

Avaliação de cultivos de soja no Norte Fluminense



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

DOCUMENTOS 323

Avaliação de cultivos de soja no Norte Fluminense

*Jerri Édson Zilli
Josimar Nogueira Batista
Roni Fernandes Guareschi
Roberto Kazuhiko Zito*

Editores Técnicos

Unidade Responsável pelo conteúdo

Embrapa Agrobiologia

Rodovia BR 465, km 7
CEP 23891-000 , Seropédica, RJ
Caixa Postal 74.505
Fone: (21) 3441-1500
Fax: (21) 2682-1230
www.embrapa.br/agrobiologia
www.embrapa.br/sac

**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agrobiologia**

Presidente
Bruno José Rodrigues Alves

Secretária-Executiva
Carmelita do Espírito Santo

Membros
*Claudia Pozzi Jantalia, Janaina Ribeiro Costa Rouws,
Luc Felicianus Marie Rouws, Luis Cláudio Marques
de Oliveira, Luiz Fernando Duarte de Moraes, Marcia
Reed Rodrigues Coelho, Marta dos Santos Freire
Ricci de Azevedo, Nátia Élen Auras3*

Unidade responsável pela edição

Embrapa Agrobiologia

Normalização bibliográfica
Carmelita do Espírito Santo CRB7/5043

Tratamento das ilustrações
Maria Christine Saraiva Barbosa

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Maria Christine Saraiva Barbosa

Foto da capa
Jerri Édson Zilli

1ª edição
Publicação digital – PDF (2022)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agrobiologia

A945

AVALIAÇÃO de cultivos de soja no Norte Fluminense. /Jerri Édson Zilli ...
[et al.], Editores técnicos. – Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2022.
Livro Digital. (PDF): (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 323)
ISSN 1676-6709

1. Soja. 2. Solo. 3. Clima. 4. FBN. 5. Produtividade. I. Zilli, Jerri Edson.
II. Batista, Josimar, Nogueira. III. Guareschi, Roni Fernandes. IV. Zito,
Roberto Kazuhiko. V. Embrapa Agrobiologia. VI. Série.

633.34 - CDD (23.ed.).

Carmelita do Espírito Santo CRB7/5043

© Embrapa 2022

Autores

Arivaldo Ribeiro Viana

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Pesagro-Rio, Rio de Janeiro, RJ.

Benedito Fernandes de Souza Filho

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitopatologia, pesquisador da Pesagro-Rio, Rio de Janeiro, RJ.

Bruno José Rodrigues Alves

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

Claudia Pozzi Jantalia

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

Elderson Pereira da Silva

Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciência do Solo, doutorando da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

Elizabeth Fonsêca Processi

Zootecnista, doutora em Ciência Animal, zootecnista/pesquisadora na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, campus Campos dos Goytacazes, RJ.

Geraldo de Amaral Gravina

Engenheiro-agrônomo, Licenciado em Ciências Agrícolas, doutor em Fitotecnia, professor da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ.

Jerri Édson Zilli

Licenciado em Ciências Agrícolas, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

José Francisco Lumberas

Engenheiro-agrônomo, doutor em Planejamento e Gestão Ambiental, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

Josimar Nogueira Batista

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia (Ciência do Solo), pesquisador da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, campus Campos dos Goytacazes, RJ.

Letícia Pastore Mendonça

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia/Agricultura, pesquisadora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, campus Campos dos Goytacazes, RJ.

Pascoal Pereira Rodrigues

Engenheiro-agrônomo, Licenciado em Ciências Agrícolas, mestrando da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

Roberto Kazuhiko Zito

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Roni Fernandes Guareschi

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, bolsista da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

Segundo Sacramento Urquiaga Caballero

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

Willian Pereira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, campus Campos dos Goytacazes, RJ.

Apresentação

A publicação *Avaliação de cultivos de soja no Norte Fluminense* é resultado de um esforço mult institucional envolvendo unidades da Embrapa, instituições de ensino e pesquisa atuantes no Norte Fluminense e o setor produtivo do estado do Rio de Janeiro, preocupados com a situação socioeconômica e a qualidade ambiental dos solos da região.

A Região Norte Fluminense ocupa aproximadamente 20% da área do estado do Rio de Janeiro, onde o município de Campos dos Goytacazes apresenta uma centralidade tanto na dimensão territorial quanto em relevância socioeconômica. O histórico de ocupação desse território tem base no cultivo da cana-de-açúcar, porém com o declínio desta cultura, muitas áreas foram convertidas em pastagem. Contudo boa parte delas estão fora do processo produtivo, o que propicia uma vulnerabilidade ambiental em relação a sua destinação.

Ao se pensar em alternativas viáveis para ocupação dessas áreas é importante considerar diferentes critérios para a promoção de uma agricultura mais sustentável. E, nesse contexto, produtores da Região Norte Fluminense têm manifestado interesse na produção de grãos no contato com as instituições públicas que atuam com a temática da Agricultura na região.

A partir da interação entre Embrapa e outros agentes do ecossistema de Ciência Tecnologia e produção agropecuária na região chegou-se ao consenso de avaliar diversas cultivares de soja a partir de diferentes atributos, visando estudar a viabilidade da produção e a identificação das melhores cultivares quanto à adaptação. Assim, o trabalho foi realizado nos municípios de Campos dos Goytacazes e Macaé visando avaliar diferentes cultivares de soja em diversas condições. Com os resultados, agora é possível sugerir alternativas com relativo valor agregado e contribuir com o melhor uso de áreas agricultáveis, minimizando os riscos de degradação.

Os resultados aqui apresentados estão em desenvolvimento desde a safra 2017/2018, sendo acompanhados por uma equipe multidisciplinar. A partir deste esforço conjunto foi possível identificar mais de uma dezena de cultivares potenciais para o Norte Fluminense das mais de 50 analisadas. Estas cultivares apresentam adaptação às condições locais com produtividade acima da média nacional, com viabilidade econômica e boa resposta às condições climáticas e ocorrência de pragas e doenças, o que abre um caminho importante para o reconhecimento do potencial da região para produção da soja.

Com base nas informações desta publicação poder-se-á ampliar o escopo de estudos e definição de estratégias visando promover o desenvolvimento socioeconômico da região, amparado nas orientações técnicas científicas de instituições de relevância para o desenvolvimento da Agricultura tropical. Desejo a todos uma boa leitura.

Cristhiane Oliveira da Graça Amâncio

Chefe-Geral da Embrapa Agrobiologia

Sumário

A Região Norte Fluminense	11
Caracterização dos solos das áreas e condições de cultivos dos experimentos de soja	12
Distribuição de chuvas e temperaturas durante o período dos experimentos com a soja na Região Norte Fluminense	16
Cultivares avaliadas	19
Características de cultivares de soja convencionais e seu desempenho quanto a produtividade de grãos	19
Características de cultivares de soja resistentes ao herbicida glifosato (RR®) e seu desempenho quanto à produtividade de grãos	21
Características de cultivares de soja resistentes ao glifosato e tolerantes a lagartas desfolhadoras (IPRO®) e seu desempenho quanto à produtividade de grãos	22
Ocorrência de pragas e doenças	24
Respostas das cultivares quanto à inoculação e à fixação biológica de nitrogênio (FBN)	25
Resultados obtidos na safra 2021/2022	27
Estimativa do custo de produção	29
Considerações finais	31
Agradecimentos.....	32
Referências	33

A Região Norte Fluminense

A Região Norte Fluminense cobre cerca de 22% da área do estado do Rio de Janeiro e compreende nove municípios: Campos dos Goytacazes, Carapebus, Cardoso Moreira, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã, São João da Barra, São Fidélis e São Francisco do Itabapoana, com área total de 9.974 km² (Figura 1). Campos dos Goytacazes é o que possui a maior área, 4.032 km², cerca de 10% do total do estado. Essa região, especialmente Campos dos Goytacazes, possui um histórico de mais de um século na produção canavieira. O auge de cultivo ocorreu nas décadas de 1980 e 1990 do século passado, quando atingiu uma área cultivada de cerca de 220 mil hectares, suprimindo cerca de 20 usinas sucroalcooleiras. A lavoura canavieira, contudo, entrou em declínio a partir do final do século passado, sendo que, atualmente, restam apenas cerca de 30 mil ha cultivados (CONAB, 2022a).

Muitas áreas que, no passado, eram cultivadas com cana-de-açúcar foram transformadas em pastagens, utilizadas em boa parte para a criação de bovinos de forma extensiva ou semiextensiva. Por isso, houve um aumento do rebanho no Norte do estado em mais de 60% nos últimos 30 anos (Emater-RJ, 2018). Outra parte considerável das áreas agricultáveis estão simplesmente fora do processo produtivo, o que as coloca sob risco de degradação ambiental. No entanto, isso se configura numa oportunidade para a ocupação dessas áreas com outras culturas, abrindo espaços para o aumento do PIB agrícola do Estado, cuja contribuição do agronegócio atualmente é de cerca de 4% (CEPEA, 2021). Além disso, propiciaria novas oportunidades dentro da cadeia produtiva dessas culturas, contribuindo para a geração de novas fontes de trabalho na região.

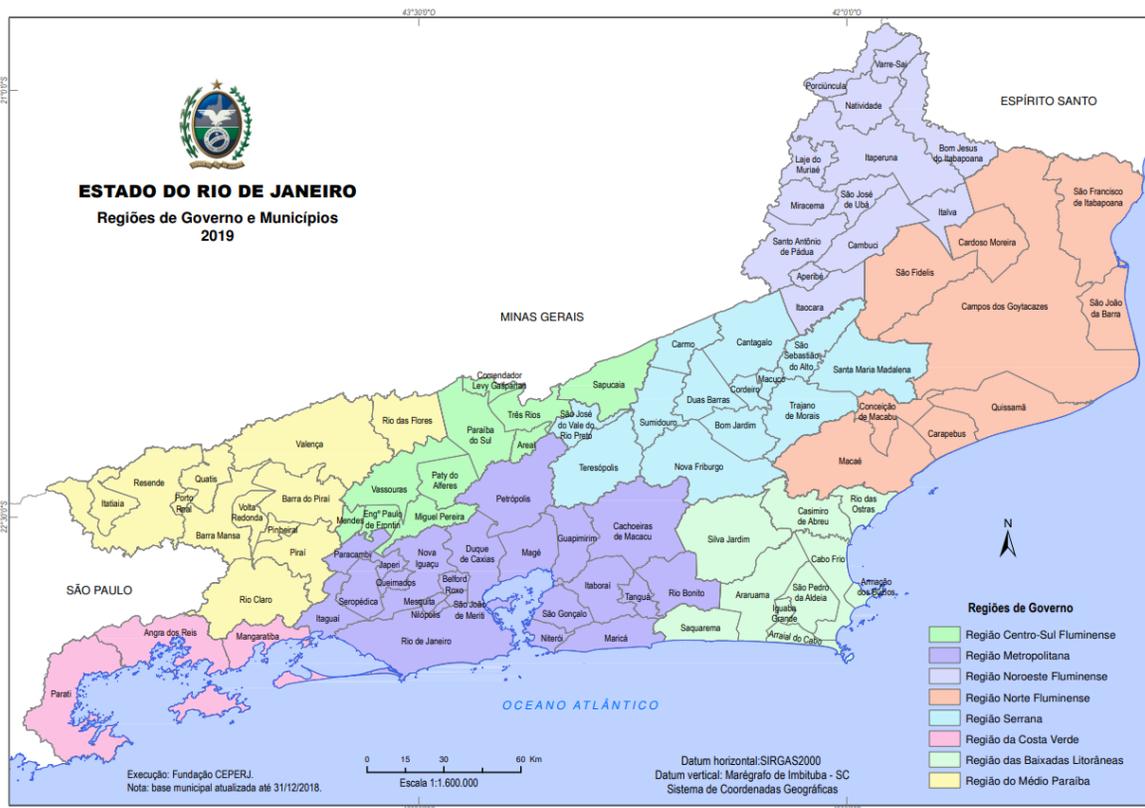


Figura 1. Regiões de governo do estado do Rio de Janeiro.

