

N-verde substitui parte do N-mineral na produção de laranjeira 'Pera'



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

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
139**

**N-verde substitui parte do N-mineral
na produção de laranja 'Pera'**

*Ana Lúcia Borges
Francisco Alisson da Silva Xavier
José Eduardo Borges de Carvalho*

**Embrapa Mandioca e Fruticultura
Cruz das Almas, BA
2022**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 07
44380-000, Cruz das Almas, Bahia
Fone: 75 3312-8048
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Presidente
Eduardo Chumbinho de Andrade

Secretária-executiva
Maria da Conceição Pereira da Silva

Membros
*Ana Lúcia Borges, Áurea Apolinário de
Albuquerque Gerum, Cinara Fernanda Garcia
Morales, Harllen Sandro Alves Silva, Herminio
Souza Rocha, Jailson Lopes Cruz, José
Eduardo Borges de Carvalho, Paulo Ernesto
Meissner Filho, Tatiana Goes Junghans*

Supervisão editorial
Eduardo Chumbinho de Andrade

Revisão de texto
Alessandra Angelo

Normalização bibliográfica
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
*Anapaula Rosário Lopes
Andreza dos Santos Lima*

Foto da capa
Ana Lúcia Borges

1ª edição
Publicação digital (2022): PDF

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 Mandioca e Fruticultura

Borges, Ana Lúcia.

N-verde substitui parte do N-mineral na produção de laranja 'Pera' /
Ana Lúcia Borges, Francisco Alisson da Silva Xavier, José Eduardo Borges
de Carvalho. – Cruz das Almas, BA : Embrapa Mandioca e Fruticultura,
2022.

PDF (30 p.) : il. color – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento /
Embrapa Mandioca e Fruticultura, ISSN 1809-5003 ; 139).

1. Citrus. 2. Planta cítrica. 3. Espécie vegetal. I. Título. II. Série.

CDD 641.343 04

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	13
Conclusões.....	28
Agradecimento	29
Referências	29

N-verde substitui parte do N-mineral na produção de laranjeira ‘Pera’

Ana Lúcia Borges¹

Francisco Alisson da Silva Xavier²

José Eduardo Borges de Carvalho²

Resumo – O nitrogênio (N), após o cálcio, é o nutriente mais acumulado pela planta cítrica que exporta grande quantidade, até 2,4 kg de N por tonelada de frutos. As fontes mais utilizadas são o N-mineral que além da dependência de importação, estão sujeitos a perdas, principalmente por volatilização e lixiviação. Assim, a busca por fontes orgânicas nitrogenadas é fundamental para reduzir perdas, como também a alta dependência externa. O trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho na produção da laranjeira ‘Pera’ em pomar adubado com espécies vegetais (N-verde) e ureia (N-mineral), bem como seus efeitos em atributos químicos do solo e teor de N nas folhas. O experimento foi conduzido em um pomar comercial de laranjeira ‘Pera’, enxertada em limoeiro-cravo, em um Argissolo Amarelo, franco arenoso, no espaçamento de 6 m x 4 m, no município de Rio Real, BA. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, em parcelas subdivididas, com as seguintes espécies vegetais (N-verde) nas parcelas: 1) feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); 2) crotalária-ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*); 3) gramínea *Urochloa decumbens*; 4) gramínea *U. ruziziensis*; e 5) vegetação natural; nas subparcelas foram aplicados o N-mineral na forma de ureia, nas seguintes quantidades, em kg ha⁻¹: 1) 0 ou ausência; 2) 50; 3) 100; 4) 200. As leguminosas foram plantadas anualmente, a lanço, nas entrelinhas do pomar e roçadas no florescimento; as gramíneas, já presentes na área, foram roçadas quando a altura atingia 60 cm. A fitomassa das espécies após a roçagem foi mantida na superfície do solo. Nas colheitas das laranjeiras ‘Pera’ dos três anos (2019, 2020 e 2021) foram avaliadas o número de frutos por planta, a massa média do fruto (g) e a produtividade estimada (t ha⁻¹).

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

Os dados foram submetidos à análise de variância; as médias obtidas nas parcelas dos adubos verdes foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e a regressão polinomial realizada para doses de N-mineral nas espécies de adubo verde quando significativas. Para cada adubo verde (fonte de N-verde) foi feita a comparação entre os anos. De acordo com os resultados, a laranjeira 'Pera' não respondeu ao N-mineral com a fonte de N-verde proveniente do feijão-de-porco; a *Crotalaria ochroleuca* (produtividade estimada de 30,4 t ha⁻¹ com 92 kg ha⁻¹ de N-mineral) e as gramíneas podem substituir até 50% do N-mineral; a 2ª colheita (2020) proporcionou menor número de frutos e produtividade estimada, porém maiores massas médias dos frutos de laranjeira 'Pera'; os teores de matéria orgânica e os valores de CTC do solo ficaram abaixo do recomendado para a cultura, porém nas gramíneas *U. decumbens* e *U. ruziziensis*, os valores mostraram-se acima da média dos demais adubos verdes; os teores foliares apresentaram-se elevados e aumentaram com as doses de N-mineral aplicadas, notadamente, na 2ª amostragem (2021).

Termos para indexação: citros, adubação verde, *Canavalia ensiformis*, crotalária-ochroleuca, gramíneas, *U. decumbens*, *U. ruziziensis*.

N-green replaces part of the N-mineral for 'Pera' orange tree production

Abstract – Nitrogen (N), after calcium, is the nutrient most accumulated by citrus plant that exports large amounts, up to 2.4 kg of N per ton of fruit. The most used sources are N-mineral which, in addition to dependence on imports, are subject to losses, mainly due to volatilization and leaching. Thus, the search for organic nitrogen sources is essential to reduce losses, as well as the high external dependence. The objective of this work is to evaluate the performance in the production of 'Pera' orange in an orchard fertilized with plant species (N-green) and urea (N-mineral), as well as their effects on soil chemical attributes and N content in the leaves. The experiment was carried out in a commercial orchard of 'Pera' orange, grafted on rangpur lime, in a sandy loam Yellow Argisol, with a spacing of 6 m x 4 m, in the municipality of Rio Real, BA. The experimental design was in randomized blocks with four replications, in split plots, with the following plant species (N-green) in the plots: 1) jack bean (*Canavalia ensiformis*); 2) sunn hemp (*Crotalaria ochroleuca*); 3) *Urochloa decumbens* grass; 4) *U. ruziziensis* grass and 5) natural vegetation; N-mineral in the form of urea was applied to the subplots, in the following amounts, in kg ha⁻¹: 1) 0 or absence; 2) 50; 3) 100; 4) 200. Legumes were planted annually, by broadcast, between the lines of the orchard and mowed at flowering; the grasses, already present in the area, were mowed when the height reached 60 cm. The phytomass of the species after mowing was maintained on the soil surface. In the three years harvest of 'Pera' orange trees (2019, 2020 and 2021) the number of fruits per plant, the average fruit mass (g) and the estimated productivity (t ha⁻¹) were evaluated. Data were submitted to analysis of variance; the averages obtained in the green manure plots were compared by the Tukey test ($p < 0.05$) and the polynomial regression performed for N-mineral doses in the green manure species when significant. For each green manure (source of N-green) a comparison was made between the years. The results showed that the 'Pera' orange trees did not respond to N-mineral with the source of N-green from jack bean; *Crotalaria ochroleuca* (estimated yield of 30.4 t ha⁻¹ with 92 kg ha⁻¹ of N-mineral) and grasses can replace up to 50% of N-mineral; the 2nd harvest (2020) provided lower number of fruits and estimated yield, but higher average fruit mass of 'Pera' orange trees; the contents of organic matter and the values of CEC of the soil were

below the recommended for the crop, however in the grasses *U. decumbens* and *U. ruzizensis* the values were above the average of the other green manures; the foliar contents were high and increased with the N-mineral doses applied, notably in the 2nd sampling (2021).

