

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
ESPECIALIZAÇÃO EM MANEJO DE CULTURAS ANUAIS

CARLOS CIMAROSTI JÚNIOR

**ENSAIO COMPARATIVO DE CULTIVARES COMERCIAIS DE SOJA E
LINHAGENS IPRO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS
2018

CARLOS CIMAROSTI JÚNIOR

**ENSAIO COMPARATIVO DE CULTIVARES COMERCIAIS DE SOJA E
LINHAGENS IPRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de Especialização em Manejo de Culturas Anuais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Manejo de Culturas Anuais.

Orientador: Prof. Dr. Carlos André Bahry

DOIS VIZINHOS

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**Programa de Especialização em Manejo de Culturas
Anuais**



TERMO DE APROVAÇÃO

**COINOCULAÇÃO COM BACTÉRIAS E USO DE MICRONUTRIENTES VIA
SEMESTES NO DESEMPENHO DA SOJA**

CARLOS CIMAROSTI JÚNIOR

Esta monografia foi apresentada às quinze horas do dia vinte e cinco de maio de dois mil e dezoito, como requisito parcial para obtenção do título de “Especialista em Manejo de Culturas Anuais” pelo I Curso de Especialização em Manejo de Culturas Anuais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O (a) candidato (a) foi arguido (a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho:

(X) Aprovado; () Aprovado com ressalvas; () Reprovado.

Banca examinadora:

Carlos André Bahry

Anelise Tessari Perboni

Jean Carlo Possenti

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do curso.

RESUMO

CIMAROSTI JÚNIOR, Carlos. **Ensaio comparativo de cultivares comerciais de soja e linhagens IPRO**. 37 f. 2018. Trabalho de conclusão de curso – Programa de Especialização de Manejo de Culturas Anuais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos - PR, 2018.

A soja é originária da China, com registro de que seu cultivo já ocorria há cinco mil anos, no Brasil a cultura passou a se destacar em meados dos anos 70, com a expansão para o centro-oeste, ocorrendo um aumento na demanda mundial de soja, sendo os produtores obrigados a alcançarem maiores tetos produtivos, com isso programas de melhoramento genético são essenciais para atender essa demanda, possibilitando por meio da variabilidade e ampliação da base genética e a seleção dos melhores genótipos de uma população. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de cultivares de soja e de linhagens pré-comerciais IPRO, sob diferentes populações de plantas, em comparação às cultivares comerciais de mesmo grupo de maturação, indicadas para a região sudoeste do Paraná, visando uma possível introdução de novos genótipos para exploração pelos agricultores. O ensaio foi instalado na safra 16/17, em outubro, junto à área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. Três protocolos foram avaliados: Protocolo 1. As linhagens codificadas 5909 – 02, 5909 – 03 e 5909 – 07 foram testadas sob diferentes populações, 220; 330; 440 e 550 mil plantas por hectare, tendo como cheque a cultivar comercial NS 5959 IPRO, com população de 360 mil plantas por hectare. Protocolo 2. A linhagem 5215 foi testada nas mesmas populações descritas para as linhagens acima mencionadas, tendo como cultivar comercial cheque a NS 5445 IPRO, na população de 320 mil plantas por hectare. Protocolo 3. Este protocolo visou avaliar o desempenho da cultivar comercial NS 6906 na região sudoeste, sob as mesmas populações de plantas citadas, visto que sua recomendação não se dá para este ambiente. Adotou-se como cheque a cultivar NS 6601 IPRO, na população de 308 mil plantas por hectare. As variáveis analisadas foram: acamamento, altura de planta, inserção de 1ª vagem, número de vagens por planta, grãos por vagem, massa de mil grãos (MMG) e produtividade. A linhagem NS 5909 – 02 IPRO foi melhor que a cultivar cheque com as populações intermediárias; para a NS 5909 – 03 IPRO foi igual nas menores populações e superior apenas na maior população; a NS 5909 – 07 IPRO foi melhor na menor população e igual à cultivar cheque nas demais populações. A linhagem NS 5215 IPRO foi igual à cultivar cheque nas menores populações e nas maiores foi superior a cultivar cheque. A nova cultivar NS 6906 IPRO foi semelhante à cultivar cheque.

Palavras-chaves: Competição de genótipos de soja. Promoção de novas cultivares. Estande de plantas.

ABSTRACT

CIMAROSTI JÚNIOR, Carlos. **Comparative study of commercial cultivars of soybean and IPRO lines**. 37 p. 2018. Trabalho de conclusão de curso – Programa de Especialização de Manejo de Culturas Anuais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos - PR, 2018.

The soybean is originally from China, with record that its cultivation occurs five thousand years ago, in Brasil, the culture started to stand out in the 1970s, with the expansion to the midwest, na increase in world demand for soybeans, with producers being forced to achieve higher production ceilings, so genetic improvement programs are essential to meet this demand, making possible through the variability and amplification of the genetic base and the selection of the best genotypes of a population. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of soybean cultivars and pre-commercial IPRO lineages under different plant populations compared to the commercial cultivars of the same maturation group, indicated for the southwestern region of Paraná, seeking a possible introduction of new genotypes for exploitation by farmers. The experimente was installed in the harvest 16 / 17, in october, in the Experimental Area of Universidade Tecnológica Federeal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. Three protocols were evaluated: Protocol 1. The coded strains 5909 – 2; 5909 – 3 and 5909 – 7 were tested under diferente populations, 220; 330; 440 and 550 thousand plants per hectare, with commercial check cultivar NS 5959 IPRO,with a population of 360 thousand plants per hectare. Protocol 2. The coded strains NS 5215 IPRo was tested in the same populations described for the aforementioned lineages, having as commercial check cultivar the NS 5445 IPRO, in the population of 320 thousand plants per hectare. Protocol 3. This protocol aimed to evaluate the performance of commercial cultivar NS 6906 in the southwestern region, under the same populations of plants cited, since its recommendation is not given to this environment. It was adopted as a check the cultivar NS 6601 IPRO, in the population of 308 thousand plants per hectare. The variables analyzed were: plant height, 1st pod insertion, number of pods per plant, grains per pod, one thousand grain mass (MMG) and productivity. The lineage NS 5909 – 02 IPRO was better than the check crop with intermediary populations, for NS 5909 - 03 IPRO was the same in the smallest populations and superior only in the largest population, for NS 5909 - 07 IPRO was better in the lowest population and similar to check cultivation in the other populations, for NS 5215 IPRO was equal to check cultivar with the smallest populations and in the larger was superior to check cultivar, whereas for cultivar NS 6906 IPRO was equal to cultivar check.

Keywords: Competition of soybean genotypes. Promotion of new cultivars. Plant stand.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde e oportunidade para que eu pudesse realizar esse sonho.

Ao meu Orientador por se dispor a me guiar e tirar minhas dúvidas para essa conquista ser possível.

Aos meus Pais Carlos e Raquel Cimarosti, minha namorada Daiana e a toda família pelo apoio e motivação nos momentos difíceis.

Aos meus colegas de faculdade por todos os momentos de convívio, tornando essa conquista mais fácil.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	10
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
5.1 LINHAGENS NS 5909– 2 IPRO; NS 5909– 3 IPRO; NS 5909– 7 IPRO.....	16
5.2 LINHAGEM NS 5215 IPRO.....	22
5.3 CULTIVAR NS 6906 IPRO.....	28
6 CONCLUSÕES.....	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

A soja é originária da Manchúria, na China, e é uma das culturas mais antigas, com registro de seu cultivo há, pelo menos, cinco mil anos, tendo-se espalhado pelo mundo por meio de viajantes ingleses e por imigrantes japoneses e chineses (CATTELAN, 2013).

No Brasil, a cultura passou a se destacar em meados dos anos 70, com a expansão para o cerrado. Nos últimos anos, a produção de soja tem assumido importância significativa, sendo atualmente utilizada principalmente para a extração de óleo vegetal e farelo (MISSÃO, 2006).

Programas de melhoramento genético da cultura são essenciais para atender à crescente demanda por maiores tetos produtivos, possibilitando, por meio da variabilidade e ampliação da base genética, a seleção dos melhores genótipos de uma população. Contudo, selecionar progênies superiores não é tarefa fácil, uma vez que os caracteres de importância, em sua maioria quantitativos, apresentam comportamento complexo, por serem influenciados pelo ambiente e estarem inter-relacionados, sendo que a seleção de um pode provocar uma série de mudanças nos demais (COSTA, 2004).

A soja apresenta caule herbáceo, ereto com porte de 0,60 a 1,50 m, bastante ramificado, com os ramos inferiores mais alongados e formando ângulos variáveis com a haste principal (MISSÃO, 2006), apresentando plasticidade em resposta ao arranjo de plantas, variando o número de ramificações, vagens e grãos por planta, em resposta a variação na população (CATTELAN, 2013).

A época da semeadura e a população de plantas podem alterar o porte, principalmente em cultivares mais sensíveis à temperatura e fotoperíodo. O porte reduzido pode prejudicar a produtividade e dificultar a colheita, aumentando as perdas. Já, o crescimento excessivo promove acamamento das plantas, e pode resultar em queda na produtividade e dificultar a colheita (VENTURA et al., 2009).

A maior população de plantas visa garantir maior competição entre as plantas, para aumentar sua altura e sombrear o solo em menos tempo e, também, para competir com as plantas daninhas, evitando possíveis falhas no estande. Porém, isso acaba gerando maior gasto com sementes. Além disso, em áreas com maiores teores de matéria orgânica no solo pode favorecer o acamamento. De modo geral, cultivares de ciclo longo e porte alto requerem menores populações, sendo o

inverso verdadeiro (CATTELAN, 2013).

Em trabalho desenvolvido pela Silva (1998), não se verificou diferença no rendimento de grãos pela variação da população entre 200 e 600 mil plantas por hectare; sendo que populações de 280.000 a 350.000 plantas por hectare podem ser utilizadas com mais segurança, reduzindo as chances de acamamento, com rápido fechamento das entre linhas e bom crescimento em altura.