Nesse contexto, nos últimos cinco anos, produtores da Região Norte Fluminense vêm mostrando interesse pelo cultivo de grãos, sobretudo a soja, criando uma demanda às instituições de pesquisa e extensão. Atualmente o estado do Rio de Janeiro não é zoneado para cultivo de soja, conforme mostra o mapa da Figura 4 e, portanto, não há cultivares recomendadas. Para compor um novo sistema de produção envolvendo soja há que se verificar, entre outras coisas, quais as cultivares que possuem melhor adaptação para o ambiente. O objetivo principal seria o de selecionar as cultivares com melhor adaptação à região, as áreas mais indicadas e as épocas com melhor potencial de cultivo. Um estudo realizado a partir de informações de levantamento de solos, declividade de terreno e ocupação das terras indicou haver cerca de 320 mil ha de áreas com potencial para o cultivo de grãos na região (Zilli *et al.*, 2021). Os solos considerados aptos para a produção agrícola compreendem, em sua maioria, Argissolos, Latossolos, Cambissolos Flúvicos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos (Zilli *et al.*, 2021).

Caracterização dos solos das áreas e condições de cultivos dos experimentos de soja

Na safra de 2017/2018 foi realizado um primeiro ciclo de experimentação com cultivares de soja. Os experimentos foram instalados em quatro locais no município de Campos dos Goytacazes: Fazenda Cupim, Fazenda Airizes, Campo experimental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e campo experimental da PESAGRO-RIO (Centro Estadual de Pesquisa em Agroenergia e Aproveitamento de Resíduos – CEPAAR). Na fazenda Cupim o solo local é caracterizado como Gleissolo Háplico, enquanto nas demais áreas o solo foi classificado como Cambissolo Flúvico, ambos frequentes na baixada campista (Carvalho Filho *et al.*, 2003). Todas estas áreas haviam sido cultivadas anteriormente, sobretudo com cana-de-açúcar, sendo as áreas da UFRRJ e PESAGRO-RIO rotineiramente cultivadas. As demais áreas estavam sem cultivos há cerca de 5 a 8 anos, segundo relatos dos produtores.

Nas safras subsequentes (2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021), os experimentos foram conduzidos nas fazendas Airizes, Sto. Amaro-Guandu (localidade Guandu), ambas em Campos dos Goytacazes e na Primus Ipanema, no município de Macaé. Todas as áreas tinham histórico de produção agrícola recente, exceto a da fazenda Airizes, que se encontrava sem cultivo há alguns anos. Os solos foram descritos e coletados conforme Santos *et al.* (2015) e classificados de acordo com Santos *et al.* (2018). As análises físicas e químicas de rotina realizadas nas amostras de solo, seguiram metodologia da Embrapa (Teixeira *et al.*, 2017) (Figura 1). Os solos das áreas de estudo são: Cambissolo Flúvico Tb Eutrófico típico, textura argilosa (fazenda Airizes); Cambissolo Flúvico Tb Eutrófico gleissólico, textura argilosa (área 1 da fazenda Abadia 1); Gleissolo Melânico Tb Distrófico neofluvíssólico, textura argilosa/arenosa (fazenda Cupim); Latossolo Amarelo Distrocioso argissólico, textura média/argilosa (fazenda Sto. Amaro-Guandu, perfil representativo de solos dos tabuleiros costeiros) e Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvíssólico, textura média/arenosa (fazenda Primus Ipanema). Na safra 2020/2021 foi aberta uma nova área na fazenda Abadia (área 2), cujo uso anterior era de pastagem. Tal solo foi classificado como Neossolo Flúvico Tb Distrófico típico, textura média/arenosa. Na safra 2021/2022, os cultivos se concentraram na área 2 da fazenda Abadia, PESAGRO-RIO e Primus Ipanema (Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvíssólico, textura média/argilosa/arenosa). Estes solos são bastante representativos na Região Norte Fluminense e apesar de certas limitações se adaptam aos cultivos anuais. Detalhamento maior sobre o potencial dos solos da região para o cultivo de grãos pode ser encontrado em Zilli *et al.*, 2021).

A partir das safras de 2018/2019, os solos foram analisados quanto à fertilidade, cujos resultados das análises antes da correção se encontram na Tabela 1 e 2. O solo foi preparado com aração gradagem, seguido de incorporação de calcário+gesso para correção de acidez, neutralização de Al^{+3} em profundidade e fornecimento de enxofre. Tais procedimentos foram realizados baseando-se nas necessidades da cultura em cada área, de acordo com o Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro (Freire *et al.*, 2013).

Para a fazenda Airizes, não foi necessária calagem e nem gessagem. Nesta área foi utilizada apenas adubação de plantio com uma mistura de PK (100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando como fonte o superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente). Nesta área não foi necessário aplicar micronutrientes. Na Fazenda Sto. Amaro-Guandu, foi realizada uma correção de perfil de solo com aplicação superficial de 1,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico antes da subsolagem, visando melhorar a distribuição do calcário. Após essa subsolagem, foi aplicado mais 1 t ha⁻¹ de calcário a lanço superficial e incorporado com grade. Ao final do manejo do solo foi realizada uma aplicação de 1,5 t ha⁻¹ de gesso a lanço superficial. Como adubação de plantio foi aplicada uma mistura de PK e micronutrientes pois os teores de Cu está muito baixo e o teor de Zn e Mn estavam médios (100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 80 kg ha⁻¹ de K₂O usando como fonte o superfosfato simples, cloreto de potássio e 50 kg ha⁻¹ de FTE BR-12. Na fazenda Abadia foi aplicada 1 t ha⁻¹ de calcário e 0,5 t ha⁻¹ de gesso a lanço superficial. E na adubação de sementeira foi aplicada a mistura de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 80 kg ha⁻¹ de K₂O e 50 kg ha⁻¹ de micronutrientes, usando como fontes o superfosfato simples, cloreto de potássio e FTE BR-12, respectivamente. Na Faz. Primus foi aplicado antes do plantio

Tabela 1. Caracterização química e granulometria de amostras de solos coletadas com trado tipo holandês antes da implantação dos experimentos da safra 2018/2019 nas áreas das fazendas Airizes, Cupim e Sto. Amaro-Guandu.

Análises	Unidade	Airizes		Cupim		Sto. Amaro-Guandu	
		0,0-0,2 m	0,2-0,4 m	0,0-0,2 m	0,2-0,4 m	0,0-0,2 m	0,2-0,4 m
pH (água)	-	5,8	6,1	5,5	5,4	5,3	5,4
C _{org}	%	1,8	1,1	3,8	2,1	0,8	0,6
M.O.	%	3,1	1,9	6,6	3,6	1,4	1,1
P	Mehlich mg dm ⁻³	7,0	4,0	57,0	30,0	6,0	3,0
K	cmol _c dm ⁻³	0,32	0,13	0,62	0,13	0,07	0,02
Ca	cmol _c dm ⁻³	4,2	4,5	7,2	4,6	1,2	1,6
Mg	cmol _c dm ⁻³	2,3	2,3	2,1	1,8	0,6	0,6
H+Al	cmol _c dm ⁻³	4,4	4,4	12,5	8,2	3,0	2,7
Na	cmol _c dm ⁻³	0,1	0,1	0,2	0,2	0,02	0,03
Al	cmol _c dm ⁻³	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,0
CTC	cmol _c dm ⁻³	11,2	11,3	22,4	14,7	4,9	4,9
V	%	61	61	44	44	38	45
S	mg dm ⁻³	6,9	25,4	23,5	75,6	6,1	14,2
B	mg dm ⁻³	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,5
Cu	mg dm ⁻³	1,9	2,1	7,2	6,3	0,5	0,2
Fe	mg dm ⁻³	75,6	108,6	123,6	85,2	32,1	30,5
Mn	mg dm ⁻³	26,4	25,2	15,0	5,1	6,4	3,2
Zn	mg dm ⁻³	4,6	3,3	4,9	2,5	2,6	1,9
Argila	g kg ⁻¹	350	417	547	600	252	346
Areia	g kg ⁻¹	189	132	242	235	705	608
Silte	g kg ⁻¹	461	451	211	165	43	46

6 Mg ha⁻¹ de esterco de confinamento bovino a lanço superficial e também foi utilizada a mesma adubação citada anteriormente para a Faz. Abadia.

Nas safras de 2017/2018 até a safra de 2019/2020 foi realizada semeadura manualmente, no sistema convencional (Figura 2), devido à necessidade de correção do solo, além da inexistência de equipamentos para semeadura direta na região. Nas últimas duas safras foi realizada a semeadura de *Brachiaria ruziziensis* na entressafra, com pelo menos 90 dias de antecedência para o início do cultivo da soja, cujas sementes foram semeadas diretamente na palha, após dessecação do capim (Figura 3).

Nas três safras iniciais os cultivos foram realizados em parcelas de 5x3m, enquanto que nas duas últimas, em faixas de 6 a 14 linhas de semeadura, com 60 a 80m de comprimento, sempre com espaçamento entrelinhas de 0,50 m. Procurou-se seguir a recomendação de densidade de semeadura disponibilizada pelas obtentoras das cultivares para outras regiões do país, sobretudo nas Macrorregiões de cultivos 2 e 3 (Figura 4) (Kaster; Farias, 2012). De forma geral, as populações variaram entre 240 mil e 320 mil plantas por hectare.

Tabela 2. Caracterização química e granulometria de amostras de solos coletadas antes da implantação dos experimentos das safras 2019/2020 e 2020/2021 nas áreas das fazendas Airizes, Abadia, Sto. Amaro e Primus Ipanema no Norte Fluminense.

Análises	Unidade	Airizes		Cupim		Sto. Amaro-Guandu		Primus		Abadia (área 2)	
		0,0-0,2m	0,2-0,4m	0,0-0,2m	0,2-0,4m	0,0-0,2m	0,2-0,4m	0,0-0,2m	0,2-0,4m	0,0-0,2m	0,2-0,4m
pH (água)		5,1	5,2	5,5	5,2	5,7	4,7	4,9	4,7	4,6	4,6
C _{org}	%	1,69	0,94	1,99	0,58	0,99	0,79	1,84	1,07	1,01	0,68
M.O.	%	2,91	1,62	3,43	1,0	1,71	1,36	3,17	1,84	1,74	1,17
P	Mehlich mg dm ⁻³	5	3	4	1	10	2	38	13	5	4
K	cmol _c dm ⁻³	0,25	0,07	0,26	0,08	0,16	0,04	0,26	0,11	0,11	0,06
Ca	cmol _c dm ⁻³	3,7	3,7	4,3	4,5	1,8	1	2,6	1,3	1,5	1,1
Mg	cmol _c dm ⁻³	2,5	2,3	3,3	3,1	0,7	0,3	1,5	0,8	0,6	0,4
H+Al	cmol _c dm ⁻³	4,3	3,3	4,6	3,0	1,8	2,9	6	4,7	3,1	4,8
Na	cmol _c dm ⁻³	0,13	0,12	0,23	0,04	0,04	0,03	0,08	0,07	0,08	0,07
Al	cmol _c dm ⁻³	0,21	0,17	0,1	0,0	0,0	0,6	1,4	2,2	0,5	1,0
CTC	cmol _c dm ⁻³	10,9	9,5	12,7	10,7	4,5	4,3	10,4	7	5,47	6,46
V	%	60	65	64	72	60	32	42	33	43	26
S	mg dm ⁻³	6,6	6,2	8,1	7,7	2,7	1,4	4,4	2,3	2,3	1,65
B	mg dm ⁻³	3,1	2,7	1,2	0,0	0	29,1	24	49,1	18,0	37,0
Cu	mg dm ⁻³	1,9	1,9	1,9	2,7	0,2	0,2	2	1,6	1,01	1,02
Fe	mg dm ⁻³	64,8	82,8	93,0	219,0	21	36	177	82,3	189,5	194,8
Mn	mg dm ⁻³	40,2	22,8	57,2	18,8	6,1	5	6,9	2,1	1,39	0,51
Zn	mg dm ⁻³	4,8	2,4	4,3	2,6	1,5	0,9	2,4	1,7	13,98	5,22
Argila	g kg ⁻¹	350	417	381	432	252	346	510	250	120	190
Areia	g kg ⁻¹	189	132	102	51	705	608	350	140	750	730
Silte	g kg ⁻¹	461	451	518	517	43	46	140	610	130	80



Figura 2. Abertura de trincheira e perfil dos solos na Fazenda Airizes (Cambissolo Flúvico), Fazenda Sto. Amaro-Guandu (Latossolo Amarelo Distrocoeso) e Fazenda Cupim (Gleissolo Háptico). Fotos: Josimar Nogueira Batista, Roni Fernandes Guareschi e José Francisco Lumbrearas.



