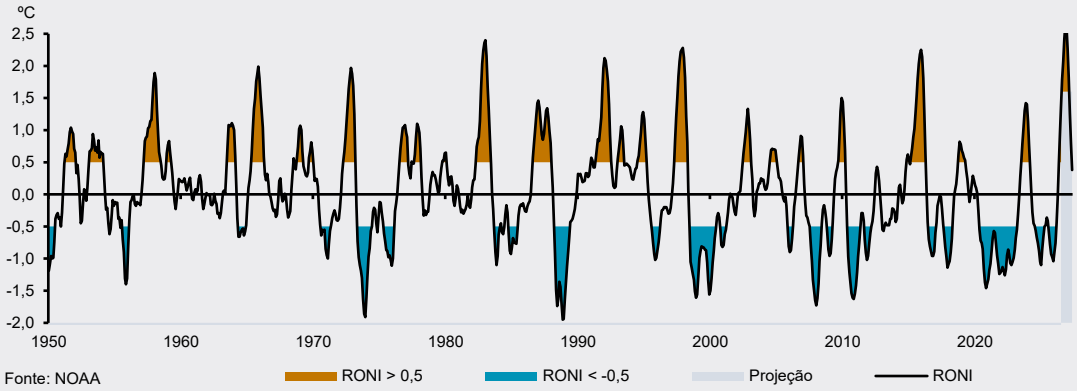
Efeito dos eventos *El Niño* e *La Niña* sobre a produtividade das principais lavouras brasileiras

Este boxe estima os efeitos dos eventos El Niño e La Niña sobre a produtividade das principais lavouras brasileiras. São encontrados impactos heterogêneos entre culturas e regiões. No caso do El Niño, os efeitos adversos são mais disseminados sobre milho, algodão e arroz. Para a soja, as estimativas variam entre estados e tendem a se compensar parcialmente no agregado nacional. As implicações de La Niña são mais heterogêneas, com efeitos positivos sobre a soja e negativos sobre o milho. Embora esses eventos climáticos contribuam de maneira relevante para oscilações da produtividade em vários casos, parcela substancial da variabilidade observada permanece associada a outros fatores não captados pelos modelos estimados. Nesse contexto, as projeções atuais para a intensidade do El Niño sugerem risco negativo para a produtividade agrícola em 2027. Por fim, devido ao número limitado de episódios desses eventos climáticos no período analisado, de 1990 a 2026, os resultados deste estudo devem ser interpretados com cautela.

Caracterizado pelo aquecimento das águas da porção tropical do oceano Pacífico, o evento *El Niño* altera os padrões climáticos de diversas regiões do planeta. Tanto *El Niño* quanto sua contraparte, *La Niña*, associada ao esfriamento dessas águas, são fenômenos complexos, sem periodicidade definida e de difícil projeção. Contudo, indicadores têm sido utilizados para avaliar sua presença, com destaque para o *Relative Oceanic Niño Index* (RONI), adotado pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA)[1], que mede a anomalia relativa de temperatura da superfície do mar de uma região específica do Pacífico equatorial[2] (Gráfico 1). Convenciona-se caracterizar um episódio de *El Niño* (*La Niña*) quando o RONI fica acima de 0,5°C (abaixo de -0,5°C) por pelo menos cinco trimestres móveis consecutivos. Projeções indicam que o RONI alcançará valores elevados no trimestre final de 2026 e permanecerá em patamar compatível com episódio de *El Niño* até o segundo trimestre de 2027 (Gráfico 2).[3]

Gráfico 1 – RONI

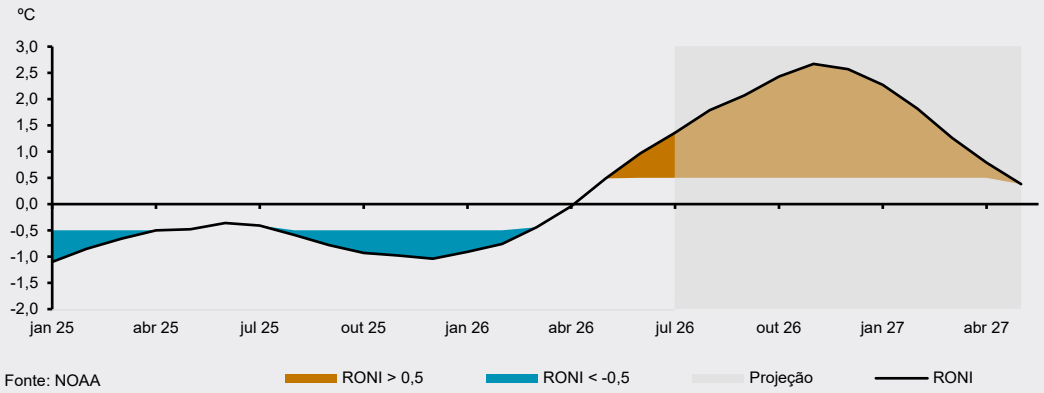


1/ Agência governamental dos Estados Unidos da América (EUA) responsável pelo monitoramento climático e oceânico.

2/ O RONI mede, em médias móveis trimestrais, a anomalia da temperatura da superfície do mar na região Niño 3.4 (5°N–5°S, 120°–170°W), descontada a anomalia média da faixa tropical (20°N–20°S). Adotado no início de 2026 em substituição ao *Oceanic Niño Index (*ONI), que não faz esse desconto, o RONI é menos sensível ao efeito do aquecimento global sobre a identificação de eventos *El Niño* e *La Niña*. A série histórica pode ser encontrada em https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso/roni/.

3/ Para as projeções, utilizou-se a estimativa central da projeção oficial da NOAA (Official NOAA Relative Oceanic Niño Index Outlook), divulgada em 10 de setembro de 2026, que se estende até o trimestre móvel centrado em maio de 2027. Para os meses subsequentes, assumiu-se ausência de condições de *El Niño* e de *La Niña*, uma vez que a projeção para o trimestre centrado em maio já se encontrava abaixo do limiar de 0,5°C. Disponível em https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso/roni/outlook/.

Gráfico 2 – RONI



Fonte: NOAA

No Brasil, o evento *El Niño* gera alterações na temperatura e no padrão de chuvas de distintas regiões, com possíveis efeitos econômicos relevantes. Tipicamente seus episódios estão associados ao aumento das chuvas na Região Sul, à redução das precipitações em partes das regiões Norte e Nordeste e a temperaturas acima da média em parcela do território nacional. Eventos de *La Niña* tendem a produzir padrões aproximadamente opostos, com maior precipitação em partes das regiões Norte e Nordeste, redução das chuvas no Sul e temperaturas mais amenas em algumas áreas. Contudo, a intensidade e a distribuição espacial desses efeitos variam a cada ocorrência dos fenômenos. Episódios mais intensos tendem a aumentar a probabilidade ou a magnitude das anomalias climáticas típicas, embora seus impactos regionais não sejam uniformes nem mecânicos.[4,5]

