

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

SARHA GIOVANA KAZUE KOBATA

**CLOROFILA E RENDIMENTO DE GRÃOS DA CULTIVAR DE
FEIJOEIRO IAC MILÊNIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA
PECUÁRIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2016

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

SARHA GIOVANA KAZUE KOBATA

**COLOROFLA E RENDIMENTO DE GRÃOS DA CULTIVAR DE
FEIJOEIRO IAC MILÊNIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA
PECUÁRIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2016

SARHA GIOVANA KAZUE KOBATA

**COLOROFILA E RENDIMENTO DE GRÃOS DA CULTIVAR DE
FEIJOEIRO IAC MILÊNIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA
PECUÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Betania Brum de Bortolli

Coorientador: Dr. Marcos Antônio de Bortolli

PATO BRANCO

2016

Kobata, Sarha Giovana Kazue

Clorofila e rendimento de grãos na cultivar de feijoeiro IAC Milênio em sistema de integração lavoura pecuária / Sarha Kobata.

Pato Branco. UTFPR, 2016

56 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Betania Brum de Bortolli

Coorientador: Dr. Marcos Antônio de Bortolli

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2016.

Bibliografia: f. 51 – 54

1. Agronomia. 2. Feijão-comum. 3. Nitrogênio. 4. Clorofilômetro. I. De Bortolli, Betania Brum, orient. II. De Bortolli, Marcos Antônio, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. IV. Clorofila e rendimento de grãos na cultivar de feijoeiro IAC Milênio em sistema de integração lavoura pecuária .

CDD: 630.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias
Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO
Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

COLORFILIA E RENDIMENTO DE GRÃOS DA CULTIVAR DE FEIJOEIRO IAC
MILÊNIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

por

SARHA GIOVANA KAZUE KOBATA

Monografia apresentada às oito horas trinta min., do dia primeiro de dezembro de 2016 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRA AGRÔNOMA, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dra. Tangriani Simioni Assmann
UTFPR

Dr. Marcos Antônio de Bortolli
UTFPR

Msc. Flávia Levinski
Doutoranda na UTFPR

Prof. Dra. Betania Brum de Bortolli
UTFPR
Orientador

Dedico este trabalho aos meus pais, Carlos e Avani, por me permitirem realizar meu sonho.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Com imenso prazer, agradeço primeiramente ao meu Deus, que me presenteou com o dom da vida, a sabedoria e a saúde, especialmente, para que pudesse estar aqui.

Aos meus amados pais, Carlos Tocuzo Kobata e Avani Teixeira Barreto, por terem possibilitado a realização desse sonho. O amor de vocês é essencial em minha vida.

A minha maninha, Karine Kobata, que sempre me apoiou em realizar esse sonho, se mostrando orgulhosa e ao mesmo tempo tão digna de que eu me orgulhasse muito mais dela, por simplesmente, ela ser a pessoa maravilhosa que é.

Ao meu amor, Julio Henrique Tatto, que me mostrou que não basta apenas lutar pela realização dos sonhos na área profissional, mas sempre me apoiou em minhas decisões e se mostrou paciente quando eu mais precisava disso.

A minha orientadora e grande amiga, Betania Brum de Bortolli, pelos conhecimentos adquiridos, orientação e acima de tudo, amizade verdadeira.

Aos meus professores, doutores em suas áreas e companheiros pra vida. A estes eu devo todo meu respeito e admiração, pois nos ensinaram a ter uma profissão, essa, que levarei para a vida toda com muita satisfação.

Aos meus amigos de faculdade, Rodrigo Zanella e Jeferson Bosquetti., que me proporcionaram tantos momentos especiais durante essa caminhada, ajudaram, compartilharam momentos difíceis, quero ter essa amizade para o resto da vida.

As companheiras da República Velho Casarão, dividimos desde as contas até os materiais de estudo, essas são experiências que levarei sempre comigo.

Aos demais colegas e amigos do curso de Agronomia, com certeza nos encontraremos no decorrer do calendário.

A todos os técnicos e servidores envolvidos com a UTFPR.

A UTFPR por proporcionar ensino de qualidade e gratuito.

E sem esquecer de ninguém, pois muitos fizeram parte dessa trajetória, estendo o meu...

Muito obrigada!

“Sonhos determinam o que você quer. Ações determinam o que você conquista.”

Aldo Novak

RESUMO

KOBATA, Sarha G. K.. CLOROFILA E RENDIMENTO DE GRÃOS DA CULTIVAR DE FEIJOEIRO IAC MILÊNIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA. 56 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

O sistema de integração lavoura pecuária busca o desenvolvimento sustentável da agricultura, pois se baseia em alguns pilares que proporcionam um modelo de produção dinâmico e que reaproveita os recursos geralmente utilizados em um sistema convencional. A adubação em sistema de cultivos convencionais é feita na cultura de grãos, porém em sistema de integração lavoura pecuária, por levar em consideração a dinâmica dos nutrientes, utiliza-se também a adubação na pastagem de inverno e não somente na cultura de grãos a ser implantada no verão. O nitrogênio, por sua vez, é o nutriente de maior demanda pelo feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), e possui alta relação com o teor de clorofila na folha. No meio agrícola, são utilizadas ferramentas que auxiliam na detecção do estado nutricional de plantas, para posterior uso no manejo da adubação, reduzindo desperdícios e maximizando os resultados produtivos. Porém, esses métodos muitas vezes demandam grande tempo e acabam por não auxiliar na tomada de decisão no mesmo cultivo. O experimento foi conduzido em sistema de integração lavoura pecuária, em Abelardo Luz-SC, no esquema trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas. Na parcela principal foram alocadas as combinações de duas alturas de pastejo e duas épocas de aplicação de nitrogênio; e, na subparcela quatro doses de nitrogênio, no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Foi utilizado o clorofilômetro (ClorofilLOG®, modelo CFL 1030) para avaliação do teor de clorofila, no estádio vegetativo V4 e reprodutivos R5, R6 e R7 da planta de feijão, nos três terços da planta, para avaliar o efeito dos tratamentos sobre os teores de clorofila e componentes de rendimento. As avaliações do teor de clorofila foram realizadas em 5 plantas por subparcela, marcadas, no terço inferior, médio e superior, no folíolo central, para obtenção do teor médio de clorofila por planta. Após, as plantas foram colhidas e avaliados os componentes de rendimento: altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, número de grãos por planta, peso de grãos por planta, peso de mil grãos e produtividade. Foram verificados os pressupostos da anova e realizada a análise de variância em esquema trifatorial, 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas, no DBA, em nível de 5% de probabilidade de erro, desdobrando-se as interações e utilizando análise de regressão para as doses de nitrogênio e teste de Duncan para as alturas de pastejo e épocas de aplicação de nitrogênio. As análises estatísticas foram realizados no programa GENES.

Palavras-chave: Agronomia. Feijão-comum. Nitrogênio. Clorofilômetro.

ABSTRACT

KOBATA, Sarha G. K.. CHLOROPHILA AND GRAIN YIELD OF FEUOUSER CULTIVAR IAC MILLENIUM IN INTEGRATION SYSTEM LIVESTOCK. 56 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2016.

The livestock farming integration system seeks the sustainable development of agriculture, as it is based on some pillars that provide a dynamic production model and reuse the resources generally used in a conventional system. The fertilization in a conventional crop system is done in the grains culture, but in a crop integration system, because of the nutrient dynamics, the fertilization is also used in the winter pasture and not only in the grain crop to be cultivated. Implanted in the summer. Nitrogen, in turn, is the nutrient of higher demand for beans (*Phaseolus vulgaris* L.), and has high relation with the chlorophyll content in the leaf. In the agricultural environment, tools are used that help in the detection of the nutritional state of plants, for later use in the management of fertilization, reducing wastes and maximizing the productive results. However, these methods often require great time and end up not helping decision making in the same crop. The experiment was carried out in an integrating cattle breeding system, in Abelardo Luz-SC, in the trifactorial scheme $2 \times 2 \times 4$, in subdivided plots. In the main plot were allocated the combinations of two heights of grazing and two times of application of nitrogen; And, in the subplot of four nitrogen doses, in the randomized block design, with three replications. The chlorophyllometer (ClorofiLOG®, model CFL 1030) was used to evaluate the chlorophyll content in the vegetative stage V4 and reproductive R5, R6 and R7 of the bean plant, in three thirds of the plant, to evaluate the effect of the treatments on the contents Chlorophyll and yield components. The evaluations of the chlorophyll content were carried out in 5 plants per plot, marked in the lower, middle and upper third, in the central leaflet. After the plants were harvested and evaluated the yield components, such as: plant height, height of first pod insertion, number of pods per plant, number of grains per pod, number of grains per plant, weight of grains per plant, Thousand grain weight and productivity. The assumptions of the anova were verified and the analysis of variance in a trifactorial scheme, $2 \times 2 \times 4$, in subdivided plots, in the DBA, at a level of 5% of probability of error, were performed, and the interactions were unfolded using regression analysis For nitrogen doses and Duncan test for grazing heights and times of nitrogen application. Statistical analyzes were performed in the GENES program.

Keywords: Agronomy. Kidney beans. Nitrogen. Chlorophyllometer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos, Abelardo Luz – SC, 2015/2016. Fonte: Flávia Levinski..... 29
- Figura 2 – Detalhamento do croqui experimental (Figura 1), com ênfase em um piquete (parcela principal contendo as combinações de altura de pastejo x épocas de aplicação de nitrogênio) e a disposição das doses de nitrogênio aplicado nas culturas de feijão, na subparcela. Abelardo Luz – SC, 2015/2016. Fonte: Tese de doutorado Marcos Antonio de Bortolli..... 30
- Figura 3 – Estádios fenológicos do feijoeiro. Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgH2kAJ/botanicadofeijoeiro-morfologia>.....31
- Figura 4 – Clorofila a no estágio V4 (a), clorofila b no estágio V4 (b), clorofila a+b no estágio V4 (c) e clorofila a no estágio R5 (d), em função de doses de nitrogênio, para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.....36
- Figura 5 – Clorofila b no estágio R5 (a), clorofila a+b no estágio R5 (b), clorofila a no estágio R6 (c) e clorofila b no estágio R6 (d), em função de doses de nitrogênio, para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.....37
- Figura 6 – Clorofila a no estágio R7 (a), clorofila b no estágio R7 (b), clorofila a+b no estágio R7 (c) em função de doses de N; para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016..... 38
- Figura 7 – Clorofila b em R6, para as culturas de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016..... 39
- Figura 8 – Altura de planta (cm) em função de doses de N, para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.....43
- Figura 9 – Planta de feijão acamada. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.....44
- Figura 10 – Altura de inserção da primeira vagem, APV (a), número de vagens por planta, NVP (b), número de grãos por vagem, NGV (c) e número de grãos por planta, NGP(d) em função de doses de nitrogênio para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016. -.....45
- Figura 11 – Peso de grãos por planta (g) em função de doses de N, para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na

pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.....46

Figura 12 – Produtividade (Kg.ha-1) para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.....47

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Escala fenológica do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) (Geptz e Fernández, 1982). 23
- Tabela 2 – Resumo da análise de variância (GL= graus de liberdade e QM= quadrados médios) de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura da pastagem – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 Kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis da cultura do feijão: clorofila a no estádio V4 (clora-V4), clorofila b no estádio V4 (clorb-V4), clorofila a +b no estádio V4 (clorab-V4), clorofila a no estádio R5 (clora-R5), clorofila b no estádio R5 (clorb-R5) e clorofila a+b no estádio R5 (clorab-R5). Abelardo Luz – SC, 2015-2016. 33
- Tabela 3 – Médias de clorofila b no estádio R5 (ICF) em condição de alta e baixa altura de pastagem Abelardo Luz, SC, 2015/2016..... 34
- Tabela 4 – Resumo da análise de variância de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura da pastagem – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 Kg N.ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis da cultura do feijão: clorofila a no estádio R6 (clora-R6), clorofila b no estádio R6 (clorb-R6), clorofila a+b no estádio R6 (clorab-R6), clorofila a no estádio R7 (clora-R7), clorofila b no estádio R7 (clorb-R7) e clorofila a+b no estádio R7 (clorab-R7). Abelardo Luz – SC, 2015/2016..... 35
- Tabela 5 – Resumo da análise de variância (GL= graus de liberdade e QM= quadrados médios) de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator C= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator D= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 Kg N.ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis da cultura do feijão: altura de planta (AP), altura de inserção da primeira vagem (APV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP). Abelardo Luz – SC, 2015/2016..... 40
- Tabela 6 – Médias das épocas de aplicação de nitrogênio “dentro” de altura da pastagem para as variáveis número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP). Abelardo Luz – SC, 2015/2016..... 41
- Tabela 7 – Graus de liberdade e quadrados médios da análise de variância de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 Kg de N.ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis da cultura do feijão: peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD). Abelardo Luz – SC, 2015/2016..... 47

