



UFRR

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO (PRPPG)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA (POSAGRO)

PEDRO HENRIQUE SANTOS DE MENEZES

**DENSIDADE DE PLANTAS NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DE
DUAS CULTIVARES DE SOJA E FITOSSOCIOLOGIA DE ESPÉCIES
DANINHAS NO CERRADO DE RORAIMA**

Boa Vista, RR
2017

PEDRO HENRIQUE SANTOS DE MENEZES

**DENSIDADE DE PLANTAS NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DE
DUAS CULTIVARES DE SOJA E FITOSSOCIOLOGIA DE ESPÉCIES
DANINHAS NO CERRADO DE RORAIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (POSAGRO) da Universidade Federal de Roraima (UFRR) em parceria com a Embrapa Roraima para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Pesq. Dr. Oscar José Smiderle

Coorientador: Prof. Dr. José de Anchieta Alves de Albuquerque

Boa Vista, RR
2017

CESSÃO DE DIREITO

PEDRO HENRIQUE SANTOS DE MENEZES

É concedida à Universidade Federal de Roraima (UFRR) permissão para reproduzir cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

PEDRO HENRIQUE SANTOS DE MENEZES

**DENSIDADE DE PLANTAS NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DE
DUAS CULTIVARES DE SOJA E FITOSSOCIOLOGIA DE ESPÉCIES
DANINHAS NO CERRADO DE RORAIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (POSAGRO) da Universidade Federal de Roraima (UFRR) em parceria com a Embrapa Roraima para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal. Defendida em 24 de agosto de 2017 e avaliada pela seguinte banca:

Pesq. Dr. Oscar José Smiderle
Orientador / Embrapa - Roraima
Presidente da Banca

Prof. Dr. José de Anchieta Alves de Albuquerque
Coorientador / POSAGRO - Universidade Federal de Roraima (UFRR)

Pesq. Dr. Roberto Dantas de Medeiros
Membro Externo / Embrapa - Roraima

Prof. Dr. Raphael Henrique da Silva Siqueira
Membro Interno / CCH - Universidade Federal de Roraima (UFRR)

Boa Vista, RR

2017

Dedicatória

A meus pais Lourival Batista de Menezes (in memoriam) e Alcione Maria Santos de Menezes.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas conquistas concedidas, tornando-me forte em mais uma batalha superada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - POSAGRO da Universidade Federal de Roraima, pela formação acadêmica.

À Universidade Federal de Roraima e EMBRAPA Roraima.

Ao Prof. Dr. Oscar José Smiderle, pela orientação, contribuindo para meu aprendizado.

Ao Prof. Dr. José de Anchieta Alves de Albuquerque, pela amizade, orientação, e principalmente por abrir seu espaço familiar para que pudéssemos trabalhar, contribuindo para meu aprendizado, amadurecimento pessoal e profissional.

À meus pais Alcione Maria Santos de Menezes e Lourival Batista de Menezes (*in memoriam*), pelas orações, educação, confiança, carinho e dedicação em todos os momentos de minha vida.

À meus irmãos Jaqueline Santos de Menezes e João Vital Santos de Menezes, pelo amor, carinho e incentivo.

Aos familiares de maneira geral, tios, primos, afilhado, madrinha, padrinho e avós (*in memoriam*).

A minha namorada Lilian Agna e sua família, pelo amor, apoio, carinho, conselhos e confiança depositada.

A família do escritório Oliveira Fernandes e Sincro Ambiental, pelo carinho, atenção, compreensão, confiança, amor e incentivo para seguir em frente, mesmo em dias difíceis.

Aos amigos e alunos do SENAR e da FAERR, pelos conhecimentos adquiridos, pela força, carinho, atenção e consideração.

Aos meus amigos paraibanos pelo apoio, incentivo, amizade, carinho e confiança.

Aos amigos que conquistei em Roraima, pelo incentivo, amizade, carinho, compreensão e apoio nas horas mais difíceis longe da família.

Aos meus amigos estrangeiros, pelo apoio, incentivo e amizade, mostrando que não importa sua origem, o importante é manter o foco e seguir em frente.

Ao meu cachorro Tapioca, pelo carinho, proteção e atenção.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFRR pelo conhecimento passado e grandioso incentivo.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo e confiança depositada.

A todos os meus colegas do mestrado, doutorado, servidores, ajudantes de campo e alunos do curso de Agronomia, pelo inestimável apoio e convívio.

“Nunca deixe ninguém dizer que você não pode fazer alguma coisa. Se você tem um sonho, tem que correr atrás dele. As pessoas não conseguem vencer, e dizem que você também não vai vencer. Se quer alguma coisa, corre atrás e pronto!”

À procura da felicidade.

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá!”

Ayrton Senna.

"Agradeça, mesmo sem entender. Agradeça, mesmo com lágrimas nos olhos. Agradeça até quando a dor for insuportável. Isso se chama fé e perseverança! E a colheita dos que os tem, é farta".

Rachel Carvalho.

RESUMO

O arranjo de plantas é uma prática de manejo que vem sendo estudada ao longo dos anos e demonstra ter, em soja, associação com a modificação da distribuição espacial e o aumento de rendimento por área. Os levantamentos fitossociológicos em área de cultivos são de grande importância, pois fornecem quais espécies estão em destaque. Esses índices permitem o conhecimento das plantas daninhas mais importantes dentro da comunidade infestante, para as quais se devem determinar alternativas de manejo ou mesmo mudanças no sistema, a fim de viabilizar o seu controle. Desse modo, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes densidades de plantas de soja sobre características agrônômicas e também identificar as plantas daninhas em áreas de diferentes manejos de preparo do solo para cultivo de soja no Cerrado de Roraima. Os experimentos foram implantados e conduzidos em área de cerrado, no campo experimental Água Boa da Embrapa Roraima. Para os experimentos de arranjo de plantas foi utilizado delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 2x4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de dois anos de cultivo da soja, semeadas em quatro densidade de plantas. Foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: altura de planta; altura da inserção da primeira vagem; diâmetro do caule; número de nó na haste; número de vagens por planta; número de ramos por planta; massa seca da planta; índice de colheita e produtividade de grãos. Os dados obtidos das variáveis mensuradas foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F a 5% de probabilidade. Os valores referentes as médias das cultivares foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e os referentes aos efeitos das densidades de plantas foram mensurados por análise de regressão polinomial. Já o experimento de fitossociologia de plantas daninhas foi realizado em três áreas diferenciadas. Para as amostragens foi utilizado um quadrado de ferro soldado nas extremidades com dimensões de 0,50 x 0,50 m. Foi identificado a classe, família, nome científico, nome comum e descritos o tipo de propagação, hábito de crescimento, ciclo de vida e avaliado a massa seca (%). Em seguida foi realizada a análise descritiva dos parâmetros fitossociológicos: densidade relativa, frequência relativa, dominância relativa, índice de valor de importância e índice de importância relativa. Calculou-se o Índice de Similaridade das plantas daninhas nas áreas. A maior produtividade média de grãos de soja BRS 8381 é obtida com a população de 387.448 plantas por hectare e da soja BRS Tracajá é obtida com 240.000 plantas por hectare no cerrado de Roraima. Os manejos utilizados favoreceram o aparecimento de novas espécies de plantas daninhas. Dentre as espécies coletadas na área, as famílias botânicas Poaceae, Cyperaceae, Fabaceae e Rubiaceae são as de maior representatividade.

Palavras-chave: *Glycine max*, Densidade de plantas, Produção de grãos, Plantas Infestantes.

ABSTRACT

The arrangement of plants is a management practice that has been studied over the years and shows, in soybean, an association with the spatial distribution modification and the increase of yield per area. Phytosociological surveys in crop area are of great importance, as they provide which species are highlighted. These indices allow the knowledge of the most important weeds within the weed community, for which we must determine management alternatives or even changes in the system, in order to enable its control. The objective of this study was to evaluate the effects of different densities of soybean plants on agronomic characteristics and also to identify weeds in different management areas of soil preparation for soybean cultivation in the Cerrado of Roraima. The experiments were implemented and conducted in cerrado area, in the experimental field Água Boa of Embrapa Roraima. For the plant arrangement experiments, a randomized block design was used in a 2x4 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of two years of soybean cultivation, sown in four plant densities. The following agronomic characteristics were evaluated: plant height; height of the first pod insertion; stem diameter; number of node on stem; number of pods per plant; number of branches per plant; dry mass of the plant; crop index and grain yield. The data obtained from the measured variables were submitted to analysis of variance with application of the F test at 5% probability. The values referring to the means of the cultivars were compared by the Tukey test at 5% of probability and those referring to the effects of plant densities were measured by polynomial regression analysis. The weed phytosociology experiment was carried out in three different areas. For the samplings a square of welded iron was used in the ends with dimensions of 0.50 x 0.50 m. It was identified the class, family, scientific name, common name and described the type of propagation, growth habit, life cycle and dry mass (%). A descriptive analysis of the phytosociological parameters was carried out: relative density, relative frequency, relative dominance, importance value index and relative importance index. The Weed Similarity Index was calculated for the areas. The highest average yield of BRS 8381 soybeans is obtained with the population of 387,448 plants per hectare and BRS Tracajá soybean is obtained with 240,000 plants per hectare in the cerrado of Roraima. The treatments used favored the appearance of new weed species. Among the species collected in the area, the botanical families Poaceae, Cyperaceae, Fabaceae and Rubiaceae are the most representative.

Keywords: *Glycine max*, Density of plants, Grain production, Weed plants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01.	Precipitação pluviométrica e temperatura média mensal entre abril e setembro de 2015 e 2016.....	28
Figura 02.	Croqui da área de coleta de cada unidade experimental.....	29
Figura 03.	Altura das plantas de soja BRS 8381 em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	33
Figura 04.	Diâmetro do caule de plantas de soja BRS 8381 em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	34
Figura 05.	Número de nós na haste de plantas de soja BRS 8381 em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	35
Figura 06.	Número de ramos por planta de soja BRS 8381, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	36
Figura 07.	Massa seca da planta (g.planta^{-1}) de soja BRS 8381, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	37
Figura 08.	Altura de inserção da primeira vagem de plantas de soja BRS 8381 em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	39
Figura 09.	Número de vagens por planta de soja BRS 8381, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	40
Figura 10.	Massa seca de grãos (g.planta^{-1}) de soja BRS 8381, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	41
Figura 11.	Massa seca da casca de soja BRS 8381, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	41
Figura 12.	Produtividade de grãos de soja BRS 8381, em função da densidade de plantas na linha em dois anos de cultivo.....	43
Figura 13.	Precipitação pluviométrica e temperatura média mensal entre os meses de abril e setembro dos anos de 2015 e 2016.....	48
Figura 14.	Croqui de uma parcela experimental demonstrando a disposição da área útil.....	49
Figura 15.	Altura das plantas de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	52
Figura 16.	Diâmetro do caule de plantas de soja BRS Tracajá em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	54
Figura 17.	Número de ramos por planta de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas na linha.....	55
Figura 18.	Massa seca da planta de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	56
Figura 19.	Altura de inserção da primeira vagem de plantas de soja BRS Tracajá em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	58
Figura 20.	Número de vagens por planta de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	59
Figura 21.	Massa seca de grãos de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	60

Figura 22.	Massa seca da casca de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	61
Figura 23.	Índice de colheita aparente de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	63
Figura 24.	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo.....	64
Figura 25.	Diagrama de Venn índice de similaridade de Sorensen (IS), adaptado pelos autores, ilustrando 11 espécies coletadas de plantas daninhas em três áreas diferenciadas (nativa, roçada e calcariada) realizado no cerrado de Roraima, 2015/2016.....	75

LISTA DE TABELAS E QUADRO

Tabela	01.	Resumo da análise de variância para as características de altura de planta (AP), diâmetro do caule (D), número de nós na haste (NNH), número de ramos por planta (NRP) e massa seca da planta (MSP) de soja BRS 8381 cultivada em dois anos sob quatro densidades de plantas. Boa Vista, RR, 2015 e 2016.....	32
Tabela	02.	Valores médios do diâmetro do caule de plantas de soja BRS 8381 em dois anos de cultivo.....	34
Tabela	03.	Resumo da análise de variância para as características de altura de inserção de primeira vagem (AIPV), número de vagens por planta (NVP), massa seca dos grãos (MSG), massa seca da casca (MSC), Índice de colheita aparente (ICA) e produtividade de grãos (PG) de soja BRS 8381 cultivada em dois anos sob quatro densidades de plantas, Boa Vista, RR, 2015 e 2016.....	37
Tabela	04.	Valores médios da altura de inserção de primeira vagem (AIPV) em plantas de soja BRS 8381 em dois anos de cultivo.....	38
Tabela	05.	Valores médios para produtividade de grãos de soja BRS 8381 em dois anos de cultivo.....	42
Tabela	06.	Resumo da análise de variância para as características de altura de planta (AP), diâmetro do caule (D), número de nós na haste (NNH), número de ramos por planta (NRP) e massa seca da planta (MSP) de soja BRS Tracajá cultivadas em dois anos sob quatro densidade de plantas. Boa Vista, RR, 2015 e 2016.....	51
Tabela	07.	Resumo da análise de variância para as características de altura de inserção de primeira vagem (AIPV), número de vagens por planta (NVP), massa seca dos grãos (MSG), massa seca da casca (MSC), Índice de colheita aparente (ICA) e produtividade de grãos (PG) de soja BRS Tracajá cultivada em dois anos sob quatro densidade de plantas, Boa Vista, RR, 2015 e 2016.....	56
Tabela	08.	Valores médios da altura de inserção de primeira vagem (AIPV) em plantas de soja BRS Tracajá em dois anos de cultivo.....	57
Tabela	09.	Valores médios da massa seca da casca (MSC) em plantas de soja BRS Tracajá em dois anos de cultivo.....	61
Tabela	10.	Valores médios do índice de colheita aparente (IAC) em plantas de soja BRS 8381 em dois anos de cultivo.....	62
Tabela	11.	Caracterização química e física do Latossolo Amarelo distrófico nas profundidades de 0-10 cm e 10-30 cm sob vegetação nativa, sem uso agrícola, em área do cerrado de Roraima, antes do plantio, 2015 e 2016.....	70
Quadro	01.	Classe botânica, família, nome científico, nome comum, tipo de propagação, hábito de crescimento e ciclo de vida das espécies coletadas nas áreas do cerrado de Roraima, 2015/2016.....	71

Tabela 12. Nome científico, massa seca (g), densidade relativa (%), frequência relativa (%) e dominância relativa (%) das espécies em área nativa, área roçada e área calcariada do cerrado de Roraima, 2015/2016.....

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	17
	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2	IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA SOJA.....	19
2.1	SOJA NO ESTADO DE RORAIMA.....	20
2.2	CULTIVARES.....	21
2.2.1	BRS 8381.....	22
2.2.2	BRS Tracajá.....	22
2.3	DENSIDADE DE PLANTAS.....	23
2.4	FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS.....	24
3	INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE PLANTAS SOBRE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA CULTIVAR BRS 8381.....	25
3.1	RESUMO.....	25
3	<i>INFLUENCE OF PLANT DENSITY ON AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF SOYBEAN CULTIVAR BRS 8381.....</i>	26
3.2	<i>ABSTRACT.....</i>	26
3.3	INTRODUÇÃO.....	27
3.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.4.1	Localização e caracterização da área experimental.....	28
3.4.2	Delineamento, tratamentos e condução do experimento.....	29
3.4.3	Análise estatística.....	31
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
3.5.1	Características vegetativas da cultura.....	31
3.5.2	Características produtivas.....	37
3.6	CONCLUSÕES.....	44
4	INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE PLANTAS SOBRE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA CULTIVAR BRS TRACAJÁ.....	45
4.1	RESUMO.....	45
4	<i>INFLUENCE OF PLANT DENSITY ON THE AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF SOYBEAN CULTIVAR BRS TRACAJÁ.....</i>	46
4.2	<i>ABSTRACT.....</i>	46
4.3	INTRODUÇÃO.....	47
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	47
4.4.1	Localização e caracterização da área experimental.....	47
4.4.2	Delineamento, tratamentos e condução do experimento.....	48
4.4.3	Análise estatística.....	51
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
4.5.1	Características vegetativas da cultura.....	51
4.5.2	Características produtivas da cultura.....	56
4.6	CONCLUSÕES.....	65

5	OCORRÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM ÁREAS DE DIFERENTES MANEJOS PARA CULTIVO DE SOJA NO CERRADO DE RORAIMA.....	66
5.1	RESUMO.....	66
5	<i>OCCURRENCE OF DYER PLANTS IN AREAS OF DIFFERENT MANAGEMENT FOR SOYBEAN CULTIVATION IN THE CLOSED OF RORAIMA.....</i>	67
5.2	<i>ABSTRACT.....</i>	67
5.3	INTRODUÇÃO.....	68
5.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	69
5.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
5.6	CONCLUSÕES.....	76
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
	REFERÊNCIAS.....	78

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) se apresenta como uma das mais importantes no cenário agrícola brasileiro, com produção atual estimada de 114 milhões de toneladas colhidas em 35 milhões de hectares (CONAB, 2017). Essa estimativa é reflexo do crescente aumento produtivo da soja observado nos últimos anos. Impulsionado, não somente pelo aumento de área plantada e pela adoção de técnicas e tecnologias que permitiram o incremento na produtividade da cultura (NOGUEIRA *et al.* 2014).

Dentro das regiões produtoras de soja, as áreas de cerrado, com aproximadamente 207 milhões de hectares, ocupam posição de destaque no cenário agrícola nacional, expandindo-se pelas regiões Sudeste, Norte, Nordeste e, principalmente, Centro-Oeste do Brasil. Vale salientar que essas áreas, mesmo possuindo solos ácidos e de baixa fertilidade, apresentam condições ao desenvolvimento da cultura (BUSO *et al.* 2016), visto que a soja, quando supridas suas exigências agronômicas, apresenta alta capacidade de adaptar-se às condições ambientais e de manejo a que é submetida.

Vários fatores podem influenciar negativamente a cultura. Dentre esses, a densidade de plantas, variante em função do espaçamento de plantio adotado, tem significativa importância pela supressão da disponibilidade de fatores limitantes às plantas, como nutrientes, água e radiação solar, o que pode resultar em queda na produtividade da cultura (BORÉM, 2013). Vale destacar que a densidade de plantas adequada pode variar em função da cultivar utilizada, da arquitetura da planta, do hábito de crescimento, do tipo de crescimento e do ciclo da mesma. No entanto, as densidades de plantas indicadas à cultura da soja situam-se em torno de 300.000 plantas ha⁻¹ ou 30 plantas m⁻² (COSTA, 2014).

Além da densidade de plantas inadequada para o plantio, a presença de espécies invasoras nas áreas de cultivo também vem afetando consideravelmente o rendimento da soja na agricultura brasileira, fato que constitui-se como grande desafio para pesquisadores e produtores envolvidos à cultura da soja. Assim, há necessidade de se buscar novas práticas de manejo que maximizem a utilização dos fatores ambientais disponíveis, sem elevação dos custos de produção, a fim de atingir o potencial de rendimento da cultura (COSTA, 2013).

Dentre esses mecanismos de manejo, o estudo fitossociológico de plantas daninhas destaca-se por ser um método eficiente de monitoramento das espécies que competem por fatores essenciais com a soja. No entanto, os avanços quanto aos estudos voltados a essa prática ocorrem de forma lenta e não sincronizada nos diferentes grupos de pesquisa do país, muito em função do baixo número de pesquisadores voltados diretamente a essa vertente (GONÇALVES *et al.* 2015).

Com base nisso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho agrônômico de duas cultivares de soja submetida a diferentes densidades de plantas, bem como determinar a fitossociologia de espécies daninhas em três diferentes manejos em área de cultivo da soja no cerrado de Roraima. Além de:

- a) Determinar a melhor densidade de plantas no desempenho da soja cultivar BRS 8381;
- b) Determinar a melhor densidade de plantas no desempenho da soja cultivar BRS Tracajá; e
- c) Determinar a fitossociologia de plantas daninhas em três áreas com diferentes manejos no cerrado de Roraima.

No Estado de Roraima em especial, alguns trabalhos quanto ao monitoramento de plantas daninhas foram desenvolvidos buscando entender o comportamento de espécies invasoras em diferentes cultivos (ALBUQUERQUE *et al.* 2013; ALBUQUERQUE *et al.* 2014; OLIVEIRA *et al.* 2015), no entanto, ressalta-se a necessidade de trabalhos que fortaleçam o estudo do comportamento de espécies daninhas nos diferentes sistemas de cultivo, inclusive na cultura da soja.

Portanto, determinar as densidades de plantio mais eficientes, bem como o comportamento fitossociológico de plantas daninhas na área de cultivo, é essencial para o aprimoramento da cultura da soja nas áreas de cerrado do Estado de Roraima, fato que justifica a realização de trabalhos como este.

REFERENCIAL TEÓRICO

2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA SOJA

A revolução socioeconômica e tecnológica protagonizada pela soja no Brasil Moderno pode ser comparada ao fenômeno ocorrido com o ciclo da cana de açúcar, da borracha e do café, que, em distintos períodos dos séculos XVII a XX, comandaram o comércio exterior do país. Avançando sobre novas fronteiras agrícolas na busca de terras abundantes e baratas, milhares de dinâmicos e arrojados produtores de soja da região sul do Brasil migraram para o despovoado e desvalorizado Cerrado brasileiro, levando desenvolvimento e promovendo a implantação de uma nova cultura na região central do país. Centenas de pequenos povoados nasceram no vazio do Cerrado, transformando-se, ao longo das quatro últimas décadas, em cidades de pequeno, médio e grande porte e valorizando enormemente as terras da região, hoje tão valiosas quanto as da região sul (DALL'AGNOL, 2007).

Foi à soja, inicialmente auxiliada pelo trigo, a grande responsável pelo surgimento da agricultura comercial no Brasil. Ela, também, apoiou ou foi a grande responsável pela aceleração da mecanização das lavouras brasileiras, pela modernização do sistema de transportes, pela expansão da fronteira agrícola, pela profissionalização e pelo incremento do comércio internacional, pela modificação e pelo enriquecimento da dieta alimentar dos brasileiros, pela aceleração da urbanização do País, pela interiorização da população brasileira (excessivamente concentrada no sul, sudeste e litoral do Norte e Nordeste), pelas técnicas de outras culturas (destacadamente a do milho), bem como impulsionou e interiorizou a agroindústria nacional, patrocinando as expansões da avicultura e da suinocultura brasileiras (CHRISTOFFOLI, 2010).

Nos anos 2000, a cultura apresentou uma expansão territorial significativa, em todas as regiões brasileiras. A área nacional do grão teve taxa geométrica de crescimento de 4,6% ao ano, da safra 2000/01 à safra 2015/16, saltando de 14,0 para mais de 33,2 milhões de hectares (CONAB, 2017).