Os efeitos de eventos *El Niño* e *La Niña* sobre a inflação no Brasil têm sido amplamente analisados, sobretudo por meio dos seus impactos sobre os preços dos alimentos e da energia elétrica.[6] Entretanto, também é importante compreender seus efeitos sobre a produção agropecuária em sentido mais amplo. Assim, este boxe busca quantificar os impactos de eventos *El Niño* e *La Niña* sobre a produtividade[7] das principais lavouras brasileiras, com foco nas culturas mais relevantes para a atividade econômica.[8]

Modelo

Como os efeitos de eventos *El Niño* e *La Niña* diferem entre regiões e as principais culturas agrícolas apresentam distribuição territorial e calendários produtivos distintos, este boxe estima separadamente os impactos desses eventos sobre a produtividade de cada cultura, em cada unidade da Federação (UF). Para cada combinação produto (p) e UF (i), estima-se a relação entre o componente cíclico da produtividade e medidas de intensidade de *El Niño* e *La Niña*,

$$y_{p,i,t} = c_{p,i} + \beta_{p,i}^{\text{Niño}} \text{Niño}_{p,i,t}^{j(p,i)} + \beta_{p,i}^{\text{Niña}} \text{Niña}_{p,i,t}^{j(p,i)} + u_{p,i,t}.$$

4/ Para uma análise mais detalhada dos potenciais impactos de *El Niño* no Brasil, ver a Nota Técnica El Niño 2026, elaborada por INPE, INMET, Funceme e Censipam.

5/ Segundo a NOAA, em escala global, episódios de *El Niño* estão associados a condições mais secas em partes da Oceania, do Sudeste Asiático e do norte da América do Sul, e a maior precipitação em regiões da costa oeste da América do Sul e do sul da América do Norte. Eventos de *La Niña*, por sua vez, tendem a estar associados a padrões aproximadamente inversos, com aumento das chuvas em partes da Oceania, do Sudeste Asiático e do norte da América do Sul e redução das precipitações em áreas da costa oeste da América do Sul e do sul da América do Norte.

6/ No âmbito do Banco Central do Brasil (BC), destacam-se os boxes El Niño, Chuvas e Principais Impactos Inflacionários, do Relatório de Inflação (RI) de dezembro de 2015; Evolução recente da inflação de alimentos, do RI de junho de 2016; e Evolução recente dos preços de alimentos no Brasil, do RI de setembro de 2023. Além disso, os modelos semiestruturais de pequeno porte do BC utilizam variáveis de clima como explicativas da inflação; por exemplo, ver o boxe Atualização dos modelos semiestruturais de pequeno porte do RI de junho de 2024.

7/ No escopo deste boxe, produtividade é definida como a razão entre a quantidade produzida e a área plantada.

8/ Produtos com peso relevante no Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), como alimentos *in natura*, não têm necessariamente peso relevante para o Produto Interno Bruto (PIB). Em contrapartida, produtos com elevada participação no Valor Bruto de Produção, como soja e milho, destinam-se majoritariamente ao mercado externo ou ao consumo intermediário de outras atividades. Assim, seus efeitos sobre o IPCA tendem a ocorrer de forma mais indireta.

Nessa especificação, $y_{p,i,t}$ representa o ciclo da produtividade[9] no ano t. As variáveis $\text{Niño}_{p,i,t}^{j(p,i)}$ e $\text{Niña}_{p,i,t}^{j(p,i)}$ correspondem, respectivamente, à intensidade das condições de *El Niño* e *La Niña* observada no trimestre centrado em j meses antes de dezembro do ano t. Formalmente, essas variáveis são definidas como:

$$\text{Niño}_{p,i,t}^{j(p,i)} = \begin{cases} 0, se\ \text{RONI}_{p,i,t}^{j(p,i)} \leq 0{,}5 \\ \text{RONI}_{p,i,t}^{j(p,i)} - 0{,}5, se\ \text{RONI}_{p,i,t}^{j(p,i)} > 0{,}5 \end{cases}$$

$$\text{Niña}_{p,i,t}^{j(p,i)} = \begin{cases} 0, se\ \text{RONI}_{p,i,t}^{j(p,i)} \geq -0{,}5 \\ \left|\text{RONI}_{p,i,t}^{j(p,i)}\right| - 0{,}5, se\ \text{RONI}_{p,i,t}^{j(p,i)} < -0{,}5 \end{cases}$$

Por construção, os regressores assumem valor positivo apenas quando o RONI ultrapassa o respectivo limiar (±0,5°C), sendo nulos caso contrário. Eles medem a intensidade das condições de *El Niño* e *La Niña* em determinado trimestre, mas não classificam anos como episódios desses fenômenos. Assim, os anos com regressores diferentes de zero não coincidem necessariamente com os classificados como episódios pela NOAA, cuja definição exige que o RONI permaneça além do limiar por cinco trimestres móveis consecutivos.

Os valores de $j(p,i)$ foram escolhidos de forma a refletir o período de maior influência das condições climáticas sobre a produtividade de cada cultura e UF.[10] Os parâmetros de interesse são $\beta_{p,i}^{Niño}$ e $\beta_{p,i}^{Niña}$, que sintetizam a relação entre a intensidade dos eventos climáticos e o ciclo da produtividade agrícola. Por exemplo, $\beta_{p,i}^{Niño}$ indica a variação aproximada, em pontos percentuais, do desvio da produtividade em relação à sua tendência para cada grau em que o RONI excede o limiar de 0,5°C no trimestre $j(p,i)$.[11] Permite-se que a magnitude e até mesmo o sinal dos efeitos se diferenciem entre culturas e regiões.

Para cada produto, foram selecionados para a estimação os estados cuja participação na área plantada em 2025 superou 1% da área plantada nacional. As equações dos estados selecionados foram estimadas conjuntamente pelo método *Seemingly Unrelated Regression* (SUR), que permite correlação contemporânea entre os resíduos das equações estaduais. Essa abordagem pode gerar ganhos de eficiência na estimação e fornece estimativas das covariâncias entre os coeficientes estimados nos diferentes estados.[12] Os resultados para o Brasil foram obtidos pela agregação dos coeficientes das UFs, ponderados pela participação de cada UF na área plantada nacional em 2025. A variância dos coeficientes nacionais considera a covariância estimada entre os coeficientes estaduais.[13]

9/ Ciclo estimado por meio de um filtro HP com $\lambda = 100$ no logaritmo das séries de produtividade em peso produzido por área plantada. A fonte é a pesquisa Produção Agrícola Municipal (PAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para os dados até 2024 e o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA), também do IBGE, para os anos de 2025 e 2026.

10/ A seleção do trimestre j ocorreu em duas etapas: primeiro delimitou-se uma janela agronômica por produto e UF; em seguida, escolheu-se, dentro dessa janela, o trimestre com melhor ajuste. Para as lavouras temporárias, a janela foi definida em torno da fase de desenvolvimento potencialmente mais sensível às condições climáticas. A principal referência foi o Calendário de Plantio e Colheita de Grãos no Brasil 2022, produzido pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). Para as culturas perenes, adotou-se uma janela uniforme compreendendo os trimestres com centro entre novembro do ano anterior à colheita e agosto do ano da colheita. Dentro da janela previamente definida, o trimestre j foi selecionado com base no critério de informação AICc. O mesmo trimestre foi utilizado para os regressores associados a eventos *El Niño* e *La Niña*. Ressalta-se que, devido à elevada persistência temporal do RONI, trimestres adjacentes frequentemente apresentaram valores muito próximos do AICc, sugerindo que o período de maior influência climática sobre a produtividade não pode ser identificado com precisão.