Index terms: citrus, green manure, *Canavalia ensiformis*, crotalária-ochroleuca, grasses, *Urochloa decumbens*, *Urochloa ruzizensis*.

Introdução

A citricultura no estado da Bahia representou em 2021 a 2ª maior área colhida (49.167 ha) e a 4ª maior produção (594.184 t) de laranja do país, porém com baixa produtividade (12,1 t ha⁻¹). O município de Rio Real tem a maior produção (247.773 t) e área colhida (17.510 ha) do Estado (IBGE, 2021).

O nitrogênio (N), após o cálcio, é o nutriente mais acumulado pela planta cítrica que exporta grande quantidade, chegando a 2,4 kg de N por tonelada de frutos. Assim, para uma produtividade de 40 t ha⁻¹, a exportação de N é de 96 t ha⁻¹ (Bataglia et al., 1977; Paramasivan et al., 2000).

O N é componente de proteínas, ácidos nucleicos, clorofila e participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (Cantarella, 2007). A maior parte do N do solo está presente na matéria orgânica ou nos organismos vivos. Este nutriente pode entrar no sistema solo-planta pela atmosfera (como N₂, molécula estável, que representa 78% dos gases da atmosfera), pela fixação biológica (por meio dos microrganismos do solo) e adubações químicas e orgânicas (Cantarella, 2007).

Em laranja 'Pera', Sobral et al. (2000), estudando três doses de N (0, 150 e 300 kg ha⁻¹) na forma de ureia, em um Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros, verificaram redução da massa média do fruto, porém sem efeito na qualidade (sólidos solúveis, acidez total e relação sólidos acidez). Segundo Legaz et al. (1995), as plantas cítricas armazenam o nitrogênio nos troncos e ramos e utilizam o nutriente na fase de brotação. No estado do Pará, em Latossolo Amarelo distrófico, Veloso et al. (2006), estudando quatro doses de N de 0 a 102,6 kg ha⁻¹ no primeiro ano e de 0 a 136,8 kg ha⁻¹ no segundo ano, na forma de ureia, constataram efeito quadrático para a dose de N na produção (frutos por planta e produtividade) com 68,4 kg ha⁻¹, considerada a dose suficiente para atender à demanda de N da laranja 'Pera'. Verificaram também que os teores de N nas folhas aumentaram linearmente com a aplicação das doses de N.

O N é um nutriente utilizado em grandes quantidades na agricultura, representando cerca de 60% do consumo mundial de fertilizantes. E nas plantas cítricas adultas, as doses podem chegar a 220 kg ha⁻¹ e, na grande maioria, é usada a forma mineral, cuja dependência de importação das fontes de outros

países é maior que 80%. Os fertilizantes nitrogenados representaram 35% do volume total importado, correspondendo a 8,77 milhões de toneladas (Brasil, 2020; Borges et al., 2021).

As fontes nitrogenadas sofrem perdas de N devidas a volatilização, lixiviação, desnitrificação, erosão e imobilização pela biomassa microbiana. Assim, o que não é absorvido é perdido no sistema solo-planta-ambiente e esse balanço define a eficiência de uso desse nutriente pelas plantas (Alva et al., 2006). Estudo com a ureia aplicada ao solo mostrou que suas perdas podem chegar a mais de 50%, dependendo do teor de água e da mineralogia da fração argila do solo (Costa et al., 2004). Por isso, manejos no campo são recomendados para reduzir as perdas por volatilização, como, por exemplo, substituir parte da ureia pelo sulfato de amônio, aplicar a ureia por fertirrigação e realizar irrigação com uma lâmina de água de 15 mm logo após a adubação (Petrobrás, 1999).

Portanto, a busca por fontes orgânicas nitrogenadas é fundamental para reduzir perdas, como também a alta dependência de importação de adubos químicos na citricultura. Os adubos verdes (fontes orgânicas de N) incorporam matéria orgânica e disponibilizam N e outros nutrientes para as plantas, podendo, deste modo, reduzir a aplicação dos diversos adubos minerais. Logo, identificar espécies vegetais, tais como gramíneas, leguminosas e outras, capazes de incorporar N ao solo (N-verde) é uma estratégia para esta finalidade. Leguminosas como o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e crotalárias podem incorporar de 80 kg ha⁻¹ a 450 kg ha⁻¹ de N, dependendo do manejo adotado (Wutke et al., 2014). Acredita-se que espécies de adubos verdes poderão substituir parte da adubação nitrogenada mineral no cultivo de diversas espécies, inclusive da laranjeira 'Pera'. Em Argissolo Amarelo distrófico do estado de Sergipe, Anjos et al. (2006) constataram, em laranjeira, que o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e a crotalária-júncea substituíram 50% do N mineral (ureia) obtendo-se produtividades médias anuais de 41,5 e 44,0 t ha⁻¹, respectivamente. As laranjeiras, além dos fertilizantes nitrogenados, utilizam as reservas de N assimiladas na matéria orgânica e o N remobilizado a partir das folhas (Boaretto et al., 2007).

Com relação aos efeitos nos atributos químicos do solo, Arantes et al. (2012) verificaram na camada de 0 a 10 cm aumentos nos teores de matéria orgânica do solo nas coberturas vegetais com feijão-de-porco, mucuna-preta

e guandu-anão em relação ao solo descoberto; e aumento da CTC na camada de 0 a 5 cm com crotalária-júncea e feijão-de-porco também em relação ao solo descoberto. Silva et al. (2002) mostraram produção significativa de fitomassa das espécies vegetais e incorporação de nutrientes pela crotalária-júncea e feijão-de-porco, respectivamente, de 183,4 kg ha⁻¹ e 169,4 kg ha⁻¹ de N.

O trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho na produção de laranja 'Pera' em pomar adubado com espécies vegetais (N-verde) e ureia (N-mineral), bem como seus efeitos em atributos químicos do solo e teor de N nas folhas das laranjeiras.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em um pomar de laranja 'Pera', enxertada em limoeiro-cravo, com 14 anos de idade, em um Argissolo Amarelo, franco arenoso (831 g kg⁻¹ de areia e 123 g kg⁻¹ de argila), no espaçamento de 6 m x 4 m, em área comercial, no município de Rio Real, BA. No início do experimento, amostras de solo foram coletadas na zona de coroamento das plantas e apresentaram os seguintes atributos químicos, na profundidade de 0-20 cm: pH (água) = 5,3; P (Mehlich-1) = 20,8 mg dm⁻³; K = 0,07 cmol_c dm⁻³; Ca = 1,02 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,36 cmol_c dm⁻³; CTC = 4,10 cmol_c dm⁻³; V = 36%; M.O. = 13,2 g kg⁻¹; e na profundidade de 20-40 cm: pH (água) = 5,2; P (Mehlich-1) = 10,4 mg dm⁻³; K = 0,05 cmol_c dm⁻³; Ca = 0,72 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,30 cmol_c dm⁻³; CTC = 3,74 cmol_c dm⁻³; V = 30%; M.O. = 11,0 g kg⁻¹. A quantidade de calcário aplicada foi calculada para elevar a saturação por bases do solo para 70%.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, em parcelas subdivididas, com as espécies de adubos verdes (N-verde) nas parcelas: 1) feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); 2) crotalária-ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*); 3) gramínea *Urochloa decumbens*; 4) gramínea *U. ruziziensis*; 5) vegetação natural (predomínio de *U. decumbens*). Cada parcela foi subdividida em quatro subparcelas com N-mineral na forma de ureia: 1) 0 ou ausência; 2) 50 kg ha⁻¹; 3) 100 kg ha⁻¹; 4) 200 kg ha⁻¹. As leguminosas foram plantadas anualmente, nos meses de maio e junho, a lanço, nas entrelinhas do pomar e roçadas no florescimento; as gramíneas, presentes na área, foram roçadas quando a altura atingia

60 cm. Após a roçagem, a fitomassa das espécies foi mantida na superfície do solo. A parcela útil foi constituída por quatro plantas úteis (96 m²), tendo-se bordaduras duplas entre parcelas e simples entre subparcelas. As adubações minerais de P (40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo) e K (120 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl) e os tratos culturais do pomar seguiram o cronograma do produtor.