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ANDA	Associação Nacional para Difusão de Adubos
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICF	Índice de Clorofila Falker
PR	Unidade da Federação – Paraná
SC	Unidade da Federação – Santa Catarina
SPAD	Soil Plant Analysis Development
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Alta altura da pastagem
BA	Baixa altura da pastagem
cm	Centímetro
CC	Cultivo convencional
DAE	Dias após emergência
Fe	Ferro
FBN	Fixação biológica de nitrogênio
ha	Hectare
ILP	Integração lavoura pecuária
Mg	Magnésio
MS	Massa seca
MOS	Matéria orgânica do solo
m ²	Metro quadrado
nm	Nanômetro
N	Nitrogênio
NG	Nitrogênio na cultura de grãos
NP	Nitrogênio na pastagem
PD	Plantio direto
Kg	Quilograma
C/N	Relação carbono / nitrogênio
SPD	Sistema plantio direto
t	Tonelada
UE	Unidade experimental

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 OBJETIVOS.....	18
2.1 GERAL.....	18
2.2 ESPECÍFICOS.....	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
3.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA.....	19
3.2 CLOROFILA E A RELAÇÃO COM FATORES DO AMBIENTE.....	20
3.3 USO DO CLOROFILÔMETRO.....	21
3.4 CULTURA DO FEIJOEIRO.....	22
3.5 DINÂMICA DO NITROGÊNIO.....	24
3.6 NITROGÊNIO EM ILP.....	26
3.7 NITROGÊNIO EM FEIJOEIRO.....	27
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E MANEJO DA ÁREA.....	28
4.2 COLETA DAS VARIÁVEIS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
5.1 CLOROFILA A, B E TOTAL (A+B).....	33
5.2 COMPONENTES DE RENDIMENTO.....	40
6 CONCLUSÕES.....	49
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
REFERÊNCIAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é mundialmente conhecido como o celeiro do mundo, em razão de apresentar um cenário ambiental favorável a produção das principais commodities, extensas áreas agrícolas, com potencial para tal uso e crescentes produtividades por área. O Censo Agropecuário realizado em 2006 demonstra que, dos anos de 1970 até 2006, as áreas de lavouras permanentes (7.984.068 ha – 11.612.227 ha) e temporárias (25.999.728 ha – 48.234.391 ha) tem aumentado. Esse comportamento também é observado em relação a produtividade por área de vários produtos agrícolas, (feijão, milho, soja e trigo). Porém, além de aumento de área e produtividade, os produtores também buscam alternativas para aumentar sua rentabilidade, maximizando o uso de recursos disponíveis em sua propriedade.

Nesse âmbito, existem diversos sistemas de produção, que atendem as demandas de recursos ambientais, produtivos e econômicos de cada região. Assim, aqueles que visam maior aproveitamento do solo, da água, dos insumos naturais e químicos estão sendo estudados e inseridos no meio agrícola, buscando a adoção de um modelo sustentável de produção. O sistema de integração lavoura pecuária busca o desenvolvimento sustentável da agricultura, pois se baseia em alguns pilares que proporcionam um modelo de produção dinâmico e que reaproveita os recursos geralmente utilizados em um sistema convencional. Observa-se que as áreas de pastagens naturais (124.406.233 ha – 57.316.457 ha) vem reduzindo e, em contrapartida, áreas de pastagens plantadas (29.732.296 ha – 101.437.409 ha) tem aumentado, no período de 1970 a 2006 (Censo Agropecuário, 2006). Isso demonstra que os produtores tem investido em áreas nesta modalidade, buscando relacionar com alguma cultura de grãos, visando o aumento de sua rentabilidade econômica conforme reduz seus riscos em relação a ter apenas uma atividade na propriedade.

A adubação é uma ferramenta que auxilia na explicação do crescente aumento de produtividade nas lavouras do Brasil. No período de janeiro a setembro de 2016 foram entregues ao mercado 24.429.278 toneladas (t) de fertilizantes, em comparação com o mesmo período do ano passado, onde foram comercializadas 22.293.737 toneladas, houve um aumento de 9,6% na aquisição dos mercados

distribuidores de fertilizantes (ANDA, 2016). Em sistemas de cultivo convencionais (CC) a adubação é feita na cultura de grãos daquele ano agrícola. Vem sendo estudada, no sistema de integração lavoura pecuária (ILP) a adição de adubo na pastagem, antecessora a lavoura de grãos de verão. Aspectos relacionados, principalmente, a ciclagem de nutrientes no solo e a melhoria de seus atributos químicos são pontos a se considerar no manejo de adubação.

A rotação com plantas que sejam capazes de melhorar o balanço de nitrogênio (N) no solo através da fixação biológica de N (FBN) é uma das práticas indicadas no sistema, que o torna sustentável e auxilia no seu sucesso na propriedade (ASSMANN; PIN, 2008). Dessa forma, plantas da família das fabáceas, que utilizam o N atmosférico são indicadas nesse sistema.

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é parte integrante da dieta dos brasileiros e importante fonte de ferro, sendo o Brasil o maior produtor do mundo, em 2015, com 3.107.910 t de grãos. É uma planta de metabolismo C3, fotossinteticamente limitada e com sistema radicular pouco agressivo. Dessa forma, necessita de um manejo assertivo de adubação, que leve em consideração conhecimentos relacionados a fenologia e fisiologia da planta, de cada cultivar, para aproveitar ao máximo seu potencial produtivo. Nesse sentido, o feijoeiro se torna mais eficiente em utilizar o N em sistema de plantio direto (SPD), incrementando sua produtividade por unidade de nutriente aplicado (SORATTO, CARVALHO; ARF, 2004), a produção de matéria seca (MS) e o teor e acúmulo de N na parte aérea (SOUZA; SORATTO; PAGANI, 2011).

Para maximizar a eficiência da adubação nitrogenada, tem sido estudado o uso de aparelhos denominados clorofilômetros, que medem o teor relativo de clorofila nos tecidos foliares, e que demonstram uma boa correlação com o teor de N foliar em diversas culturas (HAIM *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2011; VIEIRA *et al.*, 2015; GITTI, *et al.*, 2012).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar o efeito de diferentes manejos da pastagem, semeada no inverno nos teores de clorofila foliar e na produtividade da cultura do feijão em sistema de integração lavoura pecuária.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito dos tratamentos (alturas de pastejo x épocas de aplicação de N x doses de N) sobre o teor de clorofila (a, b e total) nas folhas de feijoeiro em diferentes estádios fenológicos.

Verificar o efeito dos tratamentos (alturas de pastejo x épocas de aplicação de N x doses de N) sobre os componentes de rendimento e a produtividade do feijoeiro em área de integração lavoura pecuária.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

Na agricultura, existem diversos sistemas de produção, que atendem as demandas de recursos ambientais, produtivos e econômicos de cada região. Assim, sistemas que visam maior aproveitamento do solo, da água, dos insumos naturais e químicos estão sendo estudados e inseridos no meio agrícola, visando a adoção de um modelo sustentável de produção. O sistema de integração lavoura pecuária (ILP) busca o desenvolvimento sustentável da agricultura, pois se baseia em alguns pilares que proporcionam um modelo de produção dinâmico e que reaproveita os recursos geralmente utilizados em um sistema convencional.

De acordo com Assmann, Soares e Assmann (2008), na prática o sistema ILP pode ser resumido em três características: a valorização ao máximo dos recursos naturais por meio de reciclagem de todos os resíduos, tanto de origem vegetal, animal e mineral; o aproveitamento dos processos naturais de regulação por meio da matéria orgânica provinda de diferentes culturas e da diversidade de organismos presentes nesse solo; e, a busca pela redução da entrada de insumos, e, conseqüentemente dos custos de produção.

A adoção de ações de manejo que proporcionam maior aproveitamento de cada um desses recursos são de grande importância no sistema, tais como: o uso indispensável do SPD, visando ter boa cobertura do solo; biomassa vegetal em quantidade e qualidade; e, utilização de um sistema de rotação de culturas, os quais melhoram o balanço de N no solo e da biomassa vegetal. Porém, para conseguir manter o aporte necessário de biomassa vegetal em um sistema onde ocorre pastejo de animais, e conseqüente redução de material vegetal, é necessário e de grande importância o ajuste da pressão de pastejo ou frequência e intensidade de uso da pastagem e da adubação (ASSMANN; PIN, 2008).

A adubação em sistema de cultivos convencionais é feita na cultura de grãos do verão, porém em sistema de integração lavoura pecuária, por levar em consideração a dinâmica dos nutrientes, utiliza-se também a adubação de sistema,

onde se aduba a pastagem de inverno e não a cultura a ser implantada no verão daquele ano agrícola.

Assmann (2003), observou que para a cultura do milho, o rendimento observado com a mais alta dose de N no inverno não respondeu a aplicação de N no verão, demonstrando que houve efeito residual do N aplicado na cultura de inverno. Dessa forma, utiliza-se o N tanto na pastagem de inverno, favorecendo a produção de forragem e, em consequência, a produção animal da área, e ainda otimiza o uso desse nutriente na produção de grãos no verão. Reduz mais esse trato cultural na época da safra de verão, onde os tratos culturais ocorrem com maior frequência. O nutriente é melhor aproveitado, por considerar o arranjo de plantas na área, tendo maior chances de estar próximo as raízes e ser absorvido. O microclima favorável que se forma embaixo da massa vegetal formada pelas gramíneas auxilia na manutenção daquele nutriente e sua posterior absorção.

Portanto, a ILP procura utilizar ao máximo todos os recursos disponíveis sem que isso cause prejuízos ao meio ambiente.

3.2 CLOROFILA E A RELAÇÃO COM FATORES DO AMBIENTE

Os tecidos vegetais clorofilados têm a capacidade de efetuar fotossíntese, porém a folha é o órgão especializado nesse processo (FLOSS, 2011). No interior dos tecidos vegetais clorofilados existem os cloroplastos, e no interior destes as moléculas de clorofila, dentre outras moléculas.

A molécula de clorofila é uma porfirina, com um átomo de magnésio em seu eixo central. Esta porfirina está ligada a um álcool, que tem a função na planta de absorver a radiação solar para o processo fotossintético, principalmente nas regiões do azul (400 a 500 nm) e do vermelho (650 a 750 nm), refletindo na faixa do verde (520 a 600 nm). Elas se distinguem em clorofila A e B e em menores proporções C, D e E, diferenciando-se pelo anel de porfirina na molécula. A clorofila alfa (a) ocorre em todas as espécies vegetais e possui coloração verde azulada, enquanto que a clorofila beta (b) ocorre apenas em espécies vegetais superiores e possui coloração verde amarelada.

A síntese de clorofila está condicionada a três fatores: genético, nutricional e luz. Por ser um caractere quantitativo, está na dependência de vários genes, dessa forma, na ausência de um desses genes, a planta não produz clorofila, possuindo sintomas de albinismo. As protoclorofilas (moléculas precursoras das clorofilas) necessitam dos nutrientes nitrogênio (N), magnésio (Mg) e ferro (Fe) para sua síntese e da presença de luz para se tornarem ativas, pois, em sua formação, a molécula possui coloração verde-amarela, sendo inativa para o processo de fotossíntese. A máxima fotossíntese da planta ocorre quando a planta atinge sua maior expansão, ou seja, varia com a idade, havendo um aumento contínuo no índice de clorofila medida por clorofilômetro, até 50 dias após emergência (DAE) no feijoeiro (SILVEIRA; BRAZ; DIDONET, 2003).

Porém, o conteúdo de clorofila na folha exerce pouca influência na fotossíntese em relação ao seu potencial de rendimento, quando comparadas diferentes culturas, ou seja, uma planta com coloração mais clara pode obter maiores rendimentos comparando-se a uma planta com altos teores de clorofila. Dessa forma, pode-se relacionar o rendimento por meio do teor de clorofila apenas dentro do mesmo genótipo, e nesse caso, há um teor de clorofila total ideal para máximo potencial expresso (FLOSS, 2011). Assim, para ser utilizada essa variável na agricultura de precisão, por exemplo, necessitaria de estudos em cada cultura para cada cultivar ou híbrido, em específico, pois demonstra grande variabilidade.

Utiliza-se a medição de clorofila para predizer o nível de N na folha, pois ele demonstra correlação significativa em relação a várias culturas.

3.3 USO DO CLOROFILÔMETRO

No meio agrícola, são utilizadas ferramentas que auxiliam na detecção do estado nutricional de plantas, para posterior uso no manejo da adubação, reduzindo desperdícios e maximizando os resultados produtivos.

Porém, esses métodos muitas vezes demandam grande tempo e acabam por não auxiliar na tomada de decisão no mesmo cultivo, como no caso da adubação nitrogenada, além de necessitarem de maior capacitação e mão de obra. Devido à complexidade das reações que envolvem o N no solo, a análise foliar é um

bom indicador da adubação nitrogenada, porém, o método que necessita do envio de folhas da planta ao laboratório demanda tempo e maior mão de obra, e caso seja necessário a adubação nitrogenada, será ineficaz devido ao ciclo da cultura já estar adiantado (VIEIRA et al., 2015). Além disso, se fosse retirar folhas antes do estágio de necessidade do N, sairia uma recomendação incorreta.

