

Agricultural Research and Development (R&D) in Brazil and Latin America: Impacts on Productivity Growth and Contemporary Challenges

Coordenador: Steven M. Helfand, University of California, Riverside

Apresentadores:

1. Keith Fuglie, Food Security Leadership Council
2. Pedro Abel Vieira Junior, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
3. Steven M. Helfand, University of California, Riverside
4. José Maria Ferreira Jardim da Silveira, Instituto de Economia da Unicamp

Justificativa:

Brazil ranks among the world's top four agricultural producers and exporters. Continued growth is important for domestic and global food security. Sustained productivity growth is essential to support output expansion, and investments in research and development (R&D) have been the principal driving force for agricultural productivity growth in Brazil and many other countries. Agricultural R&D is also critical for adapting to many of the challenges that climate change presents. Thus, a SORG with a focus on R&D aligns well with the theme of the conference that highlights food, climate change, and public policies.

The first presentation documents long-term trends in agricultural R&D worldwide. It demonstrates the increasing importance of private R&D and a shift of public R&D away from high income countries. It also reviews new institutional arrangements for public-private collaboration. The second presentation addresses the agricultural innovation system in Brazil, reviewing the central role of Embrapa since the 1970s and legal/institutional reforms since the 1990s. Contemporary challenges highlight the need for improved public-public and public-private coordination. The third paper analyzes the impact of public investments in agricultural R&D on total factor productivity growth in Brazil (1985-2017). Unlike most papers that focus solely on Embrapa, this paper also includes investments made by Brazilian states and universities. The final paper examines R&D in grain production in Brazil and Argentina. With a focus on genetic improvements in seeds, the paper explores differences in these countries regarding intellectual property, public research, and the interaction between public and private research.

1. Developments in global agricultural research with special reference to Latin America

Keith Fuglie, Food Security Leadership Council

Keith.fuglie@gmail.com

Objectives

Investments in agricultural research and development (R&D) have been the principal driving force for productivity growth in the sector. This presentation reviews long-term trends in public and private agricultural and food R&D world-wide. It also reviews agricultural R&D investment trends in Latin America and recent findings on returns to public agricultural R&D investment in various countries of the region.

Theoretical Framework

This is a review presentation. It does not have a theoretical framework, though the notional idea is the investments in R&D create and accumulate agricultural knowledge capital, which shifts the agricultural supply function, reducing unit costs of production and producing welfare gains for producers and consumers.

Methodology

The presentation draws from the recently published GRAPE (Global Agricultural Research: Personnel and Expenditures) an unpublished work by the author on agricultural R&D spending by agribusiness firms, to summarize trends and developments in agricultural R&D spending in Latin American and the World. It reviews recent studies on returns to research investments by Latin American countries. It also draws on previously published work by the author on institutional arrangements for public-private collaboration in agricultural research.

Conclusions

Between 1990 and 2022, total global investment in agricultural and food R&D (by both the public and private sectors) is estimated to have increased from \$45 billion to \$105 billion, in constant 2017 PPP dollars. The agricultural component of this total (subtracting out R&D by the food industry) doubled from \$36 billion to \$72 billion over this period, growing at 2.3% per year. However, this was less than the growth in global agricultural GDP over these years (which averaged 2.7%), so that R&D spending relative to the economic output of the sector fell. The decline in agricultural research intensity is likely contributing to the slowing rate of growth in global agricultural total factor productivity. This has implications for food prices, food security, and pressures on natural resource use.

This overall growth in agricultural R&D spending masks two major shifts in the structure of global agricultural research. First, the private sector has assumed a larger share of the total R&D investment. Business spending on agricultural R&D accelerated in the 2000s with the advent of commercial opportunities in agricultural biotechnology. Second, the preponderance of public investment in agricultural R&D has shifted from high income to middle income and emerging economies, especially in Asia. For Latin America, in contrast, public spending on agricultural R&D (in constant PPP dollars) has recently fallen. This is despite evidence that returns to public agricultural R&D investments in the region continue to be high.