Figura 3. Imagem da semeadura de soja convencional e manual na fazenda Airizes, safra 2019/2020 (esquerda), do plantio direto sobre palha mecanizado, na fazenda Abadia 2021/2022 (centro) e detalhes da emergência das plantas de soja no experimento de soja na Fazenda Primus Ipanema, em 2021/2022 (direita). Fotos: Claudia Pozzi Jantalia, Josimar Nogueira Batista e Jerri Édson Zilli, respectivamente.

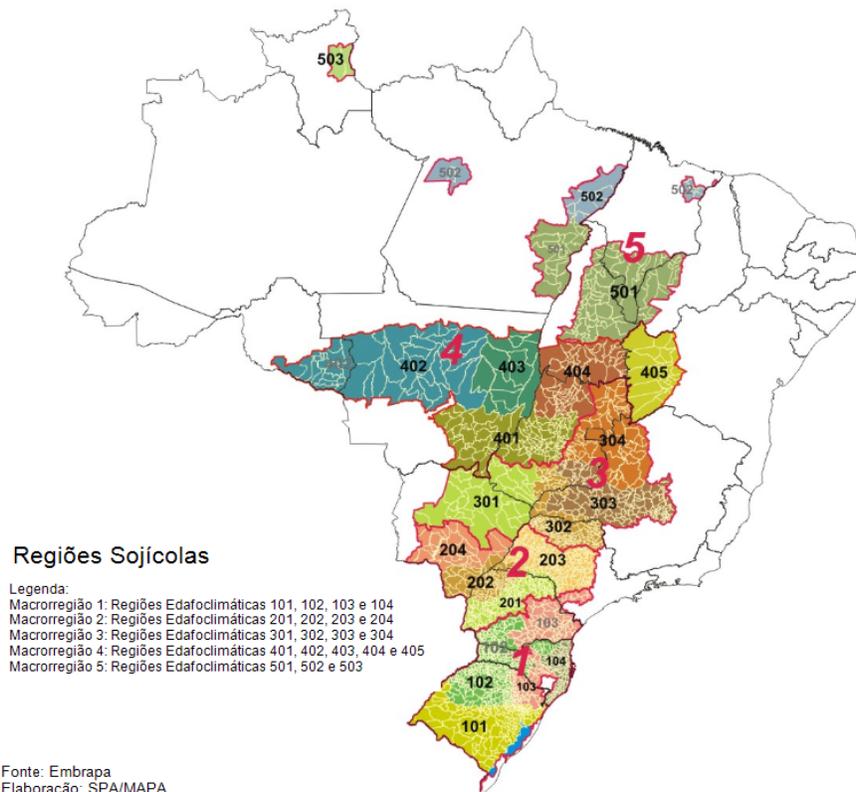


Figura 4. Macrorregiões Sojícolas do Brasil – Ensaios de V.C.U., Terceira Aproximação. Embrapa Soja, Londrina - PR. 2011 (Kaster; Farias, 2012).

Distribuição de chuvas e temperaturas durante o período dos experimentos com a soja na Região Norte Fluminense

Na Tabela 3 são apresentados os dados da precipitação pluviométrica em cada ambiente de cultivo com a soja (local vs ano), dos experimentos realizados entre 2017 e 2022, no Norte Fluminense. Considerou-se o período entre outubro e abril de cada ano/safra, com dados de precipitação coletados em cada local onde foram realizados os experimentos. O somatório das chuvas ocorridas a cada dez dias consecutivos (decêndios) é apresentado ao longo das safras. Vale ressaltar que a semeadura dos experimentos foi realizada a partir das primeiras chuvas do mês de outubro e, eventualmente, novembro de cada ano. A exceção foi o plantio de 2018/2019 na fazenda Abadia, quando se realizou uma irrigação no dia da semeadura com lâmina de 50 mm antes da ocorrência de chuvas.

A instalação dos experimentos na safra 2017/2018 ocorreu no início das chuvas a partir de novembro nos três diferentes locais (Tabela 3). A partir do 1º decêndio de janeiro, duas localidades (Cupim e UFRRJ) foram marcadas por períodos de veranicos (16 dias consecutivos sem chuva ou mais), refletindo em baixa produtividade média de grãos das cultivares de soja avaliadas. A média de produtividade de grãos das cultivares foi de 1.290 kg ha⁻¹, com destaque para algumas cultivares com média de 2.700 kg ha⁻¹. As baixas produtividades de grãos ocorreram devido à má distribuição de chuvas, com a ocorrência de um veranico, que provocou abortamento de vagens e restrição ao enchimento de grãos, seguido de um período com excesso de umidade, pelo retorno das chuvas ao final de fevereiro. Esses fatores provocaram um sintoma de “soja louca”, em que as plantas permaneceram verdes e com poucas vagens. É interessante destacar que o acumulado de chuvas nos três locais desta safra superou os 900 mm no período dos experimentos, mas com má distribuição (Tabela 3).

Na safra 2018/2019, a precipitação total foi de 470 mm, 542 mm e 640 mm ao longo do ciclo, nas fazendas Airizes, Cupim, Sto. Amaro-Guandu, respectivamente. Houve boa distribuição das chuvas entre outubro e dezembro, com início da semeadura no terceiro decêndio de outubro. A emergência da cultura foi satisfatória, com adequada densidade final de plantas para cada cultivar, o que permitiu o desenvolvimento adequado das plantas até o início da fase reprodutiva (R1/R2) (Fehr; Caviness, 1977). Na fase de enchimento de grãos (R5/R6) nesta safra, contudo, a cultura foi drasticamente prejudicada pelo intenso veranico, ocorrido nos três locais, sendo mais intenso na fazenda Sto. Amaro-Guandu, com mais de 30 dias sem chuva (Tabela 3). Isso se agravou nesta área devido à condição de solo com maior teor de areia, baixa capacidade de retenção de água (classe textural franco-argilo arenosa) e consistência muito dura (coesão) a partir de 10 cm de profundidade. Além disso, a ocorrência de altas temperaturas entre janeiro e fevereiro, com média das máximas superior a 31°C (Tabela 3, Figura 5), agravou a situação. Na fazenda Airizes o veranico prejudicou, sobretudo, os materiais de ciclo médio/tardio. O solo, que apresenta elevada capacidade de retenção de água I (textura franco-argilo-siltosa, Tabela 1), contribuiu para a melhoria das condições edafoclimáticas locais, o que favoreceu as cultivares mais precoces, que ainda atingiram uma produtividade normal, algumas superando os 3.500 kg ha⁻¹. O mesmo não ocorreu com as cultivares de ciclo médio a tardio.

Como mencionado anteriormente, na safra 2019/2020 também foi implantado um experimento no município de Macaé (fazenda Primus Ipanema), além dos experimentos em Campos dos Goytacazes - nas fazendas Sto. Amaro-Guandu, Airizes e Abadia. Nos quatro locais de cultivo da região, a precipitação total na safra variou de 742 a 1667 mm, sendo esse último valor referente à área da fazenda Primus Ipanema, com boa distribuição de chuvas ao longo do ciclo (Tabela 3). Esta

Tabela 3. Distribuição da precipitação pluviométrica nos experimentos realizados com soja no Norte Fluminense entre 2017 e 2022.

Mês*	Dias	Decêndio**	Safr 2017/2018			Safr 2018/2019			Safr 2019/2020			Safr 2020/2021			Safr 2021/2022			
			Airizes	Cupim	UFRRJ	Airizes	Abadia	Sto. Amaro-Guandu	Airizes	Abadia	Sto. Amaro-Guandu	Airizes	Abadia	Sto. Amaro-Guandu	Airizes	Abadia	PESAGRO-RIO	Primus Ipanema
out	1 a 10	28	2	1	1	0	17	44	24	40	30	0	0	24	30	35	31	49
	11 a 20	29	0	4	5	0	18	3	4	0	7	8	0	6	28	196	149	164
	21 a 31	30	103	1	5	11	63	71	38	0	17	160	110	215	91	74	46	36
nov	1 a 10	31	23	22	3	40	77	44	25	122	5	87	26	24	100	0	33	155
	11 a 20	32	92	91	58	35	52	25	112	256	279	18	65	92	97	40	50	98
	21 a 30	33	103	90	77	107	29	55	32	128	70	52	45	62	110	74	43	14
dez	1 a 10	34	109	84	72	19	48	38	30	42	75	30	25	26	91	13	52	122
	11 a 20	35	22	0	54	0	0	170	49	61	118	0	0	42	38	75	33	28
	21 a 31	36	40	9	10	46	65	58	48	76	122	0	50	103	111	0	8	48
jan	1 a 10	1	79	50	60	3	0	0	0	10	134	0	20	42	90	155	98	146
	11 a 20	2	9	0	0	0	0	35	20	71	43	15	0	0	0	0	7	25
	21 a 31	3	105	88	119	0	0	95	110	229	48	0	0	0	10	18	15	35
fev	1 a 10	4	121	64	61	0	8	75	8	48	71	87	66	84	130	138	144	168
	11 a 20	5	6	22	13	81	94	8	74	100	117	88	106	88	69	60	57	27
	21 a 29	6	76	59	25	20	9	33	28	60	69	130	91	53	97	22	0	147
mar	1 a 10	7	171	245	173	6	22	68	63	80	182	95	95	112	93	0	0	0
	11 a 20	8	40	132	32	20	103	56	20	19	40	0	0	0	0	0	0	0
	21 a 31	9	49	4	30	24	20	40	18	101	120	5	0	3	18	22	25	43
abr	1 a 10	10	39	12	68	38	15	0	40	93	115	12	0	38	65	36	2	138
	11 a 20	11	22	29	28	8	0	25	0	0	0	0	0	33	42	30	75	9
	21 a 30	12	5	10	9	12	0	0	0	0	5	60	0	20	43	0	0	0
Total (mm)			1216	1016	904	470	640	939	742	1536	1667	846	699	1067	1353	988	868	1452

* meses de outubro, novembro e dezembro referem-se ao ano de início da safra e os demais meses, a continuidade da safra. Os demais meses indicam o segundo ano da respectiva safra.

** de acordo com distribuição de decêndios do ZARC (<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/documentos/tabela-de-periodo-de-plantio-do-zarc.pdf>).

