

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – SETOR PALOTINA



GIOVANE MORENO

EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DA SOJA

PALOTINA  
2015

GIOVANE MORENO

EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DA SOJA

Trabalho apresentado como requisito parcial à  
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo da  
Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

Orientador: Prof. Alfredo Junior Paiola Albrecht

PALOTINA

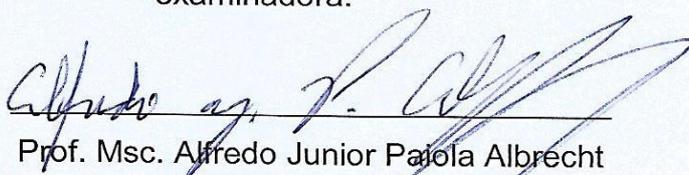
2015

**TERMO DE APROVAÇÃO**

GIOVANE MORENO

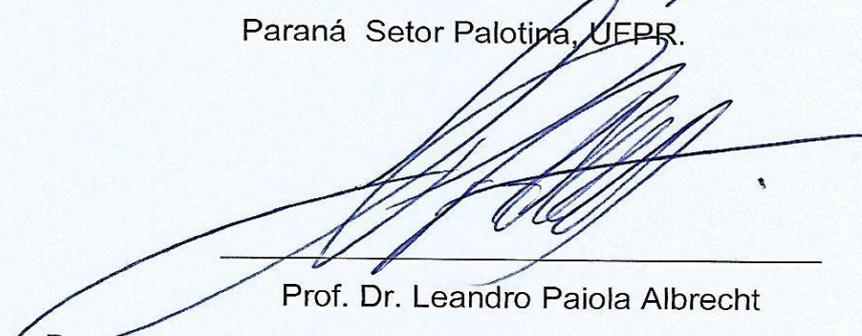
**EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DA  
SOJA**

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo no curso de Agronomia, pela seguinte banca examinadora:



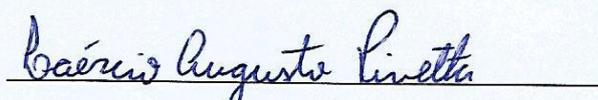
Prof. Msc. Alfredo Junior Paiola Albrecht

Orientador – Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná Setor Palotina, UFPR.



Prof. Dr. Leandro Paiola Albrecht

Docente - Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná Setor Palotina, UFPR.



Prof. Dr. Laercio Augusto Pivetta

Docente - Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná Setor Palotina, UFPR.

Palotina, 10 de Julho de 2015

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela motivação, empenho e oportunidades a mim concedidas durante os dias de minha graduação e ao sucesso alcançado em todas as atividades desenvolvidas.

A toda minha família, que sempre me apoiou e deu suporte em todos os momentos da minha vida e principalmente durante a minha graduação.

Aos professores desta instituição, em especial ao meu orientador, Prof. Alfredo Junior Paiola Albrecht, que me apoiou e deu suporte e instruções durante todo este trabalho e durante a graduação.

Aos meus colegas de graduação, ao grupo de pesquisa SUPRA, e em especial Augusto Tessele, Filipe Eliazar Cremonez, Giovana Orso, Henrique Lovatel Villetti, Jean Trentini, Juliano Bortoluzzi Lorenzetti, Ruan Carlos Navarro Furtado que me auxiliaram nas diversas atividades e durante a graduação.

## RESUMO

A cultura da soja representa grande importância na economia brasileira sendo uma das principais grandes culturas, cultivada em todas as regiões do país, de norte a sul, devido a sua adaptabilidade e a grande diversidade de cultivares disponíveis no mercado. A soja, como Fabácea, é uma planta nodulífera, pois as raízes, além de exercerem as funções normais (ancoragem física, absorção de água e elementos minerais em solução), podem estabelecer relação simbiótica com espécies de bactérias capazes de fixar o nitrogênio molecular ( $N_2$ ) presente no ar do solo. A recomendação atual para o cultivo da soja é a utilização de inoculante sem a suplementação com fertilizantes nitrogenados. Mas alguns fatores como o avanço do sistema de plantio direto, lançamento de cultivares com teto elevado de produtividade, e também resultados de pesquisas obtidos nos Estados Unidos, com resposta da soja à aplicação tardia de N, voltaram a gerar dúvidas sobre a necessidade de se adubar a soja brasileira com fertilizantes nitrogenados. Assim, atualmente há uma tendência de novos trabalhos utilizando adubação nitrogenada na cultura da soja, e em sua maioria não existe resposta a aumentos de produção, em função da eficiente fixação simbiótica bacteriana, porém, os efeitos de diferentes épocas de aplicação não são amplamente estudados. Nesse sentido, visando gerar informações importantes quanto a melhor e mais viável maneira de utilização do nitrogênio, realizou-se o presente trabalho, utilizando nove tratamentos, variando doses de  $20 \text{ kg.ha}^{-1}$  e  $40 \text{ kg.ha}^{-1}$  em aplicações únicas e aplicações somadas variando as épocas de aplicação, na semeadura e no estágio fenológico R4. A fonte de N utilizado foi a Ureia (contém 45% de N), sendo realizada em condições ambientais adequadas, e acompanhando a previsão de chuva além de ser incorporada ao solo para evitar perdas por volatilização. Em relação as épocas de aplicação somadas (semeadura + estágio fenológico R4) houve incremento bastante significativo na produção, mas não se observou efeito nas características relacionadas à arquitetura das plantas.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, Adubação de Cobertura, Nitrogênio, Suplementação.

## ABSTRACT

The soybean crop is of great importance in the Brazilian economy is one of the major field crops, grown in all regions of the country, from north to south, because of its adaptability and the great diversity of cultivars available. Soybean such as Fabaceae, nodulation is a plant, because the roots, besides carrying on normal function (physical docking, water absorption and mineral elements in solution) can establish symbiotic with species of bacteria capable of fixing the molecular nitrogen (N<sub>2</sub>) present in the soil air. The current recommendation for soy cultivation is the use of inoculant without supplementation with nitrogen fertilizers. But some factors such as the advancement of the tillage system, launch cultivars with high ceiling productivity, as well as research results obtained in the United States, with soybean response to late N application, again raise doubts about the need to fertilize with nitrogen fertilizers Brazilian soybeans. Thus, currently there is a trend of new work using nitrogen fertilizer on soybean, and mostly there is no response to production increases, due to the efficient bacterial symbiotic fixation, however, the effects of different application times are not widely studied. In this sense, aiming to generate important information about the best and most feasible way to use nitrogen, there was this paper, using nine treatments, varying doses of 20 kg ha<sup>-1</sup> and 40 kg ha<sup>-1</sup> in unique applications and added applications by varying the application times, at sowing and growth stage R4. The source of N used was urea (contains 45% N), being held in appropriate environmental conditions, and following rain forecast as well as being incorporated into the soil to avoid loss by evaporation. Regarding the added application times (seeding + phenological stage R4) was quite significant increase in production, but there was no effect on the characteristics related to the architecture of plants.