The emergence of a strong agricultural research and innovation capacity in the private sector presents new challenges and opportunities for the public sector. New institutional arrangements are emerging to facilitate public-private collaboration in the financing and performance of agricultural R&D and to ensure rapid technology transfer.

2. Trajetória e desafios do sistema de inovação agropecuário Brasileiro: Uma construção híbrida entre o estado e o mercado

Pedro Abel Vieira Junior, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)
pedro.vieira@embrapa.br

Objetivos da apresentação

A apresentação tem como objetivo analisar a trajetória do Sistema de Inovação Agropecuário (SIA) brasileiro, destacando os principais fatores institucionais e regulatórios que sustentaram sua consolidação, bem como discutir os desafios contemporâneos que exigem novas formas de coordenação entre Estado e mercado. Busca-se, em particular, compreender como a combinação entre investimento público estratégico e crescente protagonismo privado deu origem a um arranjo híbrido, cuja continuidade depende de ajustes institucionais frente a novas demandas tecnológicas, ambientais e geopolíticas.

Quadro teórico e abordagem metodológica

A análise se insere na literatura sobre sistemas de inovação, com ênfase na perspectiva institucionalista, que destaca o papel das regras formais e informais, das organizações e das interações entre atores na dinâmica inovativa. Parte-se da ideia de que a inovação não resulta apenas de esforços individuais, mas de um sistema articulado de instituições públicas e privadas, cuja coordenação molda trajetórias tecnológicas específicas.

Do ponto de vista metodológico, trata-se de uma análise qualitativa, de caráter histórico-institucional, baseada na revisão da literatura especializada e na interpretação de marcos institucionais e regulatórios que estruturaram o SIA brasileiro. A abordagem privilegia a identificação de momentos-chave de inflexão — particularmente a criação da Embrapa e as reformas institucionais dos anos 1990 — e a análise de seus efeitos sobre a organização do sistema e a distribuição de papéis entre os atores.

Trajetória do Sistema de Inovação Agropecuário

O Sistema de Inovação Agropecuário brasileiro representa um caso paradigmático de adaptação tecnológica às condições tropicais. A transformação do Brasil de importador de alimentos em um dos maiores produtores e exportadores globais está diretamente associada à sua capacidade de gerar e difundir inovações no setor.

Essa trajetória pode ser compreendida a partir de quatro dimensões centrais:

1. O papel central do Estado

A formação do SIA brasileiro está fortemente ancorada no investimento público em pesquisa e desenvolvimento. Em um contexto de elevada incerteza tecnológica e ausência de incentivos privados para a pesquisa de longo prazo, o Estado assumiu papel protagonista. A criação da Embrapa, em 1973, sintetiza esse movimento, ao estruturar uma base científica e tecnológica voltada para a agricultura tropical. A instituição foi decisiva na geração de cultivares adaptadas, sistemas de manejo e soluções para desafios fitossanitários e edáficos, estabelecendo as bases da modernização agrícola.

2. Legado institucional e colaboração histórica

O protagonismo da Embrapa não se deu de forma isolada. O SIA brasileiro se desenvolveu a partir de um ecossistema mais amplo, que inclui instituições estaduais de pesquisa agropecuária e universidades, responsáveis pela formação de recursos humanos e pela produção de conhecimento científico. Desde o início, houve também participação relevante do setor privado, especialmente na indústria de sementes. Essa interação, muitas vezes informal, revelou complementaridades importantes entre pesquisa pública e aplicação comercial, antecipando formas mais estruturadas de cooperação.

3. A virada regulatória e o avanço do setor privado

A partir da década de 1990, reformas institucionais redefiniram o funcionamento do sistema. A Lei de Propriedade Industrial (1996), a Lei de Proteção de Cultivares (1997) e os marcos regulatórios da biotecnologia criaram condições de maior segurança jurídica e previsibilidade. Esse novo ambiente institucional estimulou o investimento privado em inovação, ampliando a presença de grandes empresas, em articulação com atores nacionais. O sistema passa, então, a assumir uma configuração mais claramente híbrida, com maior protagonismo do setor privado na geração e difusão de tecnologias.