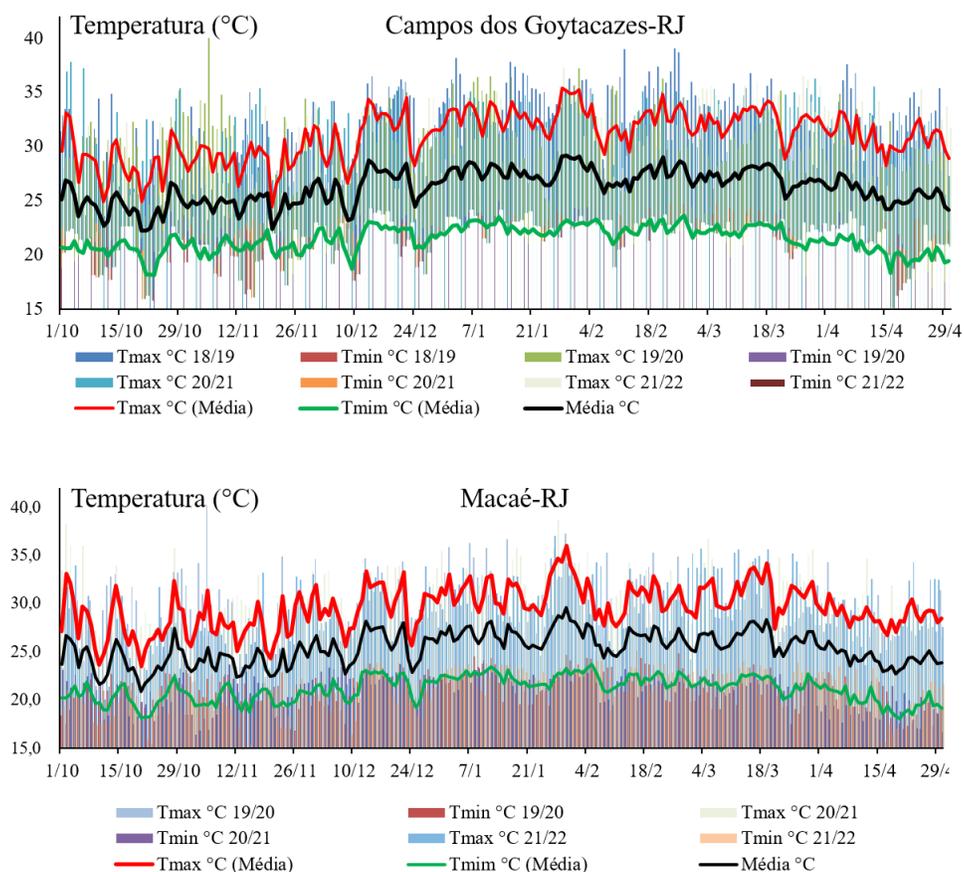


Figura 5. Variação de temperaturas no período das safras de 2018 a 2022 (meses de outubro a abril) nos municípios de Campos dos Goytacazes e Macaé – RJ.

adequada distribuição de chuvas culminou em uma produtividade de grãos para algumas cultivares acima de 6.000 kg ha^{-1} . Na fazenda Sto. Amaro-Guandu, o total de precipitação foi de 1.536 mm , o que é atípico na localidade do Guandu, se considerada a média dos últimos 30 anos (em torno de 1.000 mm anual) (INMET, 2022). Esta precipitação, entretanto, também não foi regular, tendo havido a precipitação de 260 mm entre 01/12/2019 e 20/01/2020 e 229 mm apenas nos últimos 10 dias de janeiro de 2020 (Tabela 3). A baixa disponibilidade de água no solo, bem como seu baixo teor de matéria orgânica contribuíram para a baixa produtividade de grãos do experimento.

A precipitação e distribuição de chuvas da safra 2020/2021 foi semelhante ao que ocorreu na safra de 2019/2020 (Tabela 3). No mês de novembro a ocorrência de chuvas foi boa em todos os locais, porém, já nos primeiros decêndios de dezembro a janeiro a distribuição foi irregular em todos os experimentos de Campos dos Goytacazes, sobretudo nas fazendas Abadia e Airizes, sendo menos pronunciado na fazenda Sto. Amaro-Guandu (Tabela 3). Em termos de produtividade de grãos, os melhores resultados foram obtidos na fazenda Primus Ipanema (4.274 kg ha^{-1}), seguido das fazendas Abadia, Airizes e Sto. Amaro-Guandu, com produtividades médias de 2.373 kg ha^{-1} , 1.989 kg ha^{-1} e 1.446 kg ha^{-1} , respectivamente. Como mencionado anteriormente, nesta safra foi realizado o plantio direto nos experimentos. No entanto, devido à falta de chuvas nos meses de inverno, a produção de palhada na fazenda Sto. Amaro-Guandu foi pouco expressiva, em comparação com a fazenda Abadia. Assim, nas condições da fazenda Abadia, o manejo do solo com correção e gessagem e

semeadura sobre a palhada foram fundamentais para a manutenção de água no solo e o crescimento radicular, assegurando maior desenvolvimento das plantas e produtividade de grãos.

Na safra de 2021/2022, os experimentos foram realizados na fazenda Abadia e no campo experimental da PESAGRO-RIO (ambas em Campos dos Goytacazes) e na fazenda Primus Ipanema (Macaé). As chuvas ocorreram com certa regularidade durante o ciclo da soja, com totais de precipitação, no período, de 988 mm, 868 mm e 1452 mm, nas fazendas Abadia, Pesagro-Rio e Primus Ipanema, respectivamente. Entretanto, os menores volumes ocorreram mais uma vez nos decêndios de final de dezembro e início de janeiro. As produtividades nesta safra, como será detalhado em seguida (item 10), foram bastante satisfatórias, sendo em média 4.080, 4.857 e 5.003 kg ha⁻¹ nas fazendas Abadia, PESAGRO-RIO e Primus Ipanema, respectivamente. Adicionalmente, na fazenda Abadia, conduziu-se também um experimento em condição de irrigação de salvamento (um molhamento de cerca de 50 mm, no primeiro decêndio de janeiro). Isso propiciou um aumento na produtividade média da ordem de 800 kg ha⁻¹, mostrando que a má distribuição de chuvas pode ocasionar perdas de produtividade de grãos.

Os dados das temperaturas (INMET, 2022) mostraram valores de máxima geralmente maiores (média de 31,0°C) em Campos dos Goytacazes em comparação à Macaé (média de 29,6°C). Por outro lado, as temperaturas mínimas foram em média muito semelhante entre os dois municípios (21,0°C). A amplitude térmica no período dos experimentos ficou próxima a 10°C em Campos dos Goytacazes e a 8°C para Macaé, com média de temperatura média mensal entre 25 e 27°C (Figura 5), respectivamente. Assim, de maneira geral, a temperatura se apresentou dentro da faixa considerada adequada para o crescimento e desenvolvimento da cultura da soja (entre 20 e 30°C) (Neumaier *et al.*, 2020). Vale destacar ainda a ocorrência de temperaturas acima de 38°C e eventualmente de próxima a 40°C, sendo isso mais frequente em Campos dos Goytacazes.

Cultivares avaliadas

Para o início dos trabalhos foram escolhidas cultivares de grupo de maturidade discrepantes, por ser um trabalho exploratório e inicialmente não se sabia quais os grupos de maturidade teriam melhor adaptação local. À medida que os resultados foram analisados, seleções foram feitas com base em ciclo e em produtividade e as médias de produtividade foram crescendo. Nas safras agrícolas de 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022 foram testadas 54 cultivares de soja, nos municípios de Macaé e Campos dos Goytacazes. Foram avaliadas 19 cultivares convencionais, 11 cultivares transgênicas resistentes ao herbicida glifosato (RR®) e 24 cultivares resistentes ao glifosato e tolerantes a lagartas desfolhadoras (IPRO®) (Tabela 4). Estas cultivares foram testadas nos diferentes locais de experimentação e safras.

Características de cultivares de soja convencionais e seu desempenho quanto a produtividade de grãos

Das 19 cultivares de soja convencionais avaliadas, seis apresentaram maturidade fisiológica de até 105 dias (tendo a cultivar BRS 533 apenas 95 dias), 12 cultivares completaram o ciclo em até 135 dias e apenas a cultivar BRS Tracajá apresentou ciclo de 167 dias (Tabela 5). À exceção das cultivares BRS Tracajá e BRS 8381, as demais apresentaram estrutura de plantas adequada, com altura da primeira vagem acima de 12 cm, altura de plantas acima de 60 cm e sem acamamento (Tabela 5). As cultivares BRS 8381 e, especialmente, a BRS Tracajá, apresentaram plantas com um metro ou mais de altura, resultando em problemas de acamamento.

Tabela 4. Cultivares de soja avaliadas nos experimentos no Norte Fluminense nas safras 2017/2018 a 2021/2022.

Cv. Convencionais	Cv. resistentes ao herbicida glifosato (RR®)	Cv. resistentes ao herbicida glifosato e tolerantes a lagartas desfolhadoras (IPRO®)
BRS 317	BRS 544RR	BMX GARRA IPRO (63I64RSF IPRO)
BRS 232	BRS 7380RR	BMX ZEUS IPRO (55I57RSF IPRO)
BRS 267	BRS 7581RR	BRS 5980IPRO
BRS 283	NA 5909 RG	BRS 6970IPRO
BRS 284	P 98Y30 RR	BRS 7780IPRO
BRS 511	BRS 388RR	M 5917 IPRO
BRS 6980	BRS 413RR	TMG 7058 IPRO
BRS Tracajá	SW ATRIA RR	TMG 7061 IPRO
BRS 8381	AV BRUTA RR	P 95R95 IPRO
BRS 8781	BMX POTÊNCIA RR	BMX COMPACTA IPRO (65I65RSF IPRO)
BRS 531	BRS 7280RR	BRS 7981IPRO
BRS 519		BMX ÍCONE IPRO (68I70 RSF IPRO)
BRS 517		BRS 1001IPRO
BRS 533		BRS 1003IPRO
BRSMG 800A		BRS 1074IPRO
BRSGO 8061		BRS 7270IPRO
BRSMG 753C		BS 2606 IPRO
BRSMG 715A		M6410IPRO
BRSMG 790A		NS 7709 IPRO
		TMG 7062 IPRO
		TMG 7063 IPRO
		TMG 7067 IPRO
		BRS 8980IPRO
		BMX ÍCONE IPRO (7166RSF IPRO)

Quanto à produtividade de grãos, algumas das cultivares não completaram o seu ciclo, sobretudo na fazenda Santo Amaro, onde o cultivo foi realizado em Latossolo Amarelo Distrocoeso com teor de areia de 705 g kg⁻¹ nos horizontes superficiais e forte coesão entre 10 e 30 cm de profundidade. Nessa região a presença de veranicos é marcante. As produtividades de grãos obtidas variaram de 1.609 a 4.970 kg ha⁻¹, sendo que as cultivares BRS 317, BRS 519, BRS 533 e BRS 517 apresentaram produtividades superiores a 4.000 kg ha⁻¹ (Tabela 5). As cultivares BRS 519, BRS 533 e BRS 517 foram cultivadas apenas na safra 2021/2022 na estação da PESAGRO-RIO, não possibilitando comparações com outras avaliações. Contudo, a Cv. BRS 317 foi avaliada em cinco experimentos e apresentou média de 2.590 kg ha⁻¹ de grãos e produtividade máxima de 4.725 kg ha⁻¹. Assim, estas foram as quatro cultivares que apresentaram bom desempenho, sobretudo pela precocidade, que foi mais marcante para a Cv. BRS 533, com apenas 95 dias.

