



Agricultural Sciences:

Knowledge and
Diffusion of Technology

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Deucleiton Jardim Amorim
Luiz Alberto Melo de Souza
(Organizadores)

Agricultural Sciences: Knowledge and Diffusion of Technology

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Deucleiton Jardim Amorim
Luiz Alberto Melo de Souza
(Organizadores)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Agricultural sciences: knowledge and diffusion of technology

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Deucleiton Jardim Amorim
Luiz Alberto Melo de Sousa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A278 Agricultural sciences: knowledge and diffusion of technology / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Deucleiton Jardim Amorim, Luiz Alberto Melo de Sousa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-927-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.278221802>

1. Agricultural. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Amorim, Deucleiton Jardim (Organizador). III. Sousa, Luiz Alberto Melo de (Organizador). IV. Título.

CDD 338.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

As ciências agrárias nas últimas décadas têm surpreendido o mundo, pelo rápido avanço das tecnologias, desde o plantio a pós-colheita. Este avanço é fruto do trabalho de pesquisadores, instituições públicas e privadas, pois estão atentos a crescente demanda por alimentos, decorrente do aumento populacional.

Nos dias atuais, em que se dispõe de muitas facilidades para acessar informações com celeridade, certa acomodação se tornou inevitável, isso inclui os profissionais das ciências agrárias. Com frequência, utilizam-se hoje subsídios obtidos com rapidez nas mídias, em particular na digital, que o interessado se vê fortemente induzido a pô-los em prática com agilidade e precisão.

A obra intitulada “Agricultural Sciences: Knowledge and Diffusion of Technology” afigura-se, portanto, diante de tal quadro, a iniciativa de organização de textos, detalhando de forma organizada e simples as aplicações tecnológicas dentro da agricultura e todo o conhecimento disponível.

A partir do conteúdo presente nesta obra desejamos aos leitores uma leitura crítica, no melhor sentido, para agregar com novas ideias sobre a temática. Prezados (as) ótima leitura.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Deucleiton Jardim Amorim
Luiz Alberto Melo de Sousa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AÇÃO ALELOPÁTICA E CITOTÓXICA DE *MAYTENUS ILICIFOLIA* MART. EX REISSEK, CELASTRACEAE

Sérgio Alessandro Machado Souza

Kellen Coutinho Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218021>

CAPÍTULO 2..... 11

ADAPTACIÓN AL AUMENTO DE PRECIPITACIONES INTENSAS EN EL ESTE DE PARAGUAY: EL ROL DE LA SIEMBRA DIRECTA Y LOS BOSQUES

Fiorella Oreggioni

Norman Breuer

Julián Báez Benítez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218022>

CAPÍTULO 3..... 27

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA AGRICULTURA: UMA EXPOSIÇÃO DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS QUE VEM APERFEIÇOANDO O SISTEMA AGRÍCOLA DE PRODUÇÃO

Anderson de Araújo Mendes

Kilson Pinheiro Lopes

Vitória Cristina dos Santos Ribeiro

Antônio Carlos de Sena Rodrigues

Anny Karoliny de França Soares

Maria Luana Oliveira Silva

Eduardo Antônio do Nascimento Araújo

Kayo Werter Nicacio Campos

Paloma Domingues

Lyandra Maria de Oliveira

Alena Thamyres Estima de Sousa

Amanda Pereira da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218023>

CAPÍTULO 4..... 40

CAULE DECOMPOSTO DE BABAÇU E CAIXA TETRA PAK COMO TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS NO DESEMPENHO DE MUDAS DE CARAMBOLEIRAS CULTIVAR 'B-17'

Samuel Ferreira Pontes

Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos

Ana Paula de Almeida Sousa

Janaiane Ferreira dos Santos

Gabriela Sousa Melo

Ramón Yuri Ferreira Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218024>

CAPÍTULO 5..... 51

SCALING TO REAL SIZE OF THE IMPROVEMENTS IN THE RESISTANCE OF

CONSTRUCTION ELEMENTS OF PLASTER AND COMMON REED (ARUNDO DONAX L.)

