

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Diese Studie wurde für die GFA Consulting Group im Auftrag des  
Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) durchgeführt.

Die Gesamtstudie, die für neun BMEL- Schwerpunktländer durchgeführt wurde, finden Sie [hier](#).

Februar 2020

# Autoren

Dr. Florian Schierhorn<sup>1</sup>

Dr. Daniel Müller<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (IAMO),  
Theodor-Lieser-Str. 2, 06120 Halle (Saale)

<sup>2</sup> Geographisches Institut, Humboldt-Universität zu Berlin, Unter den Linden 6,  
10099 Berlin

<sup>3</sup> Integrative Research Institute on Transformations of Human-Environment  
Systems (IRI THESys), Humboldt- Universität zu Berlin, Unter den Linden 6, 10099  
Berlin

## **Korrespondenzadresse:**

E-Mail: [schierhorn@iamo.de](mailto:schierhorn@iamo.de)

Telefon: +49 345 2928-325

## Inhaltsverzeichnis

|     |   |   |
|-----|---|---|
| 1.1 | Einleitung.....   | 4 |
| 1.2 | Klimaschutz: Forschungsstand .....  | 4 |
| 1.3 | Klimaschutz: Zusammenfassung, Fazit und Empfehlungen für zukünftige Projekte .....    | 7 |
| 1.4 | Klimaanpassung: Forschungsstand .....   | 8 |
| 1.5 | Klimaanpassung: Zusammenfassung, Fazit und Empfehlungen für zukünftige Projekte ..... | 9 |
| 1.6 | Literatur.....  | 9 |

## Abbildungsverzeichnis

|   |   |
|---|---|
| <a href="#">Abbildung 1</a> . THG-Emissionen der argentinischen Landwirtschaft (in CO <sub>2</sub> -Äquivalenten) ohne Landnutzungsänderung; eigene Darstellung mit Daten der FAO (2019). ..... | 4 |
|---|---|

## Glossar

|                 |  |
|-----------------|--|
| CA              | Konservierende Bodenbearbeitung (conservation agriculture) |
| CO <sub>2</sub> | Kohlendioxid   |
| ENSO            | El Niño-Southern Oscillation                               |
| Mt              | Megatonne  |
| N               | Stickstoff   |
| SPI             | Standardized precipitaton index                            |
| t/ha            | Tonnen pro Hektar  |
| TgC             | Terragramm Kohlenstoff                                     |
| THG             | Treibhausgase  |

## 1.1 Einleitung

Argentinien ist eines der größten Agrarexportländer weltweit. Hauptanbauprodukte sind Soja, Mais, Weizen und Baumwolle. Das Land produzierte 2017 15% der globalen Sojaernte auf 17.3 Millionen Hektar der 38 Millionen Hektar genutzten Ackerfläche (FAO, 2019). Von diesen werden 31 Millionen (82%) mit reduzierter Bodenbearbeitung (*conservation agriculture*, CA) bearbeitet, die höchste Adoptionsrate von CA weltweit (Kassam *et al.*, 2019). Argentinien produzierte 2.84 Millionen Kilogramm Rindfleisch in 2017 und ist somit der viertgrößte Rindfleischproduzent weltweit und regelmäßig unter den zehn größten Exporteuren von Rindfleisch (FAO, 2019).

## 1.2 Klimaschutz: Forschungsstand

### THG-Emissionen aus der argentinischen Landwirtschaft

Im Jahr 2016 hatte die argentinische Landwirtschaft einen Anteil von 2,2% an den Gesamtemissionen der weltweiten Landwirtschaft (FAO, 2019). Die Gesamtemissionen aus der Landwirtschaft beliefen sich in Argentinien auf 114 Tg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten im Jahr 2016 (Abbildung 1). 58% davon verursacht die Wiederkäuerverdauung und weitere 27% die Naturdünger, ebenfalls aus der Tierproduktion. Interessanterweise scheinen die Gesamtemissionen nicht stark angestiegen zu sein, trotz des schnell wachsenden landwirtschaftlichen Sektors und vor allem trotz der schnell wachsenden Zahl an Rindern.

