

INTENSIDADE DE DOENÇAS E PRODUTIVIDADE DE GENÓTIPOS PROMISSORES DE FEIJÃO EM QUEVEDO, EQUADOR

INTENSITY OF DISEASES AND PRODUCTIVITY OF GENOTYPES PROMISING BEAN IN QUEVEDO, ECUADOR

Felipe Rafael GARCÉS-FIALLOS¹; Homero Voltaire GAMARRA-YÁNEZ²

1. Engenheiro agrônomo, Mestre em Agronomia (Fitopatologia), Direção de Pesquisa, Científica e Tecnológica, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Equador. felipegarces23@yahoo.com; 2. Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Equador.

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi quantificar a intensidade de doenças, o rendimento de grãos e seus componentes em genótipos promissores de feijão durante a safra agrícola de verão em Quevedo, Equador. Os materiais genéticos utilizados foram as linhas Cf4 0-0-2-1, Cf6 0-0-4-9 e Cf6-0-0-4-8 (hábito de crescimento determinado tipo Ia), SER-03 e SER-08 (hábito de crescimento indeterminado tipo IIb), e duas variedades estrangeiras FTS Soberano e BRS Valente (hábito de crescimento indeterminado, grupo preto) utilizadas como testemunhas. Foi quantificada a intensidade da ferrugem (*Uromyces appendiculatus* Pers.:Pers.) durante quatro semanas (09/09, 16/09, 23/09 e 30/09) e mela [*Rhizoctonia solani* (Kuhn)] durante seis semanas (26/08, 02/09, 09/09, 16/09, 23/09 e 30/09) em folíolos centrais destacados, sendo esses valores obtidos integralizados na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Para o caso da mela, foi quantificado também o número de lesões folíolo⁻¹ durante os estádios reprodutivos R7 e R8. Após a colheita foi avaliada a incidência das podridões cinzenta [*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.] e parda (*R. solani*), e quantificados os componentes de produção por planta (número de nós, número de vagens, número de grãos, número de grãos por vagem e número de vagens estéreis) e rendimento (kg ha⁻¹). O delineamento experimental foi o de blocos completos ao acaso com 7 tratamentos e 4 repetições. Para a comparação entre as médias dos tratamentos empregou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade do erro. Destacou-se a variedade FTS Soberano por acumular uma menor AACPS da ferrugem. Com relação a mela, as linhas promissoras SER-03 e SER-08, e as variedades FTS Soberano e BRS Valente mostraram menor quantidade de doença em todas as variáveis analisadas. Para as doenças radiculares, as linhas Cf6 0-0-4-8 e SER-03 obtiveram menor incidência de podridão parda, entretanto esses mesmos materiais incluindo o SER-08 evidenciaram superioridade sanitária para podridão cinzenta. A linha promissora SER-03 e as variedades FTS Soberano e BRS Valente mostraram médias superiores no número de nós por planta, número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem por planta. Finalmente, as linhas SER-08, Cf6 0-0-4-9 e SER-08 e a variedade BRS Valente obtiveram o maior rendimento de grãos (kg ha⁻¹).

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L. Ferrugem. Mela. Podridões radiculares. Componentes de rendimento.

INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é a leguminosa mais cultivada e consumida no Equador, seja como grão seco ou fresco (com alto conteúdo de umidade colhido antes da maturidade fisiológica) (ERNEST et al., 2008). Este cultivo contém compostos bioativos que podem ajudar na prevenção do câncer (BENNINK, 2010; MEGHAN, 2010). No país, esta cultura é estabelecida em dois lugares, o primeiro na serra compreendendo as províncias de Imbabura, Pichincha e Tungurahua, e o segundo na costa abrangendo as províncias de El Oro, Guayas, Los Ríos, Manabí e Santa Elena. Na costa as cores da semente são vermelhas em Los Ríos; brancas, bayos, vermelhas e amarelas em Guayas; e amarelas em El Oro (BUESTÁN, 1989).

O Trópico Úmido Equatoriano é exclusivamente a parte central do litoral, também denominada como bacia alta do Rio Guayas onde se

encontra Quevedo, é um dos lugares agrícolas mais importantes a nível nacional, pela superfície de cultivos transitórios e solos produtivos, sendo esta atividade agrícola fonte de ingressos para muita gente que se dedica direta ou indiretamente à agricultura (GARCÉS-FIALLOS et al., 2012b). Neste lugar, o feijão (utilizando material genético introduzido ou material crioulo) é estabelecido no campo na época de verão (seca) compreendida entre os meses de maio até novembro, aproveitando a umidade remanescente do solo depositada durante a época de inverno (chuva).

A produtividade desta cultura é inferior aos de outros países, sendo as doenças um dos fatores deste decréscimo, podendo citar entre elas neste lugar do país a ferrugem (*Uromyces appendiculatus* Pers.:Pers.), mela [*Rhizoctonia solani* (Kuhn)], viroses e algumas podridões radiculares [*Fusarium* spp., *R. solani*, *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. e *Sclerotium rolfsii* Sacc] (ERNEST et al.,

2008; GARCÉS-FIALLOS et al., 2012a; GARCÉS-FIALLOS, 2013). Entre estas doenças, a mela pode causar danos de 1.000 kg ha⁻¹ de grãos por cada 7,79 % de severidade (GARCÉS-FIALLOS, 2011), pelo que é considerada a mais destrutiva desta cultura, pela desfolha rápida e drástica que causa (RODRÍGUEZ et al., 1999), e pela redução na qualidade da semente (GODOY-LUTZ et al., 1996).

Ante essa problemática, a Direção de Pesquisa, Científica e Tecnológica-DICYT da Universidade Técnica Estatal de Quevedo-UTEQ, vem trabalhando há alguns anos na obtenção de material genético de feijão com características sanitárias e produtivas superiores para esta parte do Equador, visando à diminuição do número de aplicações de fungicidas e aumento de rendimento, que influenciaria diretamente no acréscimo na produtividade e rentabilidade do produtor. Assim também, existe pouca informação sobre as doenças e produção de material genético de feijão neste lugar do país. Diante dos aspectos mencionados, conduziu-se o presente trabalho, com o objetivo de quantificar a intensidade de doenças, o rendimento e seus componentes em genótipos promissores de feijão durante a safra agrícola de verão de 2011, em Quevedo, Equador.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante a safra agrícola de verão (época seca) de 2011, na área experimental da Finca La María, propriedade da UTEQ, localizada a 75 m acima do nível do mar, em Quevedo, no km 7,5 via Quevedo-El Empalme, nas coordenadas geográficas 79° 30' 08'' de longitude Oeste e 01° 00' 35'' latitude Sul. As condições do lugar são as seguintes: zona climática [Bosque úmido – tropical (bu-T)], temperatura média de 24,2 °C, umidade relativa de 77,4 %, heliofanía de 823 horas/luz/ano, precipitação anual de 1.537 mm, a topografia do terreno é plano, textura do solo franco argiloso e pH de 5,7.