Antonio Martínez Gabarrón

Francesco Barreca

José Antonio Flores Yepes

Joaquín Julián Pastor Pérez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218025>

CAPÍTULO 6..... 60

IMPACTO DA INTERVENÇÃO, ATRAVÉS DE PROJETO DE EXTENSÃO, NA PRODUÇÃO DE PEQUENOS PRODUTORES DE PEIXES EM COMUNIDADES DO OESTE DO PARÁ

Jamilly Varela da Silva

Geovane Ribeiro Vasconcelos Lima

Breno Pimentel dos Reis

Suzete Roberta da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218026>

CAPÍTULO 7..... 71

NOVAS DESCOBERTAS E POTENCIAIS APLICAÇÕES DE USO DE *Solanum crinitum* Lam. EM ÁREAS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Natália do Couto Abreu

Mozaniel Santana de Oliveira

Elaine Priscila Pereira Paixão

Lucas Levino Alves Vieira

Lucieta Guerreiro Martorano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218027>

CAPÍTULO 8..... 88

POTENCIAL DA CULTURA DA MAMONA E SUAS DIFERENTES APLICAÇÕES

Amanda Pereira da Costa

Kilson Pinheiro Lopes

Paloma Domingues

Lyandra Maria de Oliveira

Maria Izabel de Almeida Leite

Anny Karolinny de França Soares

Anderson Felipe Rodrigues Coelho

Alena Thamyres Estima de Sousa

Vitória Cristina dos Santos Ribeiro

Maria Luana Oliveira Silva

Anderson de Araújo Mendes

Antônio Carlos de Sena Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218028>

CAPÍTULO 9..... 106

PSICOMETRIA E UMIDADE DE EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO: DAS CONDIÇÕES DO AR À QUALIDADE DE SEMENTES E GRÃOS

Júlia Letícia Cassel

Tamara Gysi

Bruna Eduarda Kreling
Cristiano Tonet
Bruna Dalcin Pimenta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218029>

CAPÍTULO 10..... 117

**TECNOLOGIAS DE COMBATE AO ESTRESSE SALINO EM REGIÕES SEMIÁRIDAS
PARA PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

Eduardo Antônio do Nascimento Araújo

Kilson Pinheiro Lopes

Alena Thamyres Estima de Sousa

Maria Izabel de Almeida Leite

Kayo Werter Nicacio Campos

Amanda Pereira da Costa

Paloma Domingues

Lyandra Maria de Oliveira

Antônio Carlos de Sena Rodrigues

Anderson de Araújo Mendes

Anderson Felipe Rodrigues Coelho

Anny Karoliny de França Soares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.27822180210>

SOBRE OS ORGANIZADORES 131

ÍNDICE REMISSIVO 132

ADAPTACIÓN AL AUMENTO DE PRECIPITACIONES INTENSAS EN EL ESTE DE PARAGUAY: EL ROL DE LA SIEMBRA DIRECTA Y LOS BOSQUES

Data de aceite: 01/02/2022

Data de submissão: 08/11/2021

Fiorella Oreggioni

Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”
Asunción, Paraguay
<https://orcid.org/0000-0002-6612-7923>

Norman Breuer

Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”
Asunción, Paraguay
<https://orcid.org/0000-0002-7203-757X>

Julián Báez Benítez

Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”
Asunción, Paraguay

RESUMEN: El aumento de la frecuencia e intensidad de los eventos extremos de precipitación se asocia a un aumento de la erosión del suelo. Paraguay es a la vez, uno de los mayores exportadores de soja del mundo, exportador de energía limpia y renovable, y proporcionalmente uno de los países de mayor cobertura del sistema de siembra directa. Todo esto tiene lugar en una zona que ha sufrido un gran cambio en el uso del suelo. Se utilizaron métodos mixtos, incluyendo encuestas con productores, análisis de series históricas de precipitación, y revisión de literatura y entrevistas sobre manejo de cultivos y conservación de bosques. Los resultados mostraron que los productores

perciben un aumento de precipitaciones, pero no siempre en la época específica en que lo indican los datos observados. Las precipitaciones vienen intensificándose en algunas estaciones climáticas y también de forma decenal. La siembra directa de calidad y la conservación y restauración de bosques tienen gran potencial para mitigar los efectos negativos de la erosión del suelo en la zona. Se requieren mayores estudios de monitoreo y modelaje para entender mejor los procesos mencionados.

PALABRAS CLAVE: Climatología, agricultura, eventos extremos, stakeholders.

ADAPTATION TO THE INCREASE OF INTENSE RAINFALL IN EASTERN PARAGUAY: THE ROLE OF NO-TILL FARMING AND FORESTS

ABSTRACT: The increase in the frequency and intensity of extreme precipitation events is associated with an increase in soil erosion. Paraguay is at the same time, one of the biggest soybean exporters in the world, an exporter of clean and renewable energy, and proportionally one of the countries with the greatest coverage of the direct seeding system. All this occurs in an area that has undergone a large-scale land use change over the past 40 years. We used a mixed methods approach, including surveys with producers, analysis of historical precipitation series, and literature review and interviews on crop management and forest conservation. The results showed that producers perceive an increase in rainfall, but not always in the specific seasons indicated by the observed data. Rainfall has been intensifying in the stations studied and

on a ten-year basis, in a statistically significant manner. Quality direct seeding or no-till planting and the conservation and restoration of forests along water courses have great potential to mitigate the negative effects of erosion in the area. Further monitoring and modeling studies are required to better understand the aforementioned.