2 OBJETIVOS

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agronômico de cultivares de soja e de linhagens pré-comerciais IPRO, sob diferentes populações de plantas, em comparação às cultivares comerciais de mesmo grupo de maturação, indicadas para a região sudoeste do Paraná, visando uma possível introdução de novos genótipos para exploração pelos agricultores.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A cultura da soja ganha cada vez mais importância na agricultura mundial, devido à diversidade do uso e ao aumento da demanda por alimentos. A área destinada ao cultivo de soja vem aumentando anualmente. Mundialmente, passou de 81,48 milhões de hectares na safra 2002/03 para 120,9 milhões na safra 2016/17 (DERAL, 2012; BALBINOT, 2017).

Além do aumento na área plantada, o investimento em pesquisa e no desenvolvimento de cultivares mais produtivas tem melhorado o rendimento e ajudado a alavancar a produção, confirmando-se com os dados de produção mundial dos últimos anos, que passou de 211,64 milhões de toneladas na safra 2007/2008 para 351,311 milhões na safra 2016/17 (DERAL, 2012; BALBINOT, 2017).

No Brasil, que é o segundo maior produtor mundial do grão, a soja apresenta grande importância social e econômica, sendo a base do agronegócio brasileiro. Apresenta uma área cultivada de, aproximadamente, 33,8 milhões de hectares, com uma produção de 117,2 milhões de toneladas, com destaque para o Mato Grosso e o Paraná, maiores produtores da oleaginosa (BALBINOT, 2017).

Os programas de melhoramento de soja visam predominantemente a seleção de genótipos com características que permitam rendimentos mais elevados. Para isso são selecionadas linhagens mais produtivas, resistentes a pragas, doenças, adaptadas a diferentes condições de clima, solo, fotoperíodo, e que permitam a incorporação de novas áreas, possibilitando maior rentabilidade para o produtor (MARTINS, 2016).

Em função dos altos rendimentos e da ampla adaptação nas diferentes latitudes, aliados ao alto teor proteico e lipídico, a cultura da soja constitui-se como a mais importante oleaginosa cultivada no Brasil. O incremento médio de 36 kg ha⁻¹ ano⁻¹ na produtividade, entre 1976/77 até 2012/13, foi proporcionado principalmente pelo melhoramento genético e a expansão na área de cultivo, que totalizou nesta safra cerca de 28 milhões de hectares, com produtividade média de 2,9 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013).

A utilização de tecnologias e de materiais genéticos de alto potencial produtivo condicionou o aumento na produtividade de grãos. Porém, torna-se necessária, para gerar incrementos cada vez mais compensatórios, a obtenção de

materiais adaptados às condições edafoclimáticas de cada região (TORRES et al., 2014).

As condições de riscos e incertezas na agricultura são elevadas e para diminuí-las cabe ao produtor rural tomar decisões baseadas em informações técnicas e econômicas, devendo sempre utilizar genótipos adaptados ao local de cultivo, por determinarem melhor aproveitamento de fatores abióticos como água, luz e nutrientes, para que a cultura possa expressar todo o seu potencial (ARGENTA et al., 2001).

A população de plantas é determinante e o arranjo das plantas influencia o crescimento da soja, assim, a melhor população de plantas deve possibilitar alta produtividade, altura de planta e de inserção de primeira vagem, colheita mecanizada e plantas que não acamem (HEIFFIG, 2010).

A soja apresenta alta capacidade de se adaptar as condições ambientais e de manejo, por meio de alterações na morfologia da planta e nos componentes de rendimento. Essas modificações podem estar relacionadas com altitude, latitude, textura e fertilidade do solo, época de semeadura, população de plantas e espaçamento de entrelinhas (HEIFFIG, 2002).

De maneira geral, plantas adensadas são mais altas, menos ramificadas, mais sujeitas ao acamamento e com menor quantidade de vagens nos estratos inferiores do dossel. Já, plantas menos adensadas são mais sujeitas a interferência de plantas daninhas e apresentam vagens menores, sendo que, de maneira geral, cultivares tardias, altas e com folhas grandes alcançam seus tetos produtivos quando semeadas em baixa densidade (OLIVEIRA, 2010).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Área Experimental da UNEPE de Culturas Anuais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos. O clima da região é subtropical úmido do tipo (Cfa), conforme classificação de Köppen (MAACK, 1968), com altitude média de 540 m.

A área de implantação do experimento vem sendo conduzida no sistema de semeadura direta, com utilização de sucessão de culturas, sendo milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max*) como culturas predominantes de verão e aveia preta (*Avena strigosa*) e trigo (*Triticum spp.*) como culturas de inverno.

O ensaio foi implantado na safra 2016/2017, utilizando uma semeadora-adubadora de arrasto, com cinco linhas espaçadas a 0,45 m.

Dividiu-se o experimento em três protocolos:

Protocolo 1. As linhagens codificadas 5909 – 02, 5909 – 03 e 5909 – 07 foram testadas tendo como cheque a cultivar comercial NS 5959 IPRO, com população de 360 mil plantas por hectare.

Protocolo 2. A linhagem 5215 foi testada tendo como cultivar comercial cheque a NS 5445 IPRO, na população de 320 mil plantas por hectare.

Protocolo 3. Este protocolo visou avaliar o desempenho da cultivar comercial NS 6906 na região sudoeste, visto que, sua recomendação não se dá para este ambiente. Para tanto, adotou-se como cheque a cultivar recomendada NS 6601 IPRO, na população de 308 mil plantas por hectare.

As linhagens avaliadas, bem como a cultivar não indicada para a região, foram submetidas a diferentes estandes de plantas: 220; 330; 440 e 550 mil plantas por hectare.

A modalidade de instalação dos protocolos foi na forma de parcelas de 25 metros de comprimento e 5 cinco linhas, sendo as cultivares cheque semeadas em cada lado externo dos referidos protocolos (Figura 1). Para determinação da produtividade de grãos para cada população das linhagens avaliadas, e das cultivares cheque, duas linhas mais ao centro de cada genótipo, com dez metros de

comprimento, em duas repetições, foram coletadas. Antes, procedeu-se a contagem da população de plantas final.

C	220 (1)	330 (2)	440 (3)	550 (4)	C
---	---------	---------	---------	---------	---

Figura 1 – Croqui exemplificando a distribuição de cada material nos protocolos. UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos, 2016. *C = cultivar cheque; 1, 2, 3, 4 as diferentes populações testadas para cada linhagem pré-comercial e a cultivar não indicada para o sudoeste do Paraná.

Cinco plantas foram aleatoriamente coletadas em cada repetição para avaliação dos componentes de rendimento altura de planta, inserção da 1ª vagem, número de vagens por planta, grãos por vagem e massa de mil grãos (MMG).

Todas as sementes foram tratadas imediatamente antes da semeadura com o inseticida do grupo pirazol (Fipronil) e os fungicidas do grupo das estrubirulinas (Piraclostrobina) e do grupo dos benzimidazois (Metil Tiofanato), na dose recomendada de 2ml kg⁻¹.

A adubação de base constou de 440 kg ha⁻¹ de super fosfato simples (SSP) e uma aplicação em cobertura de cloreto de potássio (KCl), na dose de 133 kg ha⁻¹, quando as plantas apresentavam a segunda folha trifoliolada.

A área foi dessecada cinco dias antes da semeadura com dicloreto de paraquate (bipiridílio) e diurom (ureia) - Gramocil, na dose de 2 L ha⁻¹. Vinte dias após a semeadura aplicou-se glifosato, na dose de 3 litros ha⁻¹, para controle de plantas daninhas emergidas e o inseticida lambda-cialotrina (piretróide) - Karatê Zeon 50 sc para controle de Vaquinha-verde-amarela (*Diabrotica speciosa*).

Em R1 foi aplicado o fungicida sistêmico e de contato azoxistrobina (estrobilurina) e benzovindiflupir (pirazol carboxamida) - Elatus, na dose de 200 g ha⁻¹, seguida de mais duas aplicações espaçadas de 15 dias, juntamente com os inseticidas beta-ciflutrina (piretróide) e imidacloprido (neonicotinóide) - Connect + lambda-cialotrina (piretróide) - Karatê zeon 50 sc - Karatê para o controle de percevejos.

Por se tratar de protocolos seguindo o sistema adotado por empresas de melhoramento genético da soja, não se adotou o procedimento estatístico padrão. A

forma de comparação para cada protocolo se deu por barra de erros para as variáveis analisadas, o que permitiu verificar diferença ou não entre as linhagens e suas respectivas cultivares cheque.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PROTOCOLO 1: LINHAGENS NS 5909 – 2 IPRO; NS 5909 – 3 IPRO; NS 5909 – 7 IPRO E CULTIVAR CHEQUE NS 5959 IPRO

A Figura 1 mostra a altura de planta das linhagens em função do aumento da população de plantas e, também, da cultivar cheque NS 5959 IPRO, podendo ser observado que o aumento de população não apresentou tanto efeito sobre a altura de planta das linhagens.

A linhagem NS 5909 – 2 IPRO apresentou menor altura de planta nas três primeiras populações, enquanto que na maior população apresentou altura igual a cultivar cheque. Já a linhagem NS 5909 – 3 IPRO não apresentou variação na altura de planta em todas as populações, sendo iguais a cultivar cheque, enquanto que a linhagem NS 5909 – 7 IPRO apresentou, na população de 440 mil plantas ha^{-1} , menor altura de plantas que a cultivar cheque, enquanto que nas demais apresentou altura semelhante a cultivar cheque. Comparando as linhagens, a que apresentou maior altura de planta foi a linhagem NS 5909 – 3 IPRO.