Dessa forma, procedimentos mais rápidos e práticos são buscados para esses fins. Surge o uso de um aparelho denominado clorofilômetro, que avalia o teor relativo de clorofila foliar de forma rápida e eficiente, pois ocorrem correlações significativas entre o teor de N na folha e o índice de clorofila medido por esses aparelhos (HAIM et al., 2012, SILVA et al., 2011, VIEIRA et al., 2015). Em híbridos de milho precoce e superprecoce, houve correlação entre leituras do índice SPAD nos estádios de 4ª e 8ª folha totalmente expandidas e no florescimento com o rendimento de grãos (ROCHA et al, 2005).

O uso correto desse aparelho, referente ao horário de análise, idade (SILVEIRA; BRAZ; DIDONET, 2003) e conteúdo de água na folha são de grande importância, pois as leituras variam de acordo com essas variáveis (SILVA et al., 2011). Dessa forma, permite correlações com outros métodos para informações nutricionais, como no caso da diagnose nutricional por meio da análise digital de imagens (HAIM et al., 2012), que após digitalização da folha, essa se torna uma imagem, sendo analisada via software que da nota em relação a um padrão de tons de verde, podendo ser utilizado para calibrar este método.

Portanto, a estimativa do teor de clorofila na planta pode ser obtido de duas formas, de acordo com a necessidade de cada pesquisador, utiliza-se um ou outro método, sendo o método laboratorial, destrutivo; e o medidor portátil e não destrutivo, denominado clorofilômetro.

3.4 CULTURA DO FEIJOEIRO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), do gênero *Phaseolus*, é uma cultura tradicional no Brasil, utilizada em diversos pratos e adicionado dessa forma a cultura do país (BORÉM; CARNEIRO, 2015). O Brasil é o maior produtor de feijão-comum do mundo, em 2015, obteve produtividade de 3.107.910 t.

O Paraná é o estado com maior volume de produção, (18,9%), seguido do Ceará (13,6%) e Minas Gerais (12,7%) para safra; e, na safrinha, também destaca-se o Paraná, com 30,1%, Mato Grosso com 17,7% e Minas Gerais com 12,5% da produção nacional (IBGE, 2016). A produtividade do feijoeiro em nível nacional está em 1025 Kg ha⁻¹, em uma série histórica, vem obtendo aumentos significativos com o passar dos anos, uma vez que, considerando 10 anos atrás, a produtividade média era de 771 Kg ha⁻¹. O estado do Paraná supera a média brasileira, com produtividade média de 1580 Kg ha⁻¹ na safra 2014/2015, e previsão de produtividade para a safra 2015/2016 de 1787 Kg ha⁻¹.

O feijoeiro é uma planta de metabolismo C3, com capacidade fotossintética limitada e com baixa eficiência no aproveitamento de água, o que se deve ao sistema radicular reduzido e pouco agressivo, que tende a não ser tolerante a solos compactados, porém tem potencial para produzir até 7 t ha⁻¹.

Dessa forma, para que a planta demonstre seu potencial, é importante conhecer a fisiologia e fenologia, para que se possam definir ações de manejo eficientes em cada etapa do seu ciclo produtivo. Para isso, a escala mais utilizada é a proposta por Gepts e Fernandes (1982), citada por Fancelli (1990), divididas em 10 etapas de desenvolvimento (Tabela 1).

Tabela 1. Escala fenológica do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) (Gepts e Fernández, 1982).

Estádio Fenológico	Descrição
Fase vegetativa	
V0	Germinação/emergência
V1	Cotilédones ao nível do solo
V2	Folhas primárias expandidas
V3	Primeira folha trifoliolada
V4	Terceira folha trifoliolada
Fase reprodutiva	
R5	Botões florais
R6	Abertura da primeira flor
R7	Aparecimento das primeiras vagens
R8	Primeiras vagens cheias
R9	Modificação da cor das vagens (*)

(*) Maturidade fisiológica

Sendo uma letra e um número o código do estágio, a letra significa o estágio V ou R (vegetativo ou reprodutivo) e o número a ordem que ocorrem os eventos fisiológicos que determinam as mudanças de estágio.

O hábito de crescimento do feijoeiro em relação ao florescimento pode ser determinado ou indeterminado. “No hábito determinado o florescimento ocorre do ápice da planta para a base” e no hábito indeterminado “os meristemas apicais da haste principal e das laterais continuam vegetativos durante o florescimento”, em resumo, o florescimento ocorre da base para o ápice (SANTOS et. al, 2015, p. 54). Além de classificar em relação ao florescimento, o hábito de crescimento também leva em consideração o número de nós e o comprimento de internódios, a intensidade de ramificação e a característica de planta trepadora. São então classificadas em cultivares tipo I, II e III, sendo tipo I mais ereta e com menor número de internódios e menor comprimento entre eles em comparação com as demais cultivares, e as cultivares do grupo III, o oposto.

A cultivar IAC Milênio, é do grupo carioca, com produtividade média de 2831 Kg ha⁻¹, ciclo médio de 95 dias e peso de mil grãos de 290 g. Possui alta qualidade de grão e resistência a *Fusarium oxysporum* e a algumas raças do *Colletotrichum lindemuthianum*. Seu hábito de crescimento é indeterminado tipo III e exigente em tecnologia para seu cultivo. Deve-se tomar cuidado na adubação nitrogenada, sendo indicado no máximo 90 Kg de N ha⁻¹, pois pode ocorrer o 'travamento da planta" por seu elevado crescimento vegetativo. Seu sistema radicular é agressivo comparado a outras cultivares, fator este importante em relação a resistência a compactação do solo e estresse hídrico (LOIOLA, 2015).

3.5 DINÂMICA DO NITROGÊNIO

As principais fontes de N utilizadas pelas plantas são o solo, o ambiente e a atmosfera. No solo, a maior fração desse nutriente encontra-se na forma orgânica, principalmente como constituinte da estrutura de compostos orgânicos (FLOSS, 2011).

Encontramos duas formas inorgânicas de N, e dessa forma, prontamente disponíveis à planta, amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), sendo esta última forma, facilmente lixiviada. A intensidade desse fenômeno depende da textura do solo (arenoso e/ou argiloso), do manejo da irrigação e do parcelamento ou não do adubo.

A matéria orgânica do solo (MOS) é importante em disponibilizar N ao solo, por meio da mineralização primária. Da mesma forma que ocorre disponibilidade de N por meio da MOS, ocorre também imobilização do N por microorganismos do solo, o que é dependente do material orgânico disponível no mesmo. Se a relação C/N está entre 20 a 30/1, ocorre maior mineralização, e acima disso, ocorre mais imobilização, sendo estável em torno de 12/1 (VIEIRA et al., 2015). Fatores como temperatura, pH e aeração do solo também interferem nesses processos.

A FBN pode ser simbiótica e não simbiótica, nesse processo o N que se encontra na atmosfera se torna disponível para os seres vivos por meio da ação de microorganismos. No caso da FBN, cerca de 17 famílias de bactérias são capazes de fixar N_2 atmosférico, este fato faz com que ocorra a redução do N adicionado via fertilizantes de solo, pois a adição de N por essa via pode chegar a $40\text{-}180 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (FLOSS, 2011).

Outra forma de adição de N ao solo é via fertilizantes, sendo que os mais utilizados no Brasil são a ureia, nitrato de amônio e sulfato de amônio. O sistema de plantio também influencia na dinâmica do N no solo. Soratto, Carvalho e Arf (2004) observaram que em SPD, houve efeito linear da adubação nitrogenada sobre o teor de N na folha de feijoeiro, e no sistema convencional, houve efeito quadrático, demonstrando que para o maior teor de N nas folhas, houve uma dose correspondente de N via adubação nitrogenada, e após isso, ocorreu um decréscimo do teor de N foliar, mesmo aumentando-se a dose, neste último sistema de cultivo. A enzima urease, responsável pela hidrólise da ureia, está presente em microorganismos, plantas e animais e sua atividade é maior em SPD, pois a ausência de revolvimento das camadas superficiais do solo mantém maior quantidade de material orgânico, e este tem correlação significativa com a atividade dessa enzima (LANNA et al., 2010).

3.6 NITROGÊNIO EM ILP

Os ciclos biogeoquímicos possibilitam que os nutrientes interajam no meio ambiente, no âmbito agrícola, a diversificação de culturas e sistemas de cultivo buscam reaproveitar ao máximo os nutrientes adicionados por meios artificiais e orgânicos. A ciclagem de nutrientes, no sistema de ILP, preconiza a sustentabilidade e também rentabilidade econômica, por concordar com o princípio de Lavoisier, que dizia que “na natureza, nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”, se define em “utilização de um mesmo nutriente, mais de uma vez, para produção vegetal e animal” (ASSMANN et al, 2008. p. 16).

O nitrogênio, adicionado na pastagem (NPK, ureia) acarretará em aumento da produção vegetal para alimentação dos animais, refletindo em aumento da produção de carne (SOARES e RESTLE, 2002) e leite. Por meio de dejetos, em torno de 60 a 75% dos nutrientes consumidos, retornam ao ambiente, no caso de animais destinados a produção de leite, sendo maior esse retorno no caso de produção de carne, pois não nenhum tipo de exportação, como no caso do leite. Esse nutriente que retorna pode ser reutilizado para a lavoura de grãos na sequência da pastagem.

Para o plantio de culturas de inverno, a densidade de semeadura é maior, ocorre que há mais plantas por metro quadrado na área, criando um microclima favorável para o aproveitamento do N pela planta. Além do microclima favorável, também ocorre maximização do uso desse nutriente pois por haver mais plantas numa mesma área, a chance do grânulo do adubo cair próximo a raiz é bem maior comparada a cultura de verão.

Outro fator que influência na dinâmica do nitrogênio, como demais nutrientes em área de ILP é a exploração de camadas do solo, por meio das raízes das plantas utilizadas na rotação de culturas. As plantas de inverno, com sistema de raízes menos agressivas, exploram a camada superficial, favorecendo na parte física do solo por meio da descompactação; no verão, as plantas com sistema de raízes pivotantes, principalmente leguminosas como a soja, auxilia na exploração de camadas do solo mais profundas, e por apresentar baixa relação C/N, agregam nitrogênio nessas camadas.

Em relação a produção animal, a adubação nitrogenada ou demais fontes que disponibilizam N nesse processo, sendo utilizada na pastagem, aumenta o número de animais que a pastagem suporta e a produção individual, pois a favorece quanti e qualitativamente, refletindo em maior produção por área.

O pastejo tem influência nos processos de ciclagem do N na mineralização/imobilização do N, aumento da taxa de reciclagem de N por meio das fezes e urina e aumento da disponibilidade de nutrientes por meio da manutenção na superfície do solo de uma fração de nutrientes orgânicos facilmente mineralizáveis.

3.7 NITROGÊNIO EM FEIJOEIRO

O nitrogênio é o nutriente mais requerido pela cultura do feijoeiro, e isso ocorre em função do conteúdo de proteína que apresenta em seus grãos (FANCELLI, 2010). Exige em torno de 100 a 120 Kg de N ha⁻¹ para produzir de 3500 a 4000 Kg ha⁻¹ de grãos. A recomendação de adubação considera a produtividade esperada e o teor de matéria orgânica, sendo feita na ocasião da semeadura.

A adubação em cobertura deve ser feita no estágio V4, Binotti *et al* (2009), verificou valores de produtividade (kg ha⁻¹) variando de 1971 kg ha⁻¹ com 0 kg de N ha⁻¹ até 2877 kg ha⁻¹ com aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ na cultivar Pérola, tipo carioca de hábito indeterminado tipo II-III.