2.1 SOJA NO ESTADO DE RORAIMA

O Cerrado de Roraima compreende em torno de 4 milhões de hectares, e está inserido na porção centro-nordeste do Estado, que faz parte do grande domínio de savana do norte da Amazônia, abrangendo o extremo norte do Brasil, Guiana, Venezuela e Colômbia. O relevo é predominante plano a suave ondulado, predominando de solos do tipo Argissolos e Latossolos (MELO *et al.* 2010).

Os atrativos técnicos para a produção de soja no cerrado de Roraima são grandes, tais como: altos índices de produtividade; ciclo curto das culturas (100 - 110 dias); produção na entressafra brasileira ou, durante o ano todo com a utilização de irrigação; maiores teores de óleo e proteína nos grãos das oleaginosas comparados aos produzidos noutras regiões; colheita na época de preços mais elevados (agosto/ setembro) para a comercialização, conjugados com a posição estratégica do Estado quanto aos corredores de exportação de Itacoatiara no Amazonas e do Arco Norte pela Venezuela e Guiana Inglesa, dão aos produtores locais, a melhor remuneração (GIANLUPPI *et al.* 2016).

Por outro lado, alguns problemas dificultam o cultivo nessa região, como a baixa fertilidade natural dos solos nas áreas de cerrado que, em sua maioria, são solos tidos como arenosos (apenas 15% a 20% de argila) e pobres em nutrientes e, além disso, a lentidão na regularização fundiária dessas áreas dificulta aos produtores roraimenses o acesso ao crédito bancário, notadamente ao de investimento. A questão da regularização fundiária deverá ser solucionada em breve, uma vez que a União já transferiu para o Estado seis milhões de hectares de terras (VILARINHO *et al.* 2011).

O Estado aparece na relação dos produtores de grãos como uma área de fronteira agrícola onde a soja começou a ser plantada recentemente. Na safra 2016 foram plantados em torno de 25.000 hectares, com produtividade média estimada de 3.375 kg ha⁻¹. Um desempenho produtivo, portanto, de quase 4.000 kg ha⁻¹ a despeito de sua recente consolidação como cultura de importância econômica para o Estado (CONAB, 2016).

Apesar destes entraves, para Barbosa *et al.* (2010), a possibilidade de obtenção de altas produtividades da soja nos cerrados da Amazônia Setentrional, em especial em Roraima, com alta qualidade, ciclo produtivo curto e produção na entressafra brasileira, aliada à disponibilidade de tecnologias adaptadas, de 1,5

milhões de hectares de área e de mercado consumidor atraente, leva a desenvolver o plantio dessa cultura.

2.2 CULTIVARES

Buscam-se cultivares de soja com características agronômicas favoráveis, como: maturação, altura da planta, de inserção da primeira vagem, maior que 12 cm, haste não lenhosa, porte ereto, resistência ao acamamento, à deiscência de vagens, a doenças, pragas e nematoides, qualidade da semente e teor de óleo e proteína, alto rendimento, estabilidade da produção (rusticidade), maturação uniforme, vagens indeiscentes, alta capacidade para fixação de N₂, qualidade tecnológica do grão, tolerância ao alumínio e ao manganês tóxicos e período juvenil longo ou fase não suscetível ao fotoperíodo, sendo baseada na faixa de latitude da região de cultivo, em que o ciclo varie de 75 a 200 dias, dentro de uma estação de plantio. Estas características diferem entre as cultivares e são modificadas pelas condições ambientais, as quais variam entre locais, entre épocas e entre densidade de plantas (RODRIGUES, 2014).

Segundo a classificação de Nogueira *et al.* (2009), os genótipos indeterminados (Dt1 Dt1 dt2 dt2), são plantas que possuem apenas inflorescência axilar, sendo que nestas a gema apical mantém o crescimento vegetativo após início do florescimento. Os Determinados (dt1 dt1 - -) possuem inflorescência racemosa terminal e axilar, o crescimento vegetativo quase cessa após o florescimento, podendo crescer até 10% da altura final. Semideterminados (Dt1 Dt1 Dt2 - ou Dt1 dt1 - -) possuem inflorescência racemosa terminal e axilar, atingindo 70% da altura final ao florescer (PERINI *et al.* 2012).

O tipo de crescimento determinado predominante nas cultivares de soja brasileira é uma das limitações para o aumento da produtividade de grãos. Entretanto, nos últimos anos o cultivo de cultivares de soja indeterminadas tem aumentado significativamente (HARADA, 2006).

Contudo, em virtude das diferenças edafoclimáticas e do lançamento de novas cultivares, são necessários mais estudos regionalizados para que se possa avaliar melhor o efeito dos fatores ambientais no desenvolvimento das plantas de soja, nas diferentes épocas de semeadura e densidade plantas.

2.2.1 BRS 8381

De acordo com Brogin *et al.* (2012), a cultivar BRS 8381 pertence ao grupo de maturação 8.3. Apresenta tipo de crescimento determinado; hábito de crescimento ereto e arquitetura de planta aberta, proporcionando maior circulação de ar entre as plantas, favorecendo, com isso o controle químico das principais doenças de soja como a ferrugem asiática e o mofo branco; cor de flor roxa; cor de pubescência cinza, cor de vagem marrom-escuro, cor do tegumento da semente amarela, cor do hilo preto-imperfeita e reação à peroxidase positiva. Deve ser semeada em solos corrigidos, com 280 a 320 mil plantas ha⁻¹ e densidade de plantas de 12 a 15 plantas ha⁻¹, dependendo do espaçamento entre as linhas.

2.2.2 BRS Tracajá

A cultivar de soja BRS Tracajá foi desenvolvida pela Embrapa Soja com apoio da Fundação de Apoio à Pesquisa do Corredor de Exportação Norte - “Irineu Alcides Boys” – Fapcen, sendo trabalhada também em Roraima pelo Pesquisador Vicente Gianluppi e indicada para cultivo em 1999. A cultivar tem origem de uma planta selecionada na população F4 do cruzamento FT- Abyara X [(Dourados x OCEPAR 6) x BR 85-206], conduzida pelo método genealógico modificado. Possui hábito de crescimento semideterminado, boa resistência ao acamamento e deiscência de vagens; e alta qualidade fisiológica de sementes. Possui cor do hipocótilo e flor roxa; pubescência e vagem marrom clara; forma da semente alongada com tegumento amarelo e hilo de cor preta (MARTORANO *et al.* 2016).

A recomendação da cultivar BRS Tracajá aumentou o número de cultivares disponíveis aos produtores, permitindo maiores opções para cultivo. Além disso, uma vez que as cultivares atualmente recomendadas, pela boa adaptação que possuem, apresentam comportamento satisfatório em outras regiões de produção, uma maior quantidade de sementes pode ser encontrada no mercado. Porém, tratando-se de organismo biológico, é possível que o aparecimento fortuito de doenças em alguma das cultivares justifique a sua exclusão da lista de recomendação, diminuindo as opções (MARTORANO *et al.* 2016).

2.3 DENSIDADE DE PLANTAS

A elevação do rendimento de grãos por área da soja tem se constituído em grande desafio para os pesquisadores. Há necessidade da busca de novas práticas de manejo que maximizem a utilização dos fatores ambientais disponíveis, sem a elevação dos custos de produção, para que o potencial de rendimento seja atingido (MAUAD *et al.* 2010).

O arranjo de plantas é uma prática de manejo que vem sendo estudada ao longo dos anos e demonstra ter, em soja, associação com a modificação da distribuição espacial e o aumento de rendimento por área. A redução do espaçamento é outra prática de manejo usada na busca de arranjos que propiciem menor competição entre plantas, já tendo sido comprovada uma série de vantagens com a sua utilização como melhor eficiência do uso da água devido ao sombreamento mais rápido do solo, melhor distribuição de raízes, redução da competição intraespecífica, maior habilidade de competição com plantas daninhas, exploração mais uniforme da fertilidade do solo e maior e antecipada interceptação da energia solar (COSTA, 2013).

Na literatura nacional e internacional, há vários trabalhos que demonstram a baixa resposta da soja às variações de densidade de plantas. Esse resultado é função da alta plasticidade fenotípica da cultura, a qual consiste na habilidade da planta em alterar sua morfologia e componentes do rendimento, a fim de adequá-los à condição imposta pelo arranjo de plantas, permitindo a manutenção da produtividade em ampla faixa de densidade (BALBINOT JUNIOR *et al.* 2012).

Em baixa densidade, as plantas de soja tendem a emitir maior quantidade de ramos e formar hastes mais robustas, aumentando o número de vagens por planta. Com isso, pode haver efeito compensatório da menor quantidade de indivíduos por área pela maior produção por planta (OLIVEIRA PROCÓPIO *et al.* 2014).

O arranjo de plantas pode ser manipulado através de alterações na densidade de plantas, no espaçamento entre linhas e na distribuição de plantas na linha; as variações nas distâncias entre plantas na linha e entre linhas de semeadura conferem os diferentes arranjos na lavoura (MAY *et al.* 2013).

O melhor arranjo é teoricamente, aquele que proporciona distribuição mais uniforme de plantas por área, possibilitando melhor utilização de luz, água e nutrientes. Idealmente, plantas espaçadas equidistantemente competem

minimamente por nutrientes, luz e outros fatores de crescimento obtendo maior produtividade e adaptação à colheita mecanizada (FREITAS *et al.* 2010).

Desse modo, o estudo do comportamento de cultivares, em relação à distribuição espacial (distâncias entre plantas e entre linhas de cultivo), é importante para avaliar se uma disposição diferente das plantas no campo pode aumentar a produtividade em relação às obtidas atualmente e, conseqüentemente aumentar o lucro do produtor rural (SOUZA *et al.* 2010).

2.4 FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS

A adoção de sistemas de manejo de plantio relativamente simples gera ambiente propício ao aparecimento de espécies daninhas resistentes e mudança da flora infestante. A sustentabilidade de um sistema de produção (plantio direto e convencional) não está apoiada apenas em aspectos de conservação e preservação ambiental, mas também em aspectos econômicos e comerciais (DA SILVA, 2015).

A competição com plantas daninhas é um dos fatores que mais afeta o desenvolvimento e a produtividade da cultura da soja, dificulta a colheita, servem de abrigo para pragas e doenças e ações alelopáticas malélicas, ocasionando decréscimo na produtividade em até 80% (BRIGHENTI *et al.* 2009).

Os levantamentos fitossociológicos em área de cultivos são de grande importância, pois fornecem quais espécies estão em destaque em relação a frequência, densidade e abundância. Esses índices permitem o conhecimento das plantas daninhas mais importantes dentro da comunidade infestante, para as quais se devem determinar alternativas de manejo ou mesmo mudanças no sistema, a fim de viabilizar o seu controle. Cada espécie apresenta seu potencial de estabelecer-se na área e sua agressividade pode interferir de forma diferenciada entre as culturas. Desse modo, o levantamento das plantas daninhas possibilita a tomada de decisão, uma vez que retrata a eficácia dos métodos de controle utilizados, sejam eles cultural, mecânico, físico, biológico, químico ou de manejo integrado (ARAUJO *et al.* 2014).

3 INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE PLANTAS SOBRE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA CULTIVAR BRS 8381

3.1 RESUMO

A soja apresenta elevada plasticidade, o que amplia sua capacidade de adaptar-se às diferentes condições ambientais e de manejo, através de alterações morfológicas nos componentes de produção. Desse modo, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes densidades de plantas de soja cultivar BRS 8381 sobre as características agronômicas. O experimento foi implantado e conduzido em área de cerrado, no campo experimental Água Boa da Embrapa Roraima. Foi utilizado delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 2x4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de dois anos de cultivo da soja (2015 e 2016), semeadas em quatro densidade de plantas (10, 14, 18 e 22 plantas por metro linear). Foram avaliadas as seguintes características agronômicas: altura de planta; altura da inserção da primeira vagem; diâmetro do caule; número de nó na haste; número de vagens por planta; número de ramos por planta; massa seca da planta; índice de colheita e produtividade de grãos. Os dados obtidos das variáveis mensuradas foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F a 5% de probabilidade. Os valores referentes as médias das cultivares foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e os referentes aos efeitos das densidades de plantas foram mensurados por análise de regressão polinomial. A maior produtividade média de grãos de soja BRS 8381 em área de cerrado de Roraima é obtida com a população de 387.448 plantas por hectare. O segundo ano de cultivo, com condições climáticas mais favoráveis de regime pluviométrico e temperatura, favorece o incremento vegetativo e produtivo das plantas de soja BRS 8381.

Palavras-chaves: *Glycine max*. Características agronômicas. Densidade de plantas. Cerrado de Roraima. Produção de grãos.

3 INFLUENCE OF PLANT DENSITY ON AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF SOYBEAN CULTIVAR BRS 8381

3.2 ABSTRACT

The soybean presents high plasticity, which increases its capacity to adapt to the different environmental and management conditions, through morphological changes in the production components. Thus, the objective of this study was to evaluate the effects of different cultivar BRS 8381 soybean indices on the agronomic characteristics. The experiment was carried out in a cerrado area, in the experimental field Água Boa of Embrapa Roraima. A randomized block design was used in a 2x4 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of two years of soybean cultivation (2015 and 2016), sown in four plant densities (10, 14, 18 and 22 plants per linear meter). The following agronomic characteristics were evaluated: plant height; Height of insertion of the first pod; Stem diameter; Number of node on stem; Number of pods per plant; Number of branches per plant; Dry mass of the plant; Crop index and grain yield. The data obtained from the measured variables were submitted to analysis of variance with application of the F test at 5% of probability. The values referring to the means of the cultivars were compared by the Tukey test at 5% of probability and those referring to the effects of plant densities were measured by polynomial regression analysis. The highest average yield of BRS 8381 soybeans in the cerrado area of Roraima is obtained with the population of 387,448 plants per hectare. The second year of cultivation, with more favorable conditions of rainfall and temperature, favors the vegetative and productive increase of BRS 8381 soybean plants.

Keywords: *Glycine max. Agronomic characteristics. Density of planting. Cerrado of Roraima. Physiological quality.*

3.3 INTRODUÇÃO

O grande incremento na produção de soja pode ser atribuído a diversos fatores, dentre os quais merecem destaque: o elevado teor de óleo, em torno de 20% e proteínas, em torno de 40%, ambos de excelentes qualidades encontradas no grão. A soja é uma commodity padronizada e uniforme, portanto, podendo ser produzida e negociada por produtores de diversos países, apresentando alta liquidez e demanda; e, sobretudo nas últimas décadas, houve expressivo aumento da oferta de tecnologias de produção, que permitiram ampliar significativamente a área cultivada e a produtividade da oleaginosa (LAZZAROTTO *et al.* 2009).

O desenvolvimento de cultivares de soja visando o aperfeiçoamento do atual sistema de produção e o enfrentamento de problemas, como os fitossanitários, é importante ferramenta que vem sendo utilizada pela pesquisa e a cada safra, novas cultivares vem sendo disponibilizadas, assim, o crescimento das características e particularidade das cultivares se tornam um aspecto muito importante para a correta utilização por técnicos e produtores rurais (ALI *et al.* 2016).

A produtividade de grãos, assim como outras variáveis fenotípicas, é dependente dos atributos genéticos das plantas, do ambiente de produção e da interação entre esses dois fatores. Por sua vez, o ambiente depende de características intrínsecas da região, como o clima, o qual não é manejado pelo homem, e de características fitotécnicas. Para aumentar a produtividade da soja é necessária a utilização de novas técnicas e o aperfeiçoamento das que estão sendo utilizadas, principalmente as que interferem nos componentes morfológicos e de produção. Dentre as técnicas citadas, a associação de arranjos espaciais e densidade de plantas, tem se destacado como ferramentas potenciais para o aumento da produtividade (CRUZ *et al.* 2016).

Sabendo-se a importância de ressaltar o estudo da resposta de cultivares utilizadas no Estado de Roraima em função do cultivo, em arranjos espaciais diferentes. Objetivou-se com esse trabalho, avaliar o desempenho agrônômico da densidade de plantas para soja cultivar BRS 8381.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

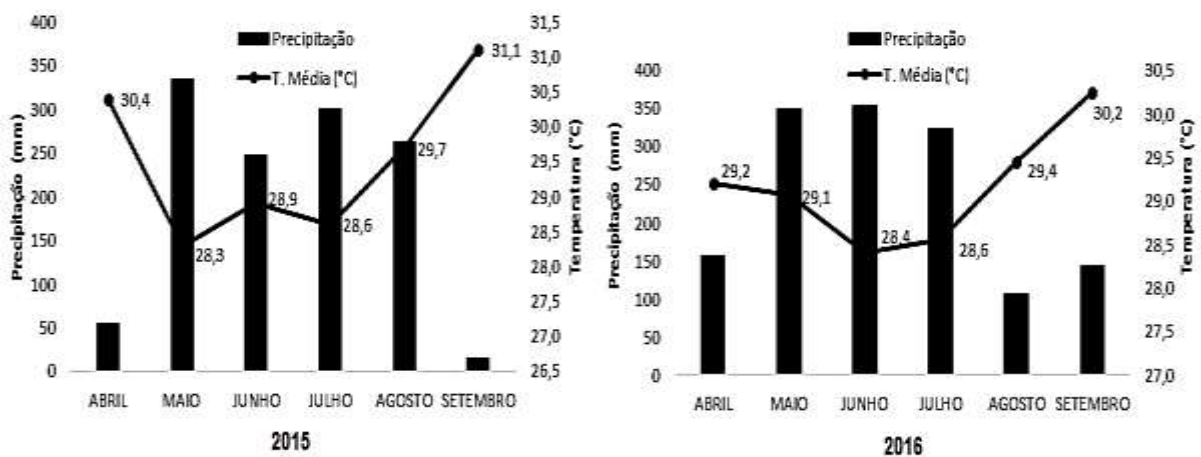
3.4.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido em área de cerrado, durante os anos de 2015 e 2016, no campo experimental Água Boa da Embrapa Roraima, no município de Boa Vista - RR, cujas coordenadas geográficas de referência são registradas a 02° 39' 00" de latitude, 60° 49' 40" de longitude e 90 m de altitude.

O clima da região, conforme Koppen, é classificado como tropical chuvoso, com médias anuais de precipitação, umidade relativa e temperatura de 1667 mm, 70% e 27,4° C, respectivamente, apresentando período chuvoso com início em abril e término em setembro. Os dados de precipitação pluviométrica e de temperatura média mensais, coletados durante o período experimental, estão representados na Figura 01.

O solo foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico (LAdx) de textura média (EMBRAPA, 2013), o qual apresentou os seguintes atributos físico-químicos na camada de 0 a 20 cm: pH= 5,9; P= 52,0 mg dm⁻³; K⁺= 0,05 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺= 1,66 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺= 0,470 cmol_c dm⁻³; Al³⁺= 0,03 cmol_c dm⁻³; H + Al³⁺= 1,93 cmol_c dm⁻³; MO= 12,98 g kg⁻¹; CTCt= 1,86 cmol_c dm⁻³; V (%)= 49,0; m (%)= 2,0.

Figura 01. Precipitação pluviométrica e temperatura média mensal entre abril e setembro de 2015 e 2016



Fonte: INMET (2017).

3.4.2 Delineamento, tratamentos e condução do experimento

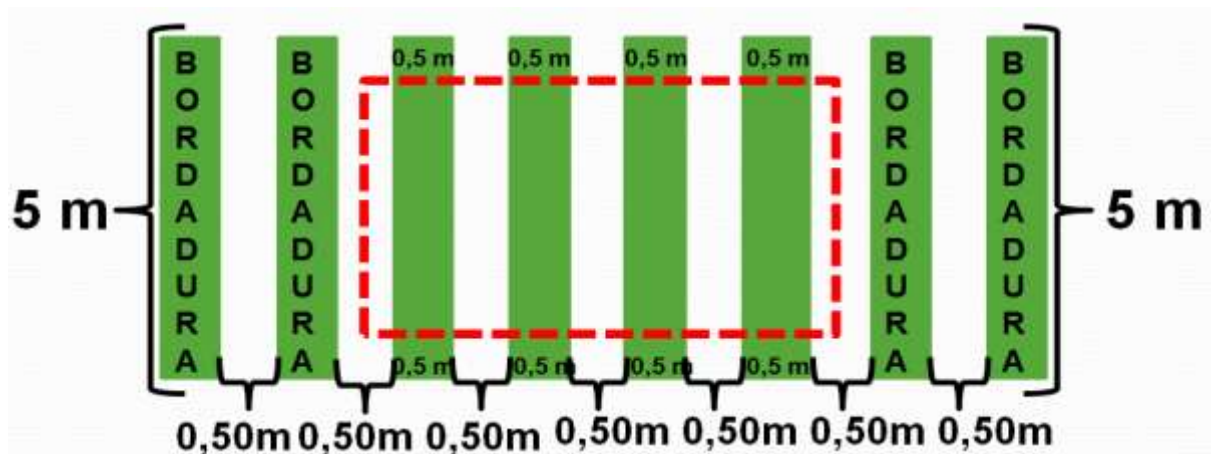
O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdividida, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da associação entre dois anos de cultivo: 2015 e 2016 (parcela) e quatro densidades de plantas: 10, 14, 18 e 22 plantas por metro linear (subparcela), correspondendo às populações de 200 a 440 mil plantas por hectare, respectivamente.

A área de coleta de cada unidade experimental foi composta por oito linhas com 5 m de comprimento, espaçadas por 0,5 m (20,0 m²). A área útil constou de quatro linhas centrais, totalizando 8 m² (4 m x 2,0 m), deixando 0,5 m nas extremidades da linha de coleta, bem com as demais linhas, como bordadura (Figura 02).

As sementes foram previamente tratadas com os fungicidas, Derosal Plus e Protreat (200 mL/100 kg de sementes), inoculadas com inoculante comercial turfoso (6 doses ha⁻¹) e líquido (4 doses ha⁻¹) com as cepas 5079 + 5080 e posteriormente semeadas mecanicamente em sulcos de 0,05 m de profundidade. Aos 10 dias após a emergência (DAE) foi realizado o desbaste das plantas da linha de semeadura, deixando-se apenas as densidades pré-estabelecidas como tratamentos.

A adubação de fundação constou da aplicação de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 04-28-20 e 20 kg ha⁻¹ de micronutrientes na forma de FTE BR 12. A adubação de cobertura foi realizada aos 20 dias após a semeadura e constou de 200 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, aplicados a lanço.

Figura 02. Croqui da área de coleta de cada unidade experimental



Produzido por. Autor da pesquisa (2017)

Os tratos culturais referentes ao controle de pragas, doenças e plantas espontâneas foram realizados de acordo com as recomendações de Smiderle *et al.* (2009), para o cultivo da soja no cerrado de Roraima.