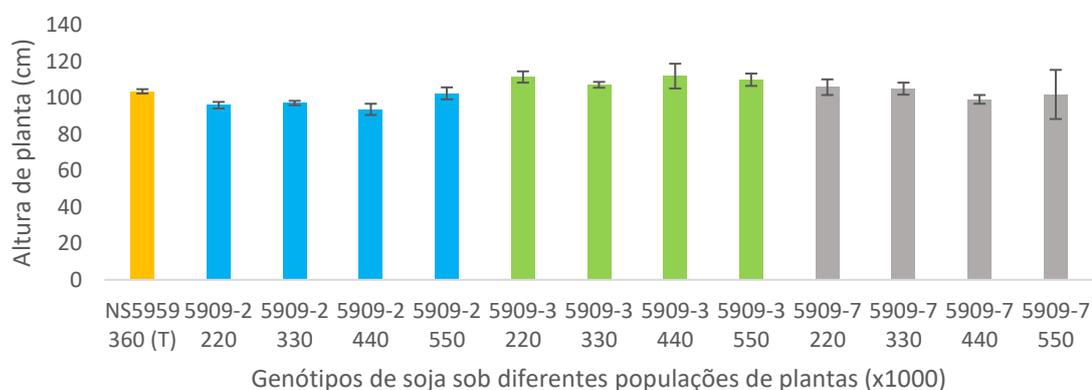


Figura 1. Altura de planta (cm) em função de diferentes populações de plantas (x1000).

Avaliando a plasticidade da cultura da soja com seis diferentes espaçamentos entre linhas e cinco densidades diferentes de populações, Heiffig (2010) observou que, na população equivalente a 350 mil plantas ha^{-1} , as plantas não apresentaram ramificações e maior altura de planta, enquanto que na população de 70 mil plantas por hectare apresentaram um grande número de ramificações por planta e menor altura de planta.

A Figura 2 apresenta a altura de inserção da 1ª vagem das linhagens em função do aumento da população de plantas e também da cultivar cheque NS 5959 IPRO. A linhagem NS 5909 – 2 IPRO apresentou menor altura de inserção da 1ª vagem nas duas primeiras populações, enquanto que nas duas maiores populações não apresentou diferença com a cultivar cheque. Já a NS 5909 – 3 IPRO apresentou altura de inserção da 1ª vagem igual a cultivar cheque apenas na população de 440 mil plantas ha^{-1} , enquanto que nas outras apresentou menor altura de inserção da 1ª vagem em comparação com a cultivar cheque. A linhagem NS 5909 – 07 IPRO apresentou uma maior altura de inserção da 1ª vagem em todas as populações em comparação com a cultivar cheque, sendo que esta linhagem apresentou maior altura de inserção da 1ª vagem em comparação com as demais linhagens.

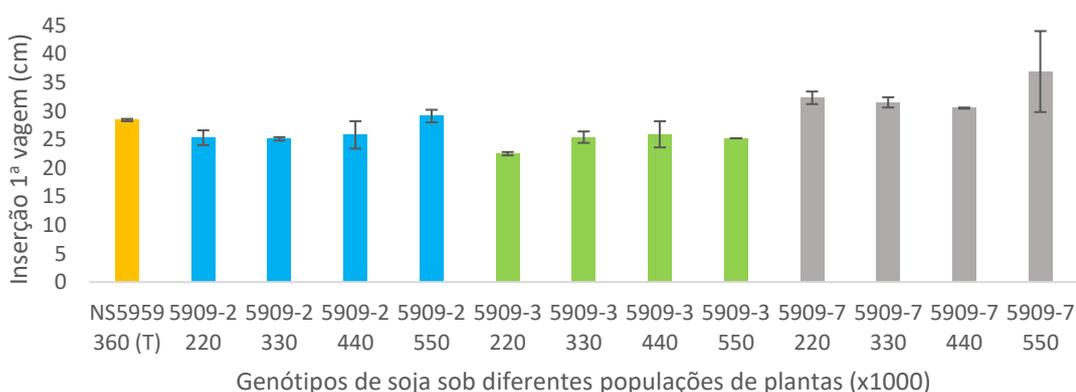


Figura 2. Inserção 1ª vagem (cm) em função de diferentes populações de plantas (x1000).

Em trabalho realizado pela Balbinot (2015), se observou que a altura de inserção da primeira vagem seguiu a mesma tendência da altura de plantas, sendo assim, com aumento da densidade de plantas por hectare ocorreu incremento de altura de inserção da primeira vagem, porém, é necessário enfatizar que mesmo na menor densidade de plantas avaliada (135 mil plantas ha^{-1}), a altura da primeira vagem foi adequada à colheita mecanizada.

O número de vagens por planta de duas linhagens foi reduzido em função do aumento da população de plantas (Figura 3).

A linhagem NS 5909 – 2 IPRO apresentou número de vagens por planta igual a cultivar cheque nas populações de 330 e 440 mil plantas por ha^{-1} , já na de 220 mil plantas por ha^{-1} apresentou maior número de vagens que a cultivar cheque, enquanto que na população de 550 mil plantas por ha^{-1} apresentou menor número

de vagens por planta que a cultivar cheque. Por sua vez, a NS 5909 – 3 IPRO apresentou maior número de vagens por planta em todas as populações que a cultivar cheque. A linhagem NS 5909 – 7 IPRO apresentou número de vagens igual a cultivar cheque apenas na população de 220 mil plantas por ha⁻¹, enquanto que as demais populações apresentaram menor número de vagens por planta. Em geral, a linhagem NS 5909 – 3 apresentou maior número de vagens por planta em comparação com as demais linhagens (Figura 3).

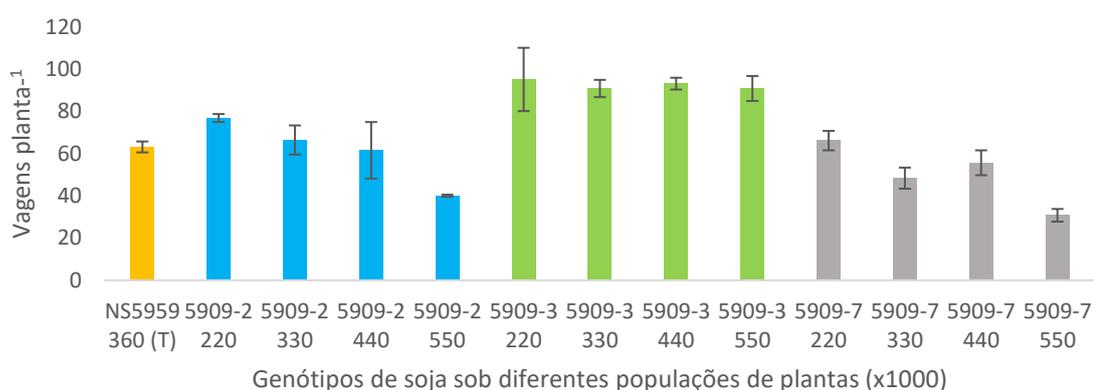


Figura 3. Número de vagens por planta em função de diferentes populações de plantas (x1000).

Ao avaliar a densidade de plantas na cultura da soja, pesquisadores da Balbinot (2015) observaram que, com o aumento da mesma, houve uma redução do número de vagens por planta, variando de 50 na densidade de 135 mil plantas ha⁻¹ para somente 3 na densidade de 440 mil plantas ha⁻¹, tendo em média uma redução de 70% no número de vagens por planta com a variação de 135 para 440 mil plantas ha⁻¹.

Conforme mostra a Figura 4, a linhagem NS 5909 – 2 IPRO apresentou, apenas na população de 220 mil plantas por ha⁻¹, maior número de grãos por planta que a cultivar cheque. Já nas populações de 330 e 440 mil plantas por ha⁻¹, não variou o número de grãos por planta em comparação com a cultivar cheque e na população de 550 mil plantas ha⁻¹ apresentou menor número de grãos por planta que a cultivar cheque. Para a linhagem de NS 5909 – 3 IPRO observou-se maior número de grãos por planta em todas as populações em comparação com a cultivar cheque. A linhagem NS 5909 – 7 IPRO apresentou, apenas na população de 220 mil plantas ha⁻¹, número de grãos por planta igual a cultivar cheque, enquanto que nas demais apresentou menor número de grãos por planta. A linhagem NS 5909 – 3

IPRO apresentou melhor número de grãos por planta em comparação com as demais linhagens.

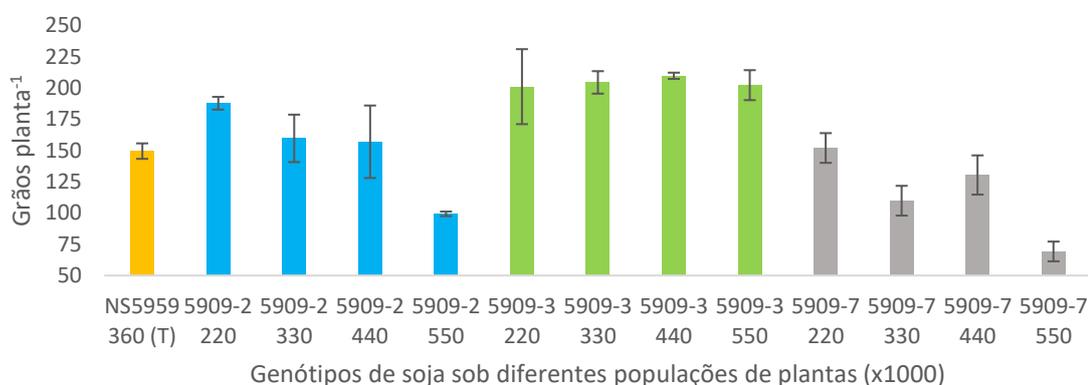


Figura 4. Número de grãos por planta em função de diferentes populações de plantas (x1000).

Ao avaliar três diferentes populações em cultivares convencionais e RR de soja, Ludwig (2011) observou que o número de grãos por planta foi reduzido com o aumento do número de plantas ha⁻¹, passando de 25,2 para 13,1 com o aumento da população de 250 para 550 mil, observando também que ocorreram as maiores produtividades onde apresentavam o maior número de grãos por m².

A Figura 5 mostra o número de grãos por vagem em função do aumento de população de plantas, podendo ser observado que o aumento da população de plantas não ocasionou diminuição do número de grãos por vagem nas três linhagens, sendo que a 5909 – 02 IPRO apresentou número maior de grãos por vagem que a cultivar cheque, enquanto que as linhagens NS 5909 – 3 IPRO e a NS 5909 – 7 IPRO apresentaram menor número de grãos por vagem em comparação com a cultivar cheque.