11/ Pela natureza da transformação logarítmica aplicada à produtividade, o ciclo constitui uma aproximação do desvio percentual da produtividade em relação à sua tendência. Essa aproximação é mais precisa para desvios de pequena magnitude e tende a subestimar (superestimar) o desvio percentual quando o ciclo é positivo (negativo).

12/ Como os resíduos das equações estaduais $u_{p,i,t}$ podem apresentar autocorrelação serial, inicialmente cada regressão foi estimada de forma isolada, admitindo-se resíduos não autocorrelacionados ou com estrutura AR(1), com seleção baseada no critério AICc. Quando identificado componente autorregressivo, aplicou-se a ambos os lados da equação o operador $(1 - \hat{\rho}L)$, em que $\hat{\rho}$ é o coeficiente do termo AR estimado e L é o operador de defasagem, transformando as variáveis em desvios em relação a uma parcela de seus valores defasados. O procedimento busca remover a dependência serial dos resíduos antes da estimação conjunta por SUR, preservando a possibilidade de correlação contemporânea entre os estados e sem alterar a interpretação dos coeficientes de interesse.

13/ O coeficiente agregado para o Brasil não possui interpretação direta em termos da resposta da produtividade a um trimestre específico do RONI. Isso ocorre porque os coeficientes estaduais são estimados utilizando janelas temporais potencialmente distintas, refletindo diferenças regionais nos calendários agrícolas.

Os produtos analisados são soja, milho, algodão herbáceo, arroz, cana-de-açúcar e café, que, em conjunto, respondem por aproximadamente 75% do valor da produção agrícola nacional.[14] No caso do milho, também é analisada a abertura pela primeira e segunda safras, dado o aumento da importância da segunda safra nas últimas décadas e a possibilidade de respostas distintas às condições climáticas. A amostra principal compreende o período de 1990 a 2026, totalizando 37 observações anuais. O número reduzido de observações e a quantidade limitada de episódios de intensidade elevada de *El Niño* e *La Niña* observados no período recomendam cautela na interpretação dos resultados.[15] Para o milho desagregado por safra, a amostra inicia-se em 2005, resultando em apenas 22 observações.[16]

Soja

A soja é o principal produto da agropecuária brasileira. Sua fase reprodutiva, que se estende aproximadamente de 45 a 100 dias após o plantio, é considerada o período de maior sensibilidade às condições climáticas. Isso se reflete nos trimestres selecionados como referência para avaliação do valor do RONI, que se concentram no segundo semestre do ano anterior ao da colheita. Por exemplo, para a produção de soja de 2026, tipicamente colhida entre os meses de janeiro e maio, o valor do RONI usado nas estimações situou-se, na maior parte das UFs, entre agosto e dezembro de 2025. Os resultados das estimações são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Soja

Resultado das estimações

UF	Peso	Trim.	beta estimado				R^2
	%		El Niño		La Niña		
BR	96,6		-0,00		0,05	*	0,03
RO	1,5	-15	-0,06		-0,06		0,07
TO	3,1	-13	-0,04		0,06		0,10
MA	2,9	-15	-0,23	***	-0,03		0,08
PI	2,2	-9	-0,68	***	0,20		0,36
BA	4,5	-15	-0,13	**	0,07		0,04
MG	5,0	-10	-0,01		0,02		0,00
SP	2,9	-15	-0,08	**	0,02		0,12
PR	12,2	-16	0,03		0,07		0,02
SC	1,7	-12	0,10	**	0,06		0,03
RS	14,2	-13	0,26	***	0,09		0,07
MS	8,9	-16	-0,04		0,05		0,04
MT	26,8	-14	-0,04	**	0,03		0,17
GO	10,7	-13	0,00		0,04	*	0,06

***, ** e *: coeficientes estatisticamente significativos a 1%, 5% e 10%, respectivamente.
Estimação por SUR considerando apenas as UFs com área superior a 1% do total em 2025.
Brasil é a agregação das UFs utilizadas na estimação. Trimestre indica o mês central do trimestre móvel do RONI utilizado na estimação, medido em meses em relação a dezembro do ano de referência da produção. Por exemplo, - 15 corresponde a setembro do ano anterior ao da produção.

14/ Segundo dados da PAM de 2024.

15/ No período de 1989 a 2025, houve 22 anos com condições de *El Niño* e 22 anos com condições de *La Niña*, considerando o critério de pelo menos um trimestre móvel com RONI acima de 0,5°C ou abaixo de –0,5°C, respectivamente. Sob os limiares de 1,5°C e –1,5°C, que caracterizam eventos fortes, foram registrados seis anos em cada caso. As contagens não são excludentes, uma vez que anos de transição podem ser computados nos dois grupos. A janela difere da amostra de estimação, de 1990 a 2026, porque as janelas de seleção do trimestre de RONI se iniciam no ano anterior ao da colheita.

16/ Embora existam observações para períodos ligeiramente mais longos, utiliza-se uma amostra comum entre as unidades da Federação de modo a maximizar a comparabilidade das estimações. As UFs incluídas representam 96,9% da produção nacional das culturas analisadas na amostra principal em 2025 e 93,5% no exercício de decomposição do milho por safra.

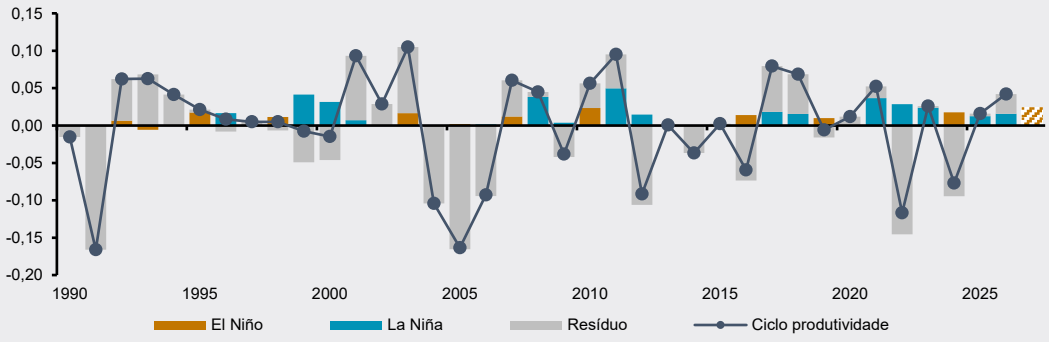
No agregado nacional, os efeitos estimados de *El Niño* sobre a produtividade da soja mostram-se reduzidos, refletindo a compensação entre impactos positivos e negativos observados em diferentes regiões do país.[17] Enquanto *El Niño* está associado a ganhos de produtividade no Rio Grande do Sul, em linha com o padrão de aumento das chuvas normalmente observado na Região Sul, o fenômeno apresenta associação negativa com a produtividade em áreas do Matopiba[18], especialmente no Piauí e no Maranhão.