A colheita foi realizada aos 85 DAE das plântulas, onde coletou-se inicialmente 20 plantas de forma manual da área útil levando-as ao laboratório de tecnologia de sementes da Embrapa Roraima para posterior avaliação das seguintes características agronômicas:

- a) **Altura de planta (AP)** – Determinada com régua graduada em centímetros, tomando-se a distância ente o nível do solo e o ápice da planta;
- b) **Diâmetro do caule (DC)** – determinado entre o solo e a inserção da primeira vagem por paquímetro digital precisão 0,1 mm;
- c) **Número de nós na haste (NNH)** – determinado por contagem a partir do primeiro nó verdadeiro;
- d) **Número de ramos por planta (NRP)** – Determinado no momento de colheita, contando-se o número médio de ramos emitidos por cada planta, amostrando-se cinco plantas por tratamento de cada repetição.
- e) **Massa seca da planta (MSP)** – Determinado pela pesagem do material vegetal seco em estufa de ar forçado a 65°C, durante 72 horas. Os resultados foram expressos em g;
- f) **Altura da inserção da primeira vagem (AIPV)** - Determinada com régua graduada em centímetros, tomando-se a distância entre o nível do solo e o ponto de inserção da primeira vagem no ramo principal;
- g) **Número de vagens por planta (NVP)** - Determinado contando-se o número total de vagens de cada planta, amostrando-se vinte plantas por tratamento de cada repetição.
- h) **Massa seca dos grãos (MSG)** - Determinado pela pesagem dos grãos seco em estufa de ar forçado a 65°C, durante 72 horas. Os resultados foram expressos em g;

- i) **Massa seca da casca (MSC)** - Determinado pela pesagem da casca seca em estufa de ar forçado a 65°C, durante 72 horas. Os resultados foram expressos em g;
- j) **Índice de colheita aparente (ICA)** – Determinado pela razão entre a massa de grãos da planta e a massa seca da parte aérea da planta;

A debulha das vagens referente as 20 plantas foram realizada de forma manual. A debulha das vagens referente a área útil da parcela foi realizada mecanicamente em trilhadeira estacionária e, logo após, os grãos foram limpos em peneiras para determinação da produtividade grãos estimada.

- k) **Produtividade de grãos (PG)** – Determinada após a colheita, trilha e pesagem da área útil dos tratamentos de cada repetição, com auxílio de balança convencional, sendo os valores convertidos para kg ha^{-1} , corrigindo-se o grau de umidade para 13%.

3.4.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e, conforme efeito significativo observado, procedeu-se análise de regressão às densidades de plantio com o auxílio do software SISVAR 5.4 (FERREIRA, 2011).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Características vegetativas da cultura

Com os resultados da análise de variância referentes às características vegetativas das plantas expressos na Tabela 01, observa-se efeito significativo da interação na altura da planta (AP), número de nós na haste principal (NNH) e massa seca da planta (MSP). O número de ramos por planta (NRP), influenciado apenas pela densidade de plantas, enquanto que no diâmetro do caule (DC) verificou-se influência isolada de ambos os fatores.

Tabela 01. Resumo da análise de variância para as características de altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de nós na haste (NNH), número de ramos por planta (NRP) e massa seca da planta (MSP) de soja BRS 8381 cultivada em dois anos sob quatro densidades de plantas. Boa Vista, RR, 2015 e 2016

FV	GL	QM				
		AP	DC	NNH	NRP	MSP
BLOCO	3	19,03	0,06	0,19	0,59	1,18
DENSIDADE (D)	3	25,90 ^{ns}	0,73**	1,62**	1,72**	5,20**
ERRO 1	9	9,55	0,06	0,22	0,11	0,35
ANO (A)	1	1606,73**	2,79**	3,12**	0,41 ^{ns}	20,70**
ERRO 2	3	1,63	0,05	0,03	0,21	0,24
D X A	3	33,35*	0,08 ^{ns}	2,14*	0,12 ^{ns}	0,92*
ERRO 3	9	7,07	0,05	0,35	0,07	0,18
CV 1%		5,24	5,05	3,39	9,46	13,21
CV 2%		2,17	4,51	1,39	13,23	2,78
CV 3%		4,51	4,29	4,24	7,82	1,69

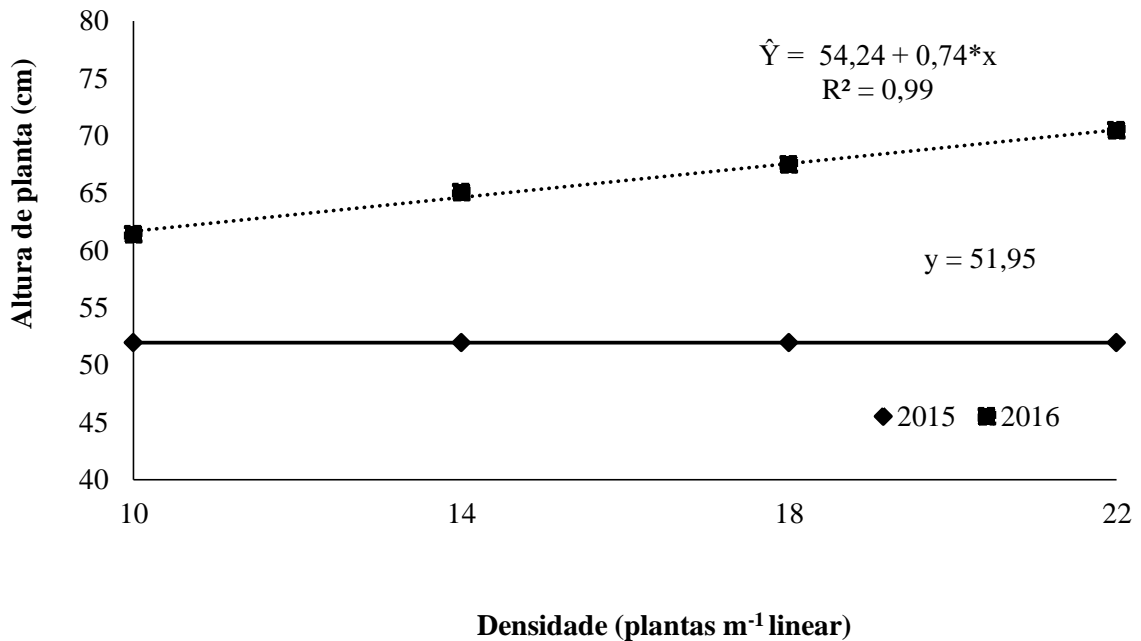
*,** e ^{ns} - Significativo ao nível de 5%, 1% e não significativo respectivamente pelo teste F. Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Após o desdobramento dos anos de cultivo dentro da densidade de plantas, foi observado crescimento linear para AP no ano de 2016 com o aumento da densidade, com valores de 61, 65, 67 e 70,43 cm, respectivamente, diferindo dos observados em 2015, que não apresentaram diferenças entre si, com média de AP de 52 cm (Figura 03).

De acordo com Rocha (2009), a altura da planta de soja é considerada um parâmetro importante pela sua relação com a produção, controle de plantas daninhas, acamamento e eficiência na colheita mecânica. Por outro lado, essa variável pode ser influenciada pela época de semeadura, suprimento de umidade, temperatura, fertilidade do solo, resposta fotoperiódica da cultivar e outras condições do ambiente, ambas significativamente afetadas pelo espaçamento adotado (ROCHA *et al.* 2011).

Quanto ao comportamento observado em 2016, de acordo com Mauad *et al.* (2010), isso deve-se ao aumento da densidade de plantas, que como consequência, também aumenta a competição intraespecífica por água, nutrientes e, principalmente, por luz, resultando no estiolamento das plantas.

Figura 03. Altura das plantas de soja BRS 8381 em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

O Diâmetro do caule, influenciado isoladamente pelos anos de cultivo e pelas densidades de plantas, apresentou maior desenvolvimento no ano de 2016, com média ligeiramente superior a 2015 (Tabela 02), e pelas menores densidade de plantas, visto que o DC diminuiu com o aumento das densidades avaliadas (Figura. 4).

Para os anos de cultivo, 2016 apresentou a melhor média, possivelmente, pela maior precipitação pluviométrica ocorrida durante esse ano (Tabela 02). Já quanto a influência das densidades, observa-se efeito inverso entre diâmetro do caule e altura da planta, quanto ao aumento da densidade de plantio empregada, indicando certo desbalanceamento no crescimento das plantas em função desses tratamentos, visto que o aumento da densidade afeta positivamente o incremento de altura de planta, porém deprecia o desenvolvimento caulinar das mesmas, o que pode resultar na formação de estande com plantas grandes, mas sem vigor.

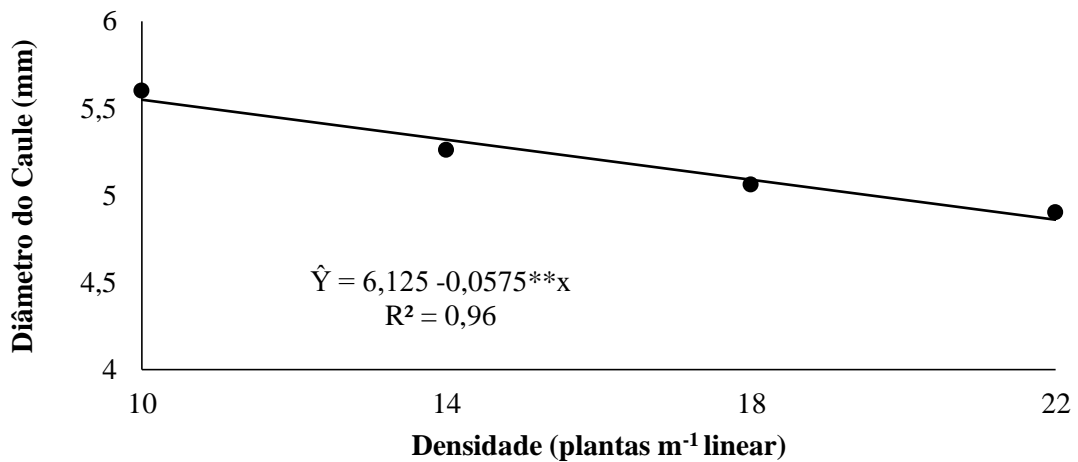
De acordo com Junior *et al.* (2015), isso ocorre pelo fato de que a disponibilidade de recursos para formação da planta é menor à medida que há incremento da quantidade de indivíduos por área.

Tabela 02. Valores médios do diâmetro do caule de plantas de soja BRS 8381 em dois anos de cultivo

Anos de cultivo	Diâmetro (mm)
2015	4,91 b
2016	5,50 a
Média	5,20

Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Figura 04. Diâmetro do caule de plantas de soja BRS 8381 em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

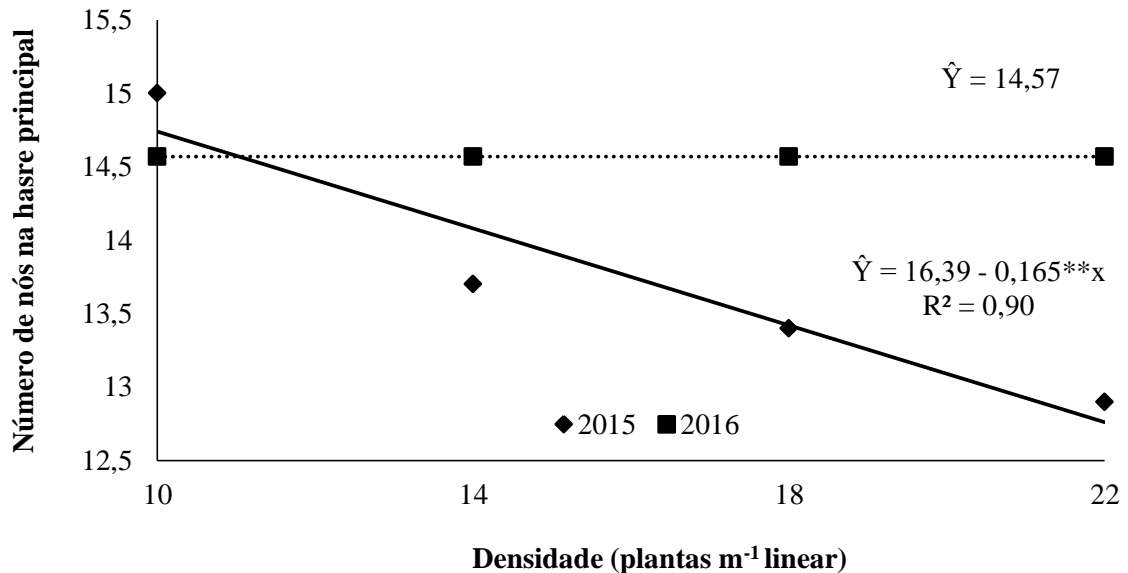
Para o NNH foi observado decréscimo linear no ano de 2015 com aumento da densidade, diferindo do ano de 2016, que não apresentou variações entre as densidades avaliadas, que apresentaram uma média em torno de 14 nós por haste (Figura 05). Segundo Martins *et al.* (2011), cada folha é associada a um nó na haste, que por sua vez está diretamente relacionado com aumento da área foliar, a qual é responsável pela interceptação da radiação solar usada na fotossíntese para produção de biomassa.

De acordo com Setiyono *et al.* (2007), durante seu ciclo, a planta passa por vários estádios, de V0 (primeiro nó cotiledonar) a Vn (último nó), e esta fase se sobrepõe parcialmente à fase reprodutiva, entre o aparecimento da primeira flor (R1) e a maturidade fisiológica (R8), ocorrendo aparecimento de nós durante parte da fase reprodutiva de R1 até o início da formação do grão (R5), momento em que é atingido o Vn.

Em sementeiras tardias, com a utilização de cultivares de ciclo médio e densidade de plantas reduzidas, podem proporcionar maior número de nós

reprodutivos por área, com rendimentos mais elevados que os obtidos em épocas de semeaduras tradicionais (ALI *et al.* 2016).

Figura 05. Número de nós na haste de plantas de soja BRS 8381 em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo

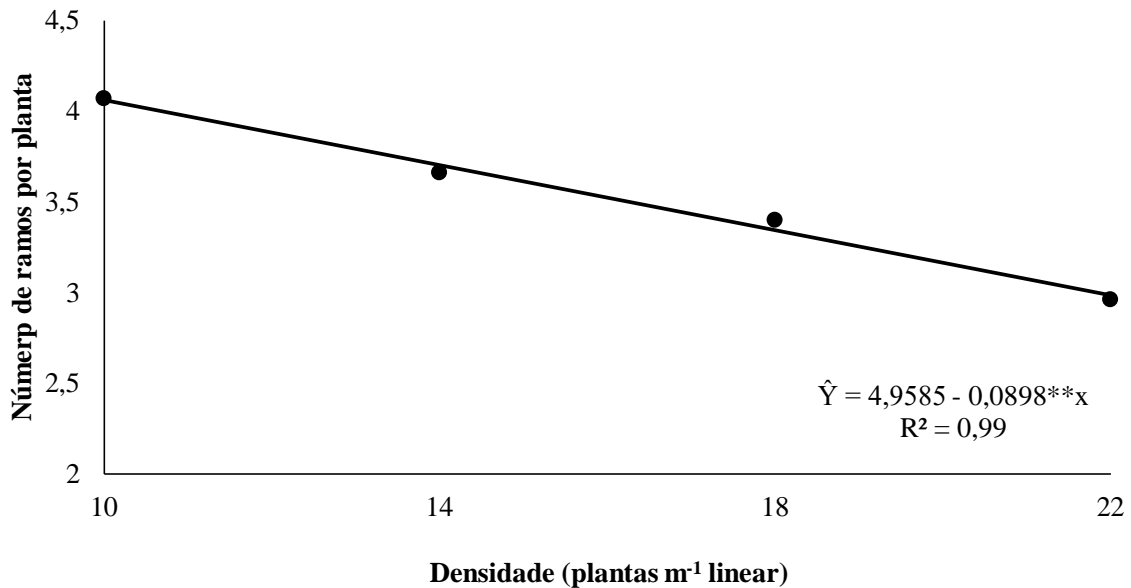


Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Em relação ao o número de ramos por planta (NRP), observa-se diminuição em função do aumento do número de plantas na linha, com mínimo de três ramos por planta, alcançado com densidade de 22 plantas m⁻¹ linear (Figura 06).

De acordo com Ali e Loureiro (2016), este comportamento pode ter ocorrido devido a competição entre as plantas de soja pelos fatores de crescimento do ambiente, especialmente pela luz, sendo que em maiores densidade de plantas há menor disponibilidade de fotoassimilados para o crescimento vegetativo das plantas na forma de ramificações, sendo estes preferencialmente destinados ao crescimento em altura da haste principal, confirmando os resultados encontrados por Procópio *et al.* (2013), que observaram redução linear no número de ramos por planta com aumento da densidade de plantas, independente dos espaçamentos entre linhas.

Figura 06. Número de ramos por planta de soja BRS 8381, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



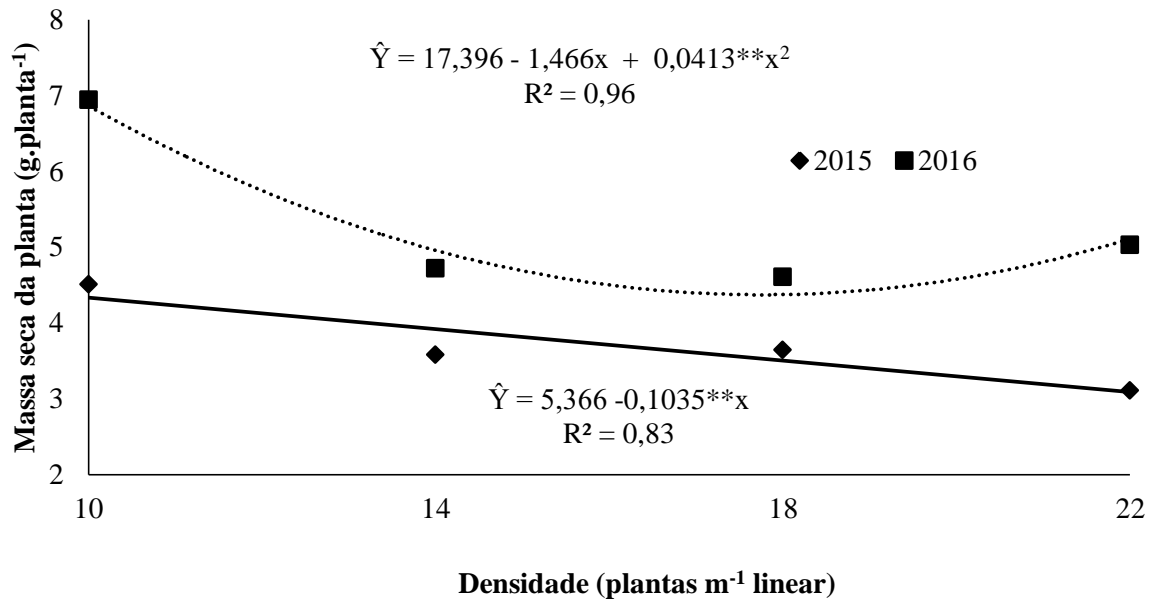
Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Observou-se maiores valores de massa seca da planta em 2016 em relação aos de 2015 (Figura 07). Verificou-se ainda que houve decréscimo na massa seca da planta em 2016, com aumento da densidade de plantas, seguida de reduzido acréscimo nas maiores densidades avaliadas.

Para o ano de 2015 observou-se comportamento linear decrescente na massa seca das plantas a medida que se aumentou a densidade de plantas da cultura, com maior acúmulo nas menores densidades em ambos os anos.

Esse resultado corrobora os de Procópio *et al.* (2013), que trabalhando com a cultivares de soja, de crescimento determinado, variando os espaçamentos entre fileiras, tanto em fileira simples quanto em fileira dupla, verificaram maior produção de matéria seca da parte aérea em plantas cultivadas com 200.000 plantas ha⁻¹, em comparação às cultivadas com 400.000 plantas ha⁻¹. Novamente, fica evidente a compensação da menor produção de matéria seca por planta na maior densidade pelo aumento do número de indivíduos por área. Quando as plantas estão mais bem distribuídas na área de produção, pode haver menor necessidade de produção de folhas, pela menor competição intraespecífica por luz, fato que acontece com maior intensidade quando se acumula maior número de plantas na linha. Em altas densidades os espaçamentos de soja praticamente não influenciam na produção de matéria seca de folhas.

Figura 07. Massa seca da planta (g.planta⁻¹) de soja BRS 8381, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

3.5.2 Características produtivas

Na tabela 03 encontra-se o resumo da análise de variância dos dados obtidos para as características produtivas da cultivar de soja BRS 8381. Observou-se com os resultados, que a densidade de plantas por metro linear e o ano de cultivo agiram de forma conjunta sobre o número de vagens por planta e na massa seca dos grãos. Não foi observado efeito significativo dos tratamentos sobre o índice de colheita aparente. Para as demais características estudadas observou-se apenas efeitos isolados dos fatores.

Tabela 03. Resumo da análise de variância para as características de altura de inserção de primeira vagem (AIPV), número de vagens por planta (NVP), massa seca dos grãos (MSG), massa seca da casca (MSC), índice de colheita aparente (ICA) e produtividade de grãos (PG) de soja BRS 8381 cultivada em dois anos sob quatro densidades de plantas, Boa Vista, RR, 2015 e 2016

FV	GL	QM					
		AIPV	NVT	MSG	MSC	ICA	PG
BLOCO	3	0,32	18,75	6,09	1,14	0,00022	17156,40
DENSIDADE (D)	3	0,86**	494,09**	89,92**	9,53**	0,00007 ^{ns}	2570128,73**
ERRO 1	9	0,10	17,59	3,05	0,49	0,00015	50493,45
ANO (A)	1	5,00*	1,97 ^{ns}	33,64**	0,76 ^{ns}	0,00125 ^{ns}	557773,93**
ERRO 2	3	0,21	9,55	0,90	0,26	0,00022	15011,52
D X A	3	0,52 ^{ns}	37,41*	7,33*	0,28 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	341890,73 ^{ns}
ERRO 3	9	0,32	7,99	1,81	0,32	0,00011	58290,11
CV 1%		3,18	8,98	9,58	11,42	1,93	5,51
CV 2%		4,62	6,62	5,21	8,37	2,37	3,05
CV 3%		5,62	6,05	7,39	9,26	1,66	5,92

*** e ns - Significativo ao nível de 5%, 1% e não significativo respectivamente pelo teste F.
Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

A altura de inserção de primeira vagem foi influenciada pelos anos de cultivo, onde o ano de 2016 foi responsável pela maior média observada. Possivelmente esse resultado tenha ocorrido pela maior precipitação pluviométrica durante esse ano (Tabela 04).

Sabendo-se que altura da inserção da primeira vagem e a arquitetura das plantas de soja, são características definidas geneticamente, que, contudo, podem sofrer influências de vários fatores, como a época de semeadura, o espaçamento, a densidade de plantas, o suprimento de água, a temperatura do ar e a fertilidade do solo (FISS, 2008). Deste modo, observando os valores de temperatura e precipitação pluviométrica que ocorreram nos dois anos de cultivo, concluiu-se que o ano de 2015 obteve média maior de temperaturas altas e menor precipitação pluviométrica em relação ao ano de cultivo 2016, isso pode ter influenciado diretamente na altura da inserção da primeira vagem.

