

**DESEMPENHO PRODUTIVO DA CULTIVAR DE SOJA HORTALIÇA  
BRS 267, SOB DIFERENTES MANEJOS DE ADUBAÇÃO NO  
MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES- RJ.**

**RITA DE KÁSSIA GUARNIER DA SILVA**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO-2021**

DESEMPENHO PRODUTIVO DA CULTIVAR DE SOJA HORTALIÇA  
BRS 267, SOB DIFERENTES MANEJOS DE ADUBAÇÃO NO  
MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES- RJ.

**RITA DE KÁSSIA GUARNIER DA SILVA**

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”

Orientador: Prof. Geraldo de Amaral Gravina

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO-2021

**FICHA CATALOGRÁFICA**

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

S586 Silva, Rita de Kássia Guarnier.

Desempenho produtivo da cultivar de soja hortaliça brs 267, sob diferentes manejos de adubação no município de campos dos goytacazes- RJ/ Rita de Kássia Guarnier da Silva. Campos dos Goytacazes, RJ, 2021.

55 f.: il.

Inclui bibliografia.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2021. Orientador: Geraldo de Amaral Gravina.

1. *Glycine max*. 2. edamame. 3. Nutrição I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD -630

DESEMPENHO PRODUTIVO DA CULTIVAR DE SOJA HORTALIÇA  
BRS 267, SOB DIFERENTES MANEJOS DE ADUBAÇÃO NO  
MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES- RJ.

**RITA DE KÁSSIA GUARNIER DA SILVA**

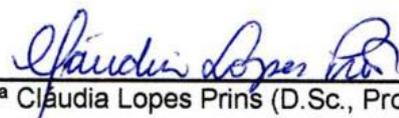
“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.”

Aprovada em 04 de março de 2021

Comissão Examinadora:



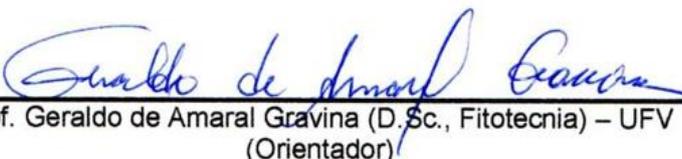
Cláudia Pozzi Jantalia (D.Sc., Fitotecnia) - UFRRJ



Prof.<sup>a</sup> Cláudia Lopes Prins (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Pós-doc. Tâmara Rebecca Albuquerque de Oliveira (D.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas) - UENF



Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Fitotecnia) – UFV  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares e amigos pelo incentivo, paciência e carinho nos momentos difíceis, principalmente ao meu esposo  
Stêner Romanel Ambrozio;

Ao meu orientador professor Geraldo de Amaral Gravina pelo, respeito, atenção e pelos ensinamentos no mestrado e aos membros da banca pelas contribuições;

Ao setor de estatística e experimentação agropecuária, todos os colegas em especial ao Derivaldo Pureza da Cruz que foi um parceiro fundamental para o desenvolvimento dessa pesquisa, aos professores e, também, aos técnicos de campo da Pesagro, pelo apoio na condução do experimento;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF).  
À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro- FAPERJ, pelo aporte de recursos financeiros;

À Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES) – Brasil – código de financiamento 001 pela concessão de bolsa de estudos, necessária à conclusão deste curso;

À parceria com a EMBRAPA pela cessão das sementes e dos inoculantes e pelo acompanhamento da pesquisa, principalmente a Cláudia Pozzi Jantalia e ao Mauro Sergio Vianello Pinto.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 Origem, classificação botânica e características da soja hortaliça.....	03
2.2 Importância econômica e social da soja hortaliça.....	04
2.3 Soja Hortaliça ou Edamame.....	05
2.4 Soja BRS 267.....	06
2.5 Fenologia da Soja.....	17
2.6 Aspectos gerais de manejo da soja .....	09
2.7 Adubação Mineral.....	10
2.8 Adubação Orgânica.....	11
2.9 Necessidades hídricas da soja.....	12
2.10 Correlações e análise de trilha.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Caracterização da área do experimento.....	14
3.2 Caracterização do solo da área experimental.....	15
3.3 Preparo do solo.....	16

3.4 Adubação.....	16
3.5 Delineamento experimental.....	17
3.6 Caracteres avaliados.....	18
3.7 Correlações e análise de trilha.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Características observadas ao decorrer do experimento.....	20
4.2 Análise de variância.....	23
4.3 Comparação de médias.....	24
4.4 Correlação entre as características.....	25
4.5 Análise de trilha.....	28
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

## RESUMO

Silva, Rita de Kássia Guarnier, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; março de 2021. Desempenho produtivo da cultivar de soja hortaliça BRS 267, sob diferentes manejos de adubação no município de Campos dos Goytacazes- RJ. Orientador: Prof. Geraldo de Amaral Gravina.

A soja hortaliça é uma cultivar adaptada para o consumo dos grãos ainda imaturos na fase reprodutiva (R6) que podem ser utilizados diretamente na alimentação, seja como grãos verdes ou como brotos. A presente pesquisa teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo da cultivar de soja hortaliça (*Glycine max* (L.) Merrill) BRS 267, sob diferentes manejos de adubação para o município de Campos dos Goytacazes- RJ. Foi instalado um experimento em campo, onde foram testados dois tipos de adubação (mineral e orgânica) levando em consideração o efeito com e sem irrigação. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso (DBC), com cinco repetições e quatro tratamentos: adubação mineral com irrigação (AMCI), adubação orgânica com irrigação (AOCI), adubação mineral sem irrigação (AMSI) e adubação orgânica sem irrigação (AOSI), todos os tratamentos foram co-inoculados com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. Foram avaliados os caracteres estande final de plantas (STDF), número de grãos por vagem (NGV), número de nódulos (NNOD), peso de nódulos (PNOD), peso de vagens (PV) e produtividade de vagens (PRODV). Os dados foram submetidos a uma análise estatística com o auxílio dos aplicativos computacionais Genes e R. O teste de comparação de médias apontou que para a maioria dos caracteres estudados, o manejo que mais se sobressaiu foi o de adubação orgânica com irrigação (AOCI). Os resultados da

análise de correlação mostraram que apenas a variável produtividade de vagem (PRODV) apresentou correlação significativa, positiva forte (0,95) com o peso de vagem por planta (PVP), a análise de trilha permitiu determinar a relação indireta existente entre a produtividade e as variáveis estudadas, assim como determinou que a variável independente do número de grãos por vagem tem relação direta com a variável principal produtividade, o que pode determinar trabalhos futuros com a soja hortaliça.

**Palavra-chave:** *Glycine max*, edamame, nutrição de plantas.

## ABSTRACT

Silva, Rita de Kássia Guarnier M.Sc., State University of the North Fluminense Darcy Ribeiro; February 2021. Productive performance of the vegetable soybean cultivar BRS 267, under different fertilization managements in the municipality of Campos dos Goytacazes - RJ. Advisor: Prof. Geraldo de Amaral Gravina.

Vegetable soy is a cultivar adapted for the consumption of grains that are still immature in the reproductive phase (R6) that can be used directly in food, either as green grains or as sprouts. This research aims to evaluate the productive performance of the vegetable soybean cultivar (*Glycine max* (L.) Merrill) BRS 267, under different fertilization managements for the municipality of Campos dos Goytacazes-RJ. A field experiment was installed, where two types of fertilization (mineral and organic) were tested taking into account the effect with and without irrigation. The experiment was conducted in a randomized block design (DBC), with five replications and four treatments: mineral fertilization with irrigation (AMCI), organic fertilization with irrigation (AOCI), mineral fertilization without irrigation (AMSI) and organic fertilization without irrigation (AOSI), all treatments were co-inoculated with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum*. The final plant stand characters (STDF), number of grains per pod (NGV), number of nodules (NNOD), nodule weight (PNOD), pod weight (PV) and pod productivity (PRODV) were evaluated. The data were submitted to a statistical analysis with the aid of the computational applications Genes and R. The test of comparison of means indicated that for the majority of the studied characters, the management that stood out the most was the organic fertilization with irrigation (AOCI). The results of the correlation analysis

showed that only the pod yield variable (PRODV) has a significant, positive, strong correlation (0.95) with the pod weight per plant (PVP), the trail analysis allowed to determine the indirect relationship between the productivity and the variables studied, as well as determined that the independent variable number of grains per pod has a direct relationship with the main variable productivity, which may determine future work with vegetable soybeans.

Keywords: *Glycine max*, edamame, plant nutrition.

## 1. INTRODUÇÃO

A soja é uma planta originária da China, pertence à espécie *Glycine max* (L.) Merrill e a família Fabaceae. Trata-se de um grão rico em proteínas, podendo ser usado para o consumo humano e animal (Singh, 2017).

No Brasil a soja é uma das principais culturas agrícolas, sendo bastante explorada nos estados de Mato Grosso, Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2020). A produção nacional é destinada, em sua grande maioria, à comercialização na forma de grão seco e tem como destino principal a fabricação de ração animal e óleo vegetal. Além dos usos da *commodity*, a soja também pode ser utilizada diretamente como hortaliça (edamame), seja como grãos verdes colhidos antes da fase de maturação (Mendonça e Carrão-Panizzi, 2003; Espolador, 2017) ou como brotos (Oliveira e Carrão-Panizzi, 2016).

A soja hortaliça pertence ao mesmo gênero e espécie da soja grão, porém os grãos são consumidos quando imaturos e ocupam cerca de 80% a 90% da largura das vagens, o que corresponde ao estágio R6 (Konovsky & Lumpkin, 1990).

Quando se compara os grãos da *commodity* aos grãos das cultivares de edamame observa-se que os grãos da hortaliça são mais robustos e possuem melhor sabor e textura e necessitam menor tempo de cozimento, devido aos altos níveis de ácido fítico (Konovsky & Lumpkin, 1990). Os grãos possuem sabor

agradável devido aos elevados teores de aminoácido, amido, sacarose e ácido glutâmico e contêm teores reduzidos dos oligossacarídeos rafinose e estaquiose, de difícil digestão (Mendonça & Carrão-Panizzi, 2008). Além do mais, destacam-se como fonte de isoflavonas, apresentam reduzido teor de óleo (5,7%), elevado teor de proteínas (13%), ausência de colesterol e gordura hidrogenada e teores razoáveis de minerais, fósforo, cálcio e vitaminas B1 e B2 (Shanmugasundaram & Yan, 2004; Espolador, 2017).