A cultura do feijoeiro, por meio da associação simbiótica com bactérias consegue fixar em torno de 20 a 60 Kg ha⁻¹ de N atmosférico. A inoculação das sementes de feijão é realizada com bactérias do gênero *Rhizobium*, porém de acordo com Brito, Muraoka e Silva (2011), a FBN necessita de um aporte de 40 Kg ha⁻¹ de N na fase inicial (dose de arranque), para obter uma produtividade economicamente aceitável. Porém, é o que mais contribui para a maior parte do N acumulado na planta de feijão.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E MANEJO DA ÁREA

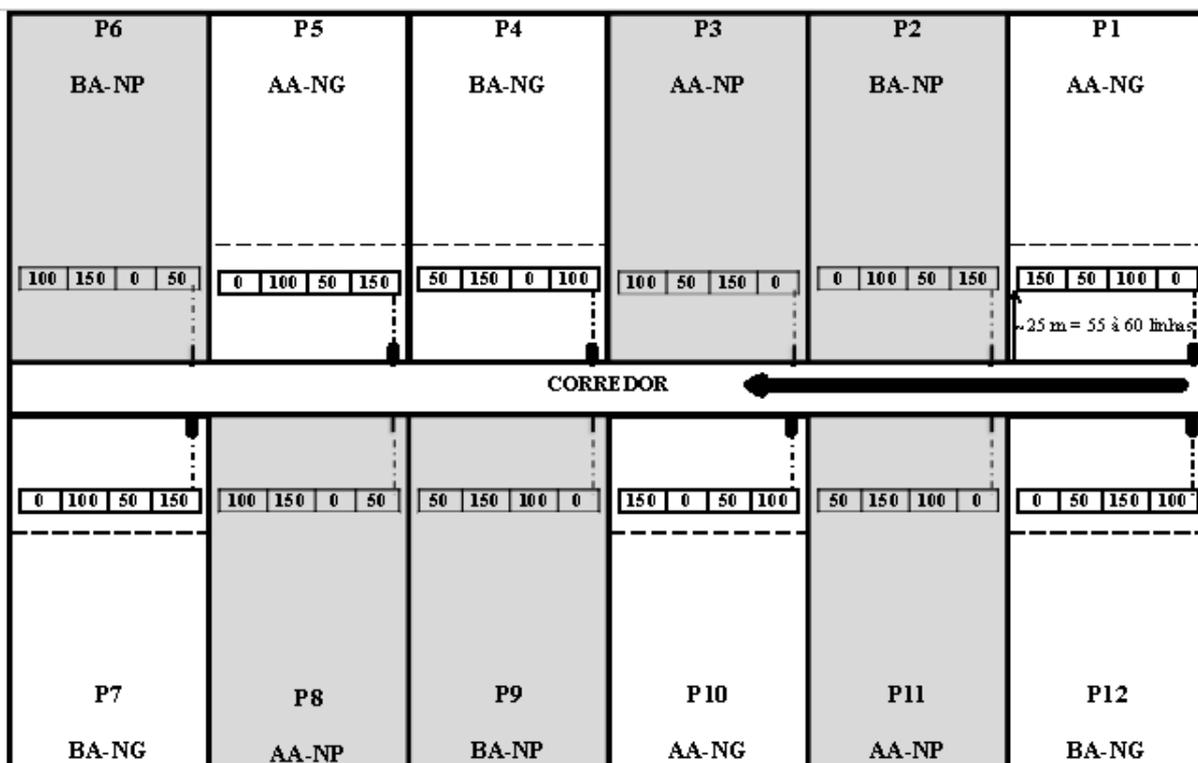
Os dados foram coletados em um experimento de ILP de longa duração que está sendo conduzido na Agropecuária Pacheco, propriedade do Sr. José Caetano Munhoz da Rocha Pacheco, localizada no município de Abelardo Luz-SC. O experimento está implantado em uma área manejada em sistema de ILP sob SPD desde 2012. A cultura antecessora ao feijão foi milho destinado à produção de silagem de plantas inteiras.

Foram utilizados 12 piquetes com área média de 11850 m², os quais constituem as unidades experimentais. A área total do experimento é de, aproximadamente 14,21 ha. Em área contígua a essa há uma área de 10 ha para manutenção dos animais reguladores da intensidade de pastejo. O dimensionamento do tamanho dos piquetes foi realizado de modo a permitir a manutenção de, no mínimo, três animais “testers” na pastagem de azevém conforme apresentado no croqui do experimento (Figura 1).

No inverno, o método de pastejo é o de lotação contínua com taxa de lotação variável (MOOT; LUCAS, 1952), usando novilhos cruzados entre as raças nelore e charolês. A entrada e saída dos animais reguladores da pastagem é dependente da distância entre o valor real de altura da pastagem e o valor preconizado para cada intensidade de pastejo. Em cada unidade experimental (piquete) foram colocados três animais testers, de forma a manter o peso médio dos animais testers nas unidades experimentais.

O experimento, com a cultivar de feijoeiro, IAC-Milênio, foi conduzido em esquema trifatorial 2 x 2 x 4 em parcelas subdivididas no qual, nas parcelas principais foram avaliados dois níveis de intensidade de pastejo, caracterizadas por duas alturas de manejo da pastagem (alta altura de pastejo= 30 cm e baixa altura de pastejo= 10 cm), e duas épocas de aplicação de adubação nitrogenada, (N aplicado na cultura de grãos – NG; N aplicado na pastagem – NP), na dose de 100 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia; e, nas subparcelas, quatro doses de nitrogênio na cultura do

feijoeiro (0, 50, 100 e 150 Kg ha⁻¹) aplicadas dia 26/02/2016, no estádio V4, conforme apresentado no detalhamento do croqui na Figura 2.



LEGENDA

AA – Alta altura da pastagem

BA – Baixa altura da pastagem
 NP – Nitrogênio na pastagem
 NG – Nitrogênio na cultura de grãos

Figura 1 – Croqui experimental com a disposição dos tratamentos, Abelardo Luz – SC, 2015/2016. Fonte: Flávia Levinski.

Na cultura de inverno, foi utilizada dose de 200 kg de N ha⁻¹ no perfilhamento, em única aplicação. Na safra de milho para silagem (anterior a cultura do feijão – safrinha), foi aplicado somente nas parcelas NG (área total dos piquetes), dose de 200 kg de N ha⁻¹ em V5, em única aplicação.

No feijão safrinha, foi aplicado somente nas parcelas NG, dose de 100 kg de N ha⁻¹ em V4, única aplicação.

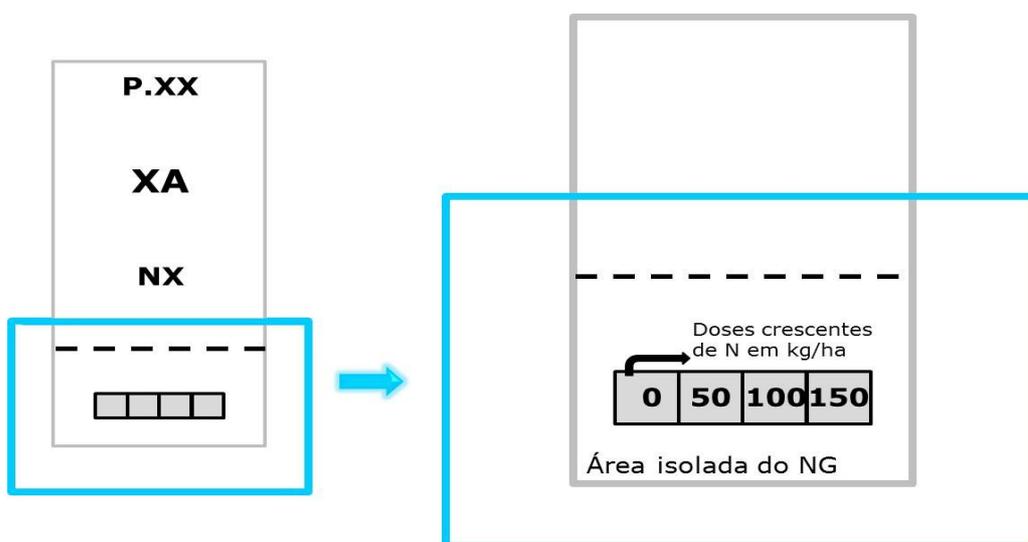


Figura 2 – Detalhamento do croqui experimental (Figura 1), com ênfase em um piquete (parcela principal contendo as combinações de altura de pastejo x épocas de aplicação de nitrogênio) e a disposição das doses de nitrogênio aplicado nas culturas de feijão, na subparcela. Abelardo Luz – SC, 2015/2016. Fonte: Tese de doutorado Marcos Antonio de Bortoli.

4.2 COLETA DAS VARIÁVEIS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As coletas de clorofila a, b e total (caracteres avaliados), foram efetuadas nos estádios V4, R5, R6 e R7 (Figura 3). Em cada uma das subparcelas (UE) foram marcadas cinco plantas, nas quais foram avaliados o teor de clorofila a, b e total (5 plantas por UE x 48 UES= 240 plantas por estágio fenológico), previamente

selecionadas ao acaso e identificadas quanto à posição na parcela. A medida foi efetuada no folíolo central de uma folha, selecionado ao acaso, em cada um dos terços (inferior, médio e superior), resultando em 720 leituras de clorofila por estágio fenológico (240 plantas x 3 leituras/planta) e 3600 leituras até o final do ciclo da cultura. A medida considerada para análise foi a média das clorofilas a, b e total (a+b) dos terços inferior, médio e superior em cada uma das plantas, totalizando 240 plantas.

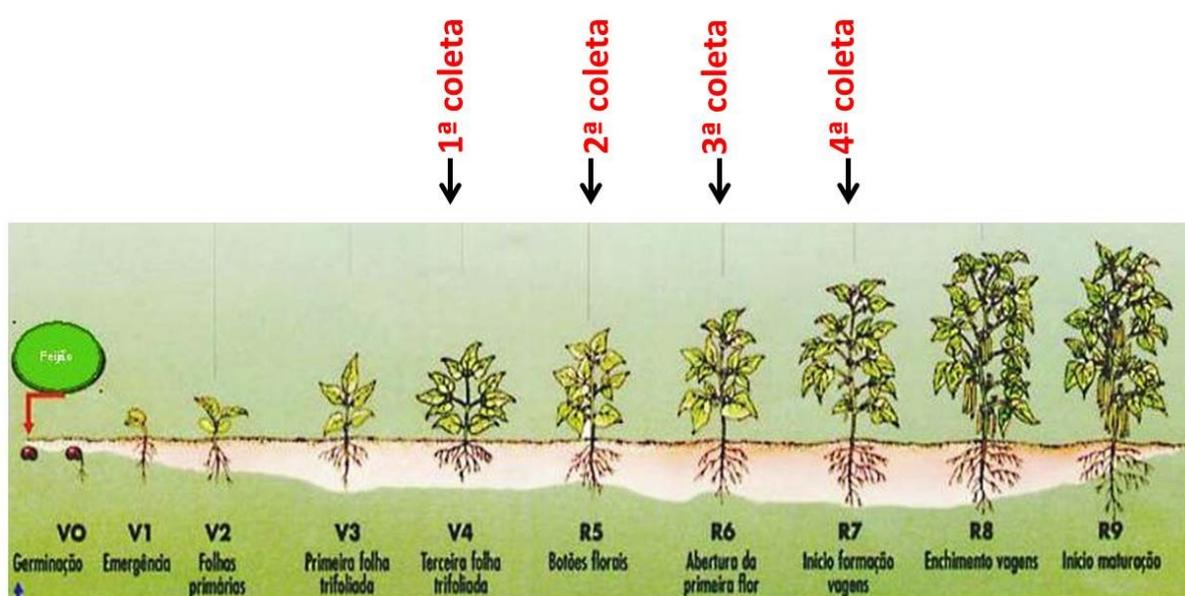


Figura 3 – Estádios fenológicos do feijoeiro. Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgH2kAJ/botanicadofeijoeiro-morfologia>.

Para essas coletas foi utilizado um clorofilômetro (ClorofiLOG® , modelo CFL 1030). O ClorofiLOG (Falker Automação Agrícola, Brasil), utiliza fotodiodos emissores em três comprimentos de onda (FALKER, 2008): dois emitem dentro da banda do vermelho, próximos aos picos de cada tipo de clorofila (=635 e 660nm) e um outro no infravermelho próximo (=880nm). Da mesma forma que o SPAD, um sensor inferior recebe a radiação transmitida através da estrutura foliar. A partir desses dados, o aparelho fornece valores chamados Índice de Clorofila Falker (ICF) proporcionais à absorvância das clorofilas (BARBIERI JÚNIOR et al., 2012).

No momento da colheita do feijão, foram coletados os componentes de rendimento, tais como: altura de planta, altura de inserção da primeira vagem,

número de vagens por planta, número de grãos por vagem, número de grãos por planta, peso de grãos por planta, peso de mil grãos e a produtividade (Kg ha^{-1}).

De posse dos dados de clorofila e dos componentes de rendimento, foram verificados os pressupostos da anova e realizada a análise de variância em esquema trifatorial, $2 \times 2 \times 4$, em parcelas subdivididas, no DBA, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Nos casos em que houve interação bifatorial, dos dois fatores qualitativos, foi realizado o teste de Duncan (alfa= 5%), para comparação das épocas de aplicação de N em cada altura de pastejo. Quando houve interação bifatorial de um dos fatores qualitativos com as doses de N, essa foi avaliada via análise de regressão. Para efeitos dos fatores principais qualitativos foi utilizado o teste F da anova (alfa= 5%), uma vez que, cada fator qualitativo tem apenas dois níveis e, análise de regressão, para o efeito principal de doses de N.

As análises estatísticas foram realizados no programa GENES (CRUZ, 2013).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CLOROFILA A, B E TOTAL (A+B)

Nas tabelas 2 e 4, observa-se que não houve interação significativa entre os fatores altura da pastagem, época de aplicação de N e doses de N, para os teores de clorofila a, b e clorofila total (a+b) em todos os estádios de desenvolvimento, pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. As interações duplas também não foram significativas.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância (GL= graus de liberdade e QM= quadrados médios) de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura da pastagem – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 Kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis da cultura do feijão: clorofila a no estádio V4 (clora-V4), clorofila b no estádio V4 (clorb-V4), clorofila a +b no estádio V4 (clorab-V4), clorofila a no estádio R5 (clora-R5), clorofila b no estádio R5 (clorb-R5) e clorofila a+b no estádio R5 (clorab-R5). Abelardo Luz – SC, 2015-2016.