Tabela 04. Valores médios da altura de inserção de primeira vagem (AIPV) em plantas de soja BRS 8381 em dois anos de cultivo

Anos de cultivo	AIPV (cm)
2015	9,71 b
2016	10,50 a
Média	10, 10

Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Tais dados apontam para o fato de que com o aumento da densidade de plantas existe tendência à elevação da altura de inserção da primeira vagem (AIPV). Os valores encontrados no presente trabalho ficaram abaixo do satisfatório, possivelmente pelo efeito do estresse hídrico sofrido pela planta o que prejudicou o seu desenvolvimento vegetativo (Figura 08).

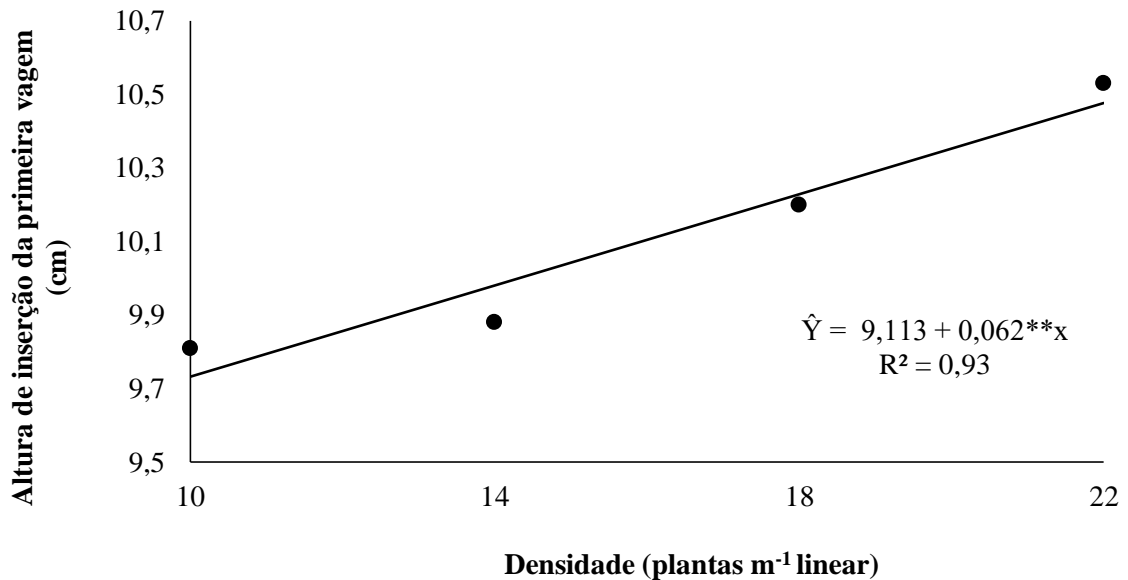
Em concordância com os dados obtidos em trabalhos realizados por Mauad *et al.* (2010), em que a elevação da densidade de plantas provocou, como esperado, aumento da altura de inserção da primeira vagem.

O parâmetro altura de inserção da primeira vagem ficou fora dos padrões aceitáveis para a colheita mecanizada, já que valores em torno de 12 a 15 cm são os considerados satisfatórios (SEDIYAMA *et al.* 2009).

Esse fator tem correlação com o aproveitamento de luz na camada inferior do dossel, ou seja, quanto mais luz atingir a camada inferior do dossel, mais baixo

será o nó do primeiro legume e, por consequência, a altura de inserção do primeiro legume (ZABOT, 2009).

Figura 08. Altura de inserção da primeira vagem de plantas de soja BRS 8381 em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo

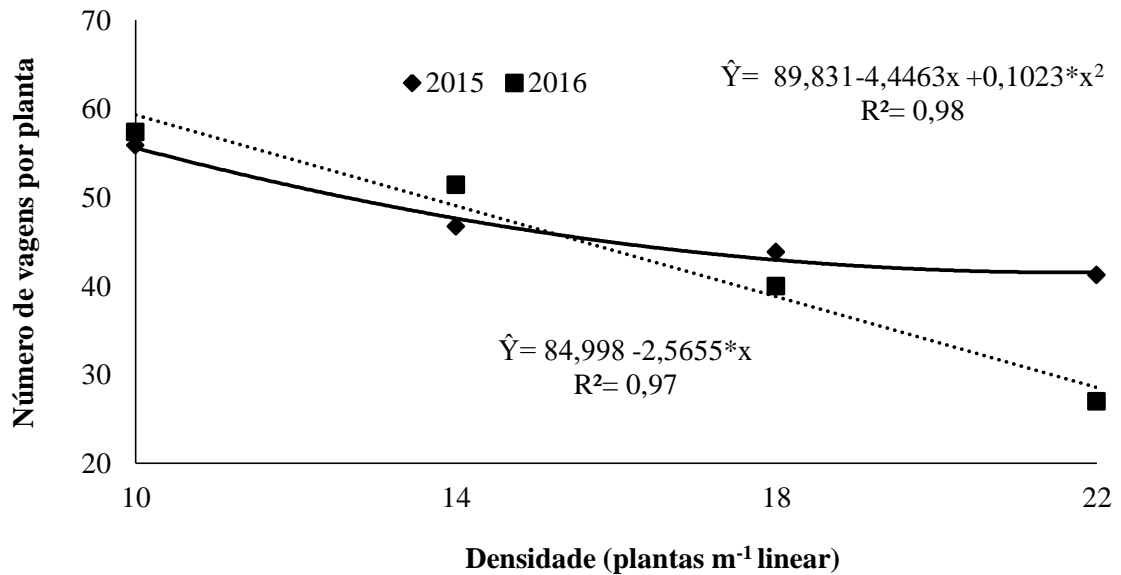


Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Foi verificado após o desdobramento dos anos de cultivo, dentro das densidades de plantas, um decréscimo do número de vagens por planta (Figura 09), com o aumento de ambas as densidades. Este resultado está associado aos dados de altura de plantas apresentados anteriormente, uma vez que plantas mais altas tendem a apresentar menor número de ramificações, consequentemente menor número de vagens. Cruz *et al.* (2010), analisando o número de vagens por planta de cinco cultivares de soja em quatro épocas de semeadura diferentes, encontrou valores médios que variaram de 49 a 119 vagens.

Tais resultados, podem ser justificados pelo fato de que nas maiores densidades de plantas ocorre maior competição por luz e uma menor disponibilidade de fotoassimilados, fazendo com que a planta diminua o número de ramificações e produza menor número de nós. Nos nós se desenvolvem as gemas reprodutivas e, assim, a redução no número de ramificações também reduz o número de nós potenciais e, consequentemente, o número de vagens (MAUAD *et al.* 2010).

Figura 09. Número de vagens por planta de soja BRS 8381, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo

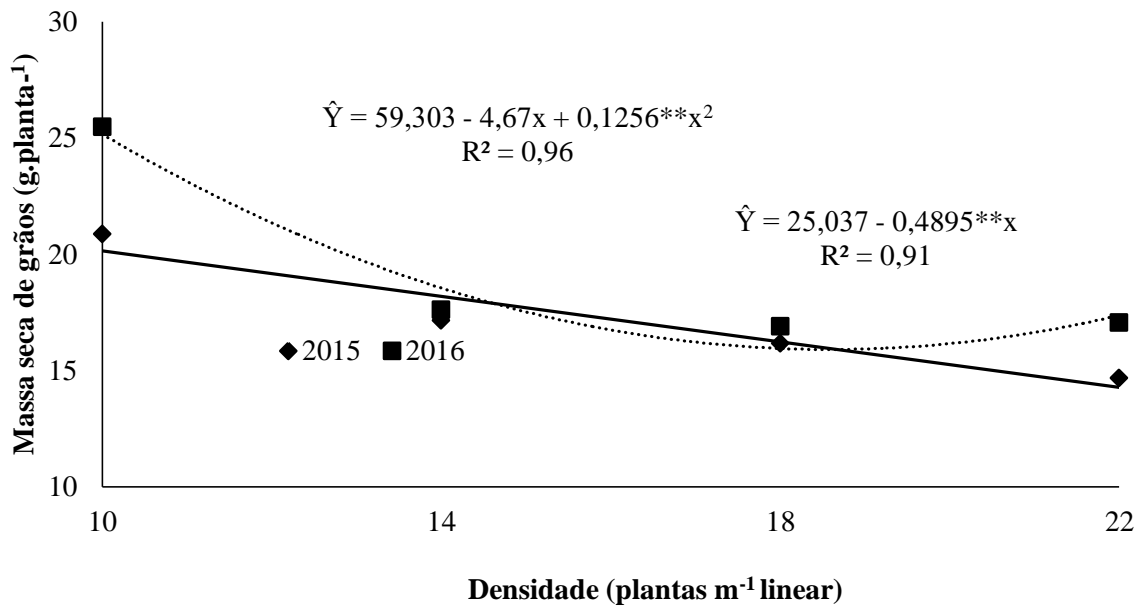


Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Em relação à massa seca de grãos para o ano 2016 observa-se um valor máximo de 25,48 g. planta⁻¹ em resposta a densidade de 10 plantas por metro linear (200.000 planta ha⁻¹), entretanto no ano 2015 obteve-se um valor máximo de 20,86 g. planta⁻¹ na mesma densidade (Figura 10). O ano de 2016 mostrou acréscimo de 19% de massa seca de grãos em relação ao ano de 2015. O que pode ter favorecido o acréscimo dessa porcentagem na safra 2016 é o fato que ocorreu um menor déficit hídrico no período de enchimento de grãos (Figura 10), o que provocou redução na massa de mil grãos oriundos dos ramos, os quais estão presentes em altas quantidades em baixas densidades de plantas.

O déficit hídrico causa perda de produtividade em qualquer fase da cultura em que ele ocorra. Para um menor peso de grãos, esse componente de rendimento é mais afetado quando o déficit ocorre na fase de enchimento de grãos. Esses autores destacam ainda que, a soja pode apresentar efeito compensatório quando há redução no número de legumes por planta, dependendo do potencial genético da cultivar, quando se tem condições climáticas favoráveis nas fase posteriores (VALE *et al.* 2017).

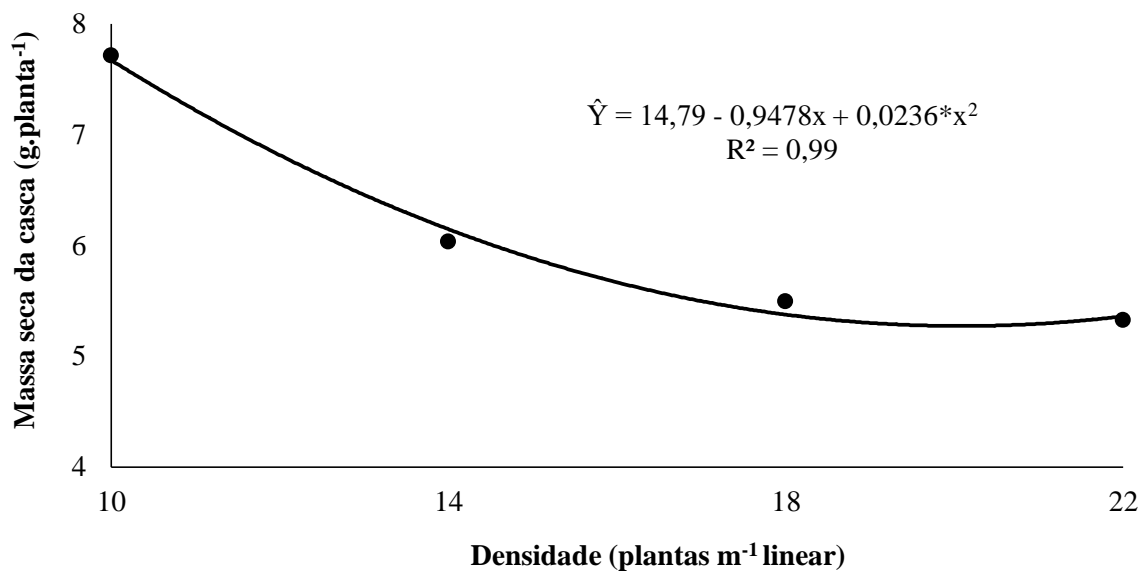
Figura 10. Massa seca de grãos (g. planta⁻¹) de soja BRS 8381, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Ao observar a figura 11, verificou-se que as plantas de soja apresentaram resposta quadrática inversa para massa seca da casca em relação às densidades de plantas.

Figura 11. Massa seca da casca de soja BRS 8381, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

A produtividade de grãos foi influenciada pelos anos de cultivo, onde o ano de 2016 foi responsável pela maior média observada. Possivelmente esse resultado tenha ocorrido pela maior precipitação pluviométrica durante esse ano (Tabela 05). Segundo Hiraçuri *et al.* (2017), parte dos ganhos em produtividade é decorrente do melhoramento genético e parte do aprimoramento no manejo do solo e da cultura. Dentre as práticas de manejo da cultura da soja, o arranjo espacial das plantas pode influenciar variáveis ligadas à produtividade de grãos e aos custos de produção.

Como relatado previamente no decorrer do texto, a safra 2015 enfrentou menor disponibilidade hídrica e elevada temperatura na fase de enchimento dos grãos, que comprometeu o rendimento da cultura, de tal modo que a maior produtividade da cultivar BRS 8381 foi obtida no ano seguinte na safra 2016.

Tabela 05. Valores médios para produtividade de grãos de soja BRS 8381 em dois anos de cultivo

Anos de cultivo	Produtividade (kg ha ⁻¹)
2015	3949,2 b
2016	4213,2 a
Média	4081,2

Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Para produtividade de grãos verificou-se comportamento quadrático, a medida que se aumentou a densidade de plantas houve aumento da produtividade, até a densidade de 19,37 plantas m⁻¹ linear, com posterior decréscimo a medida que se aumentou esse valor (Figura 12).

Segundo Rocha (2009), a produtividade da soja é muito influenciada por vários fatores ambientais como umidade, temperatura e fotoperíodo, que variam com as diferentes épocas do ano, rendimentos elevados podem ser obtidos quando as condições ambientais são satisfatórias em todos os estádios de desenvolvimento da cultura.

Em pesquisa desenvolvida por Tourino *et al.* (2002), observaram aumento na produção por planta com a redução da densidade de plantas. A maior produção por planta, neste caso, foi suficiente para superar a redução do número de plantas nas linhas, mantendo os níveis de produtividade.

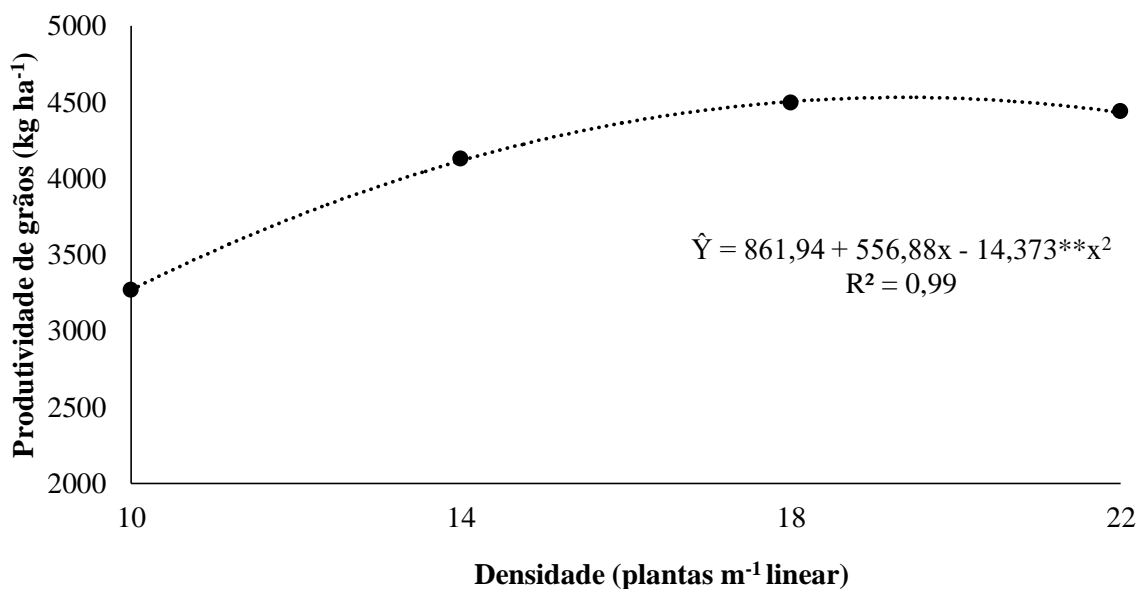
De acordo com Kuss *et al.* (2008), observaram decréscimo de produtividade de grãos quando a densidade plantas foi reduzida de 400 mil para 250 mil plantas ha⁻¹. Esse resultado indica que a redução acentuada de densidade pode, em

algumas situações, se refletir em menor produtividade em relação à densidade indicada.

Costa (2013), em trabalho combinadas com duas cultivares, sobre três espaçamentos entre fileiras (20, 40 e 60 cm) e as sub parcelas por quatro populações de plantas (150.000, 250.000, 350.000 e 450.000 plantas ha⁻¹), obtiveram produtividades média de 4.629 kg ha⁻¹, respectivamente.

Por outro lado, em experimento conduzido por Junior *et al.* (2015), com uma cultivar convencional, observou-se que em altas densidade de plantas a produtividade também pode ser menor em relação à densidade indicada, no caso 300 mil plantas ha⁻¹. Nesse caso, o aumento da densidade favoreceu no incremento do acamamento, refletindo-se negativamente no desempenho produtivo da cultura. Nesse contexto, o aumento da densidade de plantas, além da faixa indicada pelos obtentores é uma prática desnecessária que, além de não promover a produtividade de grãos, pode, em algumas circunstâncias reduzi-la, sobretudo em cultivares que apresentam propensão ao acamamento.

Figura 12. Produtividade de grãos de soja BRS 8381, em função da densidade de plantas na linha em dois anos de cultivo



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

3.6 CONCLUSÕES

A maior produtividade média de grãos de soja BRS 8381 em área de cerrado de Roraima é obtida com a população de 387.448 plantas por hectare

O segundo ano de cultivo, com condições climáticas mais favoráveis de regime pluviométrico e temperatura, favorece o incremento vegetativo e produtivo das plantas de soja BRS 8381.

4 INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE PLANTAS SOBRE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA CULTIVAR BRS TRACAJÁ

4.1 RESUMO

A soja apresenta elevada plasticidade, o que amplia sua capacidade de adaptar-se às diferentes condições ambientais e de manejo, através de alterações morfológicas nos componentes de produção. Desse modo, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes densidades de plantas sobre características agronômicas da soja BRS Tracajá. O experimento foi implantado e conduzido em área de cerrado, no campo experimental Água Boa da Embrapa Roraima. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de dois anos de cultivo da soja (2015 e 2016), semeadas em quatro densidades de plantas (8, 10, 12 e 14 plantas por metro linear). Foram avaliadas as seguintes características agronômicas: altura de planta; diâmetro do caule; número de nós na haste; número de ramos por planta; massa seca da planta; altura da inserção da primeira vagem; número de vagens por planta; massa seca dos grãos; massa seca da casca; índice de colheita e produtividade de grãos. Os dados obtidos das variáveis mensuradas foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F a 5% de probabilidade. Os valores referentes aos efeitos da densidade de plantas foram mensurados por análise de regressão polinomial. A maior produtividade média de grãos de soja BRS Tracajá (4.199,92 kg ha⁻¹), em área de cerrado de Roraima, é obtida com a população de 240.000 plantas por hectare.

Palavras-chaves: *Glycine max*. Características agronômicas. Densidade de plantas. Cerrado de Roraima. Qualidade fisiológica.

4 INFLUENCE OF PLANT DENSITY ON THE AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF SOYBEAN CULTIVAR BRS TRACAJÁ

4.2 ABSTRACT

The soybean presents high plasticity, which increases its capacity to adapt to the different environmental and management conditions, through morphological changes in the production components. The objective of this study was to evaluate the effects of different plant densities on agronomic traits of BRS Tracajá soybean. The experiment was carried out in a cerrado area, in the experimental field Água Boa of Embrapa Roraima. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. The treatments consisted of two years of soybean cultivation (2015 and 2016), sown in four plant densities (8, 10, 12 and 14 plants per linear meter). The following agronomic characteristics were evaluated: plant height; Stem diameter; Number of nodes in the stem; Number of branches per plant; Dry mass of the plant; Height of insertion of the first pod; Number of pods per plant; Dry mass of grains; Dry mass of bark; Crop index and grain yield. The data obtained from the measured variables were submitted to analysis of variance with application of the F test at 5% of probability. Values for the effects of plant density were measured by polynomial regression analysis. The highest average productivity of soybean BRS Tracajá (4,199.92 kg ha⁻¹) in the cerrado area of Roraima is obtained with a population of 240.000 plants per hectare.

Keywords: *Glycine max. Agronomic characteristics. Density of planting. Cerrado of Roraima. Physiological quality.*

4.3 INTRODUÇÃO

O rendimento de uma cultura é definido pela interação entre a planta, o ambiente de produção e o manejo da cultura. Entre as práticas de manejo realizadas, a escolha da cultivar, a época de semeadura, o espaçamento utilizado e a densidade de plantas são fatores que influenciam nos componentes de produção e conseqüentemente no rendimento da cultura (MAUAD *et al.* 2010).

Nas últimas duas décadas, a cultura da soja apresentou aumentos expressivos de área e de produtividade no Brasil. O ajuste nas práticas de manejo colaborou para o aumento da competitividade da cultura frente a outros grandes produtores, como os Estados Unidos da América e a Argentina. Dentre as práticas de manejo da cultura, a densidade de plantas pode alterar a velocidade de fechamento das entrelinhas, a produção de fitomassa (ROESE *et al.* 2012).

No meio técnico e na literatura científica há certa confusão acerca da terminologia para expressar o número de plantas por hectare. Geralmente, utilizam-se as expressões população de plantas, densidade de plantas, densidade de semeadura e densidade populacional para se referir à mesma variável. Nesse trabalho será adotado o termo “densidade de plantas” para expressar a quantidade de plantas por hectare, já que a palavra densidade, dentro do conceito populacional, pressupõe uma determinada quantidade de indivíduos por área, no caso hectare.

Sabendo-se a importância de ressaltar o estudo da resposta de cultivares utilizadas no Estado de Roraima em função do cultivo, em arranjos espaciais diferentes. Objetivou-se com esse trabalho, avaliar o desempenho agrônômico da densidade de plantas para soja cultivar BRS Tracajá.