Os genótipos utilizados foram as linhas Cf4 0-0-2-1, Cf6 0-0-4-9 e Cf6 0-0-4-8 (hábito de crescimento determinado tipo Ia), SER-03 e SER-08 (hábito de crescimento indeterminado tipo IIb), e duas variedades estrangeiras FTS Soberano e BRS Valente (hábito de crescimento indeterminado, grupo preto) utilizadas como testemunhas. A preparação mecânica do terreno foi realizada três dias antes da semeadura. As sementes foram previamente tratadas com o fungicida carbendazim (ingrediente ativo) em doses de 200 mL por cada 100 kg de sementes. A semeadura foi realizada em 13 de julho de 2011 de forma manual utilizando um

espeque (sistema de plantio convencional), colocando duas sementes por orifício, com distanciamento de 0,20 m entre planta x 0,50 m entre fileira, resultando em uma densidade de semeadura de 100.000 plantas ha⁻¹. A área experimental continha 28 parcelas, cada uma com 7,5 m², constituída de quatro fileiras, totalizando 404,25 m². A adubação constou da aplicação de N, P e K em doses de 100 kg ha⁻¹, aos 13 (26/07/2011) e 27 dias (09/08/2011) após da semeadura (DDS), distribuída no sulco de semeadura, sendo também pulverizado aos 68 DDS (05/09) um bioestimulante foliar que continha macro e micro elementos, fitohormônios, ácidos húmicos e vitaminas, em doses de 1,5 L ha⁻¹. O manejo das plantas invasoras foi realizado com uma dessecação em pré-semeadura com pendimetalina e glifosato com doses de 1,5 L ha⁻¹ cada um, ajudando-se com quatro capinas manuais durante o estabelecimento da cultura. Foram também realizadas três aplicações de inseticida, utilizando lambdacihalotrina (0,2 L ha⁻¹), metomil (0,5 kg ha⁻¹) e pyriclor (0,5 L ha⁻¹). Realizaram-se três irrigações por aspersão aos 9, 17 e 30 DDS, para compensar a necessidade hídrica da cultura. Não foi utilizado nenhum fungicida na parte foliar no experimento. A colheita foi realizada em 05/11/2011 aos 115 DDS.

Foi quantificada a intensidade da ferrugem (*U. appendiculatus*) e da mela (*R. solani*), em folíolos centrais destacados provenientes de trifólios dos estratos inferior, médio e superior de quatro plantas, localizadas nas duas fileiras exteriores à parcela útil (duas fileiras centrais) em cada um dos tratamentos, totalizando 12 folíolos. Esta tarefa se realizou no Laboratório de Microbiologia da UTEQ, com ajuda de um estéreo microscópio com lente binocular ótica de 2X de ampliação visual. A incidência (%) definiu-se pela percentagem (0 a 100) de folíolos doentes ou não, entretanto, a severidade (%) foi estimada dando valores (0 a 100) em função do dano ocasionado pela doença em cada um dos folíolos centrais para o caso da mela, entretanto para a ferrugem utilizou-se a escala diagramática de Godoy et al. (1996). Finalmente, foi determinado o número de urédias cm⁻² para o caso da ferrugem, e de lesões folíolo⁻¹ (lesões maiores ou iguais a 2 mm) em cada folíolo central destacado. Estas atividades realizaram-se durante quatro semanas (09/09, 16/09, 23/09 e 30/09) para ferrugem e seis semanas (26/08, 02/09, 09/09, 16/09, 23/09 e 30/09) para mela, sendo esses valores obtidos integralizados na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), calculado pela equação de integração trapezoidal, descrita em Campbell; Madden (1990). Para o caso da mela, foi

quantificado também o número de lesões folíolo⁻¹ durante os estádios reprodutivos R7 (primeira vagem visível com a corola da flor pendurada ou desprendida) e R8 (início do enchimento de vagens e incremento do tamanho da semente/começo da senescência).

Após a colheita foi avaliada a incidência das podridões cinzenta (*M. phaseolina*) e parda (*R. solani*), mediante a visualização da sintomatologia apresentada na raiz e na parte inicial do caule em cada uma das plantas de toda a parcela útil. Também foi quantificado o número de nós por planta, número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de grãos por vagem por planta e rendimento de grãos (kg ha⁻¹) a 13% de umidade.

Os dados meteorológicos foram obtidos na Divisão de Meteorologia, Departamento de Sinóptica do Instituto Nacional Autónomo de Investigações Agropecuárias (INIAP), Quevedo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Foram empregados os testes de Bartlett e de Shapiro-Wilks, para verificar a existência de homocedasticidade (variâncias) e

normalidade (resíduos), respectivamente. Para a comparação entre as médias dos tratamentos utilizou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade do erro. Relacionaram-se também as duas doenças radiculares, realizando uma análise de regressão. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software ASSISTAT versão 7,5 beta 2012 (SILVA; AZEVEDO, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas durante os 115 dias que o experimento foi estabelecido no campo foram normais para o habitual crescimento do feijoeiro e intensidade das doenças avaliadas (Figura 1), evidenciando-se uma temperatura média de 24,11°C, umidade média de 85,26%, heliofanía total de 237,60 horas e precipitação pluvial total de 54,70 mm. Estas condições climáticas foram similares as do ano 2010 na mesma localidade, quando comparadas com os trabalhos de Garcés-Fiallos et al. (2012a) e Garcés-Fiallos (2013), que mostraram uma temperatura média de 23,88°C, heliofanía total de 116,30 horas e precipitação pluvial de 55 mm.

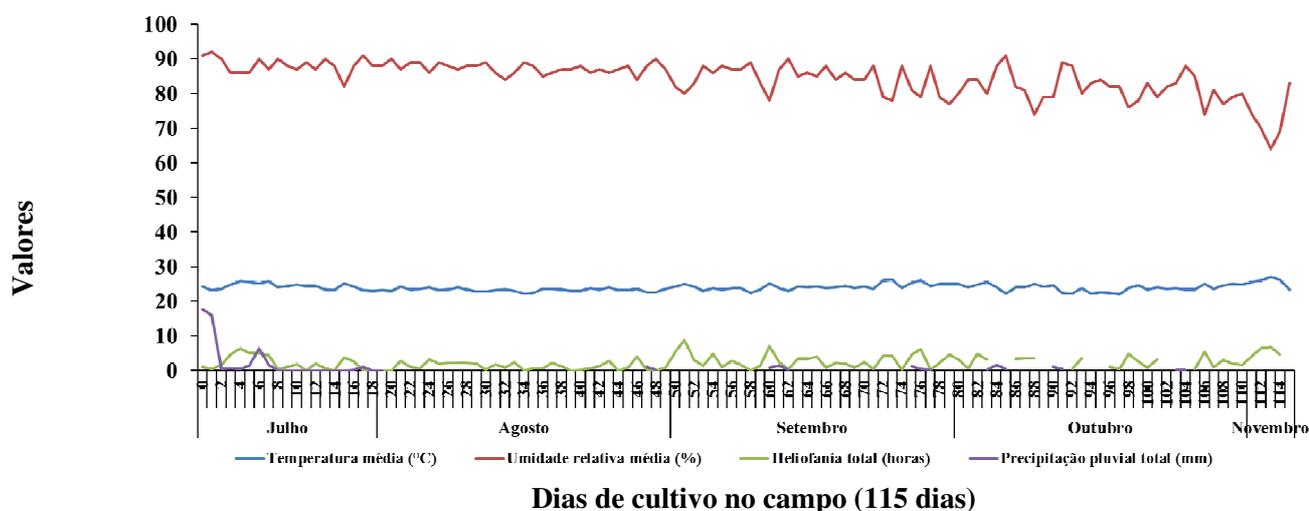


Figura 1. Condições climáticas durante os 115 dias que o experimento foi estabelecido no campo: temperatura média (°C), umidade média (%), heliofanía total (h) e precipitação pluvial (mm). Safra de verão 2011, Quevedo, Equador.