Ainda de acordo com o trabalho de Ludwig (2011), se observou que ocorreu redução do número de grãos por vagem com o aumento da população de plantas, passando de 2,06 para 1,99 grãos por vagem com a variação da população de 250 para 550 mil plantas por hectare, estando em desacordo com o observado no presente trabalho.

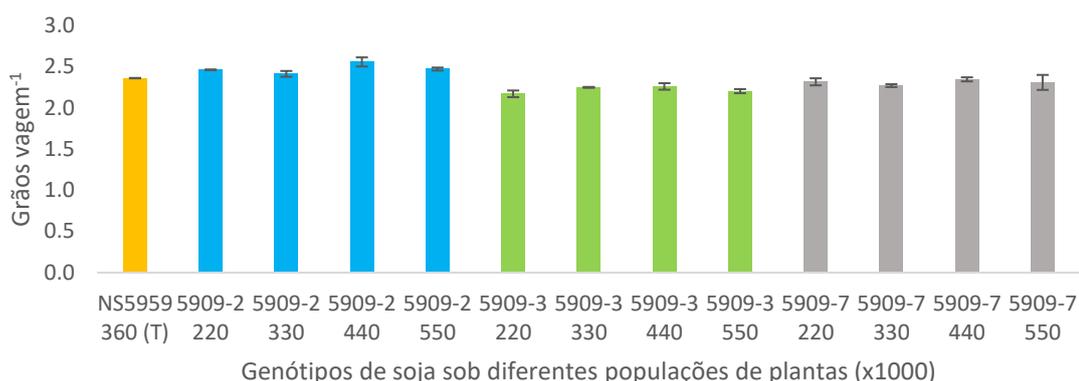


Figura 5. Número de grãos por vagem em função de diferentes populações de plantas (x1000).

O índice de acamamento das linhagens, em função do aumento da população de plantas, no comparativo com a cultivar cheque NS 5959 IPRO, mostrou que o aumento de população da linhagem NS 5909 – 2 IPRO não apresentou efeito no acamamento. Já para a linhagem NS 5909 – 3 houve maior acamamento que a cultivar cheque na maior e na menor população. Para a linhagem NS 5909 – 7 IPRO, o acamamento foi igual a cultivar cheque apenas na menor população, com o aumento da população, aumentou o acamamento; sendo que a linhagem que apresentou melhor resistência ao acamamento foi a linhagem NS 5909 – 02 IPRO em comparação com as demais linhagens.

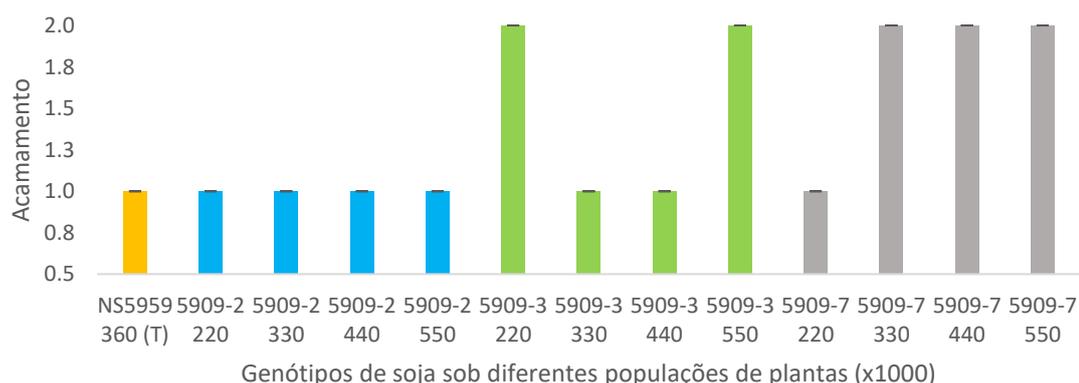


Figura 6. Índice de acamamento em função de diferentes populações de plantas (x1000).

Em relação à massa de mil grãos (Figura 7) pode-se observar que a linhagem NS 5909 – 2 IPRO apresentou menor massa de mil grãos que a cultivar cheque. Já a linhagem NS 5909 – 3 IPRO apresentou menor massa de mil grãos nas populações de 220 e 330 mil plantas ha⁻¹ em comparação com a cultivar cheque

e nas populações de 440 e 550 mil plantas ha^{-1} não variou da cultivar cheque. A linhagem NS 5909 – 7 IPRO apresentou massa de mil grãos igual a cultivar cheque nas populações de 220 e 550 mil plantas ha^{-1} , enquanto que nas populações de 330 e 440 mil plantas ha^{-1} a massa de mil grãos foi menor que a cultivar cheque.

Segundo Ludwig (2011), o aumento da população de plantas de soja, de diferentes cultivares, ocasionou aumento da massa de 1000 grãos, passando de 132 para 138 gramas, com o aumento da população de 250 para 550 mil plantas ha^{-1} .

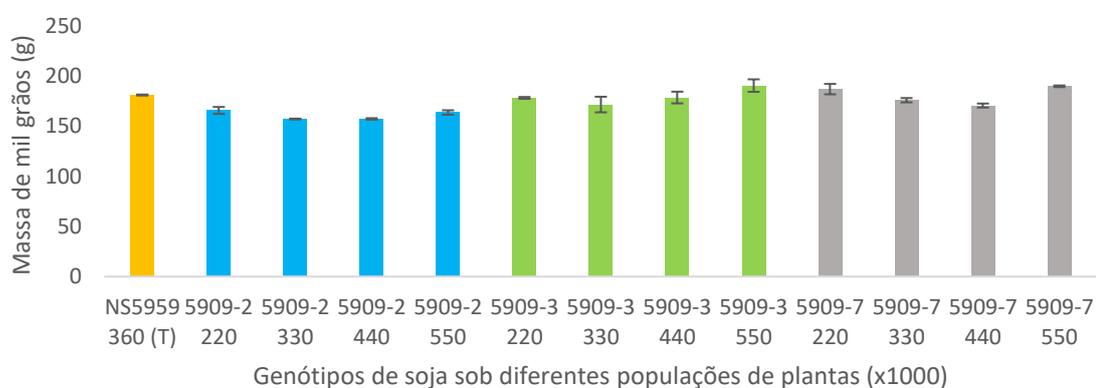


Figura 7. Massa de mil grãos (g) em função de diferentes populações de plantas (x1000).

Conforme mostra a Figura 8, a produtividade da linhagem NS 5909 – 2 IPRO foi igual a cultivar cheque na população de 330 mil plantas ha^{-1} , enquanto que nas demais populações foi inferior à cultivar cheque, Já a linhagem NS 5909 – 3 IPRO não apresentou diferença de produtividade com a cultivar cheque, enquanto a linhagem NS 5909 – 7 IPRO apresentou maior produtividade apenas na população de 220 mil plantas ha^{-1} em comparação com a cultivar cheque, enquanto que nas populações de 330 e 550 mil plantas ha^{-1} foi igual a cultivar cheque e na população de 440 mil plantas ha^{-1} foi inferior a cultivar cheque. A linhagem que apresentou a maior produtividade foi a NS 5909 – 7 IPRO, verificada na população de 220 mil plantas ha^{-1} .

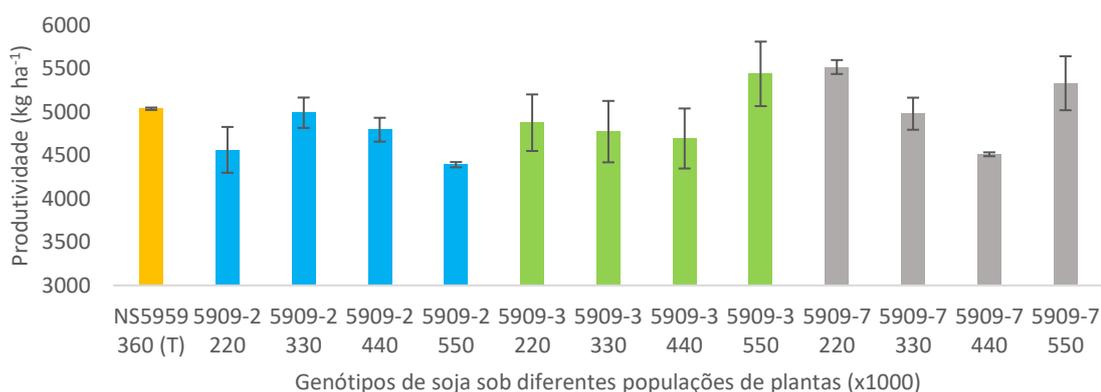


Figura 8. Produtividade (kg ha⁻¹) em função de diferentes populações de plantas (x1000).

Em uma rede de ensaios da Balbinot (2015) observou-se que, na maioria dos trabalhos com variação da densidade de plantas, houve pouca influência sobre a produtividade de grãos, mesmo em cultivares com arquitetura compacta e ciclo curto, demonstrando alta plasticidade de crescimento das plantas de soja, com a variação da população de 135 para 435 mil plantas ha⁻¹.

5.2 PROTOCOLO 2: LINHAGEM NS 5215 IPRO

A altura de planta (cm) da linhagem 5215, em função da variação populacional, e em comparação à cultivar cheque NS 5445 IPRO, foi maior em função do aumento da população de plantas, mesmo assim, acabou ficando abaixo da cultivar cheque. Isso indica que, para essa linhagem deve-se trabalhar com populações mais altas para se ter um maior porte de planta.