Os países asiáticos são os principais produtores e consumidores de edamame, a soja e seus derivados possuem importante papel como alimento direto para a população asiática. Embora os povos da Ásia conheçam há séculos os benefícios do consumo da soja, apenas recentemente as suas propriedades despertaram interesse em outras partes do mundo, que têm investido em pesquisas de melhoramento genético vegetal da cultura, com interesse voltado para o consumo humano direto (Carrão-Panizzi, 2006).

O consumo da soja verde no Brasil ainda não é tão popular, porém alguns produtos derivados da soja como shoyo, tofu e proteína texturizada de soja (carne de soja) já são conhecidos por grande parte da população. Associado a isto, a culinária oriental e a busca por alimentos mais saudáveis vêm se popularizando no nosso país (Cunha, 2015).

Assim, este trabalho teve como objetivo testar o desempenho produtivo da cultivar de soja hortaliça BRS 267, sob diferentes manejos de adubação a fim de incentivar os agricultores familiares e consumidores a conhecer mais sobre a utilização da soja hortaliça na alimentação, apresentando técnicas para o cultivo e produção, benefícios do seu consumo e informações sobre esta oportunidade de negócio para o município de Campos dos Goytacazes/RJ.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Origem, classificação botânica e características da soja hortaliça

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta herbácea, inclusa na classe Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* L., espécie *max* e tem como possível progenitor a espécie *Glycine ussuriensis*. É uma planta com grande variabilidade genética, com desempenho produtivo influenciado pelas variações do ambiente de cultivo (Alambert, 2010).

A soja é uma cultura cujo centro de origem se atribui ao continente asiático, mais precisamente, a região correspondente à China Antiga (Faxe, 2015). Existem referências bibliográficas que comprovam que a leguminosa é uma das culturas mais antigas, cultivada como base alimentar pelos povos asiáticos a mais de cinco mil anos. A sua dispersão pelo mundo ocorreu graças aos mercadores ingleses e por imigrantes japoneses e chineses (Missão, 2006).

A cultura da soja atingiu 138 anos de presença no Brasil em 2020. A exploração da cultura teve início na região sul do país no início do século XX, mas apenas em 1970 que essa leguminosa alcançou um grande destaque comercial e

passou a ser amplamente estabelecida em território nacional, devido a uma crise agrícola na safra da Rússia e a insuficiência da produção Americana em suprir a demanda mundial. Nesta época o Brasil ultrapassou a China, e se tornou o segundo maior produtor mundial de soja, perdendo apenas dos Estados Unidos, o maior produtor mundial até os dias atuais (Gazzoni, 2018).

Segundo Nunes (2016) existe uma grande variação de ciclo entre os cultivares da soja. Em tese, no Brasil os ciclos variam entre 100 e 160 dias, e podem ser classificados em grupos de maturação precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio, dependendo da região. A altura da planta está subordinada às condições ambientais e do genótipo.

As principais cultivares do mercado apresentam caule híspido, com poucas ramificações e raiz com eixo principal e muitas ramificações. Possuem folhas trifolioladas, com exceção do primeiro par de folhas simples, no nó acima do nó cotiledonar. Têm flores de fecundação autógama, típicas da subfamília Papilionoideae, de cor branca, roxa ou intermediária. Desenvolvem vagens levemente curvadas que, à medida que amadurecem, evoluem da cor verde para amarelo-pálido, marrom-claro, marrom ou cinza, e que podem conter de uma a cinco sementes lisas, elípticas ou globosas, de tegumento amarelo pálido, com hilo preto, marrom ou amarelo-palha, (Nepomuceno et al., 2008).

## **2.2 Importância econômica e social da soja hortaliça**

A soja é uma planta de importância única devido à alta produtividade de proteína por área. A maior parte da soja produzida ao redor do globo é na forma de grãos, atingindo a escala de *commodity* e tem como destino principal as indústrias esmagadoras. No caso da soja hortaliça, o cenário muda consideravelmente e estratégias diferenciadas de mercado são aplicadas. Assim como em hortaliças convencionais, na soja, a qualidade sensorial constitui aspecto determinante no momento da comercialização (Espolador, 2017).

Segundo Charlo et. al (2011), na busca por mercados específicos na cidade de São Paulo, tradicionais produtores de hortaliças do Cinturão Verde da capital paulista iniciaram cultivos de soja hortaliça em 2008, utilizando para isso cultivares

originadas da China. A BRS 267 é um exemplo de cultivar brasileira que já está disponível para os produtores.

Na soja hortaliça, apenas os grãos são comestíveis, vale salientar que não é recomendado o consumo das vagens, porém em alguns mercados consumidores, a exemplo dos asiáticos, há preferência pela comercialização das vagens intactas, sem manchas e lesões. Os consumidores americanos, por outro lado, preferem apenas os grãos em embalagens congeladas (Duppong; Hatterman-Valenti, 2005). No Brasil, devido às restrições de semeadura em determinadas épocas do ano em várias regiões potenciais, a soja hortaliça fresca pode ser sazonal, oscilando de preço ao longo do ano.

A soja hortaliça pode ser comercializada com as vagens presas às plantas, vagens frescas destacadas das plantas ou em grãos. Outra possibilidade de uso da soja hortaliça é na produção de patê de edamame. China, Japão, Coréia e Taiwan representam os principais produtores da soja hortaliça e também os principais consumidores (Carrão-Panizzi, 2006).

No Brasil, este produto é mais consumido em São Paulo, onde existe a presença de muitos habitantes orientais e o consumidor geralmente encontra o produto em feiras, restaurantes e vendas especializadas em produtos orientais (Charlo, 2011).

A ausência de conhecimento desse tipo de uso da soja, seu benefício à saúde e a versatilidade de preparo faz com esse produto ainda não seja produzido no Brasil em larga escala. Acredita-se que propagandas devem ser conduzidas para que a soja hortaliça seja apresentada e aceita no mercado brasileiro (Carrão-Panizzi, 2006). A tendência é que a população migre para padrões alimentares mais saudáveis e a maior parte concorda que adotar alimentos funcionais na dieta é uma estratégia saudável. Desta forma, espera-se que estratégias precisas de marketing e oferta de produtos de qualidade façam com que o uso da soja hortaliça cresça e ganhe o gosto dos brasileiros.

### **2.3 Soja hortaliça ou edamame**

A soja hortaliça pertence ao mesmo gênero e espécie (*Glycine max* (L.) Merrill) da soja comum (*commodity*). As cultivares destinadas a edamame

apresentam algumas características que as diferenciam das cultivares de soja comercial. Em termos nutricionais, as cultivares de soja verde apresentam maiores teores de proteínas nos grãos, maiores teores de aminoácidos sulfurados, como metionina e cisteína, menor teor de óleo e altos teores de minerais e vitaminas (Juhász et al., 2017).

As vagens são colhidas quando os grãos ainda estão imaturos e apresentam características peculiaridades, como por exemplo: boa uniformidade dos grãos, não apresentam danos causados por pragas ou doenças, tegumento vistoso, ou seja, sem nenhuma irregularidade causada por trincas, rachaduras, danos mecânicos ou má conservação das sementes, para que assim tenham algum valor comercial. A comercialização da soja verde pode ser feita com as vagens presas nos galhos, com as vagens soltas ou com os grãos debulhados (Castoldi, 2009).

## **2.4 Cultivar BRS 267**

A cultivar da soja BRS 267 foi lançada no ano de 2006 pela Embrapa Soja (Londrina-PR), e foi recomendada para os estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e sul do Mato Grosso do Sul, sendo disponibilizada aos produtores na safra 2007/08 (Embrapa, 2020).

A variedade desenvolvida pela Embrapa apresenta flor roxa, hilo amarelo, hábito de crescimento determinado, maturação média, pubescência cinza, teor de proteína 40,10%, teor de óleo de 20,50%, sementes grandes, sabor suave e adocicado, sendo ideal para produção de tofu, farinhas e extrato de soja. Além de poder ser consumida como edamame (Embrapa, 2020).

A BRS 267 quando comparada com outras cultivares apresenta sabor mais adocicado devido a uma sequência de cruzamentos bem sucedidos entre genótipos com características desejáveis como maior teor de sacarose e de ácido glutâmico, que melhoram o sabor da soja. Mesmo com a presença da lipoxigenase – enzima que confere sabor desagradável à soja - a nova cultivar tem o sabor bastante agradável, conforme verificado em testes sensoriais realizados pela própria Embrapa (Gomes, 2007).

Em relação às doenças a cultivar é resistente ao cancro da haste, mancha do olho de rã e ao mosaico comum da soja. Essa cultivar é moderadamente suscetível a oídio, podridão parda da haste, ao vírus da necrose da haste, podridão radicular de fitóftora, nematoide de galha e nematoide de cisto (Dias, 2018).

## **2.5 Fenologia da soja**

A classificação dos estádios de desenvolvimento da soja, proposta por Fehr e Caviness (1977), identifica precisamente o estágio de desenvolvimento em que se encontra uma planta ou lavoura de soja. É de suma importância o conhecimento correto dos estádios, pois o manejo sem o conhecimento preciso pode gerar problemas na produção. A aplicação de agroquímicos em uma lavoura em estágio de desenvolvimento incorreto pode ter graves consequências (econômicas, ecológicas e sanitárias). A classificação destes estádios permite perfeito entendimento, eliminando a possibilidade de erros de interpretação.

O sistema proposto por Fehr e Caviness (1977) consiste na divisão dos estádios de desenvolvimento da planta em vegetativos e reprodutivos. Os estádios vegetativos são representados pela letra V e os estádios reprodutivos por R. Com exceção dos estádios VE (emergência) e VC (cotilédone), as letras V e R são seguidas de índices numéricos que identificam estádios específicos. A determinação do estágio vegetativo não é feita a partir dos nós da planta, pois a folha é temporária e os nós são permanentes. Para determinar os estádios vegetativos não são usados os nós cotiledonares, pois estes são opostos no caule e cada um deles possui um cotilédone. O estágio vegetativo VE refere-se a uma plântula recém-emergida, onde existe a emergência dos cotilédones.

Quando os cotilédones se encontram completamente abertos e expandidos a planta encontra-se em estágio vegetativo VC ou quando as bordas de suas folhas unifoliadas não mais se tocam. A partir do VC, as subdivisões dos estádios são numeradas sequencialmente em: V1, V2, V3, V4, V5 ... Vn. Em que n é o número de nós acima do nó cotilédonar com folha completamente desenvolvida. Na tabela 1 encontra-se a descrição dos estádios vegetativos da soja com a descrição e a denominação de cada estágio (Fehr; Caviness, 1977).