As colheitas nos três anos foram realizadas nos meses de março, maio e julho em 2019; janeiro e agosto em 2020; e fevereiro e setembro em 2021, computando-se o número de frutos por planta (NFP), a massa média do fruto (g) e a produtividade estimada (t ha⁻¹). No ano de 2019, perdeu-se a parcela com vegetação natural.

Os dados foram submetidos à análise de variância; as médias dos adubos verdes foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e realizada regressão polinomial para doses de N-mineral em cada adubo verde, quando foram significativas. As médias dos atributos de produção entre os três anos de colheita, dentro de cada adubo verde, foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Amostras de solo nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, em três repetições, foram coletadas, aproximadamente, aos oito meses após o plantio dos adubos verdes (junho/2018, replantio em setembro/2018, maio/2019 e junho/2020), nos anos de 2019 e 2021 na projeção da copa e avaliados a capacidade de troca catiônica (CTC) e o teor de matéria orgânica (MOS). Os valores médios desses atributos químicos foram comparados com os teores adequados para a cultura.

Na primeira e terceira colheitas, cinco meses após a última adubação nitrogenada, juntamente das amostras de solo, foram coletadas folhas das laranjeiras 'Pera' para determinação do teor de N. Coletaram-se amostras em três blocos, na altura média de 1,50 m, a 3^a ou 4^a folha em ramos sem frutos, a partir da ponta do galho, totalizando quatro folhas por planta em cada ponto cardeal. Os teores de N foram comparados com os valores recomendados para a cultura (Borges et al., 2021).

Após o primeiro plantio das espécies de adubo verde, foi realizada a avaliação da fitomassa, a determinação dos nutrientes e o cálculo das quantidades acumuladas de macronutrientes (Tabelas 1 e 2.)

Tabela 1. Concentrações de macronutrientes na fitomassa dos adubos verdes utilizados como fontes de N-verde. Rio Real, BA. 2019.

Adubo verde	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformis</i>)	28,68	4,14	22,25	17,51	2,88	1,37
Crotalária-ochroleuca	16,90	4,11	29,38	6,75	3,26	1,15
<i>Urochloa decumbens</i>	11,82	2,37	16,88	5,29	2,27	1,31
<i>U. ruziziensis</i>	13,98	2,50	18,00	7,45	3,23	2,18
Vegetação natural	14,36	3,39	26,00	6,25	3,07	1,72
Média	17,15	3,30	22,50	8,65	2,94	1,55

Tabela 2. Fitomassa seca (FS) e acúmulo de macronutrientes nos adubos verdes utilizados como fontes de N-verde. Rio Real, BA. 2019.

Adubo verde	FS	C/N ¹	N	P	K	Ca	Mg	S
	t ha ⁻¹		kg ha ⁻¹					
Feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformis</i>)	2,4	10-16	68,8	9,9	53,4	42,0	6,9	3,3
Crotalária-ochroleuca	3,2	17-19	54,1	13,2	94,0	21,6	10,4	3,7
<i>Urochloa decumbens</i>	19,6	31-33	231,7	46,4	330,8	103,7	44,5	25,7
<i>U. ruziziensis</i>	9,6	31-33	134,2	24,0	172,8	71,5	31,0	21,0
Vegetação natural	6,0	31-33	86,2	20,3	156,0	37,5	18,4	10,3
Média	8,2		115,0	22,8	161,4	55,3	22,2	12,8

¹ Gama-Rodrigues et al. (2007); Wutke et al. (2014).

Resultados e Discussão

1) Produção da laranjeira 'Pera'

Os atributos de produção avaliados mostram efeitos do adubo verde nas duas primeiras colheitas (2019 e 2020), porém na 3ª colheita o efeito ocorreu apenas para massa média do fruto (Tabela 3). Quanto à dose de N-mineral, esta foi significativa para número de frutos (NFR) na 1ª e 3ª colheitas (2019

e 2021); já para massa média do fruto apenas na 2ª colheita (2020) e para produtividade na 2ª e 3ª colheitas (2020 e 2021) (Tabela 3). Houve interação significativa entre adubos verdes x doses de N-mineral, exceto para NFR na 1ª colheita (2019) (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância com Quadrado Médio dos dados do número de frutos (NFR), massa média do fruto (MMF, g) e produtividade estimada (PRD, t ha⁻¹) de laranja 'Pera' nas colheitas de 2019, 2020 e 2021. Rio Real, BA.

FV	NFR	MMF	PRD
2019 – 1ª colheita			
Bloco	9.778	298	17.849
Adubo verde	64.733**	1.872**	73.656**
Erro a	899	52	3.193
Dose N	5.592*	7,5 ^{ns}	11.514 ^{ns}
Adubo verde x dose N	2.998 ^{ns}	969**	31.550**
Erro b	1.937	89	5.798
Média	316,2	123,9	16,1
CV1 (%)	9,48	5,90	11,35
CV2 (%)	13,92	7,75	15,29
2020 – 2ª colheita			
Bloco	935	804	2.215
Adubo verde	9.420**	3.484**	70.860**
Erro a	1.657	316	10.546
Dose N	2.104 ^{ns}	1.418**	31.726*
Adubo verde x dose N	4.882**	3.377**	28.169**
Erro b	1.207	321	9.336
Média	129,5	230,5	12,2
CV1 (%)	33,18	7,79	28,44
CV2 (%)	28,31	7,85	26,76
2021 – 3ª colheita			
Bloco	2.948	156	15
Adubo verde	5.265 ^{ns}	873**	27 ^{ns}
Erro a	6.920	146	42
Dose N	17.916*	96 ^{ns}	114*
Adubo verde x dose N	21.515**	773**	121**

Tabela 3. Continuação.

FV	NFR	MMF	PRD
2021 – 3ª colheita			
Erro b	6.584	201	38
Média	319,0	186,1	24,5
CV1 (%)	26,76	6,46	27,04
CV2 (%)	26,10	7,58	25,73

Os valores seguidos por **, * e ns indicam, respectivamente, significância a $p < 0,01$, $p < 0,05$ ou e não significativo pelo teste F.

a) Número de frutos por planta

Na primeira colheita em 2019, para número de frutos (NFR) por planta não houve interação significativa entre adubos verdes e doses de N-mineral (Tabela 3). Porém, o efeito isolado indicou que no feijão-de-porco e na crota-lária o NFR não diferiu, com média de 368, que foi superior ao cultivado com as gramíneas. Na gramínea *U. ruziziensis*, o NFR por planta (239) foi o menor entre os adubos verdes (Tabela 4).

Tabela 4. Número de frutos por planta em função das doses de N-mineral e fontes de adubo verde. Rio Real, BA. 2019, 2020 e 2021.

Adubo verde	Dose de N-mineral (kg ha ⁻¹)				Média
	0	50	100	200	
2019 – 1ª colheita					
Feijão-de-porco	399,3	412,6	345,9	353,8	377,9 a
<i>C. ochroleuca</i>	364,9	362,6	368,6	332,9	357,2 a
<i>U. decumbens</i>	256,4	330,6	329,2	247,1	290,8 b
<i>U. ruziziensis</i>	256,5	244,1	220,2	234,2	238,7 c
Média	319,2	337,5	316,0	292,0	
Dose de N-mineral (kg ha⁻¹)					
	0	50	100	200	
2020 – 2ª colheita					
Feijão-de-porco	128,5 a	128,2 ab	134,6 abc	91,5 a	
<i>C. ochroleuca</i>	70,9 a	85,1 b	68,9 c	145,0 a	

Tabela 4. Continuação.