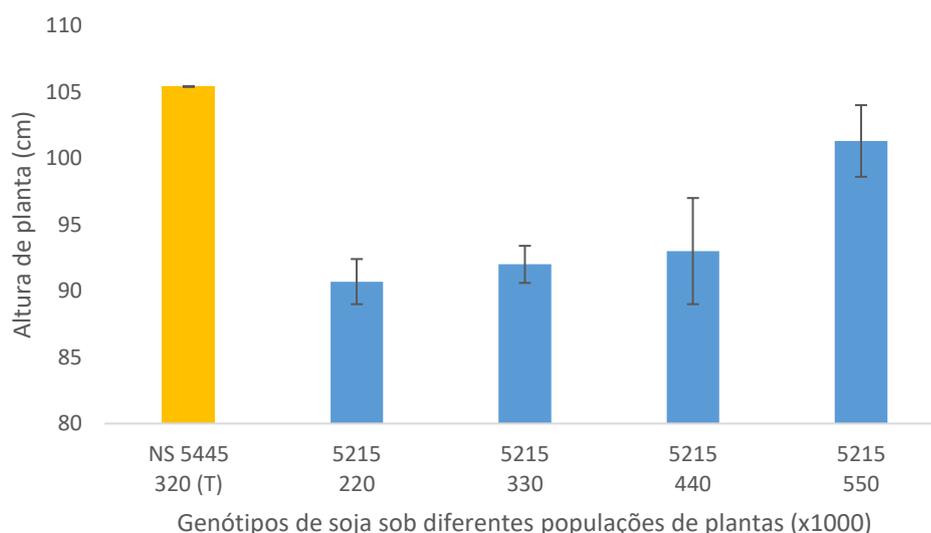


Figura 9. Altura de planta (cm) em função de diferentes populações de plantas (x1000).

A altura de plantas é um fator influenciado pela densidade de plantas ha^{-1} , passando de 0,7 para 0,8 metros de altura, aproximadamente, com o aumento de 300 para 600 mil plantas por hectare, porém, não é influenciado pela redução do espaçamento entre linhas de 0,45 para 0,3 metros (BALBINOT, 2014).

A Figura 10 apresenta os resultados da altura de inserção de 1ª vagem (cm) da linhagem em função do aumento da população de plantas e da cultivar cheque NS 5445 IPRO. Observou-se nesta variável a mesma tendência verificada para a altura de planta, ficando em todas as populações menores que a cultivar cheque, o que era esperado, indicando que para essa linhagem deve-se trabalhar com populações mais altas para se ter uma maior altura de inserção da 1ª vagem (cm), o que reduz as perdas na colheita.

Ao avaliar o arranjo de plantas, características agronômicas e produtividade de soja com três espaçamentos entre linhas e quatro populações de plantas, em duas cultivares, Costa (2013) observou que, independente da cultivar e do espaçamento utilizado entre linhas, a altura de inserção da 1ª vagem foi influenciada pela população de plantas, sendo que o aumento da população de plantas ocasionou aumento na altura de inserção da 1ª vagem, passando de 17 para 23 cm com o aumento de 150 para 450 mil plantas por hectare.

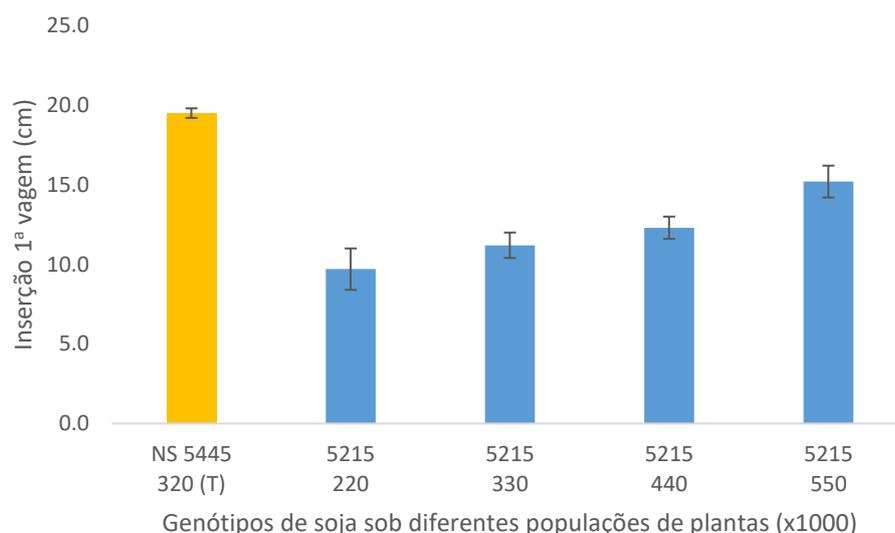


Figura 10. Inserção 1ª vagem (cm) em função de diferentes populações de plantas (x1000).

O número de vagens por planta diminuiu com o aumento da população da linhagem NS 5215 (Figura 11), sendo que na menor população verificou-se 3 vezes mais vagens por planta que a cultivar cheque, enquanto que na maior população houve menos vagens que a cultivar cheque. Com base neste resultado, para esta linhagem, o correto seria utilizar população menor de plantas ha^{-1} .

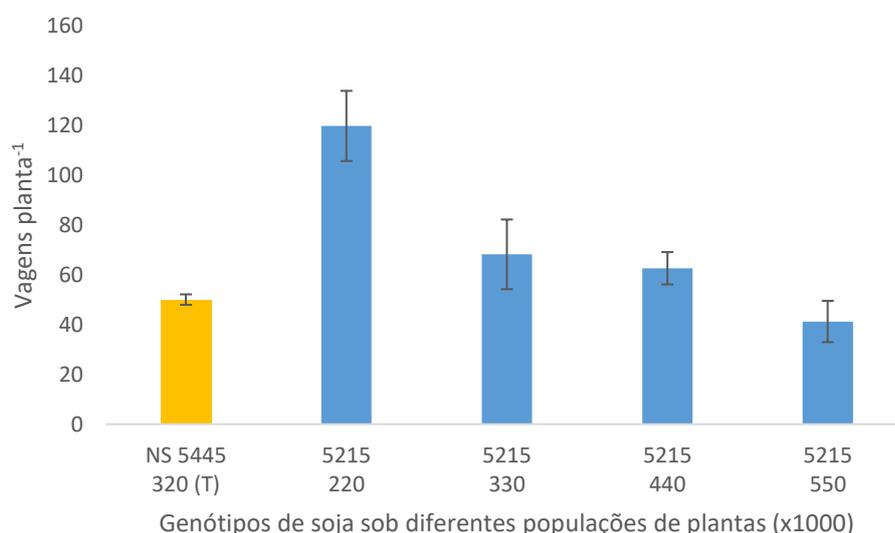


Figura 11. Número de vagens por planta em função de diferentes populações de plantas (x1000).

No trabalho de Costa (2013) verificou-se decréscimo do número de vagens por planta com o aumento da população, passando de 79 para 33 vagens com o aumento de 150 para 450 mil plantas ha^{-1} .

Em relação ao número de grãos por planta da linhagem foi observado que, com o aumento da população de plantas ocorreu diminuição do número de grãos, sendo que na menor população o número de grãos por planta foi quase 3 vezes maior que da cultivar cheque, enquanto que nas outras populações não ocorreu diferença com a cultivar cheque, indicando que, para esse parâmetro, a população mais baixa é a mais adequada para essa linhagem.

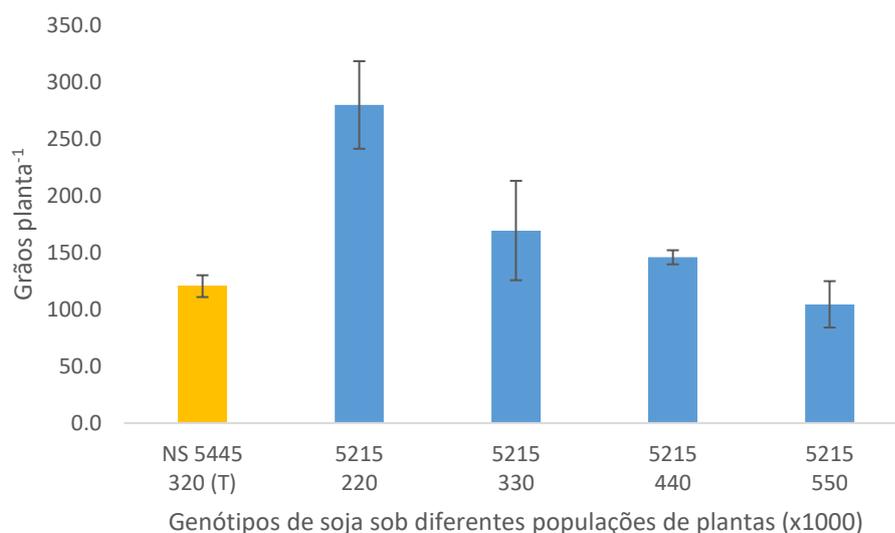


Figura 12. Número de grãos por planta em função de diferentes populações de plantas (x1000).

Buscando avaliar o efeito do espaçamento entre linhas, população de plantas e uniformidade de semeadura na produtividade da soja, Tourino et al. (2002) observou que o aumento da população de plantas ha⁻¹ ocasionou redução no número de grãos por planta, variando de 51 para 34 grãos com o aumento de 10 para 22 plantas por m².

O número de grãos por vagem aumentou com o aumento populacional, sendo que apenas na maior população apresentou maior número de grãos por vagem que a cultivar cheque, enquanto que nas populações de 220, 330 e 440 mil plantas por ha⁻¹ o número de grãos por vagem não variou em comparação com a cultivar cheque.

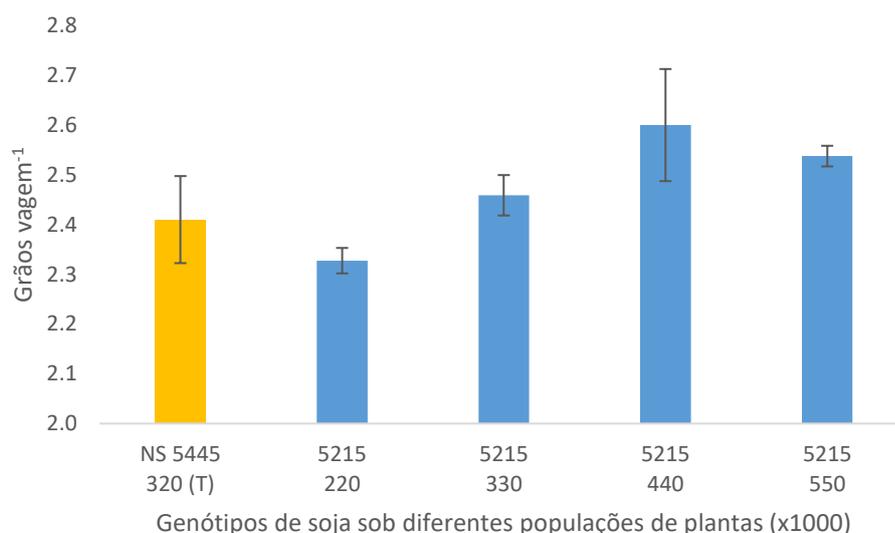


Figura 13. Número de grãos por vagem em função de diferentes populações de plantas (x1000).