KEYWORDS: Climate, agriculture, extreme events, stakeholders.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la frecuencia e intensidad de los eventos extremos de precipitación produce degradación de los recursos naturales. Específicamente, el aumento de la intensidad de la precipitación se asocia a un aumento de la erosión del suelo (Mohamadi & Kavian, 2015; each with a different rainfall intensity variation were separated. The storm patterns were: (1 Fraser, Harrod, & Haygarth, 1999) lo cual reduce la calidad del suelo y, por consiguiente, la productividad agrícola (Verity & Anderson, 1990). Adicionalmente, la deposición de los sedimentos suspendidos en los cursos de agua ocasiona la reducción de la calidad del agua debido al aumento de la concentración de contaminantes y nutrientes (Issaka & Ashraf, 2017; Fraser et al., 1999).

La frecuencia e intensidad de las precipitaciones extremas ha aumentado desde la década de 1950 en la mayor parte de la superficie terrestre en donde los datos de observaciones son suficientes para el análisis de tendencia (Arias et al., 2021). Específicamente, en la región del Sureste de Sudamérica (SES) aumentos en la precipitación media y extrema se observan desde 1960 (confianza alta) (IPCC, 2021). Los principales causales de estos cambios son la variabilidad interna y forzantes externos como el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y aerosoles (IPCC, 2021).

Asimismo, es muy probable que las precipitaciones intensas se intensifiquen y sean más frecuentes en la mayoría de las regiones con el calentamiento global adicional. A escala mundial, se prevé que las precipitaciones diarias extremas se intensifiquen en un 7% aproximadamente por cada 1°C de calentamiento global (confianza alta) (Arias et al., 2021). Para el SES, se esperan aumentos en la precipitación media (confianza alta) así como aumentos en la intensidad y frecuencia de eventos extremos de precipitación e inundaciones pluviales para los escenarios de aumentos de la temperatura media global de 2°C para arriba (confianza media) (IPCC, 2021).

Esta variabilidad climática observada y proyectada en la región, es uno de los principales factores de riesgo en la producción agrícola (Magrín et al., 2014; Fernandes, Soliman, Confalonieri, Donatelli, & Tubiello, 2012). El aumento de precipitaciones intensas podría conllevar a un aumento de la erosión, pérdida de la calidad del suelo y, consecuentemente, a la reducción de la productividad. Sin embargo, existen buenas prácticas agrícolas y de conservación que pueden implementarse para reducir la erosión del suelo, como ser la siembra directa y la conservación de bosques (Liu, Liu, Shi, López-Vicente, & Wu, 2020; Derpsch, Friedrich, Kassam, & Hongwen, 2010; Lal, Reicosky, &

Hanson, 2007).

La siembra directa se define comúnmente como la siembra de cultivos en un suelo previamente no preparado mediante la apertura de una ranura, zanja o banda estrecha sólo de suficiente ancho y profundidad para una cobertura adecuada de las semillas. No se realiza ninguna otra preparación del suelo (Rolf Derpsch, 2016). Sin embargo, la implementación acabada del sistema de siembra directa incluye también el control de malezas, la rotación de cultivos, la incorporación de coberturas o abonos verdes y el permanente cuidado y medición de la materia orgánica del suelo (Carver et al., 2022; Friedrich, Derpsch, & Kassam, 2012). América del Sur es el continente que más ha adoptado el sistema de siembra directa. La adopción de este sistema en términos de porcentaje del total de tierras de cultivo en Argentina y en el Sur de Brasil es del 80%, en Paraguay es del 90% y en Uruguay del 82% (Mendes et al., 2021; Garduño de Jesus, 2020; Dorrego, 2012; Christoffoleti et al., 2007). No obstante, no todos los agricultores implementan el sistema de siembra directa con alta calidad.

Paraguay es uno de los mayores exportadores de soja del mundo (CAPECO, 2021). El área productora de soja se concentra en el Este de la región Oriental, y, por lo tanto, es el área de estudio del presente artículo. Conocer la percepción de estos agricultores sobre los cambios de los patrones de precipitación observados es indispensable para lograr la implementación de medidas de adaptación. Si ellos han sentido poco o ningún cambio en el clima local, la probabilidad de la adopción rápida y efectiva de medidas de adaptación sería poco probable. Del mismo modo, la falta de cambios observados a escalas apropiadas dificulta la adopción de acciones de adaptación. Por lo tanto, una combinación de ciencias sociales y ciencias biofísicas es necesaria para abordar la complejidad de los procesos climáticos y de adaptación (Breuer, Cabrera, Ingram, Broad, & Hildebrand, 2008). En este sentido, este artículo consiste en: i) entender las percepciones de los agricultores sobre los cambios de precipitación locales; ii) analizar datos observados de precipitación y proyecciones de fuentes secundarias; iv) comparar lo observado con lo percibido; y, v) realizar una revisión bibliográfica de medidas de adaptación a las precipitaciones intensas implementadas por los agricultores.