Adubo verde	Dose de N-mineral (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	200
2020 – 2ª colheita				
<i>U. decumbens</i>	142,1 a	87,4 b	100,1 bc	148,5 a
<i>U. ruziziensis</i>	97,6 a	125,3 ab	152,8 ab	105,8 a
Vegetação natural	100,7 a	195,1 a	201,1 a	144,7 a
Média	108,0	124,2	114,1	127,1
2021 – 3ª colheita				
Feijão-de-porco	285,6 a	271,4 a	355,3 a	282,8 ab
<i>C. ochroleuca</i>	286,6 a	372,0 a	346,9 ab	210,6 b
<i>U. decumbens</i>	201,5 a	415,1 a	355,5 a	370,9 ab
<i>U. ruziziensis</i>	296,8 a	282,2 a	386,1 a	328,6 ab
Vegetação natural	261,0 a	307,8 a	189,5 b	410,7 a
Média	266,3	329,7	326,7	320,7

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, dentro de cada ano e dose, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na colheita de 2020, não houve efeito do adubo verde na ausência e dose de 200 kg ha⁻¹ de N, com médias de NFR, respectivas, de 108,0 e 127,1. Nas doses de 50 kg ha⁻¹ e 100 kg ha⁻¹ de N-mineral, as gramíneas *U. decumbens* e *U. ruziziensis* não diferiram do feijão-de-porco, com médias de 149,5 e 162,8 frutos por planta de laranja 'Pera', respectivamente (Tabela 4). Apesar de o feijão-de-porco apresentar maior concentração de N (Tabela 1), as gramíneas contaram com maior acúmulo de N e de outros nutrientes devido à maior produção de fitomassa (Tabela 2). Por outro lado, nestas duas doses, na vegetação natural foi superior o NFR do que na *C. ochroleuca* e na gramínea *U. decumbens*, mesmo com maior acúmulo de N na *U. decumbens* (Tabelas 3 e 2). Vale lembrar que as laranjeiras utilizam as reservas de N assimiladas na matéria orgânica do solo e também remobilizado a partir das folhas (Boaretto et al., 2007).

Na 3ª colheita (2021), não houve efeito do adubo verde na ausência de N e na dose de 50 kg ha⁻¹ de N, com médias respectivas de 266,3 e 329,7 frutos. Com a dose de 200 kg ha⁻¹ de N, as laranjeiras produziram 95% mais frutos na vegetação natural do que na *C. ochroleuca*. Enquanto na dose de 100 kg ha⁻¹ de N, o NFR na vegetação natural foi inferior ao feijão-de-porco e as duas gramíneas (*U. decumbens* e *U. ruziziensis*) (Tabela 4).

O efeito do N-mineral na 1ª colheita (2019), mostrou quantidade máxima de NFR por planta (327) na dose de 50,4 kg ha⁻¹ de N-mineral (Figura 1), independentemente da fonte do adubo verde, indicando uma redução que pode chegar a 170 kg ha⁻¹ de N, considerando a recomendação de adubação nitrogenada para as plantas cítricas (Borges et al., 2021).

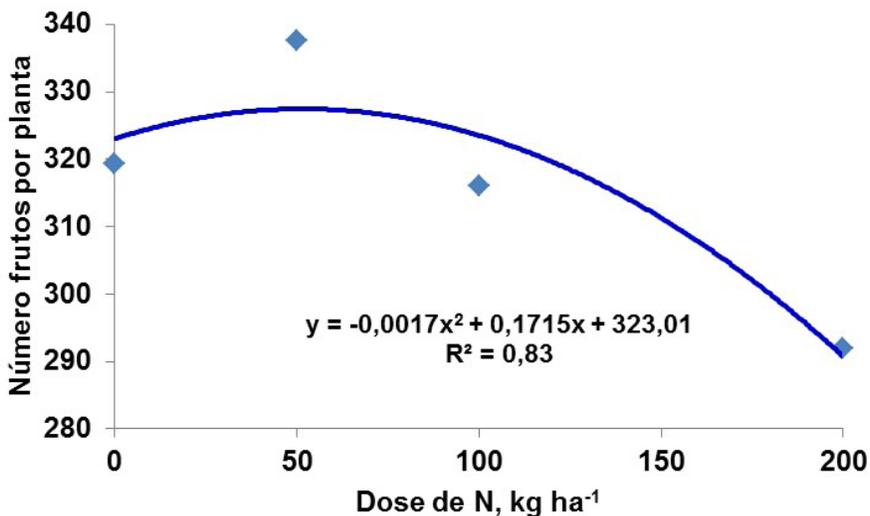


Figura 1. Número de frutos por planta de laranja 'Pera' em função das doses de N-mineral. Rio Real, BA. 2019.

Na 2ª colheita (2020), com feijão-de-porco e *U. ruziziensis* não houve resposta da laranjeira 'Pera' à adubação nitrogenada para NFR por planta, cujas médias foram de 120,7 e 120,4, respectivamente. Tanto para a crotalária-ochroleuca (CO) quanto para o *U. decumbens* (UD) não foi possível estimar o ponto de máximo. Na vegetação natural (VN), o ponto de máximo foi de 213,3 frutos com aplicação de 111 kg ha⁻¹ de N (Figura 2).

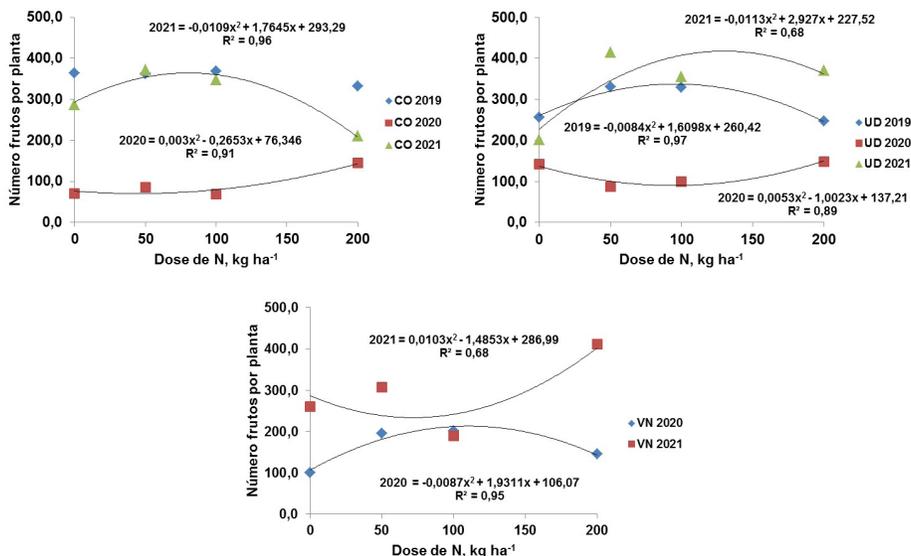


Figura 2. Número de frutos por planta de laranjeira ‘Pera’ em função das doses de N-mineral nos diferentes adubos verdes, *C. ochroleuca* (CO), *Urochloa decumbens* (UD) e vegetação natural (VN), nas colheitas de 2019, 2020 e 2021. Rio Real, BA.

Na 3ª colheita (2021), a laranjeira ‘Pera’ não respondeu à adubação com N-mineral nos adubos verdes feijão-de-porco e *U. ruziziensis*, cujas médias foram 298,8 e 323,4 frutos por planta, respectivamente. Na vegetação natural não foi possível estimar o ponto de máximo. Na gramínea *U. decumbens* e na crotalária os pontos de máximo foram de 417,1 e 364,7 frutos com aplicações de 130 kg ha⁻¹ e 81 kg ha⁻¹ de N-mineral, respectivamente (Figura 2), mesmo com conteúdo maior de N incorporado pela fitomassa da gramínea (Tabela 2). Possivelmente, as laranjeiras sobre crotalária utilizaram reservas de N remobilizado a partir das folhas (Boaretto et al., 2007). No estado do Pará, quantidade de N de apenas 68,4 kg ha⁻¹ foi suficiente para laranjeira ‘Pera’ (Veloso et al., 2006).