4. Desafios contemporâneos

Apesar de sua trajetória bem-sucedida, o SIA enfrenta desafios crescentes. A demanda por sustentabilidade, a emergência da bioeconomia, as exigências de rastreabilidade e a necessidade de validação da biomassa brasileira em mercados internacionais impõem novas complexidades. Esses desafios exigem a integração de múltiplas áreas do conhecimento — da agronomia à ciência de dados, do direito à economia — e reforçam a necessidade de coordenação entre diferentes atores. Nesse contexto, ganha relevância a ideia de um “Estado poroso”, capaz de facilitar interações, organizar fluxos de conhecimento e promover articulação entre instituições públicas e privadas.

Conclusões

A trajetória do Sistema de Inovação Agropecuário brasileiro revela que seu sucesso não pode ser atribuído exclusivamente ao Estado ou ao mercado, mas sim à construção progressiva de um arranjo híbrido, no qual ambos desempenham papéis complementares. O investimento público foi decisivo na criação das bases científicas e tecnológicas, enquanto as mudanças institucionais ampliaram o espaço para a atuação do setor privado.

No entanto, os desafios atuais indicam que esse modelo precisa ser continuamente ajustado. A crescente complexidade das demandas tecnológicas, ambientais e regulatórias exige níveis mais elevados de coordenação e articulação institucional. A capacidade de sustentar a competitividade do agronegócio brasileiro dependerá, portanto, não apenas da continuidade dos investimentos em inovação, mas também da qualidade das instituições e dos mecanismos de governança que organizam o sistema.

3. Total factor productivity growth in Brazilian agriculture (1985-2017): The role of public investments in agricultural research

Steven M. Helfand, University of California, Riverside (UCR)

steven.helfand@ucr.edu

Brief overview:

a) Objectives

Study the relationship between total factor productivity growth in Brazilian agriculture and investments in agricultural research and development (R&D). The key innovation of the paper is to explore the relative importance of federal, state, and university investments in R&D rather than to solely focus on Embrapa.

b) Theoretical framework

Profit maximization by agricultural producers implying that they jointly choose outputs and inputs subject to technological, environmental, institutional, and other constraints.

Technological improvements over time can drive productivity growth and enhance profits.

Agricultural R&D is one of the most important sources of technological change.

c) Methodology

The study estimates a stochastic frontier production function and calculates total factor productivity (TFP) growth in Brazilian agriculture. TFP is decomposed into components related to technology, weather, policy variables, and other factors. The main focus here is the role of investment in agricultural R&D.

d) Conclusion

Investments in agricultural R&D constitute one of the most important determinants of TFP growth in Brazil. Understanding the relative importance of federal, state, and university investments can help guide policy design with the goal of increasing the impact of public R&D expenditures.

Extended abstract:

Brazil ranks among the world's top four agricultural producers and exporters, and continued growth is important for domestic and global food security. It also plays an important role in the generation of foreign exchange and the reduction of poverty. Sustained productivity growth is essential to support output expansion, and investments in agricultural research are a key determinant of productivity growth. Most papers that study agricultural research and productivity growth in Brazil focus solely on federal investments in agricultural research via Embrapa (e.g., Akerman, et al., 2025; Helfand et al., 2025). This paper contributes to the literature by also including investments made by Brazilian states and public universities.

The study estimates a stochastic frontier production function and calculates total factor productivity (TFP) growth in Brazilian agriculture. TFP is decomposed into components related to technology, weather (growing degree days), policy variables, and other factors. The analysis uses municipal Agricultural Census data from 1985 to 2017. The key innovation of this paper is that the policy variables include "knowledge stocks" derived from federal, state, and university investments in agricultural research.