**Key-words:** *Glycine max*, Fertilization Coverage, Nitrogen, Supplementation.

**LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1. PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E TEMPERATURA DO AR - ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA CVALE.....	19
--	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. QUANTIDADE ABSORVIDA E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DA SOJA.....	15
TABELA 2. ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA I.....	18
TABELA 3. ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA II.....	18
TABELA 4. MÉDIAS OBTIDAS PARA ALTURA E NÚMERO DE VAGENS.....	22
TABELA 5. MÉDIAS OBTIDAS PARA PRODUTIVIDADE E MASSA DE CEM GRÃOS .....	23
TABELA 6. MÉDIAS OBTIDAS PARA ALTURA E NUMERO DE VAGENS.....	24
TABELA 7. MÉDIAS OBTIDAS PARA PRODUTIVIDADE E MASSA DE CEM GRÃOS .....	25

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO REFERENCIADA .....</b>	<b>11</b>
1.1	NITROGÊNIO.....	11
1.2	CULTURA DA SOJA .....	13
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>18</b>
3.1	CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS .....	18
3.2	INSTALAÇÃO DO ENSAIO .....	19
3.3	APLICAÇÃO DE ADUBO NITROGENADO .....	21
3.4	VARIAVEIS ANALISADAS E ANÁLISE ESTÁTISTICA .....	21
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>22</b>
4.1	EXPERIMENTO I.....	22
4.2	EXPERIMENTO II.....	24
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>28</b>

**LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS**

N – Nitrogênio

C – Carbono

H – Hidrogênio

O – Oxigênio

N<sub>2</sub> – Nitrogênio Atmosférico (gasoso)

H<sub>2</sub> – Hidrogênio Atmosférico (gasoso)

NH<sub>3</sub>- Amônia

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>- Amônio

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - Nitrato

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

FEA – Fertilizantes de Eficiência Aumentada

FLC – Fertilizantes de Liberação Controlada

FLL – Fertilizantes de Liberação Lenta

Vn... – Estádios Vegetativos da Cultura da Soja

VE - Estádio de emergência do cotilédone

VC – Estádio de cotilédone aberto e expandido

Rn...- Estádios Reprodutivos da Cultura da Soja

FBN – Fixação Biológica de Nitrogênio

°C – Graus Celsius

Km – Quilômetros

M – Metros

Cm- Centímetros

mm – Milímetros

kg.ha<sup>-1</sup>- quilogramas por hectare

RR – Tecnologia Roundup Ready

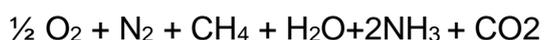
IPRO- Tecnologia Intacta+ Roundup Ready

## 1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA

### 1.1 NITROGÊNIO

O nitrogênio (N) é o elemento mais abundante presente na atmosfera terrestre (cerca de 70%), considerado um dos nutrientes mais importantes para todos os organismos vivos do nosso planeta, sendo assim um dos principais limitantes da produtividade de cultivos agrícolas. Depois de C, H e O, as plantas acumulam mais N do que qualquer outro nutriente sendo este responsável por inúmeras reações além de compor parte da estrutura da clorofila, de enzimas e proteínas. Por ser elemento essencial, seu balanço afeta a formação de raízes, a fotossíntese, a produção e translocação de fotoassimilados e a taxa de crescimento entre folhas e raízes, sendo o crescimento foliar primeiramente afetado (TAIZ e ZIEGER, 2013).

A atmosfera terrestre em média, é composta por 78% de N<sub>2</sub>, sendo este um gás indisponível quimicamente para absorção pelas plantas, porém um químico alemão, Fritz Haber, descobriu como disponibilizar o N<sub>2</sub> a partir da reação do N<sub>2</sub> atmosférico com o H<sub>2</sub>, o qual é obtido dos combustíveis fósseis, principalmente do gás natural e do óleo. A quebra da molécula de N<sub>2</sub> é realizada sob altas temperatura e pressão. Carl Bosch, também um químico alemão, conseguiu desenvolver este processo em escala industrial e recebeu o prêmio Nobel em 1931. O processo de síntese de NH<sub>3</sub>, é conhecido como processo Haber-Bosch, foi desenvolvido no início do século 20, e é resumido a partir da reação a seguir, sendo o produto dessa reação, a amônia (NH<sub>3</sub>) é um considerado o composto-chave na produção de quase todos os fertilizantes nitrogenados. (CANTARELLA, 2007; MALAVOLTA e MORAES, 2009).



A época de aplicação de N é determinada pela avaliação da dinâmica de absorção de N pelas plantas, o fornecimento de N pelo solo, assim como a logística de aplicação do fertilizante na propriedade. Deve-se levar em consideração as possíveis perdas e, sempre que possível, escolher as épocas que oferecem menor risco de perdas. Assim o N deve ser disponibilizado nos períodos de maior necessidade da cultura, sincronizando sua disponibilidade no solo à necessidade das plantas (VILALBA *et al.*, 2014).

Dentre os fertilizantes nitrogenados, a ureia é o mais usado no Brasil (66%), seguido de nitrato de amônio (18%) e sulfato de amônio (16%). Quando a ureia é aplicada ao solo, pode sofrer hidrólise por ação da enzima urease, convertendo o radical-NH<sub>2</sub> em NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Esta ação por consumir H<sup>+</sup> presente no meio pode ocasionar a elevação do pH do solo próximo aos grânulos do fertilizantes, favorecendo a transformação do NH<sub>4</sub><sup>+</sup> em NH<sub>3</sub>, esta forma é gasosa passível de perda por volatilização. A aplicação da ureia somente em superfície, sem realizar a incorporação ao solo, pode proporcionar perdas de 31% a 78% do total de N aplicado. Entretanto, se a ureia for incorporada ao solo, essas perdas por volatilização de NH<sub>3</sub> diminuem sensivelmente pois a amônia, ao se difundir no interior do solo em direção à atmosfera, encontra regiões com valores de pH mais baixo em relação aos valores próximos aos grânulos de ureia, sendo novamente convertida em NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (OTTO, 2014).

Além das perdas de N na forma de amônia, podem também ocorrer remoções significativas de N do sistema solo-planta por lixiviação, principalmente na forma de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. De acordo com Raun e Johnson (1999), a lixiviação é um processo que ocorre na natureza e pode ser menos intensa do que comumente reportado, considerando que vários pesquisadores superestimam as perdas de N por não realizarem sua medição direta.

O nitrogênio fornecido como fertilizante ao solo e que não é absorvido pelas plantas, pode sofrer ação de processos microbiológicos (nitrificação, desnitrificação, imobilização), químicos (trocas, fixação, precipitação, hidrólise) e físicos (lixiviação, volatilização), afetando sua disponibilidade (MALAVOLTA e MORAES, 2007).

A eficiência do uso de adubos nitrogenados pode ser incrementada com a utilização das seguintes estratégias: rotação de culturas com o uso de leguminosas, melhoramento genético, análise de solo e monitoramento das plantas para determinação da concentração de N, uso de plantas de cobertura e uso de preparo reduzido e/ou plantio direto. Entre os fatores diretamente relacionados ao uso de fertilizantes estão: escolha de fontes que reduzem as perdas de N, definição da dose de N a ser aplicada e adequação da época de aplicação e do local de aplicação por meio da otimização de técnicas de aplicação de N (VILALBA *et al.*, 2014).