Fator de variação	GL	Clora-V4	Clorb-V4	Clorab-V4	Clora-R5	Clorb-R5	Clorab-R5
Bloco	2	1,6783 ^{ns}	0,1479 ^{ns}	2,3257 ^{ns}	0,8867 ^{ns}	0,3182 ^{ns}	1,5461 ^{ns}
APast	1	0,1716 ^{ns}	0,2310 ^{ns}	0,8060 ^{ns}	10,0559 ^{ns}	2,2925*	21,9917 ^{ns}
ÉpN	1	0,5874 ^{ns}	0,0094 ^{ns}	0,4485 ^{ns}	0,0698 ^{ns}	0,9158 ^{ns}	1,5017 ^{ns}
APastxÉpN	1	0,0003 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	4,6813 ^{ns}	0,8086 ^{ns}	1,6024 ^{ns}
Erro A	6	0,4638 ^{ns}	0,9767 ^{ns}	2,4274 ^{ns}	6,5495 ^{ns}	0,1848 ^{ns}	4,8333 ^{ns}
DosN	3	39,6696*	20,9278*	118,2489*	54,8662*	22,8642*	147,9470*
APastxDosN	3	0,5275 ^{ns}	0,8540 ^{ns}	2,7235 ^{ns}	6,5340 ^{ns}	2,7346 ^{ns}	16,6720 ^{ns}
ÉpNxDosN	3	0,4419 ^{ns}	0,2645 ^{ns}	1,3854 ^{ns}	2,5834 ^{ns}	1,4272 ^{ns}	6,2308 ^{ns}
APastxÉpNxDosN	3	1,8045 ^{ns}	0,6880 ^{ns}	4,4913 ^{ns}	0,7591 ^{ns}	0,2756 ^{ns}	1,936 ^{ns}
Erro B	24	0,6963	0,4239	1,9278	2,9236	0,8837	6,1502
Média geral	-	38,47	10,82	49,29	36,57	10,07	46,64
CV PP (%)	-	1,77	9,14	3,16	7,00	4,27	4,71
CV SP (%)	-	2,17	6,02	2,82	4,68	9,33	5,32

* Significativo, pelo teste F da anova, em nível de 5% de probabilidade de erro. ns Não significativo, pelo teste F da anova, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Em relação aos efeitos principais dos fatores, houve efeito significativo de doses de N para todas as variáveis (Tabela 2). Para a variável clorofila no estádio R5, houve diferença significativa entre as alturas da pastagem (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias de clorofila b no estágio R5 (ICF) em condição de alta e baixa altura de pastagem Abelardo Luz, SC, 2015/2016.

Altura da pastagem	Clorofila b em R5 (ICF)
Alta altura (30 cm)	10,2896 a
Baixa altura (15 cm)	9,8525 b

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si, pelo teste F em nível de 5% de probabilidade de erro

A maior média de clorofila b em R5 foi encontrada no manejo que mantém alta a altura da pastagem, em torno de 30 cm. Esse manejo possibilita maior quantidade de massa seca residual no solo, Deon, Lopes e Signor (2013), verificaram em pereira irrigada que a adubação nitrogenada alterou de forma mais significativa os níveis de clorofila b em relação a clorofila a. Dessa forma, conclui-se que o efeito do N residual na massa seca da pastagem contribuiu para o aumento dos níveis de clorofila b em R5.

A cultura sucessora à pastagem de inverno e antecessora ao feijoeiro (safrinha) foi o milho para silagem de plantas inteiras (safra de verão), o qual causou o afrouxamento do solo por conta das suas raízes e assim, maior liberação de nutrientes para o feijoeiro. Ainda, a retirada da palhada de milho da área, acentuou a diferença entre as alturas de pastejo no teor da clorofila b em R5, pois o resíduo da cultura de inverno refletiu em melhor estabelecimento da cultura do feijão em alta altura de pastagem e a máxima expansão foliar, refletindo em maior sombreamento em R5. Dos Santos et al. (2011), verificaram os teores de clorofila a e b em feijão-caupi, em relação à luminosidade e constataram que a maior média de clorofila b foi encontrada em ambiente com 50% de luminosidade em comparação a um ambiente em pleno sol.

Houve interação significativa entre alturas de pastejo e doses de N para o teor de clorofila b no estágio R6 (Tabela 4).

Para todas as clorofilas analisadas (Tabelas 2 e 4), houve efeito significativo de doses de nitrogênio.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura da pastagem – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 Kg N.ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis da cultura do feijão: clorofila a no estádio R6 (clora-R6), clorofila b no estádio R6 (clorb-R6), clorofila a+b no estádio R6 (clorab-R6, clorofila a no estádio R7 (clora-R7), clorofila b no estádio R7 (clorb-R7) e clorofila a+b no estádio R7 (clorab-R7). Abelardo Luz – SC, 2015/2016.

Fator de variação	GL	Clora-R6	Clorb-R6	Clorab-R6	Clora-R7	Clorb-R7	Clorab-R7
Bloco	2	0,0000 ^{ns}	0,2220 ^{ns}	1,0869 ^{ns}	7151,6892 ^{ns}	1,6693 ^{ns}	4,7038 ^{ns}
APast	1	0,0002 ^{ns}	1,9040 ^{ns}	7,3242 ^{ns}	886,9181 ^{ns}	0,0180 ^{ns}	0,3153 ^{ns}
ÉpN	1	0,0000 ^{ns}	1,1970 ^{ns}	2,5438 ^{ns}	5,7478 ^{ns}	0,2868 ^{ns}	0,1764 ^{ns}
APastxÉpN	1	0,0009 ^{ns}	3,7969 ^{ns}	20,5016 ^{ns}	36022,7813 ^{ns}	3,1776 ^{ns}	19,4184 ^{ns}
Fator de variação	GL	Clora-R6	Clorb-R6	Clorab-R6	Clora-R7	Clorb-R7	Clorab-R7
Erro A	6	0,0003 ^{ns}	1,3683 ^{ns}	4,3210 ^{ns}	35990,2281 ^{ns}	1,7043 ^{ns}	14,4244 ^{ns}
DosN	3	0,0015*	10,6802*	44,6638*	137268,1397*	8,5456*	61,4857*
APastxDosN	3	0,0005 ^{ns}	2,2795*	10,9520 ^{ns}	32069,4239 ^{ns}	3,3208 ^{ns}	17,9012 ^{ns}
ÉpNxDosN	3	0,0003 ^{ns}	1,6292 ^{ns}	3,3456 ^{ns}	4427,8282 ^{ns}	0,4395 ^{ns}	2,1508 ^{ns}
APastxÉpNxDosN	3	0,0008 ^{ns}	1,6881 ^{ns}	11,536 ^{ns}	2101,0598 ^{ns}	0,4925 ^{ns}	1,0478 ^{ns}
Erro B	24	0,0005	0,7019	6,2093	12861,8044	1,1315	6,3716
Média geral	-	38,79	11,62	50,41	37,5	10,75	48,25
CV PP (%)	-	1,05	10,07	4,12	13,45	12,14	7,87
CV SP (%)	-	1,34	7,21	4,94	8,04	9,89	5,23

* Significativo, pelo teste F da anova, em nível de 5% de probabilidade de erro. ns Não significativo, pelo teste F da anova, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Observou-se comportamento quadrático para clorofila a, b e total (a+b) nos estádios V4 e R5 em relação as doses de N (Figuras 4a, 4b, 4c, 4d, 5a e 5b). Para clorofila a em estádio V4 (Figura 4a), a dose de máxima eficiência técnica foi de 119,33 kg de N ha⁻¹ e ICF de 40,14 e no estádio R5, 106,63 kg de N ha⁻¹ e ICF de 38,12 (Figura 4 d). Para clorofila b em estádio V4 (4b), de 127 kg de N.ha⁻¹ e ICF de 12,16 e no estádio R5 de 131,25 kg de N ha⁻¹ e ICF de 11,56 (Figura 5a). Para clorofila total (a+b), em V4 de 122,40 kg de N ha⁻¹ e ICF de 52,29 (Figura 4c) e em R5 de 114,83 kg de N ha⁻¹ e ICF de 49,60 (Figura 5b). Todas essas equações apresentaram um R² ajustado acima de 85%, demonstrando que mais de 85% dos resultados foram explicados pelas doses de N.

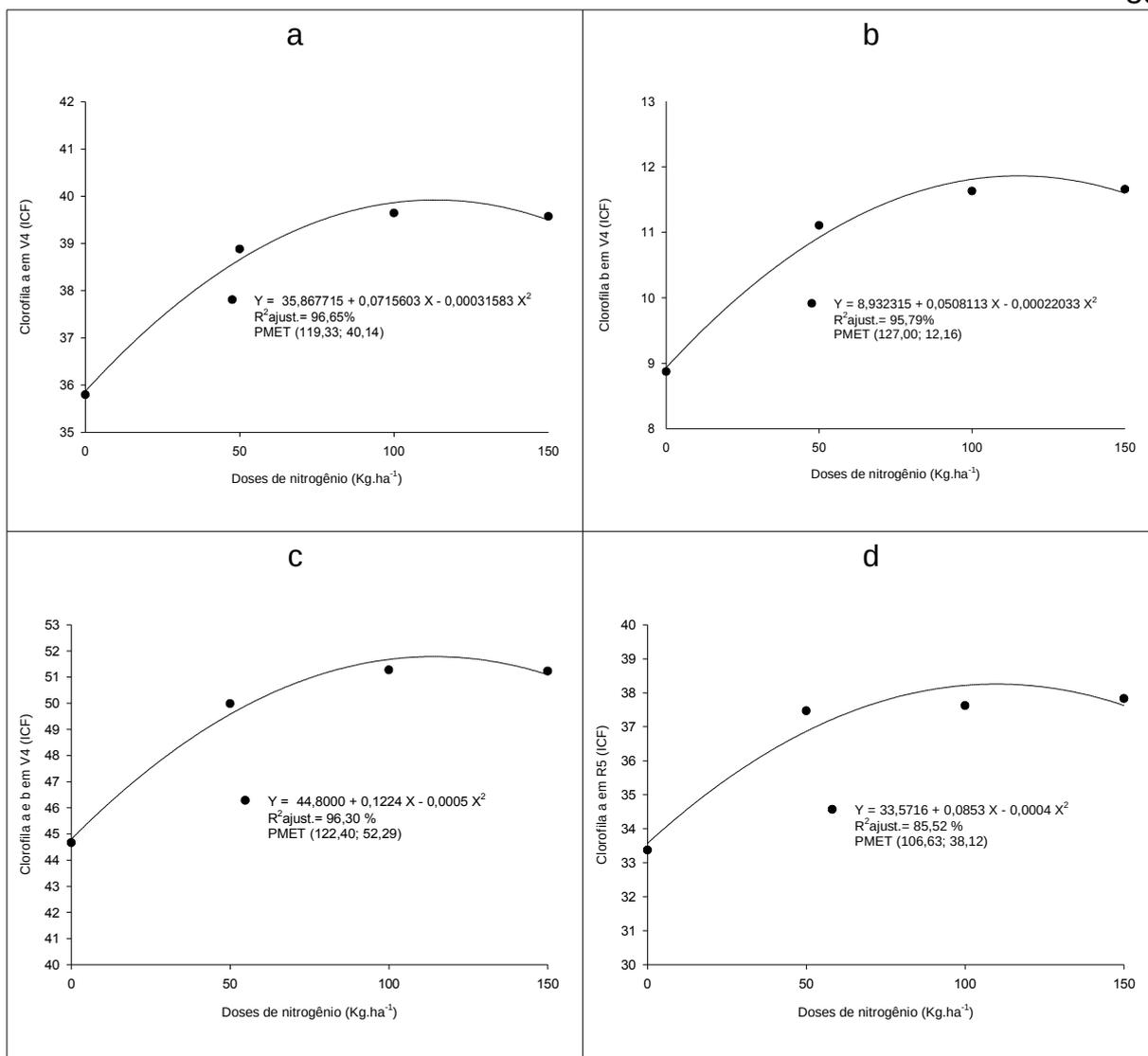


Figura 4 – Clorofila a no estágio V4 (a), clorofila b no estágio V4 (b), clorofila a+b no estágio V4 (c) e clorofila a no estágio R5 (d), em função de doses de nitrogênio, para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.

Observa-se que valores maiores de N são requeridos para aumentar os teores de clorofila b em relação a clorofila a (Figura 4, 5 e 6), Nascimento et al. (2012), analisaram diferentes fontes de N orgânicos e inoculadas com rizóbios em feijão caupi sobre os teores de clorofila a, b e relação a/b e constataram que a clorofila a é alterada em relação a diferentes fontes, enquanto que a clorofila b e a relação a/b não mostrou diferença significativa, demonstrando que a clorofila b é mais estável do que a clorofila a em relação ao nitrogênio, necessitando de maiores doses para uma diferença significativa em seu valor. Observa-se comportamento

linear positivo para a clorofila a (Figuras 5c=R6; 6a=R7) e clorofila b no estágio R7 (Figura 6.b=R7), e clorofila total (a+b) em estágio R6 e R7 (Figuras 5d = R6; 6c= R7) em relação as doses de nitrogênio. Todas essas equações apresentaram um R² ajustado acima de 75%, demonstrando que mais de 75% dos resultados eram explicados pelas doses de N.