Intensidade de doenças

Referente à resposta dos cultivares a ferrugem, os valores oscilaram para AACPI entre 74,7 (SER-03) e 299,2 (Soberano) unidades (Figura 2A), para AACPS entre 13 (SER-08) e 32 unidades (Soberano) (Figura 2B) e para AACPNL entre 9 (SER-03) e 36 unidades (FTS Soberano) (Figura 2C). Ouve diferença estatística somente para AACPS, evidenciando-se a variedade FTS Soberano como a única estatisticamente inferior (maior quantidade de doença) aos demais genótipos.

Encontrou-se comportamento diferenciado entre as cultivares avaliadas, sendo isto também encontrado no México por López et al. (2001; 2003) com valores entre 2,0 e 7,6, e entre 1,7 e 9,0 utilizando uma escala entre 1-2: resistente e 9: suscetível. Por outro lado, o número de urédias cm⁻² encontradas no presente experimento foi entre 1,3 e 3,0 urédias (dados não apresentados). Em relação às variedades estrangeiras, Camargo-Borsato (2009) avaliando a resistência de cultivares de feijoeiro à ferrugem, categorizou o FTS Soberano como

susceptível e BRS Valente como moderadamente susceptível, o que explicaria os resultados obtidos para esses materiais também nesta latitude. Esta doença, segundo Jesus Junior et al. (2001), pode gerar danos entre 20 e 45% na produção de feijão, podendo estes danos ser mais severos quando o

patógeno entrar mais cedo na lavoura, sendo também influenciados pelas condições climáticas e suscetibilidade das variedades. No presente trabalho se observam valores baixos em função da entrada mais tardia do patógeno na lavoura e pela genética dos genótipos de feijão avaliados.

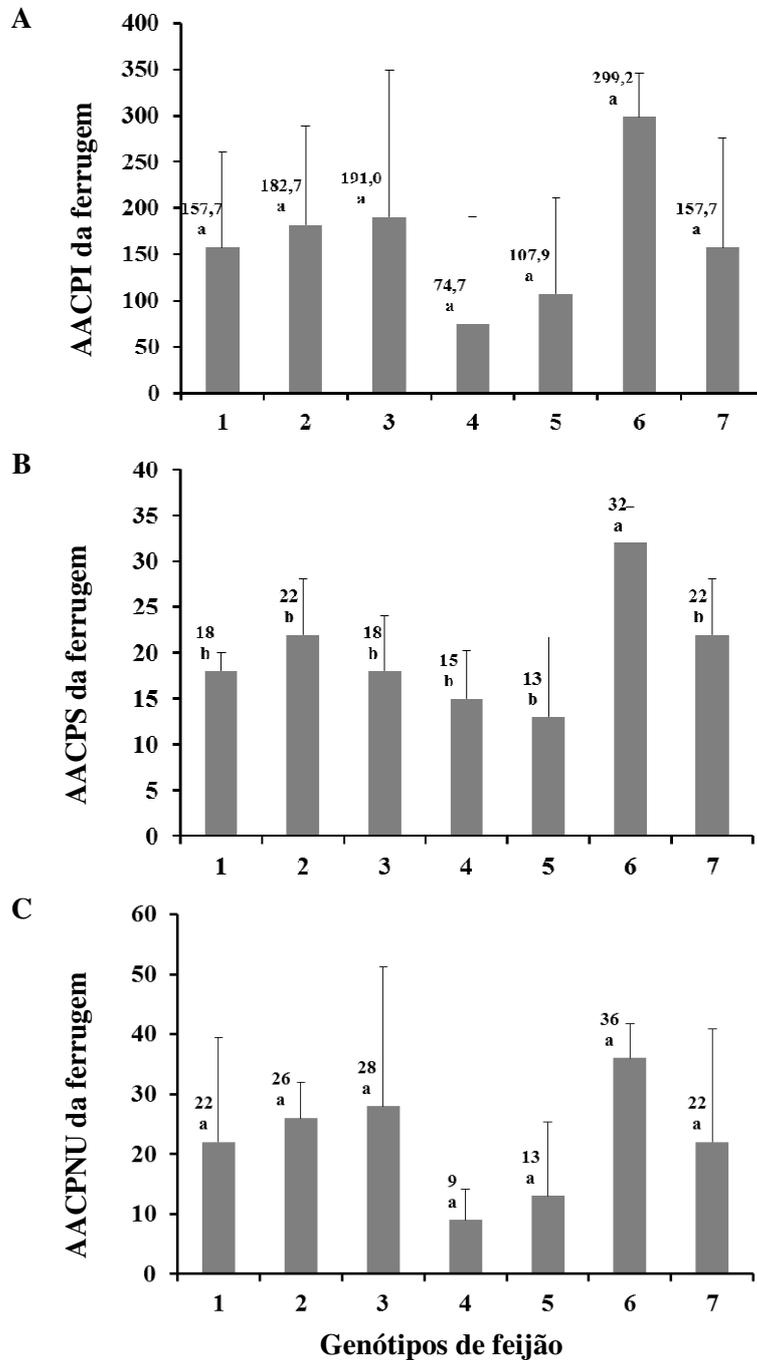


Figura 2. Incidência (A), severidade (B) e número de urédias cm^{-2} (C) com base na Área Abaixo da Curva de Progresso da ferrugem em sete genótipos de feijão (1: Cf4 0-0-2-1; 2: Cf6 0-0-4-9; 3: Cf6 0-0-4-8; 4: SER-03; 5: SER-08; 6: FTS Soberano e 7: BRS Valente). Médias seguidas pela mesma letra entre genótipos não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As barras indicam o desvio padrão. Safra de verão 2011, Quevedo, Equador. CV: 34,36, 29,95 e 36,19 %, respectivamente.

Em relação ao comportamento da mela, observaram-se diferenças estatísticas entre os materiais genéticos em cada uma das variáveis estudadas (Figura 3). Foram encontrados valores entre 332,5 e 1065,4 unidades para a AACPI (Figura 3A), entre 14 e 153 unidades para a AACPS (Figura 3B), entre 42 e 273 unidades para a AACPNL (Figura 3C), entre 1,3 e 8,5 lesões por folíolo no estádio R7 (Figura 3D) e entre 3,0 e 9,8 lesões por

folíolo no estádio R8 (Figura 3E), coincidindo todos os valores baixos de intensidade na variedade FTS Soberano e os valores altos na linha promissora Cf6 0-0-4-8. De forma geral, as linhas promissoras SER-03 e SER-08, assim como as variedades estrangeiras FTS Soberano e BRS Valente foram superiores estatisticamente (menor quantidade de doença) aos demais genótipos.