A precocidade foi uma característica importante observada entre as cultivares de soja no Norte Fluminense, pois fechando o ciclo mais cedo houve redução do risco de perdas com o veranico, comum no mês de janeiro, como mencionado acima. No caso específico da cultivar BRS Tracajá, que é do Grupo de maturidade 9.1 e ciclo variando de 110 a 120 dias, o ciclo de maturidade fisiológica foi extremamente longo, 167 dias, que acabou favorecendo o genótipo, que continuou vegetando após o período de estiagem e levou ao fechamento do ciclo, o que não ocorreu para outras cultivares.

Tabela 5. Características das cultivares de soja convencionais e produtividade de grãos em experimentos no Norte Fluminense nas safras de 2017/2018 a 2021/2022.

Cultivares	Emissão da 1ª flor (dias)	Altura da 1ª vagem (cm)	Maturidade fisiológica (dias)	Altura na colheita (cm)	Acamamento (escala)*	Nº de avaliações	Média de produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	Produtividade de grãos máxima (kg ha ⁻¹)	Local do melhor desempenho
BRS 317	35	14	125	60	1	5	2.590	4.725	Pesagro (21/22)
BRS 232	44	12	105	75	1	2	1.043	1.757	Airizes (18/19)
BRS 267	44	16	105	69	1	2	982	1.808	Airizes (18/19)
BRS 283	44	15	127	69	1	2	983	1.609	Airizes (18/19)
BRS 284	30	15	105	68	1	2	1.106	1.963	Airizes (18/19)
BRS 511	30	16	105	73	1	2	1.208	2.064	Airizes (18/19)
BRS 6980	44	14	105	73	1	2	1.146	2.055	Airizes (18/19)
BRS Tracajá	35	19	167	105	3	3	1.235	2.097	Airizes (17/18)
BRS 8381	35	18	135	99	2	3	1.760	2.694	Airizes (17/18)
BRS 8781	50	10	131	56	1	1	2.665	2.665	Airizes (19/20)
BRS 531	36	11	123	54	1	1	1.692	1.692	Airizes (19/20)
BRS 519	51	14	120	60	1	1	4.970	4.970	Pesagro (21/22)
BRS 533	28	12	95	58	1	1	4.065	4.065	Pesagro (21/22)
BRS 517	51	14	120	60	1	1	4.355	4.355	Pesagro (21/22)
BRSMG 800A	35	12	135	67	1	3	1.047	1.453	Airizes (17/18)
BRSGO 8061	35	11	135	63	1	3	1.254	2.014	Airizes (17/18)
BRSMG 753C	35	12	120	88	1	3	1.197	2.019	Airizes (17/18)
BRSMG 715A	37	18	128	89	2	5	1.229	2.594	Cupim (17/18)
BRSMG 790A	35	12	135	79	1	5	1.329	2.008	Airizes (17/18)

*Escala de notas de 1 a 5, sendo 1 plantas com crescimento totalmente ereto e 5 plantas totalmente acamadas.

As áreas cultivadas com cultivares convencionais representam atualmente cerca de 1% da área cultivada com soja no país, estando os cultivos fortemente associados aos cultivos orgânicos ou para atendimento a nichos específicos que não aceitam soja geneticamente modificada. De forma geral, o manejo das lavouras com cultivares convencionais demandam maior organização na propriedade e maior especialização do produtor quanto ao controle de plantas invasoras, pragas e doenças. Vale ressaltar, contudo, que o uso de plantas convencionais não necessariamente eleva o custo de produção da soja (Garcia; Richetti, 2018), sendo uma boa oportunidade para os cultivos no Norte Fluminense no atendimento a mercados específicos como, por exemplo, o europeu.

Características de cultivares de soja resistentes ao herbicida glifosato (RR®) e seu desempenho quanto à produtividade de grãos

Das 11 cultivares de soja resistentes ao herbicida glifosato avaliadas, quatro apresentaram maturidade fisiológica até 105 dias, seis completaram o ciclo até 130 dias e apenas a cultivar SW ATRIA RR apresentou ciclo de 140 dias (Tabela 6). Todas as cultivares mostraram estrutura de plantas adequada com a altura da primeira vagem de no mínimo 12 cm e com altura total de plantas variando entre 77 a 108 cm (Tabela 6). As cultivares BRS 544RR, BRS 7380RR e BRS 7581RR

Tabela 6. Características das cultivares de soja transgênicas resistentes ao herbicida glifosato (RR®) e produtividade de grãos em experimentos no Norte Fluminense nas safras de 2017/2018 a 2021/2022.

Cultivares	Emissão da 1ª flor (dias)	Altura da 1ª vagem (cm)	Maturidade fisiológica (dias)	Altura na colheita (cm)	Acamamento (escala)*	Nº de avaliações	Média de produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	Produtividade de grãos máxima (kg ha ⁻¹)	Local do melhor desempenho
BRS 544RR	34	15	122	103	3	6	1.984	2.376	Primus (20/21)
BRS 7380RR	40	15	130	85	5	3	2.940	4.238	Primus (19/20)
BRS 7581RR	40	14	130	105	3	2	3.121	5.445	Primus (19/20)
NA 5909 RG	27	14	120	108	1	10	3.362	5.602	Primus (20/21)
P 98Y30 RR	44	16	127	77	1	6	1.493	3.051	Airizes (18/19)
BRS 388RR	38	15	105	80	1	2	1.161	2.092	Airizes (18/19)
BRS 413RR	30	15	105	72	1	2	1.274	2.298	Airizes (18/19)
SW ATRIA RR	36	12	140	107	1	1	1.776	1.776	Airizes (19/20)
AV BRUTA RR	43	12	131	100	1	1	3.277	3.277	Airizes (19/20)
BMX POTÊNCIA RR	44	16	127	80	1	2	1.305	2.372	Airizes (18/19)
BRS 7280RR	38	15	105	88	1	2	1.050	1.758	Airizes (18/19)

*Escala de notas de 1 a 5, sendo 1 plantas com crescimento totalmente ereto e 5 plantas totalmente acamadas.

foram as únicas que apresentaram maior nota de acamamento, mesmo com altura de plantas de apenas 85 cm, no caso da cultivar BRS 7380RR (Tabela 6).

Quanto à produtividade de grãos, algumas das cultivares, a exemplo do que ocorreu para as convencionais, não completaram o seu ciclo, sobretudo na fazenda Sto. Amaro-Guandu, onde o cultivo foi realizado em Latossolo Amarelo e com alto teor de areia (Tabela 1), além da presença marcante de veranico. As produtividades de grãos variaram de 1.758 a 5.602 kg ha⁻¹, sendo as cultivares BRS 7581RR e NA 5909 RG as que apresentaram produtividades que superaram os 5.000 kg ha⁻¹ (Tabela 6). As médias gerais de produtividade de grãos variaram entre 1.050 e 3.362 kg ha⁻¹ (Tabela 6), tendo a cultivar NA 5909 RG apresentado média de 3.362 kg ha⁻¹.

A cultivar NA 5909 RG foi avaliada em 10 experimentos nas diferentes safras e cinco deles mostraram produtividade acima de 3.500 kg ha⁻¹, que é aproximadamente a média nacional. A limitação de produtividade para a cultivar foi justamente nos locais em que os veranicos ocorreram de forma mais intensa, principalmente no florescimento pleno ao início de enchimento de grãos.

A utilização de cultivares RR® ou convencionais em áreas com soja Intacta (IPRO®) é importante por tratar-se de refúgio para as lagartas desfolhadoras que são controladas pela tecnologia Intacta, evitando a seleção de biótipos resistentes.

Características de cultivares de soja resistentes ao glifosato e tolerantes a lagartas desfolhadoras (IPRO®) e seu desempenho quanto à produtividade de grãos

Das 24 cultivares de soja resistentes ao glifosato e tolerantes a lagartas desfolhadoras (IPRO®) avaliadas, nove apresentaram maturidade fisiológica até 105 dias, outras sete completaram o ciclo em até 120 dias e as demais com pelo menos 127 dias, chegando, no caso da 7166RSF

I PRO e da BRS 8980I PRO, a apresentar ciclo de 137 e 140 dias, respectivamente (Tabela 7). A maioria das cultivares mostrou estrutura de plantas adequada com a altura da primeira vagem de no mínimo 11 cm e com altura de plantas variando entre 60 e 100 cm (Tabela 7), compatível com as características descritas pelas obtentoras. As cultivares TMG 7061 I PRO e BRS 7981I PRO apresentaram crescimento de cerca de 110 cm em todas as avaliações, chegando a ser de 115 cm no experimento da safra de 2021/2022, na fazenda Primus Ipanema. Entretanto, apesar do alto acamamento (notas 4), as plantas apresentaram boa produtividade de grãos em Macaé. A cultivar BRS 8980I PRO, que apresentou um dos ciclos mais longos, não entrou em maturidade fisiológica em muitas das avaliações, permanecendo vegetando, mesmo já estando com vagem secas, expressando a característica de haste verde.

Tabela 7. Características das cultivares de soja resistentes ao glifosato e tolerantes a lagartas desfolhadoras (I PRO®) e produtividade de grãos em experimentos no Norte Fluminense nas safras de 2017/2018 a 2021/2022.

Cultivares	Emissão da 1ª flor (dias)	Altura da 1ª vagem (cm)	Maturidade fisiológica (dias)	Altura na colheita (cm)	Acamamento (escala)*	Nº de avaliações	Média de produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	Produtividade de grãos máxima (kg ha ⁻¹)	Local do melhor desempenho
BMX GARRA I PRO (63i64RSF I PRO)	30	12	120	93	3	8	2.702	5.267	Primus (19/20)
BMX ZEUS I PRO (55i57RSF I PRO)	27	12	104	98	1	6	2.751	4.868	Primus (20/21)
BRS 5980 I PRO	30	14	120	98	1	9	3.316	5.140	Pesagro (21/22)
BRS 6970 I PRO	30	12	120	85	1	7	2.056	4.133	Primus (19/20)
BRS 7780 I PRO	30	12	120	86	2	7	2.954	6.301	Primus (19/20)
M 5917 I PRO	27	14	130	105	1	15	3.164	6.262	Primus (20/21)
TMG 7058 I PRO	30	13	111	76	1	3	3.366	5.105	Primus (19/20)
TMG 7061 I PRO	30	11	120	95	4	6	2.953	5.574	Primus (19/20)
95R95 I PRO	30	14	130	100	1	11	3.743	6.288	Primus (19/20)
BMX COMPACTA I PRO (65i65RSF I PRO)	31	15	112	110	1	6	3.421	4.337	Primus (20/21)
BRS 7981 I PRO	38	14	130	110	4	6	3.029	4.985	Pesagro (21/22)
BMX ÍCONE I PRO (68i70 RSF I PRO)	38	15	127	72	1	2	1.580	2.923	Airizes (18/19)
BRS 1001 I PRO	38	15	105	78	1	2	1.263	2.248	Airizes (18/19)
BRS 1003 I PRO	38	15	105	55	1	2	920	1.612	Airizes (18/19)
BRS 1074 I PRO	44	16	127	87	1	2	826	1.374	Airizes (18/19)
BRS 7270 I PRO	44	15	127	60	1	2	1.132	1.935	Airizes (18/19)
BS 2606 I PRO	38	15	105	76	1	2	968	1.667	Airizes (18/19)
M6410I PRO	38	15	105	85	1	2	733	1.205	Airizes (18/19)
NS 7709 I PRO	44	16	127	60	1	2	960	1.698	Airizes (18/19)
TMG 7062 I PRO	38	16	105	85	1	5	1.189	1.553	Airizes (18/19)
TMG 7063 I PRO	38	17	105	87	1	2	1.112	1.879	Airizes (18/19)
TMG 7067 I PRO	38	16	105	78	1	2	1.128	1.969	Airizes (18/19)
BRS 8980I PRO	50	13	140	98	2	4	2.083	3.226	Airizes (19/20)
BMX Ponta I PRO (7166RSF I PRO)	40	12	137	92	1	3	495	744	Cupim (17/18)

*Escala de notas de 1 a 5, sendo 1 plantas com crescimento totalmente ereto e 5 plantas totalmente acamadas.