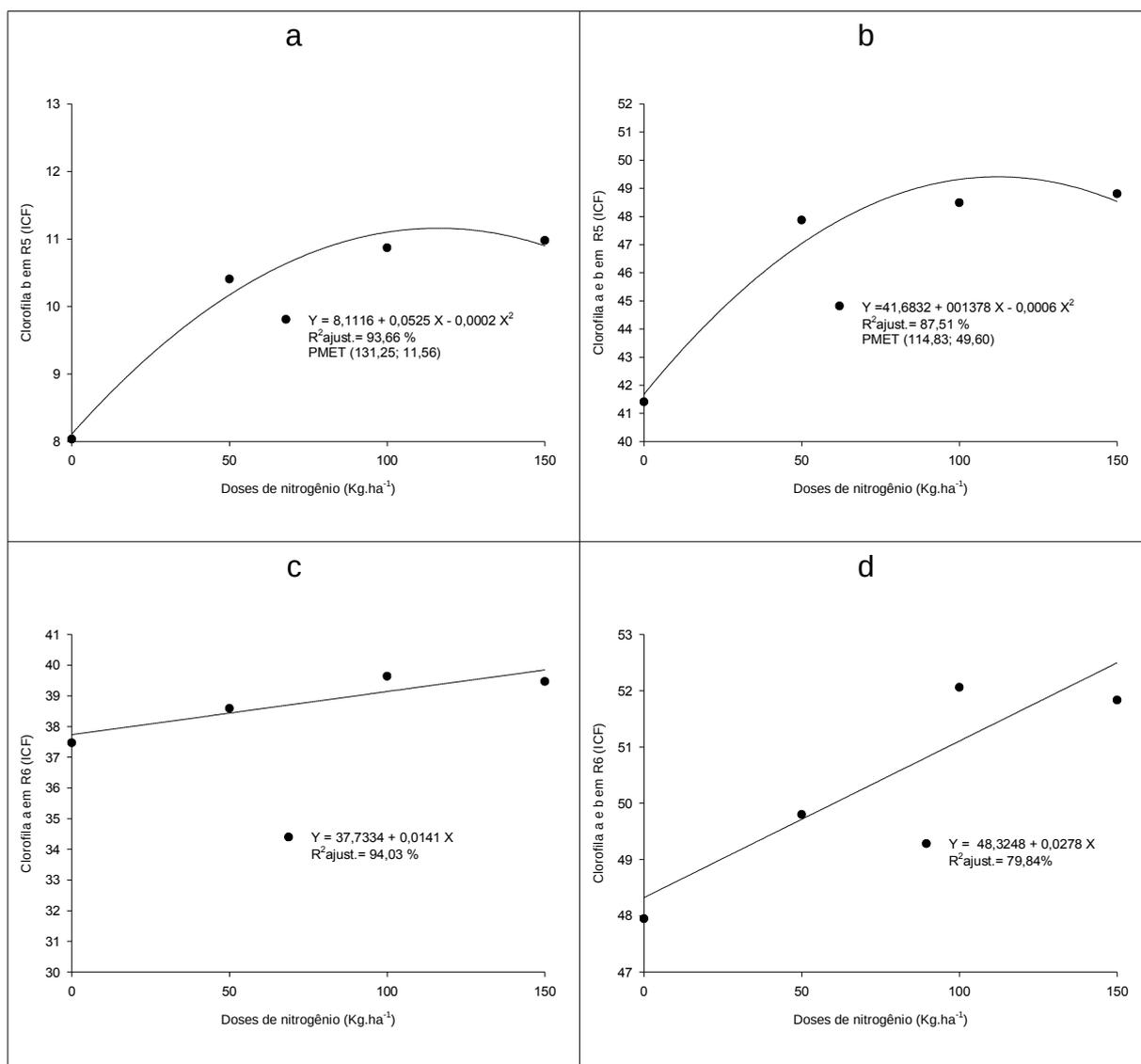


Figura 5 – Clorofila b no estágio R5 (a), clorofila a+b no estágio R5 (b), clorofila a no estágio R6 (c) e clorofila b no estágio R6 (d), em função de doses de nitrogênio, para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.

Na média de cada um dos estádios, o conteúdo de clorofila a e b aumentou com a idade das plantas, conforme dados de Silveira, Braz e Didonet (2003), que observaram valores crescentes de clorofila em plantas de feijão até 50

DAE em todas as doses testadas (0, 30, 60 e 120 kg de N ha⁻¹). Isso demonstra que a partir do estágio R6 ocorre mudança de comportamento em relação as doses de N, que podem ser atribuídas a realocação de assimilados, bem como nutrientes, perfazendo a maior necessidade de N para R7 síntese de clorofila. Além disso, doses de N crescentes tendem a aumentar os níveis de ambas as clorofilas, pois esse nutriente é necessário para a síntese da molécula precursora da clorofila, as protoclorofilas.

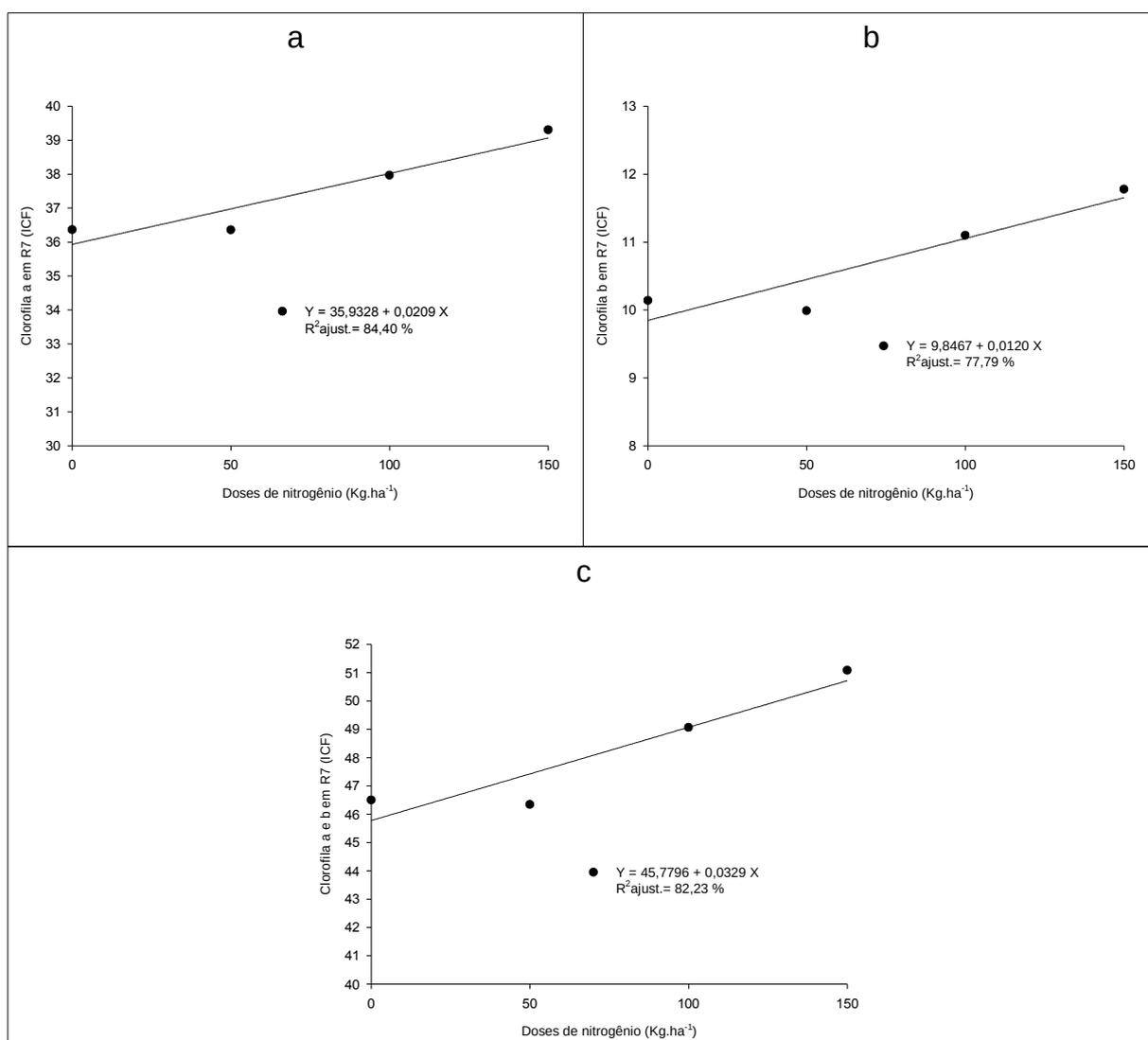


Figura 6 – Clorofila a no estágio R7 (a), clorofila b no estágio R7 (b), clorofila a e b no estágio R7 (c) em função de doses de N; para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.

Para clorofila b em R6 houve interação entre altura da pastagem e doses de nitrogênio (Tabela 4).

Observou-se comportamento linear para as duas alturas da pastagem na variável clorofila b em R6 em função de doses de N (Figura 7). Para a alta altura observou-se um R^2 ajustado de 35,67%, que é um valor muito baixo para estimar com precisão esse resultado, e para baixa altura da pastagem um R^2 ajustado de 83,59%. Para alta altura de pastagem, observa-se que nas doses menores obteve-se uma resposta mais rápida nos teores de clorofila b em relação a baixa altura da pastagem. Porém, na dose de 150 kg de N ha^{-1} , ambos os manejos se equivalem.

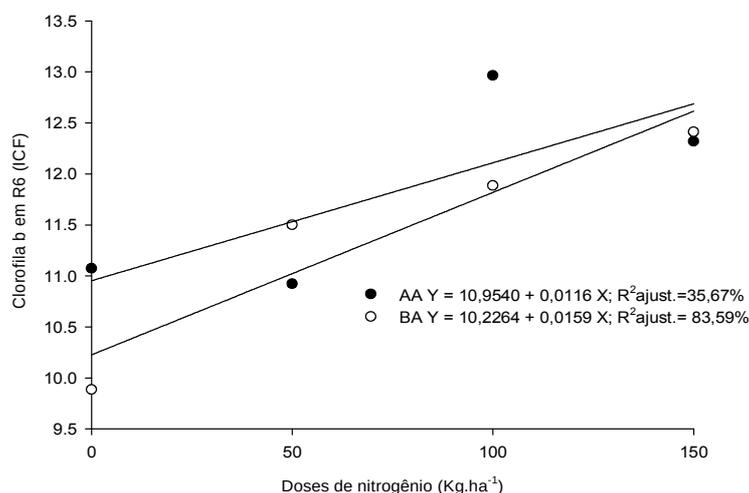


Figura 7 – Clorofila b em R6, para as culturas de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha^{-1}), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.

5.2 COMPONENTES DE RENDIMENTO

Não houve interação trifatorial significativa ($\alpha= 5\%$) (altura da pastagem x época de aplicação de N x doses de N) para nenhum dos componentes de rendimento (Tabela 5), sendo eles: altura de planta em cm (AP), altura de inserção da primeira vagem em cm (APV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta em g. (PGP). O erro A foi apenas significativo para NGV, demonstrando que se tivesse sido escolhida a opção de subparcelas para reduzir o erro experimental, apenas com essa variável teria sido alcançado o objetivo. Porém, nesse experimento, não foi por esse motivo a inclusão de subparcelas.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância (GL= graus de liberdade e QM= quadrados médios) de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator A= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator C= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator D= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 Kg N.ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis da cultura do feijão: altura de planta (AP), altura de inserção da primeira vagem (APV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP). Abelardo Luz – SC, 2015/2016.

Fator de variação	GL	AP	APV	NVP	NGV	NGP	PGP
Bloco	2	312,4602 ^{ns}	0,4407 ^{ns}	1,2033 ^{ns}	1,044 ^{ns}	194,1688 ^{ns}	3,8791 ^{ns}
APast	1	1,7063 ^{ns}	4,4408 ^{ns}	0,8802 ^{ns}	0,3451 ^{ns}	2,4980 ^{ns}	0,7033 ^{ns}
ÉpN	1	19,6992 ^{ns}	4,2602 ^{ns}	0,0919 ^{ns}	0,3218 ^{ns}	50,7380 ^{ns}	0,6510 ^{ns}
APastxÉpN	1	46,5117 ^{ns}	1,2675 ^{ns}	33,6675*	0,0567 ^{ns}	1016,1401*	95,9654*
Erro A	6	77,3969 ^{ns}	14,5585 ^{ns}	4,529 ^{ns}	0,5765*	60,6699 ^{ns}	1,5578 ^{ns}
DosN	3	255,6662*	28,5151*	34,8075*	0,3258*	472,9103*	37,7604*
APastxDosN	3	95,4055 ^{ns}	5,7210 ^{ns}	14,4213 ^{ns}	0,3786*	222,1746 ^{ns}	7,9565 ^{ns}
ÉpNxDosN	3	15,7189 ^{ns}	4,5378 ^{ns}	0,4241 ^{ns}	0,0291 ^{ns}	36,8035 ^{ns}	2,2567 ^{ns}
APastxÉpNxDosN	3	35,7489 ^{ns}	0,8699 ^{ns}	2,0719 ^{ns}	0,2449 ^{ns}	49,7628 ^{ns}	9,4529 ^{ns}
Erro B	24	72,1700	8,1066	10,7421	0,1017	166,1991	10,2144
Média geral	-	70,60	8,94	12,38	3,98	49,66	12,93
CV PP (%)	-	29,93	27,48	9,30	19,07	15,69	15,93
CV SP (%)	-	26,07	22,01	13,34	8,01	25,96	27,29

* Significativo, pelo teste F da anova, em nível de 5% de probabilidade de erro. ns Não significativo, pelo teste F da anova, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Houve interação significativa ($\alpha= 5\%$) entre altura da pastagem e época de aplicação de N, para as variáveis resposta número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP) (Tabela 5).