Os efeitos estimados de *La Niña* são predominantemente positivos, mas, em geral, de magnitude moderada e menor significância estatística. Os resultados sugerem produtividades ligeiramente acima da tendência em diversos estados, embora a evidência seja menos robusta do que a observada para os impactos regionais associados ao *El Niño*.

Os Gráficos 3 a 7 apresentam a decomposição do ciclo da produtividade nos eventos *El Niño* e *La Niña* para o Brasil e quatro estados selecionados. As magnitudes das oscilações cíclicas são substancialmente maiores no Piauí e no Rio Grande do Sul quando comparadas às do Mato Grosso e de Goiás. Naqueles estados, os eventos *El Niño* e *La Niña* contribuem de forma relevante para as variações do ciclo da produtividade, não obstante a maior parte dessas variações ser explicada por outros fatores. No Piauí, os episódios de *El Niño* estão associados a quedas expressivas da produtividade, contribuindo para alguns dos principais desvios negativos observados ao longo da amostra. Em contraste, no Rio Grande do Sul, os mesmos eventos contribuem para desvios positivos de magnitude relevante, em linha com o padrão de aumento das precipitações normalmente associado ao fenômeno na Região Sul. Em Mato Grosso há contribuição negativa do *El Niño*, mas com desvios menores em relação à tendência. Em Goiás sobressaem os efeitos positivos do evento *La Niña*.

Gráfico 3 – Soja - BR

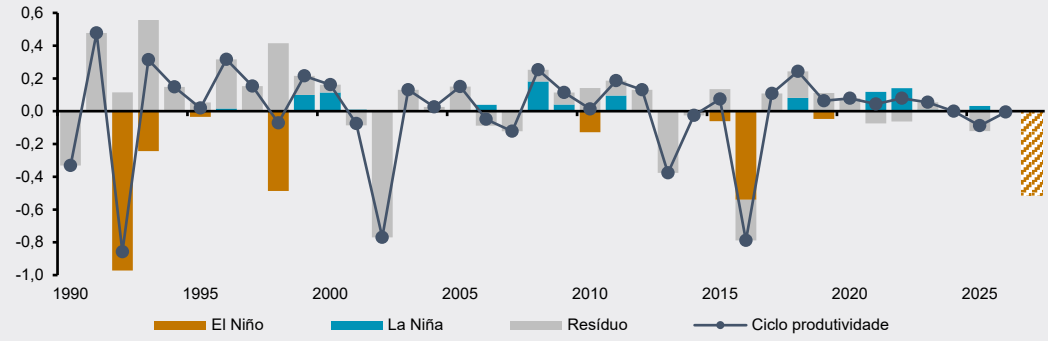
Decomposição do ciclo de produtividade



A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

Gráfico 4 – Soja - PI

Decomposição do ciclo de produtividade



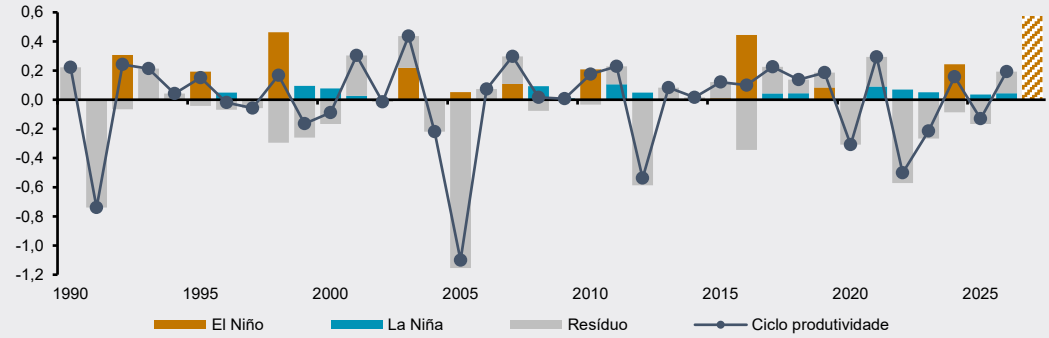
A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

17/ Os efeitos de *El Niño* e *La Niña* podem não se refletir integralmente na produtividade observada. Esses fenômenos, por exemplo, podem alterar a probabilidade da necessidade de replantio, sem necessariamente afetar a produtividade final das lavouras. Nesse caso, embora o impacto sobre a quantidade produzida possa ser limitado, os custos de produção podem aumentar.

18/ Importante fronteira agrícola que abrange áreas de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

Gráfico 5 – Soja - RS

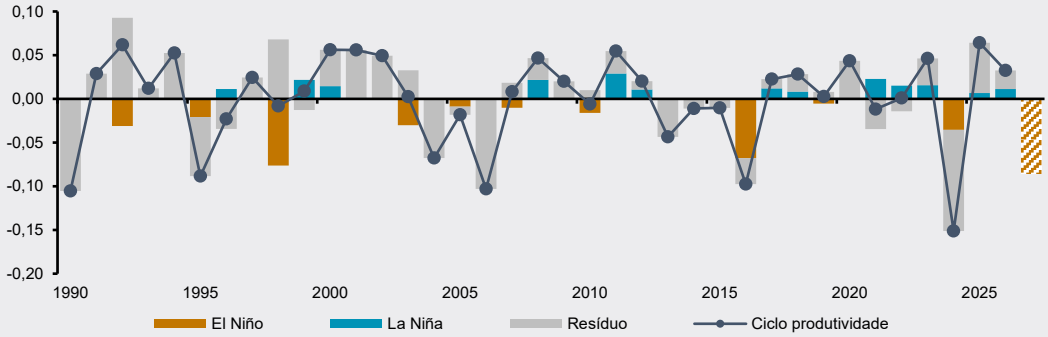
Decomposição do ciclo de produtividade



A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

Gráfico 6 – Soja - MT

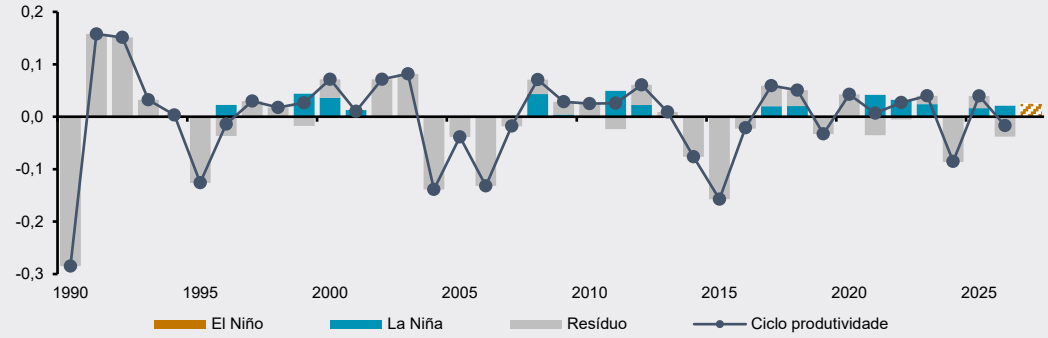
Decomposição do ciclo de produtividade



A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

Gráfico 7 – Soja - GO

Decomposição do ciclo de produtividade



A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

Milho

O milho, assim como a soja, tem na fase reprodutiva, que se estende aproximadamente entre 55 e 105 dias após o plantio, o período de maior sensibilidade às condições climáticas. Uma característica particular da produção de milho no Brasil, contudo, é a coexistência da primeira e da segunda safras, que apresentam calendários agrícolas distintos. Além disso, a segunda safra, historicamente denominada safrinha, ganhou importância crescente nas últimas décadas e atualmente responde pela maior parte da produção nacional. Como os eventos *El Niño* e *La Niña* podem afetar de forma distinta cada safra, a estimação dos efeitos sobre a produtividade agregada do milho torna-se mais desafiadora. Os resultados para a produtividade total do milho são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Milho