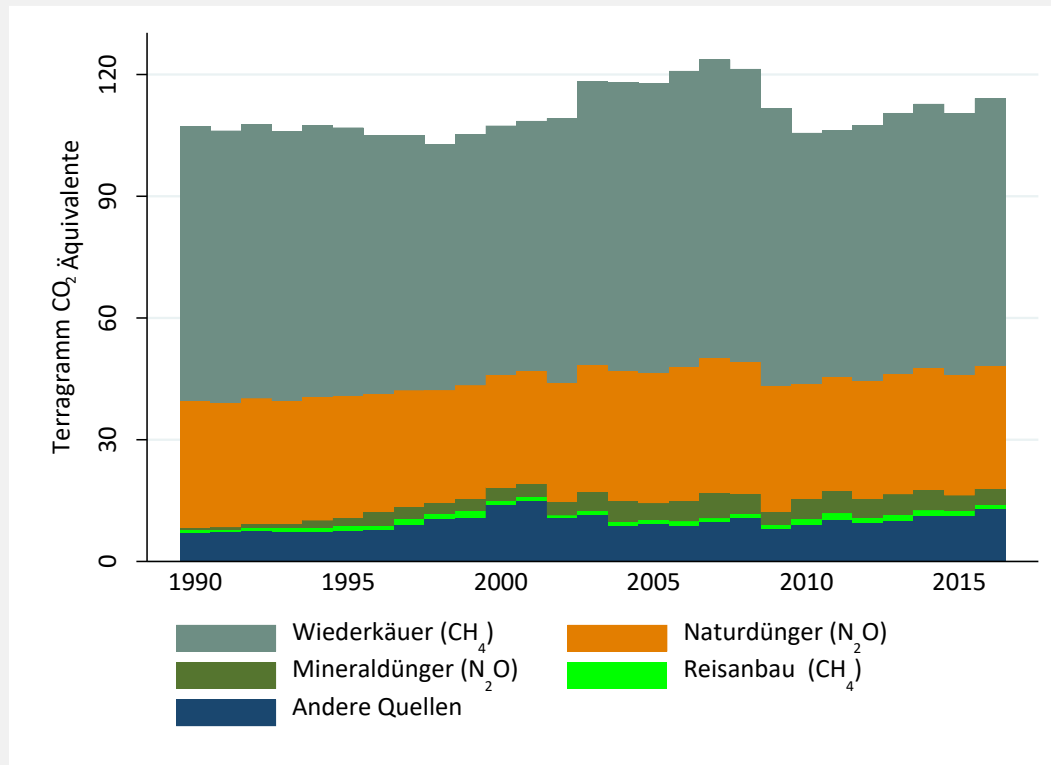


Abbildung 1. THG-Emissionen der argentinischen Landwirtschaft (in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) ohne Landnutzungsänderung; eigene Darstellung mit Daten der FAO (2019).

Die mit Abstand meisten Treibhausgasemissionen Argentiniens verursacht die Entwaldung des Chaco Trockenwaldes für die Expansion von Ackerland und Weiden (Gasparri *et al.*, 2008). Zwischen 1985 und 2013 wurden 20% (87.032 km<sup>2</sup>) des Waldbestandes im argentinischen Chaco in landwirtschaftliche Flächen umgewandelt, 28% davon in Ackerland und der Rest in Weideland (Baumann *et al.*, 2017). Diese Landnutzungsänderungen verursachten 434 Tg CO<sub>2</sub> Emissionen in Argentinien, von denen ungefähr zwei Drittel seit 2000 verursacht wurden (Baumann *et al.*, 2017).

Die gesamten THG Emissionen aus der Landwirtschaft (ohne Landnutzungsänderungen) beliefen sich 2016 auf 114 Tg CO<sub>2</sub>-Äquivalente (Abbildung 1). 96 Tg davon entstammen größtenteils der Tierfleischproduktion (Wiederkäuerverdauung und Naturdünger) und wiederum 80% davon (77 Tg) der Rindfleischproduktion (Nieto *et al.*, 2018).