Comparando o número de frutos por planta entre os três anos de colheita, na dose de 100 kg ha⁻¹ de N-mineral, onde ocorre a inflexão da curva, observou-se significativamente valores menores na 2ª colheita (2020) tanto nas laranjeiras sobre *C. ochroleuca*, quanto com gramínea *U. decumbens* (Figura 2), certamente em razão da redução dos tratamentos culturais devido à pandemia.

b) Massa média do fruto

Na colheita de 2019, para massa média do fruto (MMF) houve interação significativa entre adubos verdes e doses (Tabela 3). Destacam-se a leguminosa *C. ochroleuca* e a gramínea *U. ruziziensis* na ausência de N-mineral, com frutos de 135,2 g (Tabela 5). As gramíneas se sobressaem em promover maior MMF de laranja 'Pera', notadamente nas doses de 50 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ no *U. ruziziensis*, que não diferiu da *U. decumbens* na dose de 50 kg ha⁻¹ de N. Por outro lado, na dose de 100 kg ha⁻¹ de N-mineral, com *C. ochroleuca* e a gramínea *U. decumbens*, os frutos de laranja 'Pera' foram superiores, com valor médio de 134,2 g (Tabela 5). Girardi et al. (2021) mencionam frutos de laranja 'Pera' de 140 g a 210 g, valores superiores às médias obtidas na colheita de 2019, em torno de 122 g (Tabela 5).

Tabela 5. Massa média do fruto de laranja 'Pera' em função das doses de N-mineral e fontes de adubo verde, nas três colheitas (2019, 2020 e 2021). Rio Real, BA.

Adubo verde	Dose de N-mineral (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	200
2019 – 1ª colheita				
g				
Feijão-de-porco	101,9 b	100,8 c	111,0 b	111,6 bc
<i>C. ochroleuca</i>	136,8 a	117,0 bc	135,0 a	103,7 c
<i>U. decumbens</i>	115,0 b	137,4 a	133,4 a	125,6 b
<i>U. ruziziensis</i>	133,5 a	132,2 ab	105,2 b	150,5 a
Média	121,8	121,9	121,2	122,9
2020 – 2ª colheita				
Feijão-de-porco	208,8 ab	211,8 b	215,7 b	195,4 b
<i>C. ochroleuca</i>	212,1 ab	235,1 ab	279,7 a	195,2 b
<i>U. decumbens</i>	188,6 b	270,2 a	262,8 a	266,6 a
<i>U. ruziziensis</i>	240,8 a	222,7 b	214,3 b	261,3 a
Vegetação natural	228,6 a	229,1 b	192,7 b	232,3 a
Média	215,8	233,8	233,0	230,2

Tabela 5. Continuação.

Adubo verde	Dose de N-mineral (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	200
2021 – 3ª colheita				
Feijão-de-porco	172,5 b	188,2 ab	182,1 a	176,3 a
<i>C. ochroleuca</i>	172,8 b	209,2 a	187,3 a	200,2 a
<i>U. decumbens</i>	194,5 b	187,7 ab	182,8 a	179,6 a
<i>U. ruziziensis</i>	117,2 b	179,5 b	180,8 a	182,0 a
Vegetação natural	222,9 a	178,1 b	203,9 a	180,3 a
Média	176,0	188,5	187,4	183,7

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, em cada ano e dose de N-mineral, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na 2ª colheita (2020), houve também interação significativa entre adubos verdes e doses (Tabela 3). Na ausência de N-mineral, na gramínea *U. ruziziensis* e na vegetação natural, a MMF (média de 234,4 g) foi superior ao da *U. decumbens* (Tabela 5). A incorporação de N pelas fitomassas da gramínea *U. ruziziensis* e da vegetação natural é da ordem de 134 kg ha⁻¹ e 86 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2). A MMF no *U. ruziziensis* foi 107,3 g superior aos frutos colhidos em 2019. Notou-se evidência dos adubos verdes, *C. ochroleuca* e *U. decumbens*, nas doses de 50 kg ha⁻¹ e 100 kg ha⁻¹ de N-mineral (Tabela 5).

Em 2021 (3ª colheita), houve também interação significativa entre adubos verdes e doses (Tabela 3), exceto nas doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N-mineral, com médias respectivas de 187,4 g e 183,7 g (Tabela 5). Na ausência de N-mineral se destacou a vegetação natural; e na dose de 50 kg ha⁻¹ de N-mineral, as MMF na *C. ochroleuca* diferiram no *U. ruziziensis* e vegetação natural (Tabela 5).

Quanto ao efeito das doses de N-mineral, na 1ª colheita (2019), não foram observados no feijão-de-porco, com MMF de 106,3 g, como também na *C. ochroleuca*, de 131,9 g. Os valores de MMF de laranja 'Pera' foram inferiores aos mencionados por Girardi et al. (2021). No *U. ruziziensis* o ajuste quadrático não permitiu um ponto de máximo e sim de mínimo. Já na gramínea *U. decumbens*,

a MMF máxima de 137,6 g foi obtida na dose de 110 kg ha⁻¹ de N-mineral (Figura 3), porém é ainda inferior a mencionada por Girardi et al. (2021).

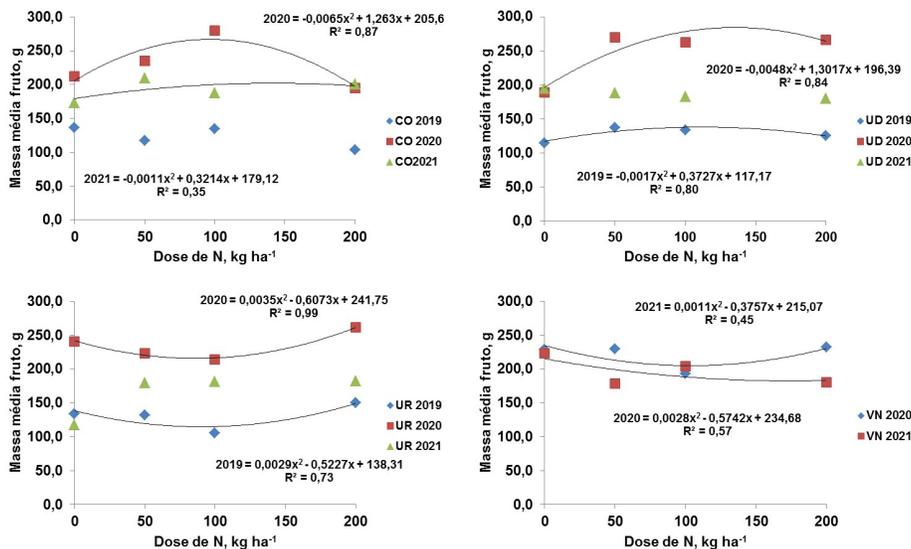


Figura 3. Massa média do fruto de laranja 'Pera' em função das doses de N-mineral nos diferentes adubos verdes, *C. ochroleuca* (CO), *Urochloa decumbens* (UD), *U. ruziziensis* (UR) e vegetação natural (VN), nas colheitas de 2019, 2020 e 2021. Rio Real, BA.

Na 2^a colheita (2020), não houve efeito do N-mineral no feijão-de-porco, com MMF de 207,9 g, sendo 101,6 g maior que os frutos obtidos em 2019 (Tabela 5). Já para a *C. ochroleuca*, a massa média máxima do fruto de 267,0 g, foi obtida na dose de 97 kg ha⁻¹ de N-mineral; enquanto na gramínea *U. decumbens*, esse valor foi de 284,6 g na dose de 136 kg ha⁻¹ de N-mineral (Figura 3), frutos bastante grandes, acima da faixa mencionada por Girardi et al. (2021). Por outro lado, tanto na gramínea *U. ruziziensis*, quanto na vegetação natural, não houve possibilidade de ajuste de ponto de máxima (Figura 3).