Resultado das estimações

UF	Peso	Trim.	beta estimado				R^2
	%		El Niño		La Niña		
BR	96,8		-0,09	***	-0,15	***	0,05
RO	2,2	-15	-0,04		-0,15	***	0,16
PA	3,0	-7	0,02		-0,17	**	0,12
TO	2,5	-6	0,14	**	0,03		0,05
MA	2,4	-12	-0,22	***	-0,12	***	0,34
PI	2,1	-9	-0,61	***	0,10		0,33
CE	2,6	-9	-0,58	**	0,64	*	0,24
BA	2,7	-6	0,24	**	0,09		0,08
MG	4,9	-14	-0,03		-0,03		0,05
SP	3,3	-12	0,01		-0,07	***	0,09
PR	13,7	-9	-0,00		-0,26	***	0,21
SC	1,1	-7	0,24	**	-0,12		0,06
RS	3,2	-7	0,36	*	-0,43		0,08
MS	10,1	-9	-0,06		-0,30	***	0,09
MT	32,6	-14	-0,18	***	-0,19	***	0,52
GO	10,5	-15	-0,13	***	-0,07		0,18

***, ** e *: coeficientes estatisticamente significativos a 1%, 5% e 10%, respectivamente. Estimação por SUR considerando apenas as UFs com área superior a 1% do total em 2025. Brasil é a agregação das UFs utilizadas na estimação. Trimestre indica o mês central do trimestre móvel do RONI utilizado na estimação, medido em meses em relação a dezembro do ano de referência da produção. Por exemplo, - 15 corresponde a setembro do ano anterior ao da produção.

Os efeitos dos eventos *El Niño* e *La Niña* sobre a produtividade do milho mostram-se mais homogêneos do que os observados para a soja, com predomínio de coeficientes negativos, de magnitude relevante e, em diversos casos, estatisticamente significativos. Diferentemente da soja, em que efeitos positivos e negativos tendem a se compensar entre regiões, as estimativas para o milho sugerem impactos adversos mais disseminados pelo território nacional. Os coeficientes agregados para o Brasil são negativos e estatisticamente significativos tanto para *El Niño* quanto para *La Niña*, indicando que ambos os eventos estão associados a produtividades abaixo da tendência histórica.

A Tabela 3 complementa a Tabela 2 ao apresentar os resultados para a primeira e a segunda safras de milho separadamente, bem como uma reestimação da produtividade total utilizando apenas a amostra disponível para a desagregação por safras. A restrição da amostra não altera qualitativamente os resultados para o milho agregado, indicando que os efeitos estimados não decorrem da mudança do período analisado. A abertura por safras, contudo, revela diferenças importantes. Em geral, os episódios de *El Niño* estão associados a reduções de produtividade em ambas as safras, mas os efeitos tendem a ser mais intensos na segunda safra. O efeito negativo de *La Niña* sobre a produtividade do milho agregado, por sua vez, reflete os impactos negativos observados na segunda safra, que se sobrepõem aos efeitos positivos estimados para a primeira safra. Entre os principais estados produtores, destacam-se as respostas negativas de elevada magnitude da segunda safra a ambos os eventos.

Tabela 3 – Milho por safra

Resultado das estimações (amostras restritas)

UF	Peso	Total				1ª Safra				2ª Safra			
	%	El Niño		La Niña		El Niño		La Niña		El Niño		La Niña	
BR	93,5	-0,17	***	-0,17	***	-0,21	***	0,11	***	-0,29	***	-0,18	***
RO	2,2	0,60	***	0,08									
PA	3,0	0,21	*	-0,16	**	0,05		-0,01					
TO	2,5	-0,05	**	-0,03		-0,05		-0,01					
MA	2,4	-0,24	***	-0,18	***	-0,43	***	0,01					
PI	2,1	-0,31	***	0,11		-0,48	***	0,01					
CE	2,6	-0,39		0,76	***	-0,64	***	0,46	**				
RN						-1,37	***	0,52	*				
PB						-0,73	**	0,35					
PE						-1,01		0,43					
BA	2,7	-0,12	**	-0,03		-0,05		0,14	***	0,38		1,10	**
MG	4,9	-0,17	***	-0,03		-0,01		0,07	**	-0,98	***	-0,16	
SP													
PR	13,7	-0,13		-0,30	***	-0,02		0,01		0,14		-0,39	***
SC	1,1	0,30	**	-0,37	***	-0,03		0,01					
RS	3,2	0,36		-0,94	***	0,09		-0,02					
MS	10,1	-0,31	***	-0,34	***					-0,27	***	-0,32	***
MT	32,6	-0,22	***	-0,16	***	-0,01		0,06		-0,31	***	-0,14	**
GO	10,5	-0,35	***	-0,08		0,01		0,04		-0,06		-0,09	

***, ** e *: coeficientes estatisticamente significativos a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

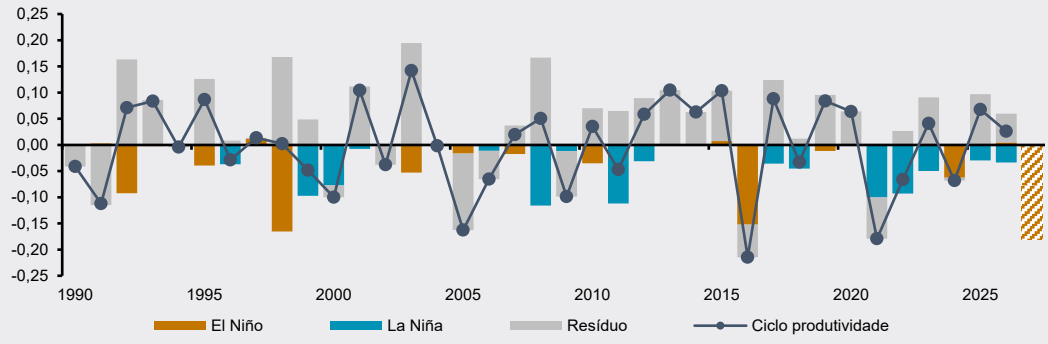
Estimação por SUR considerando apenas as UFs com área superior a 1% do total em 2025. Brasil é a agregação das UFs utilizadas na estimação.

A coluna peso refere-se à participação na área total. Como a participação de cada UF difere entre a produção total e as safras, o conjunto de estados estimados varia entre as colunas. Não há estimativa para SP em razão da indisponibilidade de dados abertos por safra em um ano da amostra.