### **Steigerung der THG-Effizienz der Rindfleischproduktion**

Argentinien wird von einer höheren globalen Nachfrage nach Rindfleisch profitieren und plant seine Exporteinnahmen aus der Rindfleischproduktion substantiell zu steigern. Eine mögliche Ratifizierung des Handelsabkommens zwischen dem Mercosur und der EU, mit einem schrittweisen Abbau der Zollschränken und höheren Einfuhrquoten für Rindfleisch in die EU, würde einen weiteren Anreiz zur Produktionsausweitung bieten.

Traditionell verfolgen Landwirte in Argentinien Systeme, die Ackerbau mit Tierproduktion verbinden, und wirtschaften mit niedriger Intensität und unter Nutzung einjähriger und mehrjähriger Weiden. In den letzten Jahrzehnten kam es zu zunehmender Intensivierung der Rinderhaltung durch Zufuhr von Getreidezusatzfutter als Energiequelle für die Mast (*fattening*) (Rearte & Pordomingo, 2014). Auch Weiden und Gräser wurden verbessert, was die Verdaulichkeit für die Tiere erhöht. Auf diese Weise wurde die Energiezufuhr erhöht und das Wachstum der Rinder beschleunigt, was den Methanausstoß pro Produkteinheit verringerte.

Gleichzeitig kam es zur Intensivierung der Rinderfleischproduktion auf besseren Standorten durch Zufütterung von Stroh, Heu oder Ernterückständen. Solcherart intensivierte Systeme haben oftmals niedrigere Emissionsintensität (THG Emissionen pro Einheit Produkt, zum Beispiel pro Kilogramm Rindfleisch). In diesen intensivierten Systemen werden zunehmend Mastanlagen (*feedlots*) genutzt, in denen die Rinder mit höherer Tierbesatzdichte weiden und in den letzten zwei Monaten vor der Schlachtung ausschließlich mit Getreide ernährt werden. Ungefähr ein Viertel der Rinder wurde um das Jahr 2012 in Mastanlagen produziert (Rearte & Pordomingo, 2014), mit steigender Tendenz. Mastanlagen reduzieren Konkurrenz mit Ackerland und können Gewinne steigern (Rearte & Pordomingo, 2014). Die höhere Produktivität durch schnelleres Wachstum vermindert außerdem die THG-Emissionen pro Kilogramm Fleisch. Eine offene Frage bleibt jedoch, ob die Effizienzgewinne im Endeffekt Land einsparen, und somit Entwaldungsraten vermindern, oder ob Rebound-Effekte diese Effizienzgewinne zunichtemachen wird und es zu

weiterer Ausbreitung der Weiden kommt. Weiterhin sind Ökobilanzen (*lifecycle analysis*) notwendig, um die Nettoeffekte der Effekte von Mastanlagen auf deren Umweltwirkungen besser abschätzen zu können.

Ein Drittel der Landwirte, die Mutterkuhhaltung (*cow-calf operations*) betreiben, halten vor allem in den fruchtbaren Gebieten ihre Färsen und Ochsen auf Weiden, füttern aber Getreide zu. Die anderen zwei Drittel, vorwiegend Betriebe auf weniger geeigneten Böden, führen eine reine Mutterkuhhaltung ohne Zufütterung durch (Rearte & Pordomingo, 2014).

### **Reduzierte Bodenbearbeitung**

In vielen Gebieten der Tropen und Subtropen kann „konventionelle“ Bodenbearbeitung mit dem Pflug zu vermehrter Wassererosion aufgrund des häufigen Starkregens führen und aufgrund längerer Trockenperioden auch zu vermehrter Winderosion (Peiretti & Dumanski, 2014). Dadurch, dass reduzierte Bodenbearbeitung die Wasserhaltekapazität verbessern kann, ist diese vor allem in semi-ariden Gebieten von Vorteil.