## 1.2 CULTURA DA SOJA

A expansão da cultura da soja no Brasil foi observada nas décadas de 70 e 80, com o contínuo aproveitamento de novas fronteiras agrícolas representadas pelos solos sob vegetação de cerrado. A soja tem grande importância no cenário agrícola brasileiro, sendo a principal fonte de óleo comestível, fonte de proteína de baixo custo, e largamente exportada (ARATANI *et al.*, 2008).

A soja tem grande importância no sistema de produção agrícola brasileiro e mundial. No Brasil, esta cultura ocupa posição de destaque e se apresenta como a mais importante cultura em produção de grãos e em exportação. A participação da soja no agronegócio e no PIB brasileiro está fortemente ligada às exportações dos produtos originários desta cultura, paralelamente ao crescimento alcançado nos últimos anos, com relação às áreas ocupadas pelas lavouras de soja no Brasil, que na safra 2014/2015 atingiram 31,68 milhões de hectares (CONAB, 2015).

Com o intuito de aumentar o rendimento da cultura, mantendo a qualidade dos grãos e sementes produzidas, faz-se necessário a continuidade no processo de geração de informações, provenientes da pesquisa dirigida, que analise práticas relacionadas ao manejo correto desta cultura (EMBRAPA SOJA, 2011).

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill, pertencente à família Fabaceae (Leguminosae), é uma planta de ciclo anual, porte herbáceo a sublenhoso, onde a parte aérea é formada de um caule principal, sem ou com presença de ramificações primárias, raramente secundárias. Quando planta jovem, é possível observar da base para o ápice da haste principal, as seguintes estruturas vegetativas: um par de cotilédones inseridos de forma oposta, seguido de um par de unifólios, também de inserção oposta, que são sucedidos por folhas trifolioladas com inserção simples e alterna, em número variável, de acordo com o cultivar. Nas ramificações vegetativas a planta emite exclusivamente folhas trifolioladas. Todas as estruturas vegetativas encontram-se inseridas nas regiões dos nós (CÂMARA *et al.*, 2000).

A classificação dos estádios de desenvolvimento da soja é necessária para que ocorram intervenções de pesquisadores, extensionistas e produtores rurais de uma forma homogênea eliminando a possibilidade de erros no manejo. O nó é a parte do caule onde a folha se desenvolve e é usado para a determinação dos estádios vegetativos, uma vez que é permanente, enquanto a folha é temporária porque se desprende do caule, sendo que o estágio vegetativo (V) se inicia desde a semeadura

e vai até o início do florescimento. As subdivisões da fase vegetativa são representadas numericamente como V1, V2, V3, até Vn (pois varia para cada cultivar), menos os dois primeiros estádios que são designados como VE (emergência dos cotilédones) e VC (estádio de cotilédone totalmente aberto e expandido) (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

A fase reprodutiva da soja, que compreende o florescimento, desenvolvimento dos legumes, enchimento de grãos e maturação é representada pela letra R e apresenta oito subdivisões ou estádios, tendo início em R1(primeira flor aberta), R2(florescimento pleno), R3 (início da formação das vagens), R4 (vagens desenvolvidas), R5 (enchimento dos grãos), R6 (grão Cheio), R7(início da maturação), R8 e R9 (Maturação) (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

A soja necessita de temperaturas entre 20°C e 30°C sendo que a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento está em torno de 30°C. A faixa de temperatura do solo adequada para semeadura varia de 20°C a 30°C, sendo 25°C a temperatura ideal para uma emergência rápida e uniforme (EMBRAPA SOJA, 2011).

A floração da soja se inicia somente quando ocorrem temperaturas acima de 13°C. Quando há diferenças de data de floração, entre anos de cultivo, apresentadas por uma cultivar semeada numa mesma época, são devido às variações de temperatura. Assim, a floração precoce ocorre, principalmente, em decorrência de temperaturas mais altas, podendo acarretar diminuição na altura de planta. Esse problema pode se agravar se, paralelamente, houver insuficiência hídrica e/ou fotoperiódica durante a fase de crescimento. Diferenças de data de floração entre cultivares, numa mesma época de semeadura, ocorrem principalmente devido, à resposta diferencial das cultivares ao comprimento do dia (fotoperíodo) (EMBRAPA SOJA, 2011).

A adaptação de diferentes cultivares a determinadas regiões depende, além das exigências hídricas e térmicas, de sua exigência fotoperiódica. A sensibilidade ao fotoperíodo é característica variável entre cultivares, ou seja, cada cultivar possui seu fotoperíodo crítico, acima do qual o florescimento é atrasado. Por isso, a soja é considerada planta de dia curto. Em função dessa característica, a faixa de adaptabilidade de cada cultivar varia à medida que se desloca em direção ao norte ou ao sul. Entretanto, cultivares que apresentam a característica “período juvenil longo” possuem adaptabilidade mais ampla, possibilitando sua utilização em faixas mais

abrangentes de latitudes (locais) e de épocas de semeadura (EMBRAPA SOJA, 2011).

A exigência nutricional da soja e o potencial de exportação da cultura são características determinadas por fatores genéticos, porém influenciados por fatores climáticos, pela fertilidade do solo e pelo manejo cultural. Assim, na Tabela 1 pode-se visualizar as quantidades médias de nutrientes extraídas e exportadas pela cultura da soja, para cada tonelada de grãos produzida (EMBRAPA SOJA, 2011).

TABELA 1. QUANTIDADE ABSORVIDA E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DA SOJA.

Parte da planta	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	B	Cl	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	g/kg	ou kg	Ton	De	Grãos		mg/	kg	Ou	g/	Tn	De	grãos
<b>Grãos</b>	51	10	20	3	2	5,4	20	237	10	70	30	5	40
<b>Restos Culturais</b>	32	5,4	18	9,2	4,7	10	57	278	16	390	100	2	21
<b>Total</b>	83	15,4	38	12	6,7	15	77	515	26	460	130	7	61
<b>Exportação (%)</b>	61	65	53	25	30	35	26	46	38	15	23	71	66

Fonte: Embrapa Soja, 2011.

Estas informações são fundamentais para a indicação de adubação da cultura, pois quantificam as necessidades nutricionais que devem ser complementadas ao solo previamente a cada cultivo para a manutenção da fertilidade e garantia do potencial produtivo da cultura.

A soja, é considerada uma planta nodulífera, pois as raízes, além de exercerem as funções normais (ancoragem física, absorção de água e elementos minerais em solução), podem estabelecer relação simbiótica com espécies de bactérias capazes de fixar o nitrogênio molecular (N<sub>2</sub>) presente no ar do solo (VILALBA *et al.*, 2014).

