

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**RESPOSTA DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO DE CICLO
PRECOCE COM GRÃOS CARIOCA, PRETO E RAJADO
À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA**

Neuza Helena Carvalho de Oliveira

Engenheira Agrônoma

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**RESPOSTA DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO DE CICLO
PRECOCE COM GRÃOS CARIOCA, PRETO E RAJADO
À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA**

Neuza Helena Carvalho de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Leandro Borges Lemos

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestra em Agronomia (Produção Vegetal).

2021

O48r

Oliveira, Neuza Helena Carvalho de

Resposta de cultivares de feijoeiro de ciclo precoce com grãos carioca, preto e rajado à adubação nitrogenada em cobertura / Neuza Helena Carvalho de Oliveira. -- Jaboticabal, 2021

70 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Leandro Borges Lemos

1. Adubos e fertilizantes. 2. Feijão. 3. Tecnologia de alimentos. 4. Melhoramento genético. 5. Agricultura sustentável. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

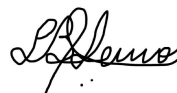
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: RESPOSTA DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO DE CICLO PRECOCE COM GRÃOS CARIOCA, PRETO E RAJADO À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA

AUTORA: NEUZA HELENA CARVALHO DE OLIVEIRA

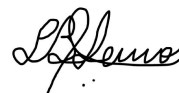
ORIENTADOR: LEANDRO BORGES LEMOS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

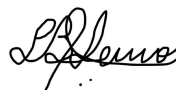
Prof. Dr. LEANDRO BORGES LEMOS (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola (Fitotecnia) / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP Jaboticabal



Dr. FÁBIO TIRABOSCHI LEAL (Participação Virtual)
Consultor - Sistemas de Produção Agrícola e Nutrição de Plantas / Jaboticabal/SP



Prof. Dr. ROGERIO FARINELLI (Participação Virtual)
Fundação Educacional de Barretos / UNIFEB - Barretos, SP



Jaboticabal, 23 de fevereiro de 2021

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

NEUZA HELENA CARVALHO DE OLIVEIRA – nascida em 16 de novembro de 1993, em Rio Real-BA, é Engenheira Agrônoma formada em junho de 2018 pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Cruz das Almas, Bahia. É pós graduada em Agronegócios (julho/2020), no curso de MBA em Agronegócios, pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo. Na graduação, atuou na iniciação científica como bolsista CNPq por dois anos, nos projetos de pesquisa “Melhoramento genético da bananeira via indução de poliploides” e “Mutagênese em suspensões celulares de bananeira para obtenção de resistência ao mal-do-Panamá”, desenvolvendo esses trabalhos na Embrapa Mandioca e Fruticultura. Foi bolsista do Programa de Educação Tutorial – PET Agronomia UFRB, onde desenvolveu trabalhos com ênfase em ensino, pesquisa e extensão. Também na graduação, foi Diretora Presidente da Empresa Júnior de Agronomia – Cultivar Jr. Em 2018, após formada, foi professora de nível II, ensino médio/técnico, do Curso Técnico em Florestas na Casa Familiar Agroflorestal do Baixo Sul da Bahia, instituição que faz parte do PDCIS (Programa de Desenvolvimento e Crescimento Integrado com Sustentabilidade) e é escola associada da UNESCO. Em março de 2019 ingressou no curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, câmpus de Jaboticabal, sendo bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), com conclusão realizada em fevereiro de 2021.

À minha mãe, por todo esforço
empenhado na minha
educação e por acompanhar
meu crescimento e
amadurecimento de perto,
sendo sempre minha base e
meu incentivo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, pela vida, saúde, proteção e por guiar meus passos. A minha mãe, Pedrina, por ser meu alicerce, meu exemplo de determinação e honestidade. Obrigada por acreditar em mim e me apoiar em todas as minhas decisões. A meu pai, pelo amor, carinho e por vibrar com minhas conquistas. A meu padrasto, por todo suporte dado à minha educação e pelo carinho de ser meu segundo pai. A toda minha família, pelo amor e cuidado. Aos meus amigos e amigas, que sempre vibram com minhas vitórias e me fortalecem com um amor e amizade verdadeiros, em especial: minha dinda Nere, meu cristal Paula, Rene e Jamily (minhas irmãs da graduação até hoje), Thainá, Neilon, Júlia, Leo Antunes e Laciane. A Ancelmo Cazuza, pelo companheirismo e incentivo, por apoiar os caminhos por mim escolhidos, e por toda ajuda na condução desse trabalho, bem como no mestrado como um todo.

Aos amigos da República Toca Fogo, pelo ótimo período de convivência e pelo apoio e torcida, principalmente no processo seletivo do doutorado.

A meu orientador, prof. Dr. Leandro Borges, pela confiança na orientação e pelos ensinamentos a mim passados durante esse período.

Aos membros da banca examinadora do trabalho de qualificação: Profa. Dra. Mara Cristina Pessôa e Dr. Fábio Tiraboschi Leal, por todas as contribuições que ajudaram na melhoria do presente trabalho.

Aos membros da defesa de dissertação: Dr. Fábio Tiraboschi Leal e Dr. Rogério Farinelli.

Ao grupo SAGRIS, pela ajuda no trabalho, em especial: Anderson Prates, Flávia Meirelles, Vinícius Filla e Adailza Cavalcanti.

Ao programa de Pós Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da UNESP.

Ao pesquisador Alisson Fernando Chiorato, do Instituto Agrônomo de Campinas, pelo fornecimento das sementes das cultivares de feijoeiro.

Aos funcionários da FEPE e do Departamento de Produção Vegetal, em especial Marcelo Scatolin e equipe e Rubens Libório (Farofino), por todo auxílio durante a implantação, condução e colheita do experimento.

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

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 A cultura do feijoeiro no Brasil e suas cultivares	3
2.2 Adubação nitrogenada no feijoeiro	8
2.3. Nitrogênio e qualidade tecnológica dos grãos de feijão	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Atributos agronômicos das cultivares de feijoeiro em função da adubação nitrogenada de cobertura	23
4.2 Atributos tecnológicos das cultivares de feijoeiro em função da adubação nitrogenada de cobertura	31
4.3 Análise de correlação simples	42
4.4 Análise multivariada	45
5. CONCLUSÕES	46
6. REFERÊNCIAS	46
APÊNDICES	54

RESPOSTA DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO DE CICLO PRECOCE COM GRÃOS CARIOCA, PRETO E RAJADO À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA

RESUMO – O feijoeiro é uma cultura importante social e economicamente no Brasil e no mundo, sendo a principal fonte de proteína vegetal em diversos países. No Brasil, uma diversidade de cultivares estão disponíveis para os produtores, com características que são de interesse para os produtores, como a precocidade. No cultivo do feijoeiro, o nitrogênio é o nutriente mais requerido e exportado, sendo essencial o seu fornecimento via adubação para obtenção de elevadas produtividade. Assim, objetivou-se, com esse trabalho, avaliar os atributos agronômicos e qualitativos de cultivares de feijoeiro de ciclo precoce, de diferentes tipos de grãos, em resposta à aplicação de doses de nitrogênio (N) em cobertura. O experimento foi realizado em Latossolo Vermelho eutrófico de textura argilosa, utilizando delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com 4 repetições. As parcelas foram constituídas pelas cultivares IAC Nuance, IAC 1849 Polaco e IAC Veloz, de grãos tipo rajado, carioca e preto, respectivamente. As subparcelas foram formadas por doses de N aplicadas em cobertura: 0 kg ha⁻¹ (sem aplicação), 60 kg ha⁻¹ (aplicada no terceiro trifólio), 120 kg ha⁻¹ (1/2 da dose aplicada no terceiro trifólio + 1/2 aplicada em botão floral) e 180 kg ha⁻¹ (1/3 da dose aplicada no primeiro trifólio + 1/3 aplicada no terceiro trifólio + 1/3 aplicada em botão floral). Foram avaliados os atributos agronômicos (massa seca da parte aérea, teor foliar de nitrogênio, acúmulo de nitrogênio na parte aérea, população final de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de cem grãos, produtividade de grãos e ciclo) e os atributos qualitativos (rendimento de peneira, produção relativa de grãos em peneira, teor de proteína bruta, tempo de cozimento, tempo de máxima hidratação dos grãos e relação de hidratação). A cultivar IAC Veloz destacou na produtividade, sendo classificada como eficiente e responsiva ao uso de N. IAC Nuance e IAC 1849 Polaco atingiram a máxima produtividade com 155 e 163 kg ha⁻¹ de N. O N promoveu o aumento de grãos retidos nas peneiras com destaque para a cultivar IAC Nuance. A adição de N proporcionou aumento na proteína bruta de todas as cultivares. IAC 1849 Polaco e IAC Veloz se destacaram com o menor tempo de cozimento e as doses de N não influenciaram no tempo de cocção da IAC 1849 Polaco. A IAC Veloz necessitou de menor tempo para atingir a máxima hidratação dos grãos.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., genótipos, nitrogênio, grupo comercial, feijão para exportação, características produtivas e tecnológicas.

RESPONSE OF EARLY CYCLE BEAN CULTIVARS WITH CARIOCA GRAINS, BLACK AND BROWN TO NITROGEN COVERED FERTILIZATION

ABSTRACT – The common bean is a socially and economically important crop in Brazil and in the world, being the main source of vegetable protein in several countries. In Brazil, a variety of cultivars are available for producers, with characteristics that are of interest to producers, such as precocity. In the cultivation of beans, nitrogen is the most required and exported nutrient, being essential its supply through fertilization to obtain high productivity. Thus, the aim of this work was to evaluate the agronomic and qualitative attributes of common cycle bean cultivars, of different types of grains, in response to the application of nitrogen (N) coverage. The experiment was carried out in an eutrophic Red Latosol with a clay texture, using a randomized block design, in a split-plot scheme, with 4 replications. The plots were constituted by the cultivars IAC Nuance, IAC 1849 Polaco and IAC Veloz, of grained type, carioca and black, respectively. The subplots were formed by doses of N applied in coverage: 0 kg ha⁻¹ (without application), 60 kg ha⁻¹ (applied in the third trefoil), 120 kg ha⁻¹ (1/2 of the dose applied in the third trefoil + 1/2 applied to a floral button) and 180 kg ha⁻¹ (1/3 of the dose applied to the first trefoil + 1/3 applied to the third trefoil + 1/3 applied to a floral button). The agronomic attributes (dry mass of the aerial part, leaf nitrogen content, nitrogen accumulation in the aerial part, final plant population, number of pods per plant, number of grains per pod, mass of one hundred grains, grain yield and cycle) and qualitative attributes (sieve yield, relative grain production in sieve, crude protein content, cooking time, maximum hydration time of the grains and hydration ratio). The cultivar IAC Veloz stood out in productivity, being classified as efficient and responsive to the use of N. IAC Nuance and IAC 1849 Polish reached maximum productivity with 155 and 163 kg ha⁻¹ of N. ON promoted the increase of grains retained in the sieves with emphasis on the cultivar IAC Nuance. The addition of N provided an increase in the crude protein of all cultivars. IAC 1849 Polaco and IAC Veloz stood out with the shortest cooking time and the doses of N did not influence the cooking time of IAC 1849 Polish. IAC Veloz needed less time to achieve maximum hydration of the grains.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., genotypes, nitrogen, commercial group, beans for export, productive and technological characteristics.

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura de grande importância alimentar, social e econômica. Em termos de produção e consumo, o Brasil se destaca como maior produtor e consumidor mundial (Fao, 2019). Em 2020, a produção brasileira foi de 3,2 milhões de toneladas, sendo 0,5 milhão de toneladas de feijão preto, 2 milhões de toneladas de feijão de cores, que inclui os feijões carioca e especial, e 0,7 milhão de toneladas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) (Conab, 2020). Nutricionalmente, o feijão é rico em proteína bruta, com teores nos grãos que podem variar de 18 a 25%, minerais como fósforo, cálcio e magnésio, com teores de 3,8, 2,3, 1,3 g kg⁻¹ e ferro, zinco e cobre, com teores médios de 82, 36 e 10 mg kg⁻¹ (Klasener et al., 2020).

O Brasil possui uma diversidade de cultivares de feijoeiro de diferentes grupos comerciais, como o carioca, o preto e o especial. O feijão carioca é o mais cultivado no Brasil, com 70% da produção, seguido pelo feijão preto. No entanto, o Brasil não é autossuficiente na produção de feijão preto, sendo necessária a importação para o abastecimento do mercado. Esses dois tipos de grãos também são os mais apreciados pelos consumidores (Chiorato et al., 2020a,b). Os grãos de tegumento branco, vermelho, creme, amarelo, entre outros, com ausência ou presença de estrias ou rajas de outras cores, são conhecidos como feijão de grãos especiais. Esse tipo de grão possui uma produção ainda incipiente no Brasil, porém, o seu cultivo pode ser uma alternativa para a diversificação do cultivo e minimização da oscilação de renda pelos produtores, podendo ser comercializado no mercado interno e externo, pois é um produto diferenciado e com alto valor agregado (Ribeiro et al., 2014; Alves et al., 2020; Carbonell et al., 2020). Tanto o feijão preto quanto o especial são pouco produzidos no estado de São Paulo, o que pode ser uma boa alternativa de nicho de mercado para os produtores.

Na recomendação de uma cultivar de feijoeiro ao produtor, além do tipo comercial de grãos, outros atributos agronômicos são importantes como adaptabilidade à região de cultivo, potencial produtivo, porte da planta, ciclo, resistência às pragas e doenças, tolerância à fatores abióticos como à seca e a

temperaturas altas, bem como a eficiência e resposta no uso de nutrientes (Lemos et al., 2015; Leal et al., 2019; Nunes et al., 2020).

Quanto ao ciclo, a precocidade é um atributo cada vez mais procurado pelo produtor, pois possibilita a melhor adequação da lavoura dentro de um sistema de rotação de culturas e de consorciação, economia de água e energia em sistemas irrigados, colocação da cultura dentro de um período do ano mais favorável em termos climáticos ao desenvolvimento das plantas e retorno mais rápido do capital investido (Lemos et al., 2015; Bettiol et al., 2020).

Com relação a resposta das cultivares ao uso de nutrientes, destaca-se a necessidade de pesquisas que avaliem a eficiência na absorção e utilização de nitrogênio, visto que é o nutriente mais extraído pela planta de feijoeiro (Fageria et al., 2015; Leal et al., 2019). Segundo Soratto et al. (2013), para cada tonelada de grãos produzido, o feijoeiro extrai em média 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Na planta, o nitrogênio tem influência no aumento do sistema radicular, no crescimento e duração das folhas, no acúmulo de matéria seca, estando diretamente relacionado com a taxa fotossintética, incrementando a produtividade de grãos e de proteínas (Fageria et al., 2015).

Apesar do feijoeiro fazer simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, a fixação biológica de nitrogênio é insuficiente para atender as demandas desse nutriente durante o ciclo, sendo necessária a aplicação de fertilizante nitrogenado via adubação (Aragão et al., 2020; Bettiol et al., 2020; Dias et al., 2020), sendo que existem trabalhos na literatura que indicam resposta da cultura à aplicação de doses em cobertura superiores a 180 kg ha⁻¹ (Farinelli e Lemos, 2010; Soratto et al., 2017; Souza et al., 2019).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar os atributos agrônômicos e qualitativos de cultivares de feijoeiro de ciclo precoce, de diferentes tipos de grãos, em resposta à aplicação de doses de nitrogênio em cobertura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do feijoeiro no Brasil e suas cultivares

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma importante leguminosa alimentícia do mundo, pertencente ao gênero *Phaseolus*, que teve origem no Novo Mundo e foi levado ao continente Europeu após o descobrimento da América (Zimmermann e Teixeira, 1996). Entre as principais culturas alimentares, o feijoeiro é a que possui maior variação no hábito de crescimento e nas características das sementes, como tamanho, forma, cor e tempo de maturação. Essa variabilidade permite sua produção em ampla diversidade de sistemas e ambientes, podendo ser cultivado nos cinco continentes do globo (Santos et al., 2015; De Ron et al., 2015).

Embora possua ampla adaptação e distribuição geográfica, o feijoeiro é sensível a fatores extremos do ambiente, sendo o clima um dos elementos que mais influenciam no seu desempenho (Andrade et al., 2015). Regiões com temperaturas entre 15 e 29 °C são consideradas aptas ao cultivo (Silva et al., 2006), ao contrário, temperaturas acima de 29 °C são prejudiciais à espécie, especialmente na fase de florescimento, ocasionando abortamento de flores e, em consequência, menor número de vagens por planta (Silva e Ribeiro, 2009). O crescimento vegetativo da cultura é reduzido em condições de frio excessivo (temperaturas inferiores a 12 °C), podendo o seu desenvolvimento ser paralisado em condições inferiores a 10 °C. Além disso, a formação de ramos laterais ou axilares, índice de área foliar e a taxa fotossintética são diminuídos com o frio (Andrade et al., 2015). A necessidade hídrica do feijoeiro é de 300 a 500 mm durante o ciclo da cultura, porém, esse fator depende da condição climática da região, época e local de semeadura, cultivar e estágio de desenvolvimento (Doorenbos e Kassam, 1979; Gomes et al., 2000).

As plantas de feijão são herbáceas, possuem ciclo anual e podem ser classificadas quanto ao hábito de crescimento. No crescimento determinado e arbustivo (tipo I) a característica principal é o término do caule com uma inflorescência, já no hábito de crescimento indeterminado, a extremidade do caule possui um meristema vegetativo, permitindo a continuidade do crescimento após o florescimento. Há, ainda, plantas de crescimento indeterminado e arbustivo (tipo II), indeterminado prostrado (tipo III) ou indeterminado trepador (tipo IV) (Santos et al., 2015).

A cultura do feijoeiro tem grande valor para o agronegócio brasileiro devido a sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas do país, fato que possibilita o seu cultivo em praticamente todas as regiões e em diferentes épocas. Em adição, as plantas apresentam ciclo curto e têm retorno econômico rápido, tornando-as uma boa opção para utilização na rotação e sucessão de cultura. Diante disso, o cultivo do feijoeiro se destaca como uma atividade geradora de emprego e renda nas regiões produtoras, possuindo importância social e econômica (Moura e Brito, 2015; Flôres et al., 2017).

Considerando as épocas de semeadura do feijão no Brasil, pode-se obter três safras ao longo do ano. A primeira é conhecida como safra das águas e corresponde ao período de agosto a dezembro, com predominância na Região Sul; a segunda, chamada de safra da seca, é cultivada nos meses de janeiro a abril e abrange maioria dos estados produtores; e a terceira, safra de outono-inverno, ocorre nos meses de maio a julho, com semeadura realizada principalmente nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste e com utilização de irrigação (Moura e Brito, 2015). De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (2020), essas três safras produzem 1,1, 1,2 e 0,8 milhões de toneladas de grãos em áreas com cerca de 0,9, 1,4 e 0,6 milhões de hectares, respectivamente. Assim, as produtividades médias para a primeira, segunda e terceira safra são de aproximadamente 1,2, 0,85 e 1,33 t ha⁻¹.

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de feijão (Fao, 2020). A produção nacional de feijão na safra 2019/2020 foi de 3,2 milhões de toneladas, 1,9% superior que a safra anterior, sendo o Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás e Bahia os estados que mais produziram, respondendo por 67% da produção nacional. Nessa safra, a área plantada aumentou 2% (64 mil hectares), sendo 3,24 milhões o total de hectares (Conab, 2020).

Considerando os dados de produção e área plantada apresentados, é possível perceber que a produtividade média da cultura no Brasil (1 t ha⁻¹) é considerada baixa. Isso está relacionado a diversos fatores, como estresses bióticos e abióticos, limitações resultantes do baixo nível tecnológico dos produtores e cultivo em solos com problemas de fertilidade (Fageria et al., 2015; Pelegrin et al., 2009).

A utilização de tecnologias como irrigação, fertilização adequada do solo, cultivares com alto potencial produtivo e *stand* com população adequada de plantas,

propiciam maiores produtividades ao feijão cultivado na terceira safra em relação às demais, podendo alcançar até 3 t ha⁻¹ (Azevedo et al., 2008; Pelegrin et al., 2009). Outro fator importante é a condição climática favorável à cultura durante esse período, o que acarreta menor ocorrência de pragas e doenças. Assim, na entressafra de grãos do Centro-Sul do Brasil, o feijoeiro é a principal cultura cultivada sob pivô central, sendo também bastante explorada no sistema plantio direto (Soratto et al., 2013; Carmeis Filho et al., 2014).

