicos (com e sem inoculação) observou-se que os valores obtidos foram estatisticamente superiores para alturas das plantas de milho na fase vegetativa (APV) e na reprodutiva (APR), altura de inserção de espiga (AIE) e diâmetro do colmo (DC) (Tabela 5). Esse resultado confirma que a presença da palha de babaçu como cobertura morta influenciou positivamente o desenvolvimento da cultura principalmente pela supressão das plantas espontâneas. Na ausência da palha e sem controle das plantas espontâneas, a vegetação cresceu livremente interferindo na altura das plantas e altura de inserção da espiga que são características importantes para a colheita de milho verde pelos agricultores familiares.

Em relação ao diâmetro do colmo, Rockenbach et al. (2017) ressalta a importância deste para o milho que armazena grande parte das reservas de amido para posterior uso na produção de grãos. Assim, o menor diâmetro basal do colmo do milho provocado pelas plantas espontâneas diminui as reservas para o enchimento de grãos. Segundo Kozłowski et al., (2009), os efeitos negativos das plantas daninhas na cultura do milho variam conforme o grau de infestação, a espécie, o estágio fenológico da cultura e a duração do período de interferência.

Para os tratamentos microbiológicos também não se observou diferenças significativas para a altura de plantas de milho nos dois estádios avaliados com altura entre 1,44 a 1,49 cm para o estágio vegetativo e 1,60 a 1,65 cm para o reprodutivo (Tabela 5). Rockenbach et al. (2017) avaliando os componentes da produção e produtividade do milho em função de doses de *A. brasilense* também observou que a altura de planta não foi influenciada pela inoculação, tanto na fase vegetativa como na reprodutiva.

Os tratamentos microbiológicos também não diferiram para altura de inserção de espigas (AIE) e para o diâmetro do colmo (DC) (Tabela 5). Isso indica que a inoculação com *A. brasilense* não influenciou esses parâmetros agrônômicos das plantas de milho verde. Pesquisas conduzidas por Cunha et al. (2014) e Mumbach et al., (2017) sobre o efeito da inoculação de sementes de milho com a bactéria *A. brasilense* também não obtiveram resposta em parâmetros como diâmetro de colmo e altura de inserção da espiga.

Tabela 5. Altura de planta no estágio vegetativo (APV) e no reprodutivo (APR), Altura de inserção da espiga (AIE) e Diâmetro do colmo (DC) da cultura do milho verde com e sem inoculação de *A. brasilense* em diferentes níveis de palha de babaçu na Fazenda Escola/CCA/UEMA. São Luís - MA, 2016.

Tratamentos	APV	APR ----- cm ----	AIE	DC
Níveis de palha de babaçu				
0 t ha ⁻¹	145 a	160 a	85,30 a	14,27 a
15 t ha ⁻¹	143 a	161 a	84,09 a	15,81 a
20 t ha ⁻¹	147 a	167 a	90,95 a	16,09 a
25 t ha ⁻¹	151 a	165 a	88,44 a	15,59 a
Microbiológico				
Com inoculação	149 a	165 a	85,41a	15,19 a
Sem inoculação	144a	160 a	88,41a	15,68 a
Testemunhas adicionais				
sem palha, plantas espontâneas e inoculação	135 b	154 b	75,55 b	10,55 b
sem palha, plantas espontâneas e sem inoculação	124 b	147 b	82,25 b	12,50 b
C V %	9,23	6,47	7,38	10,80

*médias seguidas por letras minúsculas, nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A interação entre os níveis de palha e os tratamentos microbiológicos também não foi significativa para o comprimento da espiga com palha (CECP) e sem palha (CESP), diâmetro da espiga com palha (DECP) e sem palha (DESP) da cultura do milho verde, mostrando que esses fatores se comportam de forma independente. Os valores para o comprimento de espiga com palha (CECP) variaram de 26,80 a 27,77 cm e para sem palha (CESP) foram de 16,02 a 16,48 cm. Para o diâmetro da espiga com palha (DECP) e sem palha (DESP) da cultura do milho verde foram obtidos variação de 4,48 a 4,61cm e 4,02 a 4,08 cm, respectivamente (Tabela 6). O menor nível de palha de babaçu, isto é, 15 t ha⁻¹ proporcionou o mesmo efeito que o tratamento com ausência de palha e com capina (15 t ha⁻¹ de palha) sobre os parâmetros de produção do milho verde sugerindo a eficiência do uso da cobertura morta de palha de babaçu nas condições locais.

A adoção de práticas de manejo que visam a posicionar a cultura em situação competitiva vantajosa em relação às plantas daninhas constitui-se em alternativa viável para reduzir ou até eliminar a utilização de herbicidas (CORREA et al., 2011).

Comparando-se os tratamentos com diferentes níveis de palha com as testemunhas adicionais com vegetação espontânea, ausência de palha e tratamentos microbiológicos (com

e sem inoculação) para comprimento da espiga com palha (CECP) e sem palha (CESP), Diâmetro da espiga com palha (DECP) e sem palha (DESP) da cultura do milho verde se observou valores superiores para esses parâmetros, exceto para o comprimento da espiga com palha (CECP) (Tabela 6). Esse resultado ressalta que a presença da vegetação espontânea interfere nos parâmetros de produção da cultura do milho verde e que a cobertura morta de palha de babaçu reduziu a infestação dessas espécies seja pelo efeito físico e/ou químico elevando os parâmetros de produção da cultura do milho.

Favarato et al., (2014), avaliando a densidade populacional e o nível de infestação de plantas espontâneas no plantio direto orgânico de milho-verde sob diferentes coberturas de solo verificou que a falta de cobertura do solo proporcionou maior infestação de plantas espontâneas nos sistemas convencional e orgânico em decorrência da entrada de mais luz e alternâncias de temperaturas que podem estimular a germinação de muitas espécies.

A inoculação de *A. brasilense* não promoveu efeito significativo no comprimento da espiga com palha (CECP) e sem palha (CESP), diâmetro da espiga com palha (DECP) e sem palha (DESP) da cultura do milho verde (Tabela 6). Os valores médios dos tratamentos microbiológicos para o comprimento de espiga com palha (CECP) e sem palha (CESP), foi de 27,4 e 16,21 cm, respectivamente. Enquanto, para o diâmetro da espiga com palha (DECP) foi de 4,53 cm e sem palha (DESP), 4,05 cm.

As condições climáticas locais de elevada pluviosidade e temperatura provavelmente favoreceram o desenvolvimento da cultura, o que dificultou a observação da influência de *A. brasilense* sobre os parâmetros de produção. Rockenbach et al. (2017) também constataram que as condições climáticas adequadas para o desenvolvimento de milho inoculado com *A. brasilense* ocultaram o efeito positivo da inoculação com *A. brasilense*. Então, Quadro et al., (2014) ressaltam que o clima e o tipo de solo podem interferir na adaptação das bactérias inoculadas, o que pode acarretar variação nos resultados de inoculação, dependendo da localização geográfica.

Tabela 6. Comprimento da espiga com palha (CECP) e sem palha (CESP), Diâmetro da espiga com palha (DECP) e sem palha (DESP) da cultura do milho verde com e sem inoculação de *A. brasilense* em diferentes níveis de palha de babaçu na Fazenda Escola/CCA/UEMA. São Luís - MA, 2016.

Tratamentos	CECP ---cm ---	CESP	DECP ---cm ---	DESP
Níveis de palha				
0 t ha ⁻¹	27,51 a	16,25 a	4,48 a	4,07 a
15 t ha ⁻¹	27,77 a	16,48 a	4,61 a	4,08 a
20 t ha ⁻¹	27,55 a	16,02 a	4,49 a	4,02 a
25 t ha ⁻¹	26,80 a	16,10 a	4,53 a	4,05 a
Microbiológico				
Com inoculação	27,71 a	16,23 a	4,53 a	4,04 a
Sem inoculação	27,10 a	16,20 a	4,53 a	4,07 a
Testemunhas adicionais				
sem palha, sem capina e com inoculação	26,37 a	15,30 b	4,42 b	3,68 b
sem palha, sem capina e sem inoculação	26,72 a	15,25 b	4,05 b	3,91 b
C V %	4,08	5,2	5,96	4,19

*médias seguidas por letras minúsculas, nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a produtividade de espigas comerciais com palha notou-se que não ocorreu interação entre os níveis de palha de babaçu e os tratamentos microbiológicos, indicando que esses fatores atuaram isoladamente sobre esse parâmetro. Na tabela 7, evidencia-se que entre os diferentes níveis de palha, as maiores produtividades foram obtidas nos tratamentos com ausência de palha e com capinas (10.795 kg ha⁻¹) e no tratamento com 25 t ha⁻¹ de palha (10.797,50 kg ha⁻¹). O maior nível de palha contribuiu para elevar a produtividade da cultura do milho verde provavelmente em função da maior supressão das plantas espontâneas, pois a cobertura morta altera as condições umidade, luminosidade e temperatura do solo para germinação de sementes.

Vaz de Melo et al., (2007) estudando a dinâmica populacional das plantas espontâneas no cultivo de milho verde obteve bom resultado no manejo dessas espécies quando da adoção de cobertura do solo com palha de aveia-preta. Resultados similares foram obtidos por Favarato et al., (2014), avaliando a densidade populacional e o nível de infestação de plantas espontâneas no plantio direto orgânico de milho verde sob diferentes coberturas de solo em que o uso de palha de aveia-preta solteira ou em consórcio com tremoço-branco proporcionou redução do percentual de infestação e densidade absoluta dessas plantas.

Comparando-se a produtividade de espigas comerciais com palha nos diferentes níveis de palha de babaçu com as testemunhas adicionais constata-se que na ausência da palha de babaçu e de controle das plantas espontâneas nos dois tratamentos microbiológicos, a cultura do milho obteve os menores valores de produtividade. As perdas de produção foram da ordem de 57% e 56% quando se comparou os tratamentos com ausência de palha e com capina com os tratamentos adicionais com ausência de palha e com vegetação espontânea, com e sem inoculação, respectivamente (Tabela 7). Pesquisas conduzidas por Kozłowski et al., (2009) mostraram que a convivência com as plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura do milho reduziu a sua produtividade em 15%, em relação à testemunha livre de competição.

O tratamento de sementes com *A. brasilense* não contribuiu para aumentar a produtividade de espigas comerciais com palha da cultura do milho verde. Os valores médios para 0 t ha⁻¹ de palha de babaçu variaram de 10.795 a 10.797,50 kg ha⁻¹; para 15 t ha⁻¹ de palha foi 8.621,25 a 8.543,75 kg ha⁻¹; para 20 t ha⁻¹ de palha foi 9.362,25 a 9.692,50 kg ha⁻¹ e para 20 t ha⁻¹ de palha foi de 10.797,50 a 10.440 kg ha⁻¹ (Tabela 7). Esse resultado sugere que a inoculação das sementes de milho com *A. brasilense* não influenciou a produtividade de espigas comerciais com palha.

Repke et al. (2013) e Sangoi et al. (2015) avaliando a inoculação de *A. brasilense* na cultura do milho também não encontraram benefícios consistentes da utilização das bactérias diazotróficas sobre a produtividade. Enquanto, Quadros et al., (2014) verificaram que a inoculação de *A. brasilense* nas sementes de milho pode ser mais eficiente em determinados híbridos ou cultivares, em relação a outros.

Rockenbach et al., (2017), destaca que a principal barreira à utilização do *Azospirillum* na cultura do milho tem sido a inconsistência dos resultados de pesquisa, pois existem vários trabalhos afirmando a sua ação positiva na produtividade das culturas e outros que sugerem que a mesma não afeta à produtividade, não recomendando sua utilização para esse fim.

Para a produtividade de espigas comerciais sem palha ocorreu interação entre os níveis de palha de babaçu e os tratamentos microbiológicos. No nível de 0 t ha⁻¹ de palha de babaçu, isto é, tratamento com ausência de palha e com capina durante todo o ciclo da cultura observou-se que com inoculação (8.072 kg ha⁻¹), as produtividades de espigas comerciais sem palha foram inferiores em relação ao tratamento sem inoculação de *A. brasilense* (9.362,50 kg ha⁻¹). Para os outros níveis de palha (15, 20, 25 ha⁻¹ de palha) não ocorreram diferenças estatísticas entre os tratamentos microbiológicos (Tabela 7). Esse resultado sugere que na

ausência de palha de babaçu, as bactérias não foram obtiveram sucesso na colonização das sementes germinadas. Entretanto, com a presença da cobertura morta da palha de babaçu parece que ocorre maior colonização das sementes de milho pelo *A.brasilense* que pode ser explicado pela menor exposição do solo aos raios solares e retenção de umidade.

Quadros et al., (2014) relata que o sucesso da inoculação de *Azospirillum* a campo depende da habilidade das estirpes selecionadas para sobreviverem e colonizarem sementes germinadas, na presença de grande número de outros micro-organismos da rizosfera, assim como da capacidade de motilidade e quimiotaxia em direção aos exsudatos radiculares.

A produtividade de espigas comerciais sem palha nos tratamentos com inoculação de *A.brasilense* foram similares entre todos os níveis de palha de babaçu, variando de 7.167,50 a 8.072 kg ha⁻¹. Para os tratamentos sem inoculação foi significativamente maior no tratamento com 0 t ha⁻¹ de palha, isto é, com ausência de palha e com capina durante todo o ciclo da cultura (9.362,50 kg ha⁻¹) em relação aos demais níveis de palha (Tabela 7). A inoculação das bactérias nas sementes e a presença da palha de babaçu permitiram ganhos de produtividade semelhantes ao tratamento mantido com ausência de palha, com capinas (controle da vegetação espontânea) e com inoculação. Quando não ocorreu a inoculação de *A.brasilense*, a produtividade de espigas comerciais sem palha foi maior no tratamento sem palha de babaçu e com capinas.

Comparando-se a produtividade de espigas comerciais sem palha do milho verde nos diferentes níveis de palha de babaçu e tratamentos microbiológicos com as testemunhas adicionais sem palha e com vegetação espontânea (sem capinas) obteve-se menores produtividade para as testemunhas adicionais com valores de 3.846,25 ha⁻¹ para os tratamentos com inoculação e 3.650 kg ha⁻¹ sem inoculação de *A. brasilense*, respectivamente (Tabela 7). Isso mostra a necessidade de realização do manejo das plantas espontâneas na cultura do milho verde e que a cobertura de palha de babaçu é uma alternativa viável nas condições locais para o manejo das mesmas, visto que o material é abundante e disponível na região.

Tabela 7. Produtividade de espigas comerciais com palha e sem palha (PECP e PESP) da cultura do milho verde em diferentes níveis de palha de babaçu com e sem inoculação de *A. brasilense*. São Luís, MA, 2016.

Níveis de palha	Produtividade de espiga comerciais com Palha (kg ha ⁻¹)		Produtividade de espiga comerciais sem Palha (kg ha ⁻¹)	
	Tratamentos Microbiológicos			
	Com Inoculação	Sem Inoculação	Com Inoculação	Sem Inoculação
0 t ha ⁻¹	10.795,00 a*	10.611,75 a	8.072,00 aB	9.362,50 a A
15 t ha ⁻¹	8.621,25 b	8.543,75 c	7.167,50 aA	6.882,50 b A
20 t ha ⁻¹	9.362,25 b	9.692,50 b	7.507,50 aA	7.250,00 b A
25 t ha ⁻¹	10.797,50 a	10.440,00 ab	7.952,50 aA	7.945,00 b A
Testemunhas adicionais				
sem palha c/ mato	4.657,50 d	4.908,75 d	3.846,25 c	3.650,00 c
C V %	5,25		8,10	

*médias seguidas por letras minúsculas nas indicam diferenças entre os níveis de palha de babaçu e letras maiúsculas nas linhas indicam diferenças entre os tratamentos microbiológicos pelo teste de Tukey (p<0,05).

5. CONCLUSÕES

- A presença da cobertura morta de palha de babaçu atua conjuntamente com a inoculação de *A. brasilense* na cultura do milho verde na redução da riqueza de espécies de plantas espontâneas. As famílias Cyperaceae e Poaceae são relevantes na cultura do milho verde independente da cobertura morta e dos tratamentos microbiológicos.

- A cobertura morta de palha de babaçu em interação com as plantas inoculadas com *A. brasilense* influenciam a dinâmica populacional da vegetação espontânea suprimindo algumas espécies importantes das famílias Poaceae e Cyperaceae, como *M. nudiflora*, *C. benghalensis*, *C. sphacelatus*, *E. colonum* e *E. indica.*, porém favorecem a ocorrência de outras com *C. glaberrima*, *C. diffusus* e *P. trichoides*.

- Não ocorre interação entre os níveis de palha de babaçu e os tratamentos microbiológicos sobre as alturas das plantas de milho na fase vegetativa e na reprodutiva, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo. Entretanto, na ausência da palha e sem controle das plantas espontâneas ocorre uma redução nesses parâmetros independente da inoculação de *A. brasilense*.

- A cobertura morta da palha de babaçu e a inoculação das bactérias *A. brasilense* nas sementes de milho melhoram a produtividade de espigas comerciais sem palha do milho verde. Entretanto, para a produtividade de espigas comerciais com palha do milho verde não ocorre interação entre cobertura morta da palha de babaçu e a inoculação das bactérias *A. brasilense*.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. R.; SANTOS, J. M. F. F.; LIMA, E. N.; LOPES, C. G. R.; SILVA, K. A.; ARAÚJO, E. L. Estudo Populacional de *Panicum trichoides* Swart. (Poaceae) em uma Área de Caatinga em Caruaru, Pernambuco. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre-RS, v. 5, n. 1, p. 858-860, 2007.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; SOUZA FILHO, A. X.; FIORINI, I. V.A. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para produção de milho verde. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 768-775, 2008.

ARAÚJO, R.M; ARAÚJO, A.S.F.; NUNES, L.A.P.L.; FIGUEIREDO, M.V.B. Resposta do milho verde à inoculação com *Azospirillum brasilense* e níveis de nitrogênio. **Ciência Rural**, v.44, n.9, 2014.

BALBINOT JÚNIOR, A.A.; FLECK, N.G. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho em função do arranjo espacial de plantas e características dos genótipos. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p.245-252, 2005.

CANOSSA, R.S.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D.F.; ALONSO, D.G.; FRANCHINI, L.H.M. Profundidade de semeadura afetando a emergência de plântulas de *Alternanthera tenella*. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 25, n. 4, p. 719-725, 2007.

CONCENÇO, G.; TOMAZI, M.; CORREIA, I.V.T.; SANTOS, S.A.; GALON, L. Phytosociological surveys: tools for weed science. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 469-482, 2013.

CORREA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V. Dinâmica populacional de plantas daninhas na cultura do milho em função de adubação e manejo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 354-363, 2011.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. **Manejo e tratos culturais**. In: PEREIRA FILHO I. A. (Eds.). O cultivo do milho verde. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica. p. 31- 44, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A cultura do milho verde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 61 p.

FAVARATO, L.F.; GALVÃO, J.C.C.; SOUZA, J.L.; GUARÇONI, R.C.; SOUZA, C.M.; CUNHA, D.N. Densidade populacional e infestação de plantas daninhas no plantio direto orgânico de milho-verde sobre diferentes coberturas de solo. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 32, n. 4, p. 739-746, 2014.

FAVARATO, L. F.; SOUZA, J. L. DE; GUARÇONI, R. C. Efeitos múltiplos da cobertura morta do solo em cultivo orgânico de cenoura. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.7, n.2, p.24-30, 2017.

GAMA, J.C.M; JESUS, L.L.; KARAM, D. Fitossociologia de plantas espontâneas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.2, n.2, 2007.

GOMES, D.S.; BEVILAQUA, N.C.; SILVA, F.B.; MONQUERO, P.A. Supressão de plantas espontâneas pelo uso de cobertura vegetal de crotalária e sorgo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v9, n.2, p. 206-213, 2014.

GLIESSMAN, S.R. (2009) *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 4ªed. Porto Alegre, Editora UFRGS. 656p.

HIRATA, A. C. S.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas em hortaliças. In: MONQUERO, P. A. (Org.). **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos. Ed. RiMA, 2014. p. 155-178.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. **Embrapa Soja**, Documento 325. Londrina-PR. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normas climatológicas do Brasil 1961-1990**. Brasília, DF. 2009. 465p.

KISSMAN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. Tomo I. 2ª ed. São Paulo: BASF, 1997. 812p.

KARAM, D. VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; LANDAU, E. C. Plantas daninhas presentes na cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. **Documentos**, 22 p. 2012.

KOZLOWSKI, L.A.; KOEHLER, H.S.; PITELLI, R.A. Épocas e extensões do período de convivência das plantas daninhas interferindo na produtividade da cultura do milho (*Zea mays*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, p. 481-490, 2009.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª ed. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2008. 640p.

MESQUITA, M.L.R; ANDRADE, L. A.; PEREIRA, W.E. Banco de sementes do solo em áreas de cultivo de subsistência na floresta ombrófila aberta com babaçu (*Orbygnia phalerata* Mart.) no Maranhão. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.4, p.677-688, 2014.

MILLÉO, M.V. R.; CRISTÓFOLI, I. Avaliação da eficiência agrônômica da inoculação de *Azospirillum* sp. na cultura do milho. **Revista Scientia Agraria**. Curitiba-PR, v. 17 n. 3, p. 14-23, 2016.

MOREIRA, F. M. de S.; SILVA, K. da.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. de. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v.1, n.2, p. 74-99, 2010.

MUNIZ, F.H. A vegetação da região de transição entre a Amazônia e o Nordeste, diversidade e estrutura. In: MOURA, E.G. (Ed) **Agroambientes de transição**. UEMA, São Luís, MA, 2006. p. 53-69.

NOCE, M. A.; SOUZA, I. F.; KARAM, D.; FRANÇA, A. C.; MASCARENHAS, G. M. Influência da palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas espontâneas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.7, n.3, p. 265-278, 2010.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.

PAIVA JUNIOR, M. C. de; PINHO, R.G.V.; PINHO, E. V. de R.V.; RESENDE, S. G. de. Desempenho de cultivares para produção de milho verde em diferentes épocas e densidades de semeadura em Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**., v.25, n.5, p.1235-1247, 2001.

PEREIRA, W.; MELO, W F. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças**. Comunicado Técnico 62, Embrapa Hortaliças: Distrito Federal, DF, jun. 2008.

PEREIRA, W. Manejo e controle de plantas daninhas em hortaliças. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (1ª ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves- RS: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 519-570.

PINHO, L.; et al. Qualidade de milho verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 07, n. 03, p. 279-290, 2008.

PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Jornal Consherb**. v.1, n.2, p.1-7, 2000.

PITELLI, R.A.; PITELLI, R.L. de C.M. Biologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento 49 Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. cap.2, p.29-55.

PITELLI, R. A. Competição entre plantas daninhas e plantas cultivadas. In: MONQUERO, P. A. (Org.). **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos. Ed. RiMA, 2014. p. 61-81.

QUADROS, P.; ROESCH, L.; SILVA, P.; VIEIRA, V.; ROEHRS, D.; CAMARGO, F. Desempenho agrônômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres-Viçosa-MG**, v. 61, p. 209-218, 2014.

REPKE, R. A. et al. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 214-226, 2013.

SANGOI, L.; SILVA, L.; MOTA, M.; PANISON, F.; SCHMITT, A.; SOUZA, N.; GIORDANI, W.; SCHENATTO, D. Desempenho agrônômico do milho em razão do tratamento de sementes com *Azospirillum* sp. e da aplicação de doses de nitrogênio mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1141-1150, 2015.

SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, M.R.; VIDIGAL, S.M.; SANTOS, I.C.; SALGADO, L.T. Ocorrência de plantas daninhas no cultivo de beterraba com cobertura morta e adubação orgânica. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 4, p. 717-725, 2010.

SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. de. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 61, Suplemento, p. 829-837, 2014.

SILVA, M. R. M.; CANTANHEDE, J. D.; CORREA, M. J. P.; MESQUITA, M. L. R. Phytosociology and interference of weeds in upland rice in Maranhão State, northeastern Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 34, p. 3412-3420, 2015.

SOUZA FILHO, A.P.S. Interferência potencialmente alelopática do capim-gengibre (*Paspalum maritimum*) em áreas de pastagens cultivadas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 3, p. 451-456, 2006.

VAZ DE MELO, A.; GALVÃO, J.C.C.; FERREIRA, L.R.; MIRANDA, G.V.; TUFFI SANTOS, L.D.; SANTOS, I.C.; SOUZA, L.V. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivo de milho-verde nos sistemas orgânico e tradicional. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.25, n. 3, p. 521-527, 2007.