Os Gráficos 8 a 11 apresentam a decomposição do ciclo da produtividade do milho agregado para o Brasil e do milho agregado e da primeira e segunda safras de Mato Grosso, principal produtor da cultura no país. No agregado, destacam-se os efeitos negativos de *El Niño*, associados às maiores quedas de produtividade observadas na amostra. Os efeitos adversos de *La Niña*, embora presentes, frequentemente foram compensados por outros determinantes do ciclo da produtividade. A abertura por safras indica que esses efeitos foram mais importantes para as oscilações da segunda safra. As projeções atuais para o RONI são compatíveis com um efeito negativo de magnitude elevada sobre o milho agregado em 2027.

Gráfico 8 – Milho total - BR

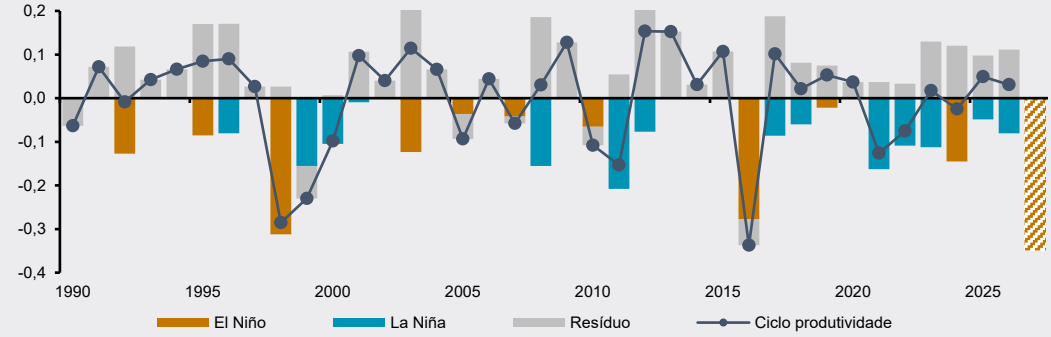
Decomposição do ciclo de produtividade



A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

Gráfico 9 – Milho total - MT

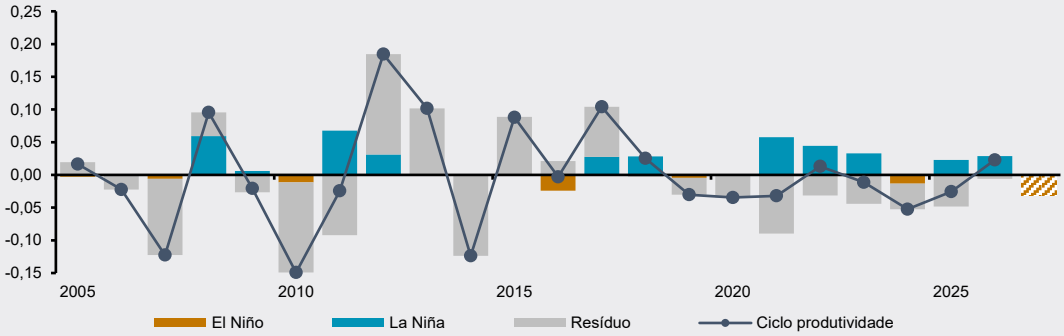
Decomposição do ciclo de produtividade



A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

Gráfico 10 – Milho 1ª Safra - MT

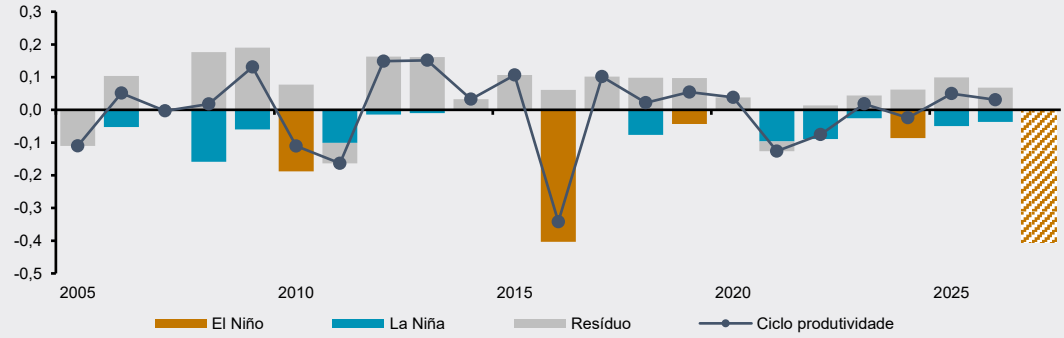
Decomposição do ciclo de produtividade



A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

Gráfico 11 – Milho 2ª Safra - MT

Decomposição do ciclo de produtividade



A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

Algodão

No algodão (Tabela 4), *El Niño* apresenta influência negativa sobre a produtividade. Os coeficientes são negativos e, para a maioria das UFs, de magnitude elevada e estatisticamente significativos. Mato Grosso, o principal produtor, constitui exceção, não sendo possível identificar efeitos relevantes do fenômeno sobre a produtividade. Na Bahia, segundo maior produtor, o coeficiente associado a *El Niño* mostra-se negativo e estatisticamente significativo. Contudo, embora a contribuição do evento para o ciclo da produtividade do estado seja relevante (Gráfico 13), sua magnitude é substancialmente inferior à dos fatores não captados pelo modelo, especialmente até meados da década de 2000.

Os efeitos de *La Niña*, por sua vez, revelam-se menos sistemáticos e, nos principais estados produtores, geralmente de pequena magnitude, resultando em um efeito próximo de zero para o Brasil.

Tabela 4 – Algodão

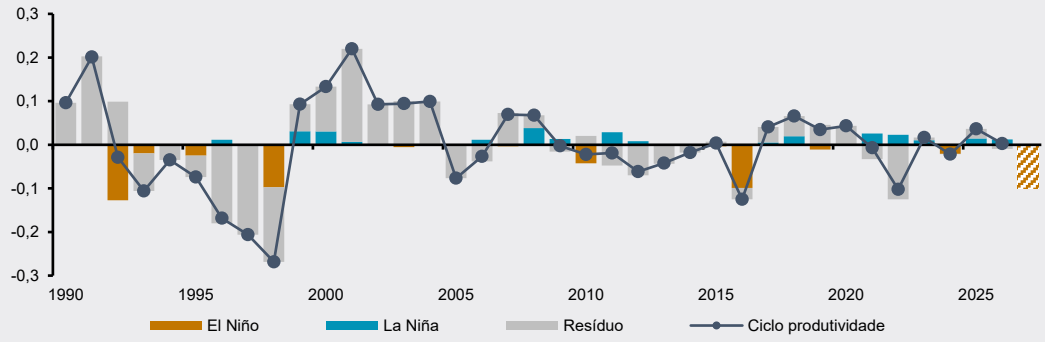
Resultado das estimações

UF	Peso	Trim.	beta estimado				R^2
	%		El Niño		La Niña		
BR	98,3		-0,08	***	0,03		0,16
MA	1,5	-9	-0,68	***	-0,33	*	0,36
PI	1,6	-9	-0,77	***	0,37		0,26
BA	18,6	-10	-0,24	***	0,10		0,15
MG	2,0	-9	-0,11	*	0,05		0,11
MS	1,5	-9	-0,25	***	-0,02		0,27
MT	71,4	-12	-0,01		0,02		0,01
GO	1,7	-12	-0,16	***	-0,03		0,08

***, ** e *: coeficientes estatisticamente significativos a 1%, 5% e 10%, respectivamente. Estimação por SUR considerando apenas as UFs com área superior a 1% do total em 2025. Brasil é a agregação das UFs utilizadas na estimação. Trimestre indica o mês central do trimestre móvel do RONI utilizado na estimação, medido em meses em relação a dezembro do ano de referência da produção. Por exemplo, - 15 corresponde a setembro do ano anterior ao da produção.