O Brasil possui uma diversidade de cultivares de feijoeiro de variados grupos, como o carioca, o preto e o especial (Pereira et al., 2012). Atualmente, 360 cultivares estão registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/Arroz e Feijão) e seus parceiros, Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Agro Norte Pesquisa e Sementes Ltda e Agropecuária Terra Alta Ltda os cinco principais programas de melhoramento genético de feijoeiro do país, com 32, 78, 36, 8 e 4 cultivares registradas, respectivamente, sendo as demais cultivares registradas pertencentes à outros programas de melhoramento genético (Mapa, 2020).

As cultivares podem ser classificadas de acordo com diversos atributos, com destaque para tipo comercial do grão, adaptabilidade à região de cultivo, potencial produtivo, porte da planta, ciclo, tolerância e resistência às doenças, resistência à fatores abióticos e eficiência e resposta a nutrientes (Lemos et al., 2015).

A classificação das cultivares quanto aos grupos comerciais baseia-se no vigor da planta, hábito de crescimento, coloração da flor e vagens imaturas e na maturação e, sobretudo, quanto ao tamanho, cor e brilho do grão, cor do hilo e do halo e atributos relacionados à qualidade culinária expressos pelo tempo de cozimento, capacidade de hidratação dos grãos e coloração do caldo (Lemos et al., 2015).

O tipo comercial carioca possui grãos de tamanho pequeno, coloração creme com rajas marrons, cor do halo branco e brilho fosco. Os grãos de feijão do tipo preto possuem tamanho médio, coloração preta sem rajas, cor do halo branco e brilho fosco ou brilhante (Lemos et al., 2015). Os grãos diferentes dos tipos carioca e preto são considerados especiais, estes podem ser tipo exportação ou não (Ferrari e Ramos Junior, 2015). Os feijões especiais possuem grãos de tamanho médio a grande, com

tegumento branco, vermelho, creme, amarelo, entre outros, e podem ter estrias ou rajas de outras cores. Esse tipo de feijão é uma alternativa para a diversificação do cultivo e diminuição da oscilação de renda pelos produtores, pela possibilidade de comercialização no mercado interno e externo, já que apresenta diferenciais que agregam valor ao produto, tornando-o uma boa alternativa de nicho de mercado (Blair et al., 2010).

No mercado interno, os feijões especiais consumidos são o mulatinho, bolinha, rajado, roxo, rosinha, entre outros. Já a preferência no mercado externo é por grãos arredondados, elípticos ou ovoides, com cores branca, creme, marrom ou amarela, e massa de cem grãos entre 60 e 70 gramas (Ferrari e Ramos Junior, 2015). Internacionalmente, os consumidores de cada país possuem preferências particulares nesse tipo de grãos, que envolvem cor, tamanho e forma, conforme descrito na Tabela 1. Os grupos comerciais de maior interesse nesse tipo de mercado são o Cranberry, Sugar Bean, Branco, Dark Red Kidney, Light Red Kidney e Calima (Embrapa, 2019).

Entre os diversos tipos de grãos de feijão consumidos no Brasil, o tipo carioca se destaca, detendo 70% da preferência, seguido pelo tipo preto, com aproximadamente 20% e os 10% restantes são distribuídos entre outros tipos, como rajado, roxo, rosinha e jalo (Pereira et al., 2012).

Outro atributo importante para a classificação de cultivares é o ciclo, que pode ser definido como o número médio de dias entre a emergência das plântulas e a maturação fisiológica (Lemos et al., 2015). As cultivares de feijão podem ser classificadas em: precoces (ciclo menor que 75 dias), semi-precoces (ciclo entre 75 e 85 dias), de ciclo normal (ciclo entre 85 e 90 dias) e tardias (ciclo maior que 90 dias) (Del Peloso et al., 2009). Atualmente, existem cultivares consideradas superprecoces, com ciclo menor que 65 dias, como a BRS FC104 de grão tipo carioca (Melo et al., 2017). Segundo Costa e Zimmermann (1988), a precocidade é definida como a capacidade das plantas em completar o seu ciclo, em período menor que aquele considerado normal ou médio (80-90 dias) para feijoeiro.

A precocidade é um atributo cada vez mais procurado pelo produtor, pois possibilita a melhor adequação da lavoura dentro de um sistema de rotação de culturas e de consorciação, economia de água e energia em sistemas irrigados, colocação da cultura dentro de um período do ano mais favorável em termos

climáticos ao desenvolvimento das plantas e retorno mais rápido do capital investido (Lemos et al., 2015; Bettiol et al., 2020).

Tabela 1. Tipos comerciais de feijões especiais, características do grão e países importadores.

Tipo comercial	Características do grão	País importador
Alubia	Branco lustroso, alongado, cilíndrico, extremidade aguda grande (maior que 55g/100 grãos)	Itália, Turquia, França, Espanha
White Kidney	Branco, forma de rim, grande	Espanha, Itália, Países Árabes, Maghreb, Turquia
Great Northern	Branco com formato ovoide, tamanho médio (maior que 40 e menor que 55g/100 grãos), cerca de duas vezes maior que o Navy beans	Países em torno do mar Mediterrâneo
Navy beans	Branco esférico, cutícula lisa e fina, muito pequena (menor que 27g/ 100 grãos)	Inglaterra, Espanha, Países Árabes, Maghreb
Cranberry	Rajado de forma ovoide alargado, grande (maior que 55g/100 grãos)	Itália, Irã, Espanha, Turquia
Sugar bean	Rajado, ovoide alargado, com forma mais achatada e grande	Quênia, África do Sul
Pinto beans	Pintado, ovoide aplanado, mediano, jaspeado	Chile, Países do leste Europeu, Grécia
Mantequilla	Branco, alongado e achatado, com formato de rim, grande	Portugal, Espanha
Light Red Kidney	Rosada em forma de rim, grande	França, África do Sul, Portugal, Espanha, Itália
Dark Red Kidney	Roxo escuro, forma de rim, alongado e grande	Alemanha, França, Turquia, Itália, Índia, Paquistão, Bélgica, Países baixos, Luxemburgo
Nima ou Calima (Red Pinto)	Roxo com pinta creme, forma cilíndrica e bordas angulares	Caribe

Fonte: Adaptado de Thung et al. (2008 e 2011).

2.2 Adubação nitrogenada no feijoeiro

O nitrogênio (N) é o nutriente mais limitante para a produção das culturas em muitas áreas agrícolas do mundo e o uso eficiente desse elemento é importante para a sustentabilidade econômica dos sistemas de produção (Fageria e Baligar, 2005). Para o feijoeiro, a carência desse elemento leva a grandes perdas de produtividade, uma vez que vários trabalhos relatam respostas da cultura à adubação nitrogenada, além do nitrogênio ser o nutriente mais absorvido e exportado, seguido de potássio, cálcio, magnésio, enxofre e fósforo (Fageria et al., 2015; Vieira et al., 2015).

Nas plantas, 90% do nitrogênio é encontrado na forma orgânica, e sua principal função é estrutural. Ele faz parte de compostos orgânicos como a clorofila, aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, coenzimas, vitaminas, glico e lipoproteínas. Também participa de processos como absorção iônica, respiração, multiplicação, diferenciação celular e fotossíntese (Malavolta et al., 1997; Prado, 2008).

Em casos de deficiência, os sintomas apresentados pelas plantas são: amarelecimento das folhas mais velhas, clorose, maturidade e senescências abreviadas, queda prematura de folhas, diminuição de flores, queda de produção e necrose. Plantas deficientes em nitrogênio apresentam baixa taxa fotossintética, menor acúmulo de matéria seca e menor produtividade. No feijão, o N influencia significativamente a produção de matéria seca da parte aérea, sendo esta variável positivamente correlacionada com a produtividade de grãos. Ademais, o N proporciona aumento no sistema radicular do feijoeiro, beneficiando a absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, a produtividade (Fageria, 2015; Prado, 2008).

As formas de nitrogênio disponíveis às plantas são advindas da atmosfera, da matéria orgânica, do solo e dos fertilizantes nitrogenados de origem mineral ou orgânica (Raij, 2011). Nos solos brasileiros, o teor de N disponível é insuficiente para sustentar os altos níveis de produção alcançados pelas lavouras comerciais, podendo comprometer a produção e até mesmo ocorrer a morte precoce das plantas (Ferreira et al., 2004). Embora o feijoeiro pertença à família das leguminosas e realize simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) não é suficiente para atender a demanda desse nutriente pela cultura (Fageria et al., 2014).

Além da elevada demanda da cultura pelo nutriente, o N está sujeito às transformações bioquímicas ocorridas no solo, que podem alterar significativamente a sua disponibilidade (Acosta, 2009). Por ser um elemento com dinâmica complexa no sistema solo-planta-atmosfera, e que pode ser facilmente perdido por lixiviação, volatilização e desnitrificação, o manejo adequado do N é tido como complexo (Santos et al., 2003).

O nitrogênio presente no solo está sujeito aos processos de mineralização, que é a conversão do N orgânico em N mineral através da atuação de microrganismos heterotróficos, disponibilizando-os para as plantas; imobilização, onde o N mineral é imobilizado na biomassa dos microrganismos, indisponibilizando-o para as culturas; nitrificação, que é resultado da conversão de NH_4^+ em NO_3^- ; volatilização, em que N é perdido na forma de gás amônia (NH_3); lixiviação, que é a perda do nitrato junto com a água de drenagem; e desnitrificação, onde o N é perdido para a atmosfera através da oxidação do nitrato (Fageria, 2015).

Uma vez que esses processos ocorrem continuamente no solo, as recomendações de adubação para esse nutriente são baseadas em outros métodos, que não a análise de solo, como: recomendação baseada na classe de resposta esperada, reposição por meio do cálculo da extração do nutriente durante o ciclo da cultura e recomendação de acordo com a região produtiva. No feijoeiro, a adubação nitrogenada é realizada via semeadura e em cobertura, podendo esta última ser realizada em dose única ou parcelada em duas ou mais vezes durante o ciclo da cultura (Filla, 2019).

O manejo convencional da adubação nitrogenada normalmente adota o parcelamento das doses recomendadas na semeadura e em cobertura no estágio V₄ de crescimento, que é caracterizado pelo terceiro trifólio completamente aberto, pois nesta fase a absorção do nitrogênio aumenta rapidamente (Barbosa Filho et al., 2005; Nascente et al., 2016).

Segundo Soratto et al. (2013), para cada tonelada de grãos produzido, o feijoeiro absorve em média 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio. De acordo com Fageria et al. (2015), o feijoeiro extrai e exporta, respectivamente, cerca de 36,5 e 32,1 kg de N por tonelada de grãos produzida e, de forma geral, 88% do total acumulado na parte área da cultura é exportado para os grãos.

Diversos trabalhos indicam efeitos positivos do nitrogênio nos componentes de produção do feijoeiro e aumento de produtividade.

Em feijoeiro cultivado no verão, em condições de sequeiro, nos sistemas de plantio direto e convencional, Farineli e Lemos (2010) observaram influência positiva da adubação nitrogenada aplicada no estágio fenológico V₄ na produtividade de grãos da cultivar Pérola, do grupo comercial carioca. Em similaridade, Kaneko et al. (2010) obtiveram resposta linear e positiva do feijoeiro à adubação nitrogenada em cobertura em dois anos de cultivo, no sistema plantio direto, concluindo que ela proporcionou incrementos no teor de N nas folhas e na produtividade de grãos do feijoeiro de inverno, cultivar Pérola.

Avaliando doses de nitrogênio aplicadas aos dez e dezessete dias após a emergência, em feijoeiro irrigado, no sistema plantio direto, cultivar BRS Horizonte, grupo comercial carioca, Sant'Ana et al. (2011) observaram aumento da fitomassa em função das doses aplicadas. Os índices de colheita de grãos e índice de colheita de N também responderam à adubação nitrogenada. Para o acúmulo de N das folhas, nos grãos e total, a aplicação de nitrogênio em cobertura proporcionou incremento linear. A eficiência agrônômica diminuiu com as doses de N aplicadas.

Em trabalho realizado por Flôres et al. (2017), o feijoeiro cultivado sobre palhada de braquiária, no verão, apresentou maior produtividade em relação ao cultivo sobre palha de milho solteiro e milho consorciado com braquiária. Nesse trabalho, em que foi utilizada a cultivar IAC Imperador, de grãos carioca e ciclo precoce, os autores também concluíram que o parcelamento da adubação de N em cobertura, realizado nos estádios fenológicos V₃, V₄ e R₅, não influenciou os atributos produtivos da cultura, porém foi observada interação com o tipo de palhada, proporcionando aumento do número de vagens por planta.

Kotz-Gurgacz et al. (2018) realizaram três experimentos irrigados em campo, em sistema de plantio direto, nas estações chuvosa e seca, para avaliar o fornecimento foliar e em cobertura de nitrogênio na cultura do feijoeiro, utilizando a cultivar Pérola, de grãos do tipo comercial carioca. Os autores concluíram que a adubação com N em cobertura, aplicada no estágio V₄, nas doses entre 124 e 180 kg ha⁻¹, proporcionaram um aumento no teor e acúmulo de nitrogênio na parte aérea, no número de vagens por planta, rendimento de grãos e teor de proteína.

Soratto et al. (2017), estudando densidade de plantas e adubação nitrogenada na nutrição e rendimento do feijoeiro, obtiveram aumento linear na produtividade de grãos das cultivares IPR 139 e BRS Pérola, ambas do grupo comercial carioca, com a aplicação de até 180 kg ha⁻¹ de N. Nesse trabalho, realizado em sistema plantio direto, durante o verão, os autores concluíram que a adição de fertilizante nitrogenado no estágio fenológico V₄, incrementou a produção de matéria seca da parte aérea e concentração foliar de nitrogênio. O mesmo resultado para matéria seca foi observado por Bettiol et al. (2020), com as cultivares de grãos carioca IAC Imperador e IPR Curió, de hábito de crescimento determinado e ciclo precoce. Em tal trabalho, o feijoeiro foi cultivado no outono-inverno, irrigado, em sistema plantio direto e as adubações com nitrogênio em cobertura foram realizadas no estágio fenológico V₄.

Avaliando genótipos superprecoces de feijoeiro e fornecimento de nitrogênio na dose de 90 kg ha⁻¹, no estágio fenológico V₄, Nascente et al. (2016) não encontraram diferenças significativas para o período de fornecimento em relação às variáveis número de vagens por planta, número de grãos por vagens, massa de cem grãos e produtividade de grão. Tal resultado sugere que os genótipos avaliados não responderam à adubação nitrogenada. Nesse trabalho, realizado em sistema plantio direto, nos períodos seco e chuvoso, os genótipos utilizados foram: IPR Colibri, CNFC 15873, CNFC 15874 e CNFC 15875, pertencentes ao grupo comercial carioca. Souza et al. (2019), verificaram, para a cultivar IAC Alvorada, do grupo carioca, aumento linear no número de vagens por planta até a dose de 200 kg ha⁻¹.

Guimarães et al. (2017), estudando a resposta de cultivares de feijoeiro à adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos (V₂, V₃, V₄, R₅ e R₆) identificaram maior produtividade para as cultivares Jalo Precoce, do grupo comercial manteigão e BRS Estilo, do grupo comercial carioca, nas doses de 40 kg ha⁻¹ e 80 kg ha⁻¹, ambas no estágio R₅ de desenvolvimento. Esses autores também concluíram que a aplicação de nitrogênio nas fases de desenvolvimento da planta proporcionou maiores valores de altura de planta e altura de inserção da primeira vagem, independente da dose aplicada. Tal experimento foi conduzido na safra das águas.

Existem diferenças entre as cultivares de feijoeiro na resposta à adubação nitrogenada. Logo, para o manejo eficiente das doses de nitrogênio, é importante que se tenha conhecimento sobre a eficiência de aquisição e uso desse elemento pela

cultivar. Essas informações não são geradas quando as cultivares são lançadas, assim, é relevante que sejam realizadas pesquisas para divulgar e comparar tais resultados, visando ganhos em produtividade.

Apesar de existirem estudos sobre o manejo do nitrogênio na cultura, ainda existe uma escassez de pesquisas para as 21 principais cultivares de grão comercial carioca semeadas no Brasil (Leal, 2019). Se afunilarmos as pesquisas para cultivares dos grupos comerciais preto e especial, e considerarmos a característica de precocidade, observamos que os resultados são ainda mais escassos, destacando assim, a importância dessa pesquisa.

2.3. Nitrogênio e qualidade tecnológica dos grãos de feijão

Excelente do ponto de vista nutricional, o feijão é um alimento presente na dieta dos brasileiros que fornece nutrientes importantes como proteínas, ferro, cálcio, vitaminas, carboidratos, fibras e aminoácidos essenciais, como a lisina. Por ser uma fonte de proteína de menor custo, quando comparado a proteína animal, esse alimento tem grande importância na mesa do brasileiro (Mesquita et al., 2007; Perina et al., 2014).

No processo de lançamento das cultivares, as exigências de mercado devem ser atendidas, sendo considerados aspectos além da produtividade e resistência a doenças, como a qualidade tecnológica dos grãos comercializados que chegarão ao consumidor final. Nesse sentido, deve-se levar em consideração a cor, o tamanho e o brilho dos grãos. Em relação à qualidade, algumas características interessantes para o consumidor final e para as empacotadoras são: menor tempo de cozimento, maior e mais rápida capacidade de hidratação dos grãos, maior tamanho e elevado teor de proteína nos grãos. Alguns testes para determinação da qualidade tecnológica dos grãos são: teste de absorção de água antes e após o cozimento, tempo de cozimento, sólidos solúveis no caldo, cor do tegumento e cor do caldo. Em relação à qualidade nutricional, as avaliações envolvem: proteína bruta, conteúdo de fibras, minerais e vitaminas (Carbonell et al., 2010; Perina et al., 2014).

Um índice muito utilizado na seleção de grãos com tamanhos desejáveis para os consumidores e para as empacotadoras é o rendimento de peneira. Nessa

avaliação, considera-se a porcentagem de grãos retidos em cada peneira. A referência utilizada pelas empacotadoras é rendimento de peneira maior ou igual a 12 superior a 70%, assim, os produtores recebem gratificações devido aos tamanhos maiores de grãos, que possuem boa aceitação no mercado (Carbonell et al., 2010).

Em trabalho sobre tamanho de grãos comerciais em cultivares de feijoeiro, Carbonell et al. (2010) concluíram que os programas de melhoramento genético de feijão devem selecionar cultivares com os seguintes padrões: alta massa de mil grãos, superior a 251 g, rendimento de peneira acima de 70%, produção relativa de grãos em peneiras 13 e 14 acima de sete, sementes elípticas e grãos semi-achatados.

Os atributos qualitativos do feijoeiro, como teor de proteína nos grãos, tempo de cozimento e tempo para máxima hidratação são influenciados pela interação genótipo x ambiente. Pereira et al. (2017) elucidaram que o efeito ambiental é maior que o genotípico na expressão dos caracteres relacionados à tecnologia dos grãos, dessa forma, esses atributos podem ser influenciados pela adição de nitrogênio no cultivo. O nitrogênio também promove aumento na massa de cem grãos, levando à produção de grãos de tamanho maior, o que está relacionado ao rendimento de peneira (Filla, 2019; Lacerda et al., 2019).

Ao avaliar o fornecimento de doses crescentes de nitrogênio em feijoeiro, Farinelli e Lemos (2010) observaram incrementos no teor de proteína bruta com o aumento da quantidade de nitrogênio aplicada, tanto em sistema de preparo convencional do solo, quanto em plantio de direto. O nitrogênio, após ser absorvido pelas plantas, se associa a compostos orgânicos, originando as proteínas (Perez et al., 2013; Amaral et al., 2016).

Santos et al. (2016) trabalhando com a cultivar de feijoeiro carioca IAC Alvorada, concluíram que as doses crescentes de nitrogênio em cobertura promoveram o aumento no teor de proteína nos grãos. O nitrogênio aplicado também influenciou a porcentagem de grãos retidos nas peneiras de tamanho 14, mostrando um efeito desse nutriente no aumento do tamanho dos grãos.