O N é absorvido pelas plantas nas formas nítrica (NO<sup>3-</sup>), amoniacal (NH<sup>4+</sup>) e gasosa (N<sub>2</sub>). A maioria das plantas absorvem predominantemente as duas primeiras formas, sendo a última exclusiva das leguminosas pelo processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN). A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é o processo pelo qual o nitrogênio é captado da atmosfera (N<sub>2</sub>) e é convertido em compostos nitrogenados (como amônio ou nitrato), por meio da associação de bactérias diazotróficas, principalmente do gênero *Rhizobium*, com raízes de plantas da família das leguminosas (Fabaceae) formando uma simbiose, relação benéfica entre os parceiros, neste caso a planta e a bactéria (MALAVOLTA e MORAES, 2007).

Os casos mais comuns desta associação é a simbiose entre leguminosas e bactérias do gênero *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorizhobium*, *Photorizhobium*, *Sinorizhobium* (TAIZ e ZIEGER, 2013).

A recomendação atual para o cultivo da soja é a utilização de inoculante sem a suplementação com fertilizantes nitrogenados. Hungria et al. (1997) e Mendes et al. (2003) confirmaram que não há necessidade da utilização de doses de “arranque” com adubo nitrogenado na semeadura, tanto em áreas de plantio direto, quanto de plantio convencional da soja.

Segundo EMBRAPA (2001), a aplicação de fertilizante nitrogenado no plantio ou em cobertura em qualquer estágio de desenvolvimento da planta de soja, em sistema plantio direto ou convencional, reduz a nodulação e a eficiência da fixação biológica do nitrogênio, no entanto, se as fórmulas de adubo que contém nitrogênio, forem mais econômicas do que as fórmulas sem nitrogênio, essas poderão ser utilizadas, desde que não seja aplicado mais de 20 kg de N ha<sup>-1</sup>.

Porém, fatores como o avanço do plantio direto, lançamento de cultivares com teto elevado de produtividade, e também resultados de pesquisas obtidos nos Estados Unidos, com resposta da soja à aplicação tardia de N, no pré-florescimento e no início do enchimento de grãos, voltaram a gerar dúvidas sobre a necessidade de se adubar a soja brasileira com fertilizantes nitrogenados (LAMOND e WESLEY, 2001).

A fixação de nitrogênio pelas leguminosas é um processo que apresenta várias interações entre bactéria e hospedeiro (planta), sendo assim regulado por sinais químicos e hormonais, além de fatores externos como disponibilidade hídrica, teor de oxigênio e adubação nitrogenada. Entretanto, é importante ressaltar que é um processo dispendioso para a planta, (CAMARA, 2000). Assim é importante a realização de estudos sobre técnicas de manejo, como a adubação nitrogenada, com intuito de buscar equilíbrio entre a adição de N e a fixação biológica em vista da importância do volume financeiro envolvido nestes dois mercados de insumos (adubo nitrogenado e inoculantes).

Atualmente há inúmeros trabalhos utilizando adubação nitrogenada na cultura da soja, e em sua maioria não existe resposta a aumentos de produção, em função da eficiente fixação simbiótica bacteriana, porém, os efeitos de diferentes épocas de aplicação não são amplamente estudados. Nesse sentido, visando gerar informações importantes quanto a melhor e mais viável maneira de utilização do nitrogênio, realizou-se o presente trabalho.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da adubação nitrogenada, em diferentes doses e épocas de aplicação, na cultura da soja cultivada no sistema plantio direto, em dois ambientes de produção distintos.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS

Para este trabalho foram utilizadas duas áreas estando elas localizadas na Linha Palmital, Município de Palotina, na Região Oeste do Estado do Paraná. A área do experimento I tem como coordenadas Latitude 24° 15' 26", e Longitude 53° 55' 40" e altitude de 345 m, já a área do experimento II apresenta Latitude 24° 13' 30", e Longitude 53° 55' 60" e altitude 336 m, sendo a classificação do solo como Latossolo Vermelho eutroférrico, para os dois locais.

A análise do solo das áreas onde estavam localizados os experimentos I e II apresentaram os resultados expostos nas Tabelas 2 e 3.

TABELA 2. ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA I

P mg/dm <sup>3</sup>	K <sup>+</sup> cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	C g/dm <sup>3</sup>	Ca <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Mg <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	pH(CaCl <sub>2</sub> )	Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
7,40	0,35	12,38	3,43	0,95	3,69	5,10	0,00
Alto	Alto	Médio	Médio	Alto		médio	Baixo
		SB cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	T cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	V %			
		4,73	8,42	65,18			

TABELA 3. ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA II

P mg/dm <sup>3</sup>	K <sup>+</sup> cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	C g/dm <sup>3</sup>	Ca <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Mg <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	pH	Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
12,30	0,15	12,99	2,21	0,41	3,18	5,00	0,00
Alto	Médio	Médio	Médio	Baixo		médio	Baixo
		SB cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	T cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	V %			
		2,77	5,95	56,55			

Os dados de precipitação pluvial, temperaturas máxima e mínima, referentes ao período de duração dos experimentos foram coletados diariamente com o auxílio da estação meteorológica da Cooperativa Agroindustrial C.Vale, sendo confeccionada a Figura 1, onde cada mês está dividido em três decêndios para melhor visualização da distribuição térmica e pluvial.