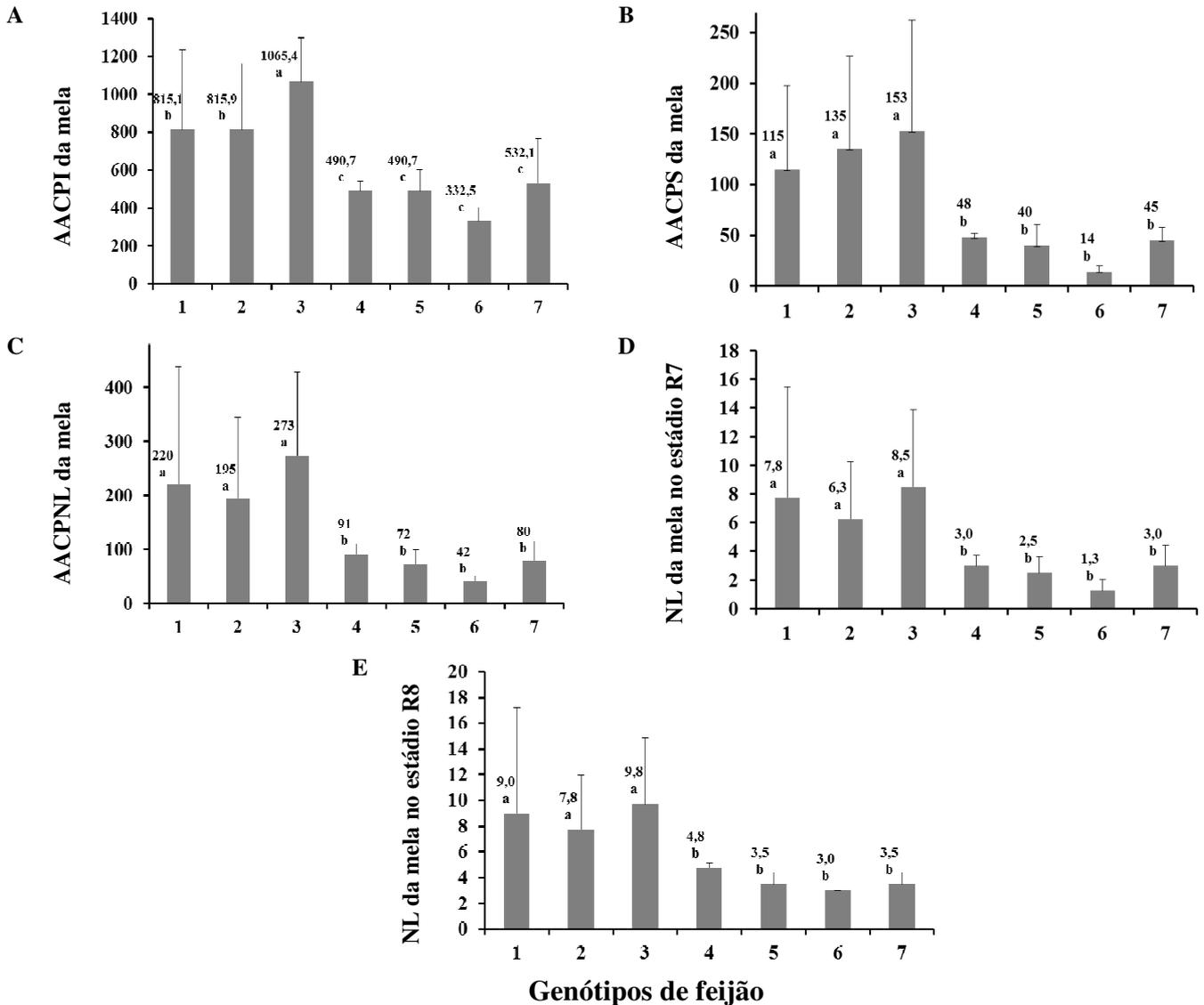


Figura 3. Incidência (A), severidade (B) e número de lesões por folíolo (C) com base na Área Abaixo da Curva de Progresso da mela, e número de lesões por folíolo da mela nos estádios R7 (D) e R8 (E) em sete genótipos de feijão (1: Cf4 0-0-2-1; 2: Cf6 0-0-4-9; 3: Cf6 0-0-4-8; 4: SER-03; 5: SER-08; 6: FTS Soberano e 7: BRS Valente). Médias seguidas pela mesma letra entre genótipos não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As barras indicam o desvio padrão. Safra de verão 2011. Quevedo, Equador. CV: 20,08, 30,77, 25,93, 31,40 e 24,2 %, respectivamente.

Em relação à AACPD, Nechet; Halfeld-Vieira (2011) avaliando o efeito de inóculo (fragmentos de micélio por mL) de *R. solani* AGI-1A no desenvolvimento de feijão-caupi, encontraram valores entre 152 (10^3) e 500 unidades (10^6), estimando a severidade mediante escala de 1 a 9. Estes resultados não foram semelhantes aos obtidos no presente trabalho (14 e 153 unidades), provavelmente pela fitopatometria utilizada e as condições de laboratório em que foi desenvolvido o experimento. Embora a metodologia utilizada e as condições sejam distintas, a quantidade de doença apresentada nesta safra é similar à suspensão 10^3 , o que significaria uma alta quantidade de doença no campo. Por outro lado, Garcés-Fiallos (2011) em condições agroclimáticas semelhantes no ano 2010, mostrou que as linhas promissoras SER-03 e SER-08 com 38% de severidade da mela na parcela foram estatisticamente superiores (menor doença), em comparação com os demais genótipos de feijão estudados. Por outro lado, a intensidade máxima de 9,8 lesões por folíolo durante o estágio fenológico R8 ocorrida neste experimento é similar ao de Garcés-Fiallos (2013), que, avaliando 21 materiais de feijão, em condições semelhantes, obteve 10,61 lesões por folíolo durante o mesmo estágio fenológico R8, como intensidade máxima. Este mesmo autor relata que a mela, especificamente na parte central do Rio Guayas, tem uma importância única, pois é a que predomina sobre outras moléstias, convertendo-se assim em um problema para quem cultiva a leguminosa. Segundo Beaver et al. (2002) ainda não tem sido identificada uma linha de feijão comum que possua um alto nível de resistência a esta doença nas diferentes regiões geográficas, o que denota mais ainda a importância dos resultados obtidos nesta pesquisa, para esta localidade e o país.

Com relação à incidência das podridões radiculares encontraram-se diferenças estatísticas entre cada um dos tratamentos para as duas doenças (Figura 4). Foram observadas médias entre 5,8 (Cf6 0-0-4-8) e 11,3% (Cf4 0-0-2-1) para a podridão cinzenta, sendo as linhas Cf6 0-0-4-8, SER-03 e SER-08, com 5,8; 7,0 e 8,0%, respectivamente, como os genótipos superiores em comparação aos demais (Figura 4A). Estes valores mínimos entre 5,8 e 8,0% são menores aos encontrados por Garcés-Fiallos (2013), que, avaliando 21 cultivares em condições semelhantes ao do presente experimento, obteve uma média mínima de 13,3%, o que confirma melhor o comportamento sanitário superior das linhas promissoras Cf6-0-0-4-8, SER-03 e SER-08.

Por outro lado, foram obtidos valores entre 6,8 (SER-03) e 15% (Cf6 0-0-4-9) para a podridão

parda, obtendo como linhas promissoras superiores as Cf6 0-0-4-8 e SER-03, com 7,3 e 6,8%, respectivamente (Figura 4B). Diferenças estatísticas entre cultivares também foram encontradas por Miranda et al. (2007), que, avaliando a reação de cultivares do feijoeiro comum à podridão parda em condições de casa-de-vegetação, encontraram valores entre 2,44 e 4,88. As diferenças podem ser atribuídas, provavelmente, à utilização de escala entre 1 e 9 por parte dos autores. Os mesmos autores obtiveram valores de 3,19 e 4,0 (até 10% dos tecidos do hipocótilo e da raiz cobertos com lesões), nas variedades FTS Soberano e BRS Valente, respectivamente.