Lacerda et al. (2019) avaliando as cultivares BRS FC104 (superpreoce) e BRS Estilo e doses crescentes de nitrogênio, observaram que o aumento nos teores de nitrogênio proporcionou redução da porcentagem de grãos em peneiras menores (10

e 11) e aumento no rendimento de grãos na peneira 12, constando-se a melhoria na qualidade dos grãos das duas cultivares avaliadas.

Alguns trabalhos, como os de Souza et al. (2016) e Flôres et al. (2017), relatam que os atributos qualitativos, como o teor de proteína bruta, não são influenciados pela aplicação de doses de nitrogênio, demonstrando a influência de fatores e interação genótipo x ambiente (Lemos et al., 2004).

O tempo de cozimento é um atributo qualitativo importante, englobado no melhoramento genético da cultura. As preferências do mercado consumidor são por maior rapidez no preparo do feijão, sendo desejáveis materiais que apresentem menor tempo de cozimento. A aplicação de nitrogênio promove incremento linear crescente para o tempo de cozimento, como relatado por Silva et al. (2006). Outro trabalho que também demonstra o modelo de ajuste linear para o tempo de cozimento em relação às doses de nitrogênio aplicadas em cobertura é o de Amaral et al. (2016).

Em sistemas de preparo do solo (convencional e plantio direto), o tempo de cozimento apresentou diferentes comportamentos. A adição de nitrogênio em cobertura promoveu aumento nessa variável, com o tempo máximo encontrado na dose de 88 kg ha⁻¹ de N. Para o sistema de plantio direto, o tempo de cozimento reduziu à medida que se adicionou nitrogênio em cobertura. Esse resultado indica a influência da interação genótipo x ambiente para essa variável. Em ambos os sistemas de preparo do solo, houve aumento do tempo para máxima hidratação dos grãos até a dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Para o sistema de plantio direto, foram verificadas correlações negativas ($r = -0,88$, $p < 0,05$) entre o tempo de máxima hidratação dos grãos e tempo de cozimento (Farinelli e Lemos, 2010).

Alguns trabalhos não relatam a influência de doses de nitrogênio no tempo para máxima hidratação dos grãos, como o de Amaral et al. (2016), Flôres et al. (2017) e Damião (2017), sendo que esse atributo sofre influência da interação genótipo x ambiente (Silva et al., 2011). A capacidade de absorção de água pode ser influenciada pela cultivar, pelo ambiente e pelo tempo de armazenamento (Lemos et al., 2014). A hidratação dos grãos de feijão é dependente de fatores genéticos, como teor de gordura, amido, superfície específica e aspectos morfológicos dos grãos (Miano et al., 2018). Através do estudo de correlação simples, Rodrigues et al. (2005) observaram relações inversas entre o tempo de embebição e o tempo de cozimento para as

cultivares de feijoeiro TPS Nobre e Pérola. Nesse mesmo estudo, correlações negativas ($p < 0,05$) foram verificadas entre a capacidade de absorção de água e o tempo de cozimento para as duas cultivares.

Existem divergências nas informações disponíveis na literatura acerca das relações entre os atributos qualitativos dos grãos. Em alguns trabalhos, como o de Pereira et al. (2017) e Mingotte et al. (2013), foi observada a relação inversa entre teor de proteína nos grãos e tempo de cozimento para alguns genótipos avaliados. Por outro lado, Farinelli e Lemos (2010) verificaram aumento no tempo de cozimento dos grãos em função do incremento no teor de proteína em sistema de preparo convencional do solo. Por serem hidrofílicas, as proteínas possuem grande capacidade de absorção de água. A hidrofiliidade, contudo, se diferencia em relação aos diferentes tipos de proteínas presentes no grão de feijão, sendo variável em função do genótipo (Farinelli e Lemos, 2010; Oliveira et al., 2017).

Mingotte et al. (2013), avaliando 13 linhagens e quatro cultivares de feijoeiro, verificaram teor médio de proteína de 21,6 %, tempo médio para cozimento de 20 minutos e relação de hidratação média de 1,99. O TMH variou entre 8 minutos e 21 segundos a 9 minutos e 4 segundos. Pereira et al. (2017), estudando 12 linhagens e quatro cultivares de feijoeiro, encontraram valores médios para proteína (21,7%) e tempo médio para cozimento de 32 minutos e 12 segundos.

A partir do exposto, pode-se perceber a importância de pesquisas que elucidem as relações entre os atributos qualitativos do feijoeiro, bem como a influência da adubação nitrogenada em cobertura nas características tecnológicas dos grãos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de maio e agosto de 2019, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Universidade Estadual Paulista – UNESP, município de Jaboticabal – SP, Brasil, no período de outono-inverno (terceira safra), sob sistema de irrigação. A área experimental encontrava-se em sistema plantio direto (SPD) por 5 anos na qual foi cultivada com milho, braquiária, feijão e milheto. Posteriormente, foi cultivada com soja (*Glycine max*), em preparo do solo convencional, utilizando-se a cultivar Pioneer 95 R 95 IPRO, que foi semeada em

22 de novembro de 2018 e colhida em 22 de março de 2019, obtendo produtividade média de 4,5 t/ha. A altitude média do local é de 572 metros, com coordenadas 21° 14' 59" S; 48° 17' 16" W. O clima da região caracteriza-se como Aw - tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca de inverno - segundo a classificação de Köppen.

O solo caracteriza-se como Latossolo Vermelho eutrófico, de textura argilosa, com alta fertilidade. A análise química do solo, na profundidade 0-20 cm, apresentou o seguinte resultado: pH(CaCl₂) 5,9, MO = 19 g dm⁻³, P_{resina} = 52 mg dm⁻³, K = 5,6 mmolc dm⁻³, Ca = 41 mmolc dm⁻³, Mg = 18 mmolc dm⁻³, H+Al = 24 mmolc dm⁻³, SB = 64,6 mmolc dm⁻³, CTC = 89 mmolc dm⁻³, V = 75%, B = 0,22 mg dm⁻³, Cu = 0,6 mg dm⁻³, Fe = 11 mg dm⁻³, Mn = 61,3 mg dm⁻³ e Zn = 3,7 mg dm⁻³. O resultado da análise granulométrica apresentou: argila = 540 g kg⁻¹; silte = 230 g kg⁻¹ e areia = 230 g kg⁻¹.

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram compostas pelas cultivares de feijoeiro IAC Nuance, IAC 1849 Polaco e IAC Veloz, que possuem hábito de crescimento determinado, tipo I, com ciclo precoce e pertencem aos grupos comerciais especial, carioca e preto, respectivamente.

A cultivar IAC Nuance possui peso de mil sementes de aproximadamente 510 gramas, com ciclo médio de 75 dias, desde a emergência até a maturidade fisiológica. Possui um grão arredondado, rajado de cor creme com listras avermelhadas, tipo Cranberry. Em condições naturais de cultivo, essa cultivar apresenta resistência moderada à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), murcha de Fusarium (*Fusarium oxysporum*), cretamento bacteriano (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) e murcha bacteriana (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*). De acordo com os ensaios VCUs realizados, essa cultivar apresentou produtividades médias de 2.158 kg ha⁻¹. O tempo médio de cozimento e proteína bruta dessa cultivar foram 33,66 min e 20,50% nos ensaios realizados em 18 ambientes no Estado de São Paulo. As recomendações técnicas indicam uma população de 200.000 plantas por hectare como ideal para a cultivar (Carbonell et al., 2020).

IAC 1849 Polaco é uma cultivar que apresenta grãos cor creme com estrias castanhas claras, com ciclo médio de 75 dias. Possui peso médio de 1000 sementes

de aproximadamente 240 gramas e tem como característica a tolerância ao escurecimento dos grãos. Nos ensaios VCU realizados, apresentou produtividade média de 2.464 kg ha⁻¹. É resistente à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e moderadamente resistente à mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), murcha de fusarium (*Fusarium oxysporum*), crestamento bacteriano (*Xanthomonas campestris*) e murcha bacteriana (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*). O tempo de cozimento médio e teor de proteína bruta dos grãos foram de 30,6 min e 18,6% nos ensaios realizados em 18 ambientes no Estado de São Paulo. As recomendações técnicas indicam uma população de 240.000 plantas por hectare como ideal para a cultivar (Chiorato et al., 2020a).

A cultivar IAC Veloz possui tegumento preto e peso de mil sementes de 220 gramas, com ciclo médio de 75 dias. Possui porte de planta ereto, o que facilita a colheita mecanizada, além de caldo com coloração achocalatada. Apresenta resistência à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), ferrugem e mosaico comum e resistência moderada ao crestamento bacteriano (*Xanthomonas campestris*), mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), murcha de Fusarium (*Fusarium oxysporum*) e murcha bacteriana (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*). Nos ensaios de VCU realizados, essa cultivar apresentou produtividade média de 3.035,78 kg ha⁻¹ na safra do inverno, com tempo médio de cozimento de 32,02 min e teor de proteína bruta de 20,50%. As recomendações técnicas indicam uma população de 240.000 plantas por hectare como ideal para a cultivar (Chiorato et al., 2020b).

As subparcelas foram formadas por doses de nitrogênio aplicadas em cobertura: 0 kg ha⁻¹ (sem aplicação), 60 kg ha⁻¹ (aplicada no estágio fenológico V₄ – terceiro trifólio), 120 kg ha⁻¹ (metade da dose aplicada no estágio V₄ + metade da dose aplicada em R₅ – botão floral), 180 kg ha⁻¹ (um terço da dose aplicada no estágio fenológico V₃ + um terço aplicada em V₄ + um terço aplicada em R₅).

O estágio fenológico V₃ caracteriza-se pela abertura do primeiro trifólio. No estágio V₄, as plantas apresentam o terceiro trifólio completamente aberto e plano, ocorrendo o desenvolvimento dos primeiros ramos secundários, e termina com o surgimento dos botões florais. O desenvolvimento dos primeiros ramos secundários e

o surgimento dos primeiros botões florais caracteriza o estágio R5 (pré-floração), que termina quando o florescimento se inicia (Oliveira et al., 2018).

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada em filete contínuo, a 10 cm da linha da cultura, sem incorporação, utilizando-se como fonte ureia revestida com polímeros Kimcoat® (43% de N), seguida de irrigação com lâmina de 15 mm. Cada subparcela experimental foi constituída por cinco linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas a 0,45 m, totalizando 11,25 m². Como área útil foram consideradas as três linhas centrais.

As sementes das cultivares de feijoeiro foram provenientes do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e tratadas com fungicida StandakTop na dose de 2 mL por kg de semente. Para a inoculação de rizóbios, utilizou-se o produto StarFix Feijão na dose de 4 mL por kg de semente. Na cultura do feijoeiro, adotou-se a semeadura direta, na qual as cultivares foram semeadas em 07/05/2019, com espaçamento de 0,45 m entrelinhas, utilizando 11 sementes por metro. A adubação de semeadura foi realizada utilizando-se 08 kg ha⁻¹ de N, 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, seguindo as recomendações de Ambrosano et al. (1997). Para o controle de plantas invasoras foi utilizado o herbicida pré-emergente S-Metolaclopro (1.200 g ha⁻¹ i.a) 2 dias após a semeadura (DAS). Para o controle de insetos-pragas e doenças foram realizadas as seguintes pulverizações: ciantraniliprole (75 g ha⁻¹ i.a) aos 23 DAS; cletodim (96 g ha⁻¹ i.a) + alquilbenzeno (268,36 g ha⁻¹ i.a) e fomesafem (225 g ha⁻¹ i.a) aos 27 DAS; tiametoxam (17,62 g ha⁻¹ i.a) + lambda-cialotrina (13,25 g ha⁻¹ i.a) e piraclostrobina (66,5 g ha⁻¹ i.a) + epoxiconazol (25 g ha⁻¹ i.a) aos 49 DAS.

A irrigação utilizada foi do tipo aspersão convencional com turno de rega variável, de acordo com a necessidade da cultura. A lâmina total aplicada foi de 300 mm para a cultivar IAC Nuance, e 315 mm para as cultivares IAC 1849 Polaco e IAC Veloz. As precipitações, temperaturas máximas e mínimas foram mensuradas durante o experimento e estão descritas na Figura 1.

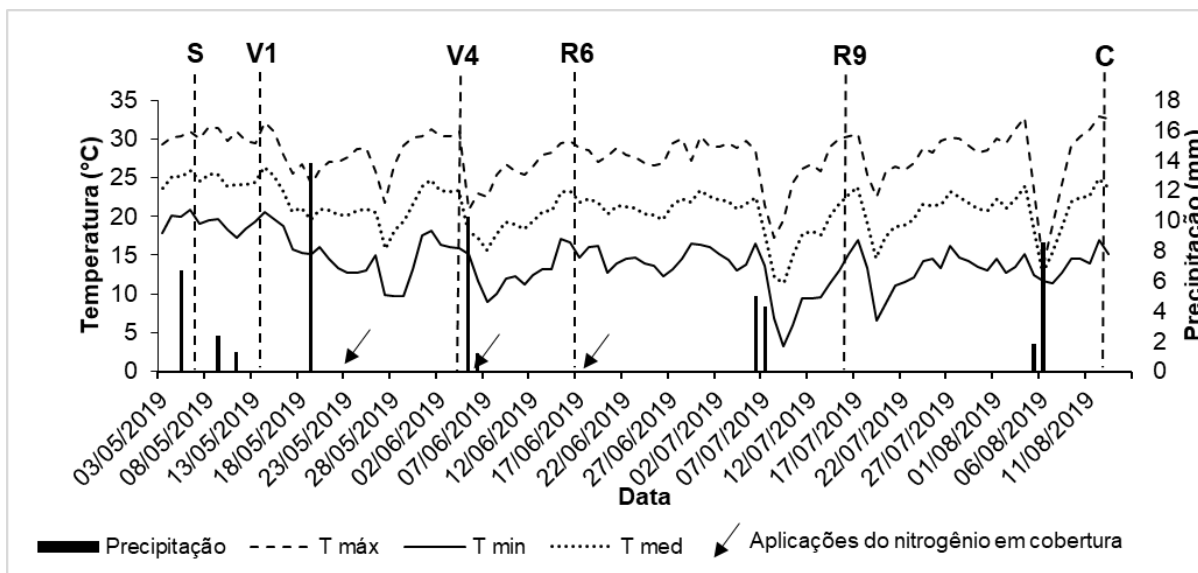


Figura 1. Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima do ar (°C), referente ao período de semeadura e maturidade fisiológica das cultivares de feijoeiro; S = semeadura; V1 = emergência das plântulas; V4 = terceiro trifólio; R6 = florescimento; R9 = maturidade fisiológica e C = colheita. Fonte: Estação Agroclimatológica, Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal, SP.

Durante a condução do trabalho de pesquisa, foram avaliados os atributos agronômicos e qualitativos, descritos a seguir:

Massa seca da parte aérea (g planta^{-1}) - quando as plantas atingiram o estágio R6 – florescimento pleno (IAC Nuance – 41 DAS; IAC 1849 Polaco – 50 DAS; IAC Veloz – 51 DAS) foram coletadas dez plantas ao acaso, na área útil de cada subparcela, que foram lavadas com água destilada e secas em estufa a 65 °C por 72 horas e depois pesadas, para determinação da massa seca da parte aérea;

Teor foliar de nitrogênio (g kg^{-1}) - nesse mesmo estágio fenológico, foi coletado, em 20 plantas, o terceiro trifólio com pecíolo do terço médio de cada subparcela, seguindo as recomendações de Ambrosano et al. (1997). As folhas foram submetidas à lavagem em água deionizada por três vezes, com condução à estufa de circulação de ar forçada sob temperatura de 65 °C até massa constante. Depois de secas, foram moídas e levadas para digestão e determinação do teor de N em consonância com método descrito por Bataglia et al. (1983);

Acúmulo de nitrogênio (kg ha^{-1}) - foram calculadas as quantidades acumuladas desse nitrogênio por área, por meio da multiplicação entre a massa seca da parte aérea e o teor foliar de nitrogênio;

População final de plantas (mil plantas ha⁻¹) - para a determinação do número de plantas por hectare foram realizadas contagens de plantas nas três linhas centrais da área útil de cada subparcela

Número de vagens por planta (nº) – os componentes de produção foram determinados após a coleta de dez plantas consecutivas na linha central de cada subparcela. Determinou-se o número de vagens por planta a partir da relação entre número total de vagens e o número total de plantas

Número de grãos por vagem (nº) - relação entre número total de grãos e o número total de vagens;

Massa de 100 grãos (g) - determinada por meio da pesagem de quatro amostras de 100 grãos, corrigindo-se os dados para 13% de umidade (base úmida);

Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) - para a avaliação da produtividade de grãos, as plantas da área útil de cada subparcela foram colhidas manualmente, secas ao sol e trilhadas mecanicamente. A colheita ocorreu em 30/07/2019, 08/08/2019 e 13/08/2019, para as cultivares IAC Nuance, IAC 1849 Polaco e IAC Veloz, respectivamente. Os grãos foram pesados e os dados corrigidos para 13% de umidade;

Ciclo (dias) - período de dias compreendido entre a emergência das plântulas (V₁ – com os cotilédones acima do nível do solo), até a maturidade fisiológica (R₉). A maturidade fisiológica é caracterizada por alterações nas vagens, que perdem a cor e começam a secar. Os grãos adquirem o brilho e a cor característicos da cultivar (Oliveira et al., 2018);

Rendimento de peneira (%) - os atributos qualitativos foram avaliados 30 dias após a colheita, sendo que os grãos ficaram armazenados em sacos de papel, em condições ambientais no Laboratório de Agricultura. Os grãos foram classificados em tamanho e formato pela passagem em peneiras de crivos oblongos 11/64" × 3/4 (4,37 × 19,05 mm), 12/64" × 3/4 (4,76 × 19,05 mm), 13/64" × 3/4 (5,16 × 19,05 mm) e 14/64" × 3/4 (5,56 × 19,05 mm) em agitação por um 1 minuto (Santis et al., 2019). O percentual de grãos foi calculado por meio da relação entre o peso dos grãos retidos em cada peneira e o peso total da amostra de cada subparcela. O rendimento de peneira foi dado pelo somatório dos percentuais de grãos retidos nas peneiras maiores ou iguais a 11, 12, 13 e 14;

Produção relativa de grãos em peneira (PRGP) - Por meio desses resultados foi calculada a produção relativa de grãos em peneiras (PRGP), conforme adaptação da metodologia de Carbonell et al. (2010), que estabelece pesos para as peneiras. Para o presente estudo, consideraram-se os pesos 1, 4, 6, 10, 10 e 6 para os grãos retidos no coletor ($P \leq 10$, ou seja, menor ou igual 10/64" x 3/4), na P11, na P12, na P13, na P14 e na P15, respectivamente. O PRGP foi obtido por meio da seguinte equação:

$$PRGP = \frac{(P \leq 10 \times 1) + (P11 \times 4) + (P12 \times 6) + (P13 \times 10) + (P14 \times 10) + (P15 \times 6)}{P \leq 10 + P11 + P12 + P13 + P14 + P15}$$

Teor de proteína bruta (%) - determinado por meio de digestão sulfúrica, após a moagem das amostras de matéria seca. Utilizou-se a seguinte fórmula para cálculo: PB = 6,25N total, em que N total é o teor de N nos grãos;

Tempo de cozimento (minutos) - as demais avaliações de qualidade, utilizaram-se os grãos retidos na peneira 13. Os grãos foram submetidos ao cozedor de Mattson, que consta basicamente de 25 estiletes verticais com peso de cada unidade de 90 gramas e ponta de 1 mm de diâmetro. A ponta fica apoiada no grão de feijão durante o cozimento e quando o grão se encontra cozido, a ponta penetra-o deslocando o estilete. O tempo final para cozimento da amostra foi obtido quando 50% + 1, ou seja, 13 estiletes foram deslocados. Para essa determinação, os grãos foram hidratados previamente em água destilada durante 12 horas. Durante a condução do teste a temperatura da água foi mantida a 96°C. A escala de Proctor e Watts (1987) foi adotada para verificar o nível de resistência ao cozimento e encontra-se descrita na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de referência para o tempo para cozimento do feijão.