Quanto à produtividade de grãos, algumas das cultivares, a exemplo do que ocorreu para as convencionais e as resistentes ao glifosato, não completaram o seu ciclo, sobretudo na fazenda Sto. Amaro-Guandu, onde o veranico foi mais intenso (Tabela 1). As produtividades de grãos obtidas variaram de 1.374 a 6.301 kg ha⁻¹, sendo que sete cultivares apresentaram produtividade máxima superior a 5.000 kg ha⁻¹ e três, superior a 6.200 kg ha⁻¹ (Tabela 7). As médias gerais de produtividade de grãos variaram entre 495 e 3.743 kg ha⁻¹. As cultivares BRS 5980IPRO, 95R95 IPRO e M 5917 IPRO apresentaram média de produtividade entre todas avaliações acima de 3.300 kg ha⁻¹, o que é próximo à média nacional, tendo sido avaliadas em 09, 11 e 15 experimentos respectivamente (Tabela 7). Isso mostra que são cultivares com boa adaptação às condições locais.

As cultivares de soja resistentes ao glifosato e tolerantes a lagartas desfolhadoras (IPRO®) são aqueles utilizados em maior área no Brasil atualmente. Além da comodidade para o controle de plantas invasoras, também há uma maior facilidade para o controle de lagartas que atacam a cultura, sobretudo na fase vegetativa e no início da reprodutiva, como é o caso da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) e da lagarta falsa medeieira (*Chrysodeixis includens*). Especialmente no que tange ao controle dessas pragas é fundamental que o produtor utilize áreas de refúgio com cultivares convencionais ou apenas RR®, de forma a reduzir a pressão de seleção com consequente aparecimento ou aumento de pragas resistentes.

Ocorrência de pragas e doenças

Ao longo das avaliações procurou-se fazer o controle preventivo de pragas e doenças com defensivos adquiridos na região. Na Tabela 8 encontra-se um exemplo de produtos e aplicações realizadas na última safra no experimento na fazenda Abadia. Existem diversos outros produtos no mercado nacional com registro para a cultura da soja, entretanto, a oferta destes produtos no estado do Rio de Janeiro é bastante limitada.

De forma geral, as pragas e doenças observadas na região não diferem das registradas em regiões produtoras de soja no país. Fato incomum observado foi um severo ataque de cochonilhas em um dos experimentos da safra 2017/2018, o que aparentemente se deu pelo excesso de umidade no solo e alto adensamento de algumas cultivares (Figura 6). Na safra de 2018/2019 foi observado um ataque importante de percevejo-verde (*Nezara viridula*) no experimento da fazenda Abadia. Já no final do ciclo da maioria das cultivares (Figura 6), na safra 2018/2019 constatou-se a presença de ácaros foliares no experimento da fazenda Airizes durante um período de veranico, enquanto que na safra 2021/2022 foi observada a ocorrência de mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) em Macaé em algumas cultivares, durante um período de intensa umidade no final do mês de janeiro (Figura 6). Na safra 2019/2020 foram observados danos causados pela lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*) nas cultivares convencionais, sobretudo na época dos veranicos. De forma marcante, observou-se um intenso ataque de lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*) nas plântulas de soja no experimento da fazenda Abadia na última safra, chegando este ataque a destruir por completo as cultivares convencionais e RR® (Figura 6). Esta praga é considerada esporádica para a cultura da soja e não costuma apresentar prejuízos severos como ocorre em gramíneas, como o milho. Entretanto, a lagarta parece ter encontrado condições locais favoráveis na ocasião, como a grande quantidade de resíduos culturais na área, decorrentes do cultivo de *Brachiaria ruziziensis* para a produção de palhada (Justiniano, 2014). Fica um alerta para a necessidade do uso de sementes tratadas com inseticidas, quando a cultivar não possuir a tecnologia IPRO e os cultivos de soja ocorrerem após gramíneas.

Tabela 8. Inseticidas e fungicidas utilizados nas aplicações nos experimentos na fazenda Abadia. Safra 2021/2022.

DAP	Produtos*	Dose	Indicação
30	Karate Zeon 50 CS + Mospilan WG	50 mL ha ⁻¹ + 60g ha ⁻¹	Inseticida de contato para controle da vaquinha, lagarta, percevejo e mosca branca
56	Karate Zeon 50 CS + Galil SC	50 mL ha ⁻¹ + 300 mL ha ⁻¹	Inseticida de contato e sistêmico para controle de vaquinha, lagarta, percevejo
78	Bravonil ultrex + Score	1.5 kg ha ⁻¹ + 150 ml ha ⁻¹	Fungicida de proteção foliar contato e sistêmico de largo espectro

DAP – dias após o plantio; *Karate Zeon 50 CS – Ingrediente ativo (ia) Lambda-Cialotrina; Mospilan WG – ia Acetamiprido; Galil SC® - ia Imidacloprido+Bifentrina; Bravonil ultrex – ia Clorotalonil; Score – ia Difenconazol.



Figura 6. Na sequência da esquerda para a direita, imagem da ocorrência de percevejos, cochonilhas, lagarta rosca, lagarta-da-soja, ácaros e mancha alvo nas plantas de soja em experimentos de soja conduzidos no Norte Fluminense. Fotos: Roni Fernandes Guareschi, Josimar Nogueira Batista, Benedito Fernandes de Souza Filho e Jerri Édson Zilli.

Respostas das cultivares quanto à inoculação e à fixação biológica de nitrogênio (FBN)

A inoculação das sementes de soja com estirpes de *Bradyrhizobium* se constitui numa prática indispensável para o aporte de N na cultura da soja, devido à cultura demandar grandes quantidades deste nutriente, cerca de 80 kg ha⁻¹ por tonelada de grãos produzidos. Com esta premissa, em todos os experimentos foi realizada a inoculação das sementes com inoculantes comerciais ou produzidos na Embrapa Agrobiologia contendo *Bradyrhizobium*, também foi utilizada a coinoculação com *Azospirillum* na maioria dos experimentos.

No Brasil são autorizadas quatro estirpes de *Bradyrhizobium* para a produção comercial de inoculantes para a soja: SEMIA 5079 (CPAC 15), SEMIA 5080 (CPAC 7), SEMIA 587 e SEMIA

5019 (BR 29); os produtos contêm, geralmente, um par destas estirpes. Estudos realizados em diversas outras regiões produtoras, por muitos anos, mostraram alta eficiência destas estirpes na FBN, sendo comprovado o aporte de até 90% do N da cultura pela inoculação com estas estirpes (Hungria; Nogueira, 2020; Zilli *et al.*, 2021). Além da inoculação com *Bradyrhizobium*, atualmente também estão disponíveis no mercado inoculantes contendo estirpes de bactérias do gênero *Azospirillum*, que são bactérias com habilidade em promover maior crescimento radicular da soja (Hungria; Nogueira, 2020), com consequente melhora no aproveitamento de nutrientes e da água. Neste caso, o *Azospirillum* entra numa prática de coinoculação com o *Bradyrhizobium*, sendo recomendadas pelo MAPA as estirpes AbV-5 e AbV-6 para a soja.

Foram utilizadas nos experimentos do Norte Fluminense cerca de seis a sete doses de inoculantes de *Bradyrhizobium* por ha, o que garante uma concentração de células de 1,5 a 2 milhões por semente de soja e uma dose de *Azospirillum*, de cerca de 100 mL ha⁻¹, seguindo-se a recomendação do fabricante. As avaliações mostraram que as plantas, de forma geral, apresentaram abundante nodulação (Figura 7). A título de exemplo, em um dos experimentos na Fazenda Primus Ipanema, observou-se a formação de 28 a mais de 100 nódulos por planta, no estágio R2 (próximo a 40 dias após a emergência das plantas) e massa de nódulos secos de, no mínimo, 270 mg planta⁻¹ (Tabela 9). Esses resultados também se assemelham àqueles observados em Campos dos Goytacazes (ano de 2020). A presença de cerca de 15-20 nódulos e cerca de 150-200mg de massa de nódulos secos por planta compreende uma nodulação adequada em avaliações de 35-40 dias. Hungria; Nogueira (2020) salientaram que a presença de 4 a 10 nódulos com cerca de 1 a 2 mm corresponde a uma nodulação eficiente nos estádios V1-V2, ou seja, logo no início do desenvolvimento das plantas.



Figura 7. Nodulação de raízes de soja no estágio R2 (aproximadamente 40 dias após a emergência de plantas). Fazendas Abadia (esquerda) e Airizes (direita). Fotos: Jerri Édson Zilli.

Tabela 9. Número de nódulos por planta e massa seca de nódulos (mg por planta) das cultivares de soja no estágio R2. Experimento na fazenda Primus Ipanema. Safra 2019/202.

Cultivares	Número de nódulos por planta	Massa de nódulos secos por planta (mg)
M 5917 IPRO	28	310
BRS 6970 IPRO	76	330
BRS 5980 IPRO	45	350
TMG 7058 IPRO	99	410
BMX GARRA IPRO (63I64RSF IPRO)	102	490
NA 5909 RG	57	270
BMX ZEUS IPRO (55I57RSF IPRO)	53	290
BRS 544RR	83	370
BRS 7780 IPRO	58	400
BMX COMPACTA IPRO (65i65RSF IPRO)	72	410
TMG 7061 IPRO	75	390
BRS 7581 RR	43	250
BRS 7380 RR	71	430
BRS 6203 RR	54	330
Média	65	359

Destaca-se que o tratamento das sementes com fungicidas, ou mesmo com micronutrientes, se constitui num dos grandes riscos à adequada nodulação das plantas. Estes tratamentos podem interferir na sobrevivência das bactérias, seja pela toxicidade, no caso dos fungicidas, ou excesso de salinidade, pelos micronutrientes (Hungria; Nogueira; 2020). Numa avaliação realizada na fazenda Sto. Amaro-Guandu na safra 2018/2019 constatou-se que sementes adquiridas já tratadas com fungicidas apresentaram intensa redução da nodulação das plantas, comparativamente com cultivares com sementes sem a presença de fungicidas. Um conjunto de cinco cultivares com sementes tratadas com fungicidas apresentou em média 5 nódulos por planta em R2-R3, ao passo que cultivares com sementes não tratadas com fungicidas apresentaram na mesma avaliação média de nódulos por planta superior a 30. Isso reforça a necessidade de uma inoculação de sementes bem-feita, que deve considerar aplicar no mínimo 4 doses de inoculante por ha, ou 1,2 milhão de células por sementes (Hungria; Nogueira; 2020). Para os solos do Norte Fluminense, onde ainda não há população de *Bradyrhizobium* estabelecida, a correta inoculação das sementes é fundamental para se ter boa nodulação das plantas que proporcione o aporte de nitrogênio necessário à cultura.

Resultados obtidos na safra 2021/2022

Na última safra (2021/2022) foram conduzidas avaliações em áreas da fazenda Abadia, na área experimental da PESAGRO-RIO e fazenda Primus Ipanema. Para estes experimentos foram utilizadas as cultivares BRS 5980IPRO, BRS 7981IPRO, M 5917 IPRO, 95R95 IPRO e BRS 317, que haviam apresentado bom desempenho em experimentos anteriores, além das cultivares BRS 517, BRS 519 e BRS 533, pela necessidade de mais avaliações de cultivares com maior precocidade.