Results from a related paper (Helfand et al., 2025) entitled “Total factor productivity growth in Brazilian agriculture (1985-2017): The roles of climate change and public policy,” showed that TFP increased at 1.56% per year, accounting for 60% of output growth. The decomposition highlighted the slowing effect of climatic factors, alongside the accelerating influence of investments in R&D and education. A key finding of this paper is the pronounced divergence in outcomes across many dimensions. Output and TFP growth were fastest in the Cerrado biome, characterized by large farms, and slowest in the Caatinga. Output became increasingly concentrated in a small number of municipalities, which tended to exhibit faster TFP growth and specialization in annual crops such as soybeans. Conversely, about one-third of municipalities experienced declines in output and TFP. The findings have significant policy implications for addressing climate change, guiding investments in R&D, and managing the growing divergence of outcomes.

In that previous paper, we only had information on Federal research investments made by Embrapa. In the current paper, we add investments made by states and universities. We first describe the data sources for the construction of federal, state, and university knowledge stocks, and then present the methodology used to construct each variable (see Alston et al., 2021; Alston and Pardee, 2010). For Embrapa, for example, this involved taking investments from 30 distinct lines of spending (by ecoregion and product group), extrapolating these back to 1950, and then aggregating them with trapezoid weights up to each Census year (1985, 1995, 2006, 2017). The weights reflect the theoretically-grounded time profile of research impacts as reflected in the empirical literature from around the world. The research stocks are then distributed across municipalities based on either the ecoregion to which they belong or the composition of production in each locality. The methodology used to construct the other variables is similar. The paper then presents descriptive statistics for each research stock variable, followed by econometric estimates and the TFP decomposition.

In sum, the main objective of this paper is to explore the relative importance for agricultural TFP growth in Brazil of federal, state, and university investments in research. The paper also explores heterogeneity across regions and sub-periods in the impact of these three types of research investments.

Key references

- Akerman, A., J. Moscona, H. S. Pellegrina, and K. Sastry (2025). “Public R&D Meets Economic Development: Embrapa and Brazil’s Agricultural Revolution.” NBER Working Paper 34213.
- Alston, J. M., Andersen, M., James, J., e Pardey, P.G. (2010). “Models of research and productivity” (Chapter 9) and “Econometric estimation and results” (Chapter 10). In J.M. Alston, M. Andersen, J. James e P.G. Pardey (Eds.), *Persistence pays: US agricultural productivity growth and the benefits from public R&D spending*. New York: Springer.
- Alston, J.M., e Pardey, P.G. (2021). The economics of agricultural innovation. In C. Barret and D. Just. (Eds.), *Handbook of Agricultural Economics*, Volume 5, Chapter 75, pp. 3895-3980. North Holland.
- Helfand, S., Cavalcanti, F., Freitas, C., Moreira, A., and Schling, M. (2025). “Total factor productivity growth in Brazilian agriculture (1985-2017): The roles of climate change and public policy.” Mimeo.
- O'Donnell, C.J. (2018). *Productivity and efficiency analysis: an economic approach to measuring and explaining managerial performance*. Singapore: Springer.

4. Relações entre pesquisa em melhoramento genético e impactos na agricultura de grãos na Argentina e Brasil

José Maria Ferreira Jardim da Silveira

Centro de Economia Aplicada, Agricultura e Meio Ambiente, CEA; Instituto de Economia da Unicamp, jmsilv@unicamp.br

Resumo da Proposta

Objetivo

O Objetivo desta apresentação é evidenciar como a agricultura dos dois países lograram expandir-se em termos de produção acompanhada com ganhos de produtividade e competitividade internacional com base na constante incorporação de inovações, acompanhadas de mudanças institucionais extremamente relevantes, no campo da regulação e da propriedade intelectual.

Referencial Teórico

A evolução da indústria de sementes e seus impactos na produtividade da Argentina e Brasil é tratada a partir da ideia de co-evolução: das tecnologias e das instituições que promovem incentivo e regulação da indústria nascente que engendra o processo de inovação e de difusão da inovação. (Dosi, 2023; Silveira & Magalhães, 2026). Do ponto de vista temporal, o trabalho concilia a diacronia e sincronia dos eventos. Certos períodos de mudança e ruptura são destinados para a análise mais aprofundada de temas de interesse, como a construção dos sistemas de atribuição de direitos de propriedade nos dois países na década de 1990, ou o surgimento dos OGM, nesta mesma década, mas com impactos na década seguinte.