Tempo para cozimento (minutos)	Nível de resistência ao cozimento
< 16	Muito suscetível
16 - 20	Suscetibilidade média
21 – 28	Resistência normal
29 – 32	Resistência média
33 – 36	Resistente
> 37	Muito resistente

Tempo de máxima hidratação (horas:minutos) - a determinação da capacidade de hidratação dos grãos foi feita por meio de uma proveta graduada com capacidade de 500 mL e precisão de 5 mL, e béqueres com capacidade de 250 mL. Em cada béquer foi colocada uma amostra de 50 gramas de grãos previamente escolhidos, adicionando-se 200 mL de água destilada. De duas em duas horas, até que se completassem 22 horas, foram feitas avaliações do volume de água não absorvido pelos grãos, vertendo-a do béquer para a proveta. Ao final do tempo previsto para a hidratação, a água em excesso foi drenada e os grãos pesados. Realizou o estudo de regressão polinomial entre o tempo (horas) e a capacidade de hidratação (mL) foi realizado, visando determinar o tempo necessário para a máxima hidratação (TMH) dos grãos de feijão. Durante a condução do teste, a temperatura da água foi de 25 °C;

Relação de hidratação - foi determinada pela razão entre a massa final e a massa inicial dos grãos;

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F ($p < 0,05$) e para a comparação de médias o teste de Tukey ($p < 0,05$). Para a verificação do efeito de doses de nitrogênio (N) em cobertura e da interação cultivares de feijoeiro x doses de N, adotou-se o estudo de regressão polinomial. Realizou-se também, a análise de correlação simples de Pearson entre os atributos agrônômicos e qualitativos. Devido à estrutura de dependência do conjunto original dos dados, utilizou-se a análise estatística multivariada por componentes principais (CPs) para a espacialização das variáveis e tratamentos. Os dados foram padronizados, apresentando média nula e variância unitária. A seleção do número de CPs foi realizada com base no critério de Kaiser, utilizando-se aqueles com autovalores superiores a 1 (Kaiser 1958). Os programas estatísticos utilizados foram AgroEstat e Statistica v.7 para a estatística univariada, multivariada e correlação simples.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Atributos agronômicos das cultivares de feijoeiro em função da adubação nitrogenada de cobertura

Com relação aos atributos agronômicos pode-se verificar que a massa seca da parte aérea foi influenciada significativamente pelas cultivares, com a IAC Veloz apresentando o maior valor, de 5,08 g planta⁻¹, enquanto as cultivares IAC Nuance e IAC 1849 Polaco não apresentaram diferenças (Tabela 3). As doses de N promoveram incremento linear da massa seca para as três cultivares de feijoeiro (Figura 2). A dose de 180 kg ha⁻¹ de N em comparação à não aplicação de nitrogênio em cobertura possibilitou incrementos na massa seca da parte aérea de 51%, 41% e 98% para as cultivares IAC Nuance, IAC 1849 Polaco e IAC Veloz, respectivamente.

Trabalhos na literatura relataram aumento linear no teor de matéria seca do feijoeiro com a adição de N. Soratto et al. (2017), estudando adubação nitrogenada no feijoeiro, concluíram que o uso de fertilizante nitrogenado em cobertura incrementou a produção de matéria seca da parte aérea nas cultivares IPR 139 e BRS Pérola, ambas de hábito de crescimento indeterminado, de ciclo normal e de grãos do tipo carioca. O mesmo desempenho foi observado por Bettiol et al. (2020) utilizando as cultivares IAC Imperador e IPR Curió, ambas de hábito de crescimento determinado, de ciclo precoce e de grãos carioca. Isso ocorre em razão do N estar relacionado diretamente com o aumento da fotossíntese líquida, proporcionando incrementos na quantidade e tamanho dos órgãos vegetativos e reprodutivos e, em consequência, na massa seca das plantas (Marschner, 2012; Taiz e Zeiger, 2017), refletindo positivamente na absorção e acúmulo de nutrientes, promovendo aumento na produtividade de grãos (Fageria et al., 2015).

Tabela 3. Atributos agronômicos de cultivares de feijoeiro de ciclo precoce adubado com nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, São Paulo – 2019 ¹.

Cultivar	Massa seca da parte aérea (g planta ⁻¹)	Teor foliar de N (g kg ⁻¹)	Acúmulo de N (kg ha ⁻¹)	População final de plantas (mil plantas ha ⁻¹)	Vagens por planta (nº)	Grãos por vagem (nº)	Massa de cem grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
IAC Nuance	3,88 b	31,50 c	26,56 b	213	8,34 b	3,63 c	35,52 a	1.342 b
IAC 1489 Polaco	4,01 b	39,20 b	33,72 b	215	10,60 b	4,00 b	22,92 b	1.672 b
IAC Veloz	5,08 a	45,37 a	50,20 a	219	15,96 a	4,81 a	21,25 c	2.603 a
Teste F								
Cultivar (C)	8,08*	45,67**	48,27**	0,34 ^{NS}	32,41**	55,42**	426,35**	38,81**
Doses de N (D)	13,16**	5,98**	22,53**	0,53 ^{NS}	1,56 ^{NS}	0,75 ^{NS}	2,18 ^{NS}	4,79**
C*D	1,55 ^{NS}	4,1**	5,28**	0,43 ^{NS}	0,43 ^{NS}	0,70 ^{NS}	0,58 ^{NS}	0,67 ^{NS}
CV para cultivar (%)	21,71	7,28	18,94	1,84	23,67	8,57	5,69	18,86
CV para doses (%)	19,55	7,28	19,26	1,38	12,61	7,78	5,28	14,37

¹ Médias seguidas de letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{NS} Não significativo pelo teste F. ** Significativo pelo teste F (p < 0,01). * Significativo pelo teste F (p < 0,05).

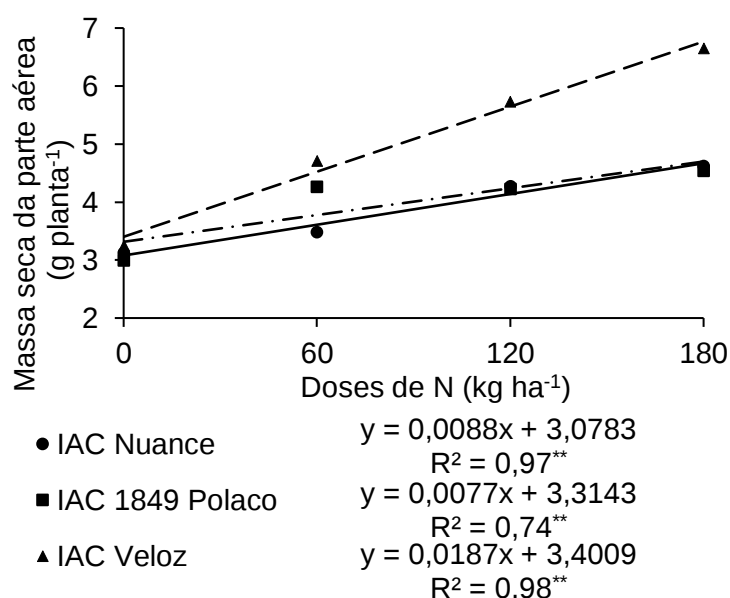


Figura 2. Desdobramento da interação cultivar x doses de nitrogênio para a massa seca da parte aérea.

A aplicação de N em cobertura proporcionou aumento linear no teor foliar de N (Figura 3), existindo diferença entre as cultivares e para a interação cultivares (C) x doses de N (Tabelas 3 e 4). A cultivar IAC Nuance foi inferior às demais, sendo que na dose de 60 kg ha⁻¹ de N e no tratamento sem aplicação de N, apresentou valores abaixo da faixa considerada adequada ou de suficiência para o feijoeiro, que é de 30 a 50 g kg⁻¹, de acordo com Ambrosano et al. (1997). A cultivar IAC Veloz foi superior às demais, apresentando maior teor de N foliar na dose de 180 kg ha⁻¹, porém com valor acima do nível de suficiência recomendado. Destaca-se que as cultivares IAC 1849 Polaco e IAC Veloz apresentaram altos teores foliares de N mesmo onde não houve a aplicação do fertilizante. Isso pode ter ocorrido em razão da presença de nitrogênio residual da soja cultivada anteriormente na área (Ambrosano et al., 1997), devido a capacidade da planta em realizar a fixação biológica de nitrogênio (Aragão et al., 2019; Bettiol et al., 2020; Dias et al., 2020) e à fertilidade do solo da área experimental.

O acúmulo de nitrogênio apresentou diferença significativa para o fator cultivar, doses de N e interação C x N (Tabela 3 e Figura 4). A cultivar IAC Veloz apresentou maior acúmulo de nitrogênio. Com base no gráfico de interação, foi possível observar que para as cultivares IAC Nuance e IAC Veloz, a adição de nitrogênio em cobertura

proporcionou aumento linear no acúmulo de N. Para a cultivar IAC 1849 Polaco, a dose de 134 kg ha⁻¹ de N possibilitou acúmulo máximo de 38,23 kg ha⁻¹.

Tabela 4. Desdobramento da interação cultivar x doses de nitrogênio para teor foliar de nitrogênio ¹.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Teor foliar de N (g kg ⁻¹)		
	IAC Nuance	IAC 1849 Polaco	IAC Veloz
0	29,75 abB	39,20 aA	40,76 bA
60	28,70 bC	38,85 aB	45,50 bA
120	34,30 aB	40,25 aA	43,58 bA
180	33,25 abB	38,50 aB	51,63 aA
Teste F para interação C x N		4,31**	
CV (%)		7,28	

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** Significativo pelo teste F (p < 0,01).

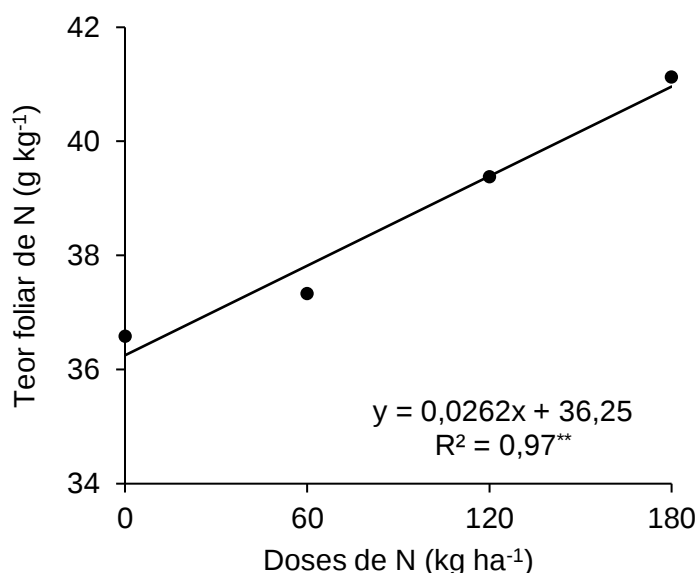


Figura 3. Teor foliar de N em cultivares de feijoeiro de ciclo precoce adubado com nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, São Paulo – 2019.

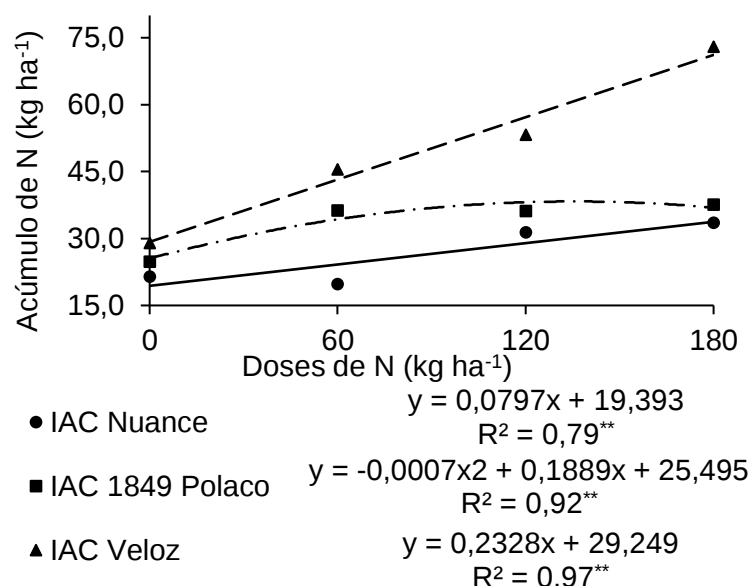


Figura 4. Desdobramento da interação cultivar x doses de nitrogênio para acúmulo de N.

A população final de plantas não apresentou diferença estatística para cultivares, doses de nitrogênio e interação C x N (Tabela 3), mostrando que essa variável não influenciou nos componentes de produção, em especial, a produtividade.

O número de vagens por planta foi influenciado pelo fator cultivar e pela interação C x N (Tabela 3 e Figura 5). A cultivar IAC Veloz foi superior às demais, com média de 16 vagens por planta, porém sem resposta a aplicação do fertilizante. A adição de nitrogênio proporcionou efeito quadrático para as cultivares IAC Nuance e IAC 1849 Polaco, com número máximo de vagens por planta de 9 e 10, respectivamente, nas doses de 145 e 122 kg ha⁻¹. No entanto, Souza et al. (2019) utilizando a cultivar IAC Alvorada, verificaram que houve aumento no número de vagens por planta com o incremento de doses de N de forma linear até 200 kg ha⁻¹ de N aplicada em cobertura, não sendo possível encontrar um ponto de máxima. Isso demonstra que esse atributo agrônômico pode ser influenciado pela adição de N em cobertura de maneira distinta nas cultivares de feijoeiro.

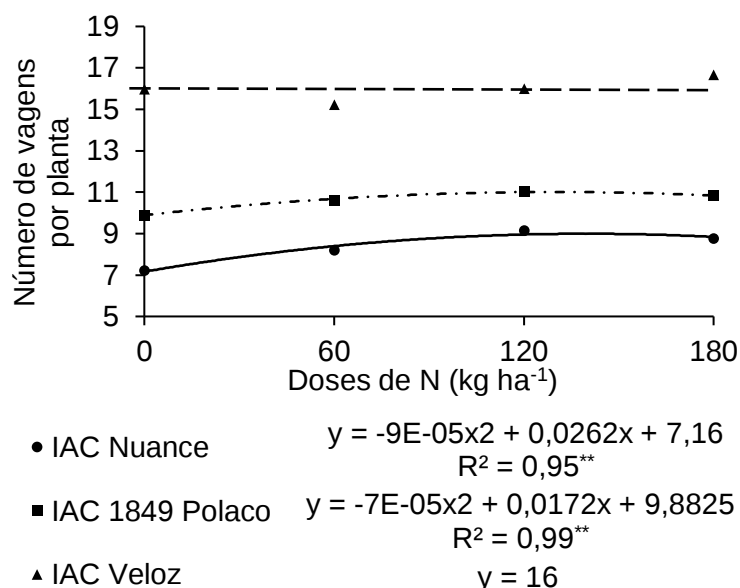


Figura 5. Desdobramento da interação cultivar x doses de nitrogênio para número de vagens por planta.

O número de grãos por vagem foi maior na cultivar IAC Veloz, diferindo estatisticamente das demais e não apresentou influência das doses de N e nem da interação C x N (Tabela 3), uma vez que esse atributo possui alta herdabilidade genética, sendo pouco afetado pelo ambiente e manejo cultural, como a adubação nitrogenada (Nascente et al., 2017).

A massa de cem grãos foi influenciada significativamente pelas cultivares, sendo que a IAC Nuance apresentou maior média (35,52 g) que as demais (Tabela 3). Tal resultado se deve à essa cultivar ser do grupo de grão rajados destinados à exportação (tipo especial), possuindo grãos de maior tamanho e mais pesados, conforme descrito por Carbonell et al. (2020). Para as cultivares IAC 1849 Polaco e IAC Veloz, esse atributo apresentou resposta diferente em comparação aos outros componentes de produção, uma vez que ao possuir maior número de vagens por planta e de grãos por vagem, a massa de cem grãos foi menor. Isso pode ser explicado pelo mecanismo de ajuste no equilíbrio fonte-dreno para os fotoassimilados, em que o aumento no número de vagens por planta e de grãos por vagem faz com que a quantidade de fotoassimilados distribuídos para cada grão seja menor (Fageria et al., 2015). Assim, plantas com alto número de vagens por planta e de grãos por vagem podem ter valores menores de massa de cem grãos.

Ainda para a massa de cem grãos, foi possível observar a diferença de resposta das cultivares em relação às doses de N (Figura 6). A cultivar IAC Nuance apresentou incremento quadrático, com a maior massa de cem grãos de 36,14 g, proporcionada pela dose de 102,3 kg ha⁻¹. Para as cultivares IAC 1849 Polaco e IAC Veloz, os incrementos de N proporcionaram aumento da massa de cem grãos de forma linear, não sendo possível encontrar um ponto de máxima. Essa resposta pode estar relacionada ao aspecto de que o N se associa a compostos orgânicos, após ser absorvido pelas plantas, originando proteínas que conferem aumento da massa dos grãos (Perez et al., 2013; Amaral et al., 2016).

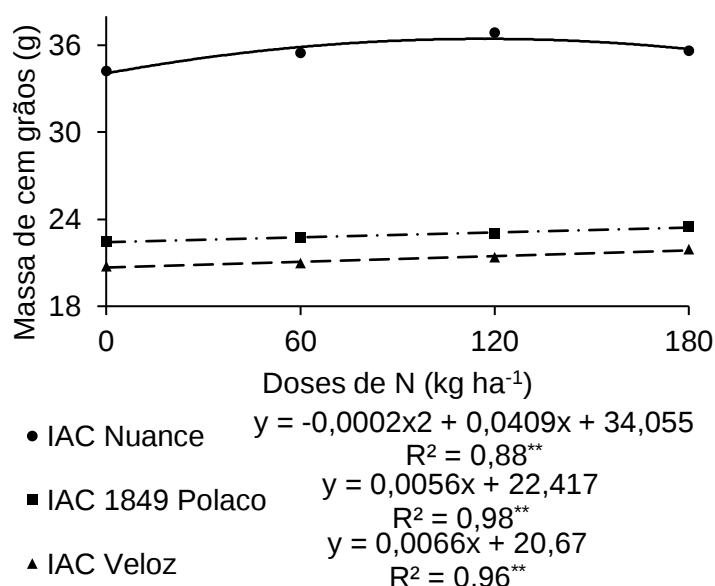


Figura 6. Desdobramento da interação cultivar x doses de nitrogênio para massa de cem grãos.

A cultivar IAC Veloz obteve maior produtividade de grãos que as demais, sendo que IAC Nuance e IAC 1849 Polaco obtiveram desempenho produtivo estatisticamente iguais (Tabela 3). Na interação entre C x N, pode-se observar que a cultivar IAC Veloz apresentou produtividade de grãos crescente em relação às doses de N, não sendo possível encontrar um ponto de máximo, com incrementos de 17 kg ha⁻¹ para cada 10 kg ha⁻¹ de N aplicado (Figura 7). Esse resultado corrobora com outros trabalhos de pesquisa onde o feijoeiro não atingiu a máxima produtividade de grãos com a aplicação de doses de N em cobertura superiores a 180 kg ha⁻¹ (Farinelli e Lemos, 2010; Soratto et al., 2017; Souza et al., 2019). As cultivares IAC Nuance e IAC 1849 Polaco apresentaram máxima produtividade de grãos de 1.741 e 1.784 kg

ha⁻¹, nas doses de 155 e 163 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. A cultivar IAC Veloz obteve maior produtividade de grãos em todas as doses de N aplicadas em cobertura, comparativamente a IAC 1849 Polaco e IAC Nuance.

Na ausência da aplicação do fertilizante nitrogenado em cobertura as cultivares IAC Veloz, IAC 1849 Polaco e IAC Nuance obtiveram produtividade de grãos de 2.447 kg ha⁻¹, 1.483 kg ha⁻¹ e 1.156 kg ha⁻¹, respectivamente. Portanto, com base nos princípios de eficiência e responsividade no uso de nutrientes relatados por Fageria et al. (2015), pode-se inferir que a cultivar IAC Veloz demonstrou ser a mais eficiente e responsiva na utilização do N aplicado em cobertura. Esses resultados corroboram com Leal et al. (2019), onde verificaram em 16 cultivares de feijoeiro do grupo comercial carioca diferenças no desempenho produtivo, sendo BRSMG Uai, BRS FC402, IPR Campos Gerais, IPR Maracanã e TAA Bola Cheia, classificadas como eficientes e responsivas a aplicação de N em cobertura.