4.4 METODOLOGIA

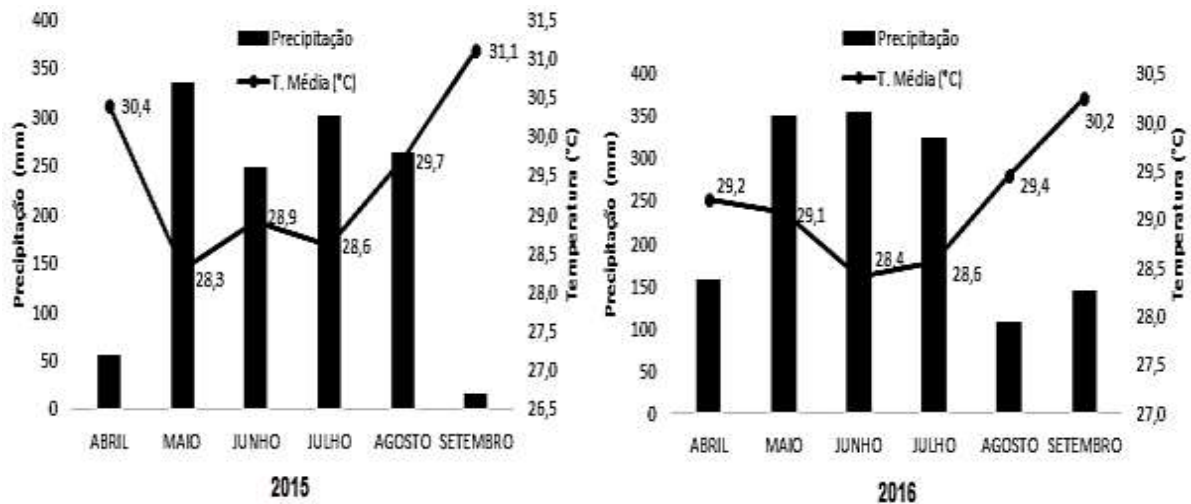
4.4.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido em área de cerrado, durante os anos de 2015 e 2016, no campo experimental Água Boa da Embrapa Roraima, no município de Boa Vista - RR, cujas coordenadas geográficas de referência são registradas a 02° 39' 00" de latitude, 60° 49' 40" de longitude e 90 m de altitude.

O clima da região, conforme Koppen, é classificado como tropical chuvoso, com médias anuais de precipitação, umidade relativa e temperatura de 1667 mm, 70% e 27,4° C, respectivamente, apresentando período chuvoso com início em abril e término em setembro. Os dados de precipitação pluviométrica e de temperatura média mensais, coletados durante o período experimental, estão descritos na Figura 13.

O solo foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico (LAdx) de textura média (EMBRAPA, 2013), o qual apresentou os seguintes atributos físico-químicos na camada de 0 a 20 cm: pH= 5,9; P= 52,0 mg dm⁻³; K⁺= 0,05 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺= 1,66 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺= 0,470 cmol_c dm⁻³; Al³⁺= 0,03 cmol_c dm⁻³; H + Al³⁺= 1,93 cmol_c dm⁻³; MO= 12,98 g kg⁻¹; CTCt= 1,86 cmol_c dm⁻³; V (%)= 49,0; m (%)= 2,0.

Figura 13. Precipitação pluviométrica e temperatura média mensal entre os meses de abril e setembro dos anos de 2015 e 2016



Fonte: INMET (2017)

4.4.2 Delineamento, tratamentos e condução do experimento

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdividida, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da associação entre dois anos de cultivo: 2015 e 2016 (parcela) e quatro densidades de plantas: 8 10, 12 e 14 plantas por metro linear (subparcela), correspondendo às populações de 160 a 280 mil plantas por hectare, respectivamente.

A área de coleta de cada unidade experimental foi composta por oito linhas com 5 m de comprimento, espaçadas por 0,5 m (20,0 m²). A área útil constou de

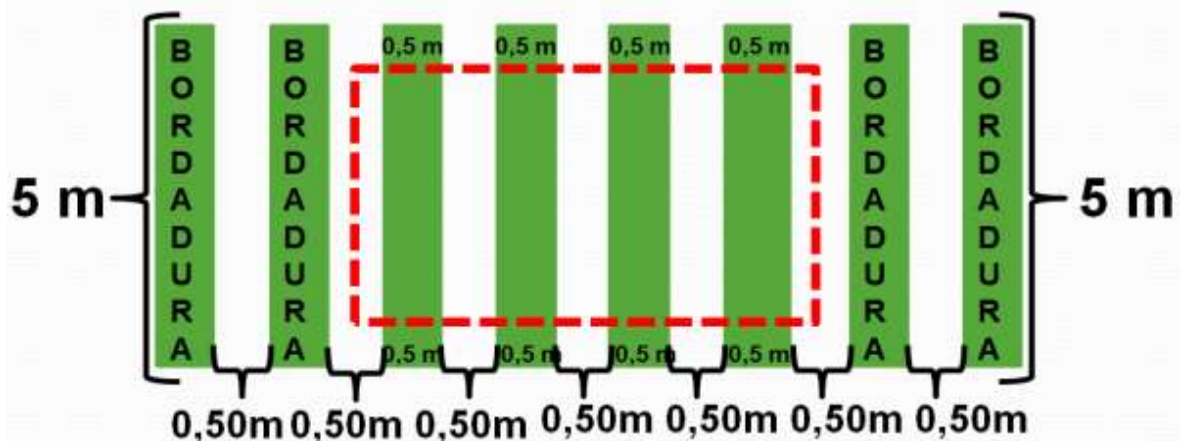
quatro linhas centrais, totalizando 8 m² (4 m x 2,0 m), deixando 0,5 m nas extremidades da linha de coleta, bem com as demais linhas, como bordadura (Figura 14).

As sementes foram previamente tratadas com os fungicidas, Derosal Plus e Protreat (200 mL/100 kg de sementes), inoculadas com inoculante comercial turfoso (6 doses ha⁻¹) e líquido (4 doses ha⁻¹) com cepas 5079 + 5080 e posteriormente semeadas mecanicamente em sulcos de 0,05 m de profundidade. Aos 10 dias após a emergência (DAE) foi realizado o desbaste das plantas da linha de semeadura, deixando-se apenas as densidades pré-estabelecidas como tratamentos.

A adubação de fundação constou da aplicação de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 04-28-20 e 20 kg ha⁻¹ de micronutrientes na forma de FTE BR 12. A adubação de cobertura foi realizada aos 20 dias após a semeadura e constou de 200 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, aplicados a lanço.

Os tratos culturais referentes ao controle de pragas, doenças e plantas espontâneas foram realizados de acordo com as recomendações de Smiderle *et al.* (2009), para o cultivo da soja no cerrado de Roraima.

Figura 14. Croqui de uma parcela experimental demonstrando a disposição da área útil.



A colheita foi realizada aos 110 DAE das plântulas, onde coletou-se inicialmente 20 plantas de forma manual da área útil levando-as ao laboratório de tecnologia de sementes da Embrapa Roraima para posterior avaliação das seguintes características agrônômicas:

- a) **Altura de planta (AP)** – Determinada com régua graduada em centímetros, tomando-se a distância ente o nível do solo e o ápice da planta;

- b) Diâmetro do caule (DC)** – determinado entre o solo e a inserção da primeira vagem por paquímetro digital precisão 0,1 mm;
- c) Número de nós na haste (NNH)** – determinado por contagem a partir do primeiro nó verdadeiro;
- d) Número de ramos por planta (NRP)** – Determinado no momento de colheita, contando-se o número médio de ramos emitidos por cada planta, amostrando-se cinco plantas por tratamento de cada repetição.
- e) Massa seca da planta (MSP)** – Determinado pela pesagem do material vegetal seco em estufa de ar forçado a 65°C, durante 72 horas. Os resultados foram expressos em g;
- f) Altura da inserção da primeira vagem (AIPV)** - Determinada com régua graduada em centímetros, tomando-se a distância entre o nível do solo e o ponto de inserção da primeira vagem no ramo principal;
- g) Número de vagens por planta (NVP)** - Determinado contando-se o número total de vagens de cada planta, amostrando-se vinte plantas por tratamento de cada repetição.
- h) Massa seca dos grãos (MSG)** - Determinado pela pesagem dos grãos seco em estufa de ar forçado a 65°C, durante 72 horas. Os resultados foram expressos em g;
- i) Massa seca da casca (MSC)** - Determinado pela pesagem da casca seca em estufa de ar forçado a 65°C, durante 72 horas. Os resultados foram expressos em g;
- j) Índice de colheita aparente (ICA)** – Determinado pela razão entre a massa de grãos da planta e a massa seca da parte aérea da planta;

A debulha das vagens referente as 20 plantas foram realizada de forma manual. A debulha das vagens referente a área útil da parcela foi realizada mecanicamente em trilhadeira estacionária e, logo após, os grãos foram limpos em peneiras para determinação da produtividade de grãos estimada.

k) Produtividade de grãos (PG) – Determinada após a colheita, trilha e pesagem da área útil dos tratamentos de cada repetição, com auxílio de balança convencional, sendo os valores convertidos para kg ha^{-1} , corrigindo-se o grau de umidade para 13%.

4.4.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, com o nível de significância determinado pelo teste F a 5% de probabilidade. Os efeitos das densidades de plantas foram verificados através de análise de regressão utilizando-se o software SISVAR 5.4 (FERREIRA, 2011).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1 Características vegetativas da cultura

Na tabela 06 encontra-se o resumo da análise de variância dos dados obtidos para as características vegetativas da cultivar de soja BRS Tracajá. Observou-se com os resultados, efeito da interação entre a densidade de plantas e o ano de cultivo somente nas características de altura da planta e massa seca da planta. O número de ramos por planta e o diâmetro foram influenciados apenas pela densidade de plantas, enquanto que o número de nó na haste principal não sofreu influência dos fatores estudados.

Tabela 06. Resumo da análise de variância para as características de altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de nós na haste (NNH), número de ramos por planta (NRP) e massa seca da planta (MSP) de soja BRS Tracajá cultivadas em dois anos sob quatro densidades de plantas. Boa Vista, RR, 2015 e 2016

FV	GL	QM				
		AP	DC	NNH	NRP	MSP
BLOCO	3	7,13	0,97	1,65	0,05	1,58
DENSIDADE (D)	3	168,01**	6,56**	6,68 ^{ns}	4,38**	36,10**
ERRO 1	9	13,33	0,88	2,01	0,22	1,16
ANO (A)	1	1500,42**	7,34 ^{ns}	35,36*	0,18 ^{ns}	86,54**
ERRO 2	3	4,86	0,90	1,92	0,20	1,46
D X A	3	48,22**	0,69 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,76 ^{ns}	20,16*
ERRO 3	9	5,79	0,37	0,53	0,34	3,31
CV 1%		5,57	11,87	9,77	11,01	8,76
CV 2%		3,36	11,99	9,56	10,58	9,83
CV 3%		3,67	7,71	5,05	13,70	14,78

*,** e ^{ns} - Significativo ao nível de 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F.

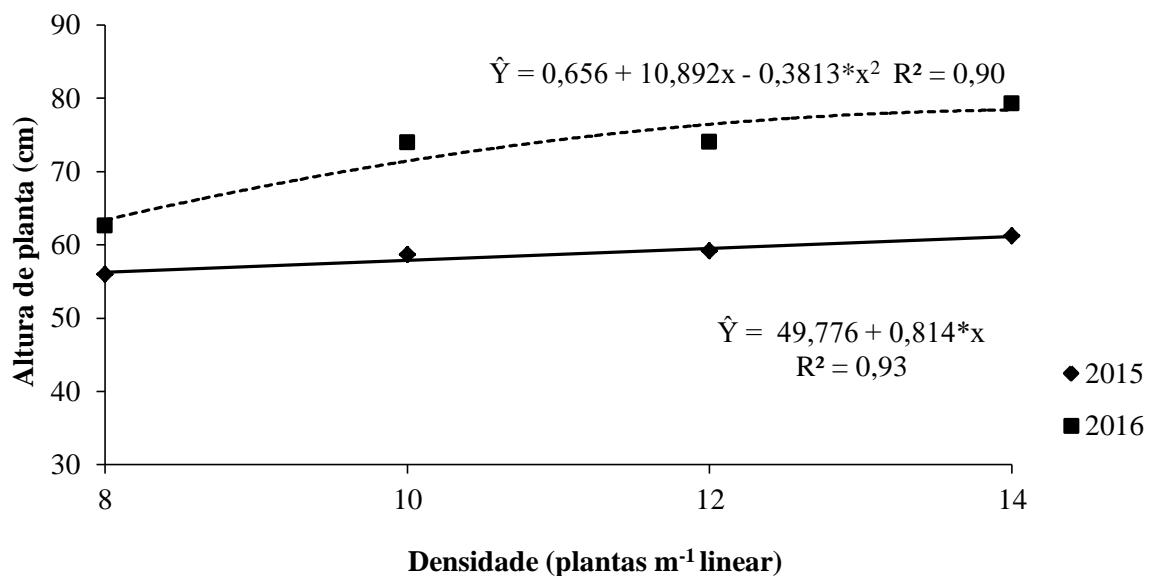
Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Ao observar a figura 15, verificou-se que as plantas de soja apresentaram resposta linear e quadrática dos anos para o crescimento em altura em relação as densidade de plantas. Para o ano 2016 observa-se um valor máximo de 79,23 cm em resposta a densidade de 14 plantas por metro linear (280.000 planta ha⁻¹), entretanto para o ano 2015 só obteve-se um valor máximo de 61,2 cm na densidade.

De acordo com Sedyama *et al.* (2009), que afirmam que a colheita mecanizada, em solos relativamente planos e bem preparados pode ser efetuada uma boa colheita de plantas com 50 cm a 60 cm de altura. Plantas muito acima de 100 cm tendem ao acamamento e além de dificultarem a eficiência das colhedoras, tendem a produzir menos.

Maiores densidades de plantas resultaram em maior altura de plantas, possivelmente em razão da menor quantidade de energia luminosa e radiação fotosinteticamente ativa presente no dossel. A quantidade da luz recebida pelas plantas por meio dos fotoreceptores afeta o padrão de crescimento das plantas, portanto em baixa quantidade da luz as plantas de soja tendem a exibir alto crescimento em altura, a fim de absorver esses recursos, além de emitir menor quantidade de ramos (BOARD, 2000; ANDRADE *et al.* 2016).

Figura 15. Altura das plantas de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Ao observar a figura 16, verificou-se que as plantas de soja apresentaram resposta linear decrescente significativa ($p < 0,05$) para o diâmetro do caule (mm) em relação as densidade de plantas. O valor máximo de 9 mm foi obtido na densidade de 8 plantas por metro linear, decrescendo a um valor de 7 mm na densidade de 14 plantas por metro linear ($280.000 \text{ plantas ha}^{-1}$), independente do ano de cultivo.

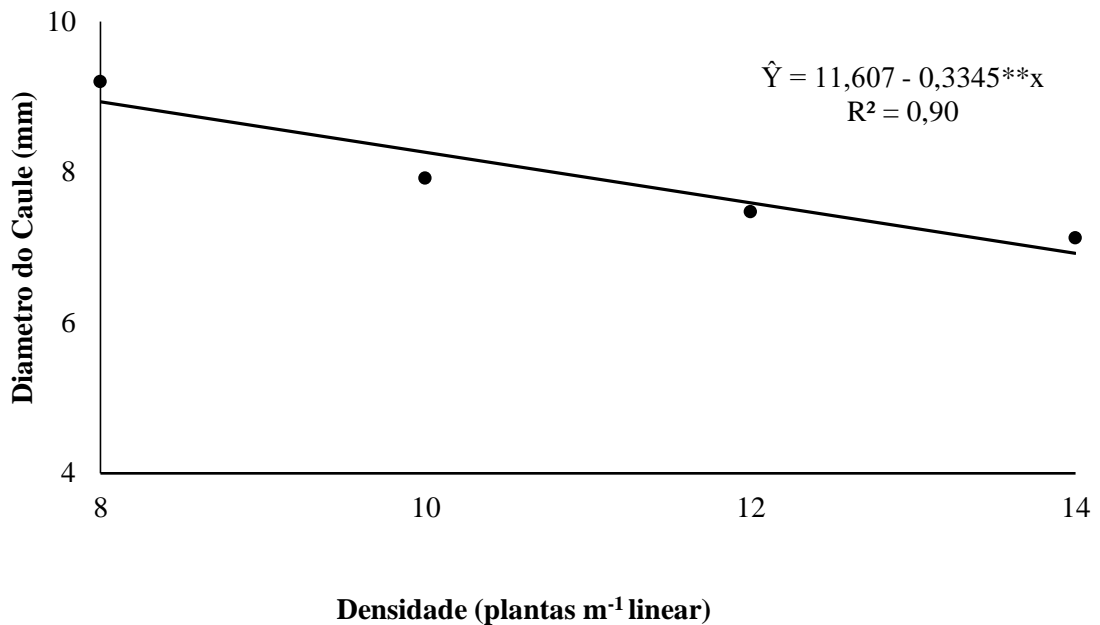
Concordando com Oliveira Procópio *et al.* (2015), que a maior densidade de plantas reduziu o diâmetro da haste principal das plantas de soja. O diâmetro da haste é uma característica relacionada à propensão ao acamamento (BALBINOT JUNIOR, 2012).

De acordo Sharratt e McWilliams (2005), isso se justifica pela menor interceptação da radiação solar pelo dossel da planta nos tratamentos com espaçamento mais adensado conforme abordado por favorecem assim, o estiolamento das plantas e a redução do diâmetro da haste.

A presença de poucas plantas por metro culmina em plantas de menor porte, mais ramificadas, com maior probabilidade de perdas na colheita. Em outro trabalho semelhante, afirmaram que o acúmulo de plantas pode provocar o desenvolvimento de plantas de maior porte, porém menos ramificadas, com menor produção individual, diâmetro de haste reduzido e mais propensas ao acamamento (JASPER *et al.* 2011).

Esses resultados podem ser atribuídos à rápida velocidade de emergência, que acarreta maior tamanho de plântulas proporcionando maiores taxas de crescimento inicial (SCHUCH *et al.* 2009; MARCOS FILHO, 2015).

Figura 16. Diâmetro do caule de plantas de soja BRS Tracajá em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo

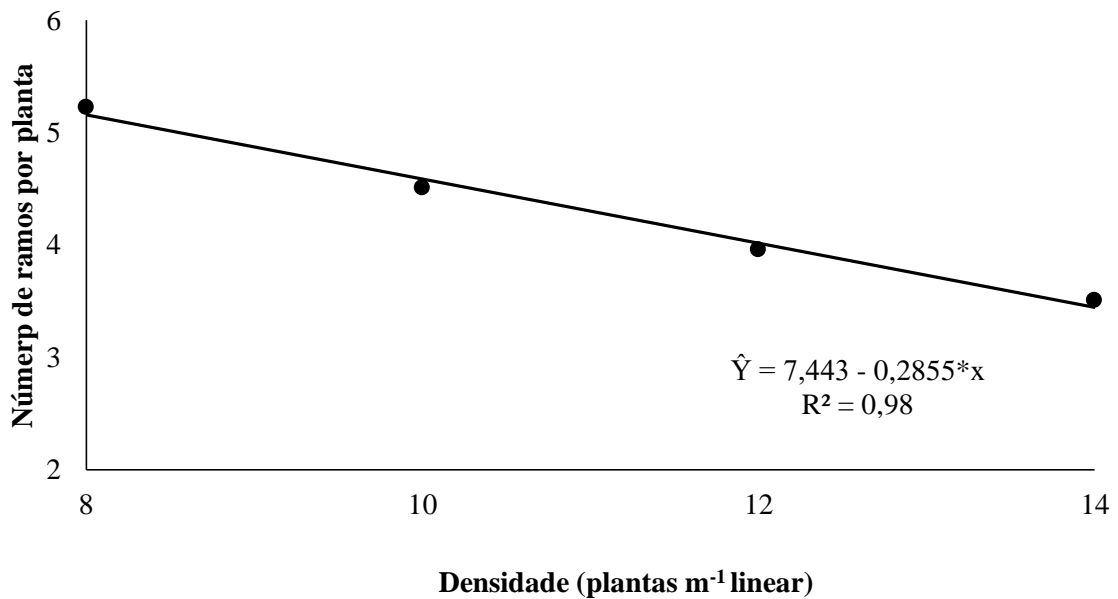


Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Ao observar a figura 17, verificou-se que as plantas de soja apresentaram resposta linear decrescente para o número de ramos por planta, em relação às densidades de plantas. O valor máximo de 5,23 ramos foi obtido na densidade de 8 plantas por metro linear (160.000 plantas ha⁻¹), decrescendo a um valor de 3,51 ramos na densidade de 14 plantas (280.000 plantas ha⁻¹), equivalente a uma perda de 55 %.

Características morfofisiológicas, tais como número de ramos por planta, comprimento de ramos e números de nós férteis, têm relação com o potencial produtivo da planta de soja, uma vez que representam maior superfície fotossintetizante e também potencialmente produtiva por meio do número de locais para surgimento de gemas reprodutivas. Por outro lado, o número e comprimento de ramos podem representar demanda adicional que desvia os fotoassimilados que, de outra forma, seriam aproveitados na fixação e na produção de estruturas reprodutivas (MAUAD *et al.* 2010).

Figura 17. Número de ramos por planta de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas na linha



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

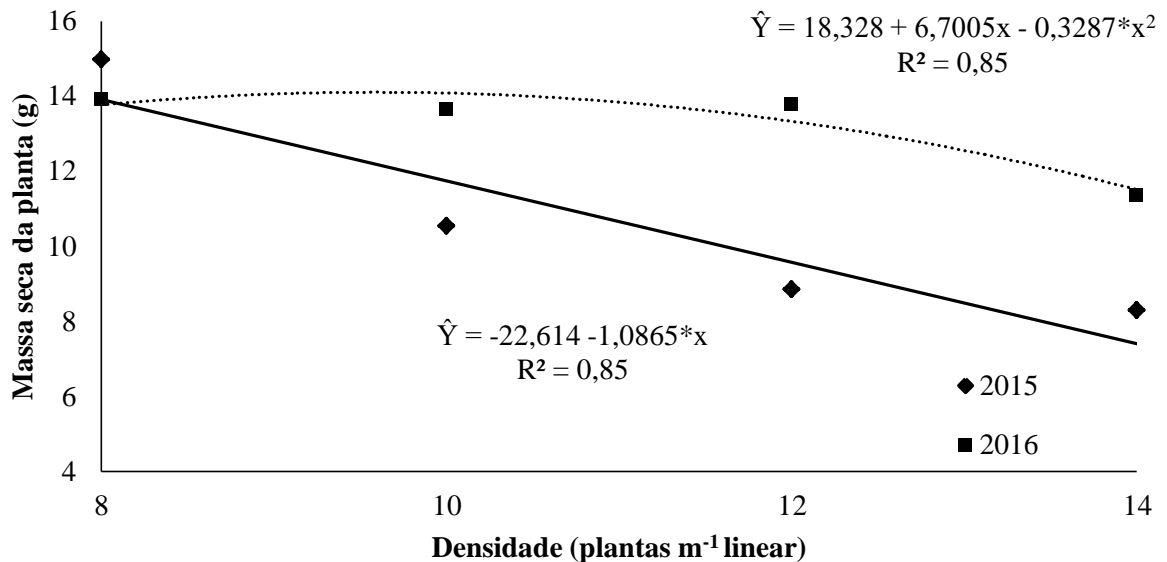
A competição intra-específica das plantas de soja pelos fatores do ambiente, especialmente luz, determina a maior ou menor número de ramificações, ou seja, em maiores densidades de plantas, devido ao número excessivo de plantas na linha, ocorre menor disponibilidade de fotoassimilados para o crescimento vegetativo das plantas na forma de ramificações. Isto faz com que a planta direcione a maior parte desses fotoassimilados para o crescimento do ramo principal aumentando a altura da planta, como observado na Figura 18 e, assim, diminuindo a emissão de ramificações laterais (MAUAD *et al.* 2010).