A relação entre as duas podridões radiculares não foi significativa, observando-se um coeficiente de determinação de 0,50, explicando somente um 50% esta resposta biológica e matemática, mostrando a ocorrência isolada ou em associação sinérgica das duas doenças (Figura 5). Este último fato, é corroborado por Cardoso; Costa (1998) e Pieczarka; Abawi (1978).

Rendimento e seus componentes

Encontrou-se significância estatística em quase todas as variáveis correspondentes aos componentes de rendimento (Figura 6), excetuando o número de vagens estéreis, possivelmente pela variação interna entre as repetições de cada genótipo (Figura 6E).

O número de nós por planta mostrou a linha promissora SER-03 com 11,8 nós, e as variedades FTS Soberano e BRS Valente com 11,7 e 12,3 nós, respectivamente, como os genótipos superiores estatisticamente em comparação aos demais materiais, sendo o menor valor obtido (6,1 nós) na linha Cf4 0-0-2-1 (Figura 6A). Em outros experimentos, foram encontrados valores entre 6,4 e 7,1 nós na cultivar Iraí de feijão de hábito de crescimento determinado (JAUER et al., 2003) e entre 11,0 e 17,8 nós em feijão caupi de hábito de crescimento indeterminado (MATOS-FILHO et al., 2009). Este comportamento seria explicado pelo hábito de crescimento do material, já que na literatura citada e no presente trabalho demonstra-se que materiais de hábito de crescimento indeterminado possuem maior número de nós.

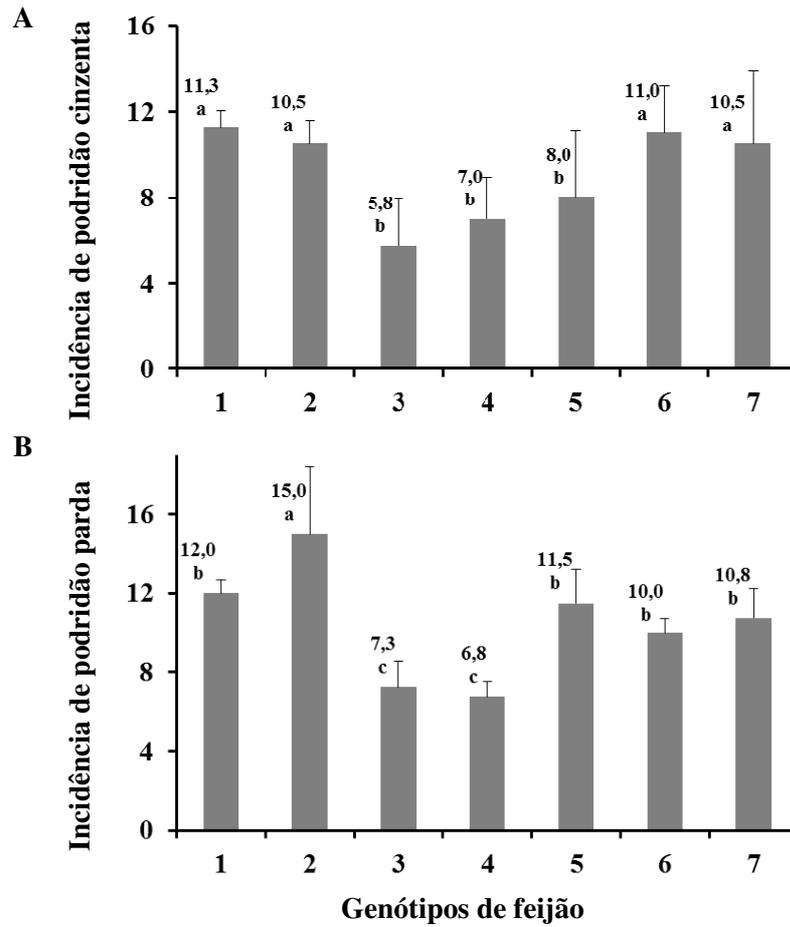


Figura 4. Incidência de podridão cinzenta (A) e parda (B) em sete genótipos de feijão (1: Cf4 0-0-2-1; 2: Cf6 0-0-4-9; 3: Cf6 0-0-4-8; 4: SER-03; 5: SER-08; 6: FTS Soberano e 7: BRS Valente). Médias seguidas pela mesma letra entre genótipos não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As barras indicam o desvio padrão. Safra de verão 2011. Quevedo, Equador. CV: 28,98 e 17,03 %.

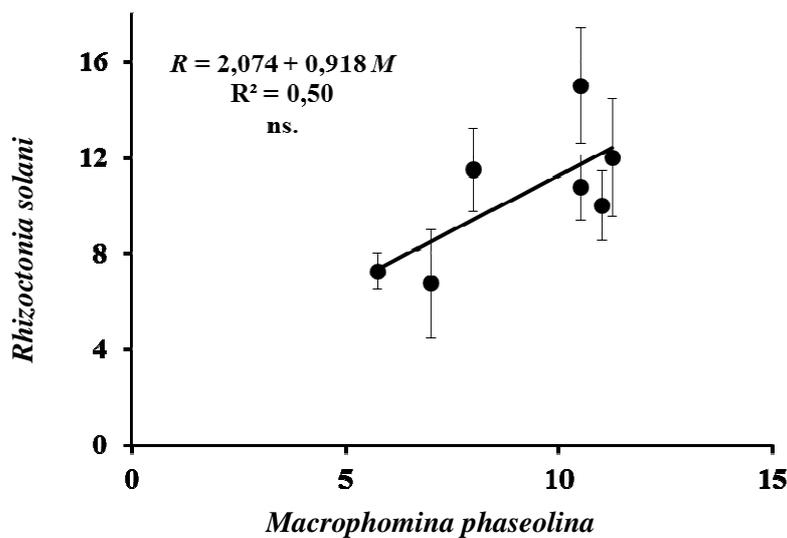


Figura 5. Relação entre podridões radiculares (*Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*) quantificadas em sete genótipos de feijão. Safra 2011. Quevedo, Los Ríos, Equador.