In Argentinien, mit seinen vielen semi-ariden Gebieten, waren ungefähr 80% der argentinischen Bodenbearbeitung oder 23 Millionen Hektar in Direktsaatverfahren in 2010 (Peiretti & Dumanski, 2014). Im Jahr 2016 wurde bereits auf 31 Millionen Hektar reduzierte Bodenbearbeitung angewandt (Kassam *et al.*, 2019). Argentinien hat damit den größten Anteil an reduzierter Bodenbearbeitung aller wichtigen Agrarproduzenten.

Direktsaatverfahren haben entscheidend dazu beigetragen, die Winderosion in der Weizenproduktion weitestgehend zu reduzieren (Mendez & Buschiazzo, 2010). Bodenbearbeitungsexperimente in der Pampa haben gezeigt, dass der Bodenkohlenstoff bis zu einer Tiefe von 100 cm in Direktsaatverfahren 8% größer als bei der reduzierten Bodenbearbeitung ist. Diese Differenz erhöht sich um weitere 3%, wenn Soja und Mais im Fruchtwechsel angebaut werden, verglichen mit dem weitverbreiteten Sojaanbau in Selbstfolge (Alvarez *et al.*, 2014).

### **Agroforst und Waldweidesysteme (Silvopastures)**

Agroforstsysteme, die Verbindung von Ackerbau mit Forstwirtschaft, haben großes Potenzial zur Bindung von Kohlenstoff in der Vegetation und im Boden (Zomer *et al.*, 2016). Sie können die Bodenfruchtbarkeit langfristig verbessern und erhöhen durch ihre Vielfalt die Resilienz gegen Wetterschocks. Von Relevanz sind in Argentinien vor allem die Waldweidesysteme (*silvopastures*), die Tierhaltung mit Forstwirtschaft verbinden. In Argentinien werden diese Waldweidesysteme vor allem von Kleinbauern angewendet, deren Tiere traditionell in der natürlichen Vegetation um die Farm herum weiden. Holz und Nichtholzprodukte (*non-timber forest products*) werden zusätzlich genutzt und teilweise auch vermarktet (Murray *et al.*, 2016). Der größte Teil der Waldweidesysteme wird extensiv bewirtschaftet und ist nicht mechanisiert. Häufig werden

Flächen genutzt, die bereits seit langem durch solche Wald-Weide-Systeme geprägt sind und die oftmals nicht durch offizielle Landnutzungsrechte verbrieft sind.

Während in einigen Regionen diese Waldweidesysteme durch Einführung verbesserter Weidegräser intensiviert werden, stehen sie in anderen Regionen durch die expandierende Agrarindustrie unter Druck aufgrund der zunehmenden Flächenkonkurrenz mit Ackerfrüchten (v.a. Soja und Getreide). Im letzten Jahrzehnt expandierte die extensive Weidenutzung daher vor allem auf marginaleren Standorten mit geringer Bodenfruchtbarkeit und weiter entfernt von den Haupttransportachsen (Mastrangelo *et al.*, 2019).

Die Waldweidesysteme speichern mehr Kohlestoff in der Vegetation und im Boden als Ackerland und sie haben positive Effekte für die Biodiversität (Macchi *et al.*, 2013; Tonucci *et al.*, 2011). Außerdem können Verbesserungen dieser Systeme auch zur Armutsreduzierung und Nahrungsmittelsicherheit beitragen, da ein großer Anteil dieser Landnutzer unter die Armutslinie fällt (Mastrangelo *et al.*, 2019).

### **Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft**

In den letzten 30 Jahren haben sich Klimaänderungen vor allem auf den Sojaanbau positiv ausgewirkt, während der Klimawandel den durch technologische Fortschritte möglichen Ertragsanstieg bei Mais und vor allem bei Weizen verringerte (Lobell *et al.*, 2011; Magrin *et al.*, 2014). Simulationen für die Pampa, Argentiniens wichtigstem Anbaugebiet, deuten darauf hin, dass die Mais- und Sojaproduktion vermutlich vom Klimawandel aufgrund des vorhergesagten Anstiegs der Niederschläge in den Sommermonaten Dezember und Januar profitieren wird (Magrin *et al.*, 2014). Die Weizenerträge könnten in einigen Gebieten jedoch wegen geringeren Niederschlägen in den kritischen Wachstumsperioden im Oktober auch stark sinken (Rolla *et al.*, 2018). Allerdings sind die Vorhersagen mit hohen Unsicherheiten behaftet und die Auswirkungen auf Erträge sind räumlich sehr heterogen und nur für die Pampa gültig.