De acordo com Tourino et al. (2002), o aumento da população de plantas ha⁻¹ ocasionou redução no número de grãos por vagem, variando de 2,1 para 1,9 grãos por vagem com o aumento de 10 para 22 plantas por m², estando parcialmente alinhado com o presente estudo.

Não verificou-se acamamento da linhagem NS 5215 em função das diferentes populações testadas, bem como da cultivar cheque, evidenciando a boa tolerância a este critério, para a linhagem, nas mais variadas populações de plantas.

Em estudo desenvolvido pela Balbinot (2014) se observou que o acamamento da soja, em diferentes ensaios, foi bastante influenciado pela cultivar utilizada e, também, pela densidade de plantas, devendo-se ter um cuidado para não utilizar populações em excesso para cultivares que apresentam maior capacidade de crescimento e, assim, maiores risco de acamamento.

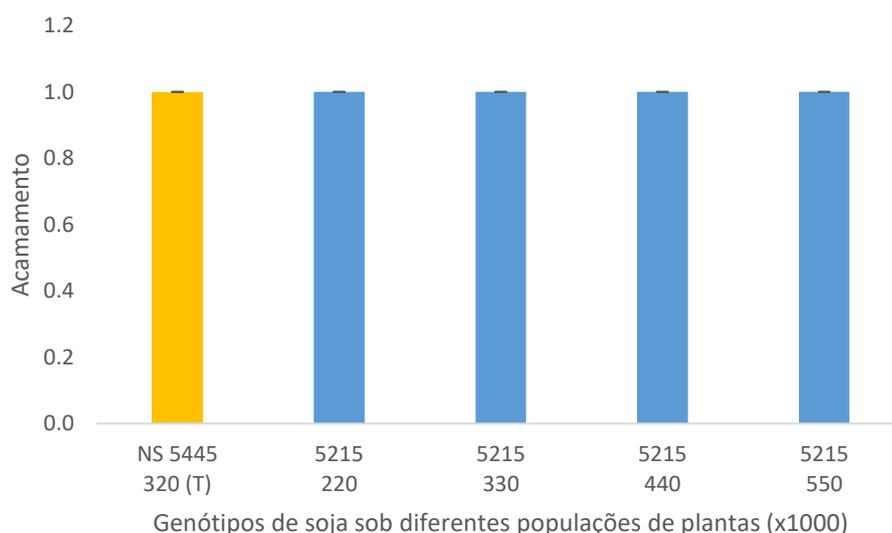


Figura 14. Índice de acamamento em função de diferentes populações de plantas (x1000).

Os resultados da massa de mil grãos da linhagem NS 5215 não variaram com a variação da população de plantas. Em comparação com a cultivar cheque, a massa de mil grãos da linhagem foi inferior à cultivar NS 5445 IPRO (Figura 15). Tourino et al. (2002) verificou que o aumento da população de plantas por hectare ocasionou aumento do peso de mil grãos, passando de 157 para 165 gramas com o aumento de 10 para 22 plantas por m².

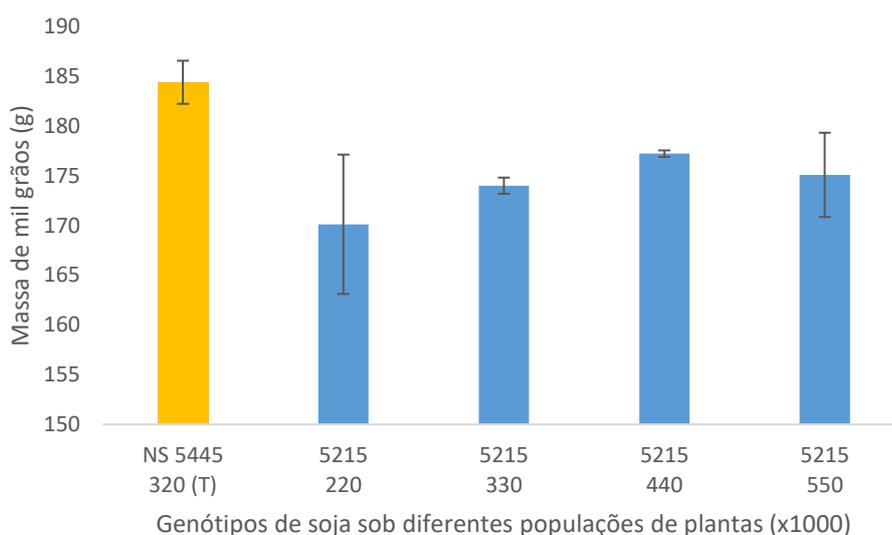


Figura 15. Massa de mil grãos (g) em função de diferentes populações de plantas (x1000).

A Figura 16 mostra que a produtividade de grãos da linhagem NS 5215 foi maior que a cultivar cheque para quase todas as populações, à exceção de 300 mil plantas ha^{-1} . Porém, com base na barra de erros, esta não diferiu da menor população testada e da de 400 mil plantas ha^{-1} .

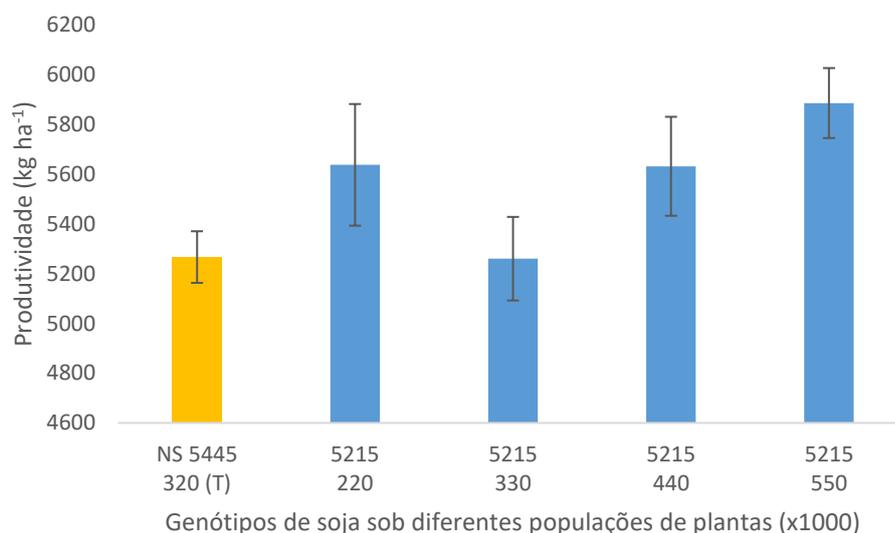


Figura 16. Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em função de diferentes populações de plantas ($\times 1000$).

Em trabalho desenvolvido pela Balbinot (2014), se observou que o aumento da população não influenciou a produtividade de grãos para diversas cultivares testadas, variando de 300 para 600 mil plantas ha^{-1} , e espaçamento de 30 cm para 60 cm.

5.3 PROTOCOLO 3: CULTIVAR NS 6906 IPRO

A altura de plantas da cultivar NS 6906 foi maior que a cultivar cheque NS 6601 IPRO apenas com 330 e 550 mil plantas ha^{-1} . Para as outras duas populações testadas esta diferença não foi verificada (Figura 17).

De acordo com Costa (2013), a altura de planta de soja e altura de inserção de primeira vagem são características geneticamente definidas, porém, que podem sofrer influência do ambiente. No estudo, o autor verificou que a altura passou de 105 para 111 cm com o aumento de 150 para 450 mil plantas ha^{-1} .

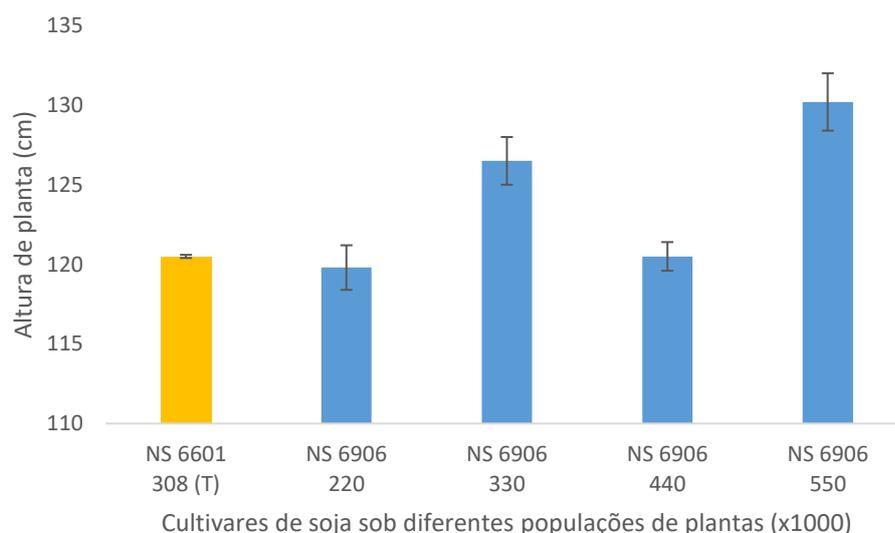


Figura 17. Altura de planta (cm) em função de diferentes populações de plantas (x1000).

Em relação à inserção de primeira vagem, verificou-se que este caractere sofreu alteração na cultivar testada, sob diferentes populações, apenas na maior, de 550 mil plantas ha^{-1} . Nas demais populações, esta foi menor, e não diferiu da cultivar cheque (Figura 18).