Quanto à 3^a colheita (2021), tanto no feijão-de-porco, quanto nas gramíneas (*U. decumbens* e *U. ruziziensis*), não houve efeito das doses de N-mineral, com MMF, respectivas de 179,8 g, 186,2 g e 164,9 g, valores dentro da faixa relatada por Girardi et al. (2021) para laranja 'Pera'. Na *C. ochroleuca*, a massa média máxima de 202,6 g foi obtida na dose de

146 kg ha⁻¹ de N-mineral. Já na vegetação natural, houve ajuste quadrático, porém sem a possibilidade de se estimar o ponto de máxima (Figura 3).

Comparando a MMF entre os três anos, observou-se que não houve interação entre anos e doses de N-mineral nos adubos verdes feijão-de-porco e *U. ruziziensis*, com valores maiores na 2ª colheita (2020), de 207,9 g no feijão-de-porco e 234,7 g na gramínea *U. ruziziensis*.

c) Produtividade estimada

Nas colheitas de 2019, 2020 e 2021, houve interação significativa entre adubos verdes e doses para produtividade estimada (Tabela 3). Na 1ª colheita (2019), exceto na dose de 200 kg ha⁻¹ não houve efeito dos adubos verdes, cuja média foi de 14,6 t ha⁻¹ (Tabela 6), produtividade abaixo da nacional (28,1 t ha⁻¹) e um pouco acima do estado da Bahia (12,1 t ha⁻¹) (IBGE, 2021).

Tabela 6. Produtividade estimada de laranjeira 'Pera' em função das doses de N-mineral e fontes de adubo verde, nas três colheitas (2019, 2020 e 2021). Rio Real, BA.

Adubo verde	Dose de N-mineral (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	200
2019 – 1ª colheita				
t ha⁻¹				
Feijão-de-porco	16,8 ab	17,2 ab	15,8 b	16,3 a
<i>C. ochroleuca</i>	20,4 a	17,1 ab	20,3 a	14,3 a
<i>U. decumbens</i>	12,4 c	18,6 a	18,2 ab	12,7 a
<i>U. ruziziensis</i>	14,3 bc	13,2 b	9,3 c	14,9 a
Média	16,0	16,5	15,9	14,6
2020 – 2ª colheita				
Feijão-de-porco	11,2 a	11,3 b	12,1 ab	7,4 b
<i>C. ochroleuca</i>	6,3 a	8,3 b	8,1 b	12,0 ab
<i>U. decumbens</i>	11,1 a	9,8 b	10,9 ab	16,3 a
<i>U. ruziziensis</i>	9,7 a	11,5 b	13,5 ab	11,2 ab
Vegetação natural	9,4 a	18,5 a	15,7 a	14,0 a
Média	9,5	11,9	12,1	12,2

Tabela 6. Continuação.

Adubo verde	Dose de N-mineral (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	200
2021 – 3ª colheita				
Feijão-de-porco	20,6 a	21,2 a	26,9 ab	20,6 ab
<i>C. ochroleuca</i>	20,6 a	32,3 a	27,1 ab	17,4 b
<i>U. decumbens</i>	16,3 a	32,5 a	26,9 ab	27,8 ab
<i>U. ruziziensis</i>	21,8 a	21,1 a	29,0 a	23,9 ab
Vegetação natural	23,7 a	22,8 a	16,2 b	30,9 a
Média	20,6	26,0	25,2	24,1

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, em cada ano e dose de N-mineral, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na colheita de 2020, na ausência de N-mineral não houve diferença entre os adubos verdes, média de 9,5 t ha⁻¹, produtividade bem abaixo da obtida no ano de 2019 (Tabela 6), sugerindo que houve alguma deficiência nos tratos culturais em razão da pandemia. Destaque para a vegetação natural com produtividade mais elevada na dose de 50 kg ha⁻¹ de N-mineral (Tabela 6), a qual apresentou conteúdo de N incorporado pela fitomassa em torno de 86 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Nas doses de 100 kg ha⁻¹ e 200 kg ha⁻¹ de N-mineral, a vegetação natural diferiu, respectivamente, da *C. ochroleuca* e do feijão-de-porco que, apesar de apresentarem maior concentração de N no tecido vegetal, notadamente no feijão-de-porco (Tabela 1), produziram menor quantidade de fitomassa e acumularam menos N (Tabela 2). Além disso, sabe-se que as laranjeiras utilizam as reservas de N assimiladas na matéria orgânica do solo e o N remobilizado a partir das folhas (Boaretto et al., 2007).

Na 3ª colheita (2021), na ausência e na dose de 50 kg ha⁻¹ de N-mineral não houve efeito dos adubos verde, cujas médias foram, respectivamente de 20,6 t ha⁻¹ e 26,0 t ha⁻¹ (Tabela 6), produtividades abaixo da média nacional (28,1 t ha⁻¹), porém acima da média do estado da Bahia (12,1 t ha⁻¹) (IBGE, 2021). Na dose de 100 kg ha⁻¹ de N-mineral, a vegetação natural foi inferior ao *U. ruziziensis* (Tabela 6), que incorporou ao solo 134 kg ha⁻¹ de N pela sua fitomassa (Tabela 2); enquanto na dose mais elevada de N-mineral,

a vegetação natural foi superior apenas à *C. ochroleuca* (Tabela 6), que contribuiu com menor quantidade de N na sua fitomassa (Tabela 2).

Quanto às doses de N-mineral, na 1ª colheita (2019) não houve efeito para o feijão-de-porco, cuja produtividade estimada média foi de 16,5 t ha⁻¹; vale ressaltar que a produtividade é inferior à obtida por Anjos et al. (2006), também de laranja 'Pera', em Argissolo Amarelo, do sul de Sergipe. Na *Crotalaria ochroleuca*, com 27 kg ha⁻¹ de N-mineral, a produtividade estimada máxima da laranja 'Pera' foi de 19,6 t ha⁻¹, enquanto para a gramínea *U. decumbens* de 19,4 t ha⁻¹, com 105 kg ha⁻¹ de N-mineral, mesmo com a contribuição maior do N da fitomassa (Tabela 2). Por outro lado, com a gramínea *U. ruziziensis*, não permitiu obter o ponto de máxima (Figura 4).

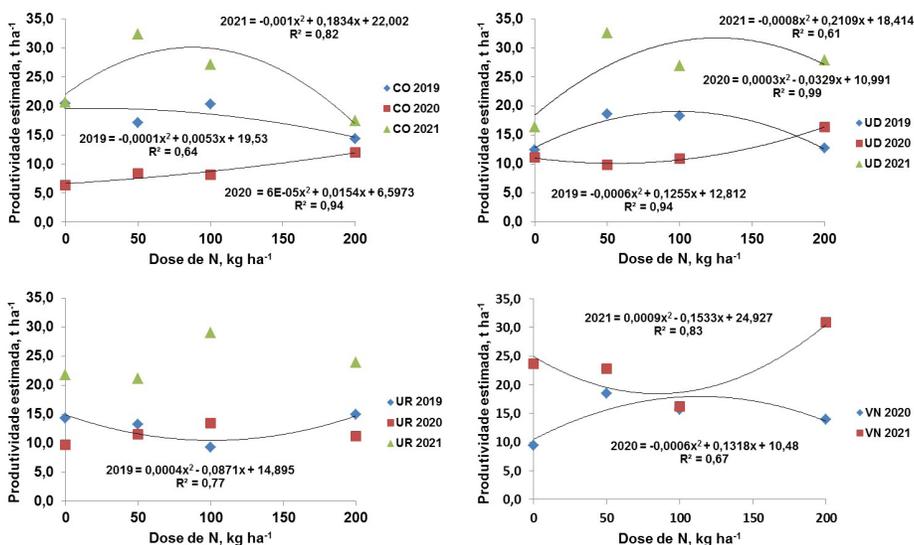


Figura 4. Produtividade estimada de laranja 'Pera' em função das doses de N-mineral nos diferentes adubos verdes, *C. ochroleuca* (CO), *Urochloa decumbens* (UD), *U. ruziziensis* (UR) e vegetação natural (VN), nas colheitas de 2019, 2020 e 2021. Rio Real, BA.