**Tabela 1:** Descrição dos estádios vegetativos da soja

<b>Estádio</b>	<b>Denominação</b>	<b>Descrição</b>
VE	Emergência	Cotilédones acima da superfície do solo
VC	Cotilédone	Cotilédones completamente abertos
V1	Primeiro nó	Folhas unifoliadas completamente desenvolvidas
V2	Segundo nó	Primeira folha trifoliada completamente desenvolvida
V3	Terceiro nó	Segunda folha trifoliada completamente desenvolvida
V4	Quarto nó	Terceira folha trifoliada completamente desenvolvida
V5	Quinto nó	Quarta folha trifoliada completamente desenvolvida
V6	Sexto nó	Quinta folha trifoliada completamente desenvolvida
Vn	Enésimo nó	Ante-enésima folha trifoliada completamente desenvolvida

Estádios reprodutivos (R) abrangem quatro fases do desenvolvimento reprodutivo da planta: florescimento (R1 e R2), desenvolvimento da vagem (R3 e R4), desenvolvimento do grão (R5 e R6) e maturação da planta (R7 e R8) (Fehr; Caviness, 1977). Apresenta-se na tabela 2 uma descrição dos estádios reprodutivos da soja.

**Tabela 2:** Descrição dos estádios reprodutivos da soja

<b>Estágio</b>	<b>Denominação</b>	<b>Descrição</b>
R1	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó do caule (haste principal)
R2	Florescimento pleno	Uma flor aberta num dos 2 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida.
R3	Início da formação da vagem	Vagem com 5 mm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida.
R4	Vagem completamente desenvolvida	Vagem com 2 cm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
R5	Início do enchimento do grão	Com grão de 3 mm de comprimento em vagem num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida
R6	Grão cheio ou completo	Vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem de um dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida.
R7	Início da maturação	Uma vagem normal no caule com coloração de madura.
R8	Maturação plena	95 % das vagens com coloração de madura

Para o preparo da edamame o estágio fenológico ideal para colheita das vagens é o R6 (Fehr; Caviness, 1977), quando os grãos completaram seu enchimento, ou seja, momento em que alcançaram maior tamanho, as folhas ainda estão verdes, pois ainda não iniciou o processo de senescência.

## **2.6 Aspectos gerais de manejo da soja**

As raízes das plantas podem absorver qualquer elemento químico existente no solo. Além de carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), somente quatorze elementos inorgânicos são considerados essenciais para as plantas. Eles são divididos em dois grupos, em função das proporções necessárias para as plantas (Carmelo, 2006). Os elementos considerados como macronutrientes são: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Os micronutrientes são: boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni) e zinco (Zn). O cobalto (Co) é primordial ao solo, pois ele é essencial para a soja, visto que atua no processo de fixação biológica de nitrogênio, junto aos microrganismos fixadores (Vieira, 2006).

Sabe-se que a ordem crescente dos nutrientes exigidos pela cultura da soja é S – Mg – P – Ca – K – N. Nos estágios iniciais de desenvolvimento da soja a taxa de absorção dos nutrientes é baixa, devido ao seu lento crescimento nessa fase. A partir do trigésimo dia de estabelecimento da cultura no campo, a taxa de absorção nutricional aumenta drasticamente devido à alta atividade fotossintética e de fixação de carbono que dura até o início do enchimento dos grãos (Carmelo, 2006).

À medida que o enchimento do grão avança ocorre uma alta translocação de nutrientes acumulados, nas partes vegetativas, que provoca uma diminuição na demanda dos nutrientes do solo. Adiante, as atividades fisiológicas apresentam uma leve diminuição, encerrando, com a maturação da planta, a absorção e o processo fotossintético. Existem evidências que indicam que o acúmulo máximo dos nutrientes da soja ocorre entre 82 e 92 dias de idade, que a maior taxa de absorção dos macronutrientes ocorre entre 39 e 58 dias, e que 50% do total de nutrientes já foram absorvidos entre 20 e 39 dias (Sfredo, 1986).

## 2.7 Adubação mineral da soja

A adubação mineral da soja pode ser dimensionada em três fatores básicos, são eles: a nutrição da planta, os elementos minerais mais exigidos pela cultura, as quantidades necessárias e a época para o fornecimento dos nutrientes. Para a avaliação da fertilidade do solo deve-se utilizar algumas práticas como o histórico do local, análise de solo, calagem, adubação correta seguidas da diagnose visual e da diagnose foliar. Deve-se usar o fertilizante de modo eficiente, visando práticas conservacionistas, fazendo o parcelamento do nutriente e estar sempre atento às condições edafoclimáticas (Vitti, 2000).

Em função do conhecimento dos fatores supracitados, antes de se estabelecer o manejo químico do solo, é indicado fazer a calagem da área de plantio a fim de incorporar calcário para eliminar o alumínio tóxico (teor de Al x fator de eficiência de calagem) e/ou para elevar o nível de cálcio e magnésio para  $3 \text{ cmolc dm}^{-3}$ , em área total, preferencialmente 60 dias antes do plantio, desde que a umidade do solo o permita. Se os teores de Mg forem menores que  $0,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$ , deve-se usar exclusivamente o calcário dolomítico. A quantidade de calcário comercial a ser utilizada deve ser corrigida considerando a qualidade do calcário, expressa pelo seu poder relativo de neutralização total (Freire, 2013).

A literatura relata que o nutriente mais requerido na cultura da soja é o Nitrogênio (N) e o potássio (K). Estima-se que 25 a 35% do N é fornecido pelo solo e 65% a 85% do  $\text{N}_2$  atmosférico é absorvido pela fixação simbiótica das bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Apesar do P ser um macronutriente importante para a soja é o menos extraído, pois trata-se do seu baixo teor no solo, devida a sua fixação nos solos tropicais (Vitti, 2000).

Estima-se que para produzir 1000 kg de grãos são necessários 80 kg de N. Basicamente, as fontes de N disponíveis para a cultura da soja são os fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica do nitrogênio (FBN) (Hungria et al., 2007). A FBN é a principal fonte de N para a cultura da soja. Bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, quando em contato com as raízes da soja, infectam-nas, via pelos radiculares, formando os nódulos. Dependendo da sua eficiência, a FBN pode fornecer todo nitrogênio requerido pela planta (Embrapa, 2013).

A aplicação das doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$  devem ser efetuadas de acordo com o manual de calagem e adubação recomendado para o estado ou região

correspondente ao plantio. Na tabela 3 encontram-se as recomendações para o estado do Rio de Janeiro, de acordo com os resultados da análise de solo. O fósforo deve ser aplicado todo no plantio, enquanto a dose de potássio deve ser fracionada para aplicação no plantio e em cobertura (uma ou duas vezes) (Freire, 2013).

**Tabela 3.** Recomendação de adubação de plantio, de fósforo e potássio, da soja para o estado do Rio de Janeiro

<b>Teor de P (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Teor de K (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Dose de K<sub>2</sub>O (kg ha<sup>-1</sup>)</b>
0-10	80	0-45	60
11-20	60	46-90	40
21-30	30	> 90	0

Adaptado de (FREIRE, 2013).

## **2.8 Adubação orgânica da soja**

Para a realização de adubações orgânicas eficientes, é importante definir o objetivo da adubação, pois a matéria orgânica atua de duas maneiras simultâneas: como condicionadora, melhorando principalmente as características físicas do solo, e como fornecedora de nutrientes. Adubos orgânicos, utilizados com a finalidade precípua de fornecer nutrientes, devem possuir elevados teores de elementos (Freire, 2013).

A recomendação da quantidade de adubo obedece a critérios de avaliação. O nitrogênio é o nutriente mais demandado em adubações e conseqüentemente, pode causar contaminação do lençol freático devido à ocorrência de lixiviação. Portanto, recomenda-se basear as adubações orgânicas nos teores de N dos adubos proporcionais ao N presente, sendo recuperado pela cultura após a realização da adubação (Lima, 2014).

Quando possível realiza-se a determinação do teor de nitrogênio em análises laboratoriais ou estima-se através de tabelas disponíveis em várias fontes. Os adubos orgânicos não são padronizados, pois apresentam muitas vezes variação na composição de nutrientes. A tabela 4 mostra valores de doses geralmente empregadas e as doses máximas recomendadas para os principais adubos orgânicos no estado do Rio de Janeiro.

**Tabela 4:** valores de doses geralmente empregadas e de doses máximas recomendadas para os principais adubos orgânicos

<b>Adubo Orgânico</b>	<b>Doses empregadas t/há</b>	<b>Doses recomendadas t/ha</b>
Esterco de ruminantes	10	40
Esterco de aves	5	20
Torta de Oleaginosas	1	4
Composto orgânico pouco humificado	10	40
Composto orgânico muito humificado	10	60

Fonte: (FREIRE, 2013).

## **2.9 Necessidades hídricas da soja**

De maneira geral, as hortaliças têm seu desenvolvimento e produtividade influenciados pelas condições de clima e de umidade do solo. Mesmo em lugares úmidos, a carência de água é fator limitante para a obtenção de produções elevadas e de boa qualidade. Desta forma, o sucesso na produção de hortaliça depende diretamente da demanda hídrica. Assim como a deficiência hídrica no solo é o fator mais limitante para a obtenção de uma boa produção, o excesso pode, também, ser prejudicial por favorecer o desenvolvimento de doenças (Marouelli, 1998).

A demanda hídrica na cultura da soja cresce de acordo com o desenvolvimento da planta. Alcança o pico máximo durante a floração e enchimento dos grãos, onde a demanda de água é de cerca de 7 a 8 mm por dia. Dessa forma, o consumo mais elevado de água corresponde com o período em que a planta apresenta maior altura e índice de área foliar (Faria, 2007).

A soja quando bem nutrida hidricamente desenvolve uma folhagem abundante, que determina teoricamente uma extração de água por evapotranspiração de aproximadamente 650 mm durante o ciclo. Durante o estágio reprodutivo a demanda hídrica torna-se elevada, necessitando de uma maior atenção da irrigação nesse período (Fehr; Caviness, 1977). Durante os estádios

R1-R2 e no início da formação das vagens o fornecimento de irrigação estimula o enchimento dos grãos e aumenta a produtividade (Zhang, 2004).

Segundo Espolador (2017) o déficit hídrico nos estádios R1–R2 e R3–R5 leva ao abortamento das flores e das vagens, conseqüentemente acaba sendo fundamental que o fornecimento de água não seja interrompido durante este período para garantir alta produtividade e boa qualidade dos grãos.