No experimento da área da PESAGRO-RIO todas as nove cultivares de soja testadas apresentaram produtividade média de grãos de pelo menos 4.065 kg ha⁻¹, ou seja, ao menos 68 sacas por ha, sendo no mínimo 500 kg acima da média nacional (Tabela 10). As cultivares convencionais

Tabela 10. Produtividade e grãos de soja (kg ha^{-1}) em semeadura convencional e solo argiloso. Área de segundo plantio. Pesagro-Rio (CEPAAR), Campos dos Goytacazes, safra 2021/2022.

Cultivares	kg ha^{-1}	Sc/ha	Maturidade fisiológica (dias)
BRS 533	4.065 ^B	68	95
BRS 517	4.355 ^B	73	120
BRS 317	4.725 ^A	79	125
BRS 519	4.970 ^A	83	120
BRS 7981IPRO	4.985 ^A	83	130
BRS 5980IPRO	5.140 ^A	86	120
95R95 IPRO	5.145 ^A	86	125
M 5917 IPRO	4.910 ^A	82	130
NA 5909 RG	5.420 ^A	90	120
Média	4.857	81	-
C.V. (%)	5,45		-

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo método de agrupamento de Scott-Knott após análise de variância, a 5% de probabilidade.

BRS 533 e BRS 517 foram as que produziram menos em termos estatísticos, não havendo diferença entre as demais. Entretanto, vale destacar que a cultivar BR 533 fechou ciclo em apenas 95 dias, apresentando boa produtividade com alta precocidade, sendo 25 a 35 dias mais precoce que as demais cultivares. Esta precocidade é uma característica importante para a busca de genótipos que concluam o seu ciclo o mais rápido possível, antes da ocorrência de veranicos, que são frequentes no mês de janeiro.

Neste local foram realizadas comparações das cultivares sem irrigação e com irrigação (irrigação complementar com 50 mm) no mês de janeiro de 2022, por ocasião da estiagem. Sem irrigação, as quatro cultivares apresentaram produtividade média de grãos estatisticamente iguais, com média de 3.253 kg ha^{-1} (Tabela 11). Com a irrigação houve um aumento médio de produtividade de grãos da ordem de 800 kg ha^{-1} , havendo um aumento significativo para as cultivares BRS 5980IPRO, 95R95 IPRO (Tabela 11). Conforme observado na Tabela 3, nesta última safra, na segunda quinzena de janeiro, houve uma baixa quantidade de chuvas. Certamente a falta de chuvas se constituiu em deficiência hídrica à cultura, sobretudo pelo fato do solo desta área ser arenoso (Tabela 4), refletindo na redução da produtividade de grãos.

No experimento em Macaé, na safra 2021/2022, foram testadas as mesmas cultivares da fazenda Abadia, além do cultivar NA 5909 RG. A média geral de produtividade de grãos nesta área foi de cerca de 5.000 kg ha^{-1} , tendo as cultivares 95R95 IPRO, NA 5909 RG, M 5917 IPRO e BRS 5980IPRO produzido mais de 5.200 kg ha^{-1} (Tabela 12). A cultivar BRS 7981IPRO, que produziu na média 3.811 kg ha^{-1} neste experimento de Macaé, apresentou acamamento quase que total das plantas, mostrando que pode não se adaptar a solos de maior fertilidade e disponibilidade de água.

Desta forma, os melhores resultados entre todos os experimentos foram obtidos nos experimentos de Macaé, onde se observou produtividades superiores a 6.000 kg ha^{-1} , que se constitui numa excelente produtividade. De fato, os cultivos comerciais de soja nesta fazenda superaram em média 6.000 kg ha^{-1} , segundo relatos do produtor. O solo desta fazenda apresenta boa fertilidade natural com alto teor de matéria orgânica (Tabela 2). É um solo de textura média/argilosa/arenosa de baixada, com maior capacidade de retenção de água; além disso, há normalmente uma melhor distribuição de chuvas neste local, como observado nas últimas safras (Tabela 3).

Tabela 11. Produtividade de grãos de soja (kg ha⁻¹). Área de segundo cultivo. Semeadura sobre palhada, em solo arenoso. Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes, safra 2021/2022.

Cultivares	Irigado*		Não irrigado		Diferença		Maturidade fisiológica (dias)
	kg ha ⁻¹	Sc/ha	kg ha ⁻¹	Sc/ha	kg ha ⁻¹	Sc/ha	
BRS 5980 IPRO	4.370 ^{Aa}	73	3.563 ^{Ab}	59	807	13	120
BRS 7981 IPRO	3.592 ^{Ba}	60	2.795 ^{Aa}	47	797	13	125
M 5917 IPRO	3.588 ^{Ba}	57	3.403 ^{Aa}	60	-185	-3	125
95R95 IPRO	4.955 ^{Aa}	83	3.063 ^{Ab}	51	1.892	32	125
Média	4.080^a	68	3.253^b	54	3.312	55	-
C.V. (%)	19,06				-		-

*Irrigação complementar única, em janeiro, com 50mm de lâmina de água. Médias seguidas de mesma letra, maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo método de agrupamento Scott Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra, minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 12. Produtividade de grãos de soja (kg ha⁻¹). Área de segundo plantio. Plantio sobre palhada em solo de textura média. Fazenda Primus Ipanema, Macaé, safra 2021/2022.

Cultivares	kg ha ⁻¹	Sc/ha	Maturidade fisiológica (dias)
95R95 IPRO	5.374 ^A	90	130
NA 5909 RG	5.358 ^A	89	120
M 5917 IPRO	5.272 ^A	88	130
BRS 5980 IPRO	5.201 ^A	87	120
BRS 7981 IPRO	3.811 ^B	64	130
Média	5.003	83	-
C.V. (%)	6,64		-

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo método de agrupamento de Scott-Knott após análise de variância, a 5% de probabilidade.

Assim, as cultivares BRS 5980IPRO, 95R95 IPRO, M 5917 IPRO e NA 5909 RG, testadas em no mínimo nove experimentos, se destacaram quanto à estrutura de plantas e produtividade de grãos e, juntamente com as cultivares convencionais BRS 533, BRS 517, BRS 317, BRS 519, apresentaram boa adaptação ao Norte Fluminense.

Estimativa do custo de produção

Para a estimativa dos custos variáveis de produção foi utilizada como base uma área de cultivo comercial, safra 2021/2022, e teve como base os dados da CONAB (CONAB, 2022), os preços de produtos locais e a necessidade de insumos, maquinários e outras despesas para a cultura da soja (Tabela 13). A estimativa mostrou um custo de produção de R\$ 6.134,00 ha⁻¹, valor semelhante às principais regiões produtoras do país na mesma safra (CONAB, 2022). Certamente haverá um aumento significativo do custo de produção na safra 2022/2023, que pode superar 35%, mas este custo deverá ocorrer de forma semelhante em todas as regiões produtoras do país.

Considerando o preço pago a saca de soja de 60 kg, R\$ 160,00 em média nos últimos 48 meses, e a média de produtividade de grãos nacional (3.500 kg ha⁻¹), a estimativa de receita bruta seria de R\$ 9.300,00 com lucro líquido de R\$ 3.200,00 por hectare. Ademais, considerando-se os preços médios praticados em São Paulo em fevereiro de 2022, ao redor de R\$ 185,00 a saca de 60kg e a

Tabela 13. Estimativas do custo médio de produção de uma lavoura comercial de soja no Norte Fluminense, de acordo com gastos e preços para a safra 2021/2022.

Descrição	Unidade	Quant. por ha	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$ ha ⁻¹)
A) Insumos*				
¹ Calcário Dolomítico	t	2,00	55,0	110,0
Herbicida para dessecação (ROUNDUP ULTRA®)	kg	2,00	37,9	75,7
Fertilizante formulado 02-20-18	t	0,50	3.200,0	1.600,0
² Micronutrientes (FTE BR 12®)	t	0,05	200,0	10,0
Tratamento de semente (Cobalto + Molibdênio)	L	0,19	103,0	19,6
Inoculante	dose	5,00	30,6	152,8
³ Sementes	kg	62,00	3,5	217,0
Herbicida pós-emergente (ROUNDUP TRANSORB®)	L	2,00	26,5	53,0
Herbicida pós-emergente (SELECT®)	L	0,45	48,9	22,0
Óleo mineral (Assist®)	L	0,50	68,0	34,0
Inseticida (Karate Zeon 50 CS®)	L	0,10	290,0	29,0
Inseticida (Mospilan®)	L	0,15	410,0	61,5
Inseticida (Galil SC®)	L	0,30	282,0	84,6
Fungicida (Bravonil ultrex®)	L	1,50	240,0	360,0
Fungicida (Score®)	L	0,50	240,0	120,0
Herbicida dessecante (Reglone®)	L	1,50	47,5	71,2
Subtotal (insumos)				3.020,4
B) Operações com máquinas (combustível e máquinas terceirizados)				
¹ Distribuição de calcário	t	8	25,0	50,0
¹ Incorporação do calcário com grade de 32 polegadas	-	1	200,0	50,0
¹ Incorporação do calcário com grade de 28 polegadas	-	1	155,0	38,8
¹ Gradeação de nivelamento	-	1	120,0	30,0
Aplicação de herbicida para dessecação	-	1	25,0	25,0
Semeadura com adubação de base (02-20-18)	-	1	155,0	155,0
Aplicação de herbicida pós-emergente	-	1	25,0	25,0
1ª pulverização de inseticida	-	1	25,0	25,0
2ª pulverização de inseticida + fungicida	-	1	25,0	25,0
3ª pulverização de inseticida + fungicida	-	1	25,0	25,0
4ª pulverização com fungicida	-	1	25,0	25,0
Aplicação de herbicida para dessecação (Reglone®)	-	1	25,0	25,0
Colheita mecanizada	-	1	700,0	700,0
⁵ Transporte com caminhão até armazenagem	-	1	154,8	154,8
Subtotal (máquinas)				1.353,50

*Os preços dos insumos foram cotados em empresas agropecuárias da região, com valores cotados para compra à vista até 30/05/2021. 1) O preço total do calcário inclui o frete entregue na fazenda e teve seu valor dividido por 4, que é o efeito residual de no mínimo 4 anos deste insumo. 2) Considerando ser uma área nova que precisará ser aberta e corrigida sua fertilidade, estima-se pagar inicialmente 5 sacas/ha de soja com um preço próximo a 160 reais. 3) Foi considerado o preço da semente de soja transgênica peneira 5,5 com 90% de germinação e com uma densidade de plantas de 14 plantas m⁻¹. 4) As operações de aração e gradagem foram divididas por 10, pois espera-se que essas operações em sistema de plantio direto só se repitam depois de 10 anos. 5) Utilizou-se um valor médio gasto no Brasil, segundo CONAB (2022).