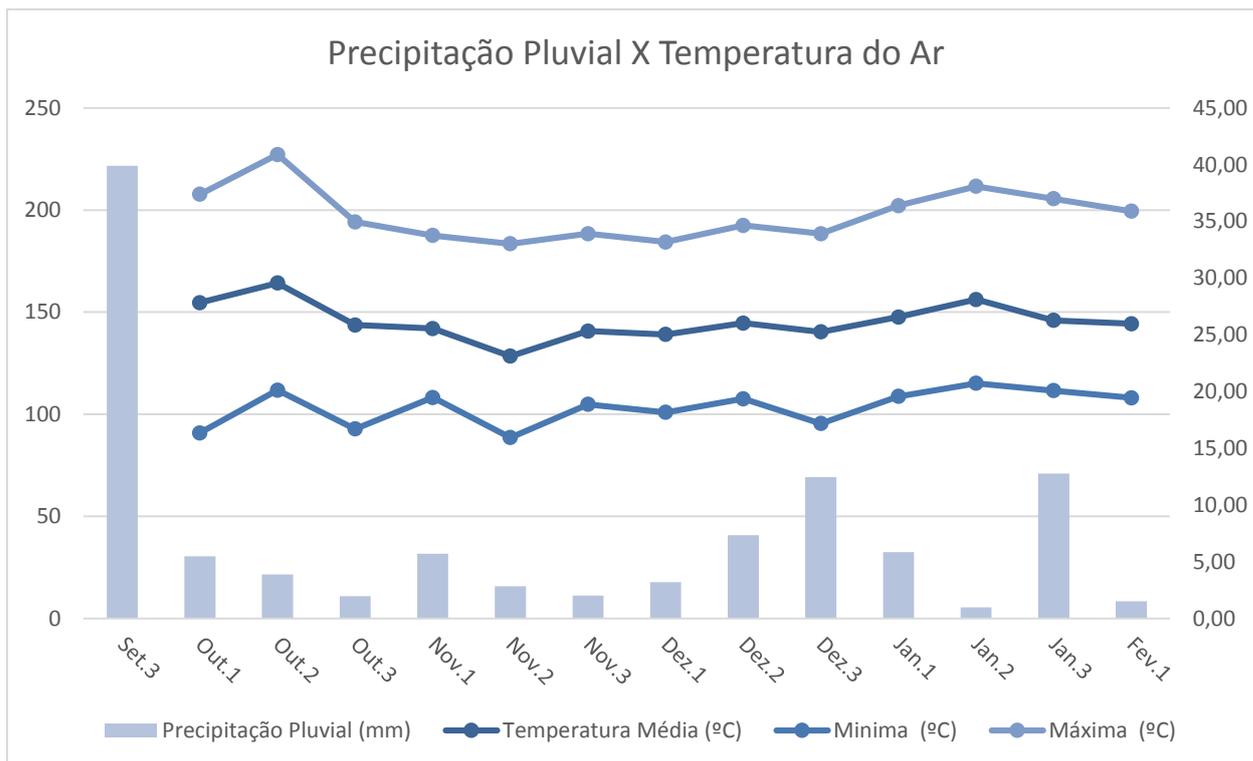


FIGURA 1. PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E TEMPERATURA DO AR - ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA CVALE

Conforme visualizado na Figura 1 foi considerado o período referente à condução dos experimentos. Assim, é importante destacar a data de semeadura e colheita dos experimentos, foram: Experimento I, semeadura em 23/09/2014, aplicação em R4 30/11/2014 e colheita em 14/01/2015 e o Experimento II, semeadura em 06/10/2011, aplicação em R4 12/12/2014 e colheita em 04/02/2014.

### 3.2 INSTALAÇÃO DO ENSAIO

O experimento foi realizado em duas áreas diferentes, caracterizando dois ambientes de produção, onde foi utilizado os mesmos tratamentos, variando a época de semeadura, aplicação dos tratamentos e genótipos utilizados.

No experimento I foi semeada a cultivar MONSOY 6210 IPRO e no experimento II foi semeada a cultivar BRS 283. Nas duas áreas o espaçamento foi de 50 cm entre linhas, com 320.000 plantas/ ha<sup>-1</sup> e adubação de semeadura 00-20-20 (N-P-K), utilizando 270 kg.ha<sup>-1</sup>, totalizando 54 kg de K<sub>2</sub>O e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

A cultivar MONSOY 6210 IPRO é uma cultivar transgênica com tecnologia INTACTA RR2 PRO, que alia três soluções: tecnologias avançadas no mapeamento,

na seleção e na inserção de genes em regiões do DNA com potencial aumento na produtividade; proteção às principais lagartas que atacam a cultura da soja; e tolerância ao glyphosate, proporcionada pela tecnologia Roundup Ready (RR). Possui hábito de crescimento indeterminado, ciclo precoce, permitindo a antecipação do plantio, além de ser moderadamente resistente a algumas bacterioses e a mancha alvo. (MONSANTO, 2015)

A BRS 283 é uma cultivar convencional com hábito de crescimento indeterminado. É de ciclo precoce e pode ser plantada no plantio do cedo em outubro, permitindo o cultivo do milho safrinha, logo após a soja. Possui boa resistência ao nematóide de galha *Meloidogyne javanica*, boa qualidade de semente e boa resistência ao acamamento (EMBRAPA, 2015).

Caracterizando desta forma duas cultivares com pacotes tecnológicos totalmente distintos aliados a duas diferentes áreas onde foram instalados os experimentos, sendo possível uma avaliação em condições diferentes.

As parcelas utilizadas foram de 5 metros de comprimento e 3 metros de largura (6 linhas de 50 cm de soja). Os tratamentos utilizados estão representados na Tabela 4. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com 6 repetições, apresentando 9 tratamentos (Tabela 4).

TABELA 4. TRATAMENTOS COMPOSTOS PELA VARIAÇÃO DE DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO NA SOJA. SAFRA 2014/2014 – PALOTINA/PR.

TRATAMENTO	DOSE (N kg.ha <sup>-1</sup> )	ÉPOCA DE APLICAÇÃO
1	0 kg.ha <sup>-1</sup>	TESTEMUNHA
2	20 kg.ha <sup>-1</sup>	SEMEADURA
3	40 kg.ha <sup>-1</sup>	SEMEADURA
4	20 kg.ha <sup>-1</sup>	R4
5	40 kg.ha <sup>-1</sup>	R4
6	20 kg.ha <sup>-1</sup> + 20 kg.ha <sup>-1</sup>	SEMEADURA + R4
7	20 kg.ha <sup>-1</sup> + 40 kg.ha <sup>-1</sup>	SEMEADURA + R4
8	40 kg.ha <sup>-1</sup> + 20 kg.ha <sup>-1</sup>	SEMEADURA + R4
9	40 kg.ha <sup>-1</sup> + 40 kg.ha <sup>-1</sup>	SEMEADURA + R4

### 3.3 APLICAÇÃO DE ADUBO NITROGENADO

Foi utilizado nove tratamentos citados anteriormente, variando doses de 20 kg ha<sup>-1</sup> e 40 kg ha<sup>-1</sup> em aplicações únicas e aplicações somadas variando as épocas de aplicação, na semeadura e no estágio fenológico R4. A fonte de N utilizado foi a ureia (contém 45% de N), sendo realizada em condições ambientais adequadas, e acompanhando a previsão de chuva além de ser incorporada ao solo logo após a aplicação, para evitar perdas por volatilização. A aplicação no Experimento I na semeadura foi feita em 23/09/2014, e a aplicação em R4 dia 30/11/2014 e o Experimento II a semeadura foi realizada em 06/10/2011, e a aplicação em R4 12/12/2014.

### 3.4 VARIÁVEIS MENSURADAS E ANÁLISE ESTADÍSTICA

Nos dois experimentos foram realizadas as seguintes avaliações: estande, altura de plantas, número de vagens (contabilizando vagens com dois e três grãos), produtividade e massa de 100 grãos.

Para avaliação de estande foi utilizado uma régua de madeira com tamanho conhecido (1 m), onde se mensurava duas linhas de cada parcela dentro da área útil.

A avaliação da altura das plantas foi realizada a partir de 5 plantas, escolhidas ao acaso na área útil das parcelas, realizando as medições com o auxílio de régua milimetrada de madeira, sendo os resultados expressos em centímetros.

O número de vagens por planta foi avaliado por ocasião da maturação plena (estádio R8), por meio da contagem manual do número de vagens presentes, igualmente em 5 plantas escolhidas aleatoriamente na área útil de cada parcela.

As plantas de soja foram colhidas manualmente, no estágio R8. Em seguida, foram acondicionadas em um galpão em paletes, até que as vagens foram debulhadas em trilhadeira para experimentos, limpas com o auxílio de peneiras e acondicionadas em sacos de papel, para realização de posteriores avaliações.

Após a trilha, foram estimadas as produtividades em kg ha<sup>-1</sup>, para cada tratamento e repetição. Em seguida, foi determinada a massa de cem sementes, por meio da pesagem de 4 subamostras de 100 sementes, para cada repetição de campo, com o auxílio de balança analítica com precisão de um miligrama.