Metodologia

A apresentação combina o levantamento de dados empíricos sobre a indústria de sementes nos dois países e seus vínculos com a agricultura de grãos (trigo, soja, milho, sorgo) com a inspeção rigorosa dos principais trabalhos publicados ao longo dos períodos tratados pelo texto, ou seja, de 1975 até o presente momento.

Os resultados a serem apresentados compreendem: a) evolução histórica comparada da agricultura de grãos dos dois países; b) as transformações institucionais ocorridas; c) os resultados de um modelo de mensuração de impactos da adoção de OGM no Brasil utilizando um modelo de equilíbrio parcial; d) a evolução das empresas privadas, binacionais (TMG principalmente) e as corporações, redefinindo de forma complexa a estrutura de pesquisa e produção de sementes.

Conclusões

A transformação da agricultura Argentina e Brasileira de produtores para consumo local a grandes exportadores apresentam pontos em comum e alguma divergência, sintetizados abaixo:

- a) a Argentina, dada a dotação de recursos naturais da pampa úmida já era exportadora de trigo na década de 1960, antes mesmo da difusão das variedades de alto rendimento que marcavam a revolução verde. A combinação de pesquisa pública e privada se deu de forma precoce na Argentina, quando no Brasil apenas as Instituições públicas de pesquisa eram relevantes;
- b) Dois fenômenos são relevantes no arranque da agricultura de grãos do Brasil e Argentina: o surgimento da pesquisa e produção de sementes híbridas de milho, que apareceram no Brasil como uma combinação estreita entre pesquisa pública e privada e a emergência do cultivo da soja. Os resultados mostram que a pesquisa não tem efeito sobre uma agricultura preexistente às inovações, mas que o melhoramento genético e a indústria de sementes são determinantes para a criação de uma agricultura moderna e empresarial no Brasil e posteriormente na Argentina.

O trabalho dá especial atenção ao período de consolidação da indústria de sementes, de aceleração dos cultivos híbridos e da incorporação dos organismos geneticamente modificados.

Três fatores explicam a diferenças das trajetórias de Argentina e Brasil na agricultura de grãos:

- a) o respeito à Propriedade Intelectual das sementes melhoradas;
- b) o papel da pesquisa pública;
- c) a interação da pesquisa pública e as grandes corporações.

Apresenta-se um breve resumo das potencialidades da aplicação de novas tecnologias nos processos de melhoramento genético e seus impactos disruptivos.

Referências Bibliográficas

Dosi, G. *The Foundations of Complex Evolving Economies*. 1a ed. Oxford University Press, 2023.

Ferrari, V.E. ; Silveira, J.M.F.J. da & Dal Poz, M.E.S.. Patent Network analysis in agriculture: a case study of the development and protection of biotechnologies. *Economic of Innovation and New Technology*. 30(2), 111-133, 2021.

Marin, A. Stubrin, L I. & Zwanenberg, P. Technological lock-in in action: appraisal and policy commitment in Argentina's seed sector. *Research Policy* 52(2), 104678, 2022.

Marin, A.; Stubrin L.I. & Roitbarg, R.P. Growing from the south in the seed market: Grupo Don Mario. *Journal of Agribusiness I Developing and Emerging Economies*, 12(4), p656-672, 2022.

Pray. C.E. & Fuglie, K.O. Agricultural research by the private sector. *Annual Review of Resource Economics*, 7, 399-424, 2015.

Silveira, José Maria F.J. da & Magalhães, Marcelo M. The Evolution of Seed Industry in Brazil and Argentina. in Pingali; P. and Nuthalapati, C., orgs. *Innovative Agricultural Technologies and the Private Sector for a Hunger-Free World*, Chapter 8, p239-272, 2026.