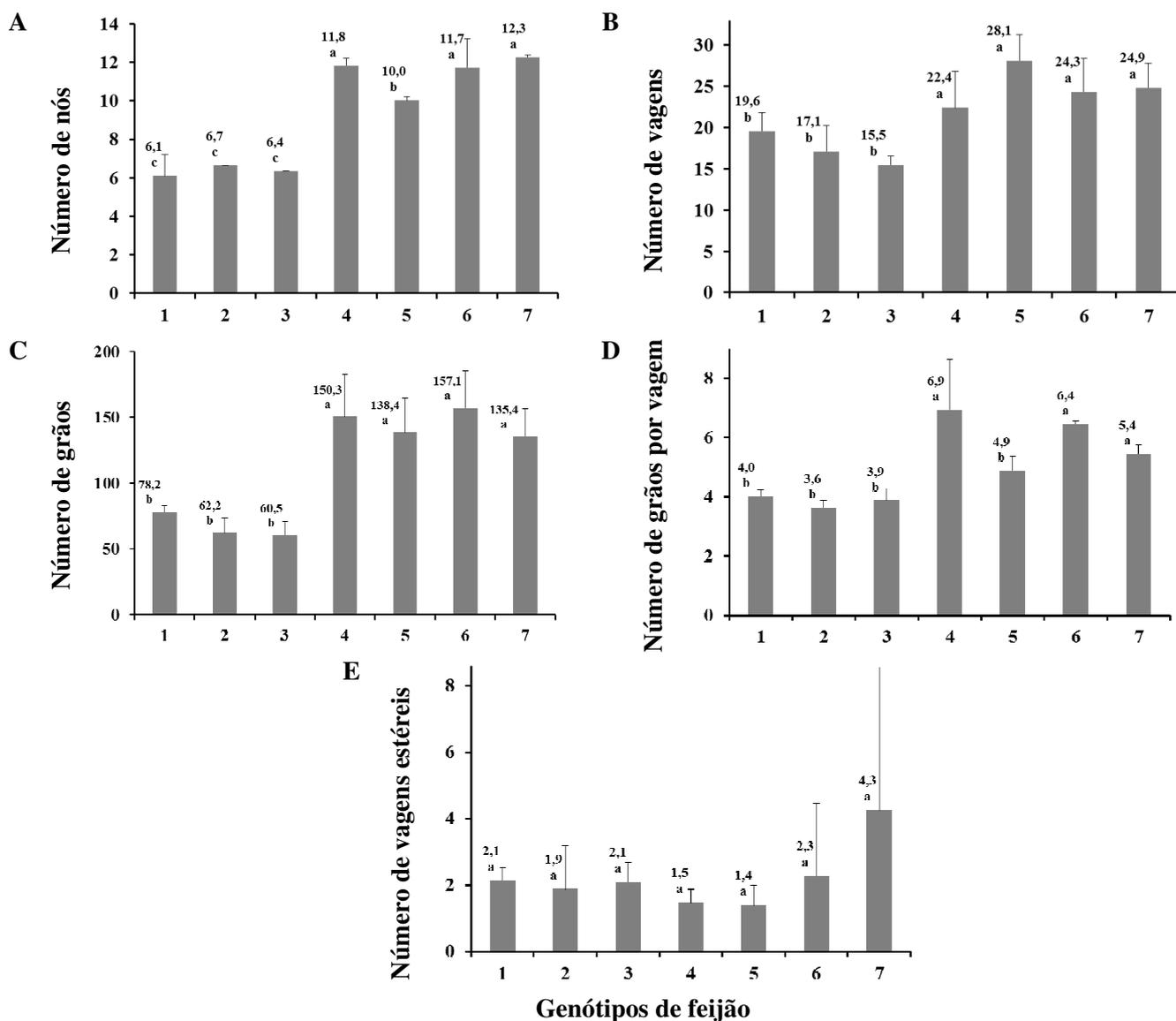


Figura 6. Componentes de rendimento por planta: número de nós (A), número de vagens (B), número de grãos (C), número de grãos por vagem (D) e número de vagens estéreis (E) em sete genótipos de feijão (1: Cf4 0-0-2-1; 2: Cf6 0-0-4-9; 3: Cf6 0-0-4-8; 4: SER-03; 5: SER-08; 6: FTS Soberano e 7: BRS Valente). Médias seguidas pela mesma letra entre genótipos não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As barras indicam o desvio padrão. Safra de verão 2011. Quevedo, Equador. CV: 9,06, 16,81, 22,07, 16,54 e 44,72 %, respectivamente.

Por outro lado, para o número de vagens por planta os genótipos SER-03, FTS Soberano, BRS Valente e SER-08, com 22,4; 24,3; 24,9 e 28,1 vagens comportaram-se superiores aos demais genótipos estudados, observando-se também o menor número de vagens na linha promissora Cf6 0-0-4-8 com uma média de 15,5 (Figura 6B). Estes valores são superiores aos encontrados por Godoy-Montiel et al. (2011) que encontrou entre 13,6 (EVG-2) e 16,0 vagens (Pata de paloma) em genótipos de tipo indeterminado, na mesma localidade de cultivo. As discrepâncias observadas entre estas pesquisas, possivelmente pode ser

atribuída à avaliação das duas cultivares ter sido realizada em experimentos em associação com o milho.

O maior número de grãos por planta foi observado para os genótipos BRS Valente, SER-08, SER-03 e FTS Soberano, com médias de 135,4; 138,4; 150,3 e 157,1 grãos, respectivamente, como materiais superiores estatisticamente aos demais testados. A linha promissora Cf6 0-0-4-8 foi a que apresentou o menor número de grãos por planta (60,5) em comparação aos outros genótipos (Figura 6C). Estes valores são maiores do que os obtidos por Shimada et al. (2000) (35,24 a 39,18 grãos) e por

Abrantes et al. (2011) (43,0 a 49,4), o que denota mais ainda a superioridade dos genótipos estudados no presente trabalho.

Para o número de grãos por vagem por planta as variedades BRS Valente e FTS Soberano, e a linha promissora SER-03, com valores entre 5,4; 6,4 e 6,9 grãos por vagem, respectivamente, foram os genótipos estatisticamente superiores, e por outro lado, o menor valor obtido de 3,6 grãos por vagem foi observado para a linha promissora Cf6 0-0-4-9 (Figura 6D). Estes valores de 3,6 a 4,3 grãos são similares aos encontrados por Folegatti et al. (1999) na cultivar Aroana 80, tipo arbustivo, com guia curta, e de 5,42 a 8,99 grãos por vagem em feijão caupi de hábito indeterminado obtido por Matos-Filho et al. (2009). Ficou demonstrado nas duas pesquisas, que valores menores de grãos por vagem por planta são encontrados em cultivares de hábito

determinado, e que maiores valores podem ser observados em plantas de hábito tipo indeterminado.

Nas primeiras quatro variáveis, de forma geral, foi observada uma superioridade da linha promissora SER-03 e as variedades FTS Soberano e BRS Valente, sobre os demais genótipos.

Com relação à massa de mil grãos, foram encontrados valores entre 556,5 e 244,3 g, nos genótipos Cf6 0-0-4-9 e FTS Soberano, respectivamente (Figura 7A). A diferença e agrupamento (seis grupos) obtido nos genótipos, sem dúvida foi pelo tamanho do grão de cada um dos materiais, já que visualmente se poderiam classificar como grandes (Cf4 0-0-2-1, Cf6 0-0-4-9 e Cf6 0-0-4-8), medianos (SER-03 e SER-08) e pequenos (FTS Soberano e BRS Valente). Inclusive este fato é descrito por Garcés-Fiallos (2011) para os genótipos medianos.