As densidades de plantas promoveram diferentes respostas para a massa seca da planta em relação aos anos de cultivo. No ano de 2015 houve um decréscimo linear na massa seca da planta com o aumento da densidade de plantas. Em 2016 a resposta para essa mesma característica apresentou-se de forma quadrática com pequeno acréscimo com o aumento da densidade seguida de posterior decréscimo (Figura 18).

Em trabalhos desenvolvidos por Procópio *et al.* (2013) e Balbinot Junior *et al.* (2012), verificou-se que, aos 85 DAS, houve diferença de massa seca de folhas entre as densidades de 375 e 562 mil plantas por hectare somente na cultivar BRS 359 RR, que possui tipo de crescimento indeterminado e arquitetura compacta de plantas. Por outro lado, para a cultivar BRS 294 RR, que possui tipo de crescimento

determinado e crescimento vigoroso de plantas, a densidade não influenciou na massa seca de folhas. Isso demonstra que o potencial em compensar a menor densidade também é muito afetado pelas características genéticas de cada cultivar.

Figura 18. Massa seca da planta de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

4.5.2 Características produtivas da cultura

Na tabela 07 encontra-se o resumo da análise de variância dos dados obtidos para as características produtivas da cultivar de soja BRS Tracajá. Observou-se com os resultados, que a densidade de plantas por metro linear e o ano de cultivo agiram de forma conjunta sobre o número de vagens por planta e na massa seca dos grãos. Não foi observado efeito significativo dos tratamentos sobre o índice de colheita aparente. Para as demais características estudadas observou-se apenas efeitos isolados dos fatores.

Tabela 07. Resumo da análise de variância para as características de altura de inserção de primeira vagem (AIPV), número de vagens por planta (NVP), massa seca dos grãos (MSG), massa seca da casca (MSC), índice de colheita aparente (ICA) e produtividade de grãos (PG) de soja BRS Tracajá cultivada em dois anos sob quatro densidade de plantas, Boa Vista, RR, 2015 e 2016

FV	GL	QM					
		AIPV	NVT	MSG	MSC	ICA	PROD
BLOCO	3	0,90	188,88	9,42	1,52	0,00007	128583,28
DENSIDADE (D)	3	18,95**	5645,41**	341,42**	38,90**	0,00286**	811783,03**
ERRO 1	9	1,36	72,94	4,78	0,98	0,00005	94477,89
ANO (A)	1	115,90**	4,60 ^{ns}	742,45**	28,87*	0,08715**	604920,25 ^{ns}
ERRO 2	3	2,40	389,59	11,25	2,79	0,00002	91361,98

D X A	3	3,28 ^{ns}	410,25 ^{ns}	68,72 ^{ns}	11,84 ^{ns}	0,00068 ^{ns}	183277,40 ^{ns}
ERRO 3	9	1,30	277,32	22,14	4,27	0,00023	89262,37
CV 1%		9,21	8,76	8,94	11,82	1,26	7,81
CV 2%		12,24	20,25	13,72	19,91	0,88	7,68
CV 3%		9,02	17,08	19,24	24,65	2,55	7,60

*,** e ^{ns} - Significativo ao nível de 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F.

Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

A altura de inserção de primeira vagem foi influenciada pelos anos de cultivo, onde o ano de 2016 foi responsável pela maior média observada. Possivelmente esse resultado tenha ocorrido pela maior precipitação pluviométrica durante esse ano (Tabela 08). A altura de inserção do primeiro legume e altura total de plantas são variáveis importantes de se estudar, pois, algumas variedades de soja quando submetidas ao déficit hídrico tendem a ter um menor crescimento.

Em trabalhos desenvolvidos por Gava *et al.* (2016), observou-se que a ocorrência de déficit na fase de crescimento vegetativo, foi significativamente diferente em relação a ocorrência de déficit apenas no final do ciclo. Isso poderia representar perdas no momento da colheita principalmente pela altura de corte das colhedoras. Porém, nesse caso embora houve diferença, as alturas alcançadas nos anos agrícolas de 2015 e 2016 são suficientes como altura de corte, que está entre 7 a 15 cm.

Tabela 08. Valores médios da altura de inserção de primeira vagem (AIPV) em plantas de soja BRS Tracajá em dois anos de cultivo

Anos de cultivo	AIPV (cm)
2015	14,58 a
2016	10,77 b
Média	12,67

Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

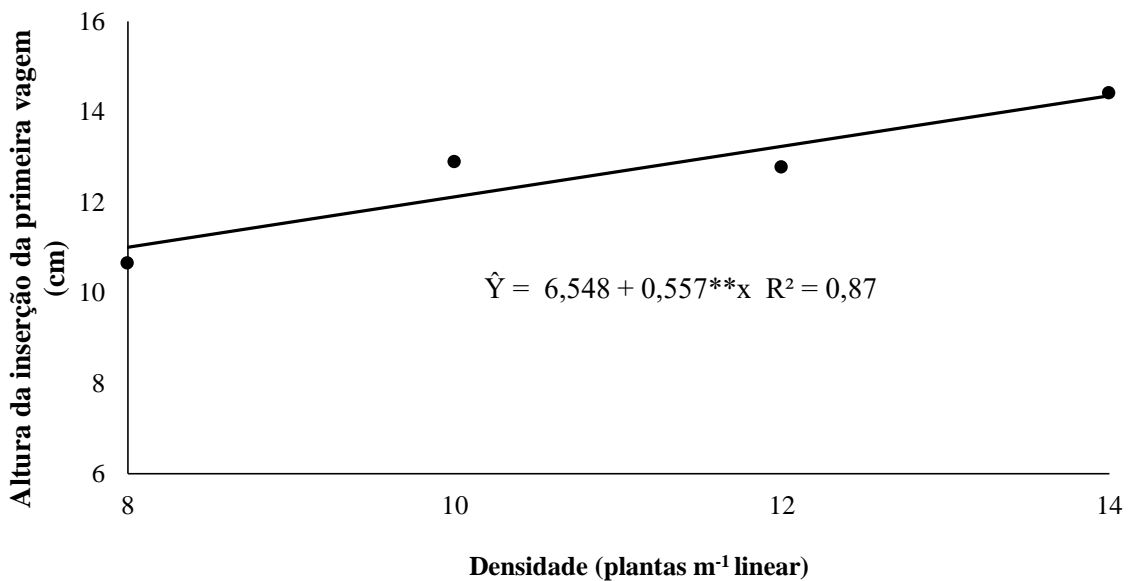
Ao observar a figura 19 verificou-se que as plantas de soja apresentaram resposta linear crescente para a altura de inserção da primeira vagem (cm) em relação as densidade de plantas, mostrando um valor máximo de 14,4 cm em resposta a densidade de 14 plantas por metro linear (280.000 planta ha⁻¹), independente do ano de cultivo.

Concordando com pesquisas de Peluzio *et al.* (2009) e Mauad *et al.* (2010), onde afirmaram que a inserção da primeira vagem é uma das características mais importantes, pois determina a regulagem da altura da barra de corte da colhedora, visando obter a máxima eficiência durante esse processo, devido essa importância,

busca-se obter cultivares com altura de inserção de primeira vagem variando de 10 a 15 cm.

A altura das plantas e a altura de inserção da primeira vagem são características que sofrem variações em função da densidade de plantas. Assim, as maiores densidades estimularam o crescimento das plantas e a elevação da altura de inserção da primeira vagem (PELUZIO *et al.* 2009). Entretanto, para a maioria das condições das lavouras de soja, a altura mais satisfatória está em torno de 15,0 cm, embora colhedoras mais modernas possam efetuar boa colheita com plantas apresentando primeiro legume a 10,0 cm (ROCHA *et al.* 2011).

Figura 19. Altura de inserção da primeira vagem de plantas de soja BRS Tracajá em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

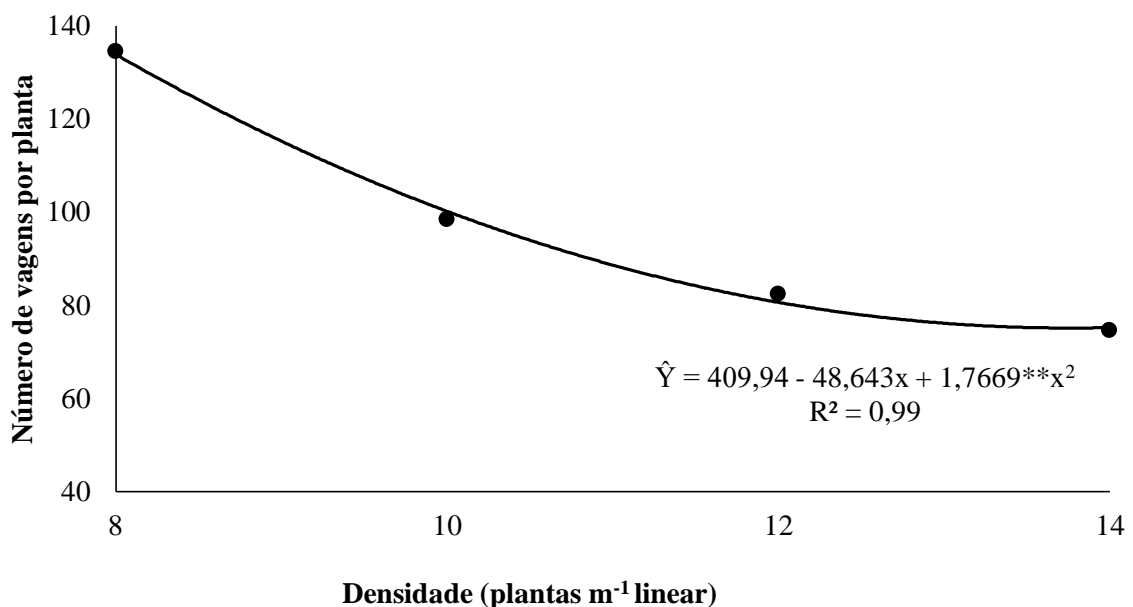
Ao observar a figura 20, verificou-se que as plantas de soja apresentaram resposta quadrática decrescente para o número de vagens por planta, em relação as densidade de plantas. O valor máximo de 134 vagens foi obtido na densidade de 8 plantas por metro linear, decrescendo a um valor de 74 vagens na densidade de 14 plantas (280.000 plantas ha⁻¹), equivalente a uma perda de 55 %, independente do ano de cultivo.

O número de vagens por nó geralmente decresce perto do ápice, com raramente mais de três vagens no nó terminal, conseqüentemente diminuindo o número total de vagens por planta; nos tipos semideterminados, à semelhança dos

indeterminados, tendo um período quase tão longo quanto o indeterminado, quanto a floração, diferencia-se por possuir caule mais curto e grosso no topo e com menos nós, há normalmente uma longa inflorescência no nó terminal com 5 a 10 ou mais vagens (ALI *et al.* 2016).

O número de vagens por planta de soja é o componente do rendimento de grãos mais influenciado pela densidade de plantas, e varia inversamente ao aumento ou redução da densidade (COSTA, 2013).

Figura 20. Número de vagens por planta de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



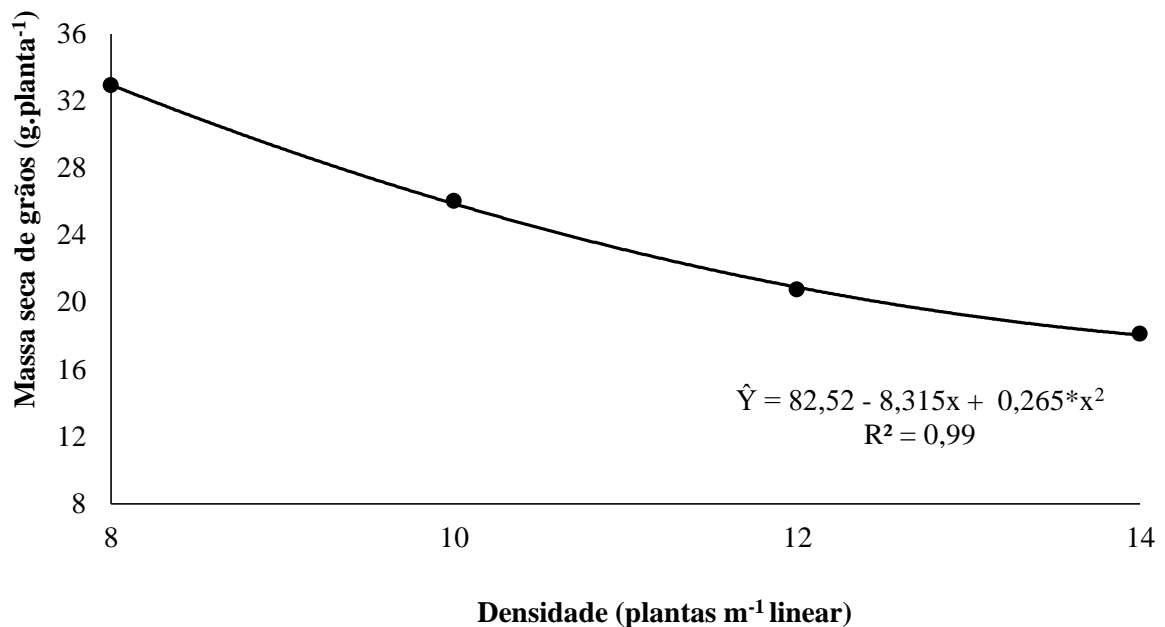
Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Ao observar a figura 21, verificou-se que as plantas de soja apresentaram resposta quadrática decrescente para massa seca de grãos (g. planta⁻¹), em relação as densidade de plantas. O valor médio máximo de 32,91 gramas por planta foi obtido na densidade de 8 plantas por metro linear (160.000 plantas ha⁻¹), decrescendo a um valor de 18,1 gramas, na densidade de 14 plantas (280.000 plantas ha⁻¹), equivalente a uma perda de 55 %, independente do ano de cultivo.

Ao estudar a captação e aproveitamento da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas, Barbosa dos Santos *et al.* (2003), definiram que a soja apresentou a maior taxa de produção de biomassa seca total ao longo do seu ciclo e também o maior índice de área foliar evidenciando sua maior capacidade em captar luz e em sombrear plantas competidoras. O feijão, sobretudo após o

florescimento, foi a planta mais eficaz em drenar seus fotoassimilados para a formação de folhas. A soja apresentou maior eficiência em converter a radiação interceptada em biomassa.

Figura 21. Massa seca de grãos de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

A massa seca da casca foi influenciada pelos anos de cultivo, onde o ano de 2016 foi responsável pela maior média observada. Possivelmente esse resultado tenha ocorrido pela maior precipitação pluviométrica durante esse ano (Tabela 09).

Ao pesquisar a influência do “déficit” hídrico sobre a eficiência da radiação solar em soja, Gava *et al.* (2016), concluíram que deficiência hídrica provoca a diminuição do índice de área foliar (IAF) dos tratamentos sem irrigação, com relação ao irrigado, o que afetou a captura de radiação em condições de deficiências hídricas.

Quando é exposta a estresse hídrico leve, a soja tende a maximizar a eficiência de utilização da radiação e a diminuir a eficiência de interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA). O déficit hídrico severo reduz a eficiência de utilização da radiação. O “déficit” hídrico produz um efeito diferencial sobre o crescimento e produção de biomassa na cultura da soja, segundo o momento e a severidade do estresse (GAVA *et al.* 2016).

Tabela 09. Valores médios da massa seca da casca (MSC) em plantas de soja BRS Tracajá em dois anos de cultivo

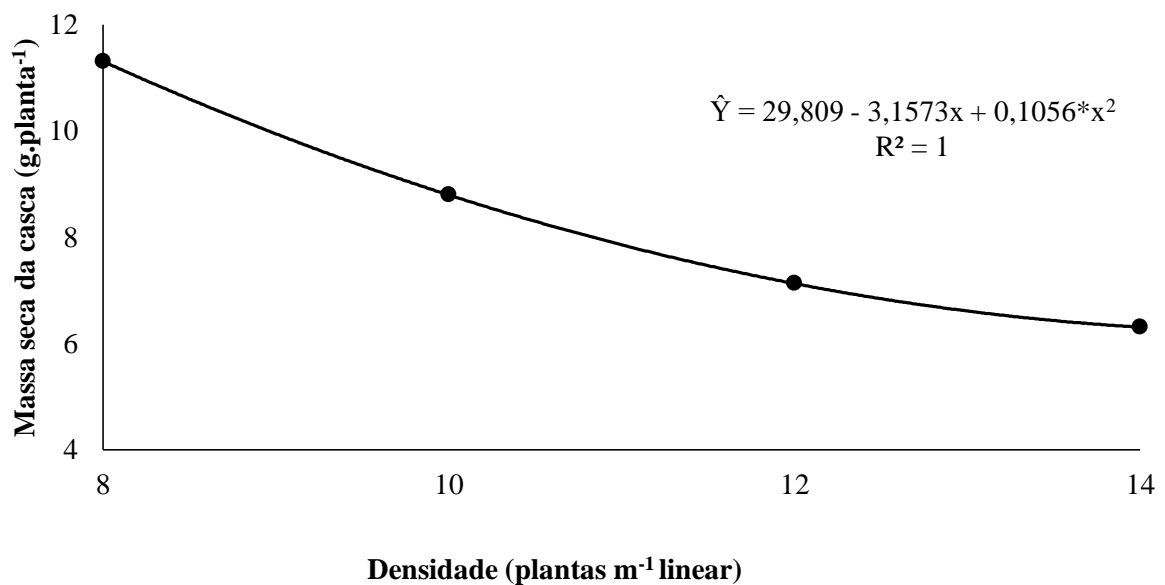
Anos de cultivo	MSC (g)
2015	7,44 b
2016	9,34 a
Média	8,39

Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Ao observar a figura 22, verificou-se que as plantas de soja apresentaram resposta quadrática decrescente para massa seca da casca (g. planta^{-1}), em relação as densidades de plantas. O valor médio máximo de 11,31 gramas por planta foi obtido na densidade de 8 plantas por metro linear ($160.000 \text{ plantas ha}^{-1}$), decrescendo a um valor de 6,31 gramas, na densidade de 14 plantas ($280.000 \text{ plantas ha}^{-1}$), equivalente a uma perda de 56 %, independente do ano de cultivo.

Estudos apontaram que sementes com alta qualidade fisiológica produziram plantas com maiores taxas de crescimento, diâmetro de caule, área foliar, massa seca, maior vantagem competitiva e rendimento de grãos superiores. Esses resultados podem ser atribuídos à rápida velocidade de emergência, que acarreta maior tamanho de plântulas proporcionando maiores taxas de crescimento inicial (BALBINOT JUNIOR *et al.* 2013).

Figura 22. Massa seca da casca de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

O índice de colheita aparente foi influenciado pelos anos de cultivo, onde o ano de 2016 foi responsável pela maior média observada. Possivelmente esse resultado tenha ocorrido pela maior precipitação pluviométrica durante esse ano (Tabela 10).

Corroborando com Kuss *et al.* (2008), verificaram maior índice de colheita em plantas de soja provenientes de menor densidade (250.000 plantas ha⁻¹), em comparação às provenientes de maior densidade (400.000 plantas ha⁻¹). Como podemos observar nesse trabalho, é importante ressaltar que o déficit hídrico ocorrido durante o período de cultivo independente (Figura 1), pode ter limitado a magnitude da resposta da soja aos arranjos de plantas. Os dois períodos mais sensíveis da soja à falta de água no solo são semeadura-emergência e florescimento-final de enchimento de grãos, porque influenciam diretamente na formação dos componentes do rendimento (BALBINOT JUNIOR, 2013).

Tabela 10. Valores médios do índice de colheita aparente (ICA) em plantas de soja BRS 8381 em dois anos de cultivo

Anos de cultivo	ICA
2015	0,658125 a
2016	0,553750 b
Média	0,605937

Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Ao observar a figura 23, verificou-se que as plantas de soja apresentaram resposta quadrática decrescente para índice de colheita aparente em relação as densidades de plantas.

O índice de colheita (IC) representa a relação entre a massa seca dos grãos em relação à massa seca total da parte aérea (grãos + palha). Nesse sentido, é desejável elevado IC, ou seja, alta alocação de fotoassimilados nos grãos em detrimentos de outras estruturas da parte aérea das plantas. Isso ocorre porque em altas densidade de plantas há alta alocação de fotoassimilados na formação das hastes, a fim de aumentar a altura das plantas para interceptação de luz – recurso muito disputado entre plantas de soja cultivadas em altas densidades.

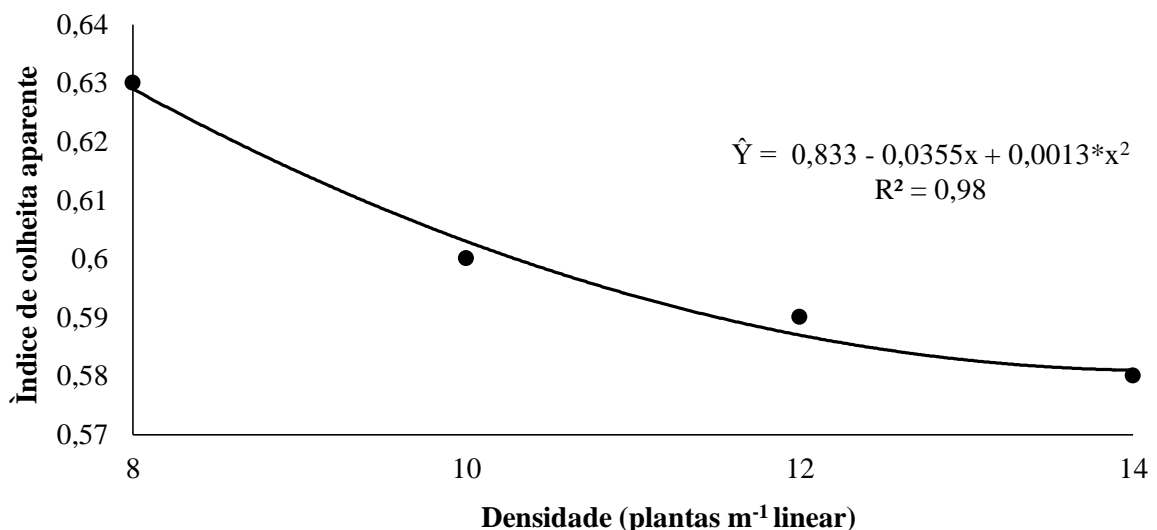
Como observou-se, o ICA foi maior na menor densidade de plantas, corroborando com os dados obtidos por Junior *et al.* (2015). Com o aumento da densidade, há tendência de incremento da alocação de fotoassimilados na haste das plantas em detrimento das outras estruturas vegetativas e reprodutivas, o que pode

explicar o menor ICA na maior densidade de plantas (KUSS *et al.* 2008; BALBINOT JUNIOR *et al.* 2012).