Gráfico 12 – Algodão - BR

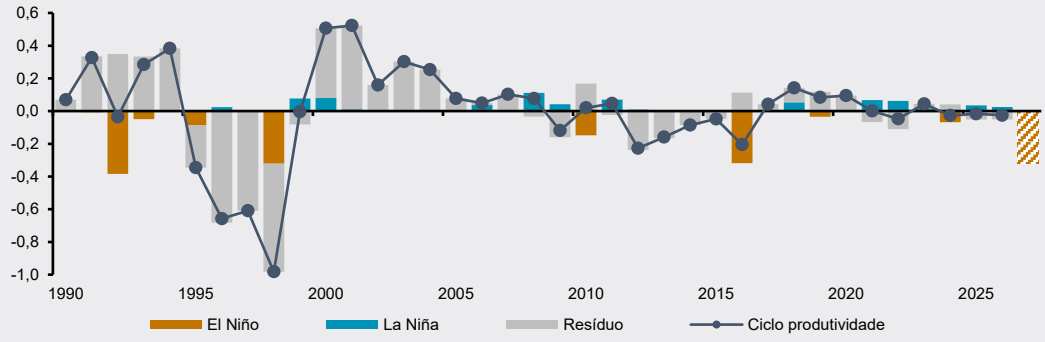
Decomposição do ciclo de produtividade



A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

Gráfico 13 – Algodão - BA

Decomposição do ciclo de produtividade



A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

Arroz

A Tabela 5 apresenta os resultados estimados para o arroz. Os coeficientes associados a *El Niño* mostram-se predominantemente negativos, frequentemente de magnitude relevante e estatisticamente significativos, inclusive para o agregado nacional. Em particular no Rio Grande do Sul, que responde por mais da metade da área plantada nacional, o coeficiente associado ao impacto negativo de *El Niño* é de magnitude relevante e estatisticamente significativo. Os efeitos de *La Niña*, por sua vez, mostram-se menos homogêneos e, nos principais produtores, geralmente de pequena magnitude, resultando em um coeficiente agregado para o Brasil próximo de zero.

Tabela 5 – Arroz

Resultado das estimações

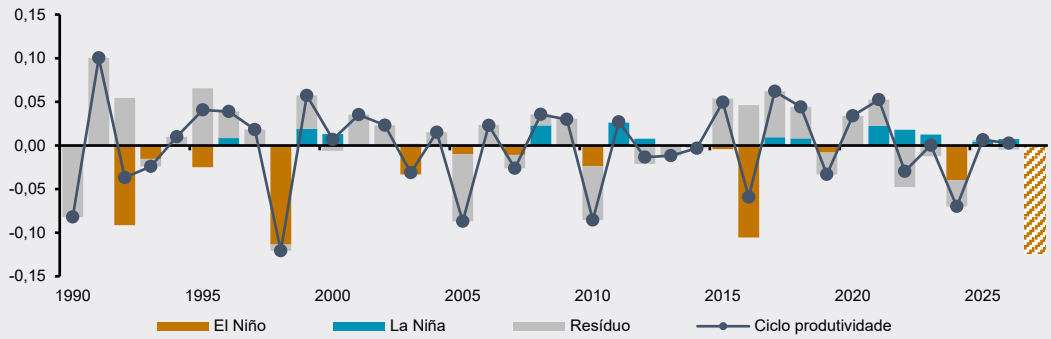
UF	Peso	Trim.	beta estimado				R^2
	%		El Niño		La Niña		
BR	96,3		-0,09	***	0,03	*	0,29
RO	2,9	-12	-0,04		-0,21	***	0,19
PA	2,1	-10	-0,06	**	-0,08	**	0,25
TO	7,6	-13	0,04		0,01		0,01
MA	4,4	-9	-0,43	***	0,05		0,60
PI	2,4	-9	-0,58	***	0,39	**	0,45
MG	1,2	-13	0,03		-0,02		0,04
PR	1,1	-15	-0,08		0,06		0,10
SC	8,2	-15	-0,01		-0,02		0,01
RS	55,3	-14	-0,09	***	0,05	*	0,44
MT	9,5	-8	-0,06		0,02		0,06
GO	1,7	-9	0,02		-0,06		0,02

***, ** e *: coeficientes estatisticamente significativos a 1%, 5% e 10%, respectivamente.
Estimação por SUR considerando apenas as UFs com área superior a 1% do total em 2025.
Brasil é a agregação das UFs utilizadas na estimação. Trimestre indica o mês central do trimestre móvel do RONI utilizado na estimação, medido em meses em relação a dezembro do ano de referência da produção. Por exemplo, - 15 corresponde a setembro do ano anterior ao da produção.

A decomposição do ciclo da produtividade do Rio Grande do Sul (Gráfico 15) mostra que os episódios de *El Niño* contribuíram para algumas das principais quedas de produtividade observadas ao longo da amostra. As projeções atuais para o RONI são compatíveis com um efeito adverso em 2027 de magnitude semelhante à observada durante os episódios de *El Niño* de 1998 e 2016.

Gráfico 14 – Arroz - BR

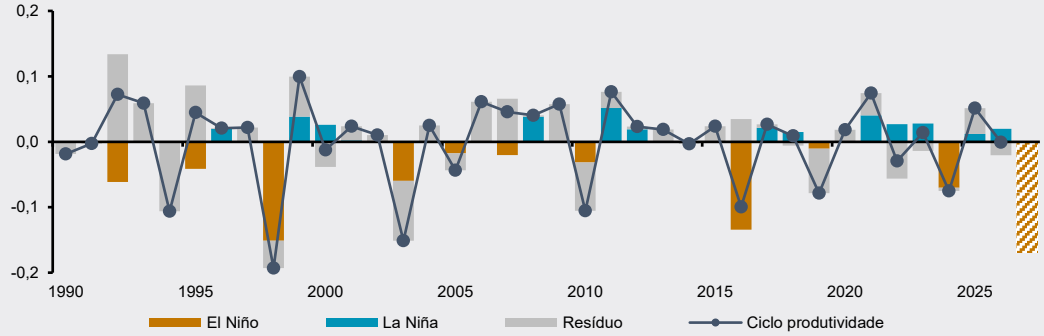
Decomposição do ciclo de produtividade



A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

Gráfico 15 – Arroz - RS

Decomposição do ciclo de produtividade



A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

Cana-de-açúcar

A Tabela 6 apresenta os resultados estimados para a cana-de-açúcar. As estimações não fornecem evidências de efeitos de magnitude expressiva de eventos *El Niño* e *La Niña* sobre a produtividade da cultura. Os coeficientes agregados para o Brasil são nulos, enquanto as estimativas estaduais revelam magnitudes geralmente reduzidas e pouca significância estatística. Esse resultado pode refletir características próprias da cultura, como seu ciclo produtivo mais longo, que tende a diluir os efeitos de choques climáticos concentrados em períodos específicos do seu desenvolvimento.