## **2.10. Correlação de Pearson e análise de trilha**

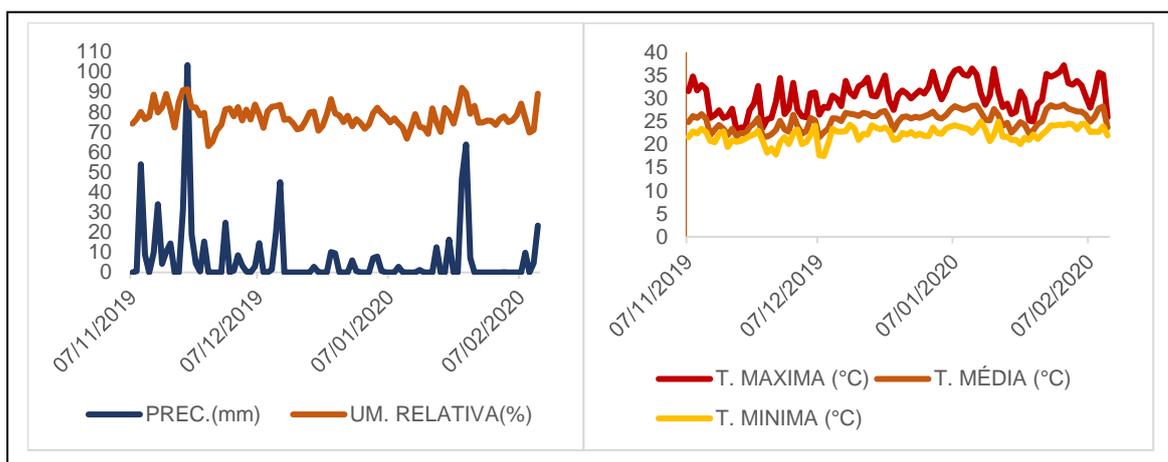
As pesquisas sobre as correlações entre as variáveis se adéquam em quase todas as áreas de estudos científicos. A correlação de Person também é conhecida como coeficiente de correlação produto-momento, trata-se de uma correlação simples que possibilita a avaliação da magnitude e o sentido da associação entre duas variáveis. No entanto não propicia as informações fundamentais sobre os efeitos diretos e indiretos de um grupo de variáveis independentes em relação a uma variável dependente. A análise de trilha ou *path analysis* é um método desenvolvido por Wright (1921), Wright (1923) e por Li (1975), que possibilita o estudo dos efeitos diretos e indiretos de diversas variáveis independentes sobre uma variável dependente básica (Cruz et al., 2004).

A análise de trilha alcançou êxito por basear-se em formulação mais lógica na relação de causa-efeito entre as variáveis. A aplicação das correlações depende do conjunto de variáveis que serão estudadas, comumente é determinado a partir de um conhecimento introdutório e de sua importância pelo pesquisador e de possíveis inter-relações expressas em diagramas de trilha (Cruz, 2003). Segundo Nunes (2004) existem um grande número de artigos em diferentes áreas de conhecimentos em que a análise de trilha vem sendo empregada, principalmente dentro das ciências agrárias.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização da área do experimento**

O experimento foi implantado entre o período de 07 de novembro de 2019 a 11 de fevereiro de 2020 na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro-PESAGRO no município de Campos dos Goytacazes, interior do estado do Rio de Janeiro, Brasil, sob as coordenadas 21°44'56.94"S de latitude e 41°18'28.66" W de longitude e altitude de 20m. O tipo de solo predominante na área experimental pertence à classe dos Neossolo flúvico Tb distrófico (Embrapa, 2003). O clima de ocorrência da região é do tipo tropical, com chuvas expressivas no verão e invernos secos, sendo a precipitação anual em torno de 1053 mm e temperatura máxima média de 29,9°C e mínima média de 20,8°C, (INMET, 2019). Dados climáticos de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar encontram-se na figura 1 abaixo.



**Figura 1** - Precipitação (mm), Umidade relativa do AR (%) e temperatura do período de novembro de 2019 a fevereiro de 2020 retirados o INMET

### 3.2. Caracterização do solo da área experimental

Foram coletadas 10 amostras simples de solo na PESAGRO - RIO, utilizando sonda inoxidável e profundidade de 0-20 (cm). Amostras compostas, originadas da homogeneização das amostras simples, foram encaminhadas para o laboratório da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Campos dos Goytacazes – RJ.

A análise química do solo e dos adubos orgânicos foram do tipo completa, em que o pH (água), Ca, Mg e Al (Método KCl 1 mol/L), P, K, Fe, Zn, Cu e Mn (Método Mehlich-1); H+Al (Método acetato de cálcio); Matéria Orgânica (Método colorimétrico); S (Método Ca (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> em HOAc); B (Método BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0,125%); Soma de Bases (SB) e CTC a pH 7.0 (C.T.C). Também foram realizadas análises dos adicionais, P-REMANESCENTE – (CaCl 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P); P-RESINA – (extrator Resina trocadora de íons); P-TOTAL – (Método Sommers e Nelson); CARBONO ORGÂNICO – (Método Walkley & Black); S-ENXOFRE – (Método Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> em HOAc); pH em CaCl<sub>2</sub>; Na-SÓDIO – (Método Mehlich-1), de acordo com (Silva et al., 1998; Embrapa, 1997). Na Tabela 5, são apresentados os resultados da análise de solo do talhão experimental.

**Tabela 5** – Atributos químicos do solo da área utilizada para instalação do experimento, Campos dos Goytacazes-RJ

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	C	N	MO
--água--	--(mg. dm <sup>-3</sup> --		----- (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )-----					----- (%)-----		--(g. dm <sup>-3</sup> --
5,6	7	29	2,2	1,4	0,00	2,71	0,06	1,24	0,17	2,1
SB	T	T	M	V	Fe	Cu	Zn	Mn	S	B
----- (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )-----			----- (%)-----		----- (mg. dm <sup>-3</sup> )-----					
3,7	6,4	3,7	0,0	57,9	78	1,0	4,9	12,6	9,83	0,80

pH= medida da acidez e alcalinidade (água); P= fósforo (extrator Mehlich 1); K= potássio; Ca= cálcio; Mg= magnésio; Al= alumínio; H+Al=Hidrogênio+alumínio; Na = sódio; C = carbono; N = nitrogênio; MO = matéria orgânica; SB = soma de bases; T = CTC = capacidade de troca de cátions; t = CTC efetiva; m = saturação por alumínio; V = saturação por bases; Fe = ferro; Cu = cobre; Zn = zinco; Mn = manganês; S = enxofre; B = boro.

### 3.3. Preparo do solo

O preparo do solo foi efetuado de modo convencional, com uma aração utilizando-se uma grade aradora com posterior sulcamento. A taxa de germinação das sementes foi estimada em 96%. A semeadura foi realizada manualmente em campo, com o auxílio de um gabarito espaçado com 0,5 m entre linhas, utilizando aproximadamente 17 sementes por metro linear. O sistema de irrigação utilizado foi o de aspersão, com aspersores com raio de 1,5 metros e com uma vazão de 2,4 m<sup>3</sup>/h. Inicialmente todos os tratamentos foram irrigados até o período de estabelecimento da plântula por duas horas a cada dois dias.

Os procedimentos de capinas manuais ocorreram periodicamente, a fim de controlar o crescimento de ervas daninhas e o controle de pragas e doenças seguiu o manejo orgânico.

### 3.4. Adubação

O adubo orgânico utilizado foi proveniente de uma compostagem formada basicamente por camadas alternadas de materiais vegetais como: folhas, restos de plantas provenientes de podas, (capim-elefante), e materiais de origem animal, como: estrume de vaca. A proporção utilizada do composto no fundo do sulco do plantio foi de 2kg/m linear (40 t/ha). A adubação orgânica de cobertura foi feita com

torta de filtro e a proporção utilizada foi de 0,7 kg/m linear (14 t/ha). Na tabela 6 são apresentados a análise química dos compostos orgânicos.

**Tabela 6** – Caracterização química dos compostos orgânicos utilizados na adubação orgânica

-----capim-elefante e esterco-----													
pH	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	C	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B	
-	-----g. kg-----					-----mg. kg-----							
H <sub>2</sub> O-	6,9	11,67	8,87	7,01	9,31	4,37	127,2	2,02	14436	26	276	480	37,95
-----palha de feijão e esterco-----													
7,5	12,32	9,57	9,53	15,77	4,7	148,8	1,19	14496	40	276	456	80,42	

pH = acidez; N = nitrogênio; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = fósforo; K<sub>2</sub>O = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; C = carbono; S = enxofre; Fe = ferro; Cu = cobre; Zn = zinco; Mn = manganês; B = boro.

A adubação mineral foi realizada com a fórmula N-P-K (04-14-08), na proporção de 29 gramas por metro linear correspondendo a 580 kg/ha. Foi realizada uma adubação de cobertura 15 dias após a emergência das plântulas, com o adubo mineral cloreto de potássio na proporção de 14 gramas por metro linear correspondendo a 280 kg/ha. Ambas as doses foram baseadas na análise de solo seguindo a recomendação do manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro.

### 3.5. Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido no campo, em delineamento em blocos ao acaso (DBC), com quatro tratamentos e cinco repetições, de acordo com o modelo:

$$y_{ij} = m + b_j + t_i + e_{ij}$$

em que:  $y_{ij}$  é o valor observado da característica estudada, no tratamento  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, I$ ) e no bloco (ou repetição)  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, J$ );  $m$  é a média geral (de todas as observações) do experimento;  $t_i$  é o efeito do tratamento  $i$ ;  $e_{ij}$  é o erro associado à observação  $y_{ij}$  ou efeito dos fatores não-controlados sobre ela.

Os tratamentos aplicados foram os seguintes: adubação mineral com irrigação (**AMCI**), adubação orgânica com irrigação (**AOCI**), adubação química sem irrigação (**AMSI**) e adubação orgânica sem irrigação (**AOSI**). As doses de adubação utilizadas foram calculadas de acordo com o manual de calagem e adubação para a cultura da soja para o estado do Rio de Janeiro. A parcela experimental foi constituída de cinco linhas de quatro metros de comprimento espaçadas a 0,50 m entre linhas, com aproximadamente 17 plantas por metro linear, totalizando uma população de 320.000 plantas por hectare. As avaliações foram realizadas com base em uma amostragem de cinco plantas por parcela, coletadas das duas fileiras centrais, no estágio vegetativo de R6. O experimento também contou com uma área de bordadura para minimizar os efeitos ambientais. Foram avaliadas plantas individuais dentro de cada repetição (bloco).