Para aumentar a produtividade da soja é necessária a utilização de novas técnicas e o aperfeiçoamento das que estão sendo utilizadas, principalmente as que interferem nos componentes morfológicos e de produção. Dentre as técnicas citadas, a associação de arranjos espaciais e densidade de plantas, tem se destacado como ferramentas potenciais para o aumento da produtividade (CRUZ *et al.* 2016).

De acordo com Freitas *et al.* (2011), a produtividade de uma cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente de produção e o manejo. Altos rendimentos são obtidos quando o genótipo apresenta potencial produtivo e alta adaptabilidade, tudo isso aliado aos tratos culturais requeridos pela cultura. Assim, época de semeadura adequada e a correspondente densidade de plantas, associadas com a escolha de cultivares adaptadas à região de produção constitui-se em estratégias de manejo para a obtenção de elevadas produtividades.

Figura 23. Índice de colheita aparente de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

Ao observar a figura 24 verificou-se que as plantas de soja apresentaram um comportamento quadrático para produtividade em relação a densidade de plantas, mostrando valor máximo de 4.199,92 kg ha⁻¹ em resposta a densidade de 12 plantas por metro linear (260.000 plantas ha⁻¹), com posterior decréscimo a medida que se

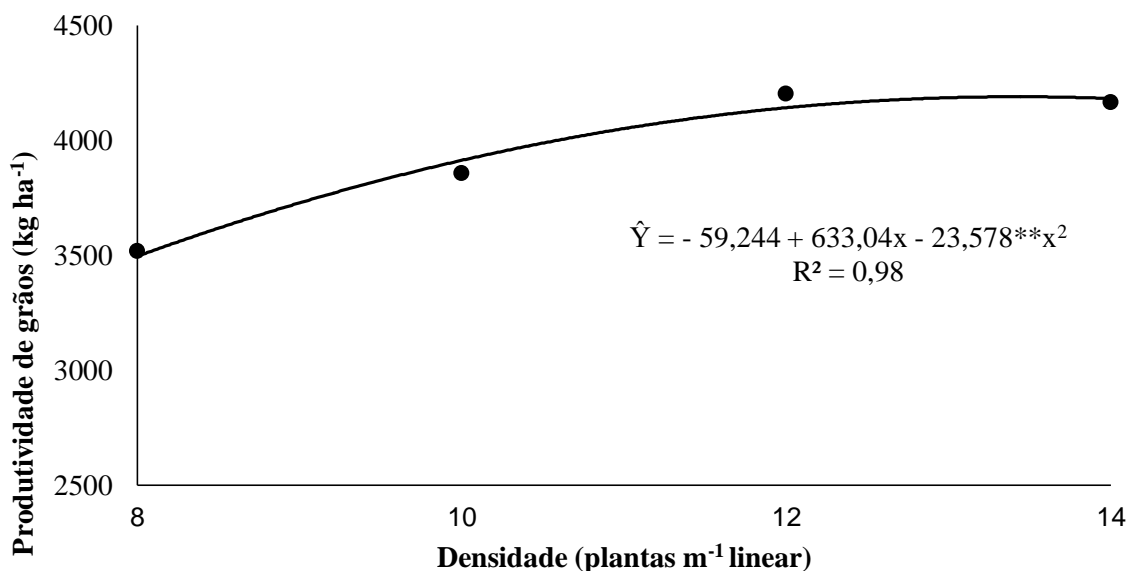
aumentou a densidade, independente do ano de cultivo. Assim, quando se aumentou a densidade de plantas de 240.000 para 280.000 plantas ha⁻¹, nas condições de solo em que a pesquisa foi desenvolvida, obteve-se um decréscimo na produtividade de 37,26 kg ha⁻¹, não se justificando a aumento de plantas na linha.

Fiorese (2013), avaliou características agrônômicas e a produtividade de duas cultivares de soja em sistemas de plantio cruzado e convencional e observou que o número de grãos planta⁻¹, peso de 100 grãos e a produtividade foram maiores no sistema de plantio cruzado para as duas cultivares.

Em trabalhos desenvolvidos por Cruz *et al.* (2016), combinando parcelas alocados de dois arranjos espaciais: convencional e fileira duplas, com sub parcelas que foram alocadas em cinco densidade de plantas (7, 10, 15, 19 e 22 plantas m⁻¹), obtiveram produtividades média de 3.650 kg ha⁻¹, respectivamente.

No trabalho citado de Ludwig *et al.* (2011), com três diferentes densidades, 12, 18 e 25 plantas m⁻¹, em diferentes anos e época de semeadura foi constatado que o aumento da densidade populacional de plantas proporcionou maiores produtividades para a cultura, os autores concluíram que o comportamento da densidade de plantas foi afetado pelo ano de cultivo e desta forma o ajuste da densidade pode estar relacionado com as condições ambientais de cada ano (ALI; LOREIRO, 2016).

Figura 24. Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de soja BRS Tracajá, em função da densidade de plantas em dois anos de cultivo



4.6 CONCLUSÕES

A maior produtividade média de grãos de soja BRS Tracajá (4.199,92 kg ha⁻¹), em área de cerrado de Roraima, é obtida com a população de 240.000 plantas por hectare.

O segundo ano de cultivo com condições climáticas mais favoráveis de regime pluviométrico e temperatura, favoreceu o incremento vegetativo e produtivo das plantas de soja.

5 OCORRÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM ÁREAS DE DIFERENTES MANEJOS PARA CULTIVO DE SOJA NO CERRADO DE RORAIMA

5.1 RESUMO

O objetivo foi identificar as plantas daninhas em áreas de diferentes manejos de preparo do solo para cultivo de soja no Cerrado de Roraima em dois anos consecutivos. A pesquisa foi realizada na área experimental da Embrapa-RR nos anos agrícolas 2015 e 2016 em três áreas: área nativa (AN), área nativa roçada mecanicamente (AR) e área calcariada (AC). As dimensões das parcelas experimentais foram de 50 x 15 (750 m²). Para as amostragens das plantas daninhas foi utilizado um quadrado de ferro soldado nas extremidades com dimensões de 0,50 x 0,50 m. Foi identificado a classe, família, nome científico, nome comum e descritos o tipo de propagação, hábito de crescimento, ciclo de vida e avaliado a massa seca (%). Em seguida foi realizada a análise descritiva dos parâmetros fitossociológicos: densidade relativa (Drr), frequência relativa (Frr), dominância relativa (Dor), índice de valor de importância (IVI) e índice de importância relativa (IIR). Calculou-se o Índice de Similaridade (IS) das plantas daninhas nas áreas. Os manejos utilizados favoreceram o aparecimento de novas espécies de plantas espontâneas e daninhas. Na área nativa observou-se as maiores frequências relativas (Frr) para as espécies: *Trachypogon plumosus* (40,92%), *Bulbostylis capillaris* (18,52%) e *Spermacoce capitata* (18,33%) e na nativa roçada foram *Trachypogon plumosus* (24,69%), *Cyperus flavus* (24,69%) e *Spermacoce capitata* (18,52%). Dentre as espécies coletadas na área, as famílias botânicas Poaceae, Cyperaceae, Fabaceae e Rubiaceae são as de maior representatividade.

Palavras-chave: *Glycine max*, Plantas Infestantes, Parâmetros Fitossociológicos, Savana.

5 OCCURRENCE OF DYER PLANTS IN AREAS OF DIFFERENT MANAGEMENT FOR SOYBEAN CULTIVATION IN THE CLOSED OF RORAIMA

5.2 ABSTRACT

The objective of this work was to identify the weeds in areas of different management of soil preparation for soybean cultivation in the Cerrado of Roraima in two consecutive years. The research was carried out in the experimental area of Embrapa-RR in the agricultural years 2015 and 2016 in three areas: native area (AN), native area mechanically scrubbed (RA) and calcareous area (AC). The dimensions of the experimental plots were 50 x 15 (750 m²). For the weed samplings, a square of welded iron was used at the ends with dimensions of 0.50 x 0.50 m. It was identified the class, family, scientific name, common name and described the type of propagation, habit of growth, life cycle and evaluated dry mass (%). Afterwards, a descriptive analysis of the phytosociological parameters was performed: relative density (DRr), relative frequency (Frr), relative dominance (Pain), importance value index (IVI) and relative importance index (IIR). The Similarity Index (IS) of the weeds in the areas were calculated. The treatments used favored the appearance of new species of spontaneous and weedy plants. In the native area, the highest relative frequencies (Frr) were observed for the species *Trachypogon plumosus* (40.92%), *Bulbostylis capillaris* (18.52%) and *Spermacoce capitata* (18.33%), and in the native scrub were *Trachypogon plumosus* (24.69%), *Cyperus flavus* (24.69%) and *Spermacoce capitata* (18.52%). Among the species collected in the area, the botanical families Poaceae, Cyperaceae, Fabaceae and Rubiaceae are the most representative.

Keywords: *Glycine max*, Weeds, Phytosociological Parameters, Savana.

5.3 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é uma dos principais cultivos da agricultura no mundo, devido a sua capacidade produtiva e a sua composição química e valor nutritivo, que lhe confere pluralidade, de usos na alimentação humana e animal, com elevada importância sócio econômico. O Brasil passou a ser o segundo maior produtor do mundo quando expandiu a sua área de cultivo para o cerrado. Na safra 2015/2016 obteve-se produção de soja aproximadamente 95 milhões de toneladas de grãos, em área estimada de 35 milhões de hectares (CONAB, 2016).

Os cerrados Roraimense abrange aproximadamente 4 milhões de hectares, e está inserida na porção centro-nordeste, fazendo parte do grande domínio de cerrado do norte da Amazônia, abrangendo o extremo norte do Brasil, Guiana, Venezuela e Colômbia. O relevo é predominante plano a suave ondulada, predominando solos do tipo Argissolos e Latossolos (MELO *et al.* 2010).

De acordo com Correia (2016), o Estado de Roraima encontra-se nos primeiros passos do crescimento da produção agrícola no País, Roraima caminha para um desenvolvimento produtivo de seu principal produto de exportação: a soja. Na safra 2014/2015 a área plantada foi de 16 mil hectares, enquanto na safra 2015/2016 houve um acréscimo de aproximadamente 40% na sua área plantada, ou seja, 25 mil hectares do grão, com colheita acima de um milhão de sacas.

Dentre as tecnologias, encontram-se a completa correção do solo, o uso do plantio direto e rotação de culturas, que exigem investimentos iniciais altos, especialmente por ser uma região de fronteira agrícola onde o mercado de insumos de produção ainda não está disciplinado (GIANLUPPI *et al.* 2016).

A identificação das plantas daninhas é o primeiro passo para o controle destas espécies. O estabelecimento de uma comunidade de plantas daninhas depende das condições locais, tipo de solo, práticas culturais utilizadas, banco de sementes e manejo de preparo do solo. Em cada época de coleta, algumas espécies se destacam em razão de vários fatores, dentre os quais: características da espécie, clima, banco de sementes, desenvolvimento da cultura, época de controle e sistema de plantio adotado (ALBUQUERQUE *et al.* 2013).

Foi possível avaliar as plantas daninhas ocorrentes em três áreas de diferentes manejos, para cultivo de soja no Cerrado de Roraima em dois anos.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

Foi implantado um experimento de plantio convencional em maio dos anos agrícolas de 2015 e 2016, no Campo Experimental de Água Boa da Embrapa Roraima, localizando-se a uma distância de 30 km da cidade de Boa Vista capital do Estado de Roraima, na margem esquerda da BR-174, em direção à cidade de Manaus, AM, com uma área aproximada de 1.200 ha, situado entre as coordenadas geográficas de 02°39'00" e 02°41'10" de latitude norte e 60°49'40" e 60°52'20" de longitude oeste de Greenwich. O tipo de solo é caracterizado por Latossolo Amarelo distrófico (LAdx), representativo do cerrado de Roraima (BENEDETTI *et al.* 2011), e apresentava as características visualizadas na Tabela 11.

A pesquisa foi realizada em área de primeiro e segundo anos de cultivo, sendo: Área calcariada (AC) e preparada sob sistema de plantio convencional para a implantação da cultura da soja. Simultaneamente em suas laterais, havia área nativa intacta (AN) e área nativa roçada mecanicamente (AR). As dimensões das parcelas experimentais foram de 50 x 15 (750 m²) e as áreas dos tratamentos apresentaram dimensões de 200 x 15 m (3.000 m²), totalizando uma área de 9.000 m².

Para as amostragens (coletas) das plantas daninhas foi utilizado um quadrado de ferro soldado nas extremidades com dimensões de 0,50 x 0,50 m, lançado aleatoriamente 12 vezes em cada uma das áreas experimentais (nativa, roçada e calcariada). As plantas daninhas coletadas foram cortadas rente ao nível do solo (com auxílio de tesoura de poda e facão), separadas, identificadas e quantificadas.

Inicialmente foi identificada a classe, família, nome científico, nome comum e descritos o tipo de propagação, hábito de crescimento, ciclo de vida e avaliado a massa seca (%) das plantas daninhas. Foi realizada a análise descritiva dos seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade relativa (Drr)= densidade da espécie x 100/densidade total de todas as espécies; frequência relativa (Frr)= frequência da espécie x 100/frequência total de todas as espécies; dominância relativa (Dor)= massa seca da espécie x 100/massa seca total de todas as espécies; índice de valor de importância (IVI)= Drr + Fr + Dor; índice de importância relativa (IIR= IVI x 100/índice de valor de importância total de todas as espécies (BRANDÃO *et al.* 1998).

O Índice de Similaridade (IS) das plantas daninhas foi calculado em: área nativa (AN), roçada (AR) e calcariada (AC) e espécies comuns entre as áreas (ANAR, ANAC, ARAC e ANARAC). A simbologia de cores adotada no diagrama de Venni (Figura 1) foi baseada na interação das mesmas, onde uma cor ao se mistura com outra ou mais cores gera uma nova. Utilizou-se a fórmula do índice de similaridade de Jaccard (BROWER; ZAR, 1984), para estimar o percentual de espécies em comuns nas três áreas.

Tabela 11. Caracterização química e física do Latossolo Amarelo distrófico nas profundidades de 0-10 cm e 10-30 cm sob vegetação nativa, sem uso agrícola, em área do cerrado de Roraima, antes do plantio, 2015 e 2016

Prof. Cm	pH	C g kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ ----- cmol _c dm ⁻³ -----	K ⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	m --- % ----	V -----	Dens. kg m ⁻³	Ar. ----- g kg ⁻¹ -----	Silt.	Arg.
0-10	4,6	9,3	0,5	0,1	0,1	0,8	2,4	0,2	2,6	82,4	6,3	1.44	624	74	302
10-30	4,8	8,4	0,2	0,1	0,0	0,7	2,1	0,1	2,2	86,7	5,1	1.36	618	60	322

Prof. = profundidade; C= carbono orgânico; Dens. =densidade do solo; Ar.= areia; silt. = silte; Arg. = argila.

Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas características: tipo de propagação, hábito de crescimento e ciclo de vida, prevaleceram sexuada, herbácea e anual, respectivamente. Dentre as espécies coletadas na área, as famílias botânicas Poaceae, Cyperaceae, Fabaceae e Rubiaceae foram as que tiveram maior representatividade (Quadro 01) com 03, 02, 02 e 02 indivíduos por área amostrada, respectivamente, o que representa 27,3% (Poaceae), 18,2% (Cyperaceae), 18,2% (Fabaceae) e 18,2% (Rubiaceae). Em trabalhos realizados por Marques *et al.* (2010), estas famílias também foram as que predominaram em pesquisas com espécies cultivadas.

A preponderância de plantas daninhas da família botânica da Poaceae apresenta grande quantidade de diásporos, o que facilita a sua disseminação e conseqüentemente dificulta o seu controle (LORENZI, 2008). Este autor cita ainda que aproximadamente 80% das plantas daninhas apresentam hábito de crescimento herbáceo.

De acordo com Miranda e Absy (1997), as Poaceae (Gramíneas) são frequentemente encontradas em levantamentos de plantas daninhas nos cerrados do norte da América do sul, enquanto que as Cyperaceae são muito mais frequentes

no estado de Roraima do que nos cerrados do Brasil Central. Dentre as diversas Poaceae que compõem as pastagens nativas dos cerrados de Roraima, *Trachypogon plumosus* é uma das mais importantes, representando entre 70 e 90% de sua composição botânica (COSTA *et al.* 2014).

Flores e Rodrigues (2010), realizando trabalhos similares no cerrado de Roraima, observaram que 87% da diversidade de espécies encontradas pertence a família Fabaceae. Espécies desta da família merecem destaque por fixarem nitrogênio biologicamente e, também, por serem consumidas pelos animais, o que pode contribuir para a melhoria de suas dietas (TUFFI SANTOS *et al.* 2004).

Outros estudos realizados no cerrado de Roraima têm confirmado a predominância do número de espécies da família Fabaceae (FLORES; RODRIGUES, 2010; ALBUQUERQUE *et al.* 2013; ALBUQUERQUE *et al.* 2014). Alarcom e Peixoto (2007), realizando um estudo fitossociológico em uma área de uma hectare de floresta de terra firme de Roraima no município de Caracaraí, constataram que a família Fabaceae foi a mais representativa com 32 espécies, o que mostra a prevalência de família tanto em ambiente natural quanto em ocorrência espontânea em ambiente cultivado no estado de Roraima.

A dinâmica das espécies podem variar em sua composição florística em função do tipo e da intensidade de tratos culturais impostos pelos tipos de manejos utilizados, podendo alterar suas populações e a distribuição de espécies dentro da comunidade.

Quadro 01. Classe botânica, família, nome científico, nome comum, tipo de propagação, hábito de crescimento e ciclo de vida das espécies coletadas nas áreas do cerrado de Roraima, 2015/2016

Classe	Família	Nome científico	Nome comum	Tipo de propagação	Hábito de crescimento	Ciclo de vida
Magnoliopsida	Fabaceae Fabaceae Convolvulaceae Pedaliaceae Rubiaceae Rubiaceae	<i>Aeschynomene denticulata</i>	Angiquinho, paquinha	Semente	Herbáceo	Anual
		<i>Chamaecrista diphylla</i>		Semente	Herbáceo	Anual
		<i>Evolvulus anagalloides</i>	Azul-rasteira	Semente	herbáceo prostrada	Anual
		<i>Sesamum indicum</i>	Gergelim	Semente	Herbáceo	Anual
		<i>Spermacoce capitata</i>	Poaia da praia	Semente	Herbáceo	Anual
		<i>Borreria verticillata</i>	Cordão-de-frade	Semente	Herbáceo	Anual
Liliopsida	Cyperaceae Cyperaceae Poaceae Poaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i>	Alecrim-da-praia	Semente	Herbáceo	Anual
		<i>Cyperus flavus</i>	Tiririca	semente/rizomas	Herbáceo	Perene

	Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão	Semente	Herbáceo	Perene
		<i>Trachypogon plumosus</i>		Semente	Herbáceo	Perene
		<i>Panicum dichotomiflorum</i>	Capim-do-banhado	Semente	Herbáceo	Anual
Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)						

Na área nativa observou-se as maiores frequências relativas (Frr) para as espécies: *Trachypogon plumosus* (40,92%), *Bulbostylis capillaris* (18,52%) e *Spermacoce capitata* (18,33%) (Tabela 12). De acordo com Costa *et al.* (2013), em área de pastagens nativas do cerrado de Roraima, a espécie *T. plumosus* aparece com grande representatividade, em torno de 80% da composição botânica. Estudos têm mostrado que o rendimento de forragem de *T. plumosus* é variável e diretamente influenciado pelas práticas de manejo impostas e condições ambientais (COSTA *et al.* 2011, 2013, 2014).

Observou-se na área roçada as maiores frequências relativas (Frr) para as espécies: *Trachypogon plumosus* (24,69%), *Cyperus flavus* (24,69%) e *Spermacoce capitata* (18,52%) (Tabela 12). Essas espécies foram favorecidas pela prática do roço, que promoveu a disseminação de suas sementes. Segundo Jakelaitis *et al.* (2003), para espécies que se reproduzem por sementes, o uso de implementos agrícolas proporcionam o aparecimento de plantas daninhas, assim como a distribuição na área.

Para a área calcariada observou-se as maiores frequências relativas (Frr) para as espécies: *Cyperus flavus* (26,09%), *Sesamum indicum* (21,74%) e *Borreria verticillata* (17,39%) (Tabela 12). A prática diferenciada do manejo do solo altera a frequência e espécies de plantas daninhas em áreas de cultivo (LACERDA *et al.* 2013; LIMA *et al.* 2014).

De acordo com Ferreira *et al.* (2007), a prática da calagem geralmente favorece o incremento das plantas daninhas em sistema de plantio direto, com tendência a ocorrer maior incidência destas espécies associando-as ao pH e teor de cálcio mais elevados na camada superficial do solo.

As espécies em comuns encontradas nas três áreas foram: *Aeschynomene denticulata*, *Chamaecrista diphylla* e *Spermacoce capitata*, mostrando que os manejos utilizados não influenciaram no desaparecimento destas espécies.

As espécies *Cyperus flavus*, *Evolvulus anagalloides*, *Digitaria horizontalis*, *Borreria verticillata*, *Panicum dichotomiflorum* e *Sesamum indicum* surgiram após os manejos das áreas (Área Roçada e Área Calcariada), inferindo-se que as práticas utilizadas influenciaram o aparecimento destas. As variações da composição do banco de sementes do solo estão diretamente associadas às variações das variáveis edáficas, e estas guardam relação de dependência com os sistemas de manejos empregados (MEDEIROS *et al.* 2006).

De acordo com trabalhos realizados por Marques (2015), entre as espécies *Cyperus* spp. identificadas, verificou-se que *C. flavus* apresentou o quarto e o terceiro maior IVI, respectivamente no segundo e terceiro anos agrícolas. Essas espécies foram favorecidas pelo uso do arado nesses anos agrícolas, que promoveu a disseminação de suas sementes.