Klimawandelszenarien zeigen, dass sich die Rinderhaltung tendenziell wegen Änderungen in der Niederschlagsverteilung nach Süden und Osten verlagern wird. Zeburinder-Rassen (*Bos Indicus*) werden wichtiger, da sie widerstandsfähiger gegen Hitze und Wasserstress sind, und werden in nördlicheren Regionen zunehmend das Hausrind (*Bos Taurus*) verdrängen (Rolla *et al.*, 2019). In den Pampas wird sich der Klimawandel vor allem auf marginaleren, trockeneren Standorten negativ auf die Gewinne im Ackerbau auswirken und zu einem höheren Produktionsrisiko führen (Podestá *et al.*, 2009).

### **1.3 Klimaschutz: Zusammenfassung, Fazit und Empfehlungen für zukünftige Projekte**

Zusammenfassend haben Argentinien (wie auch die anderen großen lateinamerikanischen Fleischproduzenten wie Brasilien, Uruguay, Paraguay und Bolivien) große Potenziale ihre Rindfleischproduktion auszuweiten ohne deren Emission zu steigern, weil viel Spielraum für

Reduzierung der Emissionsintensität besteht (Nieto *et al.*, 2018; Rearte & Pordomingo, 2014). Vorausgesetzt die Rindfleischproduktion weitet sich tatsächlich aus, wie geplant und erwartet, und wird nicht durch fallende Preise oder Exportembargos negativ in ihrer Entwicklung beeinflusst (Nieto *et al.*, 2018; Rearte & Pordomingo, 2014), sollte in Bezug auf Emissionsminderung vor allem die Steigerung der Produktivität in der Rindfleischproduktion erhöht werden. Die wichtigsten Stellschrauben dafür sind Maßnahmen zur Steigerung der Reproduktionsrate. Das kann erreicht werden durch Bereitstellung von besser verdaubarem Futter, um die Wachstumsraten zu steigern.

Eine zweite erfolgsversprechende Anpassungsmaßnahme liegt in der Verbesserung der Waldweidesysteme, die zum einen das wichtigste Landnutzungssystem für große Teile der indigenen Bevölkerung sind und wichtig für die Nahrungsmittelsicherheit der ärmeren Bevölkerungsschichten, vor allem im ländlichen Raum Nordargentinien. Eine Verbesserung der Waldweidesysteme kann durch verbessertes Forst- und Tierhaltungsmanagement zu erhöhter Kohlenstoffspeicherung in Boden und Vegetation führen, kann aber vor allem in den Trockenwäldern des argentinischen Chaco wichtige positive Effekte zum besseren Schutz der schnell zurückgehenden Biodiversität haben. Finanzielle Systeme, die Anreiz für zusätzliche Speicherung von Kohlenstoff in Boden und Vegetation für die Nutzer der Waldweiden schaffen, sind eine weitere Möglichkeit Klimaschutz zu betreiben.

Die größten THG-Emissionen Argentinien verursachen mit großem Abstand Landnutzungsänderungen. Wenn Projekte, die primär auf eine Verbesserung der THG-Effizienz abzielen, auch Ackerbau oder Rinderhaltung rentabler machen, dann werden möglicherweise zusätzliche Anreize zur Flächenausdehnung geschaffen (Rebound-Effekt), die die Emissionsminderung zunichtemachen oder sogar zu höheren Emissionen führen können. Politikmaßnahmen sind deshalb zur Vermeidung solcher Rebound-Effekte wichtig. Diese können zum Beispiel in der besseren Durchsetzung bestehender Waldschutzgesetze oder in der Einrichtung neuer Schutzgebiete bestehen.