Quanto à 2ª colheita (2020), tanto no feijão-de-porco, quanto no *U. ruziziensis*, a laranja não respondeu à adubação com N-mineral, com produtividades estimadas médias, respectivamente, de 10,5 t ha⁻¹ e 11,5 t ha⁻¹, abaixo da registrada no estado da Bahia (12,1 t ha⁻¹)

(IBGE, 2021). Na leguminosa *C. ochroleuca* e na gramínea e *U. decumbens*, o ajuste da quadrática não obteve ponto de máxima e sim de mínima, com produtividades estimadas, respectivamente, de 6,6 t ha⁻¹ e 11,0 t ha⁻¹ sem adição de N-mineral. Por outro lado, na vegetação natural a máxima produtividade estimada de 17,7 t ha⁻¹ foi obtida com 110 kg ha⁻¹ de N-mineral (Figura 4), apesar da incorporação de quantidade menor de N pela fitomassa (Tabela 2). Possivelmente, as laranjeiras utilizaram as reservas de N assimiladas na matéria orgânica e o N remobilizado a partir das folhas (Boaretto et al., 2007).

Na 3ª colheita (2021), as laranjeiras não responderam à adubação com N-mineral nos adubos verdes feijão-de-porco e *U. ruziziensis*, com produtividades estimadas médias de 22,3 t ha⁻¹ e 24,0 t ha⁻¹. Já na *C. ochroleuca* com 92 kg ha⁻¹ de N-mineral, obteve-se produtividade máxima estimada de 30,4 t ha⁻¹, mesmo com menor acúmulo de N na fitomassa (Tabela 2); enquanto na gramínea *U. decumbens*, a laranjeira atingiu a máxima produtividade estimada de 32,3 t ha⁻¹, porém com a dose de 132 kg ha⁻¹ de N-mineral (Figura 4). Certamente, o incremento de 2 t ha⁻¹ de frutos na gramínea *U. decumbens* não justifique o incremento de 40 kg ha⁻¹, devido ao alto custo dos fertilizantes. Contudo, a gramínea *U. decumbens* foi o adubo verde com maior acúmulo de N-verde (Tabela 2). Por outro lado, na vegetação natural, a quadrática não ajustou o ponto de máxima, obtendo-se produtividade estimada de 25 t ha⁻¹ sem adição de N-mineral (Figura 4), possivelmente pela contribuição dos 86 kg ha⁻¹ de N-verde na fitomassa.

Comparando as médias das produtividades estimadas das laranjeiras nos três anos, observou-se que no feijão-de-porco não variaram entre os anos e, na ausência de N-mineral, a produtividade estimada foi de 16,2 t ha⁻¹; enquanto nos demais adubos verdes foram superiores no ano de 2021 (Tabela 6).

2) Atributos químicos do solo

A capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, que é medida pelas cargas negativas nos colóides presentes nas argilas minerais, nas substâncias húmicas e nos óxidos de ferro e alumínio, apresentam superfície de troca, foi avaliada em 2019 mostrou-se baixa, menor que 4,3 cmol_c dm⁻³, exceto na gramínea *U. ruziziensis*, que apresentou valor mediano (4,4 cmol_c dm⁻³) (Tabela 7) (Ronquim, 2010). A baixa CTC está diretamente relacionada ao

teor de argila e matéria orgânica (C orgânico) do solo (Ronquim, 2010). Assim, acredita-se que adubos verdes com maiores relações C/N como o *U. ruziziensis* (Tabela 2) podem alterar com o tempo o valor da CTC.

Tabela 7. Atributos químicos do solo em função do uso de adubos verdes em pomar de laranja 'Pera', em duas profundidades. Médias de quatro doses de N e três repetições. Rio Real, BA.

Adubo verde	Profundidade (cm)	CTC	MOS	CTC	¹ MOS
		($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	(g kg^{-1})	($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	(g kg^{-1})
		2019		2021	
Feijão-de-porco	0-20	3,72	11,3	3,30	9,3
	20-40	3,12	9,0	2,85	6,5
<i>C. ochroleuca</i>	0-20	3,93	11,9	3,39	10,1
	20-40	3,99	9,8	2,91	7,1
<i>U. decumbens</i>	0-20	4,18	13,5	3,26	11,3
	20-40	3,88	8,8	2,95	8,50
<i>U. ruziziensis</i>	0-20	4,42	13,7	3,73	10,0
	20-40	4,52	11,3	3,00	6,6
Vegetação natural	0-20	3,49	9,2	3,93	10,6
	20-40	3,48	7,8	3,06	7,3
Média	0-20	3,95	11,9	3,52	10,3
	20-40	3,80	9,3	2,95	7,2
² Adequado		8,7-15,0	40-70	8,7-15,0	40-70
Inicial		4,10	13,2	4,10	13,2

¹ MOS: matéria orgânica do solo. ² Alvarez et al. (1999).

A CTC do solo em 2021 permaneceu baixa e reduziu em relação aos valores da amostragem de 2019 (Tabela 7); contudo, a baixa CTC, certamente, está relacionada ao teor de argila do solo (123 g kg^{-1}), e o período não foi suficiente para elevar a CTC pela matéria orgânica adicionada ao solo.

O teor da MOS foi superior à média nos adubos verdes *U. decumbens* e *U. ruziziensis*, na camada de 0-20 cm, correspondendo a $1,6 \text{ g kg}^{-1}$ e $1,8 \text{ g kg}^{-1}$ a mais do que a média geral que foi de $11,9 \text{ g kg}^{-1}$, porém ainda sem alcançar o valor adequado (40 g kg^{-1} a 70 g kg^{-1}) (Tabela 7). Certamente, essas gramíneas poderão contribuir no médio e longo prazos para o aumento da MOS, visto que são perenes e, roçadas periodicamente, para não competir com a laranja e a fitomassa deixada nas entrelinhas.

Os atributos na camada de 20-40 cm são inferiores aos da camada de 0-20 cm (Tabela 7), o que era de se esperar em um solo com baixo teor de argila, pois apresenta menor quantidade de cargas negativas nos coloides.

Houve redução da MOS em relação ao valor inicial (Tabela 7), certamente, pela sua rápida decomposição. Com a gramínea *U. decumbens*, observou-se valor acima da média, possivelmente em razão da maior quantidade de fitomassa nesse adubo verde (Tabela 2), porém abaixo da faixa considerada adequada (Tabela 7).

3) Teores de N nas folhas

O teor N nas folhas da laranja 'Pera', na amostragem de 2019, mostrou-se excessivo ($> 28 \text{ g kg}^{-1}$) em todos os adubos verdes (Tabela 8). Já na amostragem de 2021, os teores ficaram dentro da faixa adequada, exceto na vegetação natural. Como a MOS do solo está baixa em todos os adubos verdes, inclusive na vegetação natural (Tabela 7), acredita-se que o N nas folhas não é proveniente da MOS; contudo, pode ter sido remobilizado das folhas (Boaretto et al., 2007).

Tabela 8. Teores de nitrogênio (N) nas folhas de laranja 'Pera' em função dos adubos verdes. Médias de quatro doses de N e três repetições. Rio Real, BA. 2019 e 2021.

Adubo verde	2019	2021
	g kg ⁻¹	
Feijão-de-porco	29,90	25,55
<i>C. ochroleuca</i>	32,25	26,69
<i>U. decumbens</i>	28,82	26,09
<i>U. ruziziensis</i>	29,65	25,02
Vegetação natural	30,62	28,17
Média	30,25	26,30
¹ Adequado	24-26	
¹ Excessivo	> 28	

¹ Mattos Junior et al. (2018).