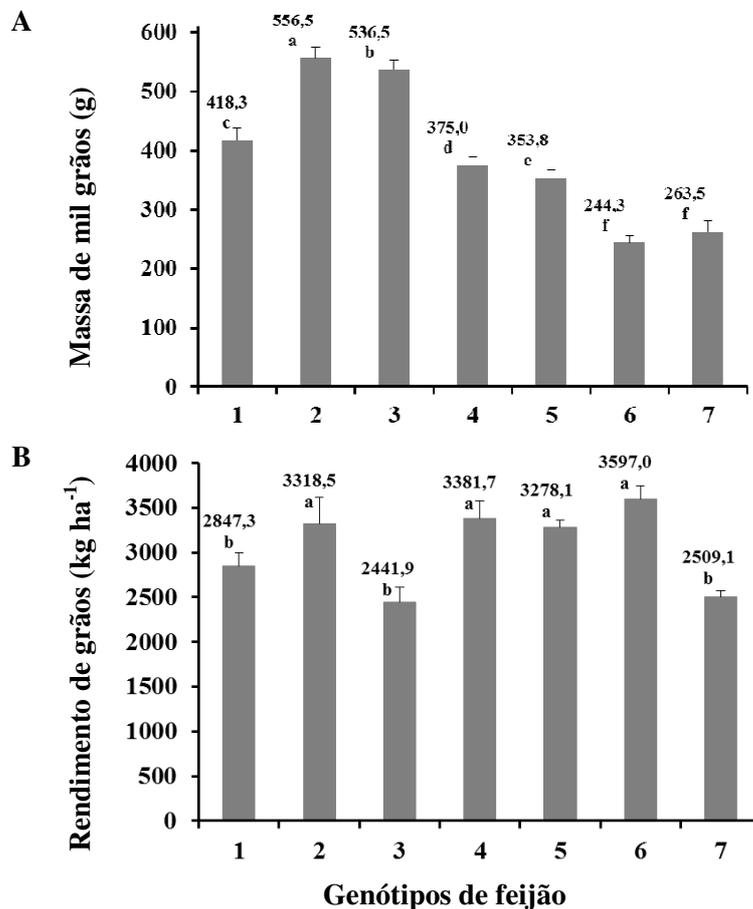


Figura 7. Massa de mil grãos (g) (A) e rendimento (kg ha⁻¹) (B) em sete genótipos de feijão (1: Cf4 0-0-2-1; 2: Cf6 0-0-4-9; 3: Cf6 0-0-4-8; 4: SER-03; 5: SER-08; 6: FTS Soberano e 7: BRS Valente). Médias seguidas pela mesma letra entre genótipos não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As barras indicam o desvio padrão. Safra de verão 2011. Quevedo, Equador. CV: 3,24 e 17,46%.

Para o rendimento de grãos (kg ha^{-1}) as linhas promissoras SER-08, Cf6 0-0-4-9 e SER-03, e a variedade BRS Valente, com valores de 3.278,1; 3.318,5; 3.381,7 e 3.597,0 kg respectivamente, foram os genótipos com melhor desempenho, apresentando resultados significativamente superiores aos demais. Entretanto, a linha promissora Cf6 0-0-4-8 foi a que teve o menor rendimento de grãos, com 2.441,9 kg (Figura 7B). Estes valores obtidos nos genótipos superiores, são maiores aos de Rodríguez et al. (1998) no Panamá (1.406 a 2.801 kg), de López et al. (2001b) no México (597 a 2.013 kg), de Rosas et al. (2000) em 14 localidades de seis países de América Central e do Caribe (Costa Rica, El Salvador, Haiti, Honduras, Nicarágua e Panamá) (2.223 a 2.939 kg), de González-Torres et al. (2008) também no México (1.138 a 2.550 kg), de Antunes et al. (2007) no Sul do Brasil durante sete anos de avaliação (2.110,5 a 2.359,3 kg), de Ribeiro et al. (2010) também no Sul do Brasil (264 a 2.336 kg) e de Garcés-Fiallos et al. (2012a) em 2010 em Quevedo, Equador (610,1 a 1.401,5). A superioridade destes genótipos com os descritos na literatura de vários países da América Latina demonstra o potencial produtivo destas linhas promissoras, sendo este fato corroborado ainda por Garcés-Fiallos (2011), que em condições

agroclimáticas semelhantes obteve rendimento de grãos de 3.720 e 3.350 kg nas linhas promissoras SER-03 e SER-08, respectivamente, quando comparadas com a variedade comercial INIAP-473 (1.648,8 kg).

CONCLUSÕES

Destacou-se a variedade FTS Soberano por acumular uma menor AACPS da ferrugem. Com relação a mela, as linhas promissoras SER-03 e SER-08, e as variedades FTS Soberano e BRS Valente mostraram menor quantidade de doença em todas as variáveis analisadas. Para as doenças radiculares, as linhas Cf6 0-0-4-8 e SER-03 obtiveram menor incidência de podridão parda, entretanto essas mesmas linhas incluindo o SER-08 foram sanitariamente superiores para podridão cinzenta.

A linha promissora SER-03 e as variedades FTS Soberano e BRS Valente mostraram médias superiores no número de nós por planta, número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem por planta. Finalmente, as linhas SER-08, Cf6 0-0-4-9 e SER-08 e a variedade BRS Valente obtiveram o maior rendimento de grãos (kg ha^{-1}).

ABSTRACT: The objective of this study was to quantify the intensity of disease, yield and its components in bean genotypes promising during the summer season in Quevedo, Ecuador. The genetic material used were the lines Cf4 0-0-2-1, Cf6 0-0-4-9 and Cf6 0-0-4-8 (habit growth determinate type Ia), SER-03 and SER-08 (growth habit indeterminate type IIb), and two foreign varieties FTS Soberano and BRS Valente (black group with habit growth indeterminate) used as controls. The intensity of rust (*Uromyces appendiculatus* Pers.: Pers.) and web blight [*Rhizoctonia solani* (Kuhn)] were quantified in central leaflets during four weeks (09/09, 16/09, 23/09 and 30/09) for the first disease and six weeks (26/08, 02/09, 09/09, 16/09, 23/09 and 30/09) for the second, these values being paid-in the area under the disease progress curve (AUDPC). For the case of web blight was also quantified the number of lesions leaflet⁻¹ during reproductive stages R7 and R8. Similarly, after the harvest was determined the incidence of gray rot [*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.] and brown (*R. solani*), and quantified the yield components per plant (number of nodes, number of pods, number of grains, number of grains per pod and sterile pods) and yield (kg ha^{-1}). The experimental design was a randomized complete block design with seven treatments and four replications. To compare the treatment means was employed the test Scott-Knott at 5% probability of error. Highlighted the variety FTS Soberano for accumulate a lower AUDPCS rust. Regarding the web blight, the promising lines SER-03 and SER-08, and the varieties FTS Soberano and BRS Valente showed less disease in all variables. For root diseases, the lines Cf6 0-0-4-8 and SER-03 had a lower incidence of brown rot, however these same materials including the SER-08 showed superiority sanitary of gray rot. The promising line SER-03 and the varieties FTS Soberano and BRS Valente showed higher average number of nodes per plant, number of pods per plant, number of grains per plant and number of grains per pod per plant. Finally, the lines SER-08, Cf6 0-0-4-9 and the varieties SER-08 and BRS Valente showed a highest grain yield (kg ha^{-1}).

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris* L., Rust. Web blight. Root rot. Yield components.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, F. L.; EUSTÁQUIO DE SÁ, M.; DOMINGUES DE SOUZA, L.C.; PINA DA SILVA, M.; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZZETTI, S.; VELÉRIO-FILHO, W. V.; ARRUDA, N. Uso de regulador

de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 148-154, 2011.

ANTUNES, I. F.; SILVEIRA, E. P.; TORRES DA SILVA, E. BRS Expedito: nova cultivar de feijão de grãos pretos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 1, p.135-136, 2007.

BEAVER, J. S.; GODOY, G.; ROSAS, J. C.; STEADMAN, J. Estrategias para seleccionar frijol común con mayor resistencia a mustia hilachosa. **Agronomía Mesoamericana**, Alajuela, v. 13, n. 1, p. 67-72, 2002.

BENNINK, M. R. Health benefits associated with consumption of dry beans. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 35, p. 2-3, 2010.

BUESTÁN, R. H. Desarrollo, evaluación y uso de germoplasma de fríjol común en el Litoral Ecuatoriano. In: CIAT. **Progreso de la investigación y producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1989, p. 275-277.

CAMARGO-BORSATO, L. **Avaliação de resistência de cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à ferrugem e mecanismos de defesa elicitados por ulvana contra *Uromyces appendiculatus***. 2009. xx f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York: John Wiley & Sons. Inc. 1990. p. 532.