### **3.6 Caracteres avaliados antes da colheita**

a) Altura da planta (ALTP): medida da altura das plantas, correspondendo à distância do colo até o final da haste principal, expressa em cm. Foram realizados em três momentos do experimento, 17 dias após a emergência das plântulas, no florescimento e na fase de colheita R6.

b) Diâmetro do caule (DC): medida do diâmetro do caule com paquímetro expressa em cm. Foram realizados em três momentos do experimento, 15 dias após a emergência, no florescimento e na fase de colheita R6.

c) Data da floração: foi anotado para obter o número de dias para o florescimento (DF).

d) Número de nódulos (NNOD): obtido por meio da contagem de nódulos das plantas seguindo o protocolo oficial do MAPA para avaliação da viabilidade e eficiência agrônômica de cepas, inoculantes e tecnologias relacionadas ao processo de fixação biológica do nitrogênio em leguminosas. Foram coletadas cinco plantas com as raízes intactas, da área central da segunda linha de cada parcela, imediatamente antes da floração, com cerca de 35 dias após a emergência).

### **3.7 Caracteres avaliados após a colheita**

a) Estande final de plantas (STDF): obtidos por meio da contagem das plantas colhidas em uma linha inteira do bloco, expressa em unidade.

b) Número de grãos por vagem (NMGV), obtido pela contagem do número de sementes em uma amostra de cinco vagens por planta.

c) Peso de Nódulos (PNOD): obtido a partir do peso dos nódulos.

d) Peso de vagens por planta (PVP): obtidos através da média da pesagem de todas as vagens retiradas das cinco plantas analisadas, expresso em gramas;

e) Produtividade de vagens (PRODV): estimada a partir do peso de vagens por planta multiplicada pelo estande final de plantas.

### **3.8 Análise de correlação de Pearson e análise de trilha**

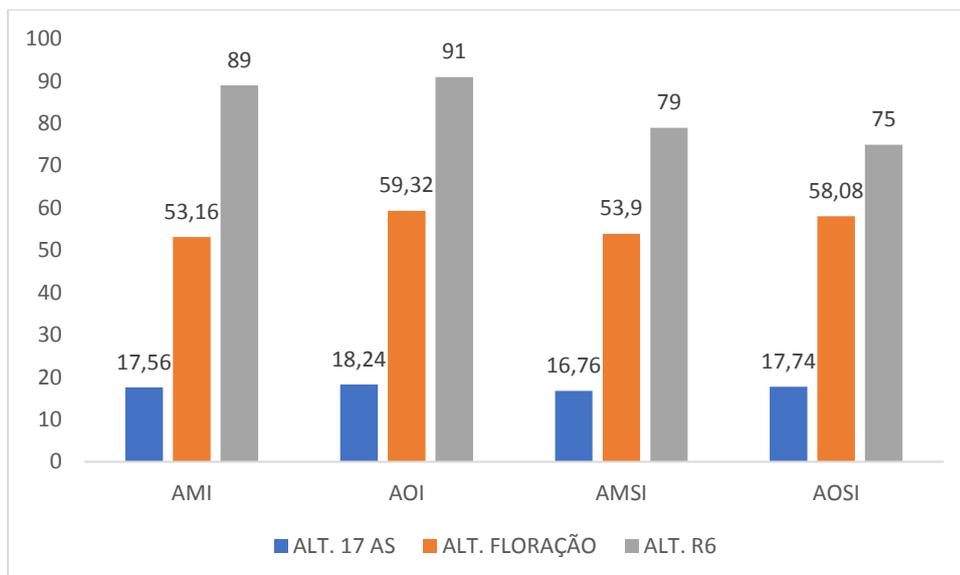
Os caracteres avaliados foram submetidos à análise de correlação de Pearson através do programa computacional R, para descrever o padrão de relacionamento entre os caracteres. A correlação forneceu os valores da variação conjunta entre as variáveis, também mediu a intensidade e a direção da relação linear ou não linear entre elas. Para saber as informações sobre os efeitos diretos e indiretos das variáveis do estande final de plantas (STDF), número de grãos por vagem (NMGV), número de nódulos (NNOD), peso de nódulos (PNOD), peso de vagens por planta (PVP) sobre a variável dependente produtividade de vagens (PRODV) foi realizada a análise de trilha com o programa computacional Genes.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Características observadas ao decorrer do desenvolvimento das plantas**

As plantas apresentaram florescimento pleno no quadragésimo nono dia após a semeadura e chegaram ao estágio fenológico de R6 aos 109 dias após a semeadura. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira (2010) ao avaliar a resposta do genótipo de soja hortaliça JLM019 em Jaboticabal-SP, em que as plantas apresentaram ponto de colheita 105 dias após a semeadura, no estágio reprodutivo R6.

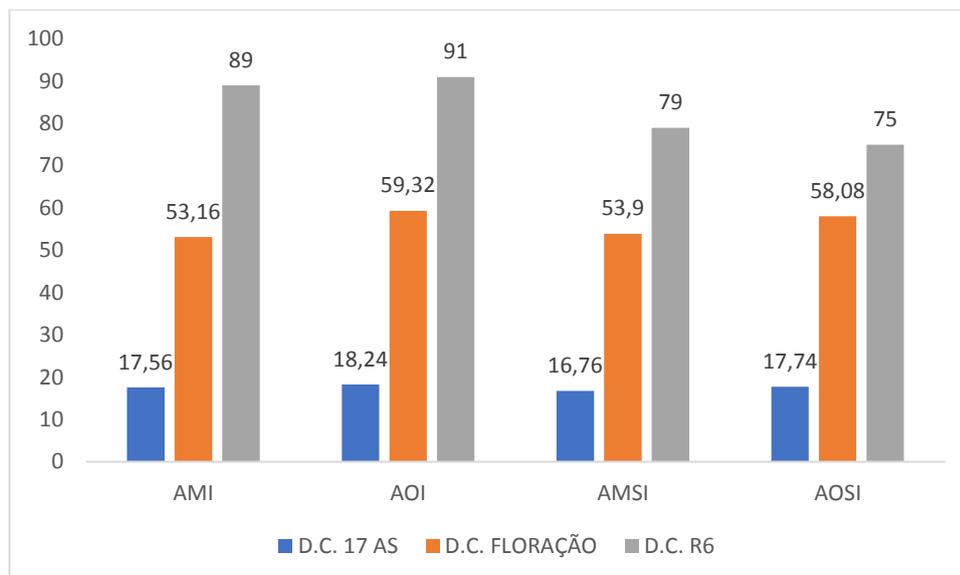
As alturas das plantas ao decorrer dos estádios de desenvolvimento são apresentadas na figura 2, e mostram que as plantas apresentaram alturas similares ao decorrer do estágio vegetativos, não havendo muita diferença entre os tratamentos.



**Figura 2** – Altura média das plantas após 17 dias da sementeira, floração e no estágio R6 no município de Campos dos Goytacazes-RJ

A altura das plantas no estágio R6 variou de 80 a 120 cm de altura. Oliveira (2010) ao estudar o genótipo da soja hortaliça JLM019, apresentou dados que demonstram que o valor médio da altura das plantas foi de 73,76 cm, um pouco abaixo quando comparado com a cultivar BRS 267.

Em relação ao diâmetro do caule das plantas a figura 3 apresenta resultados que demonstram que o diâmetro do caule variou de 16,76 a 18,24 mm aos dezessete dias após a sementeira, de 53,16 a 59,32 mm no florescimento e de 75 a 91 mm em R6.



**Figura 3** – Diâmetro médio do caule das plantas após 17 dias da sementeira, na floração e no estágio R6 no município de Campos dos Goytacazes-RJ

O número médio de nós das plantas colhidas em R6 é apresentado na tabela 7, e mostra que a média de nós variou entre 12 para o tratamento mineral com irrigação (AMCI) e 13,44 para o tratamento orgânico sem irrigação (AOSI).

**Tabela 7.** Médias do número de nós das plantas da cultivar de soja BRS-267, para os tratamentos adubação mineral com irrigação (AMCI), adubação orgânica com irrigação (AOI), adubação mineral sem irrigação (AMSI) e adubação orgânica sem adubação (AOSI) no município de Campos dos Goytacazes-RJ

Tratamentos	Nº de nós
AMCI	12,00
AOI	13,04
AMSI	12,92
AOSI	13,44

As pragas e doenças encontradas ao decorrer da cultura em campo foram vaquinha verde (*Diabrotica speciosa*) e fusariose (*Fusarium subglutinans*) respectivamente, em ambos os casos não foi necessário controle, pois o nível de dano não teve impacto no desenvolvimento e na produtividade das plantas.

## 4.2 Análise de variância

A análise de variância demonstra que houve diferença significativa ( $0,01 \leq p \leq 0,05$ ) entre os diferentes tipos de tratamentos para a cultivar de soja hortaliça BRS 267, para todas as características avaliadas (Tabela 8). Dentre as quais, estande final (STDF) e peso de vagem por planta (PVP) apresentaram efeitos altamente significativos em relação às demais variáveis. Isso significa que dependendo do tipo de manejo empregado, haverá desempenho diferenciado da cultivar testada.

**Tabela 8.** Quadrados médios da cultivar de soja BRS-267, para as características estande final (STDF), número de grão por vagem (NGV), número de nódulos (NNOD), peso de nódulos (PNOD), peso de vagem por planta (PVP) e produtividade de vagem (PRODV) no município de Campos dos Goytacazes-RJ

FV	GL	QM					
		STDF	NGV	NNOD	PNOD	PVP	PRODV
Blocos	4	52,05	0,04	10717,07	15242,50	854,52	0,394447
Tratamentos	3	117,9**	0,26*	58679,1*	77938,3*	2354,10*	1,457822*
Resíduos	12	8,68	0,05	13960,00	15659,16	610,27	0,3998
Total	19						
Mínimo		9,0	1,8	208,0	340,0	39,18	1,013
Máximo		32,0	2,8	792,0	990,0	132,45	4,238
Média		22,30	2,31	411,90	704,50	76,782	1,686
CV (%)		13,21	10,54	28,68	17,76	32,17	37,49

\* e \*\*, significativo a 5% e a 1% pelo teste F.

A média geral do experimento variou de 2.31 para a característica número de grãos por vagem (NGV), a 1.69 quilos de vagem com base na parcela de 10 m<sup>2</sup> para a característica produtividade de vagem (PRODV). Já os coeficientes de variação experimental variaram de 10.54 para (NGV) e 37.49 para a característica (PRODV). A magnitude da variação experimental está associada a diversos fatores, como por exemplo, a natureza da característica avaliada, as variações ambientais e, no caso da produtividade se tratar de uma característica poligênica, isto é, controlada por diversos genes, justifica o valor encontrado no coeficiente de variação (Pimentel-Gomes, 2009; Ramalho et al., 2000).