Com relação a análise estatística, os dados foram analisados conforme Pimentel Gomes e Garcia (2002) com o auxílio do programa Sisvar® (FERREIRA, 2011). Em que após atendidas as pressuposições básicas para análise de variância, foram realizados os desdobramentos necessários ( $p < 0,05$ ). Para avaliar os efeitos dos tratamentos foi empregado a comparação das médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das condições meteorológicas, ilustradas na Figura 1 pode ser observado que nos dois locais, onde foram conduzidos os experimentos as condições foram favoráveis ao desenvolvimento da cultura da soja, com temperaturas médias dentro do desejado para cultura, com precipitações suficientes e bem distribuídas, e que contribuíram para um bom aproveitamento da adubação nitrogenada.

### 4.1 EXPERIMENTO I

Com relação as avaliações de campo feitas no experimento I, estas foram realizadas no estádio R8, e os resultados são apresentados na Tabela 4.

TABELA 4. MÉDIAS OBTIDAS PARA ALTURA E NÚMERO DE VAGENS

Tratamentos (Sem+R4)	Altura (cm)	nº de vagens de 2 grãos	nº de vagens de 3 grãos	nº de vagens total
0 kg.ha <sup>-1</sup>	93,75 a	10,66 a	57,33 a	68,00 a
20 kg.ha <sup>-1</sup>	96,75 a	8,83 a	60,83 a	69,66 a
40 kg.ha <sup>-1</sup>	96,58 a	11,66 a	65,16 a	76,33 a
20 kg.ha <sup>-1</sup>	95,16 a	10,08 a	64,66 a	74,75 a
40 kg.ha <sup>-1</sup>	98,16 a	11,50 a	63,75 a	75,25 a
20 kg.ha <sup>-1</sup> + 20 kg.ha <sup>-1</sup>	97,16 a	12,50 a	71,50 a	84,00 a
20 kg.ha <sup>-1</sup> + 40 kg.ha <sup>-1</sup>	94,33 a	11,83 a	63,83 a	75,66 a
40 kg.ha <sup>-1</sup> + 20 kg.ha <sup>-1</sup>	92,66 a	14,16 a	59,33 a	73,50 a
40 kg.ha <sup>-1</sup> + 40 kg.ha <sup>-1</sup>	91,66 a	12,16 a	59,33 a	71,50 a
DMS	11,15	5,78	24,88	26,27
C.V. (%)	6,19	26,74	20,92	18,68
Média	95,14	11,43	62,86	74,30

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

É possível observar que em relação a estas variáveis altura e número de vagens, não houve diferença estatística entre os tratamentos, resultados também observados por ARATANI et al. (2008) e BAHRY (2011), onde os tratamentos relacionados tanto em quantidade aplicada, quanto em época de aplicação de nitrogênio não influenciaram a altura das plantas e o número de grãos das vagens.

Para as avaliações de produtividade e massa de cem grãos foram avaliadas após a colheita, em laboratório, e os resultados estão expressos na Tabela 5.

TABELA 5. MÉDIAS OBTIDAS PARA PRODUTIVIDADE E MASSA DE CEM GRÃOS

Tratamentos (Sem+R4)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Massa de cem grãos (g)
0 kg.ha <sup>-1</sup>	2471,66 a	17,28 a
20 kg.ha <sup>-1</sup>	2525,63 a	18,20 ab
40 kg.ha <sup>-1</sup>	2739,58 b	18,54 bcd
20 kg.ha <sup>-1</sup>	2708,33 b	18,27 bc
40 kg.ha <sup>-1</sup>	2899,16 c	18,56 bcd
20 kg.ha <sup>-1</sup> + 20 kg.ha <sup>-1</sup>	3172,91 d	18,54 bcd
20 kg.ha <sup>-1</sup> + 40 kg.ha <sup>-1</sup>	3368,75 e	18,94 d
40 kg.ha <sup>-1</sup> + 20 kg.ha <sup>-1</sup>	3173,33 d	18,69 cd
40 kg.ha <sup>-1</sup> + 40 kg.ha <sup>-1</sup>	3072,08 d	18,85 d
DMS	136,91	0,42
C.V. (%)	2,49	1,20
Média	2903,52	18,43

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação a produtividade e massa de cem grãos é possível observar diferença estatística entre os tratamentos, dando destaque aos tratamentos 6 (20 kg.ha<sup>-1</sup> na semeadura + 20 kg.ha<sup>-1</sup> em R4), 8 (40 kg.ha<sup>-1</sup> na semeadura + 20 kg.ha<sup>-1</sup> em R4), 9 (40 kg.ha<sup>-1</sup> na semeadura + 40 kg.ha<sup>-1</sup> em R4) e em especial ao tratamento 7 (20 kg.ha<sup>-1</sup> na semeadura + 40 kg.ha<sup>-1</sup> em R4) que se diferiu dos demais, resultando na maior massa de cem grãos e maior produtividade, sendo que estes resultados na

mesma linha também foram observados por Parente (2014), com algumas ressalvas pois em seu trabalho houve inoculação na sementeira.

## 4.2 EXPERIMENTO II

No experimento II também foi avaliado altura e número de vagens no estádio R8, tendo os resultados expostos na Tabela 6.

TABELA 6. MÉDIAS OBTIDAS PARA ALTURA E NUMERO DE VAGENS

Tratamentos (Sem+R4)	Altura (cm)	nº de vagens de 2 grãos	nº de vagens de 3 grãos	nº de vagens total
0 kg.ha-1	54,16 a	10,50 a	23,33 a	33,63 a
20 kg.ha-1	54,58 a	9,25 a	24,16 a	33,41 a
40 kg.ha-1	55,33 a	10,33 a	24,66 a	35,00 a
20 kg.ha-1	55,66 a	11,66 a	23,66 a	35,33 a
40 kg.ha-1	56,66 a	12,16 a	22,00 a	34,16 a
20 kg.ha-1 + 20 kg.ha-1	56,50 a	11,16 a	24,50 a	35,66 a
20 kg.ha-1 + 40 kg.ha-1	56,33 a	11,33 a	26,66 a	38,00 a
40 kg.ha-1 + 20 kg.ha-1	57,33 a	10,66 a	25,33 a	36,00 a
40 kg.ha-1 + 40 kg.ha-1	56,66 a	9,16 a	25,66 a	34,83 a
DMS	5,12	4,08	8,06	26,27
C.V. (%)	4,84	20,16	17,44	14,60
Média	55,92	10,70	24,44	35,14

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Como já observado no experimento I, os resultados obtidos pelas avaliações de altura e número de vagens também não apresentaram diferença estatística, corroborando com os resultados obtidos por Costa *et.al* 2011, onde os tratamentos com doses e épocas de aplicação não resultaram em efeito nestas variáveis analisadas.

As médias de produtividade e massa de cem grãos também foram avaliadas em laboratório e apresentaram os resultados expostos na Tabela 7.