Todas as variáveis apresentaram efeito significativo de doses de N (Tabela 5).

Na tabela 6, observa-se que a maior média de número de vagens por planta, no manejo de alta altura da pastagem foi obtido quando o N foi aplicado na pastagem, porém não diferiu estatisticamente (Duncan, $\alpha= 5\%$) do manejo de aplicação de N na cultura de grãos. No manejo de baixa altura da pastagem, também não se observou diferença significativa entre as épocas de aplicação de N, embora a média de número de vagens por planta tenha sido superior no manejo de aplicação de N na cultura de grãos.

Tabela 6 – Médias das épocas de aplicação de nitrogênio “dentro” de altura da pastagem para as variáveis número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e peso de grãos por planta (PGP). Abelardo Luz – SC, 2015/2016.

Épocas de N	Alturas da pastagem					
	NVP		NGP		PGP (g.)	
	AA	BA	AA	BA	AA	BA
NP	13,3958a	11,4500a	55,0583a	46,3125a	14,3517a	11,2817b
NG	11,6333a	13,0375a	43,8000b	53,4583a	11,7567b	14,3425a

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si, em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan

A maior média de número de grãos por planta, no manejo de alta altura da pastagem foi obtido quando o N foi aplicado na pastagem e não na cultura de grãos, diferindo estatisticamente a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Duncan. No manejo de baixa altura da pastagem, maior média de número de grãos por planta foi observada quando o N foi aplicado na cultura de grãos, porém não diferiu estatisticamente de quando se aplicou na pastagem (Tabela 6).

Para peso de grãos por planta, no manejo de alta altura da pastagem, maior média foi obtida quando o N foi aplicado na pastagem, diferindo estatisticamente do manejo onde o N foi aplicado no grão (Tabela 6). Para baixa altura da pastagem, observou-se comportamento inverso, demonstrando que o N aplicado na cultura de grãos refletiu em um maior peso de grãos por planta, diferindo também estatisticamente.

Dessa forma, conclui-se que no manejo com baixa altura da pastagem, obtém-se maior peso de grãos por vagem, quando o N é aplicado na cultura de grãos. Porém, quando se mantém o piquete com maior quantidade de massa de

ferragem, ou seja, maior altura da pastagem, o N pode ser aplicado na pastagem, no inverno, para essa variável e para número de grãos por planta. Além disso, devido ao fato da cultura antecessora ao feijoeiro ter sido milho para silagem de plantas inteiras, a palhada foi praticamente toda removida da área, retirando consigo o N aplicado, o que, na baixa altura de pastejo influenciou de forma negativa o reaproveitamento do N pelo feijoeiro safrinha. Portanto, esse resultado, evidencia o efeito do manejo da pastagem no inverno sobre a disponibilidade de N do cultivo safrinha

Tal resultado corrobora com os apresentados por Assmann et al. (2003), que para a variável produtividade de milho, com aplicação de 300 kg de N ha⁻¹ no inverno, não observaram resposta à adição de N no milho, demonstrando que o N aplicado no inverno estava disponível para a cultura posterior. Nesse mesmo trabalho, os autores apresentam dados que confirmam que quando o N não é adicionado, ou em pequenas quantidades no verão, são necessários grandes quantidades de resíduos vegetais no inverno para conseguir alcançar altas produtividades no verão. Isso explica os valores maiores dos componentes de rendimento de feijoeiro observados no tratamento de baixa altura da pastagem com a aplicação de N na cultura de grãos.

Para a altura de planta observou-se efeito significativo apenas de doses de N, obtendo-se resposta quadrática em função das doses e maior altura de planta com 90,23 kg N ha⁻¹ (Figura 8). Com um R² ajustado de 95,95%, demonstrando que mais de 95% da altura da planta foi explicada pelas doses de N.

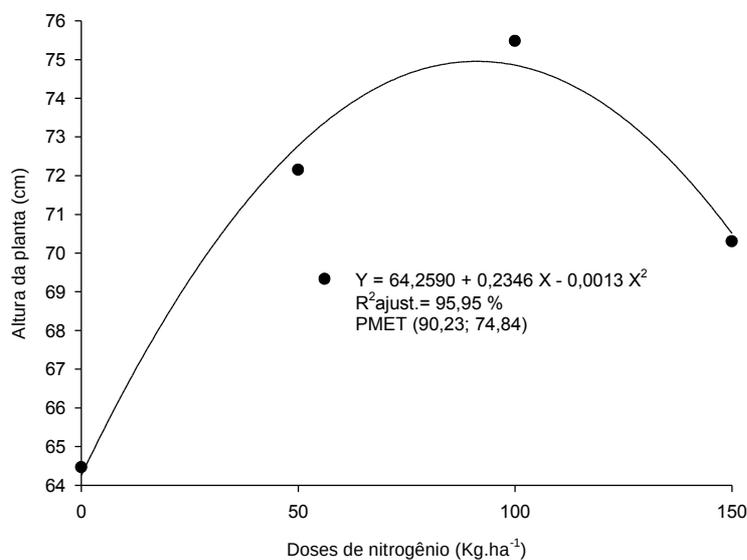


Figura 8 – Altura de planta (cm) em função de doses de N, para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator Apast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.

No campo, observou-se plantas acamadas, conforme figura 9, demonstrando que a adubação nitrogenada deve ser bem precisa em relação a doses, pois em excesso pode causar prejuízos, uma vez que, a planta vegeta mais que o necessário, levando ao acamamento. Loiola (2015), indica que para a cultivar utilizada nesse trabalho, IAC Milênio, a adubação não deve passar de 90 Kg ha⁻¹ de N, sendo assim, corrobora com os dados relatados.



Figura 9 – Planta de feijão acamada. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.

Os componentes de rendimento: APV, NVP, NGV, e NGP apresentaram relação linear com as doses de nitrogênio, necessitando de um ajuste de doses para se obter um ponto de máxima eficiência técnica, porém não é o indicado, pois ocorreria acamamento da planta.

A APV (Figura 10 a) apresentou comportamento linear negativo em função das doses de nitrogênio, demonstrando que conforme se aumentam as doses, ocorre redução da altura de inserção da primeira vagem, corroborando com resultados de Junior, de Sá e Muraishi (2008), que compararam duas doses de N (40 e 80 Kg de N ha⁻¹) em dois anos. Em ambos, as alturas de inserção da primeira vagem foram menores com a maior dose de N. De Sousa *et al* (2012) não observou diferença dessa característica em ambiente de alto e baixo nível de N (120 Kg de sulfato de amônio ha⁻¹ e 0 Kg de N ha⁻¹). O R² ajustado foi de 96,10%, demonstrando que 96,10% dessa variável foi explicada pelas doses de N.

Em relação a NVP (Figura 10 b) observou-se comportamento linear positivo, demonstrando que quanto mais adicionar N, maior será o número de vagens por planta, sabemos que isso tem um limite genético, porém, com as doses estabelecidas não foi possível observar esse limite. Teixeira *et al.* (2000) observou o

mesmo comportamento em relação as doses de N em feijoeiro. O R^2 ajustado para essa variável foi de 71,02%.

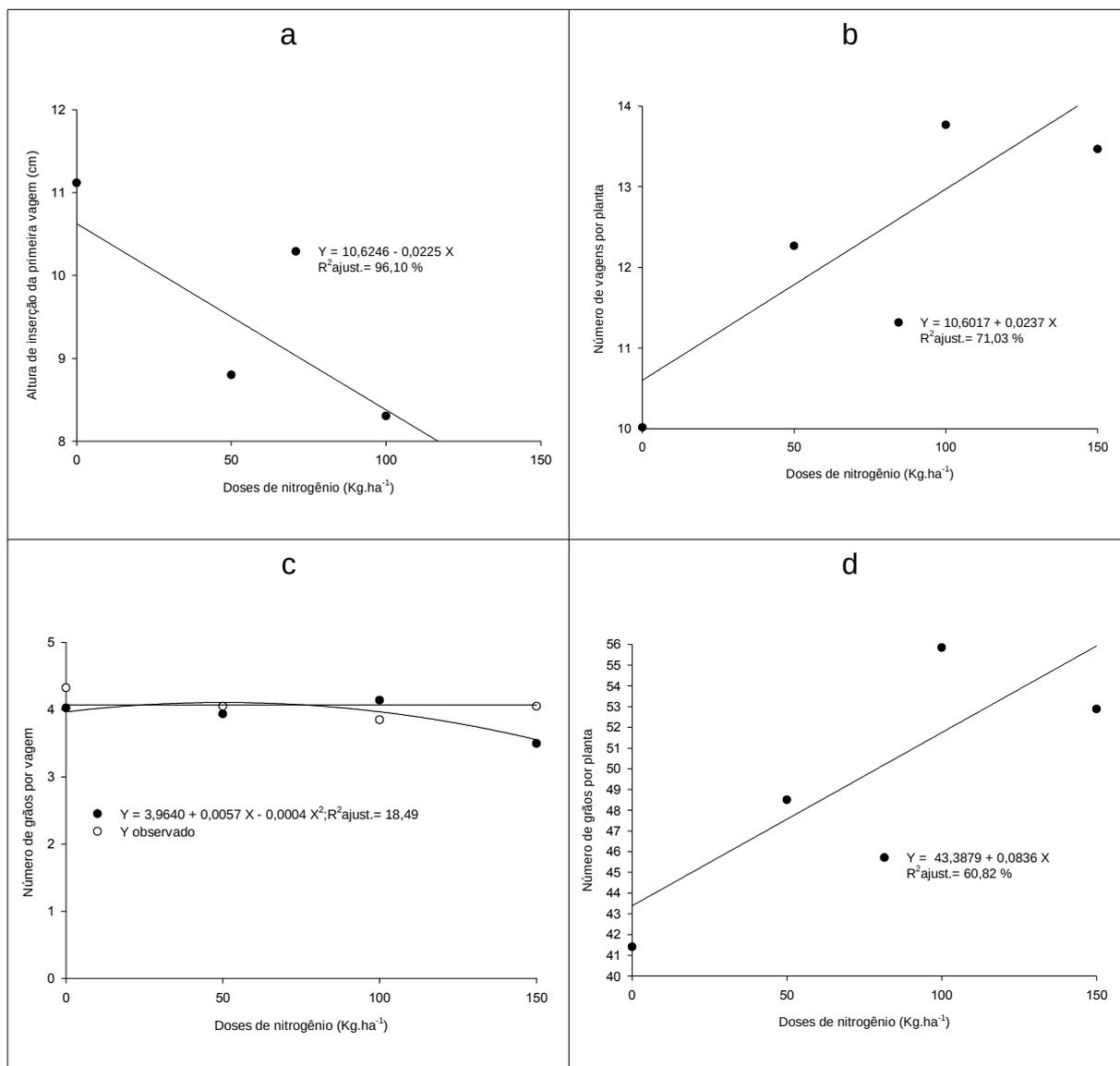


Figura 10 – Altura de inserção da primeira vagem, APV (a), número de vagens por planta, NVP (b), número de grãos por vagem, NGV (c) e número de grãos por planta, NGP(d) em função de doses de nitrogênio para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016. -

O NGV (Figura 10c) foi explicado pela interação entre altura da pastagem e doses de nitrogênio, ajustando um modelo quadrático para a alta altura de pastagem, com leve declínio em relação a doses de N, porém a equação explica apenas 18,49% da variabilidade de NGV via doses de N, indicando que essa

variável é pouco influenciada pelo ambiente, corroborando com resultados de Soratto *et al* (2003), que analisou sistemas de preparo de solo, manejo de água e parcelamento de N e não obteve diferença significativa para NGV.

Houve resposta linear positiva do NGP (Figura 10 d) às doses de N, devido ao maior crescimento vegetativo e ramificação da planta, como também maior número de nós que originaram maior número de vagens. O R^2 ajustado para essa variável foi de 60,82%.