Los agricultores en el Este de la región Oriental de Paraguay, a lo largo de los años, han implementado varias herramientas o técnicas de manejo adaptativas en la producción. Entre estas medidas se encuentran el sistema de siembra directa, la conservación de bosques a lo largo de cursos hídricos, la incorporación de pasturas para ganadería, sistemas silvopastoriles, y la forestación. Asimismo, el Estado Paraguayo y las entidades binacionales como Itaipu y Yacyretá conservan bosques debido a sus múltiples beneficios como la atenuación de la erosión y la protección de la biodiversidad.

Específicamente, la Itaipú Binacional ha establecido ocho áreas silvestres protegidas que suman 63.926 hectáreas (Itaipu Binacional, 2021a), ha liderado el proyecto Paraguay Biodiversidad en donde se establecieron corredores biológicos boscosos para

unir las reservas biológicas nacionales, privadas y del propio ente binacional, y ha logrado recuperar 2.500 hectáreas de bosques a lo largo del área del embalse por medio del proyecto Itaipu Preserva. Adicionalmente, la zona de influencia de Itaipu, con 1.047.438 hectáreas, ha sido declarada Reserva de la Biosfera por el programa Hombre y Biosfera de la UNESCO en el 2017 (Itaipu Binacional, 2021b). El paisaje de la Biósfera consiste en un mosaico dominado por un nexo energía-agua-alimento. La generación de energía limpia y renovable, la agricultura de siembra directa, las plantaciones forestales y los cuidados del embalse reducen la erosión por lluvias frecuentes e intensas en la zona (Itaipu Binacional, 2021b).

El presente artículo está organizado como sigue. La sección **Metodología** describe el área de estudio, así como los datos y métodos utilizados. La sección de **Resultados** describe los resultados de los análisis desarrollados y en la sección **Discusión** se presenta la importancia de los bosques y la siembra directa como herramienta de adaptación. La sección de **Conclusión** presenta los resultados principales y conclusiones.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de estudio comprende el Este de la región Oriental del Paraguay, y más específicamente el departamento de Itapúa, siendo este departamento uno de los que más agrícolas del país con más de 1.000.000 de hectáreas de cultivo (Figura 1). Esta región ha sufrido un masivo cambio de uso del suelo, reduciéndose la cobertura del Bosque Atlántico aproximadamente en un 80% en las últimas décadas, con hectáreas de bosques remanentes altamente fragmentadas y degradadas en la actualidad (WWF, 2021; de la Sancha, Boyle, & McIntyre, 2021; Huang et al., 2007). Este cambio de uso de suelo se originó principalmente por la conversión de los bosques para el desarrollo agropecuario (WWF, 2021).

El régimen de lluvias en el Este de Paraguay se caracteriza por dos picos de lluvia observados durante las estaciones de transición: otoño y primavera, pero sin estación seca (Rusticucci & Penalba, 2000). Varios estudios llevados a cabo para conocer la variación del volumen de precipitación a través de los años indican un aumento del acumulado de precipitación anual en todo el país, mostrando condiciones más húmedas con el correr del tiempo. De igual manera, se detectaron aumentos en la intensidad diaria de precipitación a través del tiempo (Arndt et al., 2010; Haylock et al., 2006; Liebmann et al., 2005).

Estudios de modelación hidrológica con el modelo MGB-IPH llevados a cabo en cuencas hidrográficas en el área de estudio han encontrado que, en general, los caudales máximos tienden a aumentar y que los caudales mínimos tienden a disminuir con el tiempo. Estos estudios mostraron que cerca del 54% de esta variación fue causada por el aumento

de la precipitación y alrededor del 46% por el cambio de uso de la tierra (Lugo, Mazó, & Báez, 2017; Oreggioni & Baez Benitez, 2016; Godoy & Escobar, 2016). Se comprobó, además, que entre los años 1970 y 1999, los caudales medios anuales de los ríos Paraguay, Paraná y Uruguay sufrieron un notable incremento; específicamente, se registró un aumento del caudal medio en conjunto del 35% entre 1951-1970 y 1980-1999, y parte de este cambio está relacionado con el aumento de las precipitaciones anuales (Rababuffetti, Espínola, & Amsler, 2018; V. R. Barros et al., 2015; Barros, 2013).