Em um estudo sobre a precisão experimental na cultura do feijão, Oliveira et al. (2019) constatou que os valores aceitáveis do coeficiente de variação para os

caracteres número de grãos por vagem (NGV) e estande final de plantas (STANDF) foram 18,35% e 15,34% respectivamente. Sendo que esses valores servem de base para estudos experimentais das leguminosas, orientando na avaliação da precisão da experimentação agropecuária.

### 4.3 Comparação de médias

No teste de comparação de médias a variável estande final de plantas (STDF) não apresentou diferença significativa entre os manejos de adubação orgânica com irrigação (AOCl) e adubação orgânica sem irrigação (AOSI), porém, apresentaram superioridade sobre os demais manejos.

Esperava-se que os tratamentos com irrigação se sobressaíssem dos sem irrigação, porém no período do experimento ocorreram altas taxas de precipitação, fazendo com que alguns tratamentos sem irrigação se igualassem.

**Tabela 9.** Comparação entre médias de 4 manejos da cultivar de soja BRS-267 para as características estande final (STDF), número de grão por vagem (NGV), número de nódulos (NNOD), peso de nódulos (PNOD), peso de vagem por planta (PVP) e produtividade de vagem (PRODV) no município de Campos dos Goytacazes-RJ

Trat	STDF	NGV	NNOD	PNOD	PVP	PRODV
AMCI	18,4 b	2,28 ab	330,0 b	770 a	98.37 a	1.74 a
AOCl	26,6 a	2,6 a	565,2 a	790 a	89.49 ab	2,43 a
AMSI	17,8 b	2,04 b	411,2 ab	738 ab	69.55 ab	1,27 b
AOSI	26,4 a	2,3 ab	341,2 b	520 b	49.716 b	1,30 b

\* Letras iguais entre as linhas, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para a variável número de grão por vagem (NGV) os tratamentos que se destacaram foram o de adubação orgânica com irrigação (AOCl), adubação orgânica sem irrigação (AOSI) e adubação mineral com irrigação (AMCI) que não apresentaram diferenças significativas em suas médias, apresentando assim valores de 2.6, 2.3 e 2.28 respectivamente. Para esse caractere o manejo que menos se sobressaiu foi de adubação mineral sem irrigação (AMSI) com média de 2.04.

Carvalho et al., (2011) em um experimento de soja, demonstraram que a adubação orgânica apresentou maiores médias para a variável de número de vargens por plantas (NVG) em detrimento da adubação mineral.

Ao avaliar o número de nódulos (NNOD), os manejos de adubação orgânica com irrigação (AOCl) e adubação mineral sem irrigação (AMSI) foram superiores aos demais manejos. No entanto, em relação ao peso de nódulos (PNOD), os tratamentos AMCl, AOCl e AMSI não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, mas apresentaram maior relevância comparado ao manejo AOSI.

Resultados similares foram encontrados em estudos realizados por Silva (2019) na nodulação em plantas de soja submetidas a diferentes adubações. Para a variável de número de nódulos (NNOD) os tratamentos com adubação orgânica apresentaram maior média.

Segundo Ragagnin et al. (2011) é possível que a adubação orgânica melhore as características físicas, químicas e biológicas do solo, garantindo um aumento na retenção de água, assim como uma maior agregação das partículas do solo, redução do processo erosivo, aumento da taxa de infiltração de água e menor amplitude térmica do solo, sendo favorável para a nodulação.

Para a variável peso de vagem por planta (PVP) os tratamentos que obtiveram desempenho superior foram AMCl, AOCl e AMSI com médias de 98.37, 89.49 e 69.55 respectivamente. Já em relação à variável produtividade as médias foram similares para os tratamentos AMCl e AOCl, com médias 1.73 e 2.43 (kg na parcela de 06 m<sup>2</sup>), respectivamente.

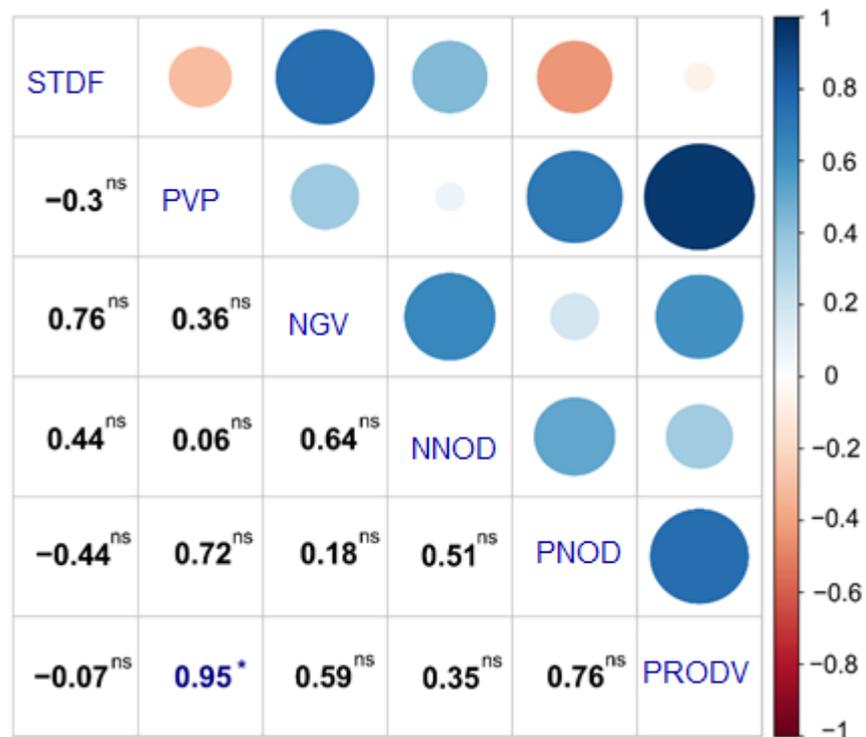
E por último para a variável PRODV os tratamentos que se destacaram foram o AOCl e AMCl com médias de 2.43 e 1.74 respectivamente, quando comparados aos tratamentos AMSI e AOSI. A produtividade da soja é resultado da interação entre o potencial genético da cultivar e as condições ambientais durante o período de cultivo, evidenciando assim que os tratamentos irrigados tiveram maior índice produtivo que as demais.

#### **4.4 Correlação entre características**

O coeficiente de correlação de Pearson varia de -1 a 1 e mede o grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas. O sinal orienta a direção

positiva ou negativa da relação existente entre as variáveis e o valor sugere a força desse relacionamento, refletindo a intensidade de uma relação linear entre dois componentes. Entretanto, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis (Figueiredo Filho, 2009).

As correlações de Pearson entre as características avaliadas são apresentadas na figura 4, e exibem correlações positivas entre algumas variáveis. A produtividade (PRODV) apresenta correlação de Pearson significativa e positiva forte (0,95) com o peso de vagem por planta (PVP), o que é esperado, haja vista que a produtividade é calculada pelo peso de grãos por hectare, e a variável PV tem relação direta com peso de grãos e número de vagens por planta. A PRODV apresentou correlações positivas de 0,76; 0,59; e 0,35 com PNOD, NGV e NNOD respectivamente, entretanto, as correlações não foram significativas. Em relação ao STDF apresentou uma correlação negativa fraca de -0,07, que também não foi significativa.



**Figura 4.** Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis estande final de plantas (STDF); peso de vagem por planta (PVP), número de grãos por vagem (NGV), número de nódulos (NNOD), peso de nódulos (PNOD) e produtividade

(PRODV), envolvendo quatro tipos de manejo da cultivar de soja BRS-267, Campos dos Goytacazes-RJ.

De modo geral, os valores das correlações entre as variáveis foram considerados de alta magnitude, entretanto, a maioria foi não significativo. Isso ocorre devido ao baixo número de observações do experimento que impacta de forma direta no grau de liberdade das fontes de variação. Segundo Chen & Popovic (2002) e Figueiredo Filho (2009) o coeficiente de correlação apresenta característica adimensional, ou seja, não possui unidade física que o defina. Por isso, não faz sentido, por exemplo, interpretar uma correlação de 0,5 como sendo 50%. Além do mais, a correlação não pode ser atribuída à proporção. Por consequência, uma correlação de 0,8 não pode ser interpretada como representando o dobro de uma correlação de 0,4.

A variável número de grãos por vagens (NGV) é um dos componentes mais importantes da produtividade da soja, uma vez que as alterações nesse componente estarão diretamente ligadas ao ajuste da produtividade, que pode ocorrer com a alteração da população de plantas. Em contrapartida, é possível que esse componente possa sofrer com a variabilidade entre indivíduos de uma população em função de fatores distintos, que vão desde os manejos de introdução da cultura, que pode ser influenciado pelo espaçamento das plantas, até a disponibilidade de nutrientes e fotossimilados que podem sofrer alteração pelo arranjo das plantas e até mesmo no manejo, fazendo com que os demais componentes sejam afetados (Navarro Júnior, 2002).

Nogueira et al., 2012, em um trabalho de avaliação de cultivares de soja em duas épocas de semeadura (fevereiro e dezembro), verificou que a correlação entre a produtividade dos grãos e o número de vagem por plantas foram positivas e altas.

A variável PNOD apresentou altos valores de correlação com os componentes PVP (0.72) e PRODV (0.76), provavelmente devido à disponibilização de nutrientes obtidos através da fixação biológica do nitrogênio, porém apesar de ser alta não foi significativa. Além do mais, apresenta correlações positivas com NNOD, NGV com valores de 0,51 e 0,18 respectivamente. Porém, apresenta uma correlação negativa com STDF -0,44.

Brandelero (2009), em seu estudo sobre a nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos obteve correlação positiva forte entre o rendimento de grãos com os componentes de nodulação. Souza et al. (2008), constataram que em avaliação qualitativa e quantitativa da microbiota do solo e da fixação biológica do nitrogênio pela soja em diferentes localidades e épocas, os dados das massas dos nódulos e da parte aérea foram adequados para avaliar o crescimento e o desempenho simbiótico da soja, confirmando os resultados encontrados do presente trabalho.

A variável STDF apresentou correlação positiva de 0,76 com NGV, demonstrando que existe linearidade em relação ao número de plantas com o número de vagens por planta e, conseqüentemente, o número de grãos por vagem, ou seja, à medida que a população de plantas aumentou a quantidade de vagens com maior quantidade de grãos sobressaiu sobre vagens com menor número de grãos.