O PGP (Figura 11) apresentou comportamento quadrático em função das doses de N, obtendo-se valor máximo na dose de 109,17 kg ha⁻¹ de N e ICF de PGP de 14,01 g. Em doses superiores a planta apresentou um desbalanço nas relações fonte/dreno, ocupando o N para vegetar em vez de encher grãos. Além do fator acamamento já citado anteriormente. Uma vez que 98,91% desse resultado foi devido as doses de N, pelo R^2 ajustado.

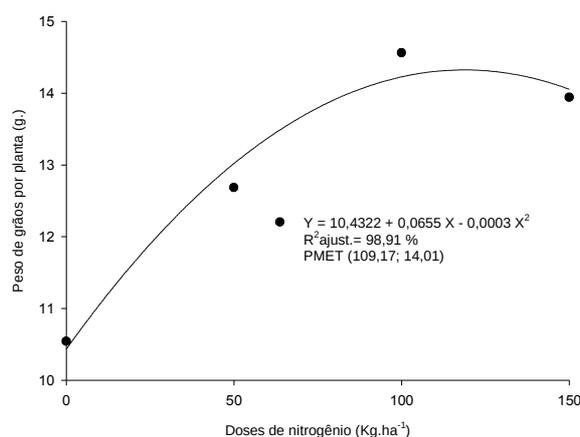


Figura 11 – Peso de grãos por planta (g) em função de doses de N, para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APastejo= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.

Na tabela 7, observou-se pela análise de variância que não houve interação significativa entre os fatores altura da pastagem, época de aplicação de N e doses de N, em relação aos valores de peso de mil grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹). Dessa forma, analisou-se as variáveis separadamente conforme a significância dos fatores individuais.

Tabela 7 – Graus de liberdade e quadrados médios da análise de variância de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 Kg de N.ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições, para as variáveis da cultura do feijão: peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD). Abelardo Luz – SC, 2015/2016.

Fator de variação	GL	PMG	PROD
Bloco	2	739,2663 ^{ns}	146610,4657 ^{ns}
APast	1	563,8238 ^{ns}	0,4059 ^{ns}
ÉpN	1	3640,6059 ^{ns}	162362,5700 ^{ns}
APastxÉpN	1	618,5570 ^{ns}	350774,8004 ^{ns}
Erro A	6	9503,1737 ^{ns}	1598543,3411 ^{ns}
DosN	3	162,7775 ^{ns}	808446,1376*
APastxDosN	3	1596,8663 ^{ns}	77629,8927 ^{ns}
ÉpNxDosN	3	902,4072 ^{ns}	181082,3833 ^{ns}
APastxÉpNxDosN	3	916,3548 ^{ns}	312842,1083 ^{ns}
Erro B	24	26771,2986	2833151,4422
Média geral	-	263,04	1839,913
CV PP (%)	-	15,13	28,05
CV SP (%)	-	12,70	18,67

* Significativo, pelo teste F da anova, em nível de 5% de probabilidade de erro. ns Não significativo, pelo teste F da anova, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Para a variável PROD, houve efeito significativas das doses de nitrogênio, na figura 12.

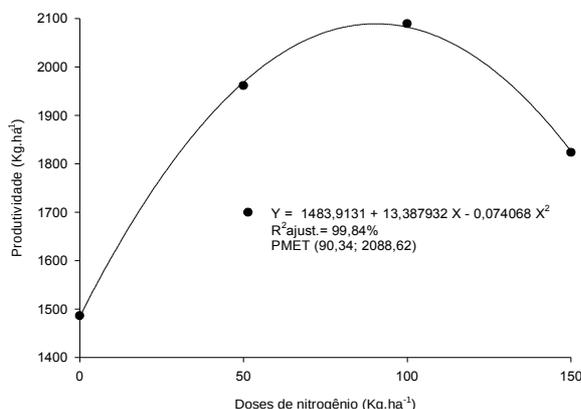


Figura 12 – Produtividade (Kg.ha⁻¹) para a cultura de feijão de um experimento trifatorial 2 x 2 x 4, em parcelas subdivididas (Fator APast= Altura de pastejo – Alta e baixa; Fator ÉpN= época de aplicação de nitrogênio – N no grão e N na pastagem; e, Fator DosN= doses de nitrogênio – 0, 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹), no delineamento blocos ao acaso, com três repetições. Abelardo Luz – SC, 2015/2016.

Observa-se que as doses de N influenciaram no comportamento da variável produtividade (kg ha⁻¹). Foi ajustado um modelo quadrático, com ponto de máxima eficiência técnica na dose de 90,34 Kg de N ha⁻¹ para 2088,62 kg ha⁻¹ de produção, após isso houve queda de produtividade. Em 18 experimentos realizados

no estado de São Paulo, a cultivar IAC Milênio obteve produtividade média de 2058 kg ha⁻¹ na semeadura da seca (safrinha) (GOMES, 2016). Conforme já comentado anteriormente, a dose indicada para essa cultivar é de no máximo 90 kg de N ha⁻¹, após, ocorre acamamento de plantas, resultando em queda de produtividade. O R² ajustado para essa variável foi de 99,84 %.

Para a variável PMG, não houve efeito significativo de nenhum dos fatores, o que discordados resultados reportados por Sousa *et al* (2012), que testaram 21 cultivares e 4 linhagens em relação a adubação nitrogenada e 15 delas responderam positivamente com o incremento de massa de grãos. Demonstrando que possa ser também um fator pouco influenciado pelo ambiente.

6 CONCLUSÕES

O comportamento das clorofilas a, b e total (a+b) e dos componentes de rendimento da cultura do feijão não é modificado pelas combinações entre altura de pastejo x épocas de aplicação de nitrogênio e doses de nitrogênio, exceto para as variáveis clorb-R6, NGV e NVP, quando houve uma safra de silagem entre meio a cultura de inverno e a segunda safra de verão, em estudo.

Doses crescentes de nitrogênio (0 – 150 kg N ha⁻¹) influenciam nos teores de clorofila a, b e total (a+b), componentes de rendimento e produtividade. Sendo a dose máxima indicada de 90 kg de N ha⁻¹.

Os teores de clorofila aumentam conforme os estádios de desenvolvimento avançam até a ocorrência da senescência foliar

Para as variáveis NVP, NGP e PGP, quando se utiliza o manejo que preconiza alta altura da pastagem, o N deve ser aplicado no inverno. E em manejo de baixa altura da pastagem, com a primeira safra destinada a silagem de plantas inteiras, devido a retirada de quase todo o material vegetal na área, preconiza-se a aplicação do N na cultura de grãos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados desse trabalho, podemos verificar que no manejo de integração lavoura pecuária, considerando altura da pastagem e época de aplicação de N, houve pouca interferência nas variáveis produtivas do feijoeiro, porém, doses de N influenciam em seu comportamento.

Necessita-se de mais estudos na área, que auxiliem na comprovação de resultados em ambiente de integração lavoura pecuária, utilizando doses crescentes de N.

O manejo de N deve ser feito de forma consciente, pois pode afetar de forma negativa a produtividade do feijoeiro, devido a efeitos fisiológicos da planta.

O nitrogênio pode ser aplicado no inverno, quando se mantém alta altura da pastagem. Porém, em baixa altura da pastagem, não é indicado, quando se faz silagem de plantas inteiras na primeira safra, esperando-se residual desse nutriente na segunda safra.

REFERÊNCIAS

- ANDA. **Estatísticas indicadores**. Disponível em: <<http://anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00>>. Acesso em: 09 nov. 2016.
- ASSMANN, T. S. *et al* . Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa , v. 27, n. 4, p. 675-683, ago. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832003000400012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 abr. 2016.
- ASSMANN, A. L.; SOARES, A. B.; ASSMANN, T. S.. Desenvolvimento sustentável e integração lavoura-pecuária. In: **Integração lavoura-pecuária para a agricultura familiar**. Londrina: IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná, 2008 p. 7-11.
- ASSMANN, A. L.; PIN, E. A. Manejo de biomassa. In: **Integração lavoura-pecuária para a agricultura familiar**. Londrina: IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. 2008 p. 11-14.
- BARBIERI JUNIOR, et al. Um novo clorofilômetro para estimar os teores de clorofila em folhas do capim Tifton 85. **Ciência Rural**, v.42, n.12, p. 2242-2245, 2012.
- BINOTTI, F. F. S. et al. Fontes, doses e modo de aplicação de nitrogênio em feijoeiro no sistema plantio direto. **Bragantia**, p. 473-481, 2009.
- BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa: Ed UFV, 2015 p. 9-15.
- BRITO, M. de M. P.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C.. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio, fertilizante nitrogenado e nitrogênio do solo no desenvolvimento de feijão e caupi. **Bragantia**, Campinas , v. 70, n. 1, p. 206-215, 2011 . Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052011000100027&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 abr. 2016.
- CENSO AGROPECUÁRIO. **Séries históricas e estatísticas**. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1>. Acesso em: 09 nov. 2016.
- CRUZ, C.D. GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013
- DEON, M. D.; LOPES, P. R. C.; SIGNOR, D.. **Efeito de doses de nitrogênio sobre os teores de clorofila e nitrogênio foliar na pereira, cv. Princesinha, cultivada no Vale do São Francisco**. I Reunião Nordestina de Ciência do Solo. 22-26 set de 2013, CCA/UFPB-Areia/PB.

DE SOUSA, S. A. *et al.* Efeito do nitrogênio em genótipos de feijão cultivados em várzea úmida irrigada do Estado do Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 2, 2012.

DOS SANTOS, E. R. *et al.* Crescimento e teores de pigmentos foliares em feijão-caupi cultivado sob dois ambientes de luminosidade. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 14-19, 2011.

FALKER, A. a. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030)**. Porto Alegre, 2008. 33p. Disponível em: <http://www.falker.com.br/produto_download.php?id=4>. Acesso em: 20 abr. 2016.

FANCELLI, A. L.. Calagem, gessagem, nutrição e adubação do feijoeiro comum. In: **Feijão: tópicos de nutrição e adubação**. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2010 p. 103-136.

FLOSS, E. L.. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 5 ed. Passo Fundo: Ed Universidade de Passo Fundo, 2011.

GITTI, D. C.. *et al.* **Aplicação de paclobutrazol e doses de nitrogênio em feijão de inverno cultivado em sistema plantio direto**. CEP, v. 85960, p. 000, 2012.

GOMES, C. **IAC apresenta novas variedades de feijão e milho na Agrishow 2016**. Disponível em: <http://www.apta.agricultura.sp.gov.br/noticia_aptaphp?id=4865>. Acesso em: 06 dez. 2016.

HAIM, P. G. *et al.* Diagnose nutricional de nitrogênio em folhas de feijoeiro pela análise digital de imagens. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1546-1549, Out. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2012001000019&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 abr. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE: Estatística da produção agrícola**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201604.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2016.

JUNIOR, F. G. G.; DE SÁ, M. E.; MURASHI, C. T.. Adubação nitrogenada no feijoeiro em sistema de semeadura direta e preparo convencional do solo-DOI: 10.4025/actasciagron. v30i5. 5967. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 5, p. 673-680, 2008.

LANNA, A. C. *et al.* Atividade de urease no solo com feijoeiro influenciada pela cobertura vegetal e sistemas de plantio. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 34 n. 6, p. 1933-1939, 2010.

LOIOLA, T. A. Características Agrônomicas das Principais Cultivares de Feijão do Brasil: Realidade e Prática. In: FANCELLI, Antonio Luiz. **Feijão: Fatores influentes na produção**. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2015.

NASCIMENTO, R., et al. Alterações nos teores de clorofilas em plantas de feijão-caupi cultivadas sob diferentes fontes de nitrogênio. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.27, n.2, p. 94-96, 2012.

ROCHA, R. N. C., et al. Relação do índice SPAD, determinado pelo clorofilômetro, com teor de nitrogênio na folha e rendimento de grãos em três genótipos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p. 161-171, 2005.

SANTOS, J. B., et al. Botânica. In: **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa: Ed UFV, 2015 p. 37-66.

SILVA, M. C. C., et al . Índice SPAD em função de diferentes horários e posições no folíolo da batata sob fertilização nitrogenada. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza , v. 42, n. 4, p. 971-977, Dez. 2011 . Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902011000400020&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 abr. 2016.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília , v. 38, n. 9, p. 1083-1087, Set. 2003 . Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2003000900009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 abr. 2016.

SOARES, A.B.; RESTLE, J. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de triticale e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.908-917, 2002. Disponível em: . Doi: 10.1590/S1516-35982002000400014.

SORATTO, R. P. et al. Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo de água e parcelamento do nitrogênio. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25, n. 01, p. 89-96, 2003.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 895-901, 2004.

SOUZA, E. de F. C.; SORATTO, R. P.; PAGANI, F. A. Aplicação de nitrogênio e inoculação com rizóbio em feijoeiro cultivado após milho consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 370-377, 2011.

TEIXEIRA, I. R., *et al.* Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola). **Ciênc. agrotec.**, v.24, n.2, p.399-408, abr./jun., 2000.

VIEIRA, R. F., *et al.* Adubação. In: **Feijão**: do plantio à colheita. Viçosa: Ed UFV, 2015 p. 145-172.