Tabela 13. Estimativas do custo médio de produção de uma lavoura comercial de soja no Norte Fluminense, de acordo com gastos e preços para a safra 2021/2022. (continuação)

Descrição	Unidade	Quant. por ha	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$ ha ⁻¹)
C) Outras despesas				
Análise de Solo	análise	1	32,00	32,0
² Arrendamento	R\$/ha	1	894,00	894,0
⁵ Seguro Agrícola	-	1	20,00	20,0
⁵ Mão de obra (permanente e temporária)	-	1	100,10	100,1
⁵ Combustível utilitários	-	1	20,00	20,0
⁵ Depreciação utilitários e benfeitorias	-	1	25,00	25,0
⁵ Assistência técnica	-	1	40,00	40,0
⁵ Despesas administrativas	-	1	380,00	380,0
⁵ Impostos e taxas	-	1	158,00	158,0
⁵ Classificação e beneficiamento	-	1	64,00	64,0
⁵ Armazenagem	-	1	27,00	27,0
Subtotal (outras despesas)				1.760,1
CUSTO TOTAL (A+B+C)				6.134,0

*Os preços dos insumos foram cotados em empresas agropecuárias da região, com valores cotados para compra à vista até 30/05/2021. 1) O preço total do calcário inclui o frete entregue na fazenda e teve seu valor dividido por 4, que é o efeito residual de no mínimo 4 anos deste insumo. 2) Considerando ser uma área nova que precisará ser aberta e corrigida sua fertilidade, estima-se pagar inicialmente 5 sacas/ha de soja com um preço próximo a 160 reais. 3) Foi considerado o preço da semente de soja transgênica peneira 5,5 com 90% de germinação e com uma densidade de plantas de 14 plantas m⁻¹. 4) As operações de aração e gradagem foram divididas por 10, pois espera-se que essas operações em sistema de plantio direto só se repitam depois de 10 anos. 5) Utilizou-se um valor médio gasto no Brasil, segundo CONAB (2022).

mesma produtividade média, o lucro líquido seria de R\$ 4.658,00. Com base nestas informações é possível deduzir o potencial da cultura, o retorno financeiro e a viabilidade econômica da cultura da soja no Norte Fluminense.

Em acréscimo às informações do parágrafo anterior, e tomando-se como base de cálculo as melhores cultivares avaliadas, com maior estabilidade de produção (Tabela 10, 11 e 12) e com produtividade média superando 80 sacas de soja por hectare, fica claro o elevado potencial da cultura em algumas áreas do Norte fluminense. Assim, observa-se a necessidade não só da seleção de cultivares com maior capacidade de adaptação, como dos melhores ambientes de produção e otimizar o manejo da cultura.

Considerações finais

Um estudo para levantamento de áreas com potencial para o cultivo da soja na região indicou haver mais de 320 mil ha de áreas com solos de classe com potencial para a cultura da soja (Zilli *et al.* 2021). Como a atividade mostra viabilidade econômica, há uma expectativa de que mais produtores rurais adotem o cultivo da soja, como indicado no documento “O Anuário do Agronegócio do Estado do Rio de Janeiro” (Zandonadi, 2022).

As melhores produtividades foram observadas em Macaé, onde há melhor distribuição de chuvas, cujos solos possuem um bom teor de matéria orgânica e melhor capacidade de retenção de água, sobretudo nos solos de várzeas. A quantidade de chuvas registradas para a região no período de

outubro a abril, que seria a safra principal, superou na maioria das vezes 700 mm, chegando a superar 1500 mm, o que em teoria atenderia a exigência de água para a cultura, que varia entre 450 a 800 mm/ciclo (Neumaier *et al.*, 2020). Porém, o ponto crítico é a má distribuição destas chuvas em Campos dos Goytacazes, com veranicos recorrentes entre janeiro e fevereiro, o que tende a não ocorrer em Macaé. Em Campos dos Goytacazes, a distribuição de chuvas parece ser ainda mais irregular na área de tabuleiro (solos com menor capacidade de retenção de água e menos férteis) do que no solo de baixada, sendo que, é justamente no tabuleiro onde se encontra a maior concentração de Argissolos e Latossolos. Estas observações demonstram a necessidade da introdução de práticas agrícolas que permitam manter a umidade do solo, como por exemplo o uso de plantio direto sobre a palhada, entre outras. A irrigação, quando possível, reduzirá os riscos de frustração por conta de déficit hídrico.

Vale lembrar que muitas das áreas na atualidade se encontram com produção de bovinos, o que faz acreditar que a introdução de grãos, como a soja, possa ser uma alternativa de integração lavoura-pecuária, onde a lavoura auxiliaria na melhoria da pastagem. Seria possível ainda, a integração da lavoura e pecuária com o componente florestal, trazendo ainda mais vantagens às propriedades agrícolas pela provisão de serviços ambientais.

Nos experimentos realizados entre as safras de 2017/2018 e 2021/2022 foram avaliadas 54 cultivares de soja já recomendadas para regiões de produção de soja do Brasil. Ao menos duas dezenas delas mostraram alguma adaptação às condições da Região Norte Fluminense, proporcionando uma produtividade de grãos acima da média nacional. Os maiores destaques foram as cultivares transgênicas BRS 5980IPRO, 95R95 IPRO, M 5917 IPRO e NA 5909 RG e as convencionais BRS 533, BRS 517, BRS 317, BRS 519, que mostraram arquitetura de plantas e produtividade de grãos adequados. Muitas destas cultivares, além de algumas que foram testadas apenas pontualmente, chegaram a produzir mais de 6.000 kg ha⁻¹. Com base neste estudo inicial é possível perceber que as maiores produtividades foram obtidas com cultivares com ciclo local inferior a 120 dias. A determinação das cultivares mais bem adaptadas a esse ambiente produtivo será um processo contínuo e dependente dos diversos fatores locais de produção.

Ajustes fitotécnicos ainda deverão ser realizados à medida que a cultura avançar nessa região. Estes ajustes devem ser acompanhados da capacitação e treinamento de agricultores e extensionistas, acelerando a adoção de boas práticas de produção de uma forma geral.

Agradecimentos

Agradecemos aos parceiros das fazendas Abadia, Airizes, Cupim, Fazenda Sto. Amaro-Guandu e Primus Ipanema. Em especial aos senhores Nelson Lamego, Wellington Pereira, Willy Pedro Vasconcellos Prellwitz, Jonas Kluppel Figueira Rodrigues e Daniele de Latorre Pereira. Agradecemos a colaboração dos pesquisadores Cesar de Castro, Sérgio Luiz Gonçalves, José Renato Bouças Farias, José Salvador Simoneti Fologi e Jair Felipe Garcia Pereira Ramalho.

Agradecemos também à Faperj pelo apoio financeiro, especialmente pela concessão de bolsas de Pós-doutorado e Cientista de Nosso Estado; à Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes – ANPII, e ao CNPq, pelas bolsas de produtividade em pesquisa aos pesquisadores envolvidos e ao programa INCT-Micro-Agro (CNPq 465133/2014–2, Fundação Araucária-STI-043/2019, CAPES).

Referências

- BATISTA, J. N.; SILVA, E.; SOUZA, E. W. S.; DA SILVA, R. K. G.; MENDONÇA, L. P.; CRUZ, D.; ROCHA, R. S.; ENTRINGER, G. C.; GUARESCHI, R. F.; DE SOUZA FILHO B.; F. JANTALIA, C. P.; ZILLI, J. E.; GRAVINA, G. A. **Avaliação de cultivares de soja quanto à fixação biológica do nitrogênio na região Norte Fluminense**. Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica (CONFLICT) 2020. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2020. Disponível em: <https://proceedings.science/conflict-conpg-2020/papers/avaliacao-de-cultivares-de-soja-quanto-a-fixacao-biologica-do-nitrogenio-na-regiao-norte-fluminense?lang=pt-br>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **PIB do agronegócio do estado do Rio de Janeiro, de 2017 a 2020**: ano base e evolução 2017-2020. Piracicaba, 2021. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relat%C3%B3rio%20PIB%20do%20Agroneg%C3%B3cio%20do%20Rio%20de%20Janeiro_FINAL_dez21.pdf. Acesso em: 25 jul. 2022.
- CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; WITTERN, K. P.; LEMOS, A. L.; SANTOS, R. D. dos; CALDERANO FILHO, B.; MOTHCI, E. P.; LARACH, J. O. I.; CONCEIÇÃO, M. da; TAVARES, N. P.; SANTOS, H. G. dos; GOMES, J. B. V.; CALDERANO, S. B.; GONCALVES, A. O.; MARTORANO, L. G.; BARRETO, W. de O.; CLAESSEN, M. E. C.; PAULA, J. L. de; SOUZA, J. L. R. de; LIMA, T. da C; ANTONELLO, L. L.; LIMA, P. C. de; OLIVEIRA, R. P. de; AGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S. de; CHAFFIN, C. E. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 245 p. il., color. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 32). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1037806>. Acesso em: 28 jun. 2022.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série Histórica - Cana-de-açúcar - Área total - 1997 a 2022**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2022^a Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/892-cana-de-acucar-area-total>. Acesso em: 05 jun. 2022.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série Histórica - Custos - Soja - 1997 a 2022**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2022^b. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-Producao/itemlist/category/824-soja>. Acesso em: 24 jun. 2022.
- EMATER-RJ. **Bovinocultura: pecuária de leite/corte**. Rio de Janeiro, 2018. 18 p. Disponível em: www.emater.rj.gov.br/areaTecnica/Bovi2018.pdf. Acesso em: 24 jun. 2021.
- GARCIA, R. A.; RICHETTI, A. **Comparação técnico-econômica entre soja convencional e Intacta (IPRO) em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018. 9 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 233).
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. **Fixação biológica de nitrogênio**. In: In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (Ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17) p. 185-196.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET (BDMEP)**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 20 jun. 2022.
- JUSTINIANO, W. Principais pragas iniciais para as culturas de soja e milho. **Informativo de Desenvolvimento Tecnológico**, 2014. http://www.roundupreadyplus.com.br/2018/wp-content/themes/rrplus/assets/boletins/artigo_10.pd. Acesso em: 24 jun. 2022.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special report, 80).
- FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F. DE C.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H. C. DOS.; PEREIRA, M. G.; LIMA, E.; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, M. B. C.; LEAL, M. A. DE A. CAMPOS, D. V. B. POLIDORO, J. C. **Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro**. Brasília, DF: Embrapa; Seropédica, RJ: Editora Universidade Rural, 2013. 430 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/963089>. Acesso em: 05 ago. 2022.
- KASTER, M.; FARIAS, J. R. B. **Regionalização dos testes de valor de cultivo e uso e da indicação de cultivares de soja - terceira Aproximação**. Londrina: Embrapa Soja, 2012.
- NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; MERTZ-HENNING, L. M.; FOLONI, J. S. S.; MORAES, L. A. C.; GONCALVES, S. L. **Ecofisiologia da soja**. In: In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (Ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17). p. 33-54.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181677/1/SIBCS-2018-ISBN-9788570358172.epub>. Acesso em: 29 jun. 2022.

SANTOS, R. D. dos; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 101 p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181493/1/Manual-de-Metodos-de-Analise-de-Solo.epub>. Acesso em: 29 jun. 2022.

ZANDONADI, F. **Tecnologia e inovação: soja avança no Rio de Janeiro**. In: ANUÁRIO DO AGRONEGÓCIO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. 2022. Disponível em: [Disponível em: https://conexaosafra.com/especial/rio-de-janeiro/](https://conexaosafra.com/especial/rio-de-janeiro/). Acesso em: 24 jun. 2022.

ZILLI, J. E.; PACHECO, R. S.; GIANLUPPI, V.; SMIDERLE, O. J.; URQUIAGA, S.; HUNGRIA, M. Biological N₂ fixation and yield performance of soybean inoculated with *Bradyrhizobium*. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 119, p. 323–336. 2021. <https://doi.org/10.1007/s10705-021-10128-7>.

ZILLI, J. E.; POLIDORO, J. C.; ALVES, B. J. R.; LUMBRERAS, J. F. (ed.). **Produção da soja e do milho como um caminho para o desenvolvimento do agronegócio da Região Norte Fluminense**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2021. 44 p. (Embrapa Solos. Documentos, 221). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223075/1/CNPS-DOC-221-2021.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2022.

Embrapa

Agrobiologia