TABELA 7. MÉDIAS OBTIDAS PARA PRODUTIVIDADE E MASSA DE CEM GRÃOS

Tratamentos (Sem+R4)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Massa de cem grãos (g)
0 kg.ha-1	1876,25 a	13,14 a
20 kg.ha-1	2221,66 b	13,45 b
40 kg.ha-1	2302,08 b	13,53 b
20 kg.ha-1	2591,66 c	13,65 bc
40 kg.ha-1	2805,83 cd	13,82 cd
20 kg.ha-1 + 20 kg.ha-1	3364,58 e	14,06 e
20 kg.ha-1 + 40 kg.ha-1	3195,00 de	13,97 de
40 kg.ha-1 + 20 kg.ha-1	2995,83 cd	13,97 de
40 kg.ha-1 + 40 kg.ha-1	2917,50 c	13,94 de
DMS	228,73	0,236
C.V. (%)	4,48	0,91
Média	2696,71	13,73

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Assim como no experimento I, em relação a massa de cem grãos e produtividade ocorreu diferença estatística, com destaque para os tratamentos 5 (40 kg.ha<sup>-1</sup> R4), 8 (40 kg.ha<sup>-1</sup> semeadura + 20 kg.ha<sup>-1</sup> R4), 7 (20 kg.ha<sup>-1</sup> semeadura + 40 kg.ha<sup>-1</sup> R4) e principalmente ao 6 (20 kg.ha<sup>-1</sup> + 20 kg.ha<sup>-1</sup> que se mostrou diferente estatisticamente dos outros tanto na massa de cem grãos quanto na produtividade, corroborando com os resultados de Parente, (2014), com algumas ressalvas pois em seu trabalho houve inoculação, mas as aplicações ocorreram nas mesmas épocas e com os mesmos tratamentos.

Esta tendência pode ser explicada que em suas formas minerais, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, o N presente no solo afeta não só a fixação biológica, mas também a nodulação das plantas, por inibir a formação ou causar senescência dos nódulos já formados (BOTTOMLEY e MYROLD, 2007). Assim os tratamentos em uma das épocas de aplicação acabam afetando a FBN, sendo insuficiente a quantidade de N fornecida a planta de soja resultando em menores produtividades. (FANCELLI, 2012)

Hungria et al. (2006) observou que a aplicação, no plantio, de uma dose de “arranque” de N e nos estágios R2 e R4 promoveu decréscimo no peso de nódulos, o que resultou na diminuição da quantidade de nitrogênio da fixação biológica, e afetou negativamente o rendimento de grãos.

Assim é possível relacionar com os melhores resultados onde os tratamentos com aplicações em duas épocas somadas, promovem um suprimento inicial de N pela adubação mineral que de certa forma auxilia no arranque inicial da cultura, devido á demora no início do suprimento de N pelo estabelecimento da relação de simbiose com as bactérias fixadoras de nitrogênio (FANCELLI, 2012). Juntamente com a adubação em R4 onde é necessário maior suplementação devido ao desgaste da planta no período de enchimento dos grãos, conforme indica o gráfico de absorção e acúmulo de N (OLIVEIRA *et al.* 2013), sendo que adubações acima de 40 kg de N/ha já comprometem e de certa forma inibem desde a semeadura ou em outras épocas a relação de simbiose com as bactérias fixadores de nitrogênio.

Também é possível relacionar estes resultados com os gráficos de variação da nodulação durante o ciclo fenológico da cultura da soja (CAMARA, 2014), onde se observa que ocorre uma demora para o estabelecimento da nodulação após a semeadura e há um pico no início do período reprodutivo, porém logo após há uma queda em R2 que se estende até R5, sendo que neste período R4 e na semeadura que foi realizada a suplementação com ureia.

Com estes resultados deve-se levar em consideração que pode ocorrer inibição da fixação biológica de nitrogênio pelo N mineral, sendo recomendável o uso de N mineral como forma de suplementação, sendo justificado pelas maiores demandas de nutrientes, de cultivares com maiores tetos de produtividade, porém com ressalvas que se faz necessário mais estudos para se afirmar estas informações.

## 5 CONCLUSÃO

Com esse trabalho é possível concluir que as características relacionadas à altura e número de vagens, não foram afetadas pela adubação nitrogenada.

Já em relação a massa de cem grãos e produtividade houveram diferenças significativas, demonstrando necessário maiores estudos em relação a suplementação de N na semeadura e tardia, no estágio reprodutivo.

Assim é importante ressaltar que deve-se buscar um equilíbrio entre a suplementação com N mineral e a fixação biológica de N, pois como atualmente ocorre uma busca por maiores produtividades, utilizando cultivares que demandam quantidades maiores de nutrientes, acabam gerando dúvidas em parte dos produtores e justificam a necessidade de experimentos como este, onde se busca verificar a resposta da cultura da soja a maior disponibilidade de N.

## 6 REFERÊNCIAS

ARATANI, R. G.; LAZARINI, E.; MARQUES, R. R.; BACKES, C – Adubação Nitrogenada em Soja na Implantação do Sistema Plantio Direto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 31-38, 2008

ARRUDA, J.S.; et al. Nodulação e fixação de nitrogênio em soja tratada com sulfentrazone. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 325-330, 2001.

BAHRY, C. A. - **Desempenho agrônômico da soja em função da adubação nitrogenada em diferentes estádios reprodutivos**- Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

BERNARDI, A. C. C.; POLIDORO, J. C.; MONTE, M. B. M.; PEREIRA, E. I.; OLIVEIRA, C.R. The use of clay minerals to improve nitrogen fertilizer use efficiency. In: WORLD FERTILIZER CONGRESS OF CIEC, 16., 2014, Rio de Janeiro. **Technological innovation for a sustainable tropical agriculture**. Proceedings. Rio de Janeiro: CIEC, 2014. p. 24-26

BOTTOMLEY, P.J.; MYROLD, D.D. Biological N inputs. In: PAUL, E.A. (Ed.). Soil microbiology, ecology and biochemistry. 3rd edition. **Oxford: Academic Press**, 2007. p.365-388.

CÂMARA, G. M. S. Nitrogênio e produtividade da soja. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: Tecnologia de produção II**. Piracicaba, Piracicaba: ESALQ/LPV, 2000. p. 295-339.

CÂMARA, G. M. S. Fixação Biológica de Nitrogênio em Soja – IPNI – International Plant Nutrition Institute – **Informações Agrônômicas n 147** -Piracicaba, Piracicaba, Setembro, 2014

CANTARELLA, H. Nitrogênio. in: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. I. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. I. (Ed.). **Fertilidade do solo**. SBCS, 2007. p. 375-470.

CHUEIRE, L.M.O. et al. Classificação taxonômica das estirpes de rizóbio recomendadas para as culturas da soja e do feijoeiro baseada no seqüenciamento do gene 16S rRNA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.5, p.883-840, set./out. 2003.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Estudos de prospecção de mercado: safra 2014/2015**. Brasília, 2014. 103p. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_11\\_13\\_09\\_19\\_35\\_boletim\\_graos\\_novembro\\_2014.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_11_13_09_19_35_boletim_graos_novembro_2014.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2015.