Nas condições desse experimento, o ciclo das cultivares IAC Nuance, IAC 1849 Polaco e IAC Veloz foi de 66, 73 e 75 dias após a emergência das plântulas, respectivamente. No período entre a semeadura e o estágio R6 (florescimento pleno), ocorreram 13 dias com temperaturas mínimas do ar abaixo de 12°C (Figura 1 e Apêndice Tabela 1A). Nesse mesmo período, constatou-se 9 dias com temperaturas menores que 10°C. O feijoeiro é sensível a fatores extremos do ambiente, sendo o clima um dos elementos que mais influenciam no seu desempenho produtivo. O crescimento vegetativo do feijoeiro é reduzido em condições de frio excessivo (temperaturas inferiores a 12°C), podendo o seu desenvolvimento ser paralisado em condições inferiores a 10°C (Wutke et al. 2000). Além disso, a formação de ramos laterais, o índice de área foliar e a taxa fotossintética são diminuídos com o frio (Andrade et al. 2015) e quando associado a cultivares precoces que possuem hábito de crescimento determinado (tipo I), onde não ocorre emissões de novos ramos e folhas após o estágio R₆, pode ter contribuído para a obtenção de menores produtividades as cultivares IAC Nuance e IAC 1849 Polaco em comparação a IAC Veloz.

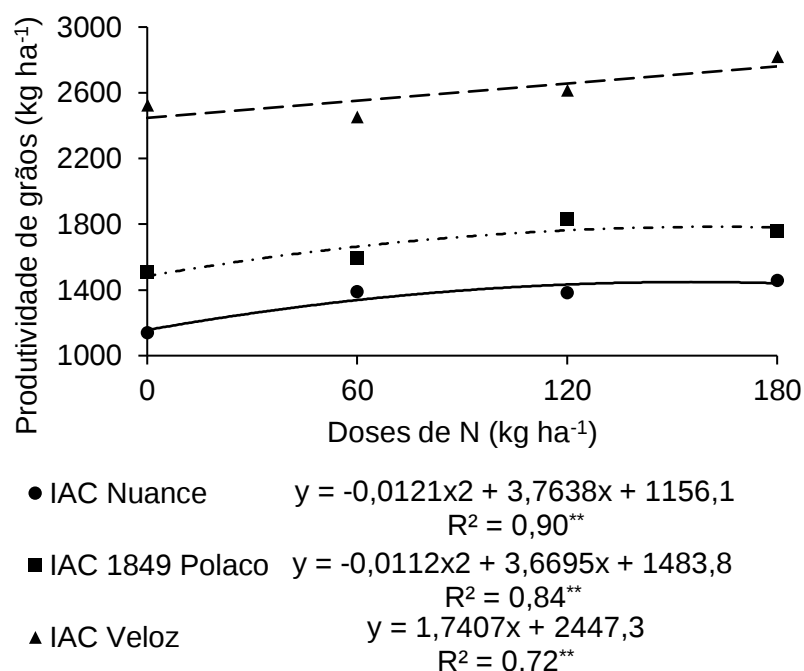


Figura 7. Desdobramento da interação cultivar x doses de nitrogênio para produtividade de grãos.

4.2 Atributos tecnológicos das cultivares de feijoeiro em função da adubação nitrogenada de cobertura

Quanto aos atributos qualitativos dos grãos, verificou-se que os rendimentos de peneiras ≥ 11 , ≥ 12 , ≥ 13 e ≥ 14 sofreram influência do fator cultivar e de doses de N (Tabela 5, Figura 8 A, B e Figura 9 A, B). A cultivar IAC Nuance apresentou maior rendimento em todas as peneiras, com valores que variaram de 84 a 97%. Tal resultado deve-se ao fato dessa cultivar apresentar grãos de formato arredondados e destinados à exportação (Carbonell et al., 2020), bem como a maior massa de cem grãos (Tabela 3). Apesar de obter a menor produtividade média entre as cultivares estudadas, a IAC Nuance é a primeira cultivar do Brasil com grãos tipo Cranberry, podendo atender aos mercados interno e externo, possibilitando ao produtor uma melhor lucratividade com a exportação. Os principais países importadores desse tipo de grão são Itália, Irã, Espanha e Turquia (Tabela 1), além de Estados Unidos e Canadá. A cultivar IAC 1849 Polaco não se diferenciou da IAC Nuance na quantidade de grãos retidos na peneira ≥ 11 e a IAC Veloz apresentou os menores valores em razão da menor massa de cem grãos (Tabela 5), porém obtendo valor expressivo, próximo de 90%. Nos rendimentos de peneiras ≥ 11 e ≥ 12 as cultivares IAC 1849 Polaco e IAC Veloz apresentaram valores superiores a 70%, que é utilizado como

referência pelas empacotadoras para o pagamento de gratificação ao produtor pelo fato de serem grãos graúdos e de boa aceitação no mercado (Carbonell et al., 2010). Para os rendimentos de peneiras ≥ 11 e ≥ 12 , as doses de N possibilitaram aumento quadrático, com valor máximo de 95 e 86%, respectivamente, para as doses de 111 e 150 kg ha⁻¹ de N. Os rendimentos de peneiras ≥ 13 e ≥ 14 apresentaram aumento linear, não sendo possível encontrar um ponto de máxima. Esses resultados podem ser explicados em razão de que o incremento das doses de N aplicadas em cobertura, associado a fertilidade do solo e as práticas adequadas de manejo da cultura, promoveram aumento da matéria seca da parte aérea, refletindo positivamente nos teores foliares e na produtividade, proporcionando grãos mais graúdos a partir do momento que houve maior disponibilidade do nutriente no sistema solo-planta (Fageria et al., 2015).

Tabela 5. Rendimento de peneira maior ou igual a 11, 12, 13 e 14, produção relativa de grãos em peneira em cultivares de feijoeiro de ciclo precoce adubado com nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, São Paulo – 2019 ¹.

Cultivar	RP ≥ 11 (%)	RP ≥ 12 (%)	RP ≥ 13 (%)	RP ≥ 14 (%)	PRGP
IAC Nuance	97,37 a	97,37 a	94,83 a	84,00 a	7,95a
IAC 1849 Polaco	97,37 a	88,12 b	62,62 b	12,43 b	8,25a
IAC Veloz	89,12 b	71,37 c	23,56 c	1,81 c	6,26b
Teste F					
Cultivar (C)	10,84*	40,12**	449,94**	1007,2**	18,49**
Doses de N (D)	0,70 ^{NS}	0,49 ^{NS}	1,36 ^{NS}	3,61 ^{NS}	1,06 ^{NS}
C*D	0,99 ^{NS}	2,07 ^{NS}	0,81 ^{NS}	1,36 ^{NS}	2,03 ^{NS}
CV para cultivar (%)	17,1	25,18	9,41	14,75	13,33
CV para doses (%)	5,05	12,1	9,03	14,75	5,35

¹ RP ≥ 11 – rendimento de peneira maior ou igual a 11; RP ≥ 12 – rendimento de peneira maior ou igual a 12; RP ≥ 13 – rendimento de peneira maior ou igual a 13; RP ≥ 14 – rendimento de peneira maior ou igual a 14; PRGP – produção relativa de grãos em peneira. Médias seguidas de letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{NS} Não significativo pelo teste F. ** Significativo pelo teste F (p < 0,01). * Significativo pelo teste F (p < 0,05).

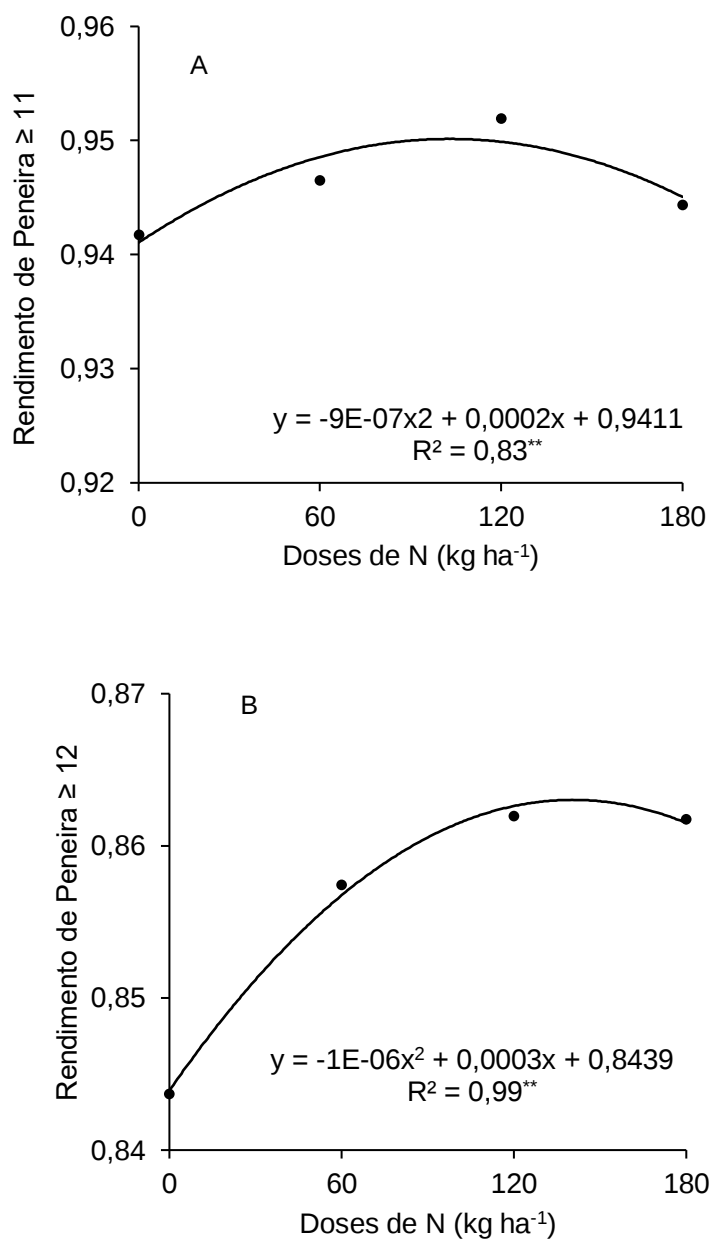


Figura 8. Rendimento de peneira ≥ 11 (A) e ≥ 12 (B) em cultivares de feijoeiro de ciclo precoce adubado com nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, São Paulo – 2019.

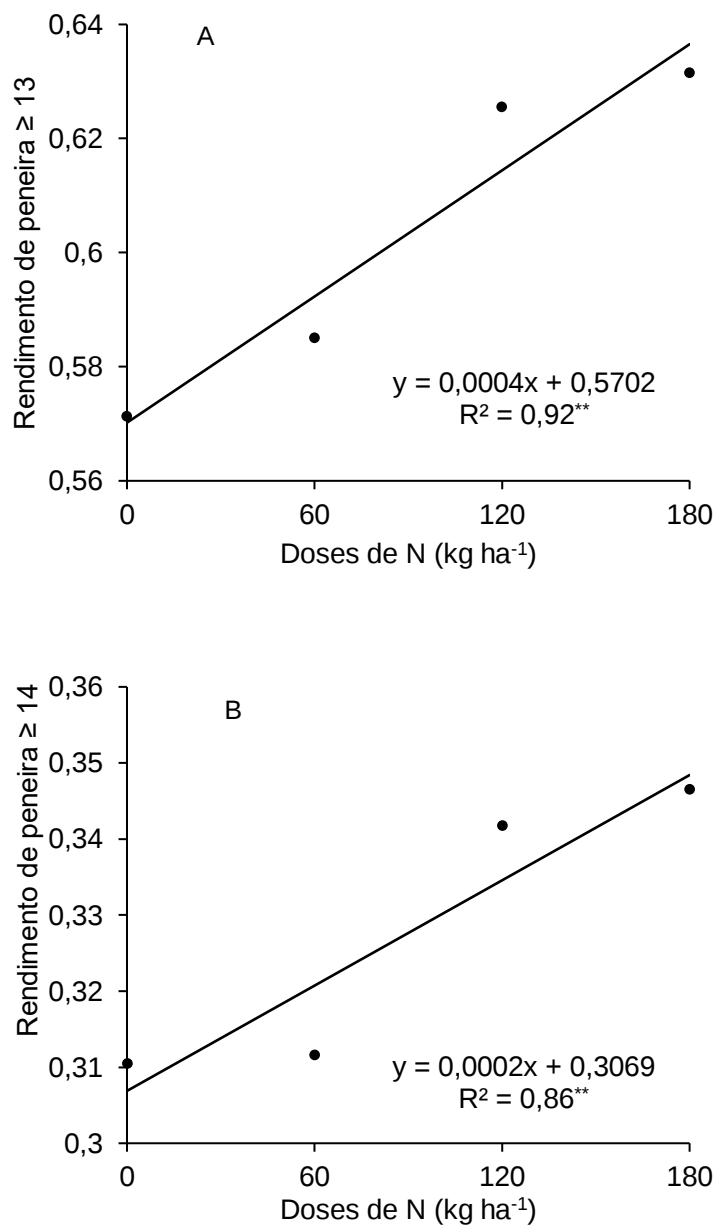


Figura 9. Rendimento de ≥ 13 (A) e ≥ 14 (B) em cultivares de feijoeiro de ciclo precoce adubado com nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, São Paulo – 2019.

A produção relativa de grãos em peneira (PRGP) apresentou efeito significativo apenas para o fator cultivar, sendo IAC Nuance e IAC 1849 Polaco superiores à IAC Veloz (Tabela 5). No entanto, os valores de PRGP para todas as cultivares foram acima ou próximos a 7, proposto por Carbonell et al. (2010) como grãos de boa aceitação pelo mercado e pelas indústrias empacotadoras. Bettiol et al. (2020) também verificaram que não houve efeito das formas de fornecimento de N para esse

atributo qualitativo, obtendo valores de 6,78 e 6,83 para as cultivares IPR Curió e IAC Imperador, respectivamente.

As cultivares IAC Nuance e IAC 1849 Polaco não diferenciaram entre si quanto ao teor proteína bruta e foram superiores a IAC Veloz (Tabela 6), obtendo valores próximos aos observados por Santis et al. (2019) em estudo com 13 cultivares de feijoeiro do grão tipo carioca. Com relação a interação entre C x N, pode-se observar que todas as cultivares apresentaram aumento no teor de proteína bruta, como incremento de doses de N aplicadas em cobertura, com efeito linear (Figura 10), concordando com os resultados obtidos por Farinelli e Lemos (2010), Amaral et al. (2016) e Nunes et al. (2020). Na cultivar IAC Nuance, os incrementos foram de 1,56, 3,12 e 4,68 % para as doses de 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de N, em relação a ausência de aplicação de N em cobertura. Na cultivar IAC 1849 Polaco, esses incrementos foram de 1,38, 2,76 e 4,14%, enquanto na IAC Veloz, os aumentos foram de 2,41, 4,83 e 7,25%. Na cultivar IAC Veloz, em razão do maior número de vagens por planta, de grãos por vagem e produtividade de grãos, pode ter ocorrido o efeito de diluição no teor de proteína bruta devido a menor quantidade de N nos grãos, sendo o mesmo desempenho observado por Farinelli e Lemos (2010) e Amaral et al. (2016).

Tabela 6. Teor de proteína bruta e tempo de cozimento em cultivares de feijoeiro de ciclo precoce adubado com nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, São Paulo – 2019 ¹.

Cultivar	Teor de proteína bruta (%)	Tempo de cozimento (minutos)
IAC Nuance	22,8 a	31 a
IAC 1849 Polaco	22,9 a	21 b
IAC Veloz	19,0 b	23 b
Teste F		
Cultivar (C)	33,04*	95,38**
Doses de N (N)	24,37**	2,75 ^{NS}
C*D	1,09 ^{NS}	4,37**
CV para cultivar (%)	7,61	8,99
CV para doses (%)	7,04	8,90

¹ Médias seguidas de letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{NS} Não significativo pelo teste F. ** Significativo pelo teste F (p < 0,01). * Significativo pelo teste F (p < 0,05).

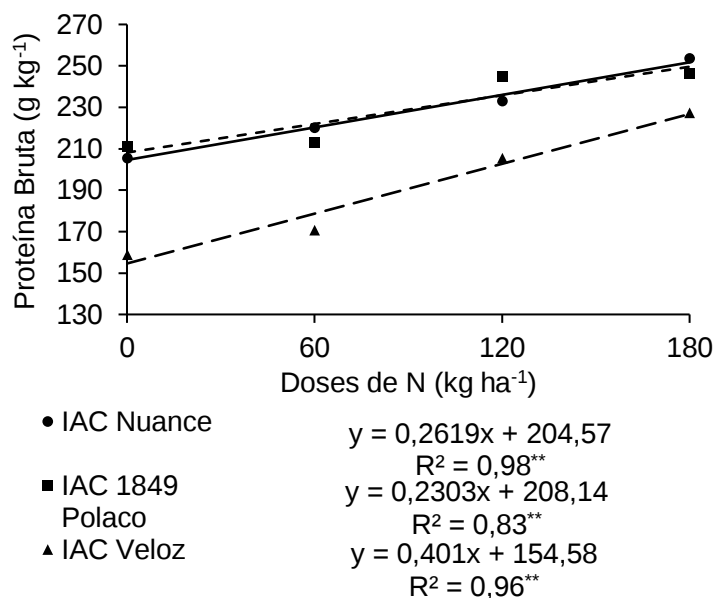


Figura 10. Desdobramento da interação cultivar x doses de nitrogênio para teor de proteína bruta.

As cultivares IAC 1849 Polaco e IAC Veloz apresentaram menor tempo de cozimento, diferindo estatisticamente da IAC Nuance (Tabela 6), bem como aumento linear com o incremento das doses de N (Figura 11). As cultivares IAC 1849 Polaco e IAC Veloz apresentaram resistência normal ao cozimento e a IAC Nuance resistência média à cocção, de acordo com a escala proposta por Proctor e Watts (1987). Com relação a interação C x N, a IAC Nuance de grão rajado, obteve o maior tempo de cozimento em todas as doses do fertilizante aplicada em cobertura, comparativamente as demais cultivares (Tabela 7). No entanto, esses valores estão próximos aos verificados por Carbonell et al. (2020), de 33 minutos, em estudo com cultivares de feijão especial para exportação (IAC Nuance, IAC Tigre, IAC Boreal e IAC Harmonia), em 18 ambientes nas safras das águas, da seca e inverno no estado de São Paulo (SP). Alves et al. (2020), utilizando cultivares de grãos especiais e aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura, na safra de inverno em Jaboticabal (SP), encontraram valor médio de 28 minutos. Ribeiro et al. (2014) avaliaram 29 linhagens de feijoeiro de grãos especiais no estado do Rio Grande do Sul e verificaram que o tempo de cozimento variou de 14 minutos a 36 minutos. A cultivar IAC 1849 Polaco, de grão tipo carioca, foi a única em que o tempo de cocção não diferiu estatisticamente com o incremento das doses de N aplicadas em cobertura, obtendo valores entre 20 a 22 minutos, abaixo do tempo de cozimento de 30 minutos observado por Chiorato et al. (2020a). A cultivar

IAC Veloz, de grãos de coloração preta, apresentou o maior tempo de cozimento na dose de 180 kg ha⁻¹ de N, com valor de 27 minutos, ficando abaixo do tempo de cocção de 32 minutos verificado por Chiorato et al. (2020b).

Tabela 7. Desdobramento da interação cultivar x doses de nitrogênio para tempo de cozimento.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Tempo de cozimento (mm:ss)		
	IAC Nuance	IAC 1849 Polaco	IAC Veloz
0	32:12 bA	20:79 aB	21:00 bB
60	28:71 Ba	20:33 aB	23:97 abB
120	34:30 aA	21:66 aB	20:93 bB
180	31:37 abA	21:59 aC	27:20 aB
Teste F para interação C x N		4,37**	
CV (%)		8,89	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{NS} Não significativo pelo teste F. ^{**} Significativo pelo teste F (p < 0,01).

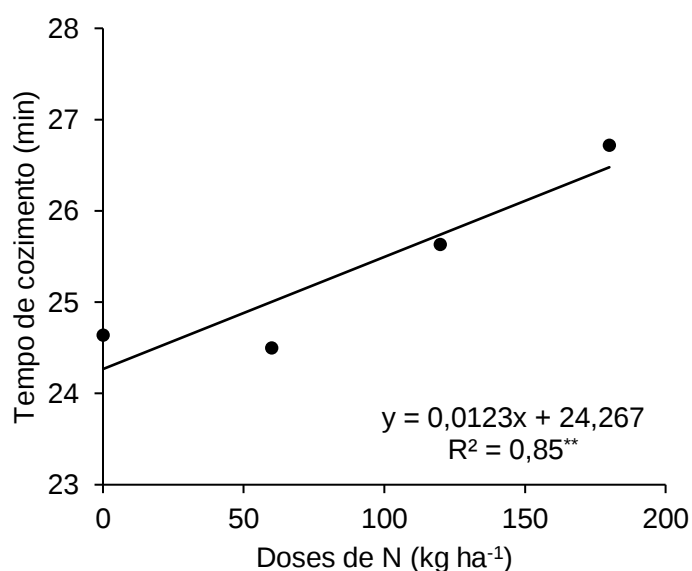


Figura 11. Tempo de cozimento em cultivares de feijoeiro de ciclo precoce adubado com nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, São Paulo – 2019.

Com relação a capacidade de hidratação dos grãos, verificou-se diferenças entre as cultivares na obtenção do tempo necessário para a máxima hidratação (Tabela 8). A cultivar IAC Veloz necessitou de 12h05min para atingir a máxima hidratação dos grãos, diferindo da IAC Nuance e IAC 1849 Polaco, com valores de 14h27min e 19h41min, respectivamente. Esses resultados demonstram a superioridade da cultivar IAC Veloz nesse atributo qualitativo, visto que na culinária

brasileira, durante o processo de preparo do alimento, os grãos de feijão são deixados em embebição durante aproximadamente 12h (Santis et al., 2019). Alves et al. (2019) trabalhando com cinco cultivares de feijoeiro de grão tipo carioca (BRS Estilo, BRS MG Majestoso, BRS Ametista, BRS Cometa e BRS Notável) e cinco cultivares de grão do tipo especial para exportação (BRS MG Realce, BRS Embaixador, BRS FS 305, BRS Executivo e BRS Garça), verificaram na média de cada grupo, valores de 13h18min e 14h16min, respectivamente. Apesar de não ter ocorrido efeito das doses de N e da interação C x N para esse atributo qualitativo, por meio do estudo de regressão polinomial entre o tempo (horas) e a capacidade de hidratação (mL), pode-se verificar que a cultivar IAC Veloz também se destacou, obtendo os menores tempos para a máxima hidratação dos grãos em cada dose de N aplicada em cobertura, comparativamente as demais (Figuras 12, 13 e 14). No entanto, Farinelli e Lemos (2010) verificaram que houve aumento no tempo para a máxima hidratação dos grãos com doses de 0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N aplicada em cobertura. Os autores ainda relataram que a capacidade de hidratação de grãos de feijão é dependente da cultivar, das condições de armazenamento e do ambiente, ressaltando a necessidade de pesquisas científicas sobre a influência da adubação nitrogenada nesta característica qualitativa e, conseqüentemente, a razão pela qual ocorre esta interferência na cultura.

Tabela 8. Tempo de máxima hidratação e relação de hidratação em cultivares de feijoeiro de ciclo precoce adubado com nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, São Paulo – 2019 ¹.

Cultivar	Tempo de máxima hidratação (horas:minutos)	Relação de hidratação
IAC Nuance	14:27 b	2,16 a
IAC 1849 Polaco	19:41 a	2,07 b
IAC Veloz	12:05 c	2,04 b
Teste F		
Cultivar (C)	103,82**	16,41**
Doses de N (D)	2,67 ^{NS}	0,52 ^{NS}
C*D	0,86 ^{NS}	1,04 ^{NS}
CV para cultivar (%)	11,14	2,86
CV para doses (%)	9,72	1,90

¹ Médias seguidas de letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{NS} Não significativo pelo teste F. ** Significativo pelo teste F (p < 0,01). * Significativo pelo teste F (p < 0,05).

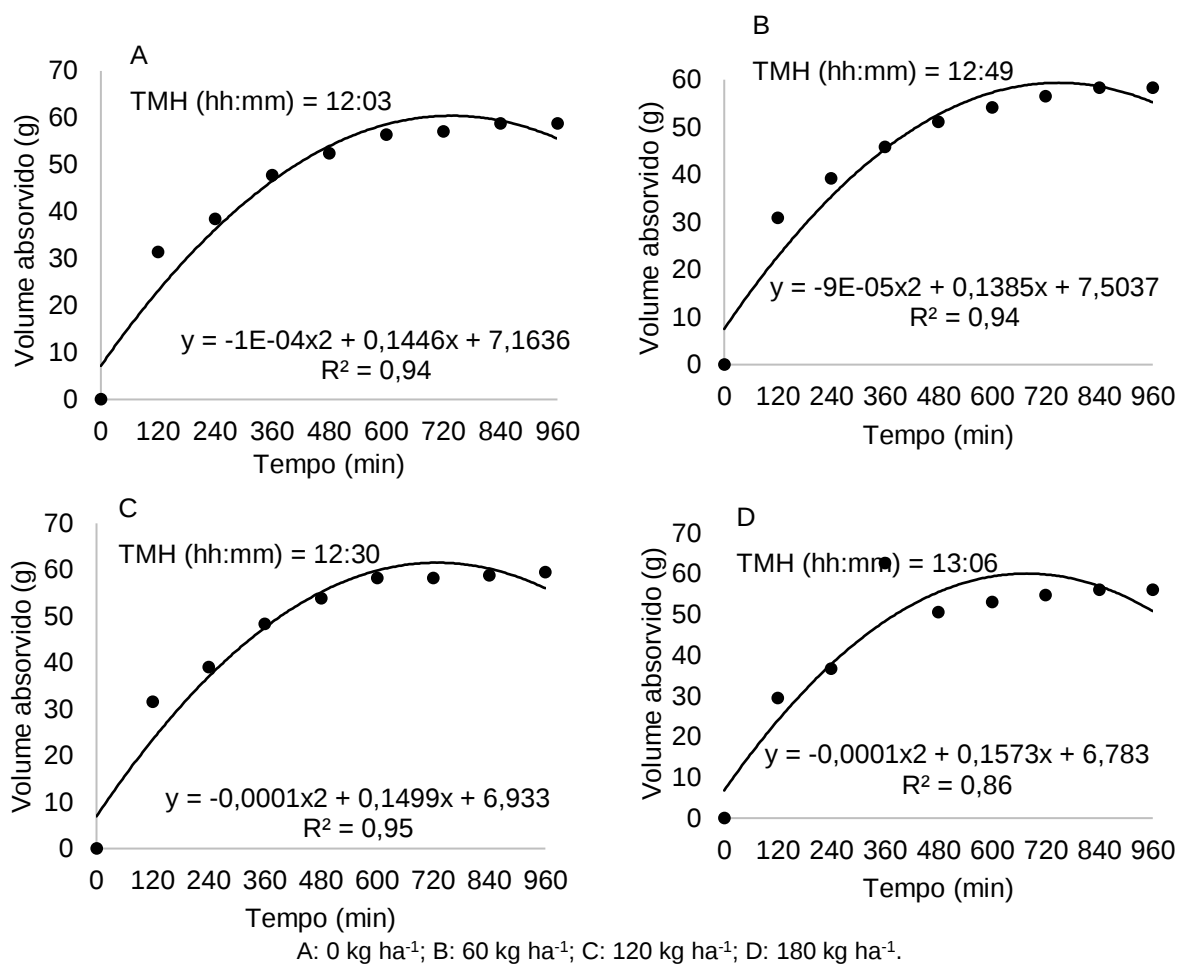
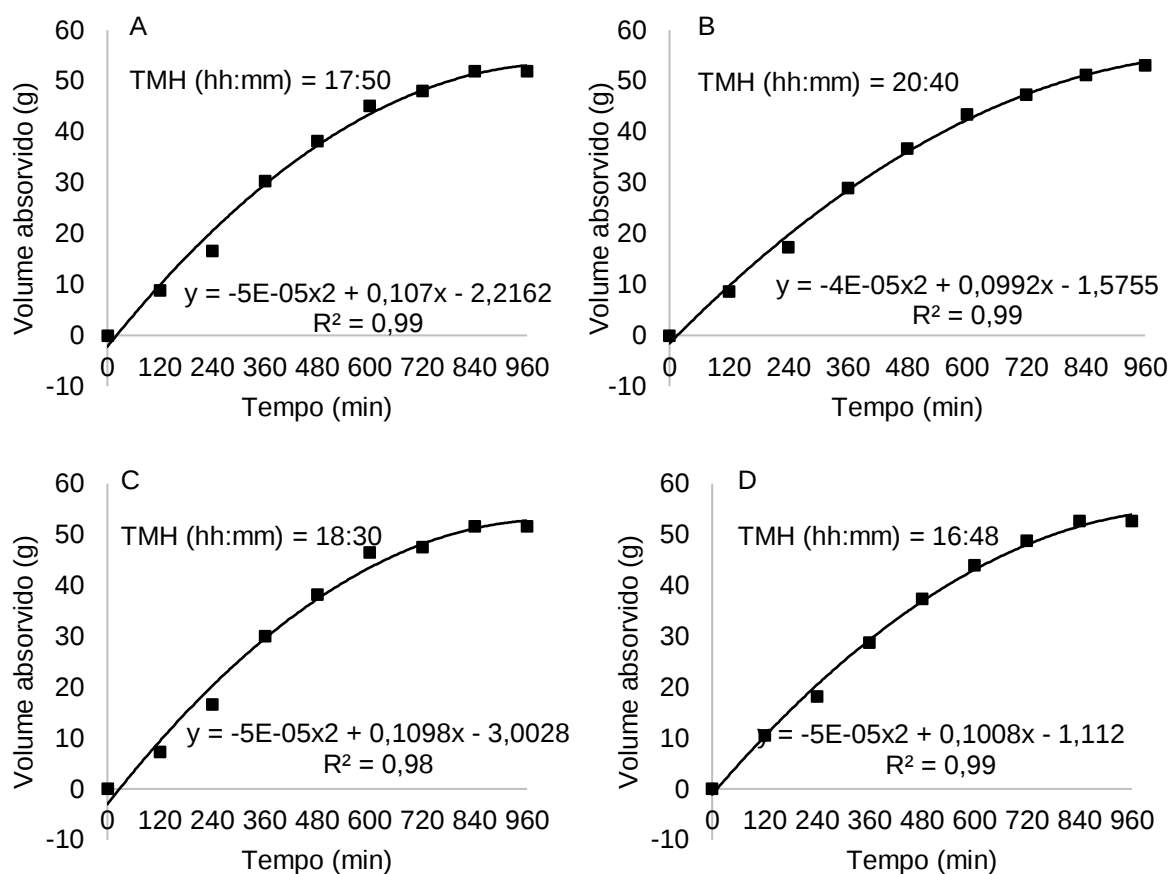
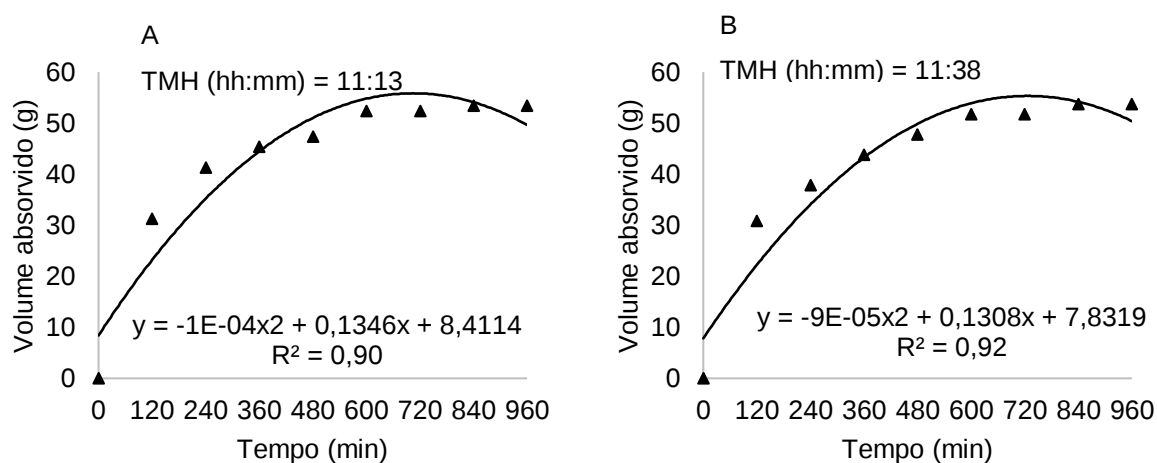


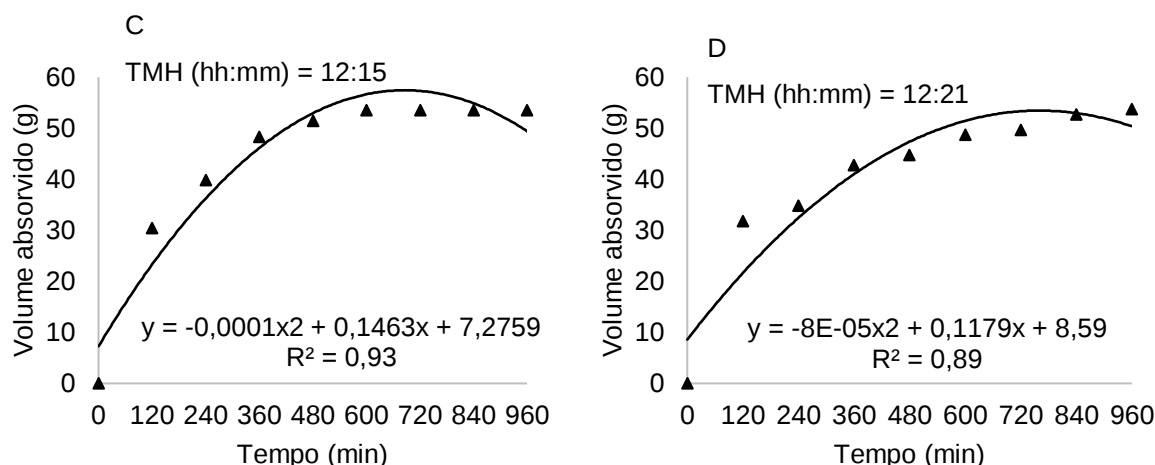
Figura 12. Tempo de máxima hidratação da cultivar de feijoeiro de ciclo precoce IAC Nuance adubada com nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, São Paulo – 2019.



A: 0 kg ha⁻¹; B: 60 kg ha⁻¹; C: 120 kg ha⁻¹; D: 180 kg ha⁻¹.

Figura 13. Tempo de máxima hidratação da cultivar de feijoeiro de ciclo precoce IAC 1849 Polaco adubada com nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, São Paulo – 2019.





A: 0 kg ha⁻¹; B: 60 kg ha⁻¹; C: 120 kg ha⁻¹; D: 180 kg ha⁻¹.

Figura 14. Tempo de máxima hidratação da cultivar de feijoeiro de ciclo precoce IAC Veloz adubada com nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, São Paulo – 2019.

A relação de hidratação apresentou diferença para as cultivares, com IAC Nuance sendo superior às demais (Tabela 8) e para doses de N comportamento quadrático (Figura 15). Apesar desse resultado, as diferenças entre as relações de hidratação apresentadas são inexpressivas do ponto de vista prático. Todos os valores foram próximos a dois, o que indica boa capacidade dos grãos em absorver água. Esse resultado corrobora com Flores et al. (2017) e Leal et al. (2019), que observaram capacidade dos grãos de feijão em absorver massa de água aproximadamente equivalente às suas massas iniciais.

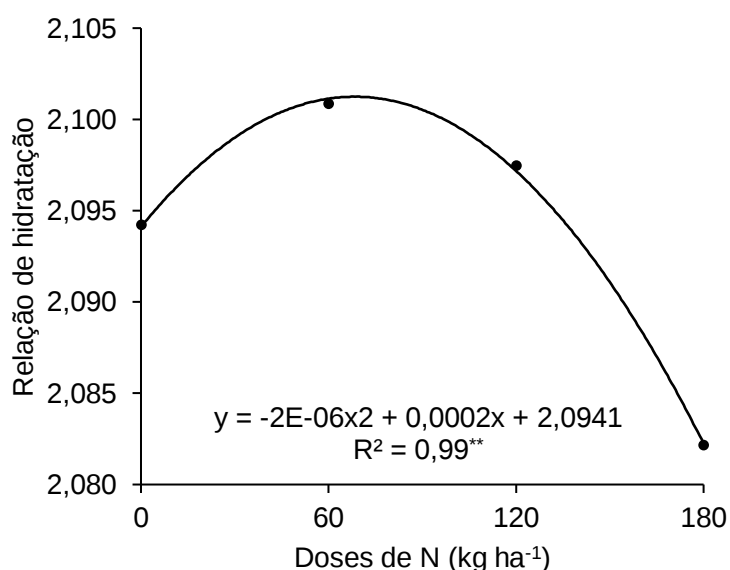


Figura 15. Relação de hidratação em cultivares de feijoeiro de ciclo precoce adubado com nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, São Paulo – 2019.

4.3 Análise de correlação simples

Pelo estudo de correlação simples (Tabela 9), observa-se que a massa seca da parte aérea correlacionou-se positivamente com a produtividade de grãos, porém com baixa magnitude. Esse resultado indica que a produtividade não é função somente da massa seca da parte aérea. A massa seca da parte aérea também se correlacionou positivamente com a o teor foliar de N, número de vagens por planta e número de grãos por vagens. Dentre os componentes de produção, foi possível observar, nas condições desse experimento, os maiores coeficientes de correlação para número de vagens por planta (0,90) e número de grãos por vagem (0,80) com a produtividade de grãos. Assim, à medida que se elevou o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem, a produtividade de grãos aumentou. Resultado similar foi encontrado por Leal et al. (2019), em estudo de eficiência de uso e responsividade ao nitrogênio por 16 cultivares de feijoeiro. Barili et al. (2010 e 2011) e Zilio et al. (2011) também constatarem correlações significativas e positivas entre o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem.

Os componentes número de vagens por planta e número de grãos por vagem correlacionaram-se negativamente com a massa de cem grãos. Tal resultado deve-se ao fato de uma das cultivares ser do grupo especial, possuindo maior tamanho de grãos. Tal constatação também explica a correlação negativa entre a massa de cem grãos e a produtividade de grãos, resultado também encontrado por Coelho et al. (2002). A produtividade de grãos também se correlacionou negativamente com o teor de proteína bruta e com o tempo de cozimento. Lemos et al. (2004) destacaram que na cultura de feijoeiro o teor de proteína bruta pode ser influenciado negativamente pela produtividade de grãos. Entretanto, Bertoldo et al. (2009) observaram correlação significativa e positiva entre a produtividade de grãos e o tempo de cozimento em cultivares do grupo carioca e preto.

Para o teor foliar de N, constatou correlação negativa com a massa de cem grãos, com alto coeficiente. Também se observou correlações negativas com as variáveis relacionadas às características tecnológicas, como relação de hidratação, tempo de cozimento e rendimento de peneiras, com coeficiente alto para essa última variável.

O número de grãos por vagem e os atributos qualitativos teor de proteína bruta e tempo de cozimento apresentaram correlação significativa e negativa, concluindo-se que cultivares com maior número de grãos por vagem tendem a possuir menos proteína bruta nos grãos, porém, menor tempo de cozimento.

Dentre as variáveis relacionadas com as características tecnológicas dos grãos, constatou-se correlação positiva com alto coeficiente entre a relação de hidratação e o tempo de cozimento. Diferentemente do resultado encontrado nesse trabalho, Rodrigues et al. (2005) verificaram correlações negativas entre relação de hidratação e tempo de cozimento, para as cultivares TPS Nobre e Pérola. A relação de hidratação e o tempo de máxima hidratação também se correlacionaram positivamente, indicando que a absorção rápida de água leva à máxima capacidade de hidratação. Resultado semelhante foi encontrado por Coelho et al. (2008), em trabalho com a cultivar Pérola.

O tempo de cozimento teve correlação positiva com os rendimentos de peneira ≥ 12 , ≥ 13 e ≥ 14 com valores de coeficiente de 0,44, 0,59 e 0,80, respectivamente, indicando o aumento no tempo de cozimento com o aumento nas peneiras.

Tabela 9. Coeficientes de correlação dos atributos agrônômicos e qualitativos em cultivares de feijoeiro de ciclo precoce adubado com nitrogênio em cobertura. Jaboticabal, São Paulo – 2019 ¹.

Coeficiente de correlação (r)	MS	TFN	NVP	NGV	M100	PG	RH	PB	TC	RP≥11	RP≥12	RP≥13	RP≥14
MS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TFN	0,47**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NVP	0,49**	0,70**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NGV	0,44**	0,69**	0,81**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M100	-0,24ns	-0,71**	-0,65**	-0,65**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PG	0,49**	0,67**	0,90**	0,80**	-0,58**	-	-	-	-	-	-	-	-
RH	-0,20ns	-0,52**	-0,49**	-0,44**	0,63**	-0,53**	-	-	-	-	-	-	-
PB	0,20ns	-0,18ns	-0,39**	-0,42**	0,34*	-0,41**	0,15ns	-	-	-	-	-	-
TC	-0,02ns	-0,42**	-0,50**	-0,48**	0,80**	-0,42**	0,70**	0,27ns	-	-	-	-	-
RP≥11	-0,20ns	-0,61**	-0,57**	-0,59**	0,47**	-0,50*	0,14ns	0,38**	0,19ns	-	-	-	-
RP≥12	-0,18ns	-0,72**	-0,66**	-0,65**	0,69**	-0,58**	0,36*	0,44**	0,44**	0,92**	-	-	-
RP≥13	-0,27ns	-0,79**	-0,79**	-0,75**	0,85**	-0,73**	0,49**	0,53**	0,59**	0,79**	0,92**	-	-
RP≥14	-0,27ns	-0,76**	-0,68**	-0,66**	0,98**	-0,62**	0,66**	0,35*	0,80**	0,47**	0,70**	0,87**	-
TMH	-0,22ns	-0,16ns	-0,42**	-0,38**	0,11ns	-0,39**	0,30*	0,26ns	0,32*	0,48**	0,34*	0,29*	-0,10

¹ ** Significativo (p < 0,01). * Significativo (p < 0,05). MS: Massa seca da parte aérea; TFN: Teor foliar de N; NVP: Número de vagens por planta; NGV: Número de grãos por vagem; M100: Massa de cem grãos; PG: Produtividade de grãos; RH: Relação de hidratação; PB: Teor de proteína bruta; TC: Tempo de cozimento; RP≥11: Rendimento de peneira maior ou igual a 11; RP≥12: Rendimento de peneira maior ou igual a 12; RP≥13: Rendimento de peneira maior ou igual a 13; RP≥14: Rendimento de peneira maior ou igual a 14; TMH: Tempo de máxima hidratação.

4.4 Análise multivariada

A análise do gráfico biplot (Figura 16) permitiu constatar correlação positiva entre as variáveis proteína bruta, massa de cem grãos, tempo de cozimento e rendimento de peneira maior ou igual a 11, 12, 12 e 14 e correlação negativa dessas com as variáveis teor foliar de N, número de grãos por vagem, número de vagens por planta, produtividade de grãos e massa seca. Isso indica o efeito de diluição discutido anteriormente, em que maiores produtividades de grãos estão correlacionadas inversamente com o teor de proteína dos grãos. Além disso, verifica-se correlação direta entre o teor de proteína, a massa de cem grãos e o tempo de cozimento, ou seja, quanto maior o tamanho e o teor de proteína dos grãos, maior o tempo de cozimento. Isso pode ser justificado pela maior dificuldade da água em quebrar as moléculas de carboidratos e proteínas de grãos e promover o cozimento ideal dos mesmos. Verificou-se que a variável tempo de máxima hidratação não apresentou correlação com nenhuma outra variável, sendo a única discriminada pelo CP2, ou seja, a variação do tempo de máxima hidratação dos grãos de feijão independe das outras variáveis analisadas.

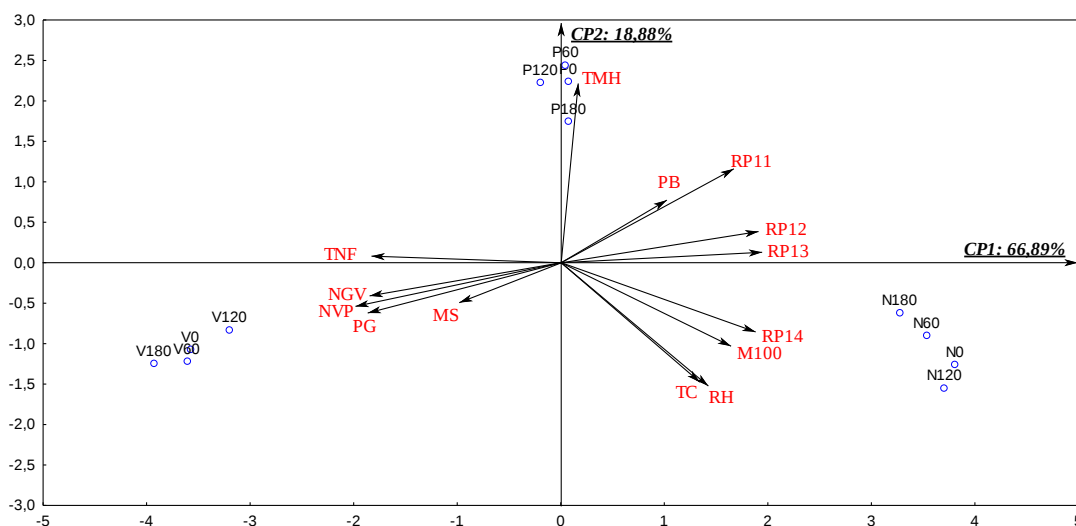


Figura 16. Gráfico biplot de componentes principais para as cultivares de feijoeiro sob doses de nitrogênio em função das características agrônômicas (MS: Massa seca da parte aérea; TNF: Teor foliar de N), componentes de produção (NGV: Número de grãos por vagem; NVP: Número de vagens por planta; PG: Produtividade de grãos) e variáveis tecnológicas (PB: Proteína bruta; TMH: Tempo de máxima hidratação; RH: Relação de hidratação; M100: Massa de cem grãos; TC: Tempo de cozimento; RP11: Rendimento de peneira maior ou igual a 11; RP12: Rendimento de peneira maior ou igual a 12; RP13: Rendimento de peneira maior ou igual a 13; RP14: Rendimento de

peneira maior ou igual a 14). Letras indicam as cultivares e os números indicam as doses de nitrogênio: N: IAC Nuance; P: IAC 1849 Polaco; V: IAC Veloz; 0, 60, 120 e 180: 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

5. CONCLUSÕES

As cultivares de feijoeiro de ciclo precoce e de diferentes tipos de grãos respondem de forma distintas as doses de N aplicadas em cobertura quanto aos atributos agrônômicos e qualitativos.

A cultivar IAC Veloz tem a produtividade de grãos aumentada linearmente até a dose de 180 kg ha⁻¹ de N em cobertura e foi classificada como eficiente e responsiva.

As cultivares IAC Nuance e IAC 1849 Polaco atingiram a máxima produtividade de grãos de 1.741 e 1.784 kg ha⁻¹ com 155 e 163 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Doses crescentes de N em cobertura aumentam o rendimento de peneira e o teor de proteína bruta do feijoeiro.

As cultivares IAC 1849 Polaco e IAC Veloz se destacaram com menor tempo de cozimento e a IAC Veloz com hidratação mais rápida.

6. REFERÊNCIAS

Acosta JAA (2009) **Dinâmica do nitrogênio sob sistema plantio direto e parâmetros para o manejo da adubação nitrogenada no milho**. 200 f. Tese (Doutorado Ciência do Solo/Biodinâmica e Manejo do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Alvarez ACC, Arf O, Alvarez RCF, Pereira JCR (2005) Resposta do feijoeiro à aplicação de doses e fontes de nitrogênio em cobertura no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum** 1:69-75.

Alves MAP, Filla VA, Coelho AP, Leal FT, Bettiol JVT, Lemos LB (2019) Desempenho agrônômico e qualitativo de cultivares de feijoeiro dos grupos comerciais carioca e especial na época de inverno. **Revista de la Facultad de Agronomía** 119:1-8.

Amaral CB, Pinto CC, Flôres JA, Mingotte FLC, Lemos LB, Fornasieri Filho D (2016) Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 51:1602-1609.

Ambrosano EJ, Wutke EB, Bulisani EA, Cantarella H (1997) Feijão. In: Raij B Van, Cantarella H, Quaggio JA, Furlani AMC (Eds) **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), p. 194-195.

Andrade MJB, Oliveira DP, Figueiredo MA, Martins FAD (2015) Exigências Edafoclimáticas. In.: Carneiro JE, Júnior TJP, Borém A (Eds.) **Feijão do plantio à colheita**. Viçosa: EDITORA UFV, p. 67-95.

Aragão OOS, Leite RA, Araújo AP, Jesus EC (2020) Effect of pot size on the growth of common bean in experimento with *Rhizobium*. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition** 20:865-871.

Azevedo JA, Silva EM, Rodrigues GC, Gomes AC (2008) **Produtividade do feijão de inverno influenciada por irrigação, densidade de plantio e adubação em solo de Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 3 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 145).

Barbosa Filho MP, Fageria NK, Silva OF (2005) Fontes, doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para feijoeiro comum irrigado. **Ciência e Agrotecnologia** 29:69-76.

Barili LD, Vale NM do, Moraes PPP, Baldissera JN da C, Almeida CB de, Rocha F da, Valentini G, Bertoldo JG, Coimbra JLM, Guildolin AF (2011) Correlação fenotípica entre componentes do rendimento de grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Semina: Ciências Agrárias** 32: 1263-1274.

Barili LD, Vale NM do, Rocha F da, Rozetto DS, Dacal Coan MM, Coimbra JLM, Coelho CMM, Souza CA de (2010) Componentes do rendimento em acessos de feijão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 9: 125-133.

Bertoldo JG, Coimbra JLM, Barili LD, Vale NM do, Rocha F de (2009) Correlação entre caracteres de produção e tempo de cocção em feijão em dois ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, 40: 135-140.

Bettiol JVT, Filla VA, Leal FT, Coelho AP, Meirelles FC, Lemos LB, Bossolani JW (2020) Sustainable production of common beans: inoculation, co-inoculation and mineral fertilization in early-cycle cultivars. **Journal of Plant Nutrition** 43: 1-13.

Blair MW, González LF, Kimani PM, Butare L (2010). Genetic diversity, inter-gene pool introgression and nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Central Africa. **Theoretical and Applied Genetics** 121: 237-248.

Carbonell SAM, Chiorato AF, Bezerra LMC, Gonçalves JGR, Silva DA, Esteves JAF, Reis LLB, Carvalho CRL, Barros VLNP, Freitas RS, Ticelli M, Gallo PB (2020) IAC Nuance and IAC Tigre: common bean cultivars for special markets. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 20(3): e26732035.

Carbonell SAM, Chiorato AF, Gonçalves JGR, Perina EF, Carvalho CRL (2010) Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural** 40:2067-2073.

Carmeis Filho ACA, Cunha TPL, Mingotte FLC, Amaral CB, Lemos LB, Fornasieri Filho D (2014). Adubação nitrogenada no feijoeiro após palhada de milho e braquiária no plantio direto. **Revista Caatinga** 27:66-75.

Chiorato AF, Carbonell SAM, Bezerra LMC, Esteves JAF, Gonçalves JGR, Silva DA, Rovaris SRS, Spitti AMDS, Benchimol-Reis LL, Carvalho CRL, Barros CLNP, Freitas RS, Ticelli M, Gallo PB (2020a) IAC 1849 Polaco: carioca common bean cultivar with na early maturity and tolerance to seed darkening. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 20(3):e30232036.

Chiorato AF, Gonçalves JGR, Silva DA, Carvalho CRL, Esteves JAF, Reis LLB, Bezerra LMC, Carbonell SAM (2020b) IAC Veloz: a new early-cycle black bean cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 20(3):e25412034.

Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2019). **Análise Mensal - Feijão** [internet]. Brasília, DF: Conab, 2019. Disponível em: < https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-feijao/item/download/26001_2d985f4d36c954fc725e119aee3216c6 >. Acesso em 16 set. 2020.

Coelho ADF, Cardoso AA, Cruz CD, Araujo GA de A, Furtado MR, Amaral CLF (2002) Herdabilidade e correlação da produção do feijão e dos seus componentes primários, nas épocas de cultivo da primavera-verão e do verão-outono. **Ciência Rural**, 32: 211-216.

Coelho CMM, Souza CA, Danelli ALD, Pereira T, Santos JCP, Piazzoli D (2008) Capacidade de cocção de grãos de feijão em função do genótipo e da temperatura da água de hidratação. **Ciência e Agrotecnologia**, 32: 1080-1086.

Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2020). **Acompanhamento da safra brasileira - grãos** [internet]. Brasília, DF: Conab, 2020. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos> >. Acesso em 16 set. 2020.

Costa JGC, Zimmermann MJO (1988). Melhoramento genético. In: Zimmermann MJO, Rocha M, Yamada T (Org.) **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, p. 229-245.

Del Peloso MJ, Melo LC, Pereira HS, Faria LC, Costa JGC, Diaz JLC (2009). Novas opções de cultivares de feijoeiro comum desenvolvidas pela Embrapa. In: Kluthcouski J, Stone LF, Aidar H (Eds.) **Fundamentos para uma agricultura sustentável com ênfase na cultura do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, p. 65-80.

De Ron AM et al (2015). Common Bean. In: De Ron AM (Ed.). **Handbook of Plant Breeding: Grain Legumes**. Espanha: SPRINGER, p. 1-36.

Dias PAS, Melo PGS, Melo LC, Souza TLPP, Faria LC, Ferreira EPB, Pereira HS (2020) Production and disease resistance of elite black bean lines previously selected using mineral nitrogen fertilization cultivated with natural versus artificial nitrogen supplementation. **Genetics and Molecular Research** 19:gm18491.

Doorenbos J, Kassam AH (1994). Efeito da água no rendimento das culturas. **Estudos FAO: Irrigação e Drenagem**. Campina Grande: UFPB. 360p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2019). **BRS FS305: cultivar de feijão para exportação com grãos calima**. Comunicado técnico 250, Santo Antônio de Goiás, GO, p.7.

Fageria NK, Baligar VC (2005) Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy** 88:98-185.

Fageria NK, Ferreira EPB, Melo LC, Knupp AM (2014). Genotypic Differences in dry bean yield and yield components as influenced by nitrogen fertilization and rhizobia. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 45:1583-1604.

Fageria NK, Stone LF, Santos AB, Carvalho MCS (2015) Solos e diagnose do estado nutricional. In.: Fageria NK, Stone LF, Santos AB, Carvalho MCS (Eds.) **Nutrição mineral do feijoeiro**. Brasília: EMBRAPA, p. 16-40.

Farinelli R, Lemos LB (2010). Produtividade, eficiência agrônômica, características nutricionais e tecnológicas do feijão adubado com nitrogênio em plantio direto e convencional **Bragantia** 69:165-172.

Farinelli R, Lemos LB, Penariol FG, Egéa MM, Gasparoto MG (2006). Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro, em plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 41: 307-312.

Ferrari S, Ramos Junior EU (2015). Tipos especiais de feijão. In: Arf O, Lemos LB, Soratto RS, Ferrari S (Eds.) **Aspectos gerais da cultura do feijão *Phaseolus vulgaris*** Botucatu: FEPAF, p. 371-386.

Ferreira ACB et al (2004) Nutrição e adubação do feijoeiro. **Informe Agropecuário: Feijão de alta produtividade** 25:61-72.

Filla VA (2019) **Atributos agrônômicos e qualitativos de cultivares de feijoeiro-comum sob monitoramento de manejo de fornecimento de nitrogênio utilizando o clorofilômetro portátil**. 44f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção) – Unesp, Jaboticabal.

Flôres JA, Amaral CA, Pinto CC, Mingotte FLC, Lemos LB (2017). Agronomic and qualitative traits of common bean as a function of the straw and nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 47: 195-201.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2019). The global economy of pulses. Rome: Fao.

Guimarães RAM, Braz AJBP, Simon GA, Ferreira CJB, Braz GBP, Silveira PM (2017) Resposta de cultivares de feijoeiro a adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos. **Global Science and Technology** 10:136-148.

Kaiser HF (1958) The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika** 23: 187-200.

Kaneko FH, Arf O, Gitti DC, Arf MV, Ferreira JP, Buzetti S (2010) Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia** 69:125-133.

Klasener GR, Ribeiro ND, Casagrande CR, Arns FD (2020) Consumer preference and the technological and nutritional quality of diferente beans colours. **Acta Scientiarum** 42: e43689.

Kluthcouski J, Stone LF, Aidar H (Eds.). **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 97-106.

Kotz-Gurgacz TE, Soratto RP, Guidorizzi FVC (2018) Foliar and topdressing application of nitrogen to the common bean crop. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 53:1329-1337.

Leal FT (2019) **Produtividade, qualidade e eficiência de uso do nitrogênio de cultivares de feijoeiro comum**. 63f. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção) – Unesp, Jaboticabal.

Leal FT, Filla VA, Bettiol JVT, Sandrini FOT, Mingotte FLC, Lemos LB (2019) Use efficiency and responsivity to nitrogen of common bean cultivars. **Science and Agrotechnology** 46: e004919.

Lemos LB, Oliveira RS, Palomino EC, Silva TRB (2004) Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39: 319-326.

Lemos BL, Mingotte FLC, Farinelli R (2015). Cultivares. In: Arf O, Lemos LB, Soratto RS, Ferrari S (Eds.) **Aspectos gerais da cultura do feijão *Phaseolus vulgaris***. Botucatu: FEPAF, p. 181-207.

Malavolta E, Vitti GC, Oliveira AS (1997) **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2ª ed. Piracicaba: POTAFOS. 319 p.

Marschner H (2012) **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Elsevier, 643p.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2020). **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: <http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php> Acesso em: 01 julh. 2020.

Melo LC, Pereira HS, Souza TLPO, Faria LC, Aguiar MS, Wendland A, Carvalho HWL, Almeida VM, Melo CLP, Costa AF, Ito MA, Pereira Filho IA, Posse SP, Magaldi MCS, Cabrera Diaz, J.L.; Costa, J.G.C.; Abreu, A.F.B.; Martins, M.; Guimarães, C.M.; Trindade NLSR, Melo PGS, Braz AJBP, Souza NP, Faria JC (2017). **BRS FC104: cultivar de feijão-comum carioca superprecoce**. Comunicado Técnico 239, Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 4 p.

Moura AD, Brito LM (2015) Aspectos Socioeconômicos. In.: Carneiro JE, Júnior TJP, Borém A (Eds.) **Feijão do plantio à colheita**. Viçosa: EDITORA UFV, p. 16-36.

Nascente AS, Carvalho MCS, Rosa PH (2016). Growth, nutrient accumulation in leaves and grain yield of super early genotypes of common bean. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 46:292-300.

Nascente AS, Stone, LF, Melo LC (2017) Common bean grain yield as affected by sulfur fertilization and cultivars. **Revista Ceres** 64:548-552.

Pelegrin R, Mercante FM, Otsubo IM, Otsubo AA (2009) Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 33:219-226.

Pereira HS, Almeida, VM, Melo LC, Wendland A, Faria LC, Del Peloso MJ, Magaldi MCS (2012). Environmental influence in common bean cultivars grown in Brazilian savannah with low altitude. **Bragantia** 71:165-172.

Perez AAG, Soratto RP, Manzatto NP, Souza EFC (2013) Extração e exportação de nutrientes pelo feijoeiro adubado com nitrogênio, em diferentes tempos de implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 37:1276-1287.

Prado RM (2008) **Nutrição de plantas**. São Paulo: Unesp. 407 p.

Proctor JR, Watts BM (1987) Development of a modified Mattson Bean Cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal** 20:9-14.

Raij B (2011) **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. 2.ed. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute. 420 p.

Ribeiro ND, Domingues LS, Gruhn EM, Zemolin AEM, Rodrigues JA (2014) Desempenho agrônômico e qualidade de cozimento de linhagens de feijão de grãos especiais. **Revista Ciência Agronômica** 45:92-100.

Rodrigues JÁ, Ribeiro ND, Londero PMG, Cargnelutti Filho A, Garcia DC (2005) Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, 35: 209-214.

Sant'Ana EVP, Santos AB, Silveira PM (2011). Eficiência de uso de nitrogênio em cobertura pelo feijoeiro irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 15:458-462.

Santis FP, Neto AS, Cavalcante AG, Filla VA, Mingotte FLC, Lemos LB (2019) Componentes de produção, produtividade e atributos tecnológicos de cultivares de feijoeiro do grupo comercial carioca. **Colloquium Agrariae** 15:21-30.

Santos AB, Fageria NK, Silva FO, Melo MLB (2003). Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 38:1265-1271.

Santos JB, Gavilanes ML, Vieira RG, Pinheiro LR (2015) Botânica. In.: Carneiro JE, Júnior TJP, Borém A (Eds.) **Feijão do plantio à colheita**. Viçosa: EDITORA UFV, p. 37-66.

Silva SC, Ribeiro JR (2009). Zoneamento Agroclimático para o Feijão (2ª Safra) nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia.

Silva VR, Reichert JM, Reinert DJ (2006) Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 30:391-399.

Soratto RP, Catuchi TA, Souza EFC, Garcia JLN (2017). Plant density and nitrogen fertilization on common bean nutrition and yield. **Revista Caatinga** 30:670-678.

Soratto RP, Fernandes AM, Pilon C, Crusciol CAC, Borghi E (2013). Épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro cultivado após milho solteiro ou consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 48:1351-1359.

Souza SS, Couto Junior PA, Flôres JA, Mingotte FLC, Lemos LB (2019) Maize cropping systems and response of common bean in succession subjected to nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 49: e55718.

Taiz L, Zeiger E (2017) **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed. p. 129-131.

Thung M, Aidar H, Soares DM, Kluthcousky J (2008) Qualidade de grãos de feijão para exportação, In: Congresso nacional de pesquisa de feijão, Campinas, Anais... Intitulo Agrônômico de Campinas, **Documentos IAC**, 85:1734-1740.

Thung M, Soares DM, Aidar H, Kluthcousky J (2011) Feijões tipo exportação, estamos prontos para exportar? In: **Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão**, Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 10:1-4.

Vieira RF, Lima MS, Neves JCL, Andrade MJB (2015) Adubação. In.: Carneiro JE, Júnior TJP, Borém A (Eds.) **Feijão do plantio à colheita**. Viçosa: EDITORA UFV, p. 145-172.

Zilio M, Coelho CMM, Souza CA, Santos JCP, Miquelluti DJ (2011) Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agronômica**, 42: 429-438, 2011.

Zimmermann MJO, Teixeira MG (1996) Origem e Evolução. In.: Araujo RS, Rava CA, Stone LF, Zimmermann, MJO (Eds.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, p. 57-68.

APÊNDICES

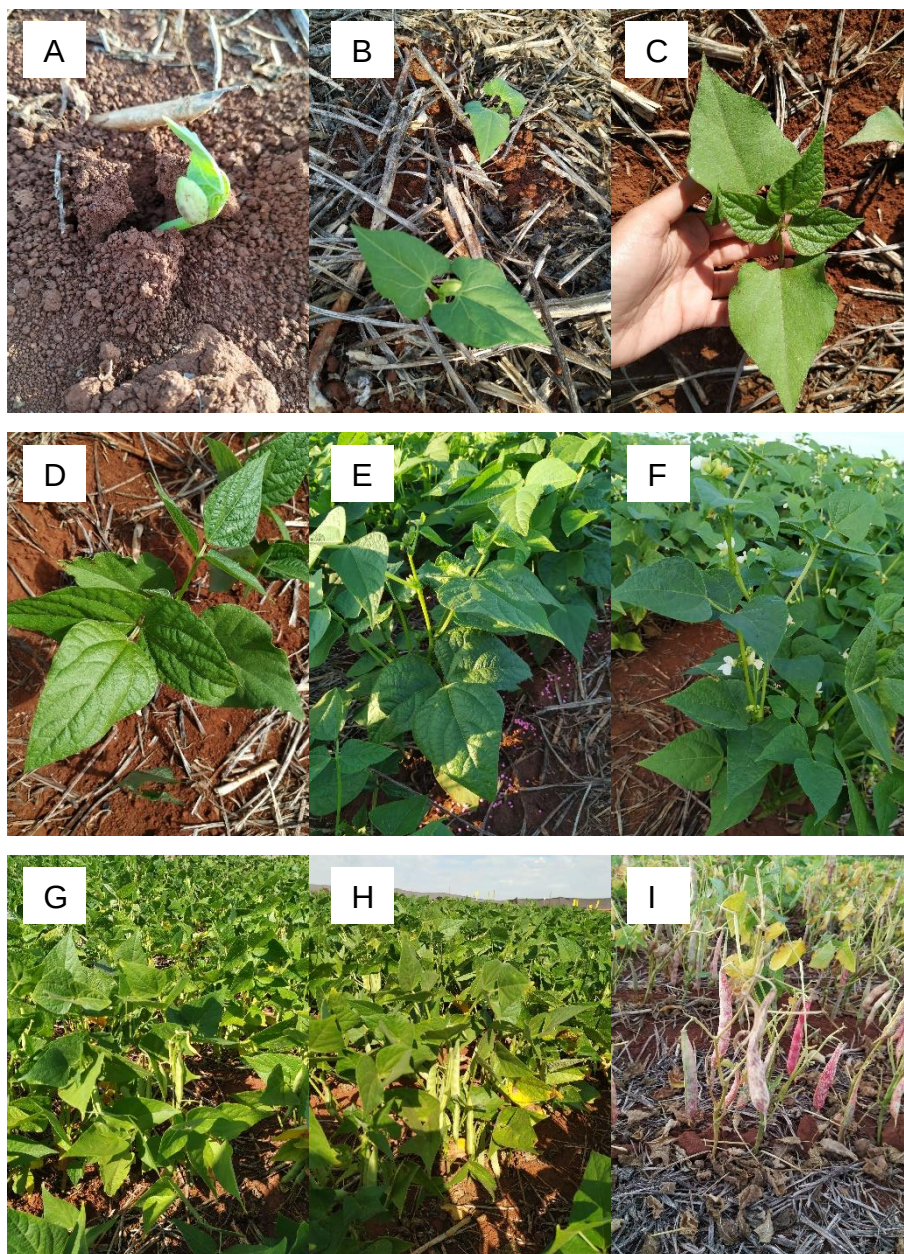


Figura 1A. Estádios de desenvolvimento da cultivar IAC Nuance. A – V1: Emergência; B – V2: Folhas primárias; C – V3: Primeiro trifólio; D – V4: Terceiro trifólio; E – R5: Pré-floração; F – R6: Floração; G – R7: Formação de vagens; H – R8: Enchimento de vagens; I – R9: Maturação. Jaboticabal, São Paulo – 2019.

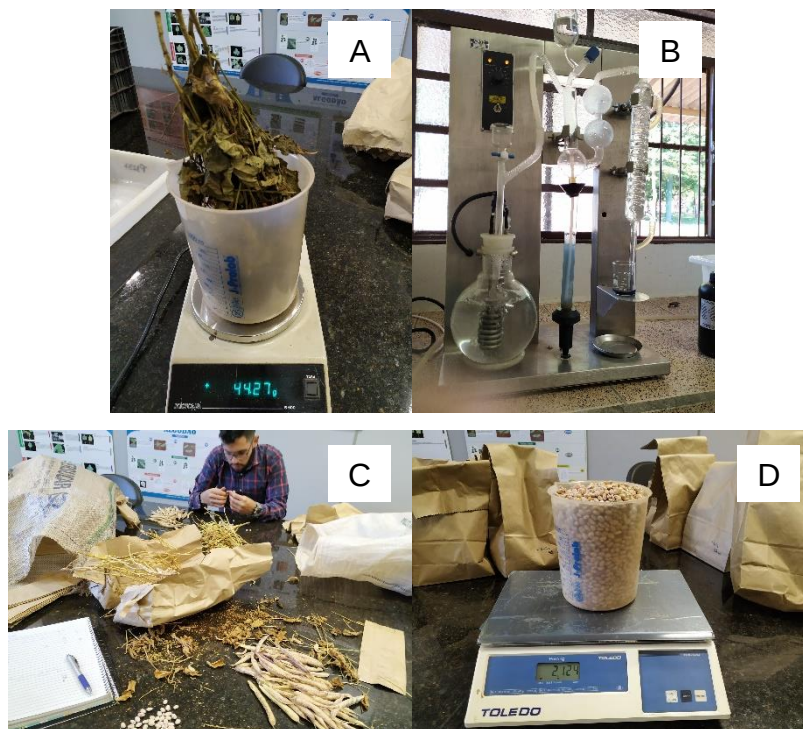


Figura 2A. Avaliações dos atributos agronômicos. A – Massa seca da parte aérea; B – Teor foliar de nitrogênio; C – Número de vagens por plantas e número de grãos por vagem; D – Produtividade de grãos.

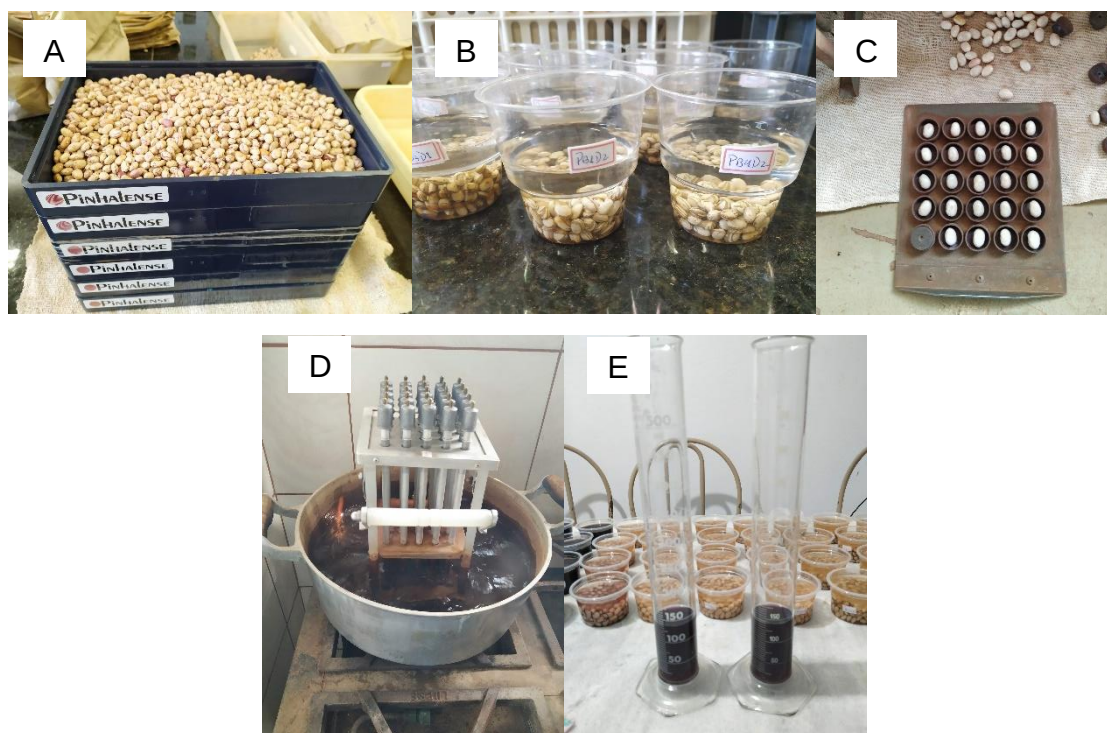


Figura 3A. Avaliações dos atributos qualitativos. A – Rendimento de peneira; B, C, D – Tempo de cozimento; E – Capacidade de hidratação dos grãos.



Figura 4A. Cultivares utilizadas no experimento. A – IAC Nuance; B – IAC 1849 Polaco; C – IAC Veloz.

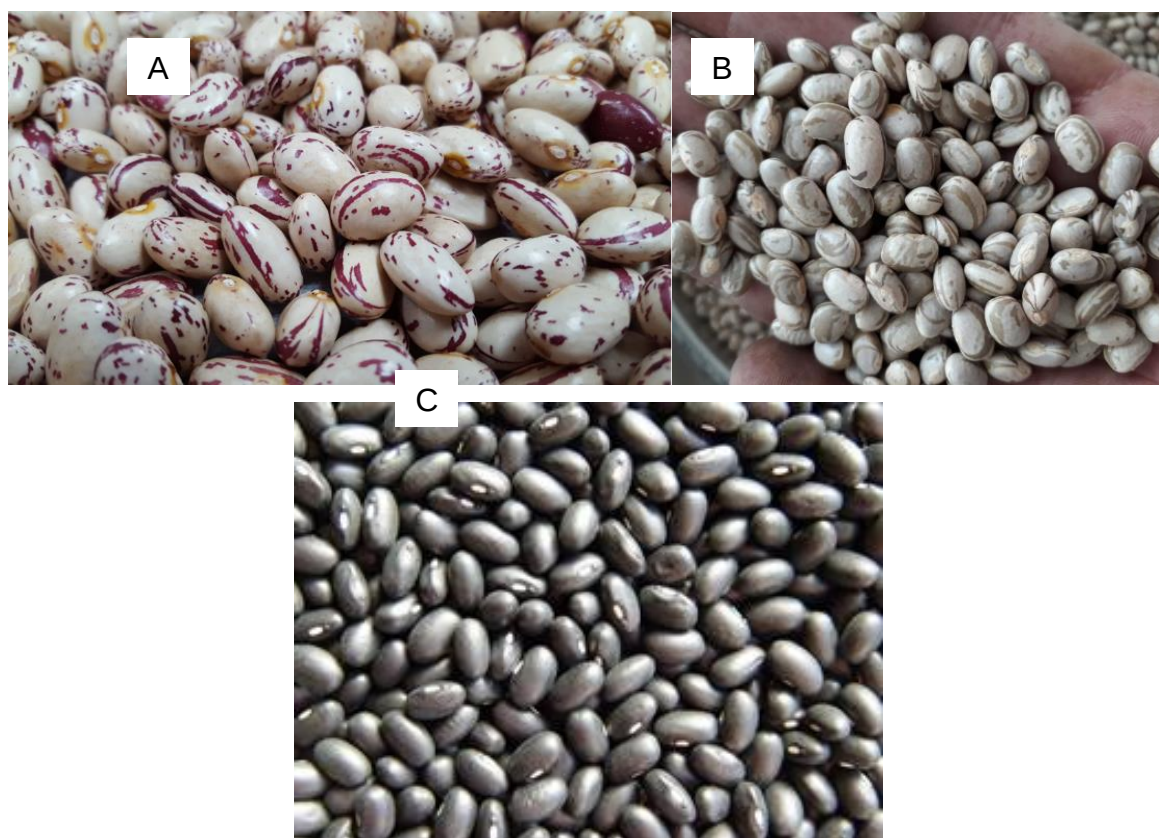


Figura 5A. Características dos grãos das cultivares. A – IAC Nuance¹; B – IAC 1849 Polaco²; C – IAC Veloz². Fonte: ¹: Secretaria de Agricultura e Abastecimento – Governo do Estado de São Paulo; ²: Portal do Produtor do Paraná; ³: Secretaria de Agricultura e Abastecimento – Governo do Estado de São Paulo.

Tabela 1A. Valores diários de temperatura máxima, mínima e média do ar e precipitação pluviométrica durante o período de condução do experimento. Jaboticabal, São Paulo – 2019. Fonte: Estação Agroclimática, Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal, SP.

Dia/Mês 2019	T máxima (°C)	T mínima (°C)	T média (°C)	Precipitação (mm)
1-mai	29,3	17,9	23,6	0
2-mai	30,2	20,1	25,15	0
3-mai	30,3	19,9	25,1	6,7
4-mai	30,9	20,8	25,85	0
5-mai	30,1	19,1	24,6	0
6-mai	31,5	19,5	25,5	0
7-mai	31,4	19,6	25,5	2,4
8-mai	29,7	18,3	24	0
9-mai	31	17,3	24,15	1,3
10-mai	29,7	18,4	24,05	0
11-mai	29,5	19,4	24,45	0
12-mai	32,2	20,5	26,35	0
13-mai	30,9	19,7	25,3	0
14-mai	28	18,7	23,35	0
15-mai	25,6	15,8	20,7	0
16-mai	26,8	15,3	21,05	0
17-mai	24,2	15,1	19,65	13,8
18-mai	26	16	21	0
19-mai	27,1	14,5	20,8	0
20-mai	27,1	13,4	20,25	0
21-mai	27,6	12,8	20,2	0
22-mai	28,7	12,8	20,75	0
23-mai	28,9	13,1	21	0
24-mai	25,9	15	20,45	0
25-mai	21,8	9,9	15,85	0
26-mai	26,6	9,8	18,2	0
27-mai	29,2	9,8	19,5	0
28-mai	30,2	13,2	21,7	0
29-mai	30,4	17,6	24	0
30-mai	31,3	18,1	24,7	0
31-mai	30,3	16,3	23,3	0
1-jun	30,3	16	23,15	0
2-jun	30,9	15,9	23,4	0
3-jun	20,9	15,2	18,05	10,3
4-jun	22,9	11,7	17,3	1,2
5-jun	22,5	8,9	15,7	0
6-jun	25,3	10,1	17,7	0

8-jun	25,8	12,3	19,05	0
9-jun	25,4	11,3	18,35	0
10-jun	26,4	12,5	19,45	0
11-jun	28	13,2	20,6	0
12-jun	28,3	13,2	20,75	0
13-jun	29,4	17,1	23,25	0
14-jun	29,8	16,6	23,2	0
15-jun	28,9	14,7	21,8	0
16-jun	28,5	16	22,25	0
17-jun	27,1	16,2	21,65	0
18-jun	27,8	12,8	20,3	0
19-jun	28,9	14	21,45	0
20-jun	28	14,6	21,3	0
21-jun	27,6	14,7	21,15	0
22-jun	26,9	13,9	20,4	0
23-jun	26,6	13,7	20,15	0
24-jun	26,9	12,3	19,6	0
25-jun	29,5	13,2	21,35	0
26-jun	30	14,5	22,25	0
27-jun	27,2	16,5	21,85	0
28-jun	30,3	16,4	23,35	0
29-jun	29	16,1	22,55	0
30-jun	29	15,2	22,1	0
1-jul	29,5	14,4	21,95	0
2-jul	28,9	13	20,95	0
3-jul	29,7	13,8	21,75	0
4-jul	28,5	16,5	22,5	5
5-jul	21,4	13,7	17,55	4,3
6-jul	17,3	6,8	12,05	0
7-jul	19,5	3,3	11,4	0
8-jul	24,3	5,9	15,1	0
9-jul	26,2	9,4	17,8	0
10-jul	26,8	9,4	18,1	0
11-jul	25,9	9,5	17,7	0
12-jul	29	11,4	20,2	0
13-jul	30	13,1	21,55	0
14-jul	30,3	15,1	22,7	0
15-jul	30,6	16,9	23,75	0
16-jul	25,4	13,4	19,4	0
17-jul	22,5	6,6	14,55	0
18-jul	25,9	8,8	17,35	0
19-jul	26,4	11,1	18,75	0

21-jul	26,9	12,2	19,55	0
22-jul	28,8	14,3	21,55	0
23-jul	28,2	14,6	21,4	0
24-jul	29,8	13,4	21,6	0
25-jul	30,2	16,2	23,2	0
26-jul	30,1	14,7	22,4	0
27-jul	29,1	14,2	21,65	0
28-jul	28,3	13,5	20,9	0
29-jul	28,6	13,1	20,85	0
30-jul	30,1	14,5	22,3	0
31-jul	29,5	12,7	21,1	0
1-ago	31,2	13,5	22,35	0
2-ago	32,8	15,2	24	0
3-ago	23,4	12,5	17,95	1,8
4-ago	13,6	11,7	12,65	8,6
5-ago	18,9	11,4	15,15	0
6-ago	24,1	12,7	18,4	0
7-ago	29,1	14,5	21,8	0
8-ago	30,3	14,6	22,45	0
9-ago	31,2	14	22,6	0
10-ago	32,9	16,9	24,9	0
11-ago	32,6	15,1	23,85	0
12-ago	33	16,4	24,7	0
13-ago	33,5	17,4	25,45	0
Total				55,4