No experimento ao analisar as vagens, observou-se que o número de vagens com dois grãos se sobressaiu em todos os tratamentos em relação aos demais, isso pode ser explicado, pois a correlação existente entre STDF e NGV não está tão próxima de um, ficando em um ponto próximo ao intermediário.

#### **4.5 Análise de trilha**

A análise dos coeficientes de correlação simples entre as características não é determinante quanto às conclusões a serem tiradas sobre as relações de causa e efeito de variáveis independentes com uma variável básica. Dessa forma, a análise de trilha consiste no desdobramento das correlações em efeitos diretos e indiretos, possibilitando mensurar a influência direta de uma variável independente sobre outras variáveis (Cruz et al., 2004).

O efeito direto da característica estande final (STDF) sobre a produtividade de vagem (PRODV) foi considerado alto e negativo. Isso indica que há uma contribuição desfavorável para a variável PRODV. Por outro lado, o efeito indireto da variável STDF com número de grãos por vagem (NGV), apresentou correlação alta e positiva, demonstrando haver incremento na produtividade de vagem por seleção indireta dessa característica. As correlações dos efeitos indiretos entre

STDF e as variáveis peso de vagem por planta (PVP), número de nódulos (NNOD) e peso de nódulos (PNOD) foram consideradas de baixa magnitude, podendo ser desconsideradas (Tabela 10).

**Tabela 10.** Correlações fenotípicas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis independentes explicativas estande final de plantas (STDF); peso de vagem por planta (PVP), número de grãos por vagem (NGV), número de nódulos (NNOD), peso de nódulos (PNOD) e produtividade (PRODV)

<b>Variável</b>	<b>Vias de associação</b>	<b>Estimativa</b>
<b>STDF</b>	<b>Efeito direto sobre PRODV</b>	- 0.8605
	Efeito indireto via PVP	0.1256
	Efeito indireto via NGV	0.8933
	Efeito indireto via NNOD	- 0.1538
	Efeito indireto via PNOD	- 0.0197
	Total	- 0.0151
<b>PVP</b>	<b>Efeito direto sobre PRODV</b>	- 0.4130
	Efeito indireto via STDF	0.5353
	Efeito indireto via NGV	0.8196
	Efeito indireto via NNOD	- 0.0225
	Efeito indireto via PNOD	0.0323
	Total	0.9517
<b>NGV</b>	<b>Efeito direto sobre PRODV</b>	0.9759
	Efeito indireto via STDF	- 0.8367
	Efeito indireto via PVP	- 0.1474
	Efeito indireto via NNOD	- 0.2251
	Efeito indireto via PNOD	0.0082
	Total	- 0.2250
<b>NNOD</b>	<b>Efeito direto sobre PRODV</b>	- 0.3510
	Efeito indireto via STDF	- 0.7716
	Efeito indireto via PVP	- 0.0265
	Efeito indireto via NGV	0.9721
	Efeito indireto via PNOD	0.0231
	Total	- 0.1539
<b>PNOD</b>	<b>Efeito direto sobre PRODV</b>	0.0452
	Efeito indireto via STDF	0.7693
	Efeito indireto via PVP	- 0.2957
	Efeito indireto via NGV	0.4176
	Efeito indireto via NNOD	- 0.1796
	Total	0.7568
Coeficiente de determinação		0,89
Efeito residual		0,11

De acordo com Rigon (2012), é imprescindível salientar que a produtividade é uma variável quantitativa que possui efeito de amplos genes modificadores, ou seja, de pequeno efeito, sendo vigorosamente influídos pelas condições do ambiente, por consequência, pode ocorrer inter-relações sobre o rendimento, com influência de outro caráter, chamado de efeito indireto.

O efeito direto para o componente peso de vagem (PV) sobre o efeito da produtividade de vagem (PRODV) foi considerado moderado e negativo. Indicando que em dada circunstância haverá um efeito prejudicial sobre o componente PRODV. Em contrapartida, o efeito indireto do componente PVP com número de NGV, apresentou correlação alta e positiva, atestando que existe um aumento na produtividade de vagem por seleção indireta desse componente. As correlações dos efeitos indiretos entre PVP e componente estande final de plantas (STDF) foi considerado moderado positivo, apontando que também é um componente que indiretamente contribui para o acréscimo da produtividade. Já as correlações dos efeitos indiretos entre peso de vagens por planta (PVP) e as variáveis número de nódulos (NNOD) e peso de nódulos (PNOD) podem ser ignoradas por apresentarem baixa relevância.

De acordo com De Alcantara Neto et al. (2011) ao fazerem análise de trilha do rendimento de grãos de soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia observaram que a variável que mais teve influência sobre a produtividade da soja foi o número de vagens por planta, pois apresentou efeito direto sobre a produção de matéria seca e total de grãos por hectare e, além disso, sofre efeito direto do peso das vagens.

Em relação ao efeito direto da característica número de grãos por vagem (NGV) sobre a produtividade de vagem (PRODV) foi considerado alto e positivo. Apontando que as estimativas indicam que existe uma tendência do caractere NGV aumentar em função do caractere PRODV. Sob outra perspectiva, o efeito indireto do caractere NGV com STDF, apresentou correlação alta e negativa, demonstrando haver decréscimo do número de grãos de vagem por seleção indireta dessa característica. As correlações dos efeitos indiretos entre NGV e as variáveis número de vagem por planta (PVP), número de nódulos (NNOD) e peso de nódulos (PNOD) foram ignoradas por apresentarem magnitude desprezível.

Quando um componente se correlaciona positivamente com uns e negativamente com outros, como ocorreu no presente trabalho, é necessário que

se tenha cautela, pois a seleção de dado componente pode causar efeitos indesejáveis em outros (Hoogerheide et al., 2007; Zuffo et al., 2017).

No que diz respeito ao efeito direto da variável número de nódulos (NNOD) em relação à produtividade de vagem (PRODV) foi considerado baixo e negativo. Por ser considerado uma correlação fenotípica baixa o seu efeito passa a ser insignificante. Já a correlação indireta da variável NNOD em relação à STDF foi considerada alta e negativa, mostrando que existe uma forte tendência dessa variável aumentar enquanto a outra diminui. As correlações dos efeitos indiretos entre NNOD, PNOD e PVP não foram consideradas por serem de baixa magnitude.

De acordo com Lopes et al. (2002), existe uma propensão em se valorizar mais o sinal, do que a magnitude dos valores das correlações, devido aos valores dos efeitos diretos sobre a produtividade serem menores do que aos obtidos via correlações, pode-se evidenciar que existem outros caracteres influenciando nas correlações com a variável principal.

O efeito direto da característica peso de nódulos (PNOD) sobre a produtividade de vagem (PRODV) foi considerado moderado e positivo. Evidenciando que existe um aporte benéfico para a variável PRODV. Em uma via contrária, o efeito indireto da variável PNOD com STDF, apresentou correlação alta e negativa, demonstrando que pode haver uma predisposição de uma variável aumentar enquanto a outra diminui por seleção indireta dessa característica. Já as correlações dos efeitos indiretos entre PNOD e as variáveis número de nódulos (NNOD) e peso vagens por planta (PVP) apresentaram valores com magnitude baixa, sendo descartadas.

A inoculação é um caráter que está intimamente relacionado à produtividade da soja e por consequência com a nodulação. Estudos realizados com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* apontam que os incrementos variam entre 6,4 a 20% na produtividade de grãos de soja quando utilizada a co-inoculação (Fipke et al., 2016; Ferri et al., 2017).

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

O genótipo de soja hortaliça BRS 262 apresentou um bom desempenho produtivo no município de Campos dos Goytacazes, demonstrando que pode ser uma alternativa agrícola para os produtores da região.

O teste de comparação de médias apontou que, para a maioria dos caracteres estudados, o manejo que mais se sobressaiu foi o da adubação orgânica com irrigação (AOCI).

Os resultados das correlações mostraram que apenas a variável PVP apresentou correlação linear significativa positiva forte com a variável PRODV. A análise de trilha permitiu determinar a relação indireta existente entre a produtividade e as variáveis estudadas, assim como determinou que o caractere indireto NGV tem correlação direta com caractere PRODV. De modo geral, os resultados encontrados atenderam às expectativas para o primeiro ano de implantação. A adubação orgânica demonstra ser tão eficiente quanto a mineral, e pode ser recomendada para os agricultores da região. Estudos posteriores são necessários, a fim de verificar o ganho de matéria orgânica no solo e a redução no custo de produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brandelero, Evandro Martin; PEIXOTO, Clóvis Pereira; RALISCH, Ricardo. (2009). Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 30, n. 3, p. 581-587.
- Cantelli, Keli Cristina, et al. (2017) Brotos de linhagens genéticas de soja: avaliação das propriedades físico-químicas. *Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Cardoso, A. I. I.; FERREIRA, K. P.; VIEIRA JÚNIOR, R. M.; ALCARDE, C. (2011) Alterações em propriedades do solo adubado com composto orgânico e efeito na qualidade das sementes de alface. *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 4, p.594-599.
- Carmello, Q. D. C., & Oliveira, F. A. (2006). Nutrição de lavouras de soja: situação atual e perspectivas. Piracicaba: ESALQ. *Visão agrícola*, 3(5), 8-11.
- Carrão-Panizzi, M. C. (2006). Edamame ou soja-hortaliça: fácil de consumir e muito saudável. *Informe Agropecuário*, 27(230), 59-64. Soja na alimentação humana e animal, Belo Horizonte, v. 27, n. 230, p. 47-58.
- Carvalho, E. R., Rezende, P. M. D., Andrade, M. J. B. D., Passos, A. M. A. D., & Oliveira, J. A. (2011). Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre

- características agronômicas da soja e nutrientes no solo. *Revista Ciência Agronômica*, 42(4), 930-939.
- Castoldi, R., Charlo, H. C. D. O., Vargas, P. F., Braz, L. T., Mendonça, J. L. D., & Carrão-Panizzi, M. C. (2009). Desempenho de quatro genótipos de soja-hortaliça em dois anos agrícolas. *Horticultura Brasileira*, 27(2), 256-259.
- Charlo, H. C. D. O., Pessoa, R., Funichello, M., Castoldi, R., & Braz, L. T. (2011). Desempenho agrônômico de dez linhagens de soja-hortaliça. *Horticultura Brasileira*, 29(3), 349-353.
- Chen, P. Y., Smithson, M., & Popovich, P. M. (2002). Correlation: Parametric and nonparametric measures (No. 139). Sage.
- COSTA MM, MAURO AO, Unêda-Trevisoli SH, Arriel NHC, Bárbaro I M & Muniz FRS (2004) Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:1095-1102.
- Cruz, C. D., & Carneiro, P. C. S. (2003). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas*. Viçosa: UFV, v.2, 585 p.
- Cruz, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004.
- Cunha, D., Viana, J. S., de Moraes Silva, W., & da Silva, J. M. Soja para consumo humano: Breve abordagem.
- de Alcantara Neto, F., de Amaral Gravina, G., de Sousa Monteiro, M. M., de Moraes, F. B., Petter, F. A., & de Albuquerque, J. A. A. (2011). Análise de trilha do rendimento de grãos de soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. *Comunicata Scientiae*, 2(2), 107-112.
- de Mendonça, G. M. N., de OLIVEIRA, A. F., de OLIVEIRA, M. A., & COELHO, A. (2017). Elaboração de brotos de soja em conserva. *Embrapa Soja-Capítulo em livro científico (ALICE)*.
- Dias, L., Lopes, I., Cattelan, A., Debiasi, H., Sibaldelli, R., Kosinsk, C., ... & Almeida, A. (2018). Sistemas de cultivo utilizados na cultura da soja e efeito sobre a comunidade microbiana do solo. *Embrapa Soja-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*.
- Duppong, L. M., & Hatterman-Valenti, H. (2005). Yield and quality of vegetable soybean cultivars for production in North Dakota. *HortTechnology*, 15(4), 896-900.