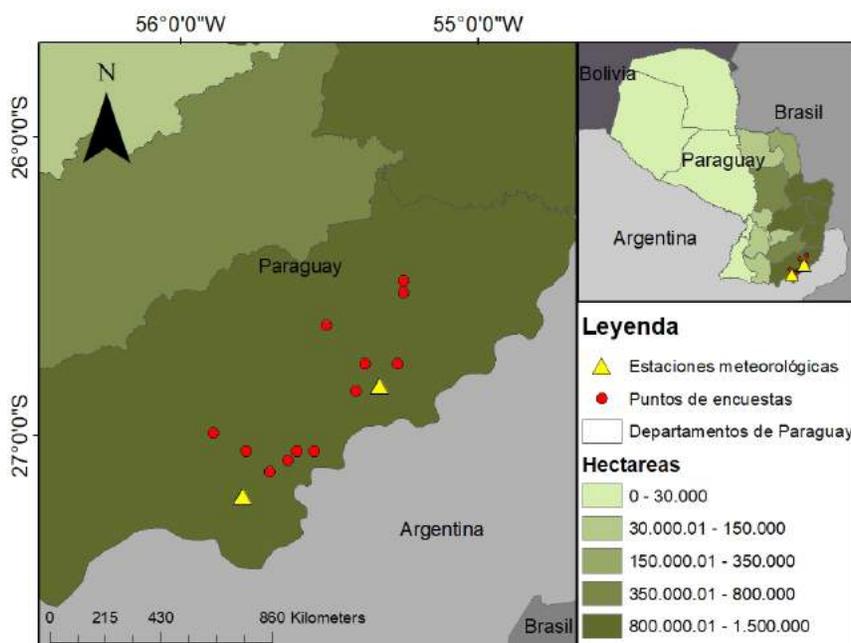


Figura 1. Área de estudio. Los datos de hectáreas de cultivos corresponden a la superficie total anual destinada en cada departamento a cultivos permanentes y temporales (Instituto Nacional de Estadística, 2021). La estación meteorológica de Capitán Meza cuenta con datos entre 1976 y 2015, y la de Capitán Miranda con datos entre 1976 y 2005.

Datos y métodos

Se utilizó un enfoque de métodos mixtos, incluyendo las ciencias sociales y las metodologías biofísicas. Por un lado, para medir el estado de conocimiento de los agricultores sobre el clima, se utilizaron grupos focales, entrevistas abiertas y encuestas. Por otro lado, para detectar los cambios de precipitación observados se analizaron datos diarios de estaciones meteorológicas ubicadas en el área de estudio.

Para conocer la percepción sobre la variabilidad y el cambio climático y sobre las posibles adaptaciones de la gestión se realizaron encuestas escritas de 15 preguntas cerradas y de selección múltiple a una muestra de conveniencia de 93 agricultores, consultores y

técnicos localizados en Itapúa (Figura 1). Estas encuestas fueron desarrolladas mediante la adaptación de un instrumento similar utilizado en Argentina (Podestá et al., 2002) durante la temporada de cultivos 2012-2013.

Todos los encuestados contaban con más de 30 años y habían estado residiendo en el área la mayor parte de sus vidas. Las preguntas incluyeron sus percepciones de la variabilidad y cambio climático en el área y sus conocimientos acerca del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Además, se incluyó una pregunta para evaluar si el déficit o el exceso de agua produce mayores impactos negativos en los cultivos.

Para validar y contrastar las percepciones sobre los cambios en el volumen e intensidad de las precipitaciones, se analizaron datos históricos de precipitación diaria de dos estaciones meteorológicas convencionales de la Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DMH-DINAC) ubicadas en el área de estudio (Figura 1). Se establecieron las tendencias observadas mediante regresión lineal simple de la precipitación anual, del valor máximo anual de precipitación diaria y del número de eventos extremos de precipitación registrados anualmente. Para determinar los eventos extremos se adoptó la metodología estadística del percentil 90 (*Task Team on the Definition of Extreme Weather and Climate Events*, 2016), esto quiere decir que todos los eventos diarios de precipitación que posean valores superiores a este percentil son considerados como eventos extremos.

Adicionalmente, se realizó un análisis decenal del volumen de precipitación acumulado y del número de eventos extremos por estación climática (primavera, verano, otoño e invierno) para conocer sus incrementos o reducciones a través del tiempo. En este estudio, las estaciones climáticas fueron consideradas como sigue: primavera comprende los meses de septiembre, octubre y noviembre; verano comprende los meses de diciembre, enero y febrero; otoño comprende los meses de marzo, abril y mayo; e invierno comprende los meses de junio, julio y agosto.