CARDOSO, J. E.; COSTA, J. L. da S. Interações entre fungos de solo patógenos do caupi. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 143, 1988.

ERNEST, E. G.; FALCONÍ-CASTILLO, E.; PERALTA-IDROVO, E.; KELLY, J. Encuesta a productores para orientar el fitomejoramiento en frijol en Ecuador. **Agricultura Mesoamericana**, Alajuela, v. 19, n. 1, p. 7-18, 2008.

FOLEGATTI, M. V.; PAZ, V. P. D. A. S.; SANCHEZ DE OLIVEIRA, A. Rendimento do feijoeiro irrigado submetido a diferentes lâminas de água com irrigação por sulco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 281-285, 1999.

GARCÉS-FIALLOS, F. R. Modelo de ponto crítico para estimar danos causados pela mela na cultura do feijoeiro. **Ciencia y Tecnología**, Quevedo, v. 4, n. 1, p. 1-4, 2011.

GARCÉS-FIALLOS, F. R.; ZABALA-PALACIOS, R. G.; DÍAZ-CORONEL, T. G.; VERA-AVILÉS, D. F. Evaluación agronómica y fitosanitaria de germoplasma de fréjol en el trópico húmedo Ecuatoriano. **Revista Científica UDO Agrícola**, Jusepín, v. 12, n. 2, p. 230-240, 2012a.

GARCÉS-FIALLOS, F. R.; DÍAZ-CORONEL, T. G.; AGUIRRE-CALDERÓN, A. J. Severidad de la quemazón (*Pyricularia oryzae* Cav.) en germoplasma de arroz F1 en la zona central del Litoral Ecuatoriano. **Ciencia y Tecnología**, Quevedo, v. 5, n. 2, p. 1-6, 2012b.

GARCÉS-FIALLOS, F. R. Cuantificación de enfermedades en líneas promisorias y variedades de fréjol en Quevedo, Ecuador. **Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, Popayán, v. 11, n. 1, p. 196-207, 2013.

GODOY, C. V.; CARNEIRO, M. T. P. G. S.; IMAUTI, T. M.; PRIA, D. M.; AMORIM, L.; BERGER, R. D.; BERGAMIN FILHO, A. Diagrammatic scales for bean diseases: development and validation. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart, v. 104, n. 4, p. 336-345, 1996.

GODOY-LUTZ, G.; ARIAS, J.; STEADMAN J. R.; ESKRIDGE, K. M. Role of natural seed infection by the web blight pathogen in common bean seed damage, seedling emergence, and early disease development. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 80, n. 8, p. 887-890, 1996.

GODOY-MONTIEL, L.; DÍAZ-CORONEL, G.; VÁSCONEZ-MONTÚFAR, G.; DEFAZ-DEFAZ, E.; GONZÁLEZ-OSORIO, B. Evaluación de dos variedades de fréjol durante tres épocas de siembra bajo sistema de cultivo asociado con maíz. **Ciencia y Tecnología**, Quevedo, v. 4, n. 1, p. 5-11, 2011.

GONZÁLEZ-TORRES, G.; MENDOZA-HERNÁNDEZ, F. M.; COVARRUBIAS-PRIETO, J.; MORÁN-VÁZQUEZ, N.; ACOSTA-GALLEGOS, J. A. Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del Bajío. **Agricultura Técnica en México**, Texcoco, v. 34, n. 4, p. 421-430, 2008.

JAUER, A.; COSTA-DUTRA, L. M.; LUCCA-FILHO, O. A.; SANTI, A. L.; ZABOT, L.; UHRY, D.; BONADIMAM, R.; BELLÉ, G. L.; DAL'COL-LÚCIO, A. Rendimentos de grãos, seus componentes e características morfológicas do feijoeiro comum cultivado em quatro densidades de semeadura na safrinha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 21-26, 2003.

JESUS JUNIOR, W. C.; VALE, F. X. R.; MARTINEZ, C. A.; COELHO, R. R.; COSTA, L. C.; HAU, B.; ZAMBOLIM, L. Effects of angular leaf spot and rust on leaf gas exchange and yield of common bean (*Phaseolus vulgaris*). **Photosynthetica**, Lysolaje, v. 39, p. 603-606, 2001.

LÓPEZ, E.; CANO, O.; VILLAR, B.; CUMPIAN, J.; UGALDE, J. F.; LÓPEZ, O. V. Evaluación de líneas de frijol negro en Veracruz y Chiapas, México. **Agronomía Mesoamericana**, Alajuela, v. 12, n. 2, p. 129-133, 2001a.

LÓPEZ, E.; UGALDE, F. J.; CONTRERAS, R.; BARRADAS, A. Producción artesanal de semilla de frijol en Veracruz, México. **Agronomía Mesoamericana**, Alajuela, v. 12, n. 1, p. 9-14, 2001b.

LÓPEZ, E.; TOSQUY, O. H.; VILLAR, B.; BECERRA, E. N.; UGALDE, J. F. Adaptación, resistencia múltiple a enfermedades y tolerancia a suelos ácidos en genotipos de frijol. **Agronomía mesoamericana**, Alajuela, v. 14, n. 2, p. 151-155, 2003.

MATOS-FILHO, C. H. A.; FERREIRA-GOMES, R. L.; MOURA-ROCHA, M.; FREIRE-FILHO, F. R.; ALMEIDA-LOPES, A. C. DE. 2009. Potencial produtivo de progênies de feijão-caupi com arquitetura ereta de planta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 348-354, 2009.

MEGHAN, M. M.; FITZGERALD, V. K.; MCGINLEY, J. N.; FISCHER, S. M.; THOMPSON, H. J. Qualitative metabolomics of cancer prevention in *Phaseolus vulgaris* L. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 35, p. 12-13, 2010.

MIRANDA, D. B. A., LOBO-JÚNIOR, M.; CUNHA, M. G. Reação de cultivares do feijoeiro comum às podridões radiculares causadas por *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 4, p. 221-226, 2007.

NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A. Efeito do inóculo, período de molhamento foliar e do estágio fenológico do feijão-caupi no desenvolvimento da mela. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 104-109, 2011.

PIECZARKA, D. J.; ABAWI, G. S. Effect of Interaction Between *Fusarium*, *Pythium*, and *Rhizoctonia* on Severity of Bean Root Rot. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 68, n. 3, p. 403-408, 1978.

RIBEIRO, N. D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; POERSCH, N. L.; ROSA, D. P. Critério de seleção indireta para a produtividade de grãos em feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 986-989, 2010.

RODRÍGUEZ, E.; PALMA, Q.; LORENZO, E. La producción artesanal de semilla de frijol en Panamá. **Agronomía Mesoamericana**, Alajuela, v. 9, n. 1, p. 98-106, 1998.

RODRÍGUEZ, E.; LORENZO, L.; ACOSTA, M.; GONZÁLEZ, F.; MORA, B.; GODOY, G. Manejo de la mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* (Frank)) en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agronomía Mesoamericana**, Alajuela, v. 10, n. 1, p. 99-108, 1999.

ROSAS, J. C.; CASTRO, A.; FLORES, E. Mejoramiento genético del frijol rojo y negro mesoamericano para Centroamérica y El Caribe. **Agronomía Mesoamericana**, Alajuela, v. 11, n. 2, p. 37-46, 2000.

SHIMADA, M. M; ARF, O.; DE SÁ, M. E. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p. 181-187, 2000.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.