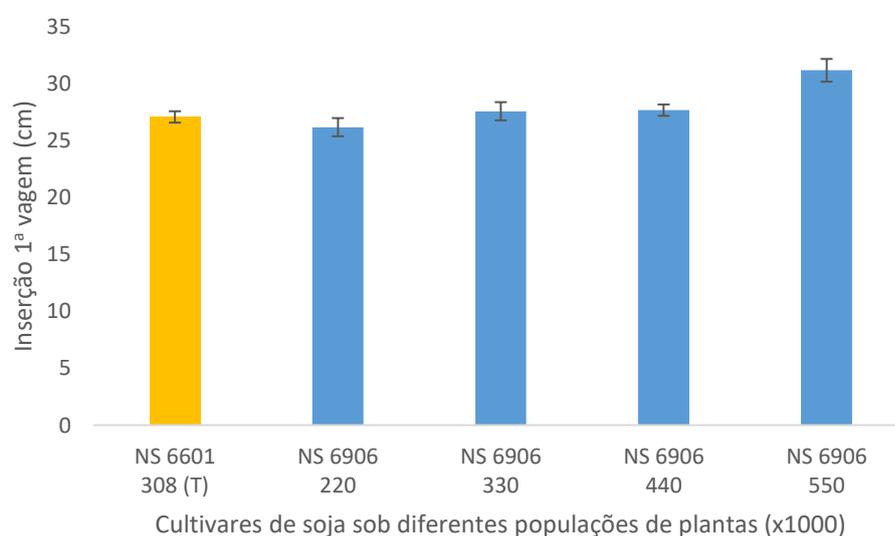


Figura 18. Inserção 1ª vagem (cm) em função de diferentes populações de plantas (x1000).

Avaliando a influência de cinco densidades de semeadura sobre as características agrônômicas de cultivares de soja, Mauad (2010) observou que com o aumento de 10 para 18 plantas m^2 aumentou linearmente a altura de inserção da

1ª vagem, passando de 17,25 para 19,25 cm. Este resultado não está de acordo com o observado para esta cultivar testada, no presente estudo.

O número de vagens por planta da cultivar NS 6906 não variou em relação à cultivar cheque nas duas menores populações testadas, 220 e 330 mil plantas ha⁻¹. À medida que a população aumentou, o número de vagens reduziu, de acordo como verificado na Figura 19, evidenciando que o aumento de densidade atua negativamente na fixação de vagens nas plantas de soja.

Situação semelhante foi observada por Mauad (2010), em que o número de vagens da soja passou de 50 para 30, aproximadamente, quando a densidade de plantas foi de 10 para 18 plantas por m². De acordo com o autor, em maiores densidades há maior competição por luz e menor disponibilidade de fotoassimilados, fazendo com que a planta reduza o número de ramificações e, com isso, reduzindo o número de nós reprodutivos.

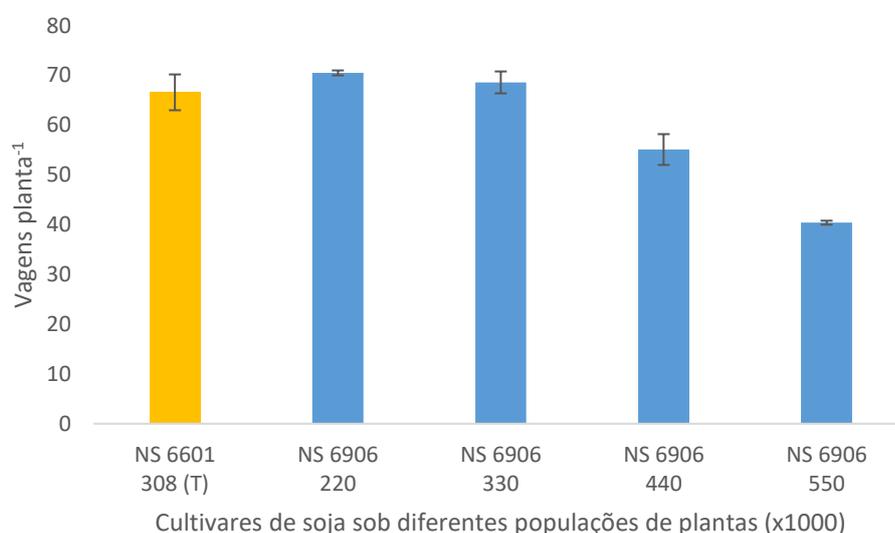


Figura 19. Número de vagens por planta em função de diferentes populações de plantas (x1000).

O número de grãos por planta foi menor na cultivar NS 6906 em relação à cultivar cheque, independente da população testada. Porém, à medida que se aumentou a população de plantas, o número decresceu ainda mais, indicando que, para esta nova cultivar, a população de plantas ideal é mais baixa (Figura 20).

Este resultado concorda com o verificado por Costa (2013). Em seu trabalho, testando diferentes arranjos de plantas em duas cultivares de soja, verificou-se que, com o aumento de plantas de 150 para 450 mil, o número de grãos por planta reduziu de 189 para 77, estando este caractere estreitamente relacionado ao número de vagens por planta (Figura 19)

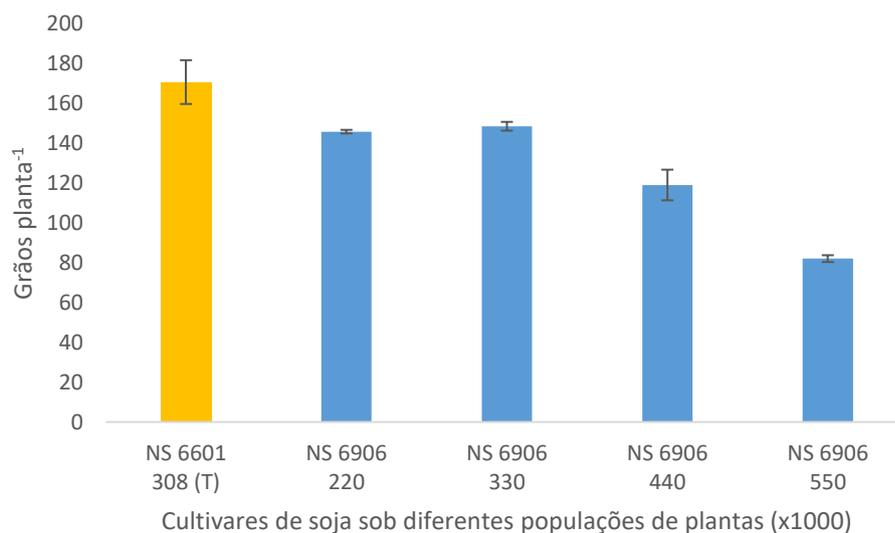


Figura 20. Número de grãos por planta em função de diferentes populações de plantas (x1000).

A Figura 21 apresenta os resultados verificados para o número de grãos por vagem. Foi possível observar que este caractere foi maior na cultivar cheque, NS 6601, em relação à nova cultivar sendo testada. Em relação às diferentes populações, observou-se sensível superioridade nas populações intermediárias para a cultivar NS 6906.

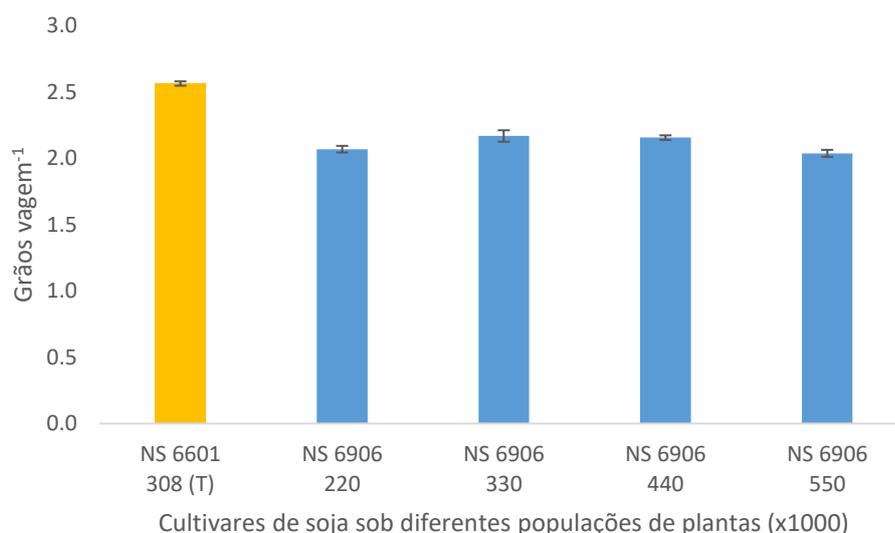


Figura 21. Número de grãos por vagem em função de diferentes populações de plantas (x1000).

Avaliando a influência da densidade de semeadura sobre as características agrônômicas na cultura da soja, com cinco densidades de semeadura diferentes, Mauad (2010) observou uma resposta linear negativa com o aumento da densidade, passando de 2,6 para 2 grãos por vagem, de 10 para 18 plantas por m².

O índice de acamamento da nova cultivar ficou semelhante ao da cultivar cheque, a NS 6601. A exceção foi na população de 220 mil plantas ha⁻¹, em que o acamamento foi reduzido, sendo este um dado importante na validação comercial desse novo material no mercado (Figura 22).

Avaliando a influência do espaçamento e população de plantas sobre doenças de final de ciclo e o oídio, e caracteres agrônômicos em soja com três espaçamentos diferentes entre linhas e três populações diferentes, Knebel (2006) observou que, com o aumento da população de plantas na linha de semeadura ocorreu maior altura de plantas, refletindo diretamente no acamamento destas a campo, corroborando com o presente estudo.