Tabela 6 – Cana-de-açúcar

Resultado das estimações

UF	Peso	Trim.	beta estimado				R^2
	%		El Niño		La Niña		
BR	95,3		0,00		0,00		0,03
PB	1,3	-5	0,00		-0,27	**	0,10
PE	2,5	-13	0,02		-0,03		0,08
AL	2,7	-13	0,04	*	0,07	**	0,10
MG	12,2	-5	-0,04	*	0,00		0,03
SP	50,4	-12	0,01		0,01		0,01
PR	5,3	-4	0,03		0,04		0,08
MS	7,5	-12	0,04	*	0,01		0,13
MT	2,7	-4	0,01		0,04		0,03
GO	10,7	-13	-0,02		-0,02		-0,00

***, ** e *: coeficientes estatisticamente significativos a 1%, 5% e 10%, respectivamente.
Estimação por SUR considerando apenas as UFs com área superior a 1% do total em 2025.
Brasil é a agregação das UFs utilizadas na estimação. Trimestre indica o mês central do trimestre móvel do RONI utilizado na estimação, medido em meses em relação a dezembro do ano de referência da produção. Por exemplo, - 15 corresponde a setembro do ano anterior ao da produção.

Café

A Tabela 7, com os resultados estimados para o café, indica que *La Niña* está associada a desvios positivos da produtividade. No caso do *El Niño*, os coeficientes são predominantemente negativos, mas de pequena magnitude e sem significância estatística para os principais produtores. O Gráfico 16 apresenta a decomposição

do ciclo da produtividade para o agregado do país. Os episódios de *La Niña* contribuem sistematicamente para aumentos de produtividade, embora sua magnitude seja inferior à dos fatores não captados pelo modelo.

Tabela 7 – Café

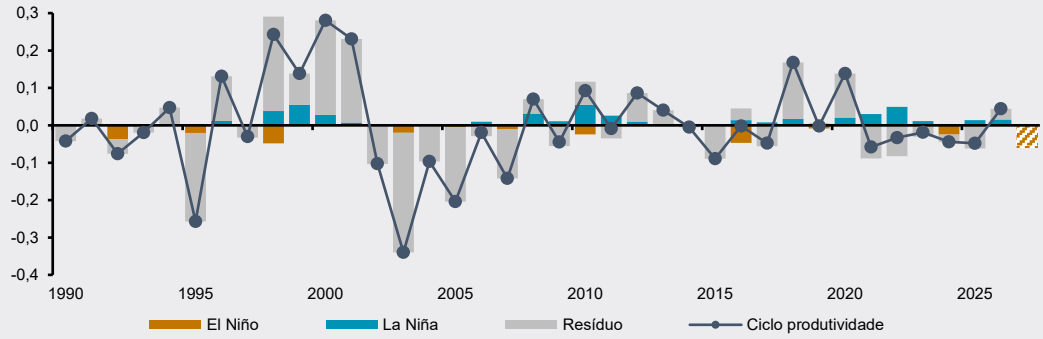
Resultado das estimações

UF	Peso	Trim.	beta estimado				R^2
	%		El Niño		La Niña		
BR	98,2		-0,03		0,11	*	0,10
RO	2,5	-6	-0,09		0,45	**	0,16
BA	6,6	-13	-0,23	***	-0,04		0,31
MG	55,7	-5	-0,00		0,11		0,08
ES	21,9	-12	-0,05		0,11		0,17
SP	10,2	-10	-0,01		0,06		0,04
PR	1,3	-5	0,38	*	0,48		0,16

***, ** e *: coeficientes estatisticamente significativos a 1%, 5% e 10%, respectivamente.
Estimação por SUR considerando apenas as UFs com área superior a 1% do total em 2025.
Brasil é a agregação das UFs utilizadas na estimação. Trimestre indica o mês central do trimestre móvel do RONI utilizado na estimação, medido em meses em relação a dezembro do ano de referência da produção. Por exemplo, - 15 corresponde a setembro do ano anterior ao da produção.

Gráfico 16 – Café - BR

Decomposição do ciclo de produtividade



A barra hachurada ao final refere-se ao efeito estimado do El Niño para 2027, dada a trajetória observada e projetada para o RONI.

Conclusão

Os resultados indicam que os efeitos de eventos *El Niño* e *La Niña* sobre a produtividade agrícola brasileira são heterogêneos entre culturas e regiões. Para milho, algodão e arroz, os episódios de *El Niño* tendem a estar associados a produtividades abaixo da tendência histórica na maioria das UFs, com magnitudes relevantes em vários casos. No caso da soja, os efeitos mostram-se mais heterogêneos entre regiões e próximos de zero em nível nacional, refletindo a compensação entre ganhos observados no Sul do país e perdas em parte do Matopiba. Os episódios de *La Niña* apresentam efeitos mais heterogêneos entre as culturas de grãos, com impactos positivos na soja, negativos no milho, sobretudo na segunda safra, e próximos da neutralidade no algodão e no arroz. Nas culturas permanentes, os resultados não permitem identificar impactos de *El Niño* e *La Niña* sobre a produtividade da cana-de-açúcar. O café, por outro lado, apresenta efeitos positivos associados a episódios de *La Niña* no agregado nacional. Exercícios de decomposição indicam que, embora os eventos climáticos contribuam de maneira relevante para oscilações da produtividade em vários casos, parcela substancial da variabilidade observada permanece associada a outros fatores não captados pelos modelos estimados.

Considerando as projeções atuais para o RONI, compatíveis com a ocorrência de *El Niño* até o segundo trimestre de 2027, os resultados sugerem efeitos adversos sobre a produtividade nacional de grãos. Esses impactos tendem a ser mais disseminados em culturas como milho, algodão e arroz, enquanto, no caso da soja, o principal efeito esperado é regional. No milho, em particular, o impacto negativo pode ser parcialmente mitigado pelo fato de o RONI já se encontrar em trajetória descendente durante parte das janelas mais relevantes para a segunda safra. Em conjunto, os resultados são compatíveis com um desempenho menos favorável da agropecuária em 2027, contribuindo para uma desaceleração do crescimento do Valor Adicionado Bruto do setor em direção a patamares mais próximos da estabilidade.

Contudo, a estimação dos efeitos de *El Niño* e *La Niña* sobre a produtividade agrícola é particularmente desafiadora. As amostras anuais são curtas e o número de eventos observados é limitado, especialmente no caso de episódios mais intensos, o que dificulta a identificação de efeitos. Assim, recomenda-se cautela na interpretação dos resultados. Além disso, as projeções para 2027 devem ser interpretadas como indicação de risco para a produtividade agrícola, e não como previsão de desempenho da safra. Embora os eventos climáticos possam contribuir de forma relevante para determinadas oscilações da produtividade, outros fatores respondem pela maior parte da variabilidade observada.