#### **1.4 Klimaanpassung: Forschungsstand**

Zu Adaptionenmaßnahmen in der Landwirtschaft gibt es für Argentinien nur wenig Literatur. Der durchschnittliche Temperaturanstieg war in Argentinien etwas geringer als im globalen Durchschnitt, allerdings treten auch in Argentinien Hitzewellen tendenziell häufiger auf. Während die durchschnittlichen Erträge der Hauptgetreidearten durch die bisher beobachteten Klimaänderungen anstiegen, hat sich auch das Produktionsrisiko durch die häufigeren Extremwetter erhöht. Eine wichtige Adaptionenmaßnahme werden daher die Entwicklung von Frühwarnsystem für Wetterextreme sein und Maßnahmen, die die Landwirtschaft besser im Umgang mit Wetterextremen unterstützen (Barros *et al.*, 2015). Weiterhin werden sich Aussaattermine in Abhängigkeit vom Auftreten von El Niño oder La Niña ändern (*El Niño-Southern Oscillation, ENSO*; dieses Phänomen tritt aufgrund von Veränderungen in den atmosphärischen



Strömungsflüssen über dem Pazifik in unregelmäßiger Reihenfolge auf und beeinflusst vor allem Gebiete in Äquatorialnähe).

Versicherungsprodukte, wie indexbasierte Wetterversicherungen, können helfen das durch häufigere Wetterextreme steigende Produktionsrisiko der Landwirtschaft zu verringern. In Argentinien gibt es bereits Indexversicherungsprodukte für den Milchsektor, sowie für Mais- und Sojaproduktion. Diese Versicherungen basieren auf einem standardisierten Niederschlagsindex (*standardized precipitation index*, SPI) (Barros *et al.*, 2015). Insgesamt erscheint die Adaption an den Klimawandel aber nicht von hoher Priorität, vermutlich da in absehbarer Zukunft keine substantiell negativen Auswirkungen zu erwarten sind.

### **1.5 Klimaanpassung: Zusammenfassung, Fazit und Empfehlungen für zukünftige Projekte**

Anpassung an den Klimawandel ist in Argentinien kein dominierendes Thema in der wissenschaftlichen Diskussion und nur wenige Studien greifen das Thema auf. Dies ist auf die geringen negativen und zum Teil auch positiven Aussichten, die der Klimawandel für die argentinische Landwirtschaft haben könnte, zurückzuführen. Eine zentrale Auswirkung des Klimawandels auf Landwirtschaft werden vermutlich häufigere Extremwetterereignisse sein, deren Risiken durch Versicherungsprodukte abgedeckt werden kann. Zwar existieren solche Produkte zum Teil schon in Argentinien, allerdings nicht für die vielen Kleinbauern. Außerdem werden viele dieser Kleinbauern aufgrund ihrer geringen Kapitalausstattung auch anfälliger für Wetterextreme sein. Eine Anpassungsstrategie, die gleichzeitig zur Einkommensstabilisierung und damit Armutsreduzierung beitragen kann, ist daher die Ausarbeitung von Finanzprodukten, die kapitalschwache Landwirte in ihrer Anpassungsfähigkeit unterstützt.