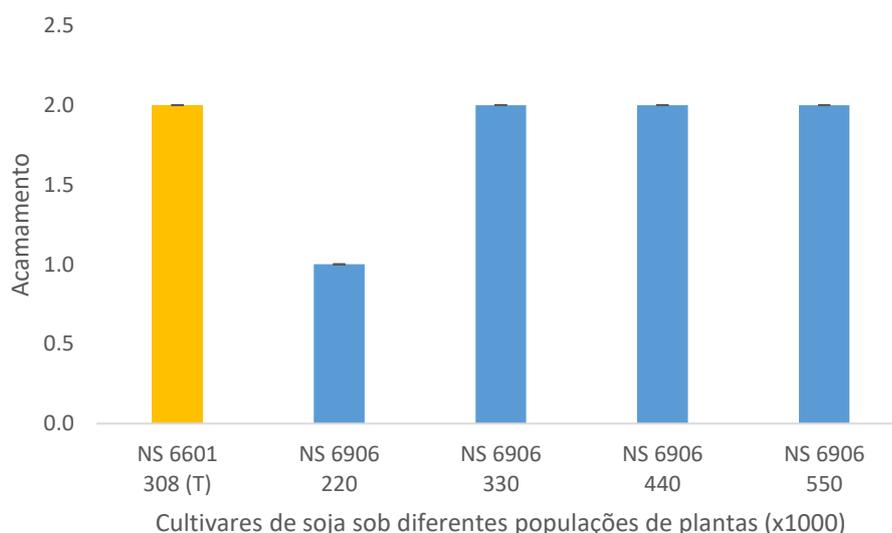


Figura 22. Índice de acamamento em função de diferentes populações de plantas (x1000).

A massa de mil grãos foi menor na cultivar cheque em relação à nova cultivar testada, independentemente das diferentes densidades de plantas. Entre estas, não houve diferença na massa de grãos para as populações de 220, 330 e 440 mil plantas ha^{-1} . Todas foram inferiores à massa observada na maior população, de 550 mil plantas (Figura 23). Isso pode estar relacionado ao menor número de grãos e de vagens (Figuras 19 e 20) observados nesta população, o que contribuiu para incrementar a massa dos que foram fixados.

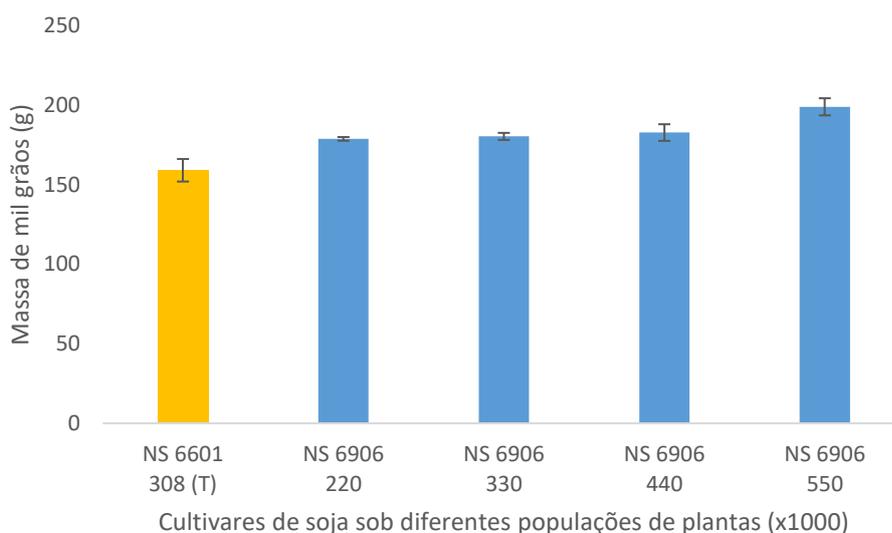


Figura 23. Massa de mil grãos (g) em função de diferentes populações de plantas (x1000).

Ao avaliar o arranjo de plantas, características agronômicas e produtividade de soja com três espaçamentos entre linhas e quatro populações de plantas com duas cultivares diferentes, Costa (2013) observou que a massa de 1000 grãos foi influenciada pela cultivar e pela população. Quando a população passou de 150 para 450 mil plantas ha^{-1} , a massa aumentou de 170 para 180 gramas.

A produtividade de grãos, no comparativo entre a cultivar cheque e a nova cultivar, ambas se equivaleram; esta última, no entanto, apenas quando se utilizou as populações de 330 e 550 mil plantas ha^{-1} (Figura 24). Quando analisada a produtividade entre as diferentes populações para a mesma cultivar, verificou-se que houve uma sobreposição das barras de erros, especialmente nos limites inferiores, não sendo possível definir a melhor população para esta cultivar a ser promovida, indicando a boa plasticidade da mesma. Neste caso, outros fatores precisam ser considerados, como o custo da semente e acamamento, que apesar de não ter impactado na produtividade, isso se verificou apenas em um local e ano.

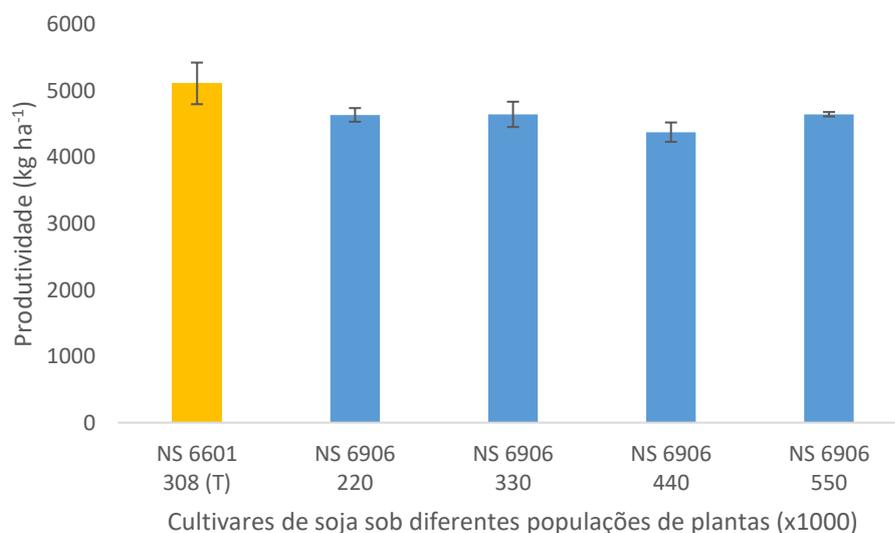


Figura 24. Produtividade ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) em função de diferentes populações de plantas ($\times 1000$).

Em trabalho realizado por Costa (2013), verificou-se que a produtividade da soja foi maior com o aumento de plantas por área, em que passando de 150 para 450 mil plantas ha^{-1} , a produtividade foi de 4437 para 4732kg, não sendo verificada a mesma tendência no presente estudo.

6 CONCLUSÕES

No protocolo 1, a linhagem mais produtiva foi a linhagem NS 5909 - 7 IPRO, nas populações de 220, sendo esta superior à cultivar cheque.

No protocolo 2, a linhagem NS 5215 foi mais produtiva que a cultivar cheque, sendo a população ideal a de 440 a 550 mil plantas ha⁻¹.

No protocolo 3, a cultivar nova foi igual em produtividade que a cultivar cheque, sendo a população ideal a de 220 mil plantas ha⁻¹.

Os resultados mostraram que as linhagens podem ser indicadas como possíveis cultivares novas, mediante resultados de outros locais e anos. Também, a nova cultivar pode ser cultivada com segurança na região do estudo, em virtude de apresentar potencial produtivo semelhante à cultivar cheque.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.

BALBINOT, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. **Redução do espaçamento entre linhas na cultura da soja**. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Versão Eletrônica, 8 f., 1ª Edição, 2014.

BALBINOT, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. **Densidade de plantas na cultura da soja**. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Produção. Versão Eletrônica, 36 f., 1ª edição, n. 364, 2015.

BALBINOT, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. **Soja em Números (Safrá 2016/2017)**. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de Produção, Versão Eletrônica, 2 f., 1ª Edição, 2017.

CATTELAN, A.J. **Tecnologias de Produção de Soja** – Região Central do Brasil 2013. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de Produção, Versão Eletrônica, 265 f., 1ª Edição, n. 16. 2013.

CONAB (2013) - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento, junho 2013.

COSTA, E. D. Arranjo de plantas, características agrônômicas e produtividade de soja. **Dissertação de Mestrado**. Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp, Botucatu – SP. 2013.

COSTA, M. M.; et. al. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1095 – 1102, nov. 2004.

DERAL – Departamento de Economia Rural. Soja – **Análise da Conjuntura Agropecuária**. Versão Eletrônica, 17 f., 1ª edição, 2012.

HEIFFIG, L. S. Plasticidade da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. 2002. 97 f. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2002.

HEIFFIG, L. S. Plasticidade da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Revista de Agricultura**, v. 1, n.1, p. – 204 – 219. 2010.

KNEBEL, J. L. Influência do espaçamento e população de plantas sobre doenças de final de ciclo e oídio e caracteres agrônômicos em soja. **Acta Sci. Agrono.** v. 28, n. 3, p. 385 – 392, julho/ setembro, 2006.

LUDWIG, M. P. Populações de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e Roundup Ready. **Revista Ceres**, v. 58, n. 3, p. 305 – 313, 2011.

MAUAD, M. Influencia da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**. v. 3, n. 9, p. 175 – 181, Dourados – MS, 2010.

MARTINS, C. C. et. al. Metodologia para seleção de linhagens de soja visando germinação, vigor e emergência em campo. **Revista Ciência Agronômica**, vol. 47, no. 3, Fortaleza, 2016.

MISSÃO, M. R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Revista de Ciências Empresariais**, v. 3, n. 1, p. 7 – 15, 2006.

OLIVEIRA, A. B. Fenologia, desenvolvimento e produtividade de cultivares de soja em função de épocas de semeadura e densidade de plantas. **Dissertação de Mestrado**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal – SP, 2010.

SILVA, C. M. **População de plantas de soja no sistema plantio direto**. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de Produção, Versão Eletrônica, 4 f., 1ª Edição, n. 39. 1998.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M. de; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília – DF, v. 37, n.8, p. 1071 – 1077, 2002.

TORRES, F.E.; SILVA, E.C. E TEODORO, P.E. Desempenho de genótipos de soja nas condições edafoclimáticas do ecótono Cerrado-Pantanal. **Interações**, vol. 15, n. 1, p. 71-78. 2014.

VENTURA, F.; MARLETTO, V.; TRAINI, S.; TOMEI, F.; BOTARELLI, L.; PISA, P. R. Validation of development models for winter cereals and maize with independent agrophenological observations in the BBCH scale. **Italian Journal of Agrometeorology**. v. 3, p. 17-26, 2009.