Segundo Albuquerque *et al.* (2013), para o profissional das ciências agrárias terem condições de recomendar o tipo de manejo adequado em uma propriedade agrícola, o mesmo tem que ter conhecimento básico de vários fatores, dentre eles: métodos de propagação, ciclo de vida, hábito de crescimento, rota fotossintética e saber identificar as espécies das plantas daninhas principalmente na fase jovem.

Tabela 12. Nome científico, massa seca (g), densidade relativa (%), frequência relativa (%) e dominância relativa (%) das espécies em área nativa, área roçada e área calcariada do cerrado de Roraima, 2015/2016

Nome científico	MS [*] (g)	Área Nativa				
		Drr (%)	Frr (%)	Dor (%)	IVI (%)	IVR (%)
<i>Aeschynomene denticulata</i>	2,26	3,2	11,11	0,45	14,78	4,93
<i>Bulbostylis capillaris</i>	1,1	67,7	18,52	4,45	90,71	30,24
<i>Chamaecrista diphylla</i>	4,8	3,2	11,11	0,95	15,28	5,09
<i>Spermacoce capitata</i>	22,4	6,5	18,33	8,85	33,63	11,21
<i>Trachypogon plumosus</i>	72,1	19,4	40,92	85,31	154,58	48,53
Total	102,66	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
Área Roçada						
<i>Aeschynomene denticulata</i>	8,68	1,59	7,41	5,94	14,94	4,98
<i>Cyperus flavus</i>	1,2	44,44	24,69	23,08	92,22	30,74
<i>Chamaecrista diphylla</i>	1,6	1,59	6,17	1,10	8,86	2,95
<i>Evolvulus anagalloides</i>	1,6	1,59	6,17	1,10	8,86	2,95
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,7	39,68	12,35	11,81	63,84	2,28
<i>Spermacoce capitata</i>	0,6	4,76	18,52	1,26	24,54	8,8
<i>Trachypogon plumosus</i>	20,35	6,35	24,69	55,72	86,76	28,92
Total	34,73	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
Área Calcariada						
<i>Aeschynomene denticulata</i>	2,1	2,94	8,70	0,98	12,61	6,04
<i>Borreria verticillata</i>	5,49	14,71	17,39	12,93	45,03	16,09
<i>Chamaecrista diphylla</i>	0,53	1,47	4,35	0,12	5,94	4,10
<i>Cyperus flavus</i>	0,95	57,35	26,09	8,73	92,17	41,84
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	66,12	1,47	4,35	15,58	21,39	4,10
<i>Sesamum indicum</i>	41,99	8,82	21,74	59,35	89,91	12,78

<i>Spermacoce capitata</i>	1,1	13,24	17,39	2,31	32,94	15,06
Total	118,28	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00

(MS) – Massa seca da planta; (Drr) – Densidade Relativa; (Frr) – Frequência Relativa; (Dor) – Dominância Relativa; (IVI) - Índice de Valor de Importância.

Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

O índice de similaridade (IS) calculado foi 23% (Figura 25). O mesmo é expresso em percentagem, sendo máximo (100%) quando todas as espécies são comuns às três áreas e mínimo (0%) quando não há espécies comuns (SORENSEN, 1972). Através deste índice, foi capaz inferir as espécies daninhas similares existentes entre as três áreas, demonstrando uma baixa homogeneidade. De acordo com Felfili e Venturoli (2000), este índice pode ser considerado elevado quando for superior a 50%.

No diagrama de Venn (Figura 25) observou-se que três espécies foram comuns às três áreas, sendo elas: *Aeschynomene denticulata*, *Chamaecrista diphylla* e *Spermacoce capitata*. Para estas espécies, os manejos foram indiferentes para a presença nas áreas amostradas.

A comparação do número de espécies em comum realizada através do Diagrama de Venn (ZAR, 1999) (Figura 25), entre as três áreas em questão (nativa, roçada e calcariada) revelou um resultado inesperado. Constatou-se que as três áreas apresentaram baixa similaridade de espécies daninhas entre si, havendo algumas espécies exclusivas a cada uma das áreas, tais como: Área nativa: *Bulbostylis capillaris*; Área roçada: *Evolvulus anagalloides* e *Digitaria horizontalis*; Área calcariada: *Borreia verticillata*, *Panicum dichotomiflorum* e *Sesamum indicum*.

Merece destaque o fato da área calcariada apresentar o maior número de espécies daninhas, possivelmente pelo fato de haver prática de revolvimento do solo na incorporação do calcário com o uso de implementos agrícolas, o que possibilitou a emergência de sementes presentes e viáveis no banco de sementes. Em trabalhos de fitossociologia de plantas daninhas no cultivo da soja, realizados por Fialho *et al.* (2011), foi constatado o aparecimento do gênero *Cyperus* esteve presente em quantidade superiores em sistemas de manejos diferenciados, sendo observado o seu alto valor de densidade e índice de valor de importância superior ao das demais espécies encontradas na área.

O gênero *Cyperus* possui sistema assexuado de reprodução, constituído principalmente por rizomas e tubérculos, o qual contém alta reserva nutritiva, que lhes garante a perpetuação e rápida reinfestação das áreas agrícolas submetidas ao

preparo mecânico do solo. Em plantio direto apresenta redução na densidade e na taxa de acúmulo de biomassa seca da parte aérea e do banco de tubérculos, bem como redução da viabilidade destes em relação às populações que se desenvolvem no sistema de preparo convencional do solo (FIALHO *et al.* 2011).

Ainda é importante mencionar que a abertura de extensas áreas para pastagens e lavouras, principalmente a de soja, reduzindo as áreas naturais, pode favorecer o aparecimento de novas espécies de plantas espontâneas e daninhas no Cerrado de Roraima, que ainda não tenham sido relatadas.

Figura 25. Diagrama de Venn índice de similaridade de Sorensen (IS), adaptado pelos autores, ilustrando 11 espécies coletadas de plantas daninhas em três áreas diferenciadas (nativa, roçada e calcariada) realizado no cerrado de Roraima, 2015/2016



Produzido por. Autor da pesquisa. (2017)

5.6 CONCLUSÕES

Dentre as espécies coletadas na área, as famílias botânicas Poaceae, Cyperaceae, Fabaceae e Rubiaceae foram as que tiveram maior representatividade.

Os manejos utilizados não influenciaram no desaparecimento das espécies: *Aeschynomene denticulata*, *Chamaecrista diphylla* e *Spermacoce capitata*.

A espécie *Cyperus flavus* coletada na área roçada e na área calcariada apresentou os maiores valores em todos os parâmetros fitossociológicos avaliados.

Constatou-se baixa homogeneidade das espécies de plantas daninhas em comum nas áreas avaliadas, demonstrando que os manejos utilizados favoreceram o aparecimento de novas espécies de plantas espontâneas e daninhas no Cerrado de Roraima.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A maior produtividade média de grãos de soja BRS 8381 foi obtida com a população de 387.448 plantas por hectare;
- A maior produtividade média de grãos de soja BRS Tracajá foi obtida com a população de 240.000 plantas por hectare;
- O segundo ano de cultivo apresentou condições climáticas mais favoráveis para incremento vegetativo e produtivo das plantas de soja BRS 8381 e BRS Tracajá no Cerrado de Roraima;
- Os manejos utilizados favoreceram o aparecimento de novas espécies de plantas daninhas no Cerrado de Roraima;
- As famílias botânicas Poaceae, Cyperaceae, Fabaceae e Rubiaceae foram as que tiveram maior representatividade.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A. A. *et al.* Fitossociologia e características morfológicas de plantas daninhas após cultivo de milho em plantio convencional no cerrado de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**. v.7, p. 313-321, 2013.

ALBUQUERQUE, J. A. A. *et al.* Occurrence of weeds in cassava savanna plantations in Roraima. **Planta Daninha**. v. 32, p. 91-98, 2014.

ALI, D. A.; LOUREIRO, G. E. S. **Densidade de sementeira e características agronômicas de três cultivares de soja em Dourados-MS**, 2016.

ANDRADE, F. R.; NÓBREGA, J. C. A.; ZUFFO, A. M.; PRATES, V.; JUNIOR, M.; RAMBO, T. P.; SANTOS, A. S. dos. Características agronômicas e produtivas da soja cultivada em plantio convencional e cruzado. **Revista de Agricultura**. v. 91, n. 1, p.81-91, 2016.

ARAÚJO, F. D.; DAMASCENA, J. G.; DOS SANTOS, M. P.; NETA, M. N. A.; CUNHA, L. D. M. V.; RABELO, J. M. Controle de plantas espontâneas no cultivo do mamoeiro em sistema de base agroecológica. **Cadernos de Agroecologia**. 2014.

BALBINOT JUNIOR, A. A. Acamamento de plantas na cultura da soja. **Agropecuária Catarinense**. v. 25, n. 1, p. 40-43, 2012.

BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Sementeira em fileira dupla e espaçamento reduzido na cultura da soja. In: **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 33, 2013, Londrina. Resumos expandidos. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

BARBOSA DOS SANTOS, J. *et al.* Captação e aproveitamento da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Revista Bragantia**. v. 62, n. 1, 2003.

BARBOSA, C. Z. dos R. *et al.* Qualidade de sementes de soja BRS Tracajá, colhidas em Roraima em função do tamanho no armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**. v. 41, n. 1, 2010.

BENEDETTI, U. G. *et al.* Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos pliopleistocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, norte da amazônica. **Rev Bras Ci Solo**. v.35, p.299-12. 2011.

BOARD, J. Light interception efficiency and light quality affect yield compensation of soybean at low plant populations. **Revista Crop Science**. Madison, v.40, n.5, p.1285-1294. 2000.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: ed. UFV, 2013.

BRANDÃO, M.; BRANDÃO, H.; LACA-BUENDIA, J. P. A mata ciliar do rio Sapucaí, município de Santa Rita do Sapucaí-MG: fitossociologia. **Revista Daphne**. v. 8, p. 36-48, 1998.

BRIGHENTI, A. M.; DE OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro técnico-científico (ALICE)**, 2011.

BROGIN, R. L.; CARNEIRO, G. E. S.; ARIAS, C. A. A.; OLIVEIRA, M. F.; MOREIRA, C. T.; FARIAS NETO, A. L.; SILVA NETO, S. P.; SOUZA, P. I. M.; SILVA, S. A.; KASTER, M.; PÍPOLO, A. E.; MOREIRA, J. U. V.; ABDELNOOR, R. V.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P.; ALMEIDA, A. M. R.; CARRÃO-PANIZI, M. C.; MELLO FILHO, O. L.; PEREIRA, M. J. Z.; FRONZA, V.; MELO, C. L. P.; BERTAGNOLLI, P. F. **Cultivar de soja BRS 8381: indicação para os estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais e Distrito Federal**. In: **VI Congresso Brasileiro de Soja**. Cuiabá – MT, 2012.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. Field and laboratory methods for general ecology. 2. ed. Iowa: Wm. C. Brown Company, 1984. 226p.

BUSO, W. H. D.; SILVA, L. B.; RIOS, A. D. F.; FIRMIANO, R. S. Cultivo de soja sob dois sistemas de semeadura e diferentes densidades populacionais. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v. 10, n. 1, p. 18-23, 2016.

CHRISTOFFOLI, P. I. O processo produtivo capitalista na agricultura e a introdução dos organismos geneticamente modificados: o caso da cultura da soja Roundup Ready (RR) no Brasil. 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/soja/producao.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

CORREIA, L. G. Produtores dão início à colheita de soja no cerrado de Roraima em 2016. Disponível em: <<http://www.folhabv.com.br/noticia/Produtores-dao-inicio-a-colheita-de-soja/9837>>. Acesso em: 19 jun. 2017.

COSTA N. D. L.; GIANLUPPI V.; MORAES A. D. Produtividade de forragem e morfogênese de *Trachypogon vestitus* em diferentes idades de rebrota nos cerrados de Roraima. **Rev Bras Saúde Prod Anim**. p. 12:935-48, 2011.

COSTA, E. D. **Arranjo de plantas, características agronômicas e produtividade de soja**. 2013.

COSTA, N. L. *et al.* Características morfogênicas e estruturais de *Trachypogon plumosus* de acordo com a fertilidade do solo e o nível de desfolha. **Pesq Agropec Bras**. v. 48., p. 320-328, 2013.

COSTA, N. L. *et al.* Avaliação da rebrota natural de pastagens de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima. **Sci Agrar Paran**. v. 13., p. 57-64, 2014.

COSTA, N. L. *et al.* Rendimento potencial de pastagens de *Trachypogon plumosus* nos cerrados de Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**. v. 5., p. 200-206, 2011.

CRUZ, D. L. S. *et al.* Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**. v.3, p. 58-63. 2010.

CRUZ, S. C. S.; JUNIOR, D. G. S.; DOS SANTOS, D. M. A.; LUNEZZO, L. O.; MACHADO, C. G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**. 3 (1), 1-6, 2016.

DA SILVA, D. B.; DE QUEIROZ CALEMAN, S. M. Produção Agrícola Sustentável: análise de um Sistema de produção de hortaliças em Mato Grosso do Sul. **Qualitas Revista Eletrônica**. v. 16., n. 1., 2015.

DALL'AGNOL, A.; ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H.; DE OLIVEIRA, A. B. O complexo agroindustrial da soja brasileira. **Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)**. 2007.

DE OLIVEIRA PROCÓPIO, S. *et al.* Semeadura em fileira dupla e espaçamento reduzido na cultura da soja. **Revista Agro@ ambiente On-line**. v. 8., n. 2., p. 212-221, 2014.

EL-HUSNY, J. C.; ANDRADE, E. B. de.; ALMEIDA, L. A. de.; KLEPER, D.; MEYER, M. C. **BRS Tracajá**: cultivar de soja para a região sul do Pará. Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 83. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema Brasileiro de Classificação De solos. 3. ed. Brasília, Embrapa, 2013.

FELFILI, J. M.; VENTUROLI, F. **Tópicos em análise de vegetação**. Comum. Técn. Flor. 2:1-34, 2000.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computerstatisticalanalysis system. Ciência e **Rev Agrotecnologia**. v. 35., n. 6., p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, O. G. L. *et al.* Atributos químicos do solo e regeneração de espécies espontâneas originárias do banco de sementes em campo nativo sob diferentes sistemas de cultivo. **Rev Bras Agr**. v.13., p.81-89., 2007.

FIALHO, C. M. T. Fitossociologia da comunidade de plantas daninhas na cultura da soja transgênica sob dois sistemas de preparo do solo. **Rev Sci Agr**. v.12, p.9-17, 2011.

FISS, G. **Plasticidade de plantas de soja dentro de uma população e sua relação com a produtividade**. s/ed. 2015.

FLORES, A. S.; RODRIGUES, R. S. Diversidade de Leguminosa em uma área de savana do estado de Roraima, Brasil. **Rev Acta Amazônica**. v. 30., p. 423-440, 2010.

FREITAS, M. C. M. **A cultura da soja no Brasil**. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia. v. 7., n. 12., 2011.

FREITAS, M. C. M.; HAMAWAKI, O. T.; BUENO, M. R.; MARQUES, M. C. Época de semeadura e densidade populacional de linhagens de soja ufu de ciclo semitardio. **Rev Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 26, p. 698-708, 2010.

GAVA, R.; FRIZZONE, J. A.; SNYDER, R. L.; ALMEIDA, B. M. de.; FREITAS, P. S. L. de.; REZENDE, R. Estratégias de manejo de déficit hídrico na irrigação da cultura da soja/strategies of deficit water management in irrigation of soybean crop. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**. v. 10., n. 3., p. 305-315, 2016.

GIANLUPPI, D.; SMIDERLE, O. Agricultura nos Cerrados de Roraima. 2016. **Revista Plantio Direto**. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=479>. Acesso em: 19 maio 2017.

GONÇALVES, G. S. *et al.* **Período crítico de interferência de plantas infestantes e seus efeitos sobre as características fisiológicas e nutricionais em laranja 'pera', no Amazonas**. s/ed. 2015.

HARADA, A. **Florescimento e período juvenil longo em soja como fator de adaptação da cultura às regiões de baixas latitudes**. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2006.

HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Análise econômica de diferentes arranjos espaciais de plantas de soja. **Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)**. 2017.

JAKELAITIS, A. *et al.* Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. **Rev Planta Daninha**. v. 21., p. 71-79, 2003.

JASPER, R.; ASSUMPÇÃO, P. S. M.; ROCIL, J.; GARCIA, L. C. Velocidade de semeadura da soja. **Rev Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 31., n. 1., p. 102-110, jan./fev. 2011.

JUNIOR, A. A. B.; OLIVEIRA P. S. de.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. **Densidade de plantas na cultura da soja**. s/ed. 2015.

KUSS, R. C. R. *et al.* Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. **Rev Ciência Rural**. v. 38., n. 4., p. 1133-1137, 2008.

LACERDA, K. L. P. *et al.* Organic carbon, biomass and microbial activity in an Oxisol under different management systems. **Rev Ci Agr**. v. 56., p. 249-254, 2011.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Evolução e Perspectivas de Desempenho Econômico Associadas com a Produção de Soja nos Contextos Mundial e Brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, (Documentos, 319), 2009.

LIMA, S. F. Fitossociologia de plantas daninhas em convivência com plantas de cobertura. **Rev Caatinga**. v. 27., p. 37-47, 2014.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008.

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; LUCCA FILHO, O. A.; ZABOT, L.; JAUER, A.; UHRY, D. Populações de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e Roundup Ready™. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 58., n. 3., p.305-313, mai/jun., 2011.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015.

MARQUES, L. J. P. *et al.* Composição florística de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi no sistema de capoeira triturada. **Rev Planta Daninha**. v. 28., p. 953-961, 2010.

MARQUES, L. J. P. **Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da berinjela ‘Nápoli’ sem tutoramento e desbrota**. 2015. 126 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2015.

MARTINS, J. D. *et al.* Plastocrono e número final de nós de cultivares de soja em função da época de semeadura. **Rev Ciência Rural**. v. 41., n. 6., 2011.

MARTORANO, L. G.; SIVIERO, M. A.; MONTEIRO, T. D. C.; VIEIRA, S. B.; FITZJARRALD, D. R.; VETTORAZZI, C. A.; LISBOA, L. S. S. Agriculture and forest: A sustainable strategy in the Brazilian Amazon. **Rev Australian Journal of Crop Science**. v.10., n. 8., p.1136, 2016.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agraria**. v.3., n. 9., p.175-181, 2010.

MAY, A.; CAMPANHA, M. M.; DA SILVA, A. F.; COELHO, M.; PARRELLA, R. A. D. C.; SCHAFFERT, R. E.; PEREIRA FILHO, I. A. Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 11 (3), p. 278-290. 2013.

MEDEIROS, E. V. *et al.* Quantificação de ascósporos de *Monosporascus cannonballus* em solos não cultivados de Caatinga e em áreas de cultivo de melão do Rio Grande do Norte e Ceará. **Rev Fitopat. Bras.** v. 31., p. 500-504, 2006.

MELO, V. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; UCHÔA, S. C. P. Indian land use in Raposa-Serra do solo reserve, Roraima, Amazônia, Brazil: physical and chemical attributes of a soil catena developed from mafic rocks under shifting cultivation. **Rev Catena**. v. 80., p. 95-105. 2010.

MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L. A flora fanerogâmica das savanas de Roraima. In: Barbosa R.I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. **Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima**. Manaus, INPA, 1997, p.445-62.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; BARROS, B. H.; TEIXEIRA, R. C. Morfologia, crescimento e desenvolvimento. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenas, p. 7-16, 2014.

OLIVEIRA, P. S. de.; JUNIOR, A. A. B.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Semeadura em fileira dupla e espaçamento reduzido na cultura da soja. **Revista Agro@mbiente On-line**. v. 8., n. 2., p. 212-221, 2015.

PELUZIO, J. M.; VAZ-DE-MELO, A.; AFFÉRI, F. S.; SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; NASCIMENTO, I. R.; FIDELIS, R. R. Variabilidade genética entre cultivares de soja, sob diferentes condições edafoclimáticas. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**. v. 2., n. 3., p.31-40, 2009.

PERINI, L. J. *et al.* Components of the production in soybean cultivars with determinate and indeterminate growth. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 33., n. 6Supl1, p. 2531-2544, 2012.

PROCÓPIO, S. de O. *et al.* Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)**. 2013.

REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 38., 2010, Cruz Alta. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2010/2011 e 2011/2012**. Cruz Alta: Fundacep Fecotrig, 2010.

ROCHA, R. S. **Avaliação de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude**. 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí Centro de Ciências Agrárias, Teresina, 2009.

ROCHA, R. S.; SILVA, J. A. L. da.; NEVES, J. A.; SEDIYAMA, T.; CÁSSIA, T. R. de. Desempenho agrônomo de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude em Teresina-PI. **Revista Ciência Agrônômica**. v. 43., n. 1., p. 154-162. 2011.

RODRIGUES, J. B. B. **Componentes de crescimento e produção de três cultivares de soja utilizando diferentes adubações**. s/ed. 2014.

ROESE, A. D.; MELO, C. L. P.; GOULART, A. C. P.. Espaçamento entre linhas e severidade da ferrugem-asiática da soja. **Revista Summa Phytopathologica**. Botucatu, v. 38., n. 4., p. 300-305, 2012.

SCHUCH, L.O.B.; KOLCHINSKI, E.M.; FINATTO, J.A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 31., n.1., p.1 44-149, 2009.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C. de; BARROS, H. B. Princípios de tecnologia de Alimentos: Métodos de conservação de Alimentos. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. LondrinaParaná: Mecenas, Cap.8, p. 77-92, 2009.

SHARRATT, B. S.; McWILLIAMS, D. A. Microclimatic and rooting characteristics of narrow-row versus conventional-row corn. **Rev Agronomy Journal**. v. 97., p. 1129-1135, 2005.

SORENSEN, T. A method of stablishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. In: ODUM, E. P. **Ecologia**. 3. ed. México: Interamericana, 1972.

SOUZA, C. A.; GAVA, F.; CASA, R. T.; BOLZAN, J. M.; KUHNEM JUNIOR, P. R. Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready TM. **Revista Planta Daninha**. v. 28., n. 4., p. 887- 896, 2010.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 37., p. 1071-1077, 2002.

TUFFI SANTOS, L. D. *et al.* Levantamento fitossociológico em pastagens degradadas sob condições de várzeas. **Revista Planta Daninha**. v. 22., p. 343-349, 2004.

VALE, N. K. A. D. **Trajetória da produtividade da soja em função da variabilidade das chuvas no estado de Goiás**. s/ed. 2017.

VILARINHO, A.; GIANLUPPI, V.; SMIDERLE, O.; PEREIRA, M. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja de ciclo tardio em área de cerrado no Estado de Roraima-safra 2010. In Embrapa Roraima-Artigo em anais de congresso. In: **Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil - 32**. 2011, São Pedro, SP. Resumos expandidos. Londrina: Embrapa Soja. p. 300-301, 2011.

ZABOT, L. **Caracterização agrônômica de cultivares transgênicas de soja cultivadas no Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009. 280 f.

ZAR, J. H. Biostatistical analysis. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999. 663p.