Considerando as doses de N-mineral aplicadas, no ano de 2019 os teores estão excessivos, acima de 28 g kg^{-1} (Figura 5). A avaliação dos coeficientes angulares das equações indicou que em 2019 o N-mineral adicionado ao solo proporcionou incrementos de $0,0052 \text{ g de N}\cdot\text{kg}^{-1}$ e, em 2021, $0,0084 \text{ g de N}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Figura 5). Observa-se mais claramente o aumento do teor foliar com as doses de N-mineral aplicadas no ano de 2021 (Figura 5). Vale lembrar que as referências de teores de N disponíveis na literatura são, na maioria, baseadas nas condições edafoclimáticas de São Paulo, o que pode levar às diferenças para outras regiões do país.

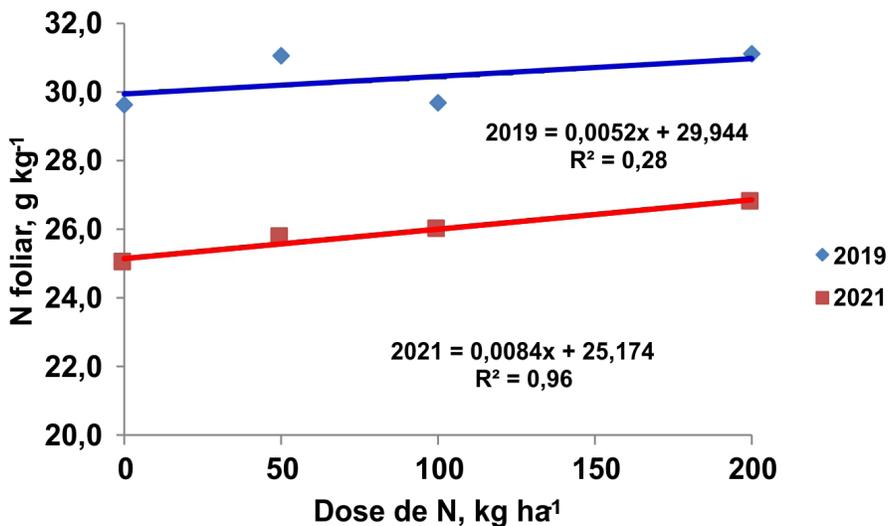


Figura 5. Teores de nitrogênio (N) nas folhas de laranja 'Pera' em função das doses de N-mineral aplicadas. Médias dos adubos verdes e três repetições. Rio Real, BA. 2019 e 2021.

Conclusões

- 1) A laranjeira 'Pera' não respondeu ao N-mineral com a fonte de N-verde proveniente do feijão-de-porco.
- 2) A *Crotalaria ochroleuca* (produtividade estimada de $30,4 \text{ t ha}^{-1}$ com 92 kg ha^{-1} de N-mineral) e as gramíneas podem substituir até 50% do N-mineral.

- 3) A 2ª colheita (2020) proporcionou menor número de frutos e produtividade estimada, porém maiores massa média dos frutos de laranja 'Pera'.
- 4) Os teores de matéria orgânica e valores de CTC do solo ficaram abaixo do recomendado para a cultura, porém nas gramíneas *Urochloa decumbens* e *U. ruziziensis* os valores mostraram-se acima da média dos demais adubos verdes.
- 5) Os teores foliares apresentaram-se elevados e aumentaram com as doses de N-mineral aplicadas, notadamente, na 2ª amostragem (2021).

Agradecimento

Ao engenheiro-agrônomo e produtor, Roberto Shibata, pelo apoio e disponibilização do pomar comercial de laranja 'Pera' para condução do experimento durante cinco anos (2017-2021).

Referências

- ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; OBREZA, T. A.; SCHUMANN, A. W. Nitrogen best management practice for citrus trees I. Fruit yield, quality, and leaf nutritional status. **Scientia Horticulturae**, v. 107: p. 233-244, 2006.
- ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. p.25-32.
- ANJOS, J. L. dos; BARRETO, A. C.; SOBRAL, L. F.; SILVA, L. M. S. da. **Adubação verde e produtividade de citros em Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 59).
- ARANTES, E. M.; CREMON, C.; LUIZ, M. A. C. Alterações dos atributos químicos do solo cultivado no sistema orgânico com plantio direto sob diferentes coberturas vegetais. **Revista Agrarian**, v. 5, n. 15, p. 47-54, 2012.
- BATAGLIA, O. C.; ODY RODRIGUEZ, O.; HIROCE, R.; GALLO, J. R.; PEDRO ROBERTO FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C. composição mineral de frutos cítricos na colheita. **Bragantia**, v. 36, n. 21, p. 215-221, 1977.
- BOARETTO, R. M.; MATTOS JÚNIOR, D.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A. E. Acúmulo de nutrientes e destino do nitrogênio (15N) aplicado em pomar jovem de laranja. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 600-605, 2007.
- BORGES, A. L.; GIRARDI, E. A.; SOUZA, L. da S. Calagem e adubação para os citros (laranjeiras, limeiras-ácidas e tangerineiras). In: BORGES, A. L. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Cap. 9. p. 165 -186.

- BRASIL. Secretaria especial de assuntos estratégicos. **Produção nacional de fertilizantes - estudo estratégico**. Brasília, DF, 26 p. 2020.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Cap. VII. p. 375-470, 2007.
- COSTA, A. C. S. da; FERREIRA, J. C.; SEIDEL, E. P.; TORMENA, C. A.; PINTRO, J. C. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia em três solos Argilosos tratados com uréia. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 467-473, 2004.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; BRITO, E. C. de. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região noroeste fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1421-1428, 2007.
- GIRARDI, E. A.; POMPEU JUNIOR, J.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; SOARES FILHO, W. dos S.; PASSOS, O. S.; CRISTOFANI-YALY, M.; SEMPIONATO, O. R.; STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C.; MATTOS JUNIOR, D. de; BASSANEZI, R. B.; GARCIA, L. A. P.; AYRES, A. J. **Guia de reconhecimento dos citros em campo**: um guia prático para o reconhecimento em campo de variedades de laranja-doce e outras espécies de citros cultivadas no estado de São Paulo e Triângulo Mineiro. Araraquara: Fundecitrus, 2021. 158p.
- IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 11 out. 2022.
- LEGAZ, F.; SERNA, M. D.; PRIMO-MILO, E. Mobilization of the reserve N in citrus. **Plant and Soil**, v.173, p.205-210, 1995.
- MATTOS JUNIOR, D.; BOARETTO, R. M.; MACEDO, L. O.; QUAGGIO, J. A.; HIPPLER, F. W. R.; STIPP, S. R. Avanços na nutrição de citros e café. **Informações Agronômicas**, n. 163, p. 1-11, 2018.
- PARAMASIVAN, S.; ALVA, A. K.; HOSTLER, K. H.; EASTERWOOD, G. W.; SOUTHWELL, J. S. Fruit nutrient accumulation of four orange varieties during fruit development. **Journal of Plant Nutrition**, v. 23, n. 3, p. 313-27, 2000.
- PETROBRÁS (Camacari, BA). **Uréia fertilizante**. Camacari, 1999. 24 p. (PETROBRÁS. Informações Técnicas).
- RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010 26 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).
- SILVA, J. A. A. da; VITTI, G. C.; STUCHI, E. S.; SEMPIONATO, O. R. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-Pêra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 225-230, 2002.
- SOBRAL, L. F.; SOUZA, L. F. da S.; MAGALHÃES, A. F. de J.; SILVA, J. U. B.; LEAL, M. de L. S. Resposta da laranja-Pêra à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em um Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 307-312, 2000.
- VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M.; SOUZA, F. R. S. **Resposta da laranja à adubação nitrogenada e potássica em Latossolo Amarelo do Nordeste Paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 61). 20p.
- WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO et al. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, Cap. 3. p. 59-167, 2014.



Mandioca e Fruticultura

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 017881