RESULTADOS

Percepciones de la variabilidad climática

Los productores describieron los riesgos de producción asociados con la variabilidad del clima. Los factores que pudieron haber contribuido a la apertura de la mentalidad de los agricultores en temas climáticos incluyeron cambios recientes en nuevos cultivares o variedades de soja con características de tolerancia a los herbicidas y a ciertas plagas y enfermedades, clima adverso durante las últimas temporadas de cultivo y un mayor interés en cultivar el maíz como segunda cosecha que forzó la siembra anterior de soja, lo que resultó en una disminución de los rendimientos.

En todas las reuniones hubo un alto nivel de preocupación por la variabilidad y el

cambio climático. Las observaciones empíricas de agricultores y técnicos acerca de las variaciones climáticas incluyeron árboles que florecen más temprano (en julio en lugar de septiembre u octubre) o floración durante todo el año y aves poco comunes que aparecen en su área. En la región existía un sentimiento general de que el clima cambiaba y las preguntas sobre la sostenibilidad a largo plazo de la agricultura en la región eran frecuentes.

Con respecto a las percepciones de la variabilidad climática, un 99% de los encuestados consideró que el clima ha variado en la región en donde vienen llevando a cabo sus actividades productivas en los últimos diez años (2003-2013). Este cambio percibido, se encuentra principalmente relacionado al aumento de la temperatura, ya que el 89% de los encuestados percibió que la temperatura ha aumentado durante el verano.

Con respecto al volumen de precipitación, el 17% de los encuestados percibió un aumento durante la primavera, cuando un 16%, 13% y 6% de los encuestados percibieron aumentos durante el otoño, invierno y verano, respectivamente. Por el contrario, un 55% de los encuestados percibe una reducción de la precipitación durante el verano, y un 20%, 13%, y 11% percibieron reducciones en invierno, primavera y otoño, respectivamente. Por otro lado, aproximadamente el 60% de los encuestados consideró que en la actualidad ocurren más eventos intensos de precipitación a lo largo del año, en donde el 38% considera que este aumento en la intensidad de las precipitaciones se registra principalmente en el verano.

Con relación a si el exceso de precipitación o el déficit de precipitación afecta más la producción agrícola, una gran proporción de encuestados (71%) declaró que el déficit es más perjudicial, mientras que el 29% dijo que tanto el déficit como el exceso de precipitación perjudicaron sus operaciones.

Variabilidad climática observada

Se observó que en el este de la región Oriental del Paraguay existe una tendencia positiva en el acumulado anual de precipitación, indicando un incremento en el volumen de precipitación registrado anualmente a través del tiempo (Figura 2). Estas tendencias positivas son significativas desde el punto de vista estadístico, ya que adoptando un nivel de significancia del 5%, en la estación de Capitán Meza se obtuvo un $p\text{-valor}<0.01$ y en la de Capitán Miranda un $p\text{-valor}=0.012$.

En el análisis decenal se observó también una tendencia positiva en el volumen de precipitación acumulado en primavera y verano, indicando un aumento a lo largo de los años de la cantidad de precipitación acumulada en estos periodos de tiempo. Contrariamente, se observó heterogeneidad en las tendencias encontradas durante el otoño y el invierno, ya que en el tercer decenio analizado se registró una reducción en el acumulado total (Figura 3).

Con respecto a la intensidad de las precipitaciones, se registraron tendencias positivas en el valor de la precipitación diaria máxima anual, lo que indica que éstas se

están volviendo más intensas. De igual manera, analizando el valor de la precipitación diaria máxima mensual se detectaron tendencias positivas en las estaciones meteorológicas analizadas, encontrándose significancia estadística ($p\text{-valor}<0.05$) en la ubicada en Capitán Meza.

Por otro lado, se analizó la frecuencia de los eventos extremos de precipitación y también se encontró tendencias positivas en ambas estaciones meteorológicas. Como ya se mencionó anteriormente, los eventos extremos de precipitación fueron definidos por el percentil 90 de la totalidad de los datos de cada estación. En la estación meteorológica de Capitán Meza el percentil 90 es igual a 41.29mm/d y en la de Capitán Miranda es igual a 45mm/d. Analizando estos eventos por estación climática, se pudo observar que tienden a ocurrir durante el periodo lluvioso de la región Oriental, abarcando principalmente las estaciones de primavera y verano, con una importante reducción de su número durante el invierno.

Por último, haciendo un análisis decenal de la cantidad de los eventos extremos por estación climática, se observó que en la región existe una tendencia positiva en el número de eventos a través de los años en primavera y verano. Con respecto a la frecuencia de estos eventos durante el otoño y el invierno, en la última década analizada hubo un incremento en Capitán Meza, pero no se cuentan con datos de la estación de Capitán Miranda para llegar a una conclusión unificada (Figura 4).