- EMBRAPA. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2020.
- Espolador, F. G, Souza R. S, E. Bornhofen, P. A. M. Barbosa, F. M. Nazato, R. M Yassue, N. A. Vello, (2017). Soja hortaliça (*Série Produtor Rural*, no. 65),: ESALQ, Divisão de Biblioteca, Piracicaba- SP 54 p.
- Farias, J. R. B., Nepomuceno, A. L., & Neumaier, N. (2007). Ecofisiologia da soja. *Embrapa Soja-Circular Técnica* (INFOTECA-E).
- Faxo, A., Glass, F., Guth, P., & Dutra, R. Evolução do cultivo da soja no Brasil de 1980 a 2015.
- Fehr, W. R., & Caviness, C. E. (1977). Stages of soybean development. Ames: Iowa State University, Cooperative Extension Service, *Agriculture & Home Economics*, Experimental Station, 12 p. (Special Report, 80).
- Ferri, G. C., Braccini, A. L., Anghinoni, F. B. G., & Pereira, L. C. (2017). Effects of associated co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* with *Azospirillum brasilense* on soybean yield and growth. *African Journal of Agricultural Research*, 12(1), 6-11.
- Ferro, N. D. C. A., & de Oliveira, T. S. (2018). Colonização, cultura e língua em Campos dos Goytacazes. *EntreLetras*, 9(3), 237-260.
- Figueiredo Filho, D. B., & Silva Junior, J. A. (2009). Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, 18(1), 115-146.
- Fipke, G. M., Conceição, G. M., Grando, L. F. T., Ludwig, R. L., Nunes, U. R., & Martin, T. N. (2016). Co-inoculation with diazotrophic bacteria in soybeans associated to urea topdressing. *Ciência e Agrotecnologia*, 40(5), 522-533.
- Freire, L. R. (2013). Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro. Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E).
- Gazzoni, D., & Dall'agnol, A. (2018). A saga da soja: de 1050 aC a 2050 dC. Embrapa Soja-Livro científico (ALICE).
- Gomes, C. Embrapa lança nova cultivar de soja para consumo humano, *Embrapa Notícias*. Londrina, PR, 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18010289/embrapa-lanca-nova-cultivar-de-soja-para-consumo-humano> Acesso em [12/02/2020](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18010289/embrapa-lanca-nova-cultivar-de-soja-para-consumo-humano).

- Hoogerheide, E. S. S., Vencovsky, R., Farias, F. J. C., Freire, E. C., & Arantes, E. M. (2007). Correlações e análise de trilha de caracteres tecnológicos e a produtividade de fibra de algodão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(10), 1401-1405.
- Hungria, M., Campo, R. J., & MENDES, I. C. (2007). A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Embrapa Soja- Documentos (INFOTECA-E).
- IBGE Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/juazeiro-do-norte/panorama>. Acesso em: 11/02/2020.
- Juhász, A. C. P., Ciabotti, S., & de Araújo Teixeira, L. C. A. (2017). Breeding for nutritional quality. In Soybean Breeding (pp. 375-393). Springer, Cham.
- Konovsky, J., & Lumpkin, T. A. (1990). Edamame production and use: a global perspective. In International Conference Soybean Processing and Utilization (Vol. 4). Gongzhuling: Jilin Academy of Agricultural Science.
- Li, C. C. (1975). *Path Analysis-a primer*. The Boxwood Press.
- Lima, J. M. E., Smiderle, O. J., Alves, J. M. A., Chagas, E. A., & das Graças Souza, A. (2014). Tipos de adubação e épocas de avaliação na sanidade e viabilidade de sementes de soja-hortaliça. *Revista Agro@mbiente On-line*, 8(2), 244-252.
- Lopes, Â. C. D. A., Vello, N. A., Pandini, F., Rocha, M. D. M., & Tsutsumi, C. Y. (2002). Variabilidade e correlações entre caracteres em cruzamentos de soja. *Scientia Agrícola*, 59(2), 341-348.
- Marouelli, W. A., & Silva, W. L. C. (1998). Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças. *Embrapa Hortaliças-Circular Técnica* (INFOTECA-E).
- Missão, M. R. (2006). Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. Maringá Management: *Revista de ciências empresariais*, 3(1), 7-15.
- Navarro Júnior, H. M., & Costa, J. A. (2002). Expressão do potencial de rendimento de cultivares de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n.3, p. 275-279.
- Nepomuceno, L. A.; Farias, R. B. J.; Neumaier, N. (2008). Características da soja. *Agência Embrapa de Informação Tecnológica*. Brasília, DF. Disponível em:

[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01\\_24\\_271020069131.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html) Acesso em: 11\02\2020.

- Nogueira, A. P. O., Sedyama, T., de Sousa, L. B., Hamawaki, O. T., Cruz, C. D., & Pereira, D. G. (2012). Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. *Bioscience Journal*, 28(6).
- Nunes, E. S., Carneiro, P. C. S., Couto, F. A. D. A., & Braz, V. B. (2004). Importância das características físicas e químicas na determinação do teor de vitamina C em frutos de aceroleira.
- Oliveira SF; Castoldi R; Charlo HCO; Braz LT (2010). Doses de potássio em características agronômicas, funcionais e antinutricionais na soja-hortaliça. *Horticultura Brasileira* 28: S3801-S3808.
- Oliveira, R. L. D., Muniz, J. A., Andrade, M. J. B. D., & Reis, R. L. D. (2009). Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. *Ciência e agrotecnologia*, 33(1), 113-119.
- Pimentel, G. F. (2009). Curso de estatística experimental. 15. Piracicaba: FEALQ. P, 451.
- Pimentel-Gomes, F., & Garcia, C. H. (2002). Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos (Vol. 309). Piracicaba: Fealq.
- Ragagnin, V. A., Sena Júnior, D. G. D., Dias, D. S., Braga, W. F., & Nogueira, P. D. M. (2013). Growth and nodulation of soybean plants fertilized with poultry litter. *Ciência e Agrotecnologia*, 37(1), 17-24.
- Ramalho M. A. P; Ferreira DF; Oliveira A. C. (2000). *Experimentação em genética e melhoramento de plantas*. Lavras: UFLA. 326p.
- Ribera, Im; Sakissaka, R.C.; Ramires, I. R.; Cardoso, R. M.; Silva, M. L. (2018). Cultivares de soja-hortaliça adubada organicamente na região do ecótono cerrado-pantanal. In: *Congresso Brasileiro de Olericultura*, 55. Anais. Bonito-MS: ABH. p. 184, 2018.
- Rigon, J. P. G., Capuani, S., Brito Neto, J. F. D., Rosa, G. M. D., Wastowski, A. D., & Rigon, C. A. G. (2012). Dissimilaridade genética e análise de trilha de cultivares de soja avaliada por meio de descritores quantitativos. *Revista Ceres*, 59(2), 233-240.
- Sfredo, G. J., Lantmann, A. F., Campo, R. J., & Borkert, C. M. (1986). Soja: nutrição mineral, adubação e calagem. *Embrapa Soja-Documentos* (INFOTECA-E).

- Shanmugasundaram, S., & Yan, M. R. (2004). Global expansion of high value vegetable soybean. In Proceedings VII World Soybean Research Conference, IV International Soybean Processing and Utilization Conference, III Congresso Brasileiro de Soja (Brazilian Soybean Congress), Foz do Iguassu, PR, Brazil, 29 February-5 March, 2004 (pp. 915-920). *Brazilian Agricultural Research Corporation, National Soybean Research Center*.
- Silva, D. F., Raimundo, E. K. M., & Forti, V. A. (2019). Nodulação em plantas de soja, *Glycine max* L. Merrill, submetidas a diferentes adubações. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 14(3), 470-475.
- Singh, R. J. (2017). Botany and cytogenetics of Soybean. In *The soybean genome* (pp. 11-40). *Springer*, Cham.
- Soja, E. (2012). *Sistemas de produção* 15.
- Soja, E. (2013). *Tecnologias de produção de soja—região central do Brasil*, Londrina: *Embrapa Soja*.
- Solos, E. (2006). *Sistema brasileiro de classificação de solos*.
- Souza, R. A. D., Hungria, M., Franchini, J. C., Chueire, L. M. D. O., Barcellos, F. G., & Campo, R. J. (2008). Avaliação qualitativa e quantitativa da microbiota do solo e da fixação biológica do nitrogênio pela soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(1), 71-82.
- Wright, S. (1921). Correlation and Causation. *Journal of Agricultural Research*, v. 20, n. 7, p. 557-585, 1921.
- Wright, S. (1923). The theory of path coefficients a reply to Niles's criticism. *Genetics*, 8(3), 239.
- Zuffo, A. M., Júnior, J. M. Z., Fonseca, W. L., Zambiazzi, E. V., de Oliveira, A. M., Guilherme, S. R., & PINTO, A. (2017). Path Analysis in Soybean Cultivars Grown under Foliar Spraying and Furrow Inoculation with *Azospirillum brasilense*. *Journal of Agricultural Science*, 9(10), 137-144.