### **1.6 Literatur**

- Alvarez, C., Alvarez, C. R., Costantini, A., & Basanta, M. (2014). Carbon and nitrogen sequestration in soils under different management in the semi-arid Pampa (Argentina). *Soil Tillage Research*, 142, 25-31.
- Barros, V. R., Boninsegna, J. A., Camilloni, I. A., Chidiak, M., Magrín, G. O., & Rusticucci, M. (2015). Climate change in Argentina: trends, projections, impacts and adaptation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(2), 151-169.
- Baumann, M., Gasparri, I., Piquer-Rodríguez, M., Gavier Pizarro, G., Griffiths, P., Hostert, P., & Kuemmerle, T. (2017). Carbon emissions from agricultural expansion and intensification in the Chaco. *Global Change Biology*, 23(5), 1902-1916.
- FAO. (2019). FAOSTAT data. Retrieved from <http://faostat.fao.org> on 10 June 2019
- Gasparri, N. I., Grau, H. R., & Manghi, E. (2008). Carbon Pools and Emissions from Deforestation in Extra-Tropical Forests of Northern Argentina Between 1900 and 2005. *Ecosystems*, 11(8), 1247-1261.
- Kassam, A., Friedrich, T., & Derpsch, R. (2019). Global spread of Conservation Agriculture. *International Journal of Environmental Studies*, 76(1), 29-51.
- Lobell, D. B., Schlenker, W., & Costa-Roberts, J. (2011). Climate Trends and Global Crop Production Since 1980. *Science*, 333(6042), 616-620.

- Macchi, L., Grau, H. R., Zelaya, P. V., & Marinaro, S. (2013). Trade-offs between land use intensity and avian biodiversity in the dry Chaco of Argentina: A tale of two gradients. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 174(0), 11-20.
- Magrin, G. O., Marengo, J. A., Boulanger, J.-P., Buckeridge, M. S., Castellanos, E., Poveda, G., . . . Vicuña, S. (2014). Central and South America. In V. R. Barros, C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, & L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1499-1566). Cambridge, United Kingdom; New York, NY: Cambridge University Press.
- Mastrangelo, M. E., Sun, Z., Seghezzo, L., & Müller, D. (2019). Survey-based modeling of land-use intensity in agricultural frontiers of the Argentine dry Chaco. *Land Use Policy*, 88, 104183.
- Mendez, M. J., & Buschiazzo, D. E. (2010). Wind erosion risk in agricultural soils under different tillage systems in the semiarid Pampas of Argentina. *Soil Tillage Research*, 106(2), 311-316.
- Murray, F., Baldi, G., von Bernard, T., Viglizzo, E. F., & Jobbágy, E. G. (2016). Productive performance of alternative land covers along aridity gradients: Ecological, agronomic and economic perspectives. *Agricultural Systems*, 149, 20-29.
- Nieto, I. M., Barrantes, O., Privitello, L., & Reiné, R. (2018). Greenhouse Gas Emissions from Beef Grazing Systems in Semi-Arid Rangelands of Central Argentina. *Sustainability*, 10(11).
- Peiretti, R., & Dumanski, J. (2014). The transformation of agriculture in Argentina through soil conservation. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(1), 14-20.
- Podestá, G., Bert, F., Rajagopalan, B., Apipattanavis, S., Laciána, C., Weber, E., . . . Menendez, A. (2009). Decadal climate variability in the Argentine Pampas: regional impacts of plausible climate scenarios on agricultural systems. *Climate Research*, 40(2-3), 199-210.
- Rearte, D. H., & Pordomingo, A. J. (2014). The relevance of methane emissions from beef production and the challenges of the Argentinean beef production platform. *Meat Science*, 98(3), 355-360.
- Rolla, A. L., Nuñez, M. N., Guevara, E. R., Meira, S. G., Rodriguez, G. R., & Ortiz de Zárate, M. I. (2018). Climate impacts on crop yields in Central Argentina. Adaptation strategies. *Agricultural Systems*, 160, 44-59.
- Rolla, A. L., Nuñez, M. N., Ramayón, J. J., & Ramayón, M. E. (2019). Impacts of climate change on bovine livestock production in Argentina. *Climatic Change*, 153(3), 439-455.
- Tonucci, R. G., Nair, P. K. R., Nair, V. D., Garcia, R., & Bernardino, F. S. (2011). Soil Carbon Storage in Silvopasture and Related Land-Use Systems in the Brazilian Cerrado. *Journal of Environmental Quality*, 40(3), 833-841.
- Zomer, R. J., Neufeldt, H., Xu, J., Ahrends, A., Bossio, D., Trabucco, A., . . . Wang, M. (2016). Global Tree Cover and Biomass Carbon on Agricultural Land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets. *Scientific Reports*, 6, 29987.