Estos resultados son consistentes con estudios previos realizados en la región. Por ejemplo, para el sur de Brasil, Grimm & Pscheidt (2001) encontraron un fuerte aumento en la frecuencia de eventos extremos durante los años de El Niño, mientras que Carvalho, Jones, & Liebmann (2002), analizando los eventos de precipitación extrema en el sureste de Brasil, encontraron más días con eventos extremos durante la fase cálida del ENSO o El Niño que durante la fase fría o La Niña. Igualmente, Liebmann et al. (2004) encontraron que al sur de la latitud 20°S de Sudamérica, en el periodo 1976-1999, la tendencia fue positiva durante el trimestre enero-marzo y se centró en el sur de Brasil, mientras que entre 1948 y 1975 la tendencia fue también positiva, pero con la mitad de la pendiente. Bidegain Dorelo et al. (2017) analizaron datos de precipitación anual sobre la cuenca del río de la Plata entre 1971 y 2015, y encontraron evidencia de una tendencia incremental de aproximadamente 40 mm y una alta variabilidad interanual.

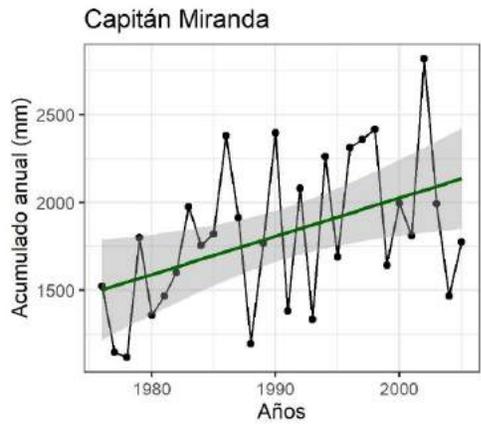
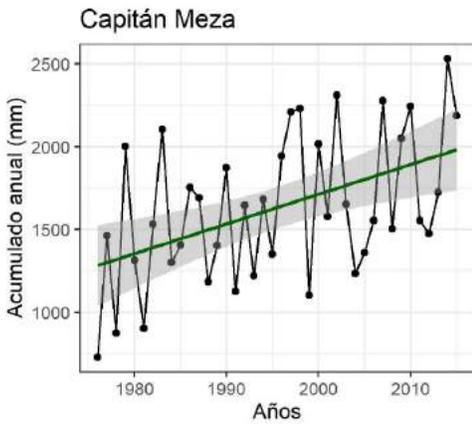
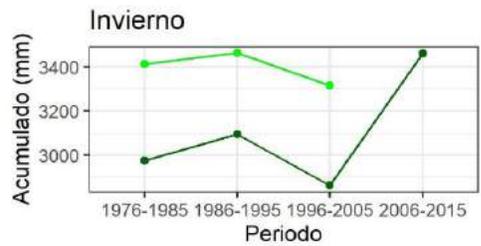
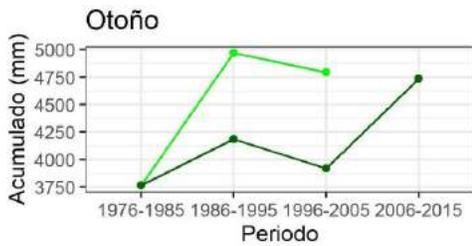
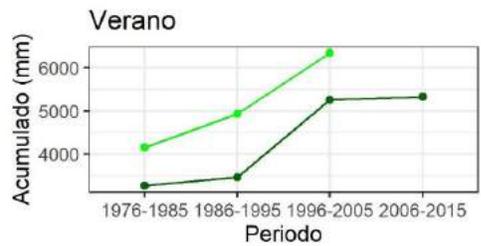
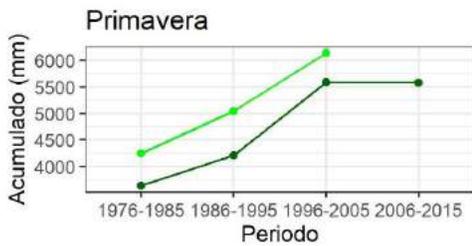


Figura 2. Acumulado anual de precipitación.



● Capitán Meza ● Capitán Miranda

Figura 3. Acumulado decenal del volumen de precipitación por estación climática.

