

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO
COM *Azospirillum brasilense* EM CARACTERES
AGRONÔMICOS DE GENÓTIPOS DE MILHO

Luiz Eduardo Tilhaqui Bertasello

Engenheiro Agrônomo

Jaboticabal - São Paulo - Brasil 2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO
COM *Azospirillum brasilense* EM CARACTERES
AGRONÔMICOS DE GENÓTIPOS DE MILHO

Luiz Eduardo Tilhaqui Bertasello

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Vitti Môro

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal/SP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

Jaboticabal - São Paulo - Brasil 2018

Bertasello, Luiz Eduardo Tilhaqui
B536e Efeito da adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum
brasilense* em caracteres agronômicos de genótipos de milho / Luiz
Eduardo Tilhaqui Bertasello. – – Jaboticabal, 2018
vi, 39 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018
Orientador: Gustavo Vitti Môro
Banca examinadora: Ivana Marino Bárbaro Torneli, Leandro Borges
Lemos
Bibliografia

1. *Zea mays* L. 2. Bactéria diazotrófica. 3. Nitrogênio. 4. Primeira e
segunda safra. 5. Produtividade de grãos. I. Título. II. Jaboticabal-
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.52:633.15

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

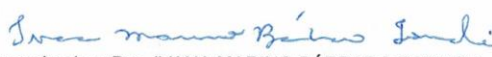
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* EM CARACTERES AGRONÔMICOS DE GENÓTIPOS DE MILHO

AUTOR: LUIZ EDUARDO TILHAQUI BERTASELLO

ORIENTADOR: GUSTAVO VITTI MÔRO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. GUSTAVO VITTI MÔRO
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pesquisadora Dra. IVANA MARINO BÁRBARO TORNELI
Pólo Regional Alta Mogiana-APTA / Colina/SP


Prof. Dr. LEANDRO BORGES LEMOS
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 03 de agosto de 2018

DADOS CURRÍCULARES DO AUTOR

LUIZ EDUARDO TILHAQUI BERTASELLO - Nascido em 30 de julho de 1992, na cidade de Pacaembu, interior do estado de São Paulo, filho de Luiz Carlos Bertasello e Clemilda Tilhaqui. Em 2010, ingressou no curso de “Agronomia” (Bacharelado) na Faculdades Adamantinenses Integradas, FAI campus II, em Adamantina-SP. Durante a graduação participou de diversos congressos de iniciação científica, no qual no ano de 2012 recebeu título de menção honrosa como melhor trabalho em destaque na área de agrárias. Cumpriu estágio curricular obrigatório no setor agrícola da usina de açúcar e álcool “Branco Peres S/A” e na empresa “Bio-Flora” no controle biológico da cana-de-açúcar. Obteve o título de Engenheiro Agrônomo em fevereiro de 2014. Em março do mesmo ano mudou-se para a cidade de Sorriso, no estado do Mato Grosso onde permaneceu dois anos e meio, exercendo a atividade de formação na multinacional holandesa “Schutter do Brasil”, posteriormente trabalhou na multinacional americana “Monsanto do Brasil” na estação de pesquisa situada em Sorriso-MT, onde pôde aprender e trabalhar na área de Genética e Melhoramento de Plantas com a cultura do milho, sob supervisão do Dr. Flávio Trevizoli Silveira. Por incentivo e apoio dos profissionais e colegas de trabalho procurou qualificar-se profissionalmente, desligando-se do quadro de funcionários da empresa. Em agosto do ano de 2016 iniciou o curso de Pós-Graduação, nível de Mestrado em Agronomia, no Programa de Genética e Melhoramento de Plantas, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV, Câmpus de Jaboticabal-SP, sendo bolsista CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Orientado pelo Professor Dr. Gustavo Vitti Mõro, adotou como linha de pesquisa o desempenho agrônômico de genótipos de milho frente à inoculação com *Azospirillum brasilense*. Durante o curso de mestrado realizou intercâmbio pelo Programa Escala Estudantes de Posgrado - PEEPg (Escala AUGM) via Universidad Nacional de Mar del Plata - Argentina na FCA - Facultad de Ciencias Agrarias - Balcarce, entre os meses de abril, maio e junho/2018, sob orientação do Professor Dr. Fernando Castaño, acompanhando trabalhos com as culturas do milho, trigo e girassol.

EPÍGRAFE

A vida é o dever que nós trouxemos para fazer em casa.

Quando se vê, já são seis horas!

Quando se vê, já é sexta-feira!

Quando se vê, já é natal...

Quando se vê, já terminou o ano...

Quando se vê perdemos o amor da nossa vida.

Quando se vê passaram 50 anos!

Agora é tarde demais para ser reprovado...

Se me fosse dado um dia, outra oportunidade, eu nem olhava o relógio.

Seguiria sempre em frente e iria jogando pelo caminho a casca dourada e inútil das horas...

Não deixe de fazer algo de que gosta devido à falta de tempo.

Não deixe de ter pessoas ao seu lado por puro medo de ser feliz.

A única falta que terá será a desse tempo que, infelizmente, nunca mais voltará.

Mário Quintana

“Por isso não tema, pois estou com você; não tenha medo, pois sou o seu Deus. Eu o fortalecerei e o ajudarei; eu o segurarei com a minha mão direita vitoriosa.”

Isaías 41:10

OFEREÇO

Aos meus pais Luiz Carlos Bertasello e
Clemilda Tilhaqui.

A minha irmã Aracelli, e ao meu sobrinho
Arthur.

E por todos aqueles que se lembraram
de mim em suas orações.

DEDICO

Aos meus avós paternos
Orelho Bertasello (*in memoriam*)
e Iracilda Cirino Bertasello.

Aos meus avós maternos
Basílio Domingos Tilhaqui (*in memoriam*)
e Aracelli Correa Tilhaqui (*in memoriam*).
Ao qual sempre vos amarei.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao meu Senhor Deus e a Maria, Sua Mãe (nossa Mãe) pelo dom da vida e por me permitirem chegar até aos dias de hoje, e por todos os dias estarem caminhando ao meu lado, abençoando-me, protegendo e dando forças para enfrentar os obstáculos que encontramos pelo caminho.

À toda minha família em especial aos meus pais, Luiz Carlos e Clemilda, a minha irmã Aracelli, por sempre estarem ao meu lado em todas as fases da minha vida, apoiando-me e dando forças, incentivando a batalhar pelos meus sonhos, onde me ensinaram a buscar meus objetivos com muito respeito ao próximo, educação e humildade.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP, câmpus de Jaboticabal, e ao Departamento de Produção Vegetal, por toda infraestrutura oferecida e pela oportunidade de estudar, aprender, compartilhar conhecimentos e fazer grandes amigos.

Ao meu orientador, amigo e Professor Dr. Gustavo Vitti Môro, por toda paciência, atenção, ensinamentos, cobranças, correções e pela confiança depositada em mim durante todo o tempo.

À todo corpo docente do programa de pós-graduação em Agronomia, Genética e Melhoramento de Plantas, pelas instruções e conhecimentos transmitidos a nós alunos.

Aos funcionários do Departamento e da Fazenda de Pesquisa, Ensino e Extensão, pelo auxílio na condução dos experimentos e dos processos administrativos, onde sem medir esforços e dentro dos limites possíveis, sempre estiveram dispostos em colaborar de alguma forma. Em especial aos funcionários Mônica e Rubens (Farofino) pelo companheirismo de todos os dias e pela grande amizade construída.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fornecimento da bolsa de estudos durante todo o mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Às amizades sinceras construídas dentro e fora da universidade as quais foram de suma importância para um bom acolhimento pessoal e de adaptação a um novo ambiente de se viver, especialmente por Bruna Zanatto e Vinicius Augusto Filla.

A todos os integrantes do “Grupo de Oração Universitário da UNESP” - GOU, no qual durante todas as quartas-feiras às 18:00 horas nos reunimos para rezar, refletir, agradecendo e louvando a Deus, sempre com muito entusiasmo e alegria, sem contar nossos momentos de descontrações e inúmeras gargalhadas. Amigos esses escolhidos a dedo por Deus que levo para a vida toda.

Aos membros do Núcleo de Estudos em Genética e Melhoramento de Milho (NEGEMM), pela ajuda e companheirismo nos diversos trabalhos realizados no dia a dia, pós-graduandos Élcio Samecima, Kian Eghrari, Rodolfo Buzinaro, Lucas Revolti, Carlos Cáprio, Sophia Mangussi, Camila Amaral, Marcela, Kevin, Flávia e Naiara, aos graduandos (estagiários) Eduardo Carnimeo (Mixuta), Rafael Almeida, Geann Vilela, Vinicius Duarte, Bruna Galvão, Gabriel Zamboni, Laís e Leonardo Veloso e aos estudantes do Colégio Técnico Agrícola (CTA) Pablo Soares, Gabriela e Gustavo Duque.

Por fim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma participaram e compartilharam comigo, dia após dia, durante toda a trajetória desse mestrado. Tudo aquilo que me desejaram, desejo em dobro a vocês. Deus nos abençoe sempre.

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
LISTA DE ABREVIATURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A cultura do milho: importância econômica, social e seus aspectos botânicos e morfológicos	3
2.2. A importância do nitrogênio na cultura do milho	5
2.3. Utilização de <i>Azospirillum</i> na cultura do milho	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1. Primeira e segunda safra	9
3.2 Análises estatísticas	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1 Segunda safra (safrinha)	14
4.2 Primeira safra (safra de verão)	24
5. CONCLUSÕES	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* EM CARACTERES AGRONÔMICOS DE GENÓTIPOS DE MILHO

RESUMO - O milho apresenta grande demanda de nitrogênio, sendo interessante a busca de alternativas de maior sustentabilidade econômica e ambiental. Como a utilização da inoculação com bactérias do gênero *Azospirillum*, capazes de realizarem a fixação biológica de nitrogênio e a produção de hormônios de crescimento. Objetivou-se avaliar e caracterizar o desempenho agronômico de genótipos de milho submetidos a diferentes fornecimentos de nitrogênio (químico e biológico). O experimento foi conduzido na primeira safra 2017/2018 (safra de verão) e segunda safra 2017 (safrinha) em Jaboticabal-SP, utilizando-se 48 genótipos de milho em um delineamento experimental de blocos casualizados com duas repetições, aplicando-se: 1º) 140 kg.ha⁻¹ de nitrogênio via ureia em cobertura, como forma de adubação química; 2º) inoculação de *Azospirillum brasilense*, em dose de 600 mL.ha⁻¹ via solo, como forma de adubação biológica. Avaliou-se a produtividade de grãos, número de dias para florescimento masculino e feminino, altura de plantas, altura de espigas, acamamento, quebramento, incidência de enfezamento e *Fusarium* spp. Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F), as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott e foi realizada análise estatística multivariada por componentes principais. Observou-se efeito significativo da inoculação com *Azospirillum brasilense* via solo para altura de plantas, altura de espigas e interação genótipo vs fornecimento de N com menor incidência para *Fusarium* spp, bem como o aumento de produtividade de grãos em ambas as safras. Foram identificados genótipos responsivos a inoculação, mesmo não apresentando valores superiores à produtividade de grãos frente à adubação nitrogenada de cobertura. A produtividade foi mantida apenas com o uso de *Azospirillum brasilense* com maior evidência na segunda safra, sendo sua resposta variável em cada genótipo. Tornando-se interessante a continuidade da pesquisa direcionando programas de melhoramento com intuito de selecionar genótipos responsivos à inoculação.

Palavras-chave: *Zea mays* L, bactéria diazotrófica, nitrogênio, primeira e segunda safra, produtividade de grãos.

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION AND *Azospirillum brasilense* INOCULATION IN AGRONOMIC TRAITS OF MAIZE GENOTYPES

ABSTRACT - Maize needs high amounts of nitrogen, for this it is interesting to search alternative methods that promote greater economic and environmental sustainability. As the use of inoculation with bacteria of the genus *Azospirillum*, able to perform the biological fixation of nitrogen and the production of growth hormones. The aim was to evaluate and characterize the agronomic performance of maize genotypes submitted different treatments for nitrogen supply (chemical and biological). The experiment was carried out in 2017 in first crop 2017/2018 and second crop 2017 in Jaboticabal-SP, using 48 maize genotypes in a randomized block design with two replicates as follows: 1) 140 kg.ha⁻¹ of nitrogen via urea in the cover, as chemical fertilization 2) *Azospirillum brasilense* inoculation at concentration of 600 mL.ha⁻¹ via soil, as biological fertilization. The evaluated traits were: grain yield, male and female flowering, plant height, ear height, lodging, stalk breakage, stunt incidence, and *Fusarium* spp. Data were submitted to analysis of variance (Test F), the means by the Scott-Knott test and multivariate statistical analysis was performed by principal components. We observed significant effect of the inoculation with *Azospirillum brasilense* for plant height, ear height, and for genotype interaction vs. nitrogen supply with lower incidence for *Fusarium* spp, also observed grain yield increase. Were identified responsive genotypes to inoculation, even though they did not present higher values of grain yield compared to nitrogen fertilization, yield was maintained only with the use of *Azospirillum brasilense*, and the response was variable in each genotype. It is interesting the continuity of the research directing breeding programs with the aim of selecting genotypes responsive to inoculation.

Key-words: *Zea mays* L., diazotrophic bacteria, nitrogen, first and second crop, yield grain.

LISTA DE ABREVIATURAS

AC+QUE: Acamamento mais quebramento

AE: Altura de espigas

AP: Altura de plantas

AZOS: *Azospirillum*

cm: Centímetros

CP: Componentes principais

CV: Coeficiente de variação

DAE: Dias após a emergência

ENF: Enfezamento

FBN: Fixação biológica de nitrogênio

FF: Florescimento feminino

FM: Florescimento masculino

FUS: *Fusarium* spp.

G: Genótipos

kg.ha⁻¹: Quilos por hectare

m: Metro

mL.ha⁻¹: Mililitro por hectare

N: Nitrogênio

PG: Produtividade de grãos

t.ha⁻¹: Toneladas por hectare

TEST A: Testemunha A

TEST B: Testemunha B

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1. Análise de variância fatorial simples dos 48 genótipos de milho em resposta a adubação nitrogenada de cobertura e inoculação com <i>A. brasilense</i> em milho, durante a segunda safra 2017 em Jaboticabal/SP	15
Tabela 2. Médias dos caracteres agronômicos avaliados em 48 genótipos de milho em resposta a adubação nitrogenada de cobertura (N) e inoculação com <i>A. brasilense</i> (AZOS) em milho, durante a segunda safra 2017 em Jaboticabal/SP.....	16
Tabela 3. Análise de variância fatorial simples dos 48 genótipos de milho em resposta a adubação nitrogenada de cobertura e inoculação com <i>A. brasilense</i> em milho, durante a primeira safra 2017/2018 em Jaboticabal/SP	24
Tabela 4. Médias dos caracteres agronômicos avaliados em 48 genótipos de milho em resposta a adubação nitrogenada de cobertura (N) e inoculação com <i>A. brasilense</i> (AZOS) em milho durante a primeira safra 2017/2018 em Jaboticabal/SP	26

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Médias de Precipitação, Temperatura e Umidade Relativa durante o período da segunda safra de milho 2017 em Jaboticabal/SP	11
Figura 2. Médias de Precipitação, Temperatura e Umidade Relativa durante o período da primeira safra de milho 2017/2018 em Jaboticabal/SP	12
Figura 3. Gráfico <i>biplot</i> com a dispersão de 48 genótipos no fornecimento de adubação nitrogenada de cobertura em milho, durante a segunda safra 2017 em Jaboticabal/SP	21
Figura 4. Gráfico <i>biplot</i> com a dispersão de 48 genótipos no fornecimento a inoculação via solo de <i>A. brasilense</i> em milho, durante a segunda safra 2017 em Jaboticabal/SP	23
Figura 5. Gráfico <i>biplot</i> com a dispersão de 48 genótipos no fornecimento de adubação nitrogenada de cobertura em milho, durante a primeira safra 2017/2018 em Jaboticabal/SP	29
Figura 6. Gráfico <i>biplot</i> com a dispersão de 48 genótipos no fornecimento a inoculação via solo de <i>A. brasilense</i> em milho, durante a primeira safra 2017/2018 em Jaboticabal/SP	30

1 INTRODUÇÃO

Para se alcançar elevadas produtividades em cultivos de cereais como o milho, a demanda por fertilizantes, principalmente nitrogenados, são utilizados em grande escala, de modo a suprir as necessidades do solo e atendendo as exigências fisiológicas da planta. A deficiência de nitrogênio na cultura pode reduzir a produtividade de grãos entre 14 e 80% (FANCELLI, 2013).

Entre os nutrientes disponíveis a serem aplicados no solo e na planta, o nitrogênio (N) é o que mais onera os custos de adubação, podendo chegar a 40% do custo total de produção. Ainda a sua aplicação no solo pode levar a danos ambientais, uma vez que parte do total aplicado é geralmente perdido por lixiviação e volatilização (SÁ et al., 2017). Assim, a busca de novas alternativas e inovações tecnológicas são necessárias para a racionalização e conscientização do uso dos fertilizantes nitrogenados (DARTORA et al., 2013), já que um dos grandes desafios da agricultura nos próximos anos é produzir alimentos com sustentabilidade, suprimindo as necessidades futuras da população em crescimento com otimização dos recursos existentes (RAY et al., 2013).

Estudos indicam que o melhoramento genético de plantas, em conjunto com inoculações de bactérias do gênero *Azospirillum*, podem ser alternativas para suprir parcialmente as necessidades de nitrogênio do milho. Essas bactérias são consideradas promotoras do crescimento, às quais proporcionam benefícios, dentre eles a fixação biológica de nitrogênio (FBN) (HUERGO et al., 2008), possibilitando a redução de adubação nitrogenada em genótipos de milho previamente selecionados e considerados responsivos à inoculação.

Além da FBN, essas bactérias atuam na produção de hormônios vegetais como auxinas, citocininas e giberelinas, responsáveis pelo estímulo ao crescimento da parte aérea e das raízes (TAIZ; ZEIGER, 2013). Esse estímulo promove maior interceptação de luz pelas plantas e aumento do rendimento de massa seca pelo acúmulo de maior quantidade de nutrientes nessas plantas inoculadas (REIS JÚNIOR et al., 2008). Além disso, aumenta a superfície de absorção de água e nutrientes pela planta, modificando a morfologia do sistema radicular com maior ramificação das raízes (BASHAN; DE-BASHAN, 2010), e atua no controle biológico de patógenos (CORREA et al., 2008),

resultando em maior produtividade de grãos (DOBBELAERE et al., 2002; HUNGRIA et al., 2010; BRACCINI et al., 2012; REVOLTI, 2014).

Resultados obtidos com a inoculação de *A. brasilense* dependem de fatores bióticos e abióticos, como por exemplo o genótipo da planta, a comunidade microbiana do solo e as variações climáticas (QUADROS et al., 2014). Os genótipos podem ter desempenhos fisiológicos distintos em relação à absorção de N pela planta e, dessa forma, a identificação e a seleção de genótipos de milho responsivos à inoculação torna-se uma estratégia indispensável na contribuição para o melhoramento da cultura, além de diminuir consideravelmente o uso e a contaminação do meio ambiente por excesso de fertilizantes nitrogenados (REVOLTI, 2014).

Mediante o exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar e caracterizar o desempenho agrônômico de genótipos de milho, no cultivo de primeira e segunda safra quanto à adubação nitrogenada em cobertura e inoculação com a bactéria *Azospirillum brasilense* via solo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do milho: importância econômica, social e seus aspectos botânicos e morfológicos

A cultura do milho (*Zea mays* L.) apresenta grande importância econômica e social devido ao seu valor nutricional, sendo muito utilizada para a alimentação humana, animal e produção de etanol. É a terceira espécie em área plantada e a primeira em produtividade no mundo, sendo uma das espécies agrícolas mais pesquisadas. Aproximadamente 70% do milho produzido no mundo e, entre 70 e 80% do milho produzido no Brasil, é utilizado para a alimentação de suínos e aves (CONAB, 2018).

A produção brasileira de milho é dividida em duas safras, sendo denominadas de safra de verão ou primeira safra e safrinha ou segunda safra. A semeadura da primeira safra é efetuada entre os meses de agosto e dezembro com a colheita prevista de novembro a março; já a segunda safra é implantada entre os meses de janeiro a março, sendo colhido entre abril e junho, seguindo o ritmo da colheita da soja.

A região Centro-Oeste se caracteriza como a principal produtora do milho segunda safra no Brasil, com área plantada de 7,457 milhões de hectares, chegando a produção superior a 39,7 milhões de toneladas do grão, e uma produtividade média de 5.327 kg.ha⁻¹ para a segunda safra 2017/2018 (CONAB, 2018). O milho de segunda safra é responsável por mais de 65% da produção nacional durante o ano, refletindo a preferência dos agricultores em cultivar o milho na segunda safra, devido à maior rentabilidade e plasticidade de cultivo dessa cultura, uma vez que a soja, por questões climáticas e genéticas é plantada apenas no verão brasileiro.

A região sul do Brasil é maior produtora de milho primeira safra, sendo que na safra 2017/2018 em uma área plantada de 1,377 milhões de hectares, obteve uma produção de 10,2 milhões de toneladas do grão, com produtividade média de 7.453 kg.ha⁻¹. Para a safra 2017/2018 é esperada uma queda de 19,6% na área total de semeadura, refletida pelo alto custo de produção comparado ao baixo preço pago no kg do cereal e na substituição do cultivo por outras culturas, como arroz, soja e feijão (CONAB, 2018).

Segundo a Conab (2018), em seu décimo primeiro levantamento da safra de grãos 2017/2018, o estado do Mato Grosso está em primeiro lugar no ranking como maior produtor de milho, com 26,4 milhões de toneladas; em segundo lugar o estado do Paraná com 11,8 milhões de toneladas; em seguida o estado de Goiás, com 8,2 milhões de toneladas e o estado de Minas Gérias com pouco mais de 7 milhões de toneladas, formam os quatro maiores produtores do grão em escala nacional.

O milho é uma gramínea botanicamente classificada no reino Plantae, divisão Anthophta, classe Monocotiledonea, ordem Poales, família Poaceae, gênero *Zea*, espécie *Zea mays*. É uma planta fotossinteticamente eficiente (C4), alógama, monóica, apresenta uma inflorescência masculina (pendão) e uma feminina (espiga) em diferentes locais da planta, protândrica, com $2n=2x=20$ cromossomos e apresenta grande variabilidade genética (GALVÃO et al., 2015).

As raízes concentram-se na camada superficial do solo (0-30 cm), o colmo da planta é dividido em nós e entrenós, onde as folhas estão alternadamente inseridas. O grão do milho é do tipo cariopse e seu peso individual pode variar em média de 0,250 a 0,300 mg (MAGALHÃES et al., 2002; GALVÃO et al., 2015). Sua composição média em base seca é 72% de amido, 9,5% proteínas, 9% fibra e 4% de óleo. Suas características são diferidas em cinco classes: dentado, duro, farináceo, pipoca e doce, onde o diferencial entre eles é a forma e o tamanho do grão, definido pela estrutura do endosperma (EMBRAPA, 2006).

O milho é uma cultura exigente em nutrientes, principalmente o nitrogênio (N), onde em casos de sua deficiência as plantas apresentam um amarelecimento em suas folhas mais velhas, seguida por cloroses generalizada até a perda foliar, chegando até ser observadas deformações nas pontas das espigas, reduzindo consideravelmente a produtividade de grão (SUBEDI et al., 2009). No fornecimento com adubação química em sistemas agrícolas, devem ser observados os riscos ambientais que o envolve, uma vez que este nutriente está submetido a perdas por erosão, lixiviação e volatilização. Dessa forma, é importante que a dose de N a ser utilizada seja precisa, diminuindo os excessos que podem afetar o meio ambiente e elevar os custos da produção.

2.2 A importância do nitrogênio na cultura do milho

A principal fonte de N na natureza é a atmosfera, constituída de aproximadamente 78% de N₂ (TAIZ; ZEIGER, 2007). Apesar disso, o nitrogênio encontra-se em quantidades insuficientes em grande maioria dos solos brasileiros na forma que é metabolizado pelas plantas (OKUMURA et al., 2011). Para suprir essa elevada demanda, esse nutriente é fornecido principalmente na forma de adubo químico, amônia (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻).

O nitrogênio é um nutriente fundamental no metabolismo vegetal, sendo exigido em maior quantidade pelas gramíneas como o milho, elevando assim o custo de produção da cultura. Ele é um nutriente essencial para o ideal desenvolvimento das plantas, influenciando na produtividade de grãos (DA SILVA et al., 2005). O fornecimento adequado desse nutriente gera crescimento vigoroso da planta, sendo importante na divisão celular e na manutenção dos pontos de crescimento vegetal e elevado índice de área foliar (COSTA et al., 2005).

No âmbito de expressar todo seu potencial produtivo, a cultura do milho necessita que suas exigências nutricionais sejam atendidas, em decorrência da grande extração de nutrientes do solo. Em períodos favoráveis quanto às condições climáticas e manejo, ocorre uma intensa absorção de N no início do desenvolvimento das plantas, requerendo valores superiores a 150 kg.ha⁻¹ de N, onde uma adubação mal planejada é um dos principais elementos que contribui para que não ocorra aumento da produtividade (USDA, 2011). A maior resposta na produtividade por unidade de N aplicado está diretamente relacionada com a qualidade, época, fonte e forma de aplicação (OKUMURA et al., 2011).

Resultados de experimentos obtidos sob diferentes condições de solo, clima e sistemas de cultivo, apresentaram respostas generalizadas do milho a efeito da adubação nitrogenada. Cerca de 70 a 90% dos ensaios de adubação instalados a campo no Brasil, são responsivos à aplicação de nitrogênio (CRUZ et al., 2005). Neumann et al. (2005) evidenciam que a eficiência da adubação nitrogenada está sujeita, entre outros aspectos, das condições climáticas, do perfil e qualidade do solo e da capacidade das plantas se beneficiarem na absorção de nutrientes durante o cultivo.

A fonte de N mais utilizada a campo pelos produtores brasileiros é a ureia, que apresenta concentração de 45%, possuindo alta solubilidade, menor corrosividade e grande compatibilidade com muitos fertilizantes, sendo aplicada na superfície do solo (CANTARELLA, 2007). O consumo anual de ureia no Brasil, em 2016, foi de aproximadamente 5.600 milhões de toneladas, com produção nacional de pouco mais de 1 milhão de toneladas e sendo importado aproximadamente 4,6 milhões de toneladas (ANDA, 2016). Esse grande consumo do nutriente apresenta algumas desvantagens, pois com a aplicação sobre o solo existe possibilidade de perdas por volatilização, lixiviação, erosão do solo entre outros, podendo chegar de 30 a 80% da perda total (CABEZAS, 1998).

Com o aumento da utilização da adubação química através da ureia em lavouras de milho, tem se elevado os custos de produção do agricultor e trazendo maiores chances de causar um impacto ambiental. Assim, novas técnicas devem ser aprimoradas, aperfeiçoando o sistema de fornecimento de nutrientes às plantas e melhorando cada vez mais sua eficiência de absorção. Dentre estas estratégias, incluem-se a utilização de bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio, oportunas em disponibilizar N as plantas através de microrganismos, propiciando redução equivalente a substituição de parte da adubação química e seus gastos durante o manejo das plantas, podendo trazer um incremento na produtividade de grãos de milho.

2.3 Utilização de *Azospirillum* na cultura do milho

A utilização em campo de insumos biológicos tem ocorrido cada vez mais na agricultura, suplementando ou até mesmo substituindo os insumos químicos. Um deles é a fixação biológica de nitrogênio (FBN), através de um processo de transformação do N₂ na forma inorgânica a NH₃, sendo realizada por microrganismos que possuem a enzima nitrogenase, conhecidos como fixadores de N ou diazotróficos (BERGAMASCHI, 2006).

Autores afirmam que as bactérias diazotróficas são essenciais para a sustentabilidade dos meios agrícolas, tendo em vista o fornecimento de N as plantas com custos menores e impacto ambiental reduzido (HUNGRIA et al., 2007). Em termos econômicos, se evidencia quanto a utilização da adubação nitrogenada em

conjunto com a FBN gera uma economia de aproximadamente 1,2 bilhão de dólares por ano em lavouras de milho e trigo no Brasil (HUNGRIA et al., 2010).

Dentre esses microrganismos, destaca-se como principal e mais estudada a bactéria *Azospirillum brasilense* (HUNGRIA, 2011). As bactérias do gênero *Azospirillum* são conhecidas como de vida livre, capazes de auxiliar no crescimento e desenvolvimento das plantas, promovendo aumento de produtividade em muitas culturas de interesse econômico, como o milho (DOBBELAERE et al., 2003). O *Azospirillum* é encontrado em ampla distribuição nos solos tropicais e subtropicais (ELMERIC; NEWTON, 2007), porém em poucas quantidades, sendo necessário trabalhos de inoculação no solo com o intuito de estudar a resposta no desempenho das plantas.

Outro fator correspondente, é que essa resposta dos genótipos inoculados é heterogênea de acordo com as distintas formas de aplicação de inoculantes utilizada (REIS JUNIOR et al., 2000). Resultados obtidos em experimentos com variedades de milho apresentaram diferença significativa quando se utilizou inoculação via solo, no momento em que as plantas atingiam estágio vegetativo V3 à V5 (REVOLTI, 2014).

Pesquisas na interação entre *Azospirillum brasilense* X espécies cultivadas, são desenvolvidas desde a década de 1970, com intuito de identificar genótipos responsivos a inoculação (LIN et al., 1983). Em 1996, foram realizados estudos pela Embrapa Soja em parceria com a UFPR (Universidade Federal do Paraná), onde foi possível a identificação e seleção de estirpes da bactéria que apresentaram melhor resposta quanto ao desenvolvimento e sobrevivência das plantas em ambiente de campo, sendo comercializado pelas empresas inoculantes a base de *Azospirillum brasilense* originário das estirpes AbV5 e AbV6 (HUNGRIA, 2011).

Outros estudos também realizados pela Embrapa mostram resultados durante pesquisas feitas com inoculação de *Azospirillum brasilense* em genótipos de milho, evidenciando incremento de produtividade de 24 a 30% na produtividade de grãos (HUNGRIA et al., 2010).

Além do benefício da FBN já citado, a inoculação com *Azospirillum brasilense* estimula um melhor crescimento da parte aérea e nas raízes das plantas através da produção de hormônios promotores de crescimento, como as auxinas, citocininas e giberelinas (TAIZ; ZEIGER, 2013). A maior absorção de luz no processo de fotossíntese (REIS JÚNIOR et al., 2008), pode também aumentar o aproveitamento dos recursos hídricos e nutrientes do solo disponíveis as plantas, através de um

sistema radicular bem desenvolvido (BASHAN; DE-BASHAN, 2010). Podendo assim, contribuir para uma melhor resposta quanto ao acréscimo de produtividade na cultura do milho (DOBBELAERE et al., 2002; HUNGRIA et al., 2010; BRACCINI et al., 2012).

A adoção de manejos biológicos em sistema de produção vem crescendo gradativamente por produtores rurais e pesquisadores em programas de melhoramento de plantas. São evidenciados através de pesquisas na cultura do milho, resultados positivos em diversas características da planta, além de gerar economia nos gastos na compra de insumos químicos, sendo refletida na redução da contaminação e impactos ambientais.

Sendo assim, é de suma importância medidas como avaliação, identificação e seleção de genótipos de milho com maior resposta a inoculação de *Azospirillum brasiliense* dentro de programas de melhoramento de plantas. Tais estudos podem contribuir com o cenário agrícola, na difusão dessa tecnologia aos agricultores e definir o sistema de produção adequado para cada caso.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Primeira e segunda safra

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal/SP, com altitude média de 615 metros acima do nível do mar e localizado geograficamente na latitude 21° 14' 05''S e longitude 48° 17' 09'' AW. A temperatura média é de 23,7 °C e a pluviometria média anual é de 1340 mm, com concentração de chuvas no verão (CEPAGRI, 2017). O relevo é caracterizado suave ondulado e o solo é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico (EMBRAPA, 2013), apresentando um histórico nas ultimas safras de apenas cultivos na cultura do milho na mesma área de condução dos experimentos.

Foram utilizados 48 genótipos de milho, correspondentes a 46 populações sintéticas obtidas através do cruzamento aleatório de linhagens endogâmicas pertencentes a empresa Phoenix agrícola Ltda e 2 testemunhas comerciais, a variedade AL Bandeirantes (TEST A) e o híbrido DKB 390 VT PRO2 (TEST B). O inoculante comercial utilizado foi o Qualyfix Gramíneas (*A. brasilense*, estirpes AbV5 e AbV6, em concentração líquida 5×10^8 células mL⁻¹), na dose recomendada pelo fabricante (600 mL.ha⁻¹ para pulverização no solo), sendo aplicado com auxílio de uma bomba costal de 20 litros ao solo em uma distância de até 20 cm da planta. Para a adubação nitrogenada de cobertura foi utilizado 311 kg.ha⁻¹ de ureia comum (45% N), sendo aplicada na forma de filete contínuo a uma distância de até 10 cm da linha de cultivo, fornecendo 140 kg.ha⁻¹ de N. Um dia antes da aplicação houve suplementação hídrica nas plantas através de irrigação por aspersores.

A semeadura da segunda safra ocorreu em 17/02/2017 e a primeira safra em 04/12/2017, ambas em um delineamento de blocos ao acaso, dispostos em faixas com duas repetições, utilizando semeadora de parcelas. Para adubação de base foram utilizados 350 kg.ha⁻¹ do formulado 8-28-16 no momento da semeadura. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de cinco metros de comprimento, com espaçamento de 0,50 m entre linhas e 0,33 m entre plantas, representando uma população de 60.000 plantas ha⁻¹. Como parcela útil nas avaliações e colheita foram utilizadas apenas as duas linhas centrais. O controle de plantas daninhas e pragas foi realizado

com base nas recomendações para a cultura do milho, onde o manejo integrado tem o intuito de manter a sanidade das plantas, evitando perdas devido a competição e o aumento da infestação além de proteger o ambiente (EMBRAPA, 2015).

Os 48 genótipos foram submetidos a duas formas de fornecimento de N: 1) biológico com inoculação de *A. brasilense* no solo; e 2) químico com adubação nitrogenada de cobertura com ureia. Tanto a adubação de cobertura, quanto a inoculação, foram realizadas quando as plantas apresentaram os estádios vegetativos entre V3 e V5, sendo a segunda safra em 23/03/2017 e a primeira safra em 09/01/2018. Nas parcelas foram avaliados os seguintes caracteres agronômicos.

Ciclo vegetativo até o florescimento masculino (FM) e feminino (FF), momento em que 50% das plantas da parcela apresentavam as inflorescências em estado de antese e estilo-estigmas visíveis, respectivamente, ambos expressos em dias.

Altura da planta (AP) e Altura da Espiga (AE) foi caracterizada pela distância do solo até a inserção da folha-bandeira e da espiga principal, respectivamente, medidas com auxílio de uma régua graduada avaliando-se seis plantas por parcela, sendo os resultados expressos em metros (m).

Enfezamento (ENF) foi feito pelo percentual de incidência para cada parcela, obtido pela fórmula: Incidência (%) = N^o de plantas apresentando sintomas de avermelhamento ou amarelecimento generalizado e estrias esbranquiçadas causadas por *Dalbulus maidis* x 100 / N^o total de plantas na parcela. Os dados obtidos foram transformados para $\sqrt{x + 1}$, visando a normalidade dos dados, sendo posteriormente, convertidos em porcentagem.

Acamamento e Quebramento (AC+QUE) foi avaliado o número de plantas com inclinação superior a 45^o em relação à vertical ou deitadas no solo na época da colheita, somando o resultado com a variável de quebramento, o qual é avaliado pela contagem do número de plantas com o colmo quebrado abaixo da espiga principal. Os dados obtidos foram transformados para $\sqrt{x + 1}$, visando a normalidade dos dados, sendo posteriormente, convertidos em porcentagem.

Fusarium spp. (FUS) foi avaliado a presença ou não do sintoma do fungo em uma amostra aleatória de cinco espigas retiradas de cada parcela antes do processo de debulha, pela contagem do número de espigas que apresentavam os sintomas de *Fusarium* spp, e transformados para $\sqrt{x + 1}$, visando a normalidade dos dados e convertidos em porcentagem.

Produtividade de grãos (PG) foi obtida através da debulha das espigas colhidas na área útil de cada parcela, sendo posteriormente os grãos pesados, corrigindo-se a umidade para 13% e convertidos para toneladas por hectare (t.ha⁻¹).

Durante a condução do experimento da primeira safra, não foram avaliados os caracteres de enfezamento nas plantas e *Fusarium* spp. nas espigas, devido à ausência de infestação dessas enfermidades.

No período de realização dos experimentos, a segunda safra apresentou temperatura média de 22,4 °C e precipitação média de 99,6 mm, enquanto a umidade relativa ficou em torno de 73,4% (Figura 1). Na condução da primeira safra a temperatura média foi de 24,22 °C com precipitação média de 111,02 mm e umidade relativa em torno de 74,02% (Figura 2). Os dados meteorológicos foram obtidos na estação agroclimatológica da FCAV/UNESP. Durante períodos mais longos com ausência de chuvas foi utilizado suplementação hídrica através de irrigação por aspersores. Em ambas as safras a colheita foi realizada manualmente, em 03/07/2017 aos 136 dias após a emergência (DAE) e em 09/04/2018 aos 126 DAE, sendo segunda safra e primeira safra, respectivamente.

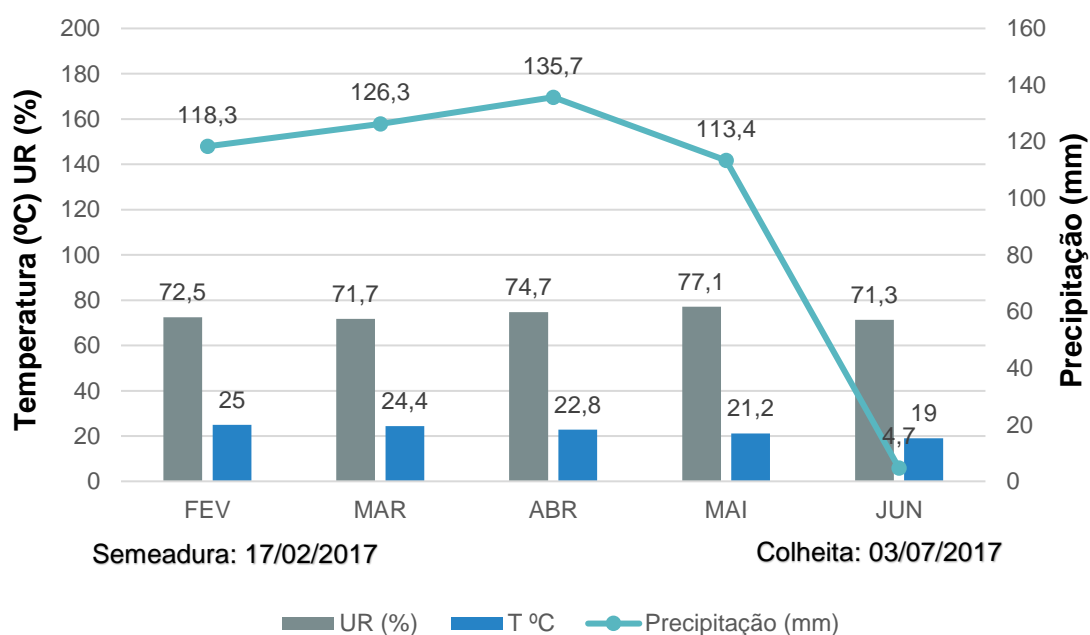


Figura 1. Médias de precipitação, temperatura e umidade relativa durante o período da segunda safra de milho 2017 em Jaboticabal/SP.

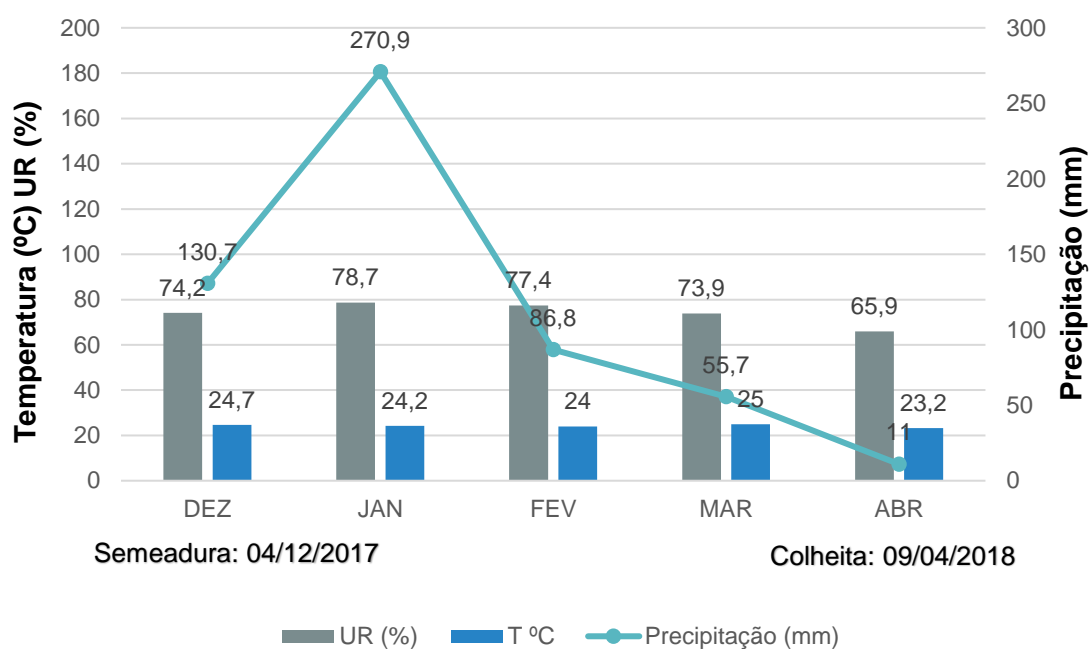


Figura 2. Médias de precipitação, temperatura e umidade relativa durante o período da primeira safra de milho 2017/2018 em Jaboticabal/SP.

3.2 Análises estatísticas

Com os dados de cada variável coletados separadamente, considerou-se os genótipos e os dois fornecimentos de N como fatores fixos. Individualmente, para cada safra, realizou-se análise de variância fatorial (2 fornecimentos de N x 48 genótipos), considerando todos os genótipos e caracteres agrônômicos. Para comparação de médias, foi aplicado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando o software AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JUNIOR, 2015).

Todos os dados foram submetidos à análise exploratória multivariada por componentes principais (CP) após a devida padronização. A escolha do número de componentes foi realizada pela seleção daqueles que apresentavam autovalores acima de 1,00, de acordo com o critério proposto por Kaiser (1958). Os resultados da análise de componentes principais (CP) foram representados pelos gráficos *biplots*, sendo os genótipos plotados nas matrizes x e y e representados por pontos. Para uma clara visualização do desempenho de cada genótipo em cada variável, foi realizada identificação dos genótipos através de uma elipse de -2 a 2 em CP1 e CP2, onde genótipos presentes dentro da elipse podem ser considerados sem propriedades

específicas, diferente dos genótipos presentes na parte externa à elipse, caracterizando possíveis genótipos promissores dentro de cada fornecimento de N frente os caracteres analisados, dividindo-os em grupos. Para a realização desta análise, foi utilizado o software STATISTICA 7.0 (STATSOFT, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Frente às duas épocas distintas de semeadura e os períodos de avaliação do comportamento dos experimentos, torna-se fundamental apresentar e discutir os resultados individualmente por ordem de implantação dos experimentos no campo sendo, segunda safra 2017 e primeira safra 2017/2018, facilitando assim a compreensão da resposta dos genótipos nos dois fornecimentos de nitrogênio (Químico: adubação nitrogenada de cobertura e Biológico: inoculação com *Azospirillum brasilense* via solo).

4.1 Segunda safra (safrinha)

Considerando os resultados da análise de variância (Tabela 1), observou-se que a fonte de variação fornecimento de N apresentou diferença significativa apenas para produtividade de grãos e dias para o florescimento feminino, diferenciando o fornecimento biológico de inoculação com *A. brasilense* para a adubação nitrogenada de cobertura. Em relação à fonte de variação genótipo, verificou-se que estes diferiram significativamente entre si para todas as variáveis, exceto florescimento masculino e acamamento + quebramento. Para todos os caracteres o CV (coeficiente de variação) se encontra dentro do intervalo considerado como aceitável para esse tipo de experimento (FRITSCHÉ-NETO et al., 2012).

A interação GEN x FORN (genótipo x fornecimento de N), apresentou diferença significativa somente para *Fusarium* spp, indicando que os genótipos variam de forma diferencial para a incidência dessa doença em função da forma a fornecer o N (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Khan e Doohan. (2009), que verificaram diminuição entre 12 a 21% da doença em plantas inoculadas. Os autores enfatizaram que condições propícias ao desenvolvimento de *Fusarium* spp podem estar interligadas ao aumento da dose de adubação, estando diretamente relacionada com a intensidade das doenças foliares.

Considerando os genótipos dentro dos dois sistemas de fornecimento de N, observa-se média geral para produtividade de grãos de 2,14 t.ha⁻¹ (Tabela 1), sendo que a TEST A e TEST B destacaram-se, com valores de 3,23 e 3,55 t.ha⁻¹,

respectivamente (Tabela 2). Essas médias podem ser reflexo dos baixos índices de acamamento + quebramento, enfezamento e *Fusarium* spp apresentados por esses genótipos. Nesse mesmo contexto, o genótipo 22 apresentou a menor produtividade, com média de 1,21 t.ha⁻¹, o que pode estar ligado com outras variáveis, como altura de planta baixa e um alto valor de enfezamento, além de acamamento + quebramento acima da média (Tabela 2).

Tabela 1. Análise de variância fatorial simples dos 48 genótipos de milho em resposta à adubação nitrogenada de cobertura e inoculação com *A. brasilense* em milho, durante a segunda safra 2017 em Jaboticabal/SP.

FV	QM								
	GL	PG	FM	FF	AP	AE	AC+QUE	ENF	FUS
FORN	1	7,57**	0,88 ^{ns}	65,33*	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,01 ^{ns}
GEN	47	0,82**	6,10 ^{ns}	12,63**	0,03**	0,01**	45,18 ^{ns}	1,47**	0,18**
GEN*FORN	47	0,13 ^{ns}	4,06 ^{ns}	3,68 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	6,66 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,15*
Média	-	2,14	63,42	62,81	1,67	0,90	16,87	26,63	12,39
CV	-	24,29	3,27	3,59	5,58	8,66	29,29	18,33	11,69

*Significativo a 5%; **Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. FV: fonte de variação; QM: quadrado médio; FORN: fornecimento de nitrogênio; GEN: genótipo; GEN*FORN: interação genótipo*fornecimento de N. CV: coeficiente de variação (%); ns: não significativo; PG: produtividade de grãos (t.ha⁻¹); FM: florescimento masculino (dias); FF: florescimento feminino (dias); AP: altura de planta (m); AE: altura de espiga (m); AC+QUE: acamamento e quebramento de plantas (%); ENF: enfezamento (%); FUS: *Fusarium* spp. (%).

Ao analisar o desempenho dos genótipos entre os dois fornecimentos de N para a produtividade de grãos, apenas os genótipos 27 e 34 apresentaram diferença significativa, apontando que os genótipos sob aplicação de *A. brasilense* se comportaram de maneira diferente a adubação nitrogenada de cobertura, expressando resultados positivos com aumento de produtividade de 1,08 e 1,19 t.ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2). Estes resultados são concordantes com os encontrados por Bartchechen et al. (2010), que obtiveram ganhos em produtividade de grãos com a inoculação de *A. brasilense*, em relação a genótipos submetidos a adubação nitrogenada de cobertura.

Martins et al. (2012) também encontraram resultados superiores para a produtividade de grãos em milho ao inocularem a cultura com a mesma bactéria diazotrófica. Quando observamos os 48 genótipos dentro do fornecimento com adubação nitrogenada de cobertura (Tabela 2), nota-se que 31,25% dos genótipos

Tabela 2. Médias dos caracteres agronômicos avaliados em 48 genótipos de milho em resposta a adubação nitrogenada de cobertura (N) e inoculação com *A. brasilense* (AZOS) em milho, durante a segunda safra 2017 em Jaboticabal/SP.

G	PG		FM		FF		AP		AE		AC+QUE		ENF		FUS	
	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS
1	2,56 a	2,52 a	60,00 Bb	65,00 A	60,00 Bc	65,00 A	1,64 b	1,70 a	0,82 b	0,85 b	18,68	13,34	18,82 b	20,06 b	7,55	8,99 b
2	1,71 b	1,72 b	64,50 a	65,50	65,00 b	66,00	1,67 b	1,65 b	0,92 b	0,90 b	16,17	22,84	24,35 a	24,04 a	14,52	10,10 b
3	1,96 b	2,78 a	62,00 b	63,50	62,50 c	63,50	1,64 b	1,57 b	0,90 b	0,83 b	16,35	15,26	26,70 a	8,53 b	12,7	10,62 a
4	1,46 b	1,87 b	64,50 a	66,00	64,50 b	65,50	1,45 b	1,37 b	0,86 b	0,76 b	19,02	16,72	15,13 b	7,63 b	6,43	4,06 b
5	1,93 b	2,55 a	62,00 b	63,50	61,00 c	64,00	1,62 b	1,53 b	0,84 b	0,81 b	6,08	11,90	10,25 b	14,88 b	10,25	12,50 a
TEST A	3,11 a	3,34 a	65,00 a	64,50	63,50 b	65,00	1,80 a	1,94 a	0,99 a	1,12 a	10,27	8,33	12,65 b	9,26 b	14,14	7,41 b
7	1,61 b	1,68 b	64,50 a	64,50	64,00 b	63,50	1,59 b	1,53 b	0,84 b	0,86 b	12,96	19,91	31,48 a	37,27 a	7,41	12,04 a
8	2,13 a	2,92 a	61,00 b	61,50	59,50 c	61,00	1,63 b	1,69 a	0,89 b	0,94 b	14,04	6,79	24,69 a	13,81 b	8,74	8,69 b
TEST B	3,34 a	3,76 a	62,50 b	63,00	61,50 c	62,50	1,84 a	1,81 a	1,03 a	1,07 a	1,85	6,52	0,00 b	0,00 b	5,88	4,03 b
10	2,56 a	2,58 a	60,00 b	62,50	60,00 c	61,00	1,73 a	1,67 b	0,86 b	0,85 b	9,17	8,17	15,83 b	19,55 b	9,58	10,10 b
11	1,63 b	2,03 b	62,50 b	64,50	64,00 b	65,50	1,53 b	1,49 b	0,83 b	0,73 b	10,51	2,00	10,77 b	16,42 b	7,18	14,33 a
12	2,79 a	2,66 a	61,00 b	65,00	60,00 c	64,00	1,81 a	1,81 a	1,02 a	0,92 b	18,41	9,47	8,29 b	11,11 b	6,67	7,55 b
13	1,86 b	1,93 b	63,00 b	62,00	61,50 c	61,00	1,74 a	1,74 a	0,94 a	0,92 b	15,44	13,92	7,97 b	26,28 a	12,13	11,45 b
14	2,36 a	2,62 a	61,50 b	64,00	59,00 c	62,00	1,67 b	1,64 b	0,87 b	0,83 b	17,96	20,94	21,77 a	10,47 b	11,06	14,96 a
15	1,73 b	2,43 a	65,50 a	65,00	63,00 b	64,00	1,65 b	1,66 b	0,97 a	0,90 b	12,88	12,06	21,36 a	28,90 a	13,48	12,84 a
16	2,19 a	2,49 a	63,50 b	62,50	59,50 c	62,50	1,83 a	1,74 a	0,95 a	0,91 b	19,48	22,58	31,80 a	36,06 a	14,43	10,76 b
17	1,55 b	1,57 b	62,50 b	63,50	59,50 c	61,50	1,80 a	1,89 a	0,96 a	1,03 a	19,69	20,83	34,07 a	33,33 a	16,76 B	4,17 Ab
18	1,95 b	2,35 b	66,00 a	63,00	61,50 c	62,00	1,56 Bb	1,76 Aa	0,82 Bb	0,99 Aa	16,79	18,59	28,81 a	26,42 a	17,16 B	5,63 Ab
19	1,62 b	2,01 b	64,00 a	63,00	60,50 c	64,50	1,69 a	1,60 b	0,90 b	0,82 b	10,09	11,07	35,64 a	24,31 a	10,09	11,07 b
20	1,86 b	1,92 b	63,00 b	62,50	61,00 c	62,50	1,76 a	1,71 a	0,86 b	0,87 b	15,62	18,15	33,08 a	36,31 a	13,77	15,48 a
21	1,37 b	2,24 b	67,00 a	63,00	62,50 c	63,50	1,63 b	1,53 b	0,91 b	0,83 b	24,83	27,74	42,39 a	35,64 a	12,29	19,41 a
22	0,87 b	1,56 b	67,50 a	65,00	69,50 a	66,00	1,55 b	1,63 b	0,92 b	1,00 a	26,32	27,39	46,89 a	39,74 a	13,66	8,52 b
23	1,27 b	2,02 b	66,00 a	63,50	64,50 b	64,50	1,58 b	1,59 b	0,87 b	0,97 a	12,90	14,91	49,59 a	32,87 a	15,17	13,70 a
24	2,16 a	2,65 a	63,00 b	62,00	65,00 b	64,50	1,76 a	1,81 a	0,94 a	0,98 a	18,10	13,70	26,19 b	12,41 b	13,81	14,26 a
25	1,15 b	2,04 b	66,50 a	64,00	70,00 Aa	65,00 B	1,71 a	1,68 a	0,96 a	0,92 b	25,43	24,04	48,08 a	40,96 a	16,88	9,42 b

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não se diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. N: fornecimento de adubação nitrogenada; AZOS: fornecimento de *Azospirillum brasilense*; PG: produtividade de grãos (t.ha⁻¹); FM: florescimento masculino (dias); FF: florescimento feminino (dias); AP: altura de planta (m); AE: altura de espiga (m); AC+QUE: acamamento e quebraamento de plantas (%); ENF: enfezamento (%); FUS: *Fusarium* spp. (%).

Continua...

G	PG		FM		FF		AP		AE		AC+QUE		ENF		FUS	
	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS
26	1,8 b	2,17 b	61,50 b	63,00	60,50 c	65,00	1,65 b	1,71 a	0,89 b	0,92 b	31,00	32,44	43,88 a	40,64 a	12,25	22,95 a
27	2,03 Bb	3,11 Aa	61,50 b	63,00	60,00 c	61,50	1,69 a	1,66 b	0,84 b	0,87 b	27,38	29,17	42,26 a	40,18 a	14,88	20,24 a
28	1,99 b	2,44 a	62,50 b	63,50	61,00 c	62,50	1,62 b	1,60 b	0,87 b	0,95 a	42,36	41,71	19,46 b	45,32 a	5,30	15,64 a
29	1,89 b	2,09 b	62,00 b	61,50	60,50 c	62,00	1,73 a	1,61 b	0,93 b	0,92 b	25,76	26,88	32,95 a	35,38 a	15,15	8,89 b
30	2,35 a	2,61 a	63,00 b	63,50	61,50 c	63,50	1,74 a	1,69 a	0,89 b	0,96 a	17,69	17,56	22,13 b	18,75 b	15,51 B	6,55 Ab
31	2,30 a	2,78 a	65,00 a	64,00	62,50 c	64,00	1,69 a	1,62 b	0,84 b	0,83 b	26,28	25,18	34,98 a	27,54 a	10,97	12,68 a
32	1,91 b	2,66 a	64,50 a	63,50	64,00 b	64,50	1,78 Aa	1,58 Bb	0,92 Ab	0,74 Bb	11,52	13,34	29,35 a	26,68 a	15,36	20,06 a
33	2,32 a	2,51 a	64,50 a	65,50	61,50 c	64,00	1,69 a	1,59 b	0,88 b	0,90 b	17,11	16,71	34,37 a	30,29 a	15,41	13,57 a
34	1,60 Bb	2,79 Aa	63,00 b	61,50	59,50 c	61,50	1,77 a	1,63 b	0,95 a	0,90 b	23,60	23,91	31,29 a	18,55 b	10,31	10,82 b
35	2,17 a	2,98 a	62,50 b	61,00	62,00 c	62,00	1,58 b	1,59 b	0,80 b	0,83 b	15,97	12,37	15,41 b	12,79 b	13,59	16,50 a
36	2,00 b	2,23 b	65,50 a	62,50	64,50 b	65,00	1,65 b	1,59 b	0,85 b	0,91 b	14,29	16,82	19,64 a	14,19 b	7,14	10,62 b
37	1,86 b	2,16 b	65,00 a	63,50	63,00 b	63,50	1,74 a	1,56 b	0,98 a	0,87 b	22,22	17,39	32,46 a	37,63 a	13,60	12,29 a
38	1,83 b	1,96 b	59,00 Bb	63,50 A	59,00 c	63,50	1,67 b	1,56 b	0,87 b	0,86 b	12,00	13,25	16,00 b	19,02 b	12,00	18,80 a
39	1,97 b	2,05 b	64,50 a	62,50	65,00 b	64,00	1,79 a	1,76 a	1,06 a	0,96 a	14,00	17,50	38,71 a	19,64 b	11,88	19,64 a
40	2,06 b	1,75 b	63,50 b	64,50	62,00 c	64,50	1,63 b	1,67 b	0,82 b	0,86 b	6,55	6,07	29,64 a	20,31 a	17,09	9,97 b
41	2,26 a	2,60 a	65,50 a	64,00	62,00 c	62,50	1,67 b	1,72 a	0,89 b	0,90 b	13,38	10,76	21,38 b	23,90 a	22,50	19,52 a
42	1,58 b	1,89 b	65,00 a	63,00	63,50 b	64,00	1,66 b	1,69 a	0,82 b	0,85 b	15,79	13,04	33,82 a	28,04 a	15,39	20,87 a
43	1,60 b	2,34 b	66,50 a	63,00	66,00 b	63,50	1,52 b	1,64 b	0,79 b	0,89 b	17,92	16,35	40,60 a	27,69 a	12,66	13,27 a
44	3,15 a	2,59 a	62,50 b	63,00	60,00 c	60,50	1,70 a	1,72 a	0,88 b	0,94 b	6,34	6,17	25,54 a	45,25 a	10,60	12,33 a
45	1,92 b	2,23 b	61,50 b	62,00	59,50 c	63,00	1,64 b	1,67 b	0,84 b	0,87 b	13,14	14,58	34,29 a	29,17 a	5,57	14,58 a
46	1,79 b	2,33 b	64,50 a	62,00	62,00 c	61,00	1,72 a	1,65 b	0,89 b	0,90 b	9,38	10,00	23,96 a	27,50 a	13,54	12,50 b
47	1,45 b	2,13 b	63,00 b	62,00	61,00 c	63,00	1,61 b	1,60 b	0,82 b	0,87 b	16,87	17,49	34,63 a	37,77 a	14,32	18,14 a
48	1,12 b	1,62 b	63,00 b	63,50	64,00 b	64,50	1,47 b	1,58 b	0,81 b	0,86 b	23,82	19,86	44,66 a	36,07 a	12,68	9,57 b
Médias	1,94 B	2,34 A	63,49 A	63,35 A	62,23 B	63,40 A	1,67 A	1,66 A	0,89 A	0,90 A	16,95 A	16,79 A	27,66 A	25,60 A	12,28 A	12,50 A

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não se diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. N: fornecimento de adubação nitrogenada; AZOS: fornecimento de *Azospirillum brasilense*; PG: produtividade de grãos (t.ha⁻¹); FM: florescimento masculino (dias); FF: florescimento feminino (dias); AP: altura de planta (m); AE: altura de espiga (m); AC+QUE: acamamento e quebramento de plantas (%); ENF: enfezamento (%); FUS: *Fusarium* spp. (%).

foram superiores aos demais para a produtividade de grãos. O mesmo é apresentado na inoculação com *A. brasilense*, em que 45,83% dos genótipos se diferiram dos demais quanto a sua resposta a inoculação. Dentro das duas formas de fornecimento de N, observamos que houve diferença significativa quanto às respostas de cada genótipo, indicando que a produtividade é uma característica influenciada pelas diferentes formas de fornecimento química e biológica para as plantas.

Para o florescimento masculino, os genótipos 1 e 38 apresentaram diferença significativa entre os dois fornecimentos de N (Tabela 2), onde ambos os genótipos no fornecimento de *A. brasilense* exibiram florescimento mais tardios, com 65 e 63,50 dias respectivamente, apresentando diferença de 5 dias de ciclo sob adubação química com ureia. Tal fato possivelmente pode ter sido influenciado pela inoculação durante o período vegetativo, fazendo com que o ciclo fosse maior. Na comparação do florescimento masculino, aproximadamente 44% dos genótipos se diferiram significativamente dos demais para a adubação nitrogenada de cobertura, apontando desempenhos distintos em seu florescimento. Sob o fornecimento de inoculação com *A. brasilense*, não foi verificada diferença significativa em sua resposta, apresentando desempenho similar entre os 48 genótipos.

No florescimento feminino, os genótipos 1 e 25 apresentaram diferença significativa em seu desempenho entre os fornecimentos de N, uma vez que o genótipo 1 exibiu florescimento mais tardio em 65 dias sob inoculação de *A. brasilense*, e o genótipo 25 dentro do fornecimento com adubação nitrogenada de cobertura apresentou tardiamente em 70 dias, em ambos os genótipos a diferença apresentada entre os fornecimento de N foi de 5 dias (Tabela 2). O conhecimento do período de dias para o florescimento feminino e masculino é importante para a cultura do milho, pois pesquisas indicam que o intervalo de dias entre os florescimentos é correlacionado com genótipos tolerantes à seca. Dessa forma, quanto mais baixo esse intervalo de florescimento, mais tolerante ao déficit hídrico será o genótipo (ADEBAYO et al., 2014).

Para a altura de plantas e altura de espigas, nota-se diferença significativa dos genótipos entre os fornecimentos de N, em que o genótipo 18 apresenta acréscimo de 0,20 m tanto para altura de planta quanto inserção de espiga quando inoculado com *A. brasilense*, indicando responsividade à bactéria diazotrófica aplicada ao solo para esses atributos (Tabela 2). Efeitos favoráveis proporcionados pelas bactérias podem ter ocorrido devido as modificações no sistema radicular das plantas de milho inoculadas, ocasionando melhora no crescimento das plantas e na absorção de água e nutrientes (BASHAN; DE-

BASHAN, 2010), evidenciando os ganhos ocorridos de estatura. Por outro lado, o genótipo 32 apresentou acréscimo de 0,20 m para altura de plantas e altura de espigas quando fornecido a areia como adubação de cobertura (Tabela 2), mostrando que o genótipo obteve maior resposta à adubação com ureia quanto a estatura da plantas, corroborando com os resultados encontrado por Vogel et al. (2013), em que as plantas de milho bem nutridas em N apresentam maior capacidade de sintetizar carboidratos durante a fotossíntese, ocasionando maior crescimento.

Se levarmos em conta que as plantas que receberam apenas a inoculação com *A. brasilense* obtiveram o mesmo acréscimo na estatura das plantas e na inserção de espigas em comparação as plantas que receberam a adubação nitrogenada de cobertura, pode-se considerar que são responsivas ao uso da bactéria, já que a resposta para esse caráter foi semelhante entre os diferentes fornecimentos de N, podendo trazer redução do custo final de produção e menor impacto ambiental.

Analisando o fornecimento com adubação via ureia para altura de plantas, é visto que 45,83% dos genótipos apresentaram diferenças significativas aos demais em sua resposta. Para o fornecimento de *A. brasilense* também se nota diferença significativa para 37,50% dos genótipos, os quais foram significativamente mais responsivos à inoculação para esta variável. O mesmo é apresentado para altura de espigas, em que 25 e 20,83% dos genótipos foram significativamente mais responsivos, dentro do fornecimento com adubação de cobertura e inoculação com *A. brasilense*, respectivamente.

Em relação à incidência dos caracteres de acamamento + quebramento e enfezamento, não houve diferença significativa dos genótipos quanto à inoculação e adubação nitrogenada de cobertura, indicando que todos genótipos se comportaram de maneira semelhante. Para enfezamento foi apresentada diferença significativa quando se compara todos os 48 genótipos dentro de cada fornecimento de N, com 68,75 e 62,50% dos genótipos mais responsivos sob adubação com ureia e inoculação, respectivamente (Tabela 2). O genótipo TEST B não apresentou infestação da doença em ambos os ambientes, evidenciando possível tolerância a transmissão do vetor (cigarrinha - *Daubulus maidis*), mantendo-se o bom desenvolvimento e sanidade das plantas dessas parcelas, assim como sua produtividade.

Comparando-se a incidência de *Fusarium* spp entre os dois fornecimentos de N, notou-se diferença significativa para os genótipos 17, 18 e 30, os quais apresentaram maior tolerância com a inoculação de *A. brasilense*. Esse benefício pode ser decorrente da melhor responsividade à inoculação das plantas, possivelmente por sistemas radiculares mais

desenvolvidos e com maior capacidade de absorção de nutrientes, refletindo-se em plantas mais bem nutridas e sadias. Para o mesmo caráter não foi apresentada diferença significativa para os genótipos quando fornecido a adubação nitrogenada como fonte de N, apontando que todos se comportaram de forma similar, já quando é fornecido N por meio biológico através da inoculação, foi exibida diferença significativa para 54,16% dos genótipos, destacando uma possível resposta da inoculação com a bactéria.

Por componentes principais (CP) foram avaliados a distribuição dos genótipos para cada fornecimento de N. Para o sistema onde feito a adubação nitrogenada de cobertura com ureia, os dois primeiros CPs apresentaram 55,58% da variabilidade original dos dados (31,64% em CP1 e 23,94% em CP2), enquanto que para o fornecimento biológico através da inoculação com *A. brasilense*, a explicação foi de 54,89% da variabilidade original dos dados (29,12% em CP1 e 25,77% em CP2) (Figuras 3 e 4).

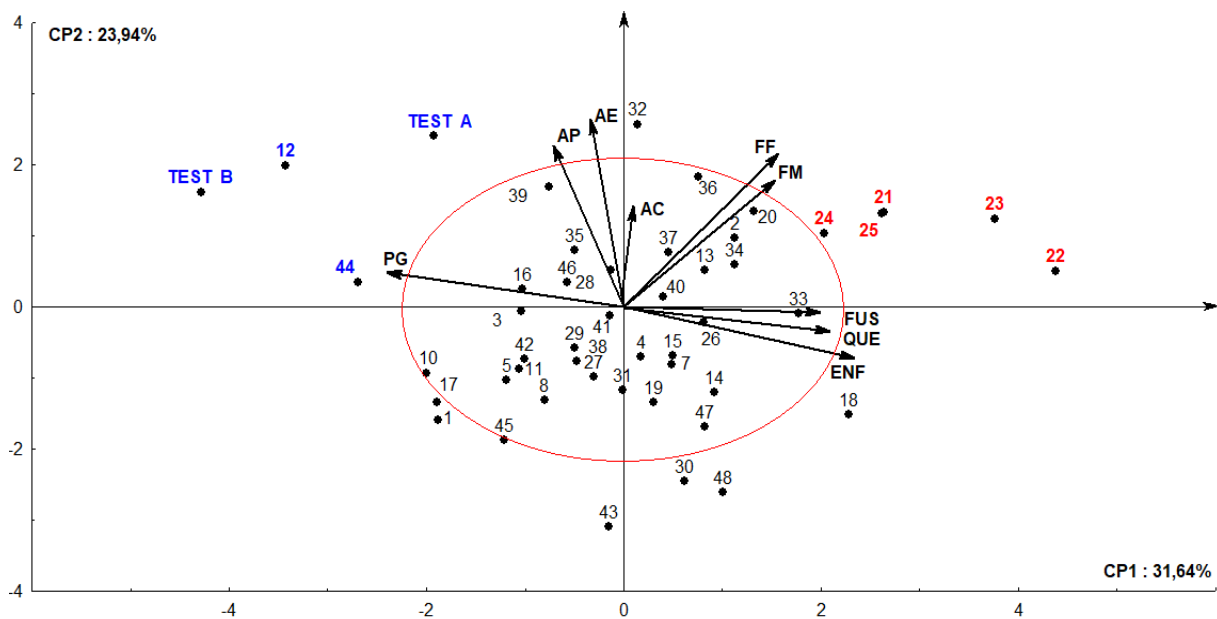


Figura 3. Gráfico *biplot* com a dispersão de 48 genótipos no fornecimento de adubação nitrogenada de cobertura em milho, durante a segunda safra 2017 em Jaboticabal/SP.

PG: Produtividade de grãos; AP: altura de plantas; AE: altura de espiga; FM: florescimento masculino; FF: florescimento feminino; AC: acamamento de plantas; QUE: quebraimento de plantas; ENF: enfezamento; FUS: *Fusarium* spp.

Para a adubação nitrogenada de cobertura (Figura 3), observa-se que os genótipos TEST A, TESTE B, 12 e 44 foram discriminados pelas variáveis produtividade de grãos, altura de plantas e altura de espigas e verificou-se que a TEST B foi a mais produtiva, com

elevados valores de altura de plantas e altura de espigas, apresentando também os menores valores para os caracteres acamamento + quebramento, enfezamento e *Fusarium* spp.

O genótipo 44 apresentou a segunda maior produtividade, porém com valores elevados para enfezamento e *Fusarium* spp, o que indica problemas no desenvolvimento da planta e na qualidade do grão. Por sua vez, os genótipos 43 e 48 apresentaram altos valores de florescimento masculino, feminino e enfezamento, com valores baixos para produtividade de grãos, altura de plantas e altura de espigas, sendo estes genótipos possivelmente descartados em programas de melhoramento para esta condição. O mesmo foi apresentado pelos genótipos 1, 18 e 30, porém eles tiveram uma produtividade considerada acima da média geral e com altos valores para acamamento, quebramento, enfezamento e *Fusarium* spp. O genótipo 32 foi discriminado pelo caráter de altura de plantas e altura de espigas, apresentando diferença significativa entre as formas de fornecimento de N para essas variáveis, e com valores acima da média geral para produtividade de grãos, enfezamento e *Fusarium* spp.

Nota-se do lado positivo do eixo x da Figura 3, que os genótipos 21, 22, 23, 24 e 25 foram discriminados pelas menores produtividades, podendo ser explicado pela alta porcentagem nos caracteres de acamamento, quebramento, enfezamento e *Fusarium* spp, que afetam diretamente a produtividade final, além de apresentarem os ciclos mais longos de florescimentos.

Quando fornecido a inoculação com *A. brasilense* (Figura 4), observa-se do lado negativo do eixo x que os genótipos TEST A, TEST B, 27 e 35 foram caracterizados pelas variáveis produtividade de grãos, altura de plantas e altura de espigas, corroborando com os resultados apresentados na Tabela 2, sendo constatado que a TEST B foi o mais produtivo e com valores acima da média para altura de plantas e altura de espigas. Além disso, apresenta os menores índices para acamamento, quebramento, enfezamento e *Fusarium* spp.

Os genótipos TEST A, 35 e 27 também se destacam pelas elevadas produtividades, com os maiores valores para altura de plantas e altura de espigas, além de uma boa sanidade das plantas. O genótipo 43 demonstrou menor valor para produtividade de grãos, altura de plantas e altura de espigas e altos índices para acamamento, quebramento, enfezamento e *Fusarium* spp em relação aos genótipos presentes do lado esquerdo superior do gráfico (Figura 4).

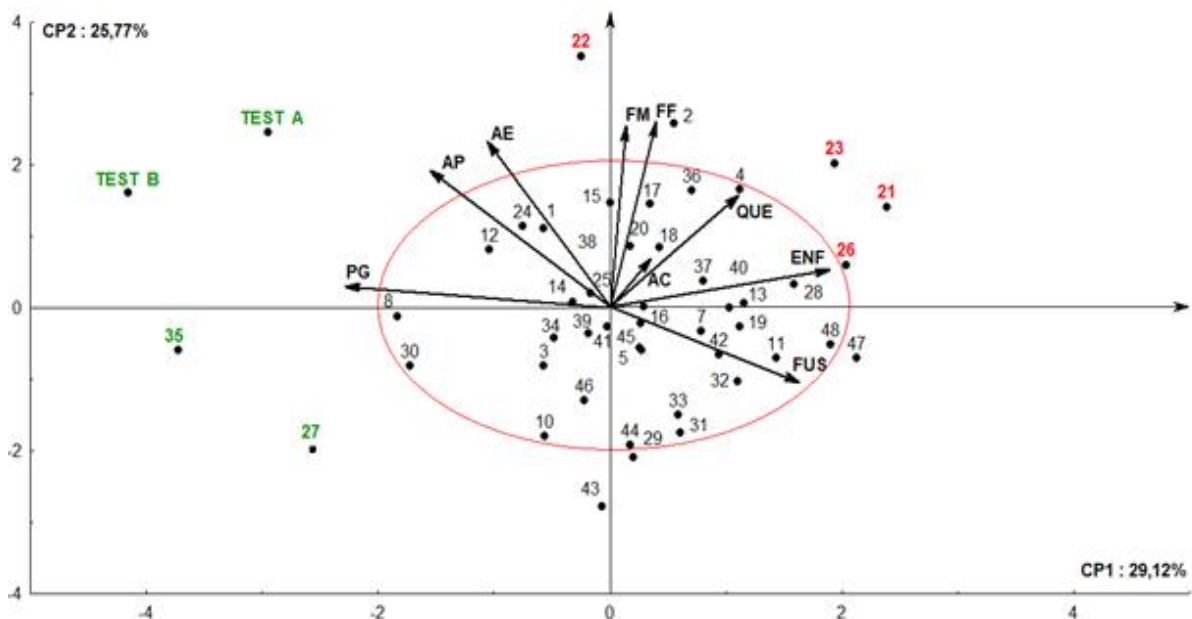


Figura 4. Gráfico *biplot* com a dispersão de 48 genótipos no fornecimento a inoculação via solo de *A. brasilense* em milho, durante a segunda safra 2017 em Jaboticabal/SP.

PG: Produtividade de grãos; AP: altura de plantas; AE: altura de espiga; FM: florescimento masculino; FF: florescimento feminino; AC: acamamento de plantas; QUE: quebramento de plantas; ENF: enfezamento; FUS: *Fusarium* spp.

O genótipo 2 apresentou baixa produtividade de grãos em relação aos genótipos supracitados, apresentando florescimentos tardios, além de valores acima da média para acamamento e quebramento. O mesmo foi apresentado pelo genótipo 47, indicando também valores acima da média para a presença de enfezamento e *Fusarium* spp. O genótipo 22 apresentou alto valor de altura de espigas e baixa presença de *Fusarium* spp, porém exibiu altos valores para acamamento, quebramento e enfezamento indicando florescimentos mais tardios, além de apontar o menor valor para produtividade de grãos (Figura 4).

Nota-se em destaque no lado positivo do eixo x do gráfico *biplot* (Figura 4) os genótipos 21, 23 e 26, situando-se no sentido oposto dos demais, sendo observados na Tabela 2, indicando baixa produtividade de grãos e altos valores de acamamento e quebramento, além de alta incidência de enfezamento e *Fusarium* spp, caracteres esses que afetam diretamente o desenvolvimento das plantas e sua produtividade, indicando possivelmente que esses genótipos apresentaram as menores respostas com a inoculação de *A. brasilense* relacionado aos resultados apresentados.

4.2 Primeira safra (safra de verão)

Observando os resultados da análise de variância, nota-se que a fonte de variação fornecimento de N apresentou diferença significativa para produtividade de grãos, florescimento masculino e feminino, além de acamamento + quebramento. Em relação à fonte de variação genótipo, verificou-se que estes diferiram significativamente entre si para todos os caracteres agronômicos. Não foi apresentada interação GEN x FORN (genótipo x fornecimento de N), indicando que os genótipos não diferiram em seus caracteres agronômicos quanto as diferentes formas de fornecimento de N trabalhados (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância fatorial simples dos 48 genótipos de milho em resposta à adubação nitrogenada de cobertura e inoculação com *A. brasilense* em milho, durante a primeira safra 2017/2018 em Jaboticabal/SP.

FV	QM						
	GL	PG	FM	FF	AP	AE	AC+QUE
FORN	1	2,69**	285,19**	374,08**	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	224,66**
GEN	47	0,31**	13,83**	12,62**	0,03**	0,01**	62,84**
GEN*FORN	47	0,04 ^{ns}	4,36 ^{ns}	4,82 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	34,75 ^{ns}
Média	-	1,42	65,48	65,73	1,67	0,91	12,13
CV	-	14,96	3,00	3,34	5,51	8,52	43,11

*Significativo a 5%; **Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. FV: fonte de variação; QM: quadrado médio; FORN: fornecimento de nitrogênio; GEN: genótipo; GEN*FORN: interação genótipo*fornecimento de N. CV: coeficiente de variação (%); ns: não significativo; PG: produtividade de grãos (t.ha⁻¹); FM: florescimento masculino (dias); FF: florescimento feminino (dias); AP: altura de planta (m); AE: altura de espiga (m); AC+QUE: acamamento e quebramento de plantas (%).

Avaliando os genótipos dentro dos dois sistemas de fornecimento de N, observa-se média geral para produtividade de grãos de 1,42 t.ha⁻¹ (Tabela 3), onde a média do genótipo TEST B destacou-se com o maior valor em 2,70 t ha⁻¹, valor esse que pode ser explicado pelo baixo índice de acamamento + quebramento, apresentado por esse genótipo. Nesse mesmo contexto, os genótipos 18, 19 e 46 apresentaram as menores classificações com aspecto a produtividade de grãos, com médias de 1,01; 1,03 e 1,04 t.ha⁻¹ respectivamente, podendo estar ligado com variáveis de acamamento + quebramento acima da média.

Quando observamos o desempenho dos genótipos entre as duas formas de fornecimento de N para a produtividade de grãos, os genótipos 12, 35, 38, 39, 42, 43, e 47

apresentaram diferença significativa, apontando comportamento diferente quando feito inoculação com *A. brasilense* em comparação com a adubação nitrogenada de cobertura. Os resultados desses genótipos foram positivos para a inoculação, com aumentos de produtividades em 0,60; 0,44; 0,61; 0,51; 0,55; 0,46 e 0,77 t ha⁻¹, respectivamente (Tabela 4). Resultados semelhantes a esse foram encontrados por Andrade et al. (2016), onde se obteve ganhos em produtividade de grãos quando utilizado a inoculação em plantas de milho.

Quando analisamos os 48 genótipos dentro do fornecimento de adubação nitrogenada de cobertura, nota-se que apenas 2,20% dos genótipos se desempenharam de maneira diferente dos demais para produtividade de grãos (Tabela 4). Para o fornecimento de inoculação com *A. brasilense* é apresentado diferença quanto ao desempenho em 42% dos genótipos, onde se diferem dos outros quanto a sua resposta a inoculação (Tabela 4). Para as duas formas de fornecimento de N foi apresentado diferença significativa nas respectivas respostas de cada genótipo, apresentando assim que o fator produtividade é uma característica muito influenciada pelo fornecimento de nitrogênio as plantas, onde se obteve maiores valores de produtividade de grãos em genótipos inoculados com *A. brasilense*.

Avaliando-se o florescimento masculino, os genótipos não apresentaram diferença significativa entre os sistemas de adubação nitrogenada de cobertura e inoculação com *A. brasilense*. Já na comparação dos genótipos dentro do fornecimento com adubação nitrogenada de cobertura, aproximadamente 65% se diferiram significativamente dos demais, apontando ciclos diferentes em seu florescimento. O mesmo é visto quando utilizado a inoculação de *A. brasilense* via solo, onde 48% dos genótipos demonstraram diferença significativa quanto a resposta ao ciclo de seu florescimento (Tabela 4).

Para o florescimento feminino, é visto que 23% dos genótipos apresentaram diferença significativa em seu desempenho entre os dois fornecimentos de N, exibindo médias de ciclos de florescimento entre 66 e 69,5 dias. Assim são mais tardios quando é feito a adubação nitrogenada de cobertura, com médias de 4,5 à 7 dias em comparação com os genótipos quando feito a inoculação. Quando analisamos os 48 genótipos dentro do fornecimento de adubação nitrogenada é visto que 56% do total apresenta diferença significativa entre si. Para o fornecimento de inoculação com *A. brasilense* 40% dos genótipos demonstram diferença significativa entre si, apontando possível efeito da bactéria em alguns genótipos (Tabela 4).

Observando os resultados obtidos para altura de plantas e altura de espigas, é visto que, semelhante a primeira safra os genótipos 18 e 32 repetem seu desempenho exibindo diferença significativa durante a segunda safra. O genótipo 18 exibe acréscimo de 0,23 e 0,19 m em seu porte de planta e inserção de espiga, respectivamente, quando feito a inoculação com *A. brasilense* (Tabela 4). Isso indica novamente, que o genótipo seja possivelmente responsivo a inoculação com a bactéria diazotrófica aplicada ao solo, resultado esse que pode ser evidenciado por um maior crescimento e desenvolvimento das raízes das plantas, refletindo em uma melhor absorção e aproveitamento de água e nutrientes presentes no solo. Por outro lado, o genótipo 32 apresentou acréscimo de 0,16 m somente para altura de espigas, exibindo maior capacidade de resposta quando feito a adubação nitrogenada de cobertura (Tabela 4).

Ainda na tabela 4 para altura de planta, é visto que 46% dos genótipos apresentaram diferença significativa entre si dentro do fornecimento de N quando utilizado ureia via cobertura de solo. Também é apresentada diferença significativa em 38% dos genótipos quando se utiliza a inoculação de *A. brasilense* no solo, confirmando o resultado na primeira e segunda safra com genótipos responsivos a aplicação dessa bactéria via solo. Para a altura de espigas não é demonstrado diferença significativa entre os genótipos em função dos dois fornecimentos de N disponibilizados.

Para as variáveis acamamento + quebramento é exibido diferença significativa em sua incidência quando se utiliza a inoculação com *A. brasilense*, sendo os genótipos 2, 10, 12 e 47 apresentando índices de 10,03; 14,18; 5,95 e 7,96% respectivamente, em comparativo com a adubação nitrogenada de cobertura com índices superiores para essa variável em 25,09; 26,18; 22,36 e 21,92% respectivamente (Tabela 4). Resultados semelhantes foram encontrados por Bashan e De-Bashan. (2010) e Taiz e Zeiger. (2013), encontrando efeito positivo da inoculação com a bactéria e seu potencial de fornecer enzimas de crescimento ao sistema radicular da planta. Isso gera nas plantas maior desenvolvido das raízes, podendo absorver mais água e nutrientes do solo, suprimindo melhor as demandas nutricionais da planta e, conseqüentemente podendo resultar em plantas mais vigorosas e resistentes ao acamamento e o quebramento.

Ainda para a mesma variável, comparando os 48 genótipos dentro de cada fornecimento de N, é apresentado diferença significativa em 33% dos genótipos apenas quando utilizado a adubação nitrogenada de cobertura como fornecimento N, diferenciando-se entre si quanto a sua resposta.

Tabela 4. Médias dos caracteres agrônômicos avaliados em 48 genótipos de milho em resposta a adubação nitrogenada de cobertura (N) e inoculação com *A. brasilense* (AZOS) em milho, durante a primeira safra 2017/2018 em Jaboticabal/SP.

G	PG		FM		FF		AP		AE		AC+QUE	
	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS
1	1,33 c	1,51 c	64,00 b	63,00 b	64,50 b	64,00 b	1,63 b	1,72 a	0,83	0,87	13,46 b	7,39
2	0,97 c	1,37 c	67,50 a	62,50 b	69,00 a	65,00 a	1,66 b	1,67 b	0,93	0,93	25,09 Ba	10,03 A
3	1,31 c	1,50 c	68,00 a	68,00 a	66,50 b	65,00 a	1,63 b	1,59 b	0,91	0,85	12,57 b	15,34
4	1,16 c	1,22 c	68,00 a	69,50 a	67,50 a	69,00 a	1,45 b	1,39 b	0,88	0,79	10,82 b	11,21
5	1,03 c	1,14 c	69,00 a	68,00 a	69,00 a	68,00 a	1,61 b	1,54 b	0,85	0,84	19,11 a	12,96
TEST A	1,87 b	2,04 b	66,50 a	64,50 a	64,50 b	66,00 a	1,79 a	1,96 a	1,00	1,15	11,59 b	4,78
7	1,52 c	1,94 b	65,50 b	61,50 b	67,50 Aa	61,50 Bb	1,58 b	1,55 b	0,85	0,88	10,20 b	5,95
8	1,38 c	1,67 b	68,00 a	61,50 b	66,00 b	62,50 b	1,63 b	1,70 a	0,91	0,96	5,88 b	8,88
TEST B	2,61 a	2,79 a	65,50 b	63,50 b	68,00 Aa	62,00 Bb	1,82 a	1,83 a	1,05	1,10	3,44 b	3,28
10	1,11 c	1,46 c	68,50 a	64,50 a	67,50 a	64,00 b	1,72 a	1,68 b	0,88	0,88	26,18 Ba	14,18 A
11	1,18 c	1,55 c	66,00 b	61,00 b	67,00 Aa	61,00 Bb	1,53 b	1,51 b	0,84	0,75	17,16 a	11,59
12	1,10 Bc	1,70 Ab	67,00 a	60,50 b	68,50 Aa	61,00 Bb	1,80 a	1,82 a	1,04	0,95	22,36 Ba	5,95 A
13	1,71 b	1,97 b	61,50 b	61,00 b	62,50 b	62,00 b	1,73 a	1,75 a	0,96	0,95	8,82 b	7,50
14	1,25 c	1,51 c	66,50 a	63,00 b	67,50 a	63,50 b	1,67 b	1,66 b	0,88	0,86	11,71 b	8,38
15	0,98 c	1,38 c	68,00 a	63,50 b	68,00 a	66,00 a	1,64 b	1,67 b	0,98	0,92	18,41 a	9,69
16	1,27 c	1,54 c	65,50 b	65,00 a	66,00 b	65,00 a	1,82 a	1,76 a	0,96	0,94	16,96 a	13,30
17	1,44 c	1,59 b	66,50 a	64,00 b	64,00 b	63,00 b	1,79 a	1,91 a	0,97	1,06	15,33 a	9,59
18	1,02 c	1,01 c	69,00 a	65,50 a	69,50 a	66,50 a	1,55 Bb	1,78 Aa	0,83 Ba	1,02 A	16,90 a	16,07
19	1,05 c	1,02 c	69,00 a	65,50 a	70,00 a	68,50 a	1,69 a	1,62 b	0,91	0,85	12,47 b	17,84
20	1,12 c	1,05 c	65,50 b	67,50 a	68,50 a	68,50 a	1,76 a	1,73 a	0,88	0,90	18,49 a	17,45
21	1,25 c	1,62 b	68,50 a	67,00 a	68,50 Aa	61,50 Bb	1,62 b	1,55 b	0,93	0,86	14,10 b	15,35
22	1,25 c	1,67 b	68,50 a	63,50 b	69,50 a	66,00 a	1,54 b	1,65 b	0,94	1,03	5,40 b	8,17
23	1,40 c	1,61 b	64,50 b	65,50 a	66,50 b	65,50 a	1,58 b	1,60 b	0,88	0,99	8,04 b	11,74
24	1,53 c	1,37 c	67,00 a	65,00 a	64,50 b	63,50 b	1,75 a	1,83 a	0,96	1,00	7,94 b	16,44
25	1,34 c	1,28 c	69,00 a	67,50 a	69,50 a	67,00 a	1,70 a	1,70 a	0,97	0,95	9,82 b	14,09

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não se diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. N: fornecimento de adubação nitrogenada de cobertura; AZOS: fornecimento de *Azospirillum brasilense*; PG: produtividade de grãos (t.ha⁻¹); FM: florescimento masculino (dias); FF: florescimento feminino (dias); AP: altura de planta (m); AE: altura de espiga (m); AC+QUE: acamamento e quebra de plantas (%).

Continua...

G	PG		FM		FF		AP		AE		AC+QUE	
	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS	N	AZOS
26	1,33 c	1,64 b	68,00 a	63,50 b	66,50 b	64,00 b	1,64 b	1,73 a	0,90	0,94	8,85 b	9,21
27	1,45 c	1,28 c	68,00 a	66,00 a	64,50 b	64,00 b	1,68 a	1,67 b	0,86	0,90	6,63 b	16,36
28	1,26 c	1,36 c	66,50 a	65,00 a	66,50 Ab	62,00 Bb	1,62 b	1,61 b	0,89	0,97	8,12 b	13,17
29	1,33 c	1,50 c	69,50 a	68,50 a	66,50 b	63,00 b	1,73 a	1,62 b	0,94	0,94	6,23 b	14,96
30	1,29 c	1,63 b	68,50 a	66,00 a	70,00 a	68,00 a	1,73 a	1,71 a	0,90	0,98	11,62 b	12,75
31	1,29 c	1,55 c	66,50 a	66,50 a	67,00 a	66,00 a	1,68 a	1,63 b	0,80	0,85	10,32 b	10,23
32	1,61 c	1,67 b	67,00 a	64,50 a	67,50 a	64,50 b	1,77 a	1,59 b	0,93 A	0,77 B	8,53 b	10,56
33	1,39 c	1,33 c	62,50 b	61,50 b	65,00 b	64,00 b	1,69 a	1,61 b	0,90	0,93	10,82 b	10,32
34	1,15 c	1,38 c	68,00 a	67,50 a	67,50 a	64,00 b	1,76 a	1,64 b	0,96	0,93	20,06 a	19,44
35	1,45 Bc	1,89 Ab	63,50 b	61,50 b	65,50 b	61,50 b	1,57 b	1,60 b	0,82	0,85	11,04 a	8,82
36	1,57 c	1,96 b	66,50 a	63,00 b	62,50 b	61,00 b	1,64 b	1,61 b	0,87	0,93	14,37 b	13,19
37	1,09 c	1,43 c	69,00 a	63,00 b	69,50 Aa	64,00 Bb	1,73 a	1,57 b	0,99	0,90	9,93 b	5,83
38	1,12 Bc	1,73 Ab	64,50 b	63,50 b	66,50 b	65,50 a	1,67 b	1,57 b	0,88	0,89	15,19 a	6,17
39	1,20 Bc	1,71 Ab	68,00 a	62,50 b	69,50 Aa	63,00 Bb	1,79 a	1,77 a	1,07	0,99	15,25 a	6,55
40	1,27 c	1,46 c	65,50 b	61,50 b	66,00 Ab	61,50 Bb	1,62 b	1,68 b	0,84	0,89	8,13 b	7,51
41	1,39 c	1,50 c	65,00 b	63,00 b	66,00 b	64,50 b	1,66 b	1,73 a	0,90	0,93	7,99 b	9,00
42	1,04 Bc	1,59 Ab	65,50 b	61,00 b	69,00 Aa	62,00 Bb	1,65 b	1,70 a	0,83	0,88	9,07 b	8,20
43	1,33 Bc	1,79 Ab	63,00 b	62,50 b	64,50 b	64,00 b	1,52 b	1,66 b	0,80	0,92	14,29 b	6,68
44	1,27 c	1,39 c	66,00 b	65,50 b	68,50 a	66,00 a	1,69 a	1,74 a	0,90	0,96	9,83 b	9,65
45	1,03 c	1,15 c	68,00 a	64,00 b	69,50 Aa	64,50 Bb	1,64 b	1,69 b	0,85	0,89	25,73 a	16,89
46	1,01 c	1,07 c	70,00 a	65,00 a	70,00 a	67,00 a	1,72 a	1,67 b	0,91	0,92	24,06 a	18,75
47	1,17 Bc	1,94 Ab	63,00 b	62,50 b	65,50 b	62,50 b	1,60 b	1,62 b	0,83	0,89	21,92 Ba	7,96 A
48	1,19 c	1,34 c	67,00 a	65,50 a	68,50 a	66,00 a	1,46 b	1,60 b	0,83	0,89	13,93 b	11,01
Médias	1,30 B	1,54 A	66,70 A	64,26 B	67,13 A	64,33 B	1,66 A	1,67 A	0,90 A	0,92 A	13,21 B	11,05 A

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não se diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. N: fornecimento de adubação nitrogenada; AZOS: fornecimento de *Azospirillum brasilense*; PG: produtividade de grãos (t.ha⁻¹); FM: florescimento masculino (dias); FF: florescimento feminino (dias); AP: altura de planta (m); AE: altura de espiga (m); AC+QUE: acamamento e quebraamento de plantas (%).

Por componentes principais (CP) foram avaliados a distribuição dos genótipos para cada fornecimento de N. Para a adubação nitrogenada de cobertura, os dois primeiros CPs explicaram 66,54% da variabilidade original dos dados (26,99% em CP1 e 39,55% em CP2). Para a inoculação de *A. brasilense*, foram explicadas 70,67% da variabilidade original dos dados (26,02% em CP1 e 44,65% em CP2) (Figuras 5 e 6).

Analisando o fornecimento de adubação nitrogenada de cobertura (Figura 5), observa-se que os genótipos TEST A, TEST B, 13, 32 e 36 foram discriminados pelas variáveis produtividade de grãos, altura de plantas e altura de espigas, com uma ressalva para os dois últimos, que apresentaram maior distância dos demais devido a menor altura de plantas e espigas. Verificou-se que a TEST B apresentou a melhor produtividade, com altos valores de altura de planta e altura de espiga, respaldando nos menores índices de plantas acamadas e quebradas (Tabela 4).

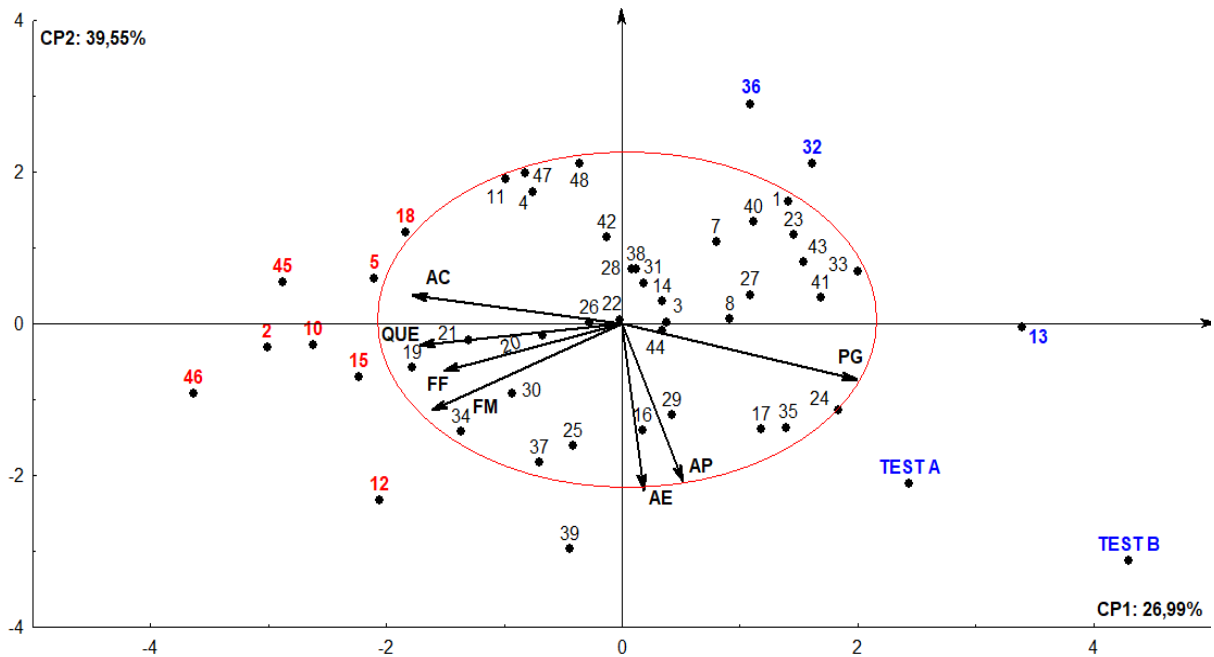


Figura 5. Gráfico *biplot* com a dispersão de 48 genótipos no fornecimento de adubação nitrogenada de cobertura em milho, durante a primeira safra 2017/2018 em Jaboticabal/SP.

PG: Produtividade de grãos; AP: altura de plantas; AE: altura de espiga; FM: florescimento masculino; FF: florescimento feminino; AC: acamamento de plantas; QUE: quebramento de plantas.

Os genótipos TEST A e 13 apresentaram a segunda e terceira maiores produtividades, além do índice acima da média geral para as variáveis altura de planta e altura de espiga. Já no lado negativo do eixo x, o genótipo 39 foi discriminado pelas

variáveis de florescimento masculino e feminino tardios, elevada inserção de espiga, acamamento e quebramento acima da média, afetando sua produtividade com baixa produtividade de grãos.

Ainda no lado negativo do eixo x da Figura 5, nota-se que fora da elipse os genótipos 2, 5, 10, 12, 15, 18, 45 e 46 vão ao sentido contrário dos demais, onde com auxílio da Tabela 4 é visto que esse grupo de genótipos apresentaram as menores produtividades de grãos, com florescimento masculino e feminino tardio e estando diretamente ligado com alto índice de plantas acamadas e quebradas, o que reflete na baixa produtividade.

Na construção do gráfico *biplot* (Figura 6) para o fornecimento de *A. brasilense*, é visto no lado positivo do eixo x que os genótipos TEST A, TEST B, 7, 12, 13, 17, 35 e 47 foram caracterizados pelos maiores valores das variáveis produtividade de grãos, altura de plantas e altura de espigas e observando os resultados apresentados na Tabela 4, identifica-se que semelhante a segunda safra 2017 a TEST B foi o mais produtivo, com valores acima da média para altura de plantas e altura de espigas, demonstrando também os menores índices para acamamento e quebramento, enfatizando que durante as duas safras realizadas as plantas apresentaram um excelente vigor e sanidade com a inoculação da bactéria refletindo assim em sua produtividade final.

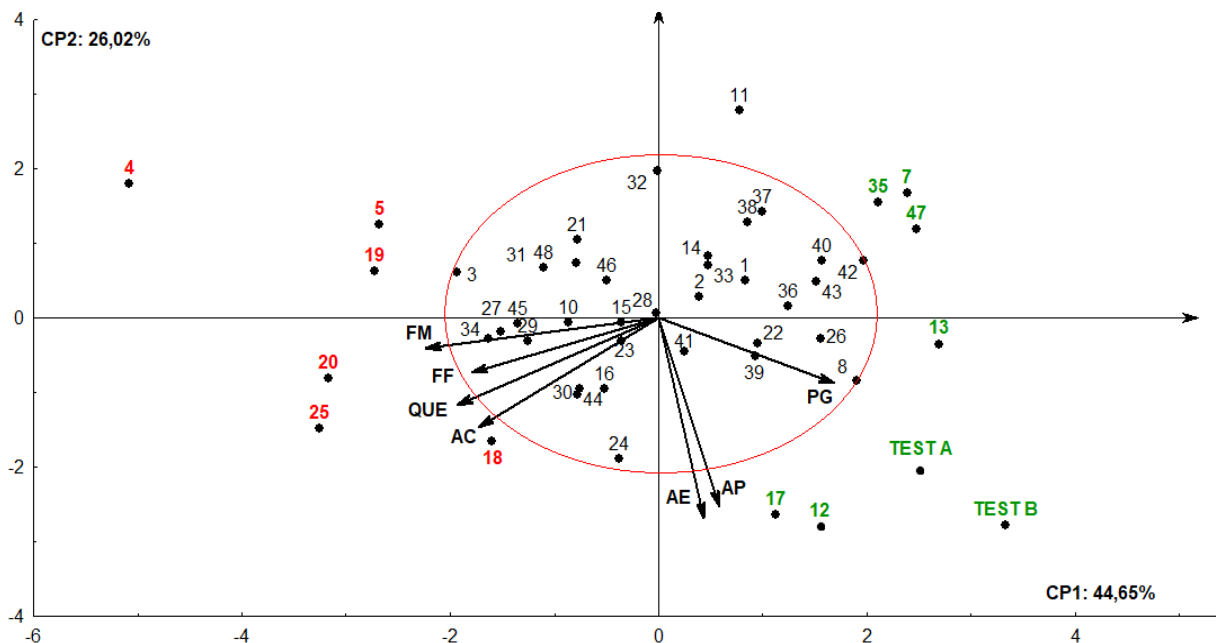


Figura 6. Gráfico *biplot* com a dispersão de 48 genótipos no fornecimento a inoculação via solo de *A. brasilense* em milho, durante a primeira safra 2017/2018 em Jaboticabal/SP.

PG: Produtividade de grãos; AP: altura de plantas; AE: altura de espiga; FM: florescimento masculino; FF: florescimento feminino; AC: acamamento de plantas; QUE: quebramento de plantas.

O genótipo TEST A se caracterizou como a segunda maior produtividade e os maiores valores para altura de planta e altura de espiga. Os genótipos 7, 13, 35 e 47 apresentaram boa produtividade acima da média geral, com baixos índices de plantas acamadas e quebradas em suas parcelas e um florescimento masculino e feminino mais precoce, porém é visto valores abaixo da média para os atributos de estatura em altura de plantas e altura de espigas. O mesmo é apresentado pelos genótipos 12 e 17 demonstrando bons resultados com os atributos de estatura de plantas, florescimentos precoces e baixo índice de planta acamadas e quebradas, porém não corresponderam em sua produtividade final, com valores inferiores que os demais (Figura 6).

Ainda no lado direito superior da Figura 6, é visto que o genótipo 11 foi influenciado por um florescimento masculino e feminino precoce, baixa estatura de suas plantas e inserção de espigas, com valor acima da média para acamamento e quebração de plantas em sua parcela, assim retratando em baixa produtividade de grãos em relação aos genótipos supracitados.

Observando no lado negativo do eixo x do gráfico *biplot* (Figura 6) os genótipos 4, 5, 18, 19, 20 e 25 estão no sentido contrário de todos os outros genótipos, onde é visto na Tabela 4, os menores valores em produtividade de grãos assim como para altura de plantas e altura de espigas, caracterizando com os florescimentos masculinos e femininos mais tardios e os maiores índices de acamamento e quebração, prejudicando assim o desenvolvimento e produção das plantas. Onde possivelmente esse grupo de genótipos expressaram as menores respostas quanto a inoculação com *A. brasilense* via solo, aos caracteres agronômicos avaliados.

Tratando-se das produtividades médias de cada experimento na realização das duas safras, o fornecimento biológico de N através da inoculação com *A. brasilense* via solo foi superior a adubação nitrogenada de cobertura a base de ureia em 40% na segunda safra e 24% na primeira safra (Tabela 2 e Tabela 4). É visto resultados benéficos da inoculação com *A. brasilense* nos caracteres das plantas avaliados em ambas as safras, porém com maior intensidade na segunda safra, em que a média dos genótipos inoculados com a bactéria obteve 2,34 t.ha⁻¹ (Tabela 2). Resultado esse pode ser evidenciado pela melhor eficiência ocorrida no fornecimento dos nutrientes exigidos para a cultura do milho com a presença da bactéria diazotrófica no solo, em comparação com a adubação nitrogenada de cobertura com ureia, enfatizando a perda dessa forma de adubação, principalmente por lixiviação e volatilização.

Relatos de que a utilização da inoculação com a bactéria diazotrófica pode ocasionar mudanças fisiológicas, refletindo em benefícios como maior e melhor absorção dos nutrientes e auxiliando no controle de fitopatógenos (MOREIRA; ARAÚJO, 2011). Por tanto, a associação entre a bactéria e a planta pode corresponder em melhor desempenho agrônomo pelas plantas, podendo resultar no aumento de produtividade.

Diante das informações apresentadas, é visto que a utilização das bactérias por meio de inoculação via solo em genótipos de milho foram benéficas e responsivas as plantas em ambas as safras, tanto quanto a adubação nitrogenada de cobertura. Sendo assim, a utilização dessas ferramentas estatísticas, auxilia na seleção dos genótipos responsivos a inoculação de *A. brasilense* em programas de melhoramento, permitindo a continuidade da pesquisa.

5 CONCLUSÕES

1) A inoculação com *Azospirillum brasilense* via solo, proporciona para os genótipos de milho, melhor desempenho aos caracteres agronômicos avaliados, bem como o aumento da produtividade de grãos em comparação com a adubação nitrogenada de cobertura em ambas as safras, sendo evidenciado com maior produtividade na segunda safra.

2) Muitos dos genótipos considerados responsivos à inoculação não apresentaram valores superiores a produtividade de grãos frente à adubação nitrogenada, porém essa mesma produtividade foi mantida apenas com o uso de *Azospirillum brasilense*.

3) Com as respostas apresentadas pelo fornecimento biológico de N com a inoculação de *Azospirillum brasilense* em ambas as safras, é possível caracterizar e selecionar os genótipos promissores, contribuindo para o avanço e continuidade da pesquisa em programas de melhoramento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEBAYO, M. A.; MENKIR, A.; BLAY, E.; GRACEN, V.; DANQUAH, E.; HEARNE, S. Genetic analysis of drought tolerance in adapted x exotic crosses of maize inbred lines under managed stress conditions. **Euphytica**, Dordrecht, v.196, n.2, p.261-270, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10681-013-1029-5>. 01 Fev. 2018.

ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos e Fertilizantes. **Safra 2016**. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.anda.org.br/index.php?ver=por>. 04 Fev. 2018.

ANDRADE, A.T.; CONDÉ, A.B.T.; COSTA, R.L.; POMELA, A.W.V.; SOARES, A.L.; MARTINS, F.A.D.; LIMA, W.T.; OLIVEIRA, C.B.D. Produtividade de milho em função da redução do nitrogênio e da utilização de *Azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas. vol. 15, n. 2, p. 229-239, 2016. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/617>. 12 Jun. 2018.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat** - Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396p. 2018. 15 Dez. 2017.

BARTCHECHEN, A.; FIORI, C.C.L.; WATANABE, S.H.; GUARIDO, R.C. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L). **Campo Digital**, Campo Mourão, v.5, n.1, p.56-59, 2010. Disponível em: <http://revista.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/982/353>. 28 Mar. 2018.

BASHAN, Y, DE-BASHAN, LE. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth - A critical assessment, **Advances in Agronomy**, San Diego, v.108, p.77-136, 2010. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(10\)08002-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(10)08002-8). 28. Mar. 2018.

BERGAMASCHI, C. **Ocorrência de bactérias diazotróficas associadas às raízes e colmos de cultivares de sorgo**. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/7477>. 17 Nov. 2017.

BRACCINI, A.L.; DAN, L.G.M.; PICCININ, G.G.; ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, M.C.; ORTIZ, A.H.T. Seed inoculation with *Azospirillum brasilense* associated with the use of bio-regulators in maize. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.25, n.2, p.58-64, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2241/pdf>. 21 Mar. 2018.

CABEZAS, W. A. R. L. **Comportamento dos adubos nitrogenados em clima e solo de Cerrado**. Rio Verde: Embrapa Cerrados. Rio Verde, 1998. v.1, p.78-92. 26 Abr. 2018.

CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. C. DOS S.; HELMICH, J. J.; HELMICH, P. R.; OST, C. F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum spp.* **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, p.129-132, 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662000000100024>. 04 Fev. 2018.

CEPAGRI - Centro De Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. **Clima dos Municípios Paulistas. A classificação climática de Koeppen para o estado de São Paulo**. Campinas, 2017. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. 01 Fev. 2018.

CORREA, O. S.; ROMERO, A. M.; SORIA, M. A.; DE ESTRADA, M. *Azospirillum brasilense* plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities. In: Cassán, F. D.; Garcia De Salamone, I. (Ed.). ***Azospirillum sp.*: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Caba: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.87-95. 26 Abr. 2018.

COSTA, F. M. P DA; DOURADO NETO, D. FANCELLI, A.; BONNECARRERE, R. A. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Nitrogênio e produtividade de grãos de milho. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed). **Milho: tecnologia e produção**. Piracicaba: ESALQ, 2005. p.118-128. 24 Abr. 2018.

CRUZ, J.C.; PEREIRA, F.T.F.P.; PEREIRA FILHO, I.A; COELHO, A.M. **Resposta de cultivares de milho à adubação nitrogenada em cobertura**. Sete Lagoas: Embrapa, 2005. p.65. (Comunicado Técnico, 116). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/18431/1/Com_116.pdf. 07 Mar. 2018.

CANTARELLA, H. **Nitrogênio. Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470. 17 Mar. 2018.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira Grãos: 11º Levantamento - Safra 2017/18**. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. 09 Ago. 2018.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V.F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.17, n.10, p.1023-1029, 2013. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br/revista/v17n10/v17n10a01.pdf>. 06 Mai. 2018.

DA SILVA, E. C.; BUZETTI S.; LAZARINI E. Aspectos econômicos da adubação nitrogenada na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.3, p.286-297, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v4n3p286-297>. 17 Jan. 2018.

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. Crescimento de planta e efeitos de bactérias diazotróficas na rizosfera. **Ciências Vegetais**, v. 22, n. 2, p.107-149, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/713610853>. 19 Jan. 2018.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGHES, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 36, n. 4, p.284-297, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0534-9>. 19 Jan. 2018.

EMBRAPA. **Cultivo do Milho**. 1. 9ª ed. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. (Sistemas de Produção). ISSN 1679-012X. 21 Mar. 2018.

EMBRAPA - **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Circular Técnico, 75). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19619/1/Circ_75.pdf. 02 Abr. 2018.

EMBRAPA - **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 286p. 01 Fev. 2018.

ELMERICH, C.; NEWTON, W. E. **Associative and endophytic nitrogen-fixing bacteria and cyanobacterial associations**. Netherlands: Springer, 2007. p.323. DOI: 10.1007/1-4020-3546-2. 02 Mai. 2018.

FANCELLI, A. L. Fenologia, fisiologia da produção e implicações práticas de manejo. In: FANCELLI, A. L. **Milho: produção e produtividade**, Piracicaba: ESALQ/USP, 2013 p.1-34. 02 Fev. 2018.

FRITSCHÉ-NETO, R.; VIEIRA, R.A.; SCAPIM, C.A.; MIRANDA, G.V.; REZENDE, L.M. Updating the ranking of the coefficients of variation from maize experiments. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.34, n.4, p.389-395, 2012. Disponível em: [http:// 10.4025/actasciagron.v34i1.13115](http://10.4025/actasciagron.v34i1.13115). 15 Nov. 2017.

GALVÃO, J.C.C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M.A. **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015. 351p. 21 Nov. 2017.

HUERGO, L.F.; MONTEIRO, R.A.; BONATTO, A.C.; RIGO, L.U.; STEFFENS, M.B.R.; CRUZ, L.M.; CHUBATSU, L.S.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. **Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Buenos Aires: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.17-35. ISBN 978-987-98475-8-9. 02 Fev. 2018.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M.S.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, The Hague, v.331, n.1/2, p.413-425, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11104-009-0262-0>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. P.36. (Documentos, n. 325). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29560/1/DOC325.2011.pdf>. 16 Out. 2017.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. p.80. (Documentos, n. 283). Disponível em: [file:///C:/Users/eduar/AppData/Local/Temp/Documentos 283.pdf](file:///C:/Users/eduar/AppData/Local/Temp/Documentos%20283.pdf). 16 Out. 2017.

KAISER, Henry F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v. 23, n. 3, p. 187-200, 1958. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02289233>. 09 Ago. 2018.

KHAN, M.R.; DOOHAN, F.M. Bacterium-mediated control of *Fusarium* spp. head blight disease of wheat and barley and associated mycotoxin contamination of grain. **Biological Control**, Orlando, v.48, n.1, p.42-47, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.08.015>. 26 Mar. 2018.

LIN, W.; OKON, Y.; HARDY, R.W.F. Enhanced mineral uptake by *Zea mays* and *Sorghum bicolor* roots inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.45, n.6, p.1775-1779, 1983. Disponível em: <http://aem.asm.org/content/45/6/1775.full.pdf+html>. 13 Nov. 2017.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas: Embrapa, 2002. 23p. (Circular Técnico, 22). Disponível em: <file:///C:/Users/eduar/AppData/Local/Temp/circ20.pdf>. 12 Jan. 2018.

MARTINS, F.A.D.; ANDRADE, A.T.; CONDÉ, A.B.T.; GODINHO, D.B.; CAIXETA, C.G.; COSTA, R.L.; POMELA, A.W.V.; SOARES, C.M.S. Avaliação de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.18, n.2, p.102-109, 2012. Disponível em: <http://www.revista.pag.fepagro.rs.gov.br/files/pag18V2.pdf>. 24 Mar. 2018.

MOREIRA, A. L. L.; ARAÚJO, F. F. Produção de Fosfatases, enzima ACC desaminase e antagonismo a fitopatógeno por bactérias, 2011. In: Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão. Presidente Prudente. **Anais**, v. 7, 5 p, 2011.

NEUMANN, M.; SNDINI, I.E.; LUSTOSA, S.B.C.; OST, P.R.; ROMANO, M.A.; FALBO, M.K.; PANSERA, E.R. Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, p.418-427, 2005. Disponível em: <file:///C:/Users/eduar/AppData/Local/Temp/161-5937-1-PB.pdf>. 24 Mar. 2018.

OKUMURA, R.S.; TAKAHASHI, H.W.; SANTOS D.G.C.; LOBATO, A.K.S.; MARIANO, D.C.; MARQUES, O.J.; LIMA, M.H.; OLIVEIRA NETO, C.F.; LIMA JUNIOR, J.A. Influence of different nitrogen levels on growth and production parameters in maize plants. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsink, v.9, p.510-514, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/255746707>. 06 Mai. 2018.

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. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/3052/305230670008/>. 06 Mai. 2018.

RAY, D. K.; MUELLER, N. D; WEST, P.C.; FOLEY, J.A. Yield Trends Are Insufficient to Double Global Crop Production by 2050. **PLoSone**, Berkeley, v.8, n.6, e66428, 2013. Disponível em: <http://doi:10.1371/journal.pone.0066428>. 07 Mai. 2018.

REIS JUNIOR, F.B. DOS; MACHADO, C.T. DE T.; MACHADO, A.T.; SODEK, L. Inoculação de *Azospirillum* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.32, n.3, p.1139-1146, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n3/a22v32n3.pdf>. 06 Mai. 2018.

REIS JUNIOR, F.B.; REIS, V.M.; SILVA, L.G.; DÖBEREINER, J. Levantamento e quantificação de bactérias diazotróficas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, p.985-994, 2000. 15 Non. 2017.

REVOLTI, L.T.M. **Interação genótipo vs formas de inoculação com *Azospirillum brasilense* em milho**. 46f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/115859>. 15 Nov. 2017.

SÁ, J.C. DE M.; LAL, R.; CERRI, C.C.; LORENZ, K.; HUNGRIA, M.; CARVALHO, P.C. DE F. Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security. **Environment International**, Oxford, v.98 p.102-112, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.10.020>. 08 Mai. 2018.

STATSOFT. Statistica: data analysis software system, version 7. Tulsa, 2007.

SUBEDI, K. D.; MA, B. L. Assessment of some major yield-limiting factors on maize production in a humid temperate environment. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.110, n.1, p.21-26, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2008.06.013>. Acesso em: 17 mar. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. p.918. ISBN: 978-85-363-2795-2. 08 Mai. 2018.

TAIZ L.; ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. p.719. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgJMMAE/livro-fisiologia-vegetal-taiz>. 08 Mai. 2018.

USDA - United States Department of Agriculture. **Departamento do Agronegócio DEAGRO/FIESP, 9º levantamento USDA - Safra 2017/18**. Washington, 2018. Disponível em: file:///C:/Users/eduar/Downloads/boletim%20milho%20janeiro%202018-1.pdf. 20 Jan. 2018.

USDA - United States Department of Agriculture. Washington: Departamento do Agronegócio DEAGRO/FIESP, 2011. 20 Jan. 2018.

VOGEL, G.F.; MARTINKOSKI, L.; BITTENCOURT, H.V.H.; GRILLO, J.F. Agronomic performance of *Azospirillum brasilense* on wheat crops. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, v.6, n.3, p.111-119, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/PAeT.V6.N3.13>. 24 Mar. 2018.