COSTA, M. M. da; MATIAS, S. S. R.; OLIVEIRA, W. de S.; SOUZA, R. R. de; NÓBREGA, J. C. A.; CHAVES, J. de O. - Aplicação de ureia suplementar tardia em soja cultivada no município de baixa grande do Ribeiro-PI – Universidade Estadual do Piauí – XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo – Uberlândia, MG, 2011

DOBERMANN, A. Nutrient use efficiency measurement and management in: international Fertilizer industry association (Ed.). **Fertilizer best management practices: general principles, strategy for their adoption and voluntary initiatives vs regulations**. Paris, 2007. chap. 1, p. 1-28.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja: Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, safra 2001/2002. Dourados: **EMBRAPA/CPAO**, 2001. p.28. (Sistemas de Produção).

EMBRAPA – **Catálogo de Produtos e Serviços** – 2015 Disponível em<[http://www.catalogosnt.cnptia.embrapa.br/catalogo20/catalogo\\_de\\_produtos\\_e\\_servicos/arvore/CONT000fplcvjrm02wyiv800p12zo2ufv4s3.html](http://www.catalogosnt.cnptia.embrapa.br/catalogo20/catalogo_de_produtos_e_servicos/arvore/CONT000fplcvjrm02wyiv800p12zo2ufv4s3.html)> Acesso em: 25/04/2015

EMBRAPA. Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013. **Sistemas de Produção, n. 15**. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

FANCELLI, A. L. – **Uso de Nitrogênio na Cultura da Soja (Novo Conceito)** – Departamento de Produção Vegetal - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz” – Universidade de São Paulo, 2012

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (**Circular técnica, n. 48**). Disponível em:<<http://www.cnpso.embrapa.br/download/cirtec/circtec48.pdf>>. Acesso em: 22/05/2015

FERREIRA, D.F. SISVAR - **Sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA. 1999

FLOSS, E. L. – **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê** – 4 ed. rev. – Passo Fundo : Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008, 733 p;

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; CAMPO, R.J.; GALERANI, P.R. Adubação nitrogenada na soja? Londrina: **Embrapa-CNPSO**, 1997. 4p. (Embrapa-CNPSO. Comunicado Técnico, 57).

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; CAMPO, R.J.; CRISPINO, C.C.; MORAES, J.Z.; SIBALDELLI, R.N.R.; MENDES, I.C.; ARIHARA, J. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N<sub>2</sub> fixation and of N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, v.86, p.927-939, 2006

LAMOND, R.E.; WESLEY, T.L. Adubação nitrogenada no momento certo para soja de alta produtividade. **Informações Agrônomicas**, v.95, p.6-7, 2001.

LARA, C. w. a. r.; TRIVELIN, P. C. o.; KONDONFER, G. H. ; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho, em sistema plantio direto no triângulo mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 363-376, 2000.

LEITE, J. M.; LAZZARINI, P.; BATAGELLO, H.; SOUZA, A. de. ; MATIAS, G.; FARONI, C. E.; TRIVELIN, P. C. O. Volatilização de NH<sub>3</sub> do solo como resultado da aplicação de ureia associada a ácidos húmicos e/ou vinhaça concentrada. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 10., 2013, Santo Antônio de Goiás. **Matéria orgânica e qualidade ambiental**. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 369-372

LOPES, A. L. C. **Cultivo e manejo da soja** - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais / CETE, 2013 pg 18 - 29

MALAVOLTA E.; MORAES, M. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. in: YAMADA, T.; ABDALLA, s. r. s.; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI , 2007. p. 189-249.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. Nitrogênio na agricultura brasileira. in: LAPIDO-LOUREIRO, F. E.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. (Ed.). **Fertilizantes, agroindústria e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CETEM/ MCT, 2009. p. 211-255.

MENDES, I.C.; HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T. Soybean response to starter nitrogen and Bradyrhizobium inoculation on a Cerrado Oxisol under no-tillage and conventional tillage systems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.81-87, 2003.

MONSANTO® - Monsoy® - **Monsoy® apresenta variedades com tecnologia INTACTA RR2 PRO™ para o Paraná** – Disponível em:< <http://www.monsanto.com/global/br/noticias/pages/monsoy-apresenta-variedades-com-tecnologia-intacta-rr2-pro.aspx>> Acesso: 25/04/2015

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. Porto Alegre: **Departamento de plantas de lavouras** da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005.

OLIVEIRA JUNIOR, A. de; CASTRO, C. de; OLIVEIRA, F.A. de; FOLONI, J.S.S - Marcha de absorção e acúmulo de macronutrientes em soja com tipo de crescimento indeterminado - **Comissão de Nutrição Vegetal, Fertilidade e Biologia dos Solos** – EMBRAPA SOJA – LONDRINA, 2013

OTTO, R. - Fertilizantes nitrogenados: produção e posicionamento de fontes de N – USP – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz – **Programa de Pós- Graduação em Fitotecnia** – Piracicaba SP, 2014

PARENTE, T. de L. – **Adubação Nitrogenada em genótipos de soja associada a inoculação em semeadura direta no cerrado** – Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista - Ilha Solteira, 2014

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

RAUN, W. R.; JOHNSON, G. V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. **Agronomy Journal**, v. 91, n. 3, p. 357-363, 1999.

REDDY, D. D.; SHARMA, K. I. Effect of amending urea fertilizer with chemical additives on ammonia volatilization loss and nitrogen-use efficiency. **Biology and Fertility of Soils**, v. 32, p. 4-27, 2000.

SHAVIV, A. Controlled release fertilizers. in: INTERNATIONAL WORK-SHOP ON ENHANCED EFFICIENCY FERTILIZERS, 2005, Frankfurt. Proceedings... **Frankfurt: international Fertilizer industry association**, 2005. p. 1-13.

SFREDO, G.J.; LANTMANN, A.F.; CAMPO, R.J.; BORKERT, C.M. Soja, nutrição mineral, adubação e calagem. **Londrina: EMBRAPA-CNPSO**, 1986. 51p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 64

TAÍZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. SANTARÉM, E.R. et al., 5° ed., Porto Alegre: Artemed, 2013, p.918

VARGAS, M. A. T.; PERES, J. R. R.; SUHET, A. R.. **Fixação de nitrogênio atmosférico pela soja em solos de cerrado**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 8, n. 94, 1982, p. 20-23.

VILALBA, H. A. G. et al – Fertilizantes Nitrogenados : Novas Tecnologias- IPNI International Plant Nutrition Institute - **Jornal Informações Agrônômicas 148** – São Paulo, 2014 pg 1-4.

WESLEY, T.L.; LAMOND, R.E.; MARTIN, V.L.; DUNCAN, S.R. Effects of late-season nitrogen fertilizer on irrigated soybean yield and composition. **Journal of Production Agriculture**, v.11, p.331-336, 1998.

ZHEN-YI, H.; WANG, Y.; HANEKLAUS, S.; SCHNUG, E. Agronomic assessment of premium fertilizers. in: WORLD FERTILIZER CONGRESS OF CIEC, 16., 2014, Rio de Janeiro. **Technological innovation for a sustainable tropical agriculture**. Proceedings... Rio de Janeiro: CIEC, 2014. p. 79-80