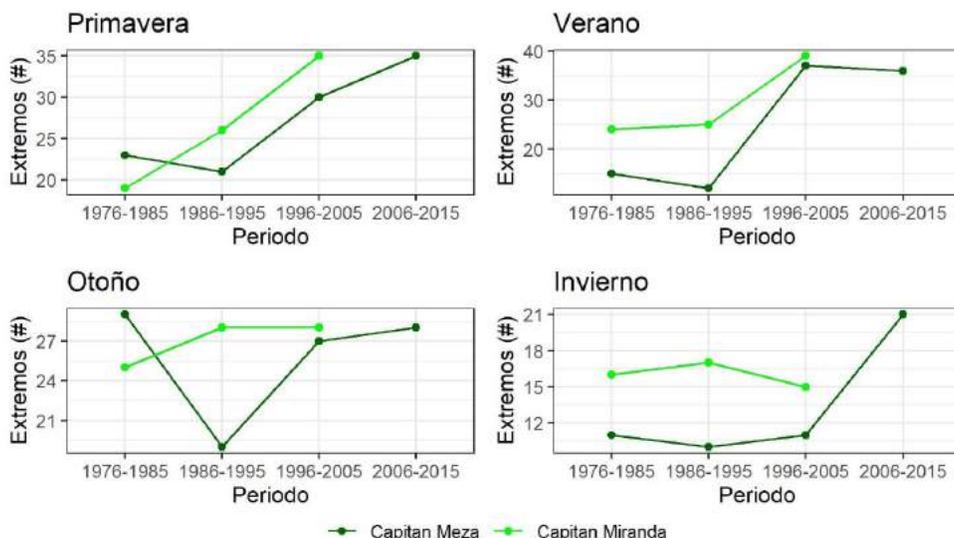


Figura 4. Número de eventos extremos cada 10 años por estación climática.

DISCUSIÓN

En Paraguay, y especialmente en el Este, ha ocurrido un cambio de uso del suelo muy significativo. Ante la urgencia de conservar el suelo sujeto a lluvias sub-tropicales y sin cobertura, se implementó el sistema de siembra directa con excelentes resultados de producción y de control de erosión. La implementación de este sistema se estableció principalmente como mecanismo para controlar la erosión del suelo, y se puede decir que es una de las mejores herramientas existentes para detener la erosión del suelo, proteger los recursos hídricos, aumentar rendimientos e ingresos y adaptarse al cambio climático desde el sector agrícola (Behrends Kraemer et al., 2021; Machado & Silva, 2001). Sin embargo, la multitud de beneficios de la siembra directa no siempre se observa ya que no todos los productores implementan el sistema de siembra directa con alta calidad.

Estudios hallaron que la pérdida de suelo y el coeficiente de escorrentía fueron mayores con labranza convencional que con siembra directa, obteniéndose una reducción de pérdidas de suelo por erosión de hasta un 80% (Antoneli et al., 2018). Sin embargo, el beneficio de la reducción de las pérdidas de suelo por escorrentía superficial es menos evidente, lo que sugiere la necesidad de implementar prácticas adicionales, como los cultivos intercalados y conservación o recomposición de bosques para mitigar la escorrentía superficial y evitar arrastre de suelo a los cursos hídricos (Antoneli et al., 2018; Merten, Araújo, Biscaia, Barbosa, & Conte, 2015).

El Sexto Reporte de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) establece que el cambio climático inducido por el hombre

está afectando a muchos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos en todas las regiones del mundo. Los cambios observados en fenómenos extremos como olas de calor, precipitaciones intensas, sequías y ciclones tropicales, y, en particular, su atribución a la influencia humana se ha reforzado desde el Quinto Reporte de Evaluación (Arias et al., 2021). En este contexto, es sumamente importante implementar correctamente mecanismos para la adaptación y mitigación al cambio climático como la siembra directa y la conservación de bosques.

En la región Oriental del Paraguay se encuentra en vigencia la Ley N°6.676/2020, la cual prohíbe las actividades de transformación y conversión de superficie con cobertura de bosques. Sin embargo, por medio de la Ley Forestal N°422/1973 se estableció que las actividades de transformación del suelo en terrenos de más de 20 hectáreas deben estar compuestos por el 25% de la reserva legal de bosque natural y, en caso de no contar con este porcentaje mínimo, el propietario deberá reforestar un 5% de la superficie del predio. Adicionalmente, se establece que los propietarios deben mantener 100 metros de bosques de protección en ambos márgenes de los cauces hídricos, y deben mantener franjas de bosques de separación entre parcelas. Acciones que no fueron cumplidas en la región Oriental en los procesos de transformación del uso del suelo. Al respecto, la adecuación a la Ley Forestal mediante la reforestación en la principal zona de cultivo de soja del Paraguay como en los departamentos de Alto Paraná, Itapúa y el este de Canindeyú, podría redundar en una sinergia positiva con la utilización de siembra directa de calidad para asegurar el cuidado del suelo y de los recursos hídricos.

El aumento de precipitaciones intensas es un fenómeno preocupante para el sector productivo. Sin embargo, con la conservación de bosques, el desarrollo e implementación de buenas tecnologías, y la elaboración de políticas públicas basadas en la ciencia, es posible lograr la adaptación a la variabilidad y el cambio climático para la producción sostenible de alimentos.

CONCLUSIÓN

Se pudