

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

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, QUALITATIVO E  
EFICIÊNCIA NO USO DO NITROGÊNIO EM CULTIVARES  
DE FEIJOEIRO DE INVERNO**

**Hugo Dias Nunes**  
Engenheiro Agrônomo

2017

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

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, QUALITATIVO E  
EFICIÊNCIA NO USO DO NITROGÊNIO EM CULTIVARES  
DE FEIJOEIRO DE INVERNO**

**Hugo Dias Nunes**

**Orientador: Prof. Dr. Leandro Borges Lemos**

**Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Luiz Checchio Mingotte**

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

**2017**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DESEMPENHO AGRONÔMICO, QUALITATIVO E EFICIÊNCIA NO USO DO NITROGÊNIO EM CULTIVARES DE FEIJOEIRO DE INVERNO

**AUTOR: HUGO DIAS NUNES**

**ORIENTADOR: LEANDRO BORGES LEMOS**

**COORIENTADOR: FABIO LUIZ CHECCHIO MINGOTTE**

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

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

Prof. Dr. ROGERIO FARINELLI  
Fundação Educacional de Barretos / UNIFEB - Barretos, SP

Prof. Dr. CÉSAR MARTORELLI DA SILVEIRA  
CTA - Colégio Técnico Agrícola / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 01 de dezembro de 2017

N972d Nunes, Hugo Dias  
Desempenho agrônomo, qualitativo e eficiência no uso do  
nitrogênio em cultivares de feijoeiro de inverno / Hugo Dias  
Nunes. -- Jaboticabal, 2017  
xiii, 53 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017  
Orientador: Leandro Borges Lemos  
Coorientador: Fábio Luiz Checchio Mingotte  
Banca examinadora: Rogério Farinelli, César Martoreli da  
Silveira  
Bibliografia

1. Aplicação de cobertura. 2. Eficiência Agrônomo. 3.  
Genótipos. 4. *Phaseolus vulgaris*. 5. Produtividade de grãos. 6.  
Qualidade de grãos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.84:635.652

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

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**Hugo Dias Nunes** - filho de Jair Goes Nunes e Valquíria da Silva Dias Nunes, nascido no dia 10 de julho de 1992, natural de São José do Rio Preto, estado de São Paulo, Brasil. Iniciou o curso de Engenharia Agrônômica em 2010 no Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos – UNIFEB, na cidade de Barretos, Estado de São Paulo, Brasil. Durante a graduação foi bolsista através do Projeto Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) nos anos de 2012 até 2014, ano em que concluiu o Curso. No mês de agosto do ano de 2015, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), ao nível de Mestrado, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (FCAV/UNESP), sendo bolsista da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sob orientação do Prof. Dr. Leandro Borges Lemos e co-orientação do Prof. Dr. Fábio Luíz Checchio Mingotte.

### **Dedico**

Aos meus pais, Jair e Valquíria, meu irmão Arthur, que sempre me apoiaram em minhas decisões.

## **Agradecimentos**

A Deus pela vida.

À minha família, primos, tios e, de forma especial aos meus pais que foram grandes incentivadores nos meus estudos até hoje, meu irmão e minha namorada pelas palavras de apoio nos momentos difíceis.

Aos meus amigos Victor D'Amico Damião, Pedro Afonso Couto Junior, Fábio Tiraboschi Leal, Stefany Silva de Souza e Jordana de Araujo Flôres pelos momentos de aprendizado e descontração.

Ao Prof. Dr. Leandro Borges Lemos, por todas as orientações feitas e ensinamentos passados.

Ao Prof. Dr. Fábio Luiz Checchio Mingotte, pela co-orientação realizada e por todas as dúvidas esclarecidas durante o curso.

À equipe do departamento, estudantes de graduação e estagiários que sempre estiveram presentes durante a condução do experimento.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) e do Departamento de Produção Vegetal, em especial ao Rubens Libório, Osmar, "Gabi" e Mônica, bem como aos funcionários do Centro de Produtos Fitossanitários (CPF) e à Técnica de Laboratório Sidinéia pelo apoio e ensinamentos no laboratório.

À FCAV/UNESP, pela estrutura fornecida, equipamentos e oportunidade na realização do curso de mestrado.

Aos docentes do curso de Pós-graduação da FCAV/UNESP pelos ensinamentos passados.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo.

Por fim, a todos que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, obrigado!

## SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	I
RESUMO.....	II
ABSTRACT.....	III
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>41</b>
<b>6. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>52</b>

## DESEMPENHO AGRONÔMICO, QUALITATIVO E EFICIÊNCIA NO USO DO NITROGÊNIO EM CULTIVARES DE FEIJOEIRO DE INVERNO

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da adubação nitrogenada em cobertura sobre os atributos agronômicos e qualitativos e na eficiência de uso do nitrogênio em cultivares de feijoeiro do grupo comercial carioca. O experimento foi conduzido na safra de inverno de 2016, em Jaboticabal (SP), num Latossolo Vermelho eutroférico preparado convencionalmente. Utilizou-se o delineamento experimental do tipo blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por 16 cultivares de feijoeiro: ANFc 9, BRS Ametista, BRS Estilo, BRSMG Madrepérola, Pérola, IAC Alvorada, IAC Imperador, IAC Milênio, IAC Sintonia, IPR Andorinha, IPR Campos Gerais, IPR Tangará, IPR 139 (Juriti Claro), TAA Bola Cheia, TAA Dama e TAA Gol. As subparcelas foram constituídas pela ausência e presença de nitrogênio (0 e 100 kg ha<sup>-1</sup>) aplicado em cobertura no estágio fenológico V<sub>4-4</sub> de cada cultivar de feijoeiro. Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). As cultivares com maior produtividade de grãos foram IPR Campos Gerais e IPR Tangará quando aplicado nitrogênio em cobertura, sendo esta última a de maior valor para eficiência agrônômica. O rendimento de peneira maior ou igual a 12 apresentaram valores superiores a 90% quando aplicado nitrogênio em cobertura para as cultivares IAC Milênio, IPR Campos Gerais, IPR Tangará, IPR 139 (Juriti Claro) e TAA Dama. A média geral do tempo de cozimento manteve-se na média preconizada de maior preferência dos consumidores, a cultivar de menor tempo para cocção foi a IAC Imperador. O teor de proteína bruta nos grãos foi superior quando aplicado nitrogênio em cobertura. Houve diferenças significativas nas eficiências avaliadas, exceto para a fisiológica, destacando a cultivar IPR 139 (Juriti Claro) com superioridade nas eficiências agrônômica, agrofisiológica, de recuperação e utilização. A classificação de eficiência-resposta das cultivares de feijoeiro evidenciou BRS Estilo, IPR Campos Gerais e IAC Imperador como sendo eficientes e responsivas.

**Palavras-chave:** Aplicação de cobertura, eficiência agrônômica, genótipos, *Phaseolus vulgaris*, produtividade de grãos, qualidade de grãos

## AGRONOMIC AND QUALITATIVE PERFORMANCE, EFFICIENCY IN THE USE OF NITROGEN IN WINTER BEAN

**ABSTRACT** – The objective of this study was to evaluate the influence of nitrogen fertilization applied by topdressing on the agronomic and qualitative attributes, use and efficiency of nitrogen in common beans cultivars of carioca commercial group. Was conducted in the winter of 2016 in Jaboticabal (SP), the soil was classified as a eutrophic red latosol type. The soil was prepared by the conventional system. The experimental design was randomized block in a split plot arrangement, with four replications. The plots consisted of beans cultivars: ANFc 9, BRS Ametista, BRS Estilo, BRSMG Madrepérola, Pérola, IAC Alvorada, IAC Imperador, IAC Milênio, IAC Sintonia, IPR Andorinha, IPR Campos Gerais, IPR Tangará, IPR 139 (Juriti Claro), TAA Bola Cheia, TAA Dama and TAA Gol. The subplots consisted in absence and presence of nitrogen (0 e 100 kg ha<sup>-1</sup>) applied by topdressing at phenological stage V<sub>4-4</sub> of each bean cultivar. The data were submitted to analysis of variance using the software AgroEstat and the averages compared by the Scott-Knott test 5% of probability. The cultivars IPR Campos Gerais and IPR Tangará showed higher grain yields with presence of N, the last one cultivar with higher agronomic efficiency. The cultivars IAC Milênio, IPR Campos Gerais, IPR Tangará, IPR 139 (Juriti Claro) and TAA Dama showed the highest amounts above 90% of grain held in the sieve largest or equal to 12. The average of time cooking stayed at the preconized average of the consumers, IAC Imperador showed the lowest time of cooking. The content of protein in the grains was higher when applied nitrogen by topdressing. For the efficiencies significant differences were observed, except to the physiological efficiency. Highlighting the cultivar IPR 139 (Juriti Claro) with superiority in the agronomic, agrophysiological, recovery and utilization efficiencies. The efficiency-response classification of the beans cultivars showed BRS Estilo, IPR Campos Gerais and IAC Imperador as being efficient and responsive.

**Keywords:** Topdressing application, agronomic efficiency, genotypes, *Phaseolus vulgaris*, grain yield, grain quality

## 1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das leguminosas mais importantes para consumo humano, principalmente no consumo interno do país, onde junto com o arroz formam uma excelente e nutritiva refeição.

É uma importante cultura já que gera um significado social e cultural, pois além de compor a dieta dos brasileiros é de tradição familiar o seu cultivo e também emprega grande quantidade de mão de obra no campo, já que pode ser cultivado durante todo o ano em três safras, onde na safra de inverno é implantada alta tecnologia de insumos em conjunto com a irrigação.

Por ser um produto de consumo direto, o consumidor busca um grão com alta qualidade, dando preferência para um grão novo de tegumento de cor clara, baixo tempo de cocção e hidratação máxima em torno de doze horas e boa relação de hidratação, além do tamanho dos grãos satisfatório.

Atualmente busca-se a sustentabilidade no sistema de produção agrícola, desde o preparo da área onde será cultivado esta leguminosa, uso racional de insumos agrícolas, incluindo o manejo da adubação nitrogenada onde ocorre grande perda deste nutriente se não aplicado corretamente e também o uso de cultivar adaptada para a região, visando alcançar altas produtividades de grãos.

O nitrogênio é o nutriente mais requerido pela cultura do feijoeiro, e a resposta à aplicação deste nutriente é de modo geral satisfatória em diversas características agrônômicas e qualitativas, como altas produtividades e teor de proteína dos grãos. Com isso, o nitrogênio deve ser bem manejado, aplicado na dose e época de maior exigência da cultura, onde a deficiência apresentada por este nutriente gera muitas vezes perdas consideráveis na produção de grãos, além da menor taxa fotossintética devido ao amarelecimento de folhas, baixa produção de fitomassa, menor desenvolvimento de raízes e formação de vagens e enchimento de grãos reduzido.

Para o produtor de feijão o insumo de maior custo para aquisição são fertilizantes nitrogenados, com isso busca-se maiores informações sobre o manejo deste nutriente em diversos sistemas de produção agrícola, visando reduzir suas perdas no sistema solo-planta, onde podem chegar a 50%.

O feijoeiro por ser uma leguminosa realiza fixação biológica, porém não é eficiente. Dessa forma, é fundamental a adição de nitrogênio, na dose correta, época e estágio fenológico de maior exigência da planta. Uma alternativa para diminuir custo nessa aplicação, é a escolha de cultivares de feijoeiro que sejam eficientes na absorção e utilização de nitrogênio.

Uma planta eficiente na absorção e uso de nitrogênio é definida como sendo aquela que apresenta alta produtividade com a dose do nutriente aplicado ou absorvido quando é comparada com outra planta em condições ambientais parecidas, porém sem a adição do fertilizante.

O fator genético influencia em várias características dentro de cada cultivar, desde atributos agronômicos, qualitativos e até a eficiência de absorção e uso de nutriente aplicado, tornando-se importante estudos avaliando as diferentes respostas nestes atributos, bem como as eficiências, onde resultados de destaques podem gerar informações aos programas de melhoramento genético de empresas públicas ou privadas de feijoeiro e produtores desta cultura, além de informações para futuros trabalhos de pesquisas.

Encontram-se diversos estudos referentes a cultivares de feijoeiro e aplicações de nitrogênio em cobertura, porém em genótipos que não são mais comercialmente usuais. Sendo assim, é de evidente importância a realização de pesquisas em cultivares de feijoeiro atuais.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da adubação nitrogenada em cobertura sobre os atributos agronômicos, qualitativos dos grãos e na eficiência no uso do nitrogênio em cultivares de feijoeiro do grupo comercial carioca cultivados na safra de inverno.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) é uma das culturas de mais importância para a população brasileira, no sentido econômico e também social, com 329 cultivares registradas (MAPA, 2017). A mistura de feijão com arroz constitui a alimentação básica do povo brasileiro, haja visto que é uma combinação reconhecidamente rica em nutrientes (FREITAS et al., 2011; BOREM; CARNEIRO, 2006), já que os grãos de feijão são pobres em aminoácidos sulfurados, metionina e cisteína, assim o arroz complementa esta deficiência de compostos.

No entanto o grão de feijão é mais que um gênero alimentício, são ricos em vários compostos benéficos a saúde (SUÁREZ MARTÍNEZ et al., 2016), como por exemplo nitrogênio e proteína (20-30%), onde uma porção de 90g fornece de 7 a 8g de proteína, cerca de 15% da ingestão diária recomendada para um adulto de 70kg (PAREDES et al., 2009).

É uma espécie que no seu cultivo abrange o uso de altas tecnologias que são empregadas com técnicas adequadas para cada sistema de produção. Ocorre também o emprego de menor tecnologia, onde a mão-de-obra pode ser menos qualificada, e geralmente em pequenas propriedades, até mesmo familiares (FERREIRA et al., 2002), valendo ressaltar que é uma espécie que há possibilidade de ser cultivada durante todo o ano por meio de três safras, gerando empregos e abastecendo o mercado interno com o produto final.

De acordo com o oitavo levantamento de safra realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017) a área plantada de feijão do grupo comercial carioca no Brasil foi de 480; 426,9 e 491,2 mil hectares, respectivamente para a primeira, segunda e terceira safra, já a produtividade média de grãos foi de 1.787 kg ha<sup>-1</sup>; 1.462 kg ha<sup>-1</sup> e 1.305 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Neste levantamento realizado pode-se observar que os estados destaques em produtividade de grãos de feijão do grupo comercial carioca na terceira safra são Goiás, Minas Gerais e São Paulo com 2.872, 2.642 e 2.422 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, e produção total de 118, 182 e 31,5 mil toneladas de grãos, respectivamente. No Distrito Federal a produtividade média de grãos foi de 3.200 kg ha<sup>-1</sup> e a produção de 8 mil toneladas.

O feijoeiro de outono-inverno e inverno-primavera é conduzido geralmente em sistemas irrigados, com emprego de alta tecnologia, como a utilização de uma cultivar altamente produtiva, insumos de qualidade e de liberação lenta e maquinários em geral, com este conjunto tecnológico a obtenção de altas produtividades de grãos atinge muitas vezes acima de 3 mil kg ha<sup>-1</sup>, onde aliada a estas tecnologias, está o correto manejo fitossanitário da cultura (YOKOYAMA, 2002; SILVEIRA et al., 2003)

A produção mundial de feijão está distribuída em seis países, totalizando cerca de 61%, onde Myanmar é o maior produtor mundial dessa leguminosa, seguido da Índia. Em seguida surgem os países mais produtores como Brasil, China, Estados Unidos e México (CONAB, 2015).

Os programas de melhoramento genético do feijoeiro no Brasil têm dado ênfase à obtenção de cultivares pertencentes aos diversos grupos comerciais, principalmente os do tipo carioca, devido ao mercado criado em nível nacional. O melhoramento genético do feijoeiro avalia a arquitetura da planta, precocidade, eficiência na fixação de nitrogênio, resistência a pragas e doenças, tolerância à seca, potencial produtivo de grãos e baixo tempo de cozimento (TSUTSUMI et al., 2015).

Dentre os fatores que limitam a produtividade de grãos do feijoeiro estão a temperatura, radiação solar e a precipitação pluvial. Em ensaios comparativos de desempenho em diferentes locais e épocas de semeadura, as cultivares de feijoeiro que mais se destacaram em produtividade foram as mais estáveis e que se adaptaram as diferenças favoráveis e desfavoráveis do ambiente em estudo (CARBONELL et al., 2001).

Vale ressaltar sobre o início dos estudos focados no feijoeiro no Brasil, que se iniciaram nos anos 30, porém nessa época eram incipientes, principalmente no caso do melhoramento genético, que é mantido por empresas públicas e algumas privadas, localizadas no sul, sudeste e centro-oeste do país (VIEIRA et al., 2004).

Com relação ao potencial produtivo de grãos, há cultivares de feijoeiro com capacidade superior a 4.000 kg ha<sup>-1</sup> (YOKOYAMA et al., 2000; CARBONELL et al., 2003; LEMOS et al., 2004; FARINELLI, 2006). Além disso, por tratar-se de uma cultura extremamente sensível às variações do ambiente, muitas pesquisas foram realizadas objetivando avaliar a interação cultivar x ambiente (CARBONELL; POMPEU, 2000; CARBONELL et al., 2001; PEREIRA et al., 2009).

Para atingir altas produtividades de grãos, o feijoeiro necessita de adubação nitrogenada. Onde o nitrogênio é um insumo de grande custo para o produtor, tendo-se grande importância o manejo adequado deste nutriente que é o mais extraído pela planta de feijoeiro e também o mais requerido (FARINELLI; LEMOS, 2010; SANT'ANA et al., 2011; AMARAL et al., 2016).

Amaral et al. (2016), no município de Jaboticabal-SP, observaram em experimento com a cultura do feijoeiro, maior produtividade de grãos e superior eficiência agrônômica, no ano agrícola 2013/2014, quando aplicado 136 kg ha<sup>-1</sup> de N, em palhada de braquiária, utilizando a cultivar IPR Andorinha, no ano de 2013.

Farinelli et al. (2006) em trabalho realizado no ano de 2004 com a cultivar Pérola, tiveram como resultado no plantio em sistema convencional, produtividade de grãos por hectare de 2.872 kg. E na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N alcançaram produtividade de grãos por hectare acima de 3.000 kg.

Arf et al. (2004) utilizando preparo de solo com arado de aiveca, com doses de 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicadas em cobertura, na cultivar IAC Carioca Eté, a produtividade de grãos foi de 1.556 e 1.612 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, no ano de 2002.

Pereira et al. (2009) comparando 16 genótipos de feijoeiro comum do tipo carioca quanto à sua adaptabilidade e estabilidade de produção, em 45 ambientes na Região Central do Brasil, nos anos de 2003 e 2004, constataram que as cultivares BRS Estilo e Pérola reúnem boa adaptabilidade, estabilidade e produtividade de grãos nessa região do país, tendo alcançado médias de 2.225 kg ha<sup>-1</sup> e 2.156 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

No Brasil a cultura do feijoeiro vem sendo explorada em diversos sistemas de produção, obtendo-se produtividades de grãos superiores a 3.000 kg ha<sup>-1</sup>, principalmente em regiões de clima favorável nos períodos de outono-inverno e inverno-primavera com uso de irrigação, associado à utilização em maior quantidade de insumos agrícolas e em função também das cultivares de feijoeiro com elevado potencial produtivo de grãos e adaptadas ao local de cultivo (FREIRE FILHO et al., 2005; ROCHA et al., 2007; MELO; ZILLI, 2009; PEREIRA et al., 2009; FARINELLI; LEMOS, 2010; FREIRE FILHO et al., 2011).

Além da importância de uma cultivar ser de bom desempenho agrônômico, eficiente e produtiva, destaca-se a importância dos parâmetros tecnológicos para boa

aceitação do público consumidor, sendo assim, dentro de um programa de melhoramento genético, visando ao processo de aceitação da nova cultivar de feijoeiro, deve-se observar a importância da seleção de genótipos que apresentem tempo de cocção reduzido, com tegumentos que não se partam durante o cozimento e que sejam de cor clara, bem como alta expansão dos grãos após o cozimento (CARBONELL et al., 2003).

Os principais parâmetros que norteiam as características tecnológicas do feijão são o tempo para cozimento, a capacidade de hidratação, o conteúdo protéico e o balanço em aminoácidos de sua proteína, influenciados diretamente pelo fator genético e a interação genótipo x ambiente (DURIGAN et al., 1978; LEMOS et al., 1996; CARBONELL et al., 2003; LEMOS et al., 2004; RAMOS JUNIOR et al., 2005).

Ramos Junior et al. (2005) avaliando a qualidade tecnológica em 15 cultivares de feijão, verificaram que quanto ao tempo para cozimento, as cultivares comportaram-se de forma semelhante, com valores entre 33 a 45 minutos, com média de 37 minutos. Com relação ao “hardshell” ou a presença de grãos duros, observou-se que todas as cultivares revelaram quase ausência desta característica, o que é favorável. Quanto à relação de hidratação, também não houve diferenças entre as cultivares, variando de 1,99 (Pérola) a 1,85 (Carioca Precoce).

Rodrigues et al. (2005) em estudo de correlação entre a absorção de água e o tempo de cozimento em dois cultivares de feijão, TPS - Nobre e Pérola, constataram que existe um tempo máximo para que os grãos fiquem imersos na água, sendo de 13 horas, e que após este tempo, ocorre estabilidade da absorção de água nos grãos normais. Também verificaram que o tempo para cozimento diminuiu com o aumento do tempo de imersão dos grãos em água.

Farinelli (2006) avaliou as características nutricionais e tecnológicas de 24 genótipos de feijoeiro cultivados na época da “seca” e das “águas” de 2005 e da “seca” de 2006 e concluiu que todos os genótipos apresentaram desempenho nutricional e tecnológico satisfatório, destacando-se os genótipos Gen 96A10 e CNFC 9484 em relação ao teor de proteína bruta, tempo para cozimento e capacidade de hidratação dos grãos de feijão.

Sobre os atributos agrônômicos e qualitativos dos grãos, o nitrogênio tem importante participação e pode influenciar diretamente as variáveis resposta na cultura

do feijoeiro. É o elemento químico responsável pela estrutura de aminoácidos e proteínas, enzimas, coenzimas, molécula de clorofila, ácidos nucleicos e outros, sendo fundamental para todas as plantas cultivadas (PRADO, 2008).

O feijoeiro pode obter nitrogênio através de três meios, sendo fixação atmosférica através das descargas elétricas que unem N e O<sub>2</sub> onde o composto decompõe ou se une a água, podendo atingir o solo pela ação da chuva (PRADO, 2008), também pelo processo industrial, através dos fertilizantes nitrogenados (JONES, 2000), além da fixação biológica, pelo meio da simbiose de bactérias do gênero *Rhizobium*, que irá infectar as raízes das plantas formando nódulos, que formarão uma enzima que quebrará a ligação tripla no nitrogênio atmosférico (N<sub>2</sub>) provocando a redução para amônia (NH<sub>3</sub><sup>+</sup>), havendo incorporação do H<sup>+</sup>, transformando-se em amônio (HUNGRIA; VARGAS, 2000).

Apesar do feijoeiro ser uma leguminosa e podendo fixar N atmosférico, realizando a fixação biológica, há a necessidade de se aplicar N em cobertura, visando atender a demanda deste nutriente pelas plantas e buscando altas produtividades de grãos, fato já observado em alguns trabalhos (GOMES JUNIOR et al., 2005; SORATTO et al., 2005; SILVA et al., 2006), sendo este nutriente primordial para a rápida expansão foliar o que aumenta a captação de radiação solar, taxa fotossintética e conseqüentemente aumenta os componentes da produção, incrementando a produtividade final de grãos (FAGERIA; BALIGAR, 2005; SANT'ANA, et al.; 2011).

Sabendo da importância do nitrogênio para a cultura do feijoeiro, busca-se seu melhor uso, visando um maior aproveitamento pela planta, já que a baixa eficiência de recuperação está ligada aos processos de perdas como lixiviação, desnitrificação, volatilização e erosão do solo (FAGERIA, 2009). Com isso, pesquisas são realizadas visando estudar os efeitos de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura em diversas cultivares de feijoeiro, objetivando-se avaliar as diversas eficiências possíveis de estudo.

O início do ciclo do nitrogênio no sistema solo-planta dá-se quando este nutriente é aplicado no solo de alguma forma (fertilizantes, fixação biológica, adubos orgânicos, N atmosférico) após presente no solo este N orgânico sofrerá mineralização, transformação rápida de amônia para amônio (amonificação) que poderá ser absorvido pela planta e já metabolizado, pois em excesso na planta gera

toxicidade, ou também sofrer nitrificação e ser absorvido na forma de nitrato que pode ser acumulado ou também metabolizado, havendo possibilidade de sofrer também desnitrificação e ser perdido na atmosfera (FAGERIA et al., 2015).

Na planta o nitrogênio apresenta-se na forma de proteínas e ácidos nucleicos, sendo assim, a deficiência de N inibe a divisão celular provocando redução no crescimento da planta. Há também o aumento da relação C/N já que a falta de compostos proteicos em deficiência gera excesso de carboidratos e aumento de celulose e lignina, ocorrendo engrossamento dos tecidos causando alterações na maturação (ISHIZUKA, 1978).

O nitrogênio é móvel na planta e seus sintomas de deficiência aparecem nas folhas mais velhas (FAGERIA et al., 1996), causa atrofiamento da planta, amarelecimento nestas folhas velhas e se houver deficiência severa pode atingir toda a planta, morte da lâmina da folha mais baixa, e provoca redução da taxa fotossintética (COSTA et al., 1988).

São diversas as funções do N na planta, dentre elas o crescimento foliar e duração desta folha na planta, havendo maior fotossíntese por unidade foliar, possibilitando a capacidade de dreno (ENGELS; MARSCHNER, 1995). Influencia positivamente na produção de matéria seca que é correlacionada com a produtividade de grãos. O N faz com que ocorra o incremento do sistema radicular, beneficiando a absorção de água e outros nutrientes, por consequência, aumento de produtividade de grãos.

Pode-se citar outros sintomas de deficiência de N como queda prematura de folhas, diminuição de flores e dormência de gemas laterais, reduzindo a produção de grãos, baixo nível de clorofila e proteínas. Ocorre chances de excessos de N, onde os sintomas visuais são coloração verde-escura, folhagem abundante, acamamento e atraso na maturação, além do sistema radicular pouco desenvolvido e aumento da suculência dos tecidos (PRADO, 2008).

Antes do nitrogênio realizar suas funções na planta, este deve ser metabolizado passando pela redução assimilatória do nitrato, a partir da ação de enzimas redutases, uma vez que apenas a forma  $\text{NH}_3$  é possível participar da via metabólica (PRADO, 2008), é oportuno ressaltar que o metabolismo do N (redução e incorporação) é um dos processos que mais gera consumo de energia na planta.

Neste sentido, o uso racional da adubação nitrogenada aliada ao uso de genótipos (linhagens e cultivares) eficientes é fundamental, com isso aumenta-se a eficiência de recuperação do nutriente bem como aumento da produtividade de grãos, diminuindo o custo de produção e os riscos de poluição ambiental, tornando isto uma prática sustentável para o sistema de produção (FAGERIA et al., 2011).

Alguns autores como Graham (1984) define genótipo eficiente como sendo aquele que apresenta alta produtividade de grão quando comparado a outro padrão, e em situações de solo com disponibilidade limitada do nutriente. Já Cooke (1987), eficiência nutricional é o aumento gradativo de produtividade de grão por unidade de nutriente aplicado.

Ainda no sentido de uso racional da adubação nitrogenada, estão os fertilizantes nitrogenados, principalmente a ureia, que liberam o N de forma gradativa, visando um melhor aproveitamento pela cultura e, por como consequência maior produtividade de grãos por unidade de N aplicado (KNOBLAUCH; BACHA 2005), já que a ureia por suas características e reações no solo sofre altas perdas por volatilização (LARA; TRIVELIN 1990).

Havendo grande importância para o setor agrícola de fertilizantes, o uso mais eficiente de nitrogênio vem sendo estudado (SANTOS; FAGERIA, 2007; SOUZA et al., 2012), onde ainda uma das estratégias do melhor uso de N ainda pode estar relacionada com o próprio aperfeiçoamento de seu manejo, destacando a irrigação aplicada logo após o uso de N em cobertura nas culturas como opção com o maior retorno econômico (AFONSO et al., 2011).

São cinco as principais eficiências calculadas em maior parte em culturas anuais (grãos), sendo eficiência agrônômica: produção de grãos por unidade de nutriente aplicado; eficiência fisiológica: produção total biológica obtida (grão + palha) por unidade de nutriente acumulado; eficiência agrofisiológica: produção de grão obtida por unidade de nutriente acumulado; eficiência de recuperação: quantidade de nutriente acumulado por unidade de nutriente aplicado e eficiência de utilização: é a combinação da eficiência fisiológica com a de recuperação (FAGERIA, 2015).

A característica de cada solo de uma determinada região também pode influenciar em alguma eficiência da planta, como observado por Argaw et al. (2015),

onde em regiões distintas constataram desempenho diferentes em eficiência agrônômica e potencial de nodulação em feijoeiro comum.

Furtini et al. (2006) tiveram como objetivo a identificação de linhagens de feijoeiro que fossem tolerantes ao estresse de nitrogênio e que também apresentassem resposta positiva a esse nutriente. Para isso, avaliaram 100 linhagens na presença e ausência de nitrogênio em cobertura em quatro ambientes. Na média dos quatro ambientes, a produtividade de grãos obtida com nitrogênio foi 12% acima da obtida sem a aplicação de nitrogênio. Apenas 22 linhagens responderam positivamente à adubação nitrogenada e, entre elas, a eficiência na utilização de N variou de 11,3 a 18,3 kg de grãos por kg de N aplicado.

Santos e Fageria (2007) verificaram diversidade na eficiência de uso de nitrogênio entre as cultivares BRS Pontal, BRS Valente, BRS Grafite, BRS Radiante e Jalo Precoce, utilizando diferentes manejos da adubação nitrogenada, com a dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, variando de 6 (Jalo Precoce) a 20 kg (BRS Pontal) de grãos de feijão por quilograma de nitrogênio aplicado.

Fornasieri Filho et al. (2007) estudando adubação nitrogenada no sistema de plantio direto (SPD) no feijoeiro irrigado (safra de inverno) em sucessão ao milho, verificaram que a cultivar Pérola apresentou maior eficiência agrônômica no uso do N em relação a cultivar IAC Una. A eficiência agrônômica diminuiu à medida que as doses de N aumentaram, sendo que, na dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura, o incremento de kg de grãos de feijão por kg de N aplicado foi maior para as cultivares nos dois anos de experimentação.

Arf et al. (2008) em cultivo de feijoeiro irrigado em SPD verificaram no segundo ano de experimentação que houve diferença na produtividade de grãos da cultivar Pérola em razão da aplicação de doses de N em cobertura (0, 25, 50, 75, 100 e 125 kg ha<sup>-1</sup>), onde os dados ajustaram à uma função linear, com aumento de 5,6 kg de grãos para cada kg de N aplicado em cobertura e a dose de 125 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionou incremento de 796 kg ha<sup>-1</sup> em relação a não aplicação.

Lago et al. (2009) estudando a associação das frações nitrogenadas nas folhas e a eficiência no uso de nitrogênio em feijoeiro avaliando 12 linhagens na presença e ausência do nutriente verificaram que os teores de N-total no grão e na folha das linhagens foram mais elevados com aplicação de N. Farinelli e Lemos (2010)

estudando a influência da adubação nitrogenada (ureia) em cobertura (0, 40, 80, 120, 160 kg ha<sup>-1</sup> de N) no feijoeiro, cultivar Pérola, cultivado no preparo convencional e no plantio direto, observaram diferenças nos sistemas de manejo, sendo que no preparo convencional, houve incremento de 8,1 kg de feijão por kg de N aplicado, mediante a aplicação de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, já no sistema plantio direto o incremento foi de 2,8 kg de feijão por kg de N, com a aplicação de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Sant'ana et al. (2011) em trabalho realizado no sistema plantio direto sobre gramínea, com o objetivo de avaliar os efeitos de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura e a eficiência de uso do nutriente pela cultivar BRS Horizonte, verificou-se que a eficiência de uso do N pelo feijoeiro variou com as doses de N, diminuindo com o incremento da dose de N, sendo que na média a eficiência agrônômica foi de 16 kg kg<sup>-1</sup>.

Salgado et al. (2012) ao avaliarem doze genótipos (BRS-Grafite, IAC-Carioca Eté, IAC-Una, Safira, BRS-Marfim, CNFC 10406, Princesa, IAC-Centauro, IPR-Saracura, IPR-Colibri, IAC-Diplomata e BRS-Esplendor) cultivados em dois ambientes distintos, um simulando baixo nível (20 kg ha<sup>-1</sup>) e outro alto nível (120 kg ha<sup>-1</sup>) de N, observaram variabilidade genética na resposta e eficiência de uso do N, com destaque para as cultivares BRS-Grafite e Princesa.

O manejo adequado do nitrogênio tem como propósito maximizar a eficiência do seu uso pelas culturas (AMADO et al., 2000). Para tanto, tem-se buscado reduzir sua perda no solo e melhorar sua absorção pelas plantas (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

Destaca-se então, a grande importância de estudos voltados para a análise do desempenho em geral de diferentes cultivares de feijoeiro, bem como as eficiências de uso do nitrogênio por essas cultivares e a classe de eficiência-resposta ao uso de deste nutriente.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Jaboticabal (SP), sob latitude 21°14'33''S e longitude 48°17'10''O, com altitude média de 565 metros e clima local tipo Aw (tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno), segundo classificação de Köppen e solo classificado em Latossolo Vermelho eutroférico (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no arranjo de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas consistiram em dezesseis cultivares de feijoeiro do grupo comercial carioca (Tabela 1) e as subparcelas foram constituídas por ausência e presença de nitrogênio (0 e 100 kg ha<sup>-1</sup>), sendo aplicado em cobertura no estágio fenológico V<sub>4-4</sub> do feijoeiro, quando 50% das plantas apresentaram quatro trifólios totalmente expandidos (AMBROSANO et al., 1997). As subparcelas foram compostas por 5 linhas espaçadas a 0,45 m e com 5 m de comprimento. Foi considerada como área útil as 3 linhas centrais, desprezando-se 0,5 m em cada extremidade.

**Tabela 1.** Características agronômicas das cultivares de feijoeiro utilizadas no experimento. Jaboticabal (SP), 2016<sup>(7)</sup>

Cultivares	Ciclo (dias)	Hábito de crescimento	Tipo <sup>1</sup>	Porte
ANFc 9 <sup>2</sup>	94	Indeterminado	II	Semi-ereto
BRS Ametista <sup>2</sup>	85-90	Indeterminado	III	Semi-ereto
BRS Estilo <sup>2</sup>	83	Indeterminado	II	Ereto
BRSMG Madrepérola <sup>2</sup>	75-85	Indeterminado	III	Prostado
Pérola <sup>2</sup>	90	Indeterminado	III	Semi-ereto
IAC Alvorada <sup>3</sup>	92	Indeterminado	III	Semi-ereto
IAC Imperador <sup>4</sup>	70-75	Determinado	I	Semi-ereto
IAC Milênio <sup>5</sup>	90-95	Indeterminado	III	Ereto
IAC Sintonia <sup>2</sup>	90	Indeterminado	II	Semi-ereto
IPR Andorinha <sup>2</sup>	73	Determinado	I	Ereto
IPR Campos gerais <sup>2</sup>	88	Indeterminado	II	Ereto
IPR Tangará <sup>2</sup>	85-90	Indeterminado	II	Ereto
IPR 139 (Juriti Claro) <sup>6</sup>	86-95	Indeterminado	II	Ereto
TAA Bola Cheia <sup>2</sup>	90-95	Indeterminado	III	Prostado
TAA Dama <sup>2</sup>	89	Indeterminado	III	Prostado
TAA Gol <sup>2</sup>	70	Determinado	I	Prostado

<sup>1</sup> I – haste principal e ramos laterais terminam com inflorescência; II – haste principal com crescimento vertical; III – grande número de ramificações com guias longas, <sup>2</sup> MAPA (2017); <sup>3</sup> CARBONELL et al. (2008); <sup>4</sup> CHIORATO et al. (2012); <sup>5</sup> CARBONELL et al. (2014); <sup>6</sup> MODA-CIRINO et al. (2003); <sup>7</sup> LEMOS, MINGOTTE, FARINELLI (2015).

Antecedendo a semeadura do experimento, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 20 cm para fins de análise dos atributos químicos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Atributos químicos do solo, na profundidade de 0 a 20 cm, anteriormente à

pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	V
(CaCl <sub>2</sub> )	(g dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	----- (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) -----					(%)
5,6	24	41	5,8	34	13	25	78,9	68

semeadura das cultivares de feijoeiro comum. Jaboticabal (SP), 2016.

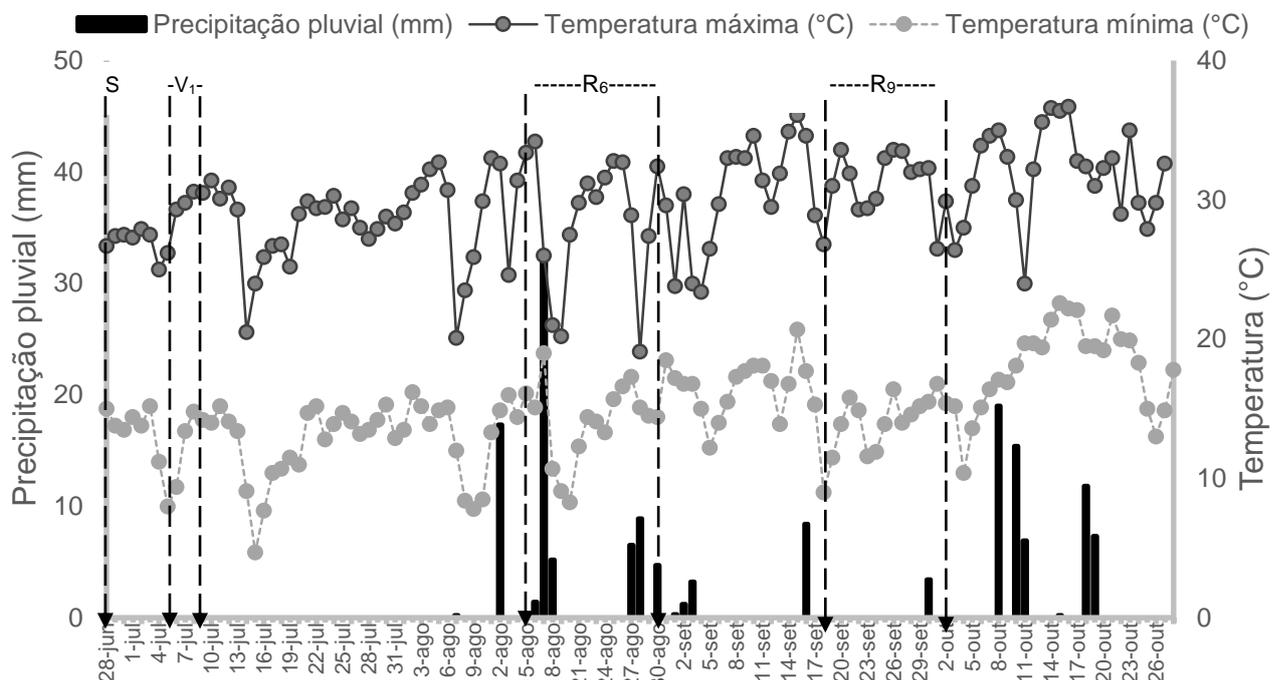
Com o auxílio de uma semeadora-adubadora foram abertos os sulcos para semeadura com espaçamento de 0,45 m entre linhas e distribuição de 145 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado N-P-K 02-20-20. A semeadura das cultivares de feijoeiro foi realizada no dia 28 de junho de 2016, de forma manual, distribuindo 17 sementes viáveis por metro. Não foram realizados tratamento e inoculação nas sementes.

As plântulas emergiram a partir de 8 a 10 dias após a semeadura, sendo que durante o ciclo da cultura do feijoeiro ocorreu precipitação pluvial total de 89,6 mm. A

necessidade hídrica foi suprida na forma de irrigação por aspersão convencional com turno de rega variável, utilizando-se 10 a 50 mm de lâmina de água por turno, dependendo da fase de desenvolvimento do feijoeiro (PAVANI et al., 2008).

De acordo com hábito de crescimento de cada cultivar, manteve-se população final entre 230 a 250 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Os dados climáticos foram registrados durante todo o período de desenvolvimento das cultivares de feijoeiro (Figura 1).



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica acumulada (mm), temperatura média máxima e mínima (°C), a cada três dias, no final de junho a outubro de 2016, referente ao ciclo do feijoeiro: S = semeadura – 28/06/2016; V<sub>1</sub> = emergência das plântulas – 06/07/2016 a 08/07/2016; R<sub>6</sub> = florescimento pleno – 15/08/2016 a 30/08/2016; R<sub>9</sub> = maturação das vagens – 18/09/2016 a 02/10/2016. Os estádios fenológicos foram apresentados na figura em diferentes dias devido as diferenças apresentadas pelas cultivares. Fonte: Estação Agroclimatológica Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal, SP.

O controle de plantas daninhas foi realizado através de aplicações dos herbicidas bentazona + imazamoxi (628 g i.a. ha<sup>-1</sup>), tepraloxidim (80 g i.a. ha<sup>-1</sup>), e bentazona (600 g i.a. ha<sup>-1</sup>), nos estádios fenológicos V<sub>3</sub> e V<sub>4-4</sub> do feijoeiro. O controle fitossanitário foi realizado com aplicações dos inseticidas tiametoxan (250 g i.a. ha<sup>-1</sup>)

e clorfenapir (240 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e dos fungicidas fluxapiroxade + piraclostrobina (500 g i.a. ha<sup>-1</sup>), piraclostrobina (250 g i.a. ha<sup>-1</sup>), oxicloreto de cobre (588 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e piraclostrobina + metconazol (210 g i.a. ha<sup>-1</sup>), nos estádios fenológicos V<sub>4-4</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> e R<sub>7</sub>, respectivamente.

Na cultura do feijoeiro foram realizadas as seguintes determinações relacionadas ao desempenho agrônomo e produtivo:

**Somatório de graus dia para o florescimento, para a maturação e para o ciclo das culturas ( $\Sigma$ GDD):** no decorrer do período compreendido entre a emergência e 50% das plantas em florescimento e maturação, de acordo com a expressão  $GD = \sum_{di=di}^{df} (Ti - Tb)$ , onde GD = graus-dia, di = início do estágio em estudo (dias), df = final do estágio em estudo (dias), Ti = temperatura média diária (°C), Tb = temperatura base de 10°C (WUTKE et al., 2000)

**Índice SPAD:** obtido com auxílio de clorofilômetro CCM-200 utilizando-se 10 trifólios localizados no terço médio de cada planta por subparcela no estágio R<sub>6</sub>, de cada cultivar de feijoeiro, realizando-se 2 leituras no trifólio central. As leituras foram realizadas durante o horário 8h-10h.

**Teor total de N foliar (g kg<sup>-1</sup>):** para sua determinação foram coletados 30 trifólios no início do florescimento (AMBROSANO et al., 1997). O material coletado foi lavado, colocado em estufa a aproximadamente 65°C, até atingir o peso constante e, posteriormente moído em moinho tipo Wiley, sendo realizada a determinação do nitrogênio pelo método da digestão sulfúrica (Kjeldahl), segundo recomendações de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997);

**Componentes da produção:** foram determinados a partir da coleta de dez plantas consecutivas na linha central da área útil de cada subparcela por ocasião da maturidade fisiológica (R<sub>9</sub>); avaliando-se o **número de vagens por planta** – relação entre número total de vagens e o número total de plantas coletadas (10 plantas); **número de grãos por vagem** – relação entre número total de grãos e o número total de vagens (10 plantas) e **massa de 100 grãos (g)** – determinada pela coleta e contagem de 4 amostras de 100 grãos por subparcela experimental, seguida por pesagens com transformação dos resultados a 0,13 kg kg<sup>-1</sup> (b.u.) de acordo com Brasil (2009);

**Produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>):** foi obtida pelo arranquio manual das plantas em três linhas de cada subparcela e posterior trilha mecânica, de acordo com a maturação de cada cultivar, corrigindo-se a umidade para 0,13 kg kg<sup>-1</sup> (b.u.) de acordo com Brasil (2009);

Após a colheita, amostras de grãos de cada subparcela foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas por 30 dias em câmara seca a temperatura de 25°C e umidade relativa de 40%. Após esse período foram realizadas as avaliações referentes às características tecnológicas dos grãos das cultivares de feijão submetidos à ausência e presença da adubação nitrogenada:

**Rendimento de peneira:** após a colheita, amostras de grãos de feijão foram submetidas ao conjunto de peneiras de crivos oblongos 11/64" x 3/4 (4,37 x 19,05 mm), 12/64" x 3/4 (4,76 x 19,05 mm), 13/64" x 3/4 (5,16 x 19,05 mm), 14/64" x 3/4 (5,56 x 19,05 mm) e 15/64" x 3/4 (5,96 x 19,05 mm) em agitação por um minuto (MINGOTTE, 2011); O percentual de grãos foi calculado através da relação entre o peso dos grãos retidos em cada peneira e o peso da amostra total de cada repetição. Após a determinação da renda de benefício as amostras de grãos de feijão da peneira de furos oblongos 13/64" x 3/4 (5,16 x 19,05 mm) foram utilizadas para a determinação dos demais componentes tecnológicos;

**Teor de proteína bruta nos grãos (g kg<sup>-1</sup>):** determinado por meio do cálculo:  $PB = N \text{ total} \times 6,25$  onde, PB = teor de proteína bruta nos grãos (g kg<sup>-1</sup>) e N total = teor de N nos grãos, obtido de acordo com metodologia de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

**Tempo para cozimento (minutos):** foi realizado com o auxílio do cozedor de Mattson, descrito por Durigan (1979), que consta basicamente de 25 estiletes verticais terminados em ponta de 1/16". A ponta fica apoiada no grão de feijão durante o cozimento e quando o grão encontra-se cozido a ponta penetra-o deslocando o estilete. O tempo final para cozimento da amostra foi obtido quando 50% + 1, ou seja, com 14 estiletes deslocados. Para essa determinação os grãos foram hidratados em água destilada durante um período de 12 horas. Durante a condução do teste a temperatura da água foi mantida a 96°C. Em função do tempo para cozimento foi verificado o nível de resistência dos grãos ao cozimento, adotando-se a escala de Proctor e Watts (1987) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores de referência para o tempo de cozimento do feijão<sup>1</sup>.

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
36 >	muito resistente

**Capacidade de hidratação:** foi determinada por meio da metodologia descrita por Durigan (1979), que consiste na utilização de uma proveta graduada com capacidade de 500 mL e precisão de 5 mL, 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 hora em hora num intervalo de 16 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. Não foram detectados grãos com casca dura. A relação de hidratação foi determinada pela razão entre a massa final e a massa inicial dos grãos. Foi aplicado o estudo de regressão polinomial entre o tempo (horas) e a capacidade de hidratação (mL), visando determinar o tempo necessário à máxima hidratação dos grãos de feijão. Durante a condução do teste a temperatura da água foi de 25°C.

As avaliações referentes às eficiências de uso do nitrogênio pelas cultivares de feijoeiro foram as seguintes (FAGERIA et al., 2015).

**Eficiência agrônômica ( $\text{kg kg}^{-1}$ ):** utilizou-se a fórmula  $EA = (PG_{cf} - PG_{sf}) / (QNa)$ , expressa em  $\text{kg kg}^{-1}$ , em que  $PG_{cf}$  = produção de grãos com fertilizante;  $PG_{sf}$  = produção de grãos sem fertilizante; e  $QNa$  = quantidade de N aplicado em kg.

**Eficiência fisiológica:** utilizando-se a fórmula  $EF = (PTB_{cf} - PTB_{sf}) / (AN_{cf} - AN_{sf})$ , expressa em  $\text{kg kg}^{-1}$ , em que  $PMS_{cf}$  = produção de matéria seca aérea+grãos com fertilizante;  $PMS_{sf}$  = produção matéria seca aérea+grãos sem fertilizante;  $AN_{cf}$  = acúmulo do nutriente com fertilizante e  $AN_{sf}$  = acúmulo do nutriente sem fertilizante.

**Eficiência agrofisiológica:** pela fórmula  $EAF = (PG_{cf} - PG_{sf}) / (AN_{cf} - AN_{sf})$ , expressa em  $\text{kg kg}^{-1}$ , em que  $PG_{cf}$  = produção de grãos com fertilizante;  $PG_{sf}$  =

produção de grãos sem fertilizante; ANcf = acúmulo do nutriente com fertilizante e ANsf = acúmulo do nutriente sem fertilizante.

**Eficiência de recuperação:** pela equação  $ER = (ANcf - ANsf / QNa) \times 100$ , expressa em %, em que ANcf = acúmulo do nutriente com fertilizante e ANsf = acúmulo do nutriente sem fertilizante; QNa = quantidade de N aplicado.

**Eficiência de utilização:** pela equação  $EU = EF \times ER$ , índice em que considera as eficiências fisiológicas e de recuperação.

**Classe de eficiência e resposta ao N:** Através da metodologia proposta por Fageria e Kluthcouski (1980), que sugere a classificação de cultivares quanto à eficiência no uso e resposta à aplicação de N. Desta forma, a utilização do nutriente será definida pela média de produtividade de grãos em baixo nível de N. A resposta à utilização do nutriente será obtida pela diferença entre a produtividade de grãos, nos dois níveis (baixo e alto N), dividida pela diferença entre as doses:  $\alpha = (PNN - PBN) / DEN$ , onde  $\alpha$  = índice de resposta ao nutriente; PNN = produção com nível ideal de nutriente; PBN = produção com baixo nível do nutriente; e DEN = diferença entre as doses ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Será utilizada uma representação gráfica, no plano cartesiano, para classificar as cultivares (FAGERIA; KLUTHCOUSKI, 1980). No eixo das abscissas (x), encontra-se a eficiência na utilização do nitrogênio, e, no eixo das ordenadas (y), a resposta à sua utilização. O ponto de origem dos eixos representará a eficiência média e a resposta média das cultivares. No primeiro quadrante, serão representadas as cultivares eficientes e responsivas, no segundo as não eficientes e responsivas, no terceiro as não eficientes e não responsivas e, no quarto, as eficientes e não responsivas.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Para as eficiências de uso do N e somatório de graus dia para o florescimento, maturação e ciclo das cultivares utilizou-se apenas as cultivares para a realização da análise estatística. Também realizou-se estudo de correlação simples entre os atributos produtivos e qualitativos.

Utilizou-se o software estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JR., 2015).

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Possuindo conhecimento do efeito do clima em relação a cultura do feijoeiro, como o somatório de graus dias para um determinado estágio fenológico da cultura, facilita o planejamento agrícola, inclusive uma maior chance de altas produtividades (Tabela 4). O feijoeiro é uma planta com ampla adaptação edafoclimática, permitindo seu cultivo o ano todo, apresentando diferente capacidade de captação de radiação solar durante o dia devido as divergências entre as cultivares (TEIXEIRA et al., 2015).

Os valores de somatório de graus dias apresentaram diferenças significativas entre as cultivares.

**Tabela 4.** Somatório de graus dia para o florescimento, maturação e ciclo total das cultivares de feijoeiro, em função da presença e ausência da adubação nitrogenada em cobertura. Jaboticabal (SP), 2016.<sup>(a)(1)</sup>

Cultivares	Somatório de graus dia		
	Florescimento	Maturação	Total
ANFc 9	250,5 b	343,6 a	594,1 a
BRS Ametista	274,2 a	320,1 b	594,3 a
BRS Estilo	274,2 a	322,4 b	596,5 a
BRSMG Madrepérola	236,3 b	356,1 a	592,4 a
Pérola	284,3 a	310,3 b	594,6 a
IAC Alvorada	236,3 b	356,1 a	592,4 a
IAC Imperador	200,7 c	356,1 a	556,8 a
IAC Milênio	236,3 b	356,1 a	592,4 a
IAC Sintonia	236,3 b	356,1 a	592,4 a
IPR Andorinha	200,7 c	259,8 c	460,5 b
IPR Campos Gerais	250,5 b	343,6 a	594,1 a
IPR Tangará	250,5 b	343,6 a	594,1 a
IPR 139 (Juriti Claro)	250,5 b	343,6 a	594,1 a
TAA Bola Cheia	250,5 b	343,6 a	594,1 a
TAA Dama	276,7 a	320,1 b	596,8 a
TAA Gol	200,7 c	259,8 c	460,5 b
CV (%)	5,15	3,41	3,25
Teste F			
Cultivares	17,82**	30,95**	23,88**
Média Geral	244,3	330,7	575,0

<sup>(a)</sup>O teste de Scott-Knott foi realizado avaliando apenas as cultivares sem diferenciar o uso de nitrogênio em cobertura. <sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. \*\* Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. \* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

As cultivares de crescimento determinado (tipo I), apresentaram no florescimento os menores valores para somatório de graus dia, sendo as cultivares IAC Imperador, IPR Andorinha e TAA Gol, com o mesmo valor (200,7) de graus dia para o florescimento e 556,8; 460,5 e 460,5; respectivamente para graus dia total para o cultivo de inverno.

Fato este pode ser explicado devido serem cultivares de crescimento determinado, onde ocorre uma diferença na extinção da luz em seus dosséis, devido a diferente posição das folhas e sua arquitetura, bem como o ciclo ser menor, exigindo uma menor acumulação de graus dias, havendo também uma interferência na radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelas folhas da planta. Ocasionalmente a não conversão em energia radiante em química pela fotossíntese, causando efeitos diretos na produção de biomassa e produção das culturas (FAGUNDES et al., 2001).

As demais cultivares de hábito de crescimento indeterminado (tipo II ou III), mais prostadas, apresentaram maiores valores de graus dias total, devido possuírem menor taxa fotossintética quando comparadas com as do tipo I de porte mais ereto, sendo esta a variável que mais afeta o uso de radiação solar (SINCLAIR; MUCHOW, 1999), corroborando com o resultado que foi observado por Teixeira et al. (2015), onde a cultivar Pérola, hábito de crescimento indeterminado apresentou o maior acúmulo de valor médio de graus dia quando comparado com a cultivar BRS Radiante de crescimento determinado.

A precocidade das cultivares de feijoeiro comum é um atributo cada vez mais procurado pelos produtores dessa cultura, devido a economia de água e energia, melhor adequação da época de semeadura e colheita dentro do ano agrícola, além do capital investido ter um retorno mais rapidamente (ARF, et al., 2015).

Os somatórios de graus dia avaliados não obteve diferença em relação as doses de nitrogênio devido a não observação visual de diferença em dias durante o período de estudo.

A adubação nitrogenada em cobertura incrementou o índice SPAD e o teor de nitrogênio foliar, com diferenças entre as cultivares de feijoeiro (Tabela 5). O índice SPAD variou de 17,7 a 29,4; valores correspondentes a BRS Estilo e IPR Tangará, respectivamente.

**Tabela 5.** Valor do Índice SPAD e Teor de nitrogênio foliar, das cultivares de feijoeiro conduzidas em função da presença e ausência da adubação nitrogenada em cobertura. Jaboticabal (SP), 2016.<sup>(1)</sup>

Cultivares	Índice SPAD	Teor de nitrogênio foliar (g kg <sup>-1</sup> )
ANFc 9	29,2 a	32,7 b
BRS Ametista	24,0 b	38,4 a
BRS Estilo	17,7 c	35,3 a
BRSMG Madrepérola	23,1 b	37,4 a
Pérola	27,0 a	33,6 b
IAC Alvorada	22,3 b	30,2 b
IAC Imperador	21,8 b	35,0 a
IAC Milênio	28,2 a	37,1 a
IAC Sintonia	26,5 a	32,2 b
IPR Andorinha	25,0 a	31,8 b
IPR Campos Gerais	23,6 b	33,6 b
IPR Tangará	29,4 a	33,7 b
IPR 139 (Juriti Claro)	28,1 a	30,8 b
TAA Bola Cheia	27,0 a	33,8 b
TAA Dama	25,3 a	36,4 a
TAA Gol	23,1 b	34,5 b
CV (%)	13,64	9,69
N em cobertura (kg ha <sup>-1</sup> )		
0	22,8 b	32,7 b
100	27,3 a	35,6 a
CV (%)	7,65	9,74
Teste F		
Cultivar (C)	6,67**	4,08**
N em cobertura (N)	181,77**	25,59**
C x N	1,54 <sup>ns</sup>	2,65**
Média Geral	25,03	34,14

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. \*\* Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. \* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fageria et al. (2015), salientaram que o diagnóstico de N em qualquer planta, é de grande importância, facilitando o manejo adequado para a cultura. Onde a maioria dos métodos para avaliação deste nutriente são por meios

destrutivos e que levam tempo. Como uma alternativa rápida surge o uso de clorofilômetro (aparelho que gera uma grandeza relacionada a teores de clorofila na folha), que tem sido muito utilizado em diversos trabalhos de pesquisa, inclusive com o feijoeiro (BARBOSA FILHO et al., 2009; FURLANI et al., 1996; SILVEIRA et al., 2003; STONE et al., 2002).

Prática adotada de grande importância já que não gera danos à cultura em estudo (ARGENTA et al., 2001), e que tem gerado melhores resultados quando comparado com métodos tradicionais, baseadas em épocas prefixadas para a aplicação de nitrogênio em cobertura.

Uma das vantagens desse método é que não é influenciado pelo “consumo de luxo” de N, pois sua sensibilidade é baixa para aferir, já que quando o N é absorvido em excesso, este acumula-se como nitrato, e nesta forma o N não se associa à molécula de clorofila (DWYER et al., 1995).

Blackmer e Schepers (1995) já salientaram que por este aparelho apresentar baixa sensibilidade a este tipo de consumo de N, a importância do uso deste aparelho é considerada como melhor indicadora do nível desse nutriente do que as medições convencionais de teor.

O índice SPAD varia conforme a cultivar em estudo, em geral ocorre o aumento desta variável de acordo com doses crescentes de N (SILVEIRA et al., 2003), conforme o observado no presente trabalho, corroborando com o que foi observado também por Silveira et al. (2005), onde as cultivares Jalo Precoce e Pérola tiveram comportamento distintos em relação ao índice SPAD em aplicação de doses crescentes de N e por Carvalho et al. (2003) com a cultivar IAC Carioca apresentando aumento nos teores de clorofila em resposta a cinco doses de N.

Carvalho et al. (2012) em comunicado técnico sugerem técnica para a utilização do clorofilômetro na cultura do feijoeiro, onde se evidencia o uso crescente desta técnica visando rapidez na avaliação e ponto positivo por não ser uma avaliação destrutiva.

Maia (2011), concluiu em trabalho realizado com clorofilômetro que o índice relativo de clorofila é crescente conforme o tempo e no ato do florescimento das cultivares este índice é estabilizado o que torna esta técnica

ineficiente a partir desta fase em relação ao uso como indicador da necessidade de adubação de N.

O teor de N foliar encontrado situou-se dentro da faixa adequada proposta por Ambrosano et al. (1997) onde os maiores valores foram encontrados quando houve a aplicação de nitrogênio em cobertura, na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 6).

**Tabela 6.** Desdobramento dos graus de liberdade para a variável teor de nitrogênio foliar em cultivares de feijoeiro em função da presença e ausência da adubação nitrogenada em cobertura. Jaboticabal (SP), 2016<sup>(1)</sup>.

Cultivares	Teor de nitrogênio foliar (g kg <sup>-1</sup> )	
	0	100
ANFc 9	30,63bA	34,83bA
BRS Ametista	37,62aA	39,20aA
BRS Estilo	33,6aA	36,93aA
BRSMG Madrepérola	34,83aB	39,90aA
Pérola	33,25aA	33,95bA
IAC Alvorada	26,95bB	33,42bA
IAC Imperador	30,98bB	39,03aA
IAC Milênio	32,38bB	41,83aA
IAC Sintonia	34,30aA	30,10bA
IPR Andorinha	30,63bA	32,90bA
IPR Campos Gerais	33,25aA	33,95bA
IPR Tangará	34,65aA	32,73bA
IPR 139 (Juriti Claro)	30,98bA	30,63bA
TAA Bola Cheia	32,20bA	35,35bA
TAA Dama	36,05aA	36,75aA
TAA Gol	30,28bB	38,68aA
Teste F	2,46**	4,26**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras distintas minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

A análise do teor foliar de N é uma avaliação destrutiva, porém ainda muito utilizada em diversos trabalhos (Fiorentin et al., 2012; Carmeis Filho et

al., 2014), que gera diversos resultados importantes para pesquisas futuras e balizamentos para adubações de cobertura em diversas culturas.

Fageria et al. (2015) destacaram a importância do conhecimento do teor e da acumulação de N, para o melhor manejo e uso eficiente do nutriente, e simultaneamente para o aumento da produtividade. Salientaram também que o teor de N pode variar conforme a idade da planta e seu estágio fenológico, além de estar diretamente associado com a quantidade de matéria seca produzida da parte aérea, conhecido como “efeito de diluição” (FAGERIA; BALIGAR, 2005; FAGERIA; STONE, 2006).

Mingotte (2011), em estudo com a cultivar de feijoeiro IPR Juriti, em sucessão a braquiária exclusiva e ao milho consorciado com braquiária, obteve maiores valores médios de teor de N foliar, sendo também influenciado pela aplicação de N em cobertura, sendo o teor  $35,5 \text{ g kg}^{-1}$  para a dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.

Este parâmetro avaliado sofre ação direta do efeito de diluição, já que as diferentes cultivares apresentam área foliar distintas.

Ocorreram diferenças entre as cultivares de feijoeiro para o número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos. Com relação a adubação nitrogenada observou diferenças para as variáveis resposta número de vagens por planta e massa de 100 grãos (Tabela 7).

**Tabela 7.** Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de cem grão e produtividade de grãos das as cultivares de feijoeiro conduzidas em função da presença e ausência da adubação nitrogenada em cobertura. Jaboticabal (SP), 2016.<sup>(1)</sup>

Cultivares	Vagens por planta (n°)	Grãos por vagem (n°)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
ANFc 9	6,5 b	3,6 c	28,5 a	1.981 b
BRS Ametista	6,9 b	4,1 b	24,8 a	2.074 b
BRS Estilo	7,0 b	4,1 b	25,4 a	1.995 b
BRSMG Madrepérola	8,1 a	4,8 a	25,9 a	1.873 c
Pérola	6,9 b	3,6 c	23,6 b	1.948 b
IAC Alvorada	8,0 a	3,8 c	25,8 a	1.848 c
IAC Imperador	7,9 a	3,6 c	21,9 b	1.983 b
IAC Milênio	6,5 b	3,9 b	24,7 a	1.661 c
IAC Sintonia	9,5 a	3,4 c	24,7 a	2.191 a
IPR Andorinha	8,7 a	3,1 c	15,4 c	1.183 d
IPR Campos Gerais	8,2 a	4,0 b	23,3 b	2.231 a
IPR Tangará	6,8 b	4,6 a	21,6 b	2.039 b
IPR 139 (Juriti Claro)	7,7 a	3,3 c	22,4 b	1.818 c
TAA Bola Cheia	6,0 b	4,4 a	25,3 a	2.010 b
TAA Dama	5,7 b	4,0 b	23,8 b	2.031 b
TAA Gol	6,2 b	3,3 c	16,2 c	1.119 d
CV (%)	22,7	14,6	14,1	10,08
N em cobertura (kg ha <sup>-1</sup> )				
0	7,0	4,0 a	22,6 b	1.676 b
100	7,6	3,7 b	24,0 a	2.072 a
CV (%)	24,9	14,7	14,1	7,2
Teste F				
Cultivar (C)	3,21**	5,95**	8,56**	22,09**
N em cobertura (N)	3,61 <sup>ns</sup>	11,90**	5,91*	278,35**
C x N	1,30 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	11,55**
Média Geral	7,28	3,84	23,32	1.874

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. \*\* Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. \* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

As variáveis resposta número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade de grãos apresentaram valores de coeficiente de variação (CV) adequados conforme citado por Oliveira et al. (2009), onde valores consideráveis para estes componentes citados são de no máximo 26,30%; 18,35% e 24,86%, respectivamente.

A variável resposta número de vagens por planta variou de 5,7 a 9,5 vagens por planta, valores correspondentes a TAA Dama e IAC Sintonia, respectivamente. Característica dependente da genética da cultivar, além de ser influenciada por fatores ambientais, como fertilidade do solo, calagem e população de plantas (FAGERIA; SANTOS, 2008).

As características morfológicas na cultura do feijoeiro como altura, massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e das raízes e área foliar, estão associadas a produtividade da cultura. Enquanto o número de vagens por planta, massa de 100 grãos e número de grãos por vagem são características dos componentes da produtividade (FAGERIA et al., 2006).

O número de vagens por planta é um componente que está principalmente relacionado a determinar a produtividade do feijoeiro (FAGERIA; SANTOS, 2008; WALLACE et al., 1972), e também de outras culturas anuais.

O número de grãos por vagens, é uma característica influenciada pelos fatores ambientais (BEZERRA et al., 2007), como a temperatura, salientando-se que ocorreram valores altos deste fator durante a condução do experimento, principalmente no estágio fenológico R<sub>6</sub>-R<sub>7</sub>, conforme observado na Figura 1.

Verificou-se diferença entre as cultivares de feijoeiro e doses de nitrogênio.

Em trabalho realizado por Fageria e Santos (2008), na cultivar de feijoeiro Pérola observaram valor de 3,7 grãos por vagem, valor próximo ao encontrado neste estudo, onde para a mesma cultivar de feijoeiro foi de 3,6 grãos por vagem.

Souza (2016) avaliou o desempenho agrônômico e qualitativo da cultivar de feijoeiro IAC Alvorada, e constatou 4,6 grãos por vagem quando aplicou-se

100 kg ha<sup>-1</sup>, em sistema de plantio direto, valor superior ao encontrado neste presente trabalho, onde foi de 3,8 grãos por vagem.

A variável massa de 100 grãos, destacam-se com maiores valores médios as cultivares ANFc 9, BRS Ametista, BRS Estilo, BRSMG Madrepérola, IAC Alvorada, IAC Milênio, IAC Sintonia e TAA Bola Cheia, diferindo significativamente das demais. Ressalta-se que os valores variaram de 15,4 a 28,5 g, obtidas pela IPR Andorinha e ANFc 9, respectivamente, onde os grãos desta última podem ser classificados como grãos de tamanho médio (massa de 100 grãos entre 20 a 40 g), inclusive as demais cultivares de feijoeiro que se apresentaram nesta faixa (EMBRAPA, 2005).

O tamanho dos grãos varia conforme a cultivar de feijoeiro, e tem relação com a massa de 100 grãos, tendo grande influência ambiental e de importância para o consumidor final (CARBONELL et al., 2010; PERINA et al., 2010). Segundo Pereira et al. (2012) o consumidor tem maior preferência para grãos de massa acima de 25 g/100 grãos. No presente trabalho cinco cultivares estiveram acima deste valor (ANFc 9, BRS Estilo, BRSMG Madrepérola, IAC Alvorada e TAA Bola Cheia).

Na maioria das cultivares de feijoeiro a produtividade de grãos foi estatisticamente superior quando analisado na dose 100 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 8).

**Tabela 8.** Desdobramento para a variável produtividade de grãos em cultivares de feijoeiro conduzidas em função da presença e ausência da adubação nitrogenada em cobertura. Jaboticabal (SP), 2016<sup>(1)</sup>.

Cultivares	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	
	N em cobertura (kg ha <sup>-1</sup> )	
	0	100
ANFc 9	1.925aA	2.036cA
BRS Ametista	1.900aB	2.246bA
BRS Estilo	1.746bB	2.234bA
BRSMG Madrepérola	1.828bA	1.917cA
Pérola	1.824bB	2.071cA
IAC Alvorada	1.393cB	2.303bA
IAC Imperador	1.700bB	2.267bA
IAC Milênio	1.396cB	1.924cA
IAC Sintonia	2.024aB	2.357bA
IPR Andorinha	1.095dA	1.270dA
IPR Campos Gerais	1.992aB	2.469aA
IPR Tangará	1.490cB	2.588aA
IPR 139 (Juriti Claro)	1.427cB	2.208bA
TAA Bola Cheia	2.000aA	2.019cA
TAA Dama	1.975aA	2.086cA
TAA Gol	1.093dA	1.144dA
Teste F	14,99**	22,12**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras distintas minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

A produtividade de grãos quando aplicado nitrogênio em cobertura, variou de 1.144 kg ha<sup>-1</sup> a 2.588 kg ha<sup>-1</sup> para as cultivares TAA Gol e IPR Tangará, respectivamente, na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup>, destacou-se também a cultivar IPR Campos Gerais com a produtividade de 2.469 kg ha<sup>-1</sup>.

Valor próximo a esta dose de nitrogênio utilizada (100 kg ha<sup>-1</sup>) foi aplicada por Amaral et al. (2016) onde concluíram que a dose de 136 kg ha<sup>-1</sup> de N foi a que proporcionou aumento na produtividade de grão do feijoeiro. Tornando claro que a adubação nitrogenada gera altos rendimentos para a

cultura, em valores superiores a 3.000 kg ha<sup>-1</sup> (PELEGRIN et al., 2009; MINGOTTE et al., 2013).

Para o rendimento de peneira, a maioria dos resultados apresentados apresentaram interação entre os fatores cultivares de feijoeiro e doses de nitrogênio, exceto a peneira de número 14 (Tabela 9).

**Tabela 9.** Percentual de grãos retidos nas peneiras de beneficiamento (P), para as cultivares de feijoeiro conduzidas em função da presença e ausência da adubação nitrogenada em cobertura. Jaboticabal (SP), 2016.<sup>(1)</sup>

Cultivares	Peneiras (% de grãos retidos)					
	11	12	13	14	15	≥12
ANFc 9	5,9 b	15,78	32,9	27,2 a	10,8 a	86,8 a
BRS Ametista	12,9 b	29,4	31,7	17,4 b	1,7 c	80,2 a
BRS Estilo	10,7 b	29,4	27,8	24,1 a	3,4 c	84,6 a
BRSMG Madrepérola	10,8 b	30,0	35,2	13,9 b	3,2 c	82,4 a
Pérola	9,6 b	27,1	25,9	25,7 a	4,3 c	83,0 a
IAC Alvorada	10,4 b	20,2	25,1	24,4 a	13,4 a	83,1 a
IAC Imperador	7,6 b	22,1	32,4	27,2 a	4,2 c	85,9 a
IAC Milênio	5,9 b	19,0	37,6	27,1 a	6,9 b	90,1 a
IAC Sintonia	16,5 a	23,4	32,3	16,4 b	1 c	73,0 b
IPR Andorinha	21,6 a	36,1	24,0	1,5 c	0,05 c	61,7 b
IPR Campos Gerais	7,8 b	25,7	21,7	37,7 a	4,2 c	89,3 a
IPR Tangará	9,1 b	28,7	17,8	35,9 a	4,3 c	86,7 a
IPR 139 (Juriti Claro)	9,3 b	26,6	29,1	29,2 a	2,3 c	87,2 a
TAA Bola Cheia	4,5 b	15,5	23,2	37,3 a	13,3 a	89,3 a
TAA Dama	3,3 b	13,8	36,2	36,9 a	7,9 b	94,9 a
TAA Gol	18,7 a	41,7	26,3	1,5 c	0,0 c	69,5 b
CV (%)	83,49	67,28	71,74	64,61	85,5	16,2
N em cobertura (kg ha <sup>-1</sup> )						
0	10,7 a	27,1	28,1	23,8	3,9 b	82,9
100	9,8 a	23,5	29,3	24,1	6,2 a	83,1
CV (%)	54,72	51,35	57,11	47,17	43,97	10,59
Teste F						
Cultivar (C)	2,76**	1,58 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	4,33**	7,93**	3,17**
N em cobertura (N)	0,82 <sup>ns</sup>	2,43 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	32,66**	0,02 <sup>ns</sup>
C x N	2,57**	2,36*	2,10*	0,33 <sup>ns</sup>	4,24**	2,26*
Média Geral	10,28	25,27	28,68	23,95	5,06	82,97

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. \*\* Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. \* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os valores alcançados na peneira igual ou maior que 12 foram de maneira geral altos, tanto quando houve ausência ou presença de N aplicado em cobertura. Isso

demonstra que as cultivares demonstraram boa qualidade de enchimento de grãos, evidenciando as cultivares IAC Milênio, IPR Campos Gerais, IPR Tangará, IPR 139 (Juriti Claro) e TAA Dama, com rendimento superior a 90% neste número de peneira (Tabela 10).

**Tabela 10.** Desdobramento para a variável rendimento de peneira em cultivares de feijoeiro. Jaboticabal (SP), 2016<sup>(1)</sup>.

Cultivares	Peneira (% de grãos retidos)									
	11		12		13		15		≥12	
	Dose		Dose		Dose		Dose		Dose	
	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
ANFc 9	6,91aA	5,01bA	17,50bA	14,03bA	36,15aA	29,81aA	6,33bB	15,32aA	85,58aA	87,90aA
BRS Ametista	14,26aA	11,70bA	33,80aA	25,07bA	27,74aA	35,62aA	1,73cA	1,57cA	79,24aA	81,18aA
BRS Estilo	8,57aA	12,82bA	26,23bA	32,51aA	32,09aA	23,50aA	2,31cA	4,43cA	87,83aA	81,42aA
BRSMG Madrepérola	10,76aA	10,81bA	22,56bA	37,52aA	42,00aA	28,40aA	2,96cA	3,34cA	82,85aA	81,85aA
Pérola	11,16aA	7,92bA	30,99aA	23,24bA	20,02aA	31,74aA	5,33bA	3,26cA	81,91aA	84,14aA
IAC Alvorada	6,60aA	14,16bA	22,99bA	17,32bA	34,10aA	16,09aA	10,74aB	16,06aA	89,58aA	76,54aB
IAC Imperador	8,58aA	6,59bA	22,51bA	21,74bA	26,69aA	38,05aA	2,62cA	5,82cA	84,53aA	87,25aA
IAC Milênio	7,21aA	4,56bA	20,04bA	17,97bA	36,37aA	37,93aA	4,76bB	9,04bA	88,46aA	91,85aA
IAC Sintonia	21,95aA	11,0bB	9,57bB	37,13aA	39,44aA	25,18aA	1,13cA	0,84cA	65,80aB	80,22aA
IPR Andorinha	16,80aB	26,42aA	47,30aA	24,78bB	20,36aA	27,70aA	0,05cA	0,04cA	69,75aA	53,54bB
IPR Campos Gerais	10,19aA	5,29bA	32,39aA	18,98bA	17,01aA	26,40aA	2,93cA	5,54cA	86,14aA	92,44aA
IPR Tangará	13,29aA	4,80bB	41,33aA	16,15bB	0,08aB	35,54aA	4,68bA	3,89cA	81,05aA	92,35aA
IPR 139 (Juriti Claro)	14,03aA	4,62bB	38,31aA	14,82bB	14,09aB	44,06aA	2,45cA	2,14cA	81,24aA	93,09aA
TAA Bola Cheia	4,52aA	4,42bA	16,44bA	14,48bA	26,38aA	19,99aA	9,48aB	17,14aA	89,36aA	89,14aA
TAA Dama	3,62aA	3,04bA	14,34bA	13,25bA	36,92aA	35,54aA	5,43bB	10,43bA	94,55aA	95,22aA
TAA Gol	13,23aB	24,10aA	36,63aA	46,76aA	40,01aA	12,68aB	0,00cA	0,00cA	78,00aA	61,01bB
Teste F	1,73 <sup>ns</sup>	3,67 <sup>**</sup>	1,98 <sup>*</sup>	1,76 <sup>ns</sup>	1,51 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	3,15 <sup>**</sup>	11,15 <sup>**</sup>	1,67 <sup>ns</sup>	4,13 <sup>**</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras distintas minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%

Este tipo de estudo sobre peneira maior ou igual a 12 é importante devido ao consumo da população brasileira e o beneficiamento de grãos realizado pelas empacotadoras serem deste crivo. Além de ser a peneira que gera rendimento na maioria das vezes superior a 70% (CARBONELL et al., 2010), corroborando com os autores Souza (2016); Carmeis Filho (2014); Mingotte (2011); Jardim (2013) e Cunha (2013).

A cultivar TAA Bola Cheia apresentou o maior valor de rendimento na peneira 15, sendo de 17,14; valor semelhante ao encontrado por Pinto (2015) na mesma cultivar TAA Bola Cheia sendo de 17,3.

Um dos benefícios que o N apresenta em partes da planta é o enchimento de grãos para posterior conversão em proteína, os resultados demonstraram que para a peneira maior ou igual a 12 teve bom comportamento nas cultivares em geral, evidenciando a ação do N sobre o enchimento de grãos.

O teor de proteína bruta, tempo de cozimento, tempo para máxima hidratação e relação de hidratação as cultivares de feijoeiro apresentaram diferenças significativas, exceto para relação de hidratação para o fator doses de nitrogênio (Tabela 11).

**Tabela 11.** Tempo para máxima hidratação, teor de proteína bruta, relação de hidratação de grãos, tempo de cozimento e resistência dos grãos ao cozimento para as cultivares de feijoeiro conduzidas em função da presença e ausência da adubação nitrogenada em cobertura. Jaboticabal (SP), 2016.<sup>(1)</sup>

Cultivares	Proteína bruta	Tempo de cozimento	Tempo para máxima hidratação	Relação de hidratação	Resistência dos grãos ao cozimento
	(%)	(minutos)	(hora:minuto s)	----- --	-----
ANFc 9	18,4 a	24,8 b	13:03 a	2,04 a	Resistência normal
BRS Ametista	18,7 a	25,6 b	11:38 b	2,03 a	Resistência normal
BRS Estilo	16,5 b	22,8 c	11:58 b	2,00 b	Resistência normal
BRSMG Madrepérola	17,9 a	23,6 b	12:27 a	2,01 b	Resistência normal
Pérola	16,9 b	27,2 a	12:16 b	2,04 a	Resistência normal
IAC Alvorada	17,6 a	22,2 c	12:12 b	2,01 b	Resistência normal
IAC Imperador	17,1 a	19,3 d	11:49 b	2,04 a	Suscetibilidade média
IAC Milênio	18,7 a	24,3 b	11:56 b	1,98 c	Resistência normal
IAC Sintonia	17,1 b	24,6 b	12:38 a	2,01 b	Resistência normal
IPR Andorinha	16,0 b	29,8 a	12:54 a	2,04 a	Resistência média
IPR Campos Gerais	16,0 b	22,7 c	12:36 a	1,99 c	Resistência normal
IPR Tangará	16,5 b	28,2 a	12:09 b	2,02 b	Resistência normal
IPR 139 (Juriti Claro)	17,2 b	25,2 b	12:35 a	1,95 d	Resistência normal
TAA Bola Cheia	16,5 b	22,6 c	12:06 b	1,97 d	Resistência normal
TAA Dama	17,4 b	23,5 b	11:55 b	2,04 a	Resistência normal
TAA Gol	16,6 b	22,5 c	12:43 a	1,99 c	Resistência normal
CV (%)	7,9	11,0	5,37	1,38	-----
N em cobertura (kg ha <sup>-1</sup> )					
0	16,5 b	23,7 b	12:26 a	2,0	-----
100	17,9 a	24,9 a	12:10 b	2,0	-----
CV (%)	8,58	11,6	4,91	0,93	-----
Teste F					
Cultivar (C)	3,35**	7,29**	3,16**	7,98**	-----
N em cobertura (N)	27,19**	6,43*	5,77*	0,54 <sup>ns</sup>	-----
C x N	1,47 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>	-----
Média Geral	17,2	11,0	12:18	2,01	-----

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. \*\* Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. \* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os valores de teor de proteína bruta nos grãos foram relativamente baixos, porém, destaca-se que o feijão deve ser consumido em conjunto com outros alimentos, principalmente o arroz, onde um alimento tem função de suprir o que o outro está em insuficiência mineral e/ou proteica.

As cultivares que tiveram os maiores valores médios de proteína bruta nos grãos foram ANFc 9, BRS Ametista, BRSMG Madrepérola, IAC Alvorada, IAC Imperador, IAC Milênio, sendo superiores as demais. Os valores variaram de 16,0 (IPR Andorinha e IPR Campos Gerais) a 18,7% (BRS Ametista e IAC Milênio).

Todas as cultivares demonstraram tempo de cocção dentro da faixa preconizada que é inferior a 30 minutos (RAMALHO; ABREU 2006), sendo a média em torno de 24 minutos no presente estudo, fator importante para o consumidor final, já que é esperado um grão de rápido cozimento.

A cultivar que apresentou o menor tempo de cocção foi IAC Imperador, com 19,3 minutos, a de maior tempo de cozimento foram as cultivares Pérola (27,2), IPR Andorinha (29,8) e IPR Tangará (28,2).

Os consumidores deste grão deixam em embebição na noite anterior ao seu preparo, o ideal é que seja inferior a 12 horas para a máxima hidratação, valor próximo ao encontrado por Souza (2016) que foi de 11 horas e 35 minutos, no presente trabalho a média geral foi de 12 horas e 18 minutos.

A relação de hidratação foi de média geral 2,01 o que indica que os grãos dobraram sua massa inicial, devido a água que foi absorvida. O mesmo foi observado por Farinelli e Lemos (2010). Preconiza-se nesta variável que os valores estejam sempre próximos de 2, inferindo-se que os grãos dobraram de peso, tendo boa capacidade de hidratação.

As cultivares apresentaram diferença significativa para a maioria das eficiências avaliadas, exceto para a eficiência fisiológica (Tabela 12). Tal fato ocorre possivelmente devido às diferenças agronômicas de cada cultivar, como proliferação de raízes; bem como a eficiência da enzima de redução do N, onde cada fase de assimilação do N está sob controle genético (FAGERIA; BALIGAR 2005; FAGERIA et al. 2009).

**Tabela 12.** Eficiência agrônômica, fisiológica, agrofisiológica, de recuperação e de utilização das cultivares de feijoeiro conduzidas em função da presença e ausência da adubação nitrogenada em cobertura. Jaboticabal (SP), 2016.<sup>(1)</sup>

Cultivares	Eficiência				
	Agrônômica (kg kg <sup>-1</sup> )	Fisiológica (kg kg <sup>-1</sup> )	Agrofisiológica (kg kg <sup>-1</sup> )	Recuperação (%)	Utilização (kg kg <sup>-1</sup> )
ANFc 9	1,1c	58,8	9,7b	15,5b	6,3b
BRS Ametista	3,5c	36,5	10,4b	22,3b	11,0b
BRS Estilo	5,0b	44,7	11,5b	55,3 a	26,5a
BRSMG Madrepérola	0,8c	77,3	6,7b	24,5b	17,8a
Pérola	2,5c	88,3	19,9b	13,3b	9,8b
IAC Alvorada	9,1a	55,3	71,6 <sup>a</sup>	14,0b	6,7b
IAC Imperador	5,7b	90,0	45,4 <sup>a</sup>	4,3b	12,0b
IAC Milênio	5,3b	34,7	64,2 <sup>a</sup>	12,0b	5,2b
IAC Sintonia	3,3c	44,6	28,7b	8,0b	5,1b
IPR Andorinha	1,7c	38,3	39,9 <sup>a</sup>	10,5b	4,1b
IPR Campos Gerais	4,8b	23,3	30,9b	19,5b	5,9b
IPR Tangará	11a	50,5	79,1 <sup>a</sup>	18,0b	6,9b
IPR 139 (Juriti Claro)	7,8a	66,8	36,9 <sup>a</sup>	41,5 a	23,1a
TAA Bola Cheia	0,2c	53,8	0,5b	44,8a	22,7a
TAA Dama	1,1c	50,1	18,3b	16,5b	6,6b
TAA Gol	0,5c	26,3	2,0b	28,8b	7,5b
CV (%)	48,7	61,77	95,74	83,79	80,01
Teste F					
Cultivares	11,21 <sup>**</sup>	1,52 <sup>ns</sup>	3,04 <sup>*</sup>	2,43 <sup>*</sup>	2,73 <sup>**</sup>
Média Geral	3,9	52,4	29,7	21,8	11,1

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. <sup>\*\*</sup> Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade. <sup>\*</sup> Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

A eficiência agrônômica é uma avaliação de grande importância para o manejo de cada cultivar visando a correta implantação de determinada cultivar em um local no sistema de produção agrícola realizada por alguns autores (FORNASIERI FILHO et al. 2007; FARINELLI; LEMOS 2010).

A cultivar que apresentou o maior valor para a eficiência agrônômica foi a IPR Tangará no valor de 11 kg de grãos produzidos por kg de N aplicado, valor

próximo ao encontrado por Fageria et al. (2013) em estudo de feijoeiro em solo de várzea, aplicando-se 80 kg de N ha<sup>-1</sup> obtendo 12,7 kg de grãos produzidos por kg de N aplicado e constataram que com o aumento das doses de N, há queda das eficiências agrônômica e agrofisiológica, sendo possivelmente afetadas devido ao efeito de diluição do N.

A eficiência agrofisiológica variou de 0,5 a 79,1 kg de grão produzido por unidade de nutriente acumulado, sendo valores das cultivares TAA Bola Cheia e IPR Tangará, respectivamente. A variação foi de grande amplitude para todas as eficiências avaliadas o que explica o alto valor do coeficiente de variação (CV).

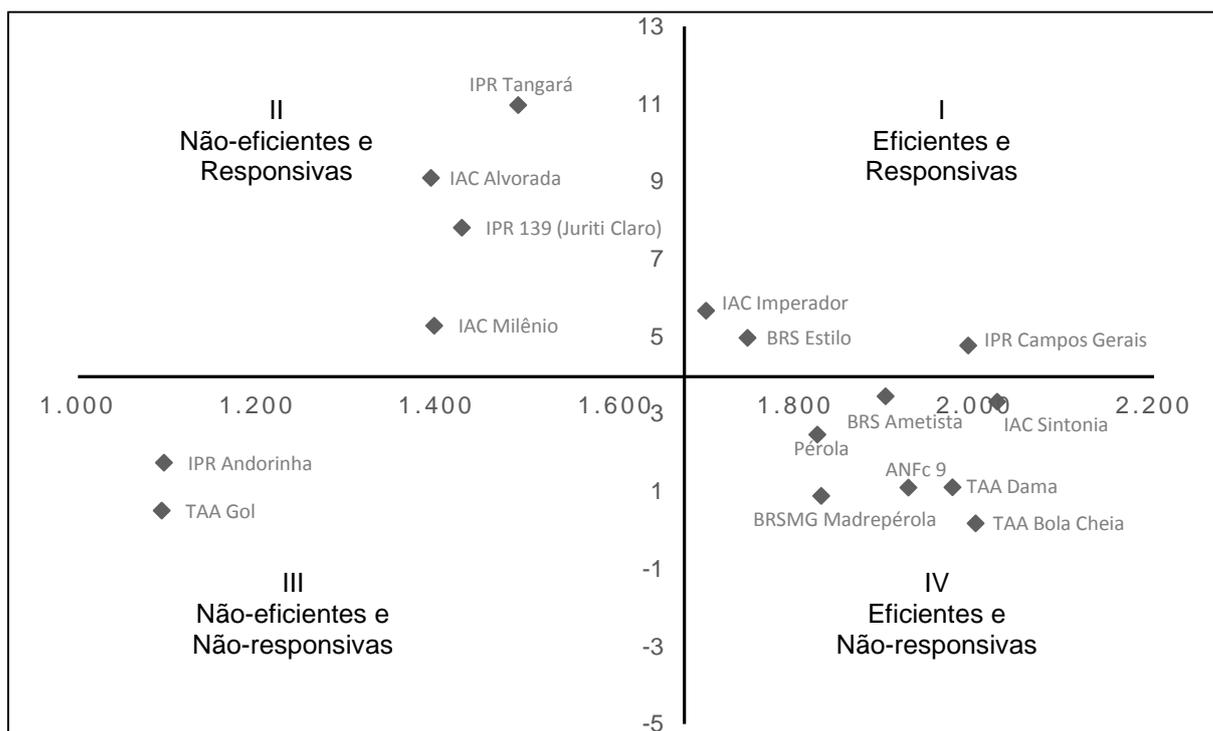
Esta eficiência agrofisiológica é altamente influenciada pelas características agrônômicas da planta em questão, como hábito de crescimento e tipo de planta, sofrendo fortemente a ação do efeito de diluição.

A eficiência de recuperação variou de 8 a 55,3 kg de nutriente acumulado por unidade de nutriente aplicado, respectivamente para as cultivares IAC Sintonia e BRS Estilo. Esta avaliação depende da forma que o nutriente é aplicado, a tecnologia empregada na produção do fertilizante, condições climáticas durante a aplicação, dentre outros fatores. No presente trabalho a maior eficiência de recuperação foi apresentada pela cultivar BRS Estilo.

A eficiência de utilização (combinação das eficiências fisiológica e recuperação) a variação dos valores foram de 4,1 a 26,5 kg kg<sup>-1</sup> correspondendo aos valores das cultivares IPR Andorinha e BRS Estilo. A faixa de valores encontrada por Fageria et al. (2013) foi de 7,3 a 21,2 kg kg<sup>-1</sup>.

Destaque para a cultivar IPR 139 (Juriti Claro) que obteve valores superiores nas eficiências agrônômica, agrofisiológica, de recuperação e utilização.

As cultivares apresentadas no plano-cartesiano, onde cada quadrante representa um valor de eficiência no uso e resposta ao uso de N para determinada cultivar (Figura 2), sendo primeiro quadrante dispostas as cultivares eficientes e responsivas, no segundo as não-eficientes e responsivas, no terceiro as não-eficientes e não-responsivas e no quarto as eficientes e não-responsivas.



**Figura 2.** Eficiência no uso e resposta à aplicação de nitrogênio em cobertura em cultivares de feijoeiro, pela metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980). No eixo das abscissas (x), encontra-se a eficiência na utilização do nitrogênio, e, no eixo das ordenadas (y), a resposta à sua utilização. O ponto de origem dos eixos representa a eficiência média e a resposta média das cultivares.

Nesta metodologia utilizada, destacaram-se três cultivares de feijoeiro eficientes e responsivas (quadrante I), sendo IAC Imperador, BRS Estilo e IPR Campos Gerais, podendo-se inferir que estas cultivares apresentaram maiores taxas de absorção, translocação, assimilação e redistribuição do nitrogênio, além de ser as cultivares mais cultivadas no Brasil.

No quadrante IV foi onde se localizaram a maioria das cultivares, num total de sete, sendo portando eficientes e não-responsivas.

As cultivares de feijoeiro IPR Andorinha e TAA Gol localizaram-se no quadrante III, tornando um bom resultado já que se espera a menor quantidade de genótipos com esta característica (não-eficientes e não-responsivas), apesar de que, estas cultivares de feijoeiro nesta classificação, podem ser recomendadas para produtores iniciantes no setor, tendo em vista que a tecnologia empregada durante o cultivo pode ser limitada.

As cultivares classificadas como sendo eficientes foram dez, sendo BRS Estilo, IPR Campos Gerais, IAC Imperador, IAC Sintonia, BRS Ametista, Pérola, ANFc 9, TAA Dama, TAA Bola Cheia e BRSMG Madrepérola.

As cultivares classificadas como responsivas foram sete, sendo BRS Estilo, IAC Imperador, IAC Sintonia, IPR Tangará, IAC Alvorada, IPR 139 (Juriti Claro) e IAC Milênio.

Esta avaliação no plano-cartesiano disposto em quadrantes foi adequada para a situação, já que identificou cultivares eficientes quanto ao uso do N e responsivas a sua aplicação e é um ótimo parâmetro para balizar futuros projetos de pesquisas, bem como o produtor desta cultura, já que se pode indicar cultivares para produtores que detém alta tecnologia a ser empregada (cultivares eficientes e responsivas), quanto para produtores com menor poder de investimento (cultivares eficientes e não-responsivas ou não-eficientes e não-responsivas).

## 5. CONCLUSÕES

1. As cultivares IPR Campos Gerais e IPR Tangará apresentam maior produtividade de grãos em função da adubação nitrogenada em cobertura, sendo esta última superior às demais com relação à eficiência agronômica.
2. O teor de proteína bruta nos grãos do feijoeiro é incrementado pela adubação nitrogenada em cobertura, sendo que a ausência deste nutriente proporciona menor tempo de cozimento, com destaque para a cultivar IAC Imperador.
3. Todas as cultivares avaliadas apresentaram alta porcentagem de rendimento de peneira igual ou maior que 12, exceto a IAC Alvorada, IPR Andorinha e TAA Gol.
4. A cultivar IPR 139 (Juriti Claro) revela superioridade nos valores médios nas eficiências agronômica, agrofisiológica, de recuperação e de utilização.
5. BRS Estilo, IAC Imperador e IPR Campos Gerais apresentam superior eficiência de absorção e utilização do nitrogênio, sendo mais responsivas ao incremento de N, comparativamente às demais cultivares avaliadas.

## 6. REFERÊNCIAS

- AFONSO, R. J.; ARF, O.; COSTA, D. S. da; BARBOSA, R. M.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E. de; RODRIGUES, R. A. F. Combinações de fontes de nitrogênio no desenvolvimento e rendimento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 391-398, 2011.
- AMADO, T. J. C.; MIELNIZUK, J.; FERNÁNDEZ, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 179-189, 2000.
- AMARAL, C. B. do; PINTO, C. C.; FLORES, J. A.; MINGOTTE, F. L. C.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1602-1609, 2016.
- AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; CANTARELLA, H. Feijão. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C.(Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997, p.194-195. (Boletim Técnico, 100).
- ARF, O.; AFONSO, R.J.; ROMANINI JUNIOR, A.; SILVA, M.G.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura do sulco e adubação nitrogenada no cultivo do feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, n. 2, p.499-506, 2008.
- ARF, O.; LEMOS, L. B.; SORATTO, R. P.; FERRARI, S. Aspectos gerais da cultura do feijão. In: LEMOS, L. B.; MINGOTTE, F. L. C.; FARINELLI, R. **Cultivares**. 1. ed. Botucatu: FEPAF, 2015. p. 193.
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. do. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 131-138, 2004.
- ARGAW, A.; MEKONNEN, E.; MULETA, D. Agronomic efficiency of N of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in some representative soils of Eastern Ethiopia. **Cogent Food & Agriculture**, Ethiopia, v. 1, p. 1-15, 2015.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G. Teor de clorofila na folha como indicador do nível de N em cereais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n. 3, p. 715-722, 2001.
- BARBOSA FILHO, M. P.; COBUCCI, T.; FAGERIA, N. K.; MENDES, P. N. Época de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado monitorada com auxílio de sensor portátil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 7, p. 425-431, 2009.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. v. 1.1.0.712. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda, 2015.

BATAGLIA, O. C. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 48 p. (Boletim técnico, 78).

BEZERRA, A. P. A.; PITOMBEIRA, J. B.; TAVORA, J. A. F.; VIDAL NETO, F. C. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Ciência Agronômica**, v. 38, n. 1, p. 104-108, 2007.

BLACKMER, T.; SCHEPERS, J. S. Use of chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 8, n. 1, p. 56-60, 1995.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; BORÉM, A. (Eds.). *Feijão*. Viçosa: UFV, 2006. p. 13-18.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; BOLONHEZI, D.; BARROS, V. L. N. P.; BORGES, W. L. B.; TICELLI, M.; GALLO, P. B.; FINOTO, E. L.; SANTOS, N. C. B. 'IAC Milênio' - Common bean cultivar with high grain quality. **Crop Breeding Applied Biotechnology**, v. 14, n. 4, p. 273-276, 2014.

CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; ITO, M. F.; PERINA, E. F.; GONÇALVES, J. G. R.; SOUZA, P. S.; GALLO, P. B.; TICELLI, M.; COLOMBO, C. A.; AZEVEDO FILHO, J. A. IAC-Alvorada and IAC-Diplomata: new common bean cultivars. **Crop Breeding Applied Biotechnology**, v. 8, p. 163-166, 2008.

CARBONELL, S.A.M.; AZEVEDO FILHO, J. A. de; DIAS, L.A. dos S.; GONÇALVES, C.; ANTONIO, C.B. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p.69-77, 2001.

CARBONELL, S.A.M.; ITO, M.F.; AZEVEDO FILHO, J.A. de; SARTORI, J.A. Cultivares comerciais de feijoeiro para o Estado de São Paulo: Características e melhoramento. In: CASTRO, J.L.; ITO, M.F. (Coord.). **Dia de campo de feijão**, Capão Bonito. Campinas: Instituto Agronômico, p. 5-27 (Documentos IAC, 71) 2003.

CARBONELL, S.A.M.; POMPEU, A.S. Estabilidade fenotípica de linhagens de feijoeiro em três épocas de plantio no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 321-329, 2000.

CARBONELL, S.A.M.; CHIORATO, A.F.; GONÇALVES, J.G.R.; PERINA, E.F.; CARVALHO, C.R.L. Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural**, v. 40, n. 10, p. 2067-2073, 2010.

CARMEIS FILHO, A. C. A. **Adubação nitrogenada no feijoeiro em sistemas de cultivo com milho e braquiária no plantio direto**. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

CARMEIS FILHO, A. C. A.; CUNHA, T. P. L.; MINGOTTE, F. L. C.; AMARAL, C. B.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada no feijoeiro após palhada de milho e braquiária no plantio direto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, p. 66-75, 2014.

CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JÚNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M. E.; PAULINO, H. B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 445-450, 2003.

CARVALHO, M. A. F.; SILVEIRA, P. M. da.; SANTOS, A. B. dos. **Comunicado Técnico**, Utilização do clorofilômetro para racionalização da adubação nitrogenada nas culturas do arroz e feijoeiro. Santo Antônio de Goiás, 2012.

COOKE, G. W. Maximizing fertilizer efficiency by overcoming constraints to crop growth. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.10, p.1357-1369, 1987.

CHIORATO, A. F.; CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; BARROS, V. L. N. P.; BORGES, W. L. B.; TICELLI, M.; GALLO, P. B.; FINOTO, E. L.; SANTOS, N. C. B. IAC 'Imperador': early maturity "carioca" bean cultivar. **Crop Breeding Applied Biotechnology**, v. 12, p. 297-300, 2012.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 4. Safra 2016/17 – sétimo levantamento, Brasília, p. 1-144, maio 2017.

CONAB. **Perspectivas para a agropecuária**, v. 3. Safra 2015/2016. Brasília, p. 1-130, setembro, 2015.

COSTA, R. C. L. da, LOPES, N. F.; OLIVA, M. A.; BARROS, N. F. de. Efeito da água e do nitrogênio sobre a fotossíntese, respiração e resistência estomática em *Phaseolus vulgaris*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 12, p. 1371-1379, 1988).

CUNHA, T. P. L. da. **Adubação nitrogenada no feijoeiro irrigado em sucessão à milho e braquiária em plantio direto**. 2013. 51 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

DABA, S.; HAILE, M. Effects of rhizobial inoculant and nitrogen fertilizer on yield and nodulation of common bean under intercropped conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, p. 1443-1455, 2002.

DURIGAN, J.F. **Influência do tempo e das condições de estocagem sobre as propriedades químicas, físico-mecânicas e nutricionais do feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1979. 81f. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas, 1979.

DURIGAN, J.F.; FALEIROS, R.R.S.; LAM-SANCHEZ, A. Determinação das características tecnológicas e nutricionais de diversas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). I: Características tecnológicas. **Científica**, v. 6, n. 2, p. 215-224, 1978.

DWYER, L. M.; ANDERSON, A. M.; MA, B. L. Quantifying the nonlinearity in chlorophyll meter response to corn leaf nitrogen concentration. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 75, n. 1, p. 179-182, 1995.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Descritores mínimos indicados para caracterizar cultivares/variedades de feijão comum**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA - CNPAF, p.184, 2005. (Documentos, 184).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

ENGELS, C.; MARSCHNER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, P. E. (Ed.). **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 41-81.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V.C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, v. 88, p. 97-185, 2005.

FAGERIA, N. D.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo**. Brasília, DF: Embrapa-CNPAF, 1980.

FAGERIA, N. K.; MELO, L. C.; OLIVEIRA, J. P. Nitrogen use efficiency in dry bean genotypes. **Journal Plant Nutrition**, v. 36, p. 2179-2190, 2013.

FAGERIA, N. K.; MORAIS, O. P. de; SANTOS, A. B. dos. Nitrogen use efficiency in upland rice genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v. 33, p. 1696-1711, 2010.

FAGERIA, N. K.; OLIVEIRA, I. P. de; DUTRA, L. G. **Deficiências nutricionais na cultura do feijoeiro e suas correções**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1996. 40 p. (Embrapa-CNPAF. Documento, 65).

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. dos. Yield physiology of dry bean. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 31, n. 6, p. 983-1004, 2008.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Physical, chemical, and biological changes in the rhizosphere and nutrient availability. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 29, p. 1327-1356, 2006.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; MELO, L. C.; OLIVEIRA, J. P. de. Eficiência de uso de nitrogênio por genótipos de feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 10., 2011, Goiânia. **Anais...Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão**, 2011.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos; CARVALHO, M. C. S. **Nutrição mineral do feijoeiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 394p.

FAGERIA, N. K. **The use of nutrients in crop plants**. Boca Raton: CRC Press, 2009. 430p.

FAGUNDES, J. L.; SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S.; CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, C. A. B.; SBRISSIA, A. F.; MOURA PINTO, L. F. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* ssp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 187-195, 2001.

FARINELLI, R. **Características agronômicas e tecnológicas em genótipos de feijoeiro**. 2006. 80f. Tese (Doutor em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Produtividade, eficiência agronômica, características nutricionais e tecnológicas do feijão adubado com nitrogênio em plantio direto e convencional. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 165-172, 2010.

FIORENTIN, C. F.; LEMOS, L. B.; JARDIM, C. A.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro de inverno-primavera em três sistemas de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 2825-2836, 2012.

FORNASIERI FILHO, D., XAVIER, M.A, LEMOS, L.B.; FARINELLI, R. Resposta de cultivares de feijoeiro comum à adubação nitrogenada em sistema de plantio direto. **Científica**, v. 35, n. 2, p. 115-121, 2007.

FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A. de A.; RIBEIRO, V.Q. (Ed.). **Feijão-caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, 519p.

FREIRE FILHO, R.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K.J.D.; NOGUEIRA, M.S.R.; RODRIGUES, E.V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina, Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.

FREITAS, M. C. S. de, MINAYO, M. C. S.; FONTES, G. A. V. Sobre o campo da alimentação e nutrição na perspectiva das teorias compreensivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 1, p. 31-38, 2011.

FURLANI JÚNIOR, E.; NAKAGAWA, J.; BULHÕES, L. J.; MOREIRA, J. A. A.; GRASSI FILHO, H. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 171-175, 1996.

FURTINI, I.V.; PATTO RAMALHO, M.A.; ABREU, A.F.B.; FURTINI NETO, A.E. Resposta diferencial de linhagens de feijoeiro ao nitrogênio. **Ciência Rural**, v.36, n. 6, p.1696-1700, 2006.

GOMES JUNIOR, F. G.; LIMA, E. R.; LEAL, A. J. F.; MATOS, F. A.; SÁ, M. E.; HAGA, K .I. Teor de proteína em grãos de feijão em diferentes épocas e doses de cobertura nitrogenada. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 455-459, 2005.

GRAHAM, R. D. Breeding for nutritional characteristics in cereals. In: TINKER, P. B.; LAUCHI, A., ed. **Advances in plant nutrition**. New York: Praeger, 1984. p. 57-102.

GRAHAM, P. H. Some problems of nodulation and symbiotic nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris* L.: A review. **Field Crops Research**, v. 4, p. 93-112, 1981.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T. Environmental factors affecting N<sub>2</sub> fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, v. 65, n. 2-3, p.151-164, 2000.

ISHIZUKA, Y. **Nutrient deficiencies of crops**. Taipei: Aspac Food and Fertilizer Technology Center, 1978.

JARDIM, C. A. **Parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro em sucessão ao milho e *Urochloa ruziziensis* em sistema de plantio direto**. 2013. 57 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

KNOBLAUCH, R.; BACHA, R. E. Efeito do fertilizante “Entec 26” na produtividade e nos componentes do rendimento do arroz irrigado cultivado em sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO E REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Orium, 2005. p. 398-399.

LAGO, F.J.; FURTINI NETO, A.E.; FURTINI, I.V.; RAMALHO, M.A.P.; HORTA, I.M.F. Frações nitrogenadas e eficiência nutricional em linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 440-447, 2009.

LARA, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O. Eficiência de um coletor semiaberto estático na quantificação de N-NH<sub>3</sub> volatilizado da ureia aplicada ao solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 14, n. 3, p. 345-352, 1990.

LEMO, L. B.; DURIGAN, J.F.; FORNASIERI FILHO, D.; PEDROSO, P.A.C.; BANZATTO, D.A. Características de cozimento e hidratação de grãos de genótipos

de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**, v. 7, n. 1, p. 47-57, 1996.

LEMOS, L. B.; OLIVEIRA, R.S.; PALOMINO, E.C.; SILVA, T.R.B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 319-326, 2004.

LEMOS, L.B.; OLIVEIRA, R.S.; PALOMINO, E.C.; SILVA, T.R.B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 319-326, 2004.

LEMOS, L. B.; MINGOTTE, F. L. C.; FARINELLI, R. Cultivares. In: ARF, O.; LEMOS, L. B.; SORATTO, R. P.; FERRARI, S. **Aspectos gerais da cultura do feijão *Phaseolus vulgaris* L.** 1 ed. Botucatu: FEPAF, 2015. Cap.10, p. 181-208.

MAIA, S. C. M. **Uso do clorofilômetro portátil na determinação da adubação nitrogenada de cobertura em cultivares de feijoeiro.** 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2011.

MELO, S.R.; ZILLI, J.E. Fixação biológica de nitrogênio em cultivares de feijão-caupi recomendadas para o Estado de Roraima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 9, p. 1177-1183, 2009.

MINGOTTE, F. L. C. **Adubação nitrogenada no feijoeiro de primavera em sucessão à milho e braquiária em plantio direto.** 2011. 65 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

MINGOTTE, F.L.C.; GUARNIERI, C.C. de; FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Desempenho produtivo e qualidade pós-colheita de genótipos de feijão do grupo comercial carioca cultivados na época de inverno-primavera. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n. 5, p.1101-1110, 2013.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Registro Nacional de Cultivares. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php)> Acesso em: 22/03/2017.

MODA-CIRINO, V.; OLIARI, L.; FONSECA JUNIOR, N. da S.; LOLLATO, M. A. IPR Juriti: common bean cultivar. **Crop Breeding Applied Biotechnology**, v. 3, n. 4, p. 303-306, 2003.

OLIVEIRA, R. L.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; REIS, R. L. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n. 1, p.113-119, 2009.

PAREDES, M., BECERRA, V.; TAY, J. Inorganic nutritional composition of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes race Chile. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 69, n. 4, p. 486-495, 2009.

PERINA, E. F.; CARVALHO, C. R. L.; CHIORATO, A. F.; GONÇALVES, J. G. R.; CARBONELL, S. A. M. Avaliação da estabilidade e adaptabilidade de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) baseada na análise multivariada da “performance” genotípica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n. 2, p.398-406, 2010.

PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; FARIA, L.C.; DEL PELOSO, M.J.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.; WENDLAND, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p.29-37, 2009.

PINTO, C. C. **Atributos produtivos e qualitativos de grãos e fisiológicos e sanitários das sementes de cultivares de feijoeiro**. 2015. 73 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2015.

POMPEU, A.S. Feijão. In: FURLANI, A.M.C., VIÉGAS, G.P. (Ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. p.111-155.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: UNESP, 2008. 407 p.

PROCTOR, J.R.; WATTS, B.M. Development of a modified Mattson Bean Cooker procedure base don sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, v. 20, n. 1, p. 9-14, 1987.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Milho para grão e silagem. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997, p.56-59. (Boletim Técnico, 100).

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa: Editora UFV, 2006. p.415-436.

RAMOS JUNIOR, E.U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, v.64, n.1, p. 75-82, 2005.

ROCHA, M.M.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; CARVALHO, H.W.L.; BELARMINO FILHO, J.; RAPOSO, J.A.A.; ALCÂNTARA, J.P.; RAMOS, S.R.R.; MACHADO, C.F. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto na Região Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1283-1289, 2007.

RODRIGUES, J. A.; RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; FILHO, A. C.; GARCIA, D. C. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 209-214, 2005.

SALGADO, F.H.M.; SILVA, J.; OLIVEIRA, T.C.; BARROS, H.B.; PASSOS, N.G.; FIDELIS, R.R. Eficiência de genótipos de feijoeiro em resposta à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 4, p. 368-374, 2012.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B. dos; SILVEIRA, P. M. da. Eficiência de uso de nitrogênio em cobertura pelo feijoeiro irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 5, p. 458-462, 2011.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B. dos; SILVEIRA, P.M da. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura SPAD e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 491-496, 2010.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K. Manejo do nitrogênio para eficiência de uso por cultivares de feijoeiro em várzea tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1237-1248, 2007.

SILVA, T.R.B.; LEMOS, L.B.; TAVARES, C.A. Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 739-745, 2006.

SILVEIRA, P. M. da; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 9, p. 1083-1087, 2003.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. (2005). Nitrogen fertilization of common bean grown under no-tillage system after several cover crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 377-381, 2005.

SINCLAIR, T. R.; MUCHOW, R. C. Radiation use efficiency. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 65, n. 2, p. 215-265, 1999.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; SILVA, L.M.; LEMOS, L.B. Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 211-218, 2005.

SOUZA, A. S. *et al.* Eficiência e resposta à aplicação de nitrogênio de genótipos de feijão comum cultivados em várzea tropical do Estado do Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 3, p. 31-37, 2012.

SOUZA, S. S. de. **Doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro de inverno em sucessão a sistemas de cultivo com milho exclusivo e consorciado com braquiária e com crotalária**. 2016. 49 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2016.

STONE, L. F.; SILVA, G. de M.; MOREIRA, J. A. A. Uso do clorofilômetro SPAD-502 na estimativa do nitrogênio foliar específico e da produtividade do feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: Ed. Da UFV, 2002. p. 743-746.

SUÁREZ-MARTÍNEZ, S. E.; FERRIZ-MARTÍNEZ, R. A.; CAMPOS-VEGA, R.; ELTON-PUENTE, J. E.; TORRE CARBOT, K. de la; GARCÍA-GASCA, T. Bean seeds: leading nutraceutical source for human health. **CyTa – Journal of Food**, v. 14, n. 1, p. 131-137, 2016.

TEIXEIRA, G. C. S.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B. Eficiência do uso da radiação solar e índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 1, p. 9-17, 2015.

TSUTSUMI, C. Y.; BULEGON, L. G.; PIANO, J. T. Melhoramento genético do feijoeiro: avanços, perspectivas e novos estudos, no âmbito nacional. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 3, p. 217-223, 2015.

VIEIRA, C. Métodos Culturais. In: **Feijão de Alta Produtividade**. Informe Agropecuário: Belo Horizonte, v. 25, n. 240, p.57-59, 2004.

WALLACE, D. H.; OZBUN, J. L.; MUNGER, H. M. Physiological genetics of crop yield. **Advances in Agronomy**, New York, v. 24, p. 97-146, 1972.

WUTKE, E. B.; BRUNINI, O.; BARBANO, M. T.; CASTRO, J. L. de.; GALLO, P. B.; KANTHACK, R. A. D.; MARTINS, A. L. M.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; BORTOLETTO, N.; PAULO, E. M.; SAKAI, M.; SAES, L. A.; AMBROSANO, E. J.; CARBONEL, S. A. M.; SILVEIRA, L. C. P. Estimativa de temperatura base e graus-dia para feijoeiro nas diferentes fases fenológicas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, n. 1, p. 55-61, 2000.

YOKAYAMA, L.P. O feijão no Brasil no período de 1984/85 a 1999/00: aspectos conjunturais. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.654-657.

YOKOYAMA, L.P.; WETZEL, C.T.; VIEIRA, E.H.N.; PEREIRA, G.V. Sementes de feijão: Produção, uso e comercialização. In: VIEIRA, E.H.N.; RAVA, C.A. (Ed.). **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2000. p. 249-270.

ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.101-131.

ZINGORE, S.; MURWIRA, H. K.; DELVE, R. J.; GILLER, K. E. Influence of nutrient management strategies on variability of soil fertility, crop yields and nutrient balances on smallholder farms in Zimbabwe. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 119, n. 1-2, p. 112-126, 2007.

## APÊNDICE

**Tabela 1A.** Valores diários e totais mensais de precipitação (mm) registrados durante os meses de junho a outubro de 2016.

Dia	Mês/ano				
	jun/16	jul/16	ago/16	set/16	out/16
1	31,4	0	0	0	0
2	45,7	0	0	4,7	0
3	3,5	0	0	0	3,4
4	0	0	0	0,3	0
5	5	0	0	1,2	0
6	15,2	0	0	3,2	0
7	6,6	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0,2	0	0
11	0	0	0	0	19
12	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	15,4
14	0	0	0	0	6,9
15	0	0	17,3	0	0
16	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0,2
19	0	0	1,4	8,4	0
20	0	0	32,3	0	0
21	0	0	5,2	0	11,8
22	2,5	0	0	0	7,3
23	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0
30	0	0	6,5	0	0
31	-	0	8,9	-	0
<b>Total</b>	<b>109,9</b>	<b>0</b>	<b>71,8</b>	<b>17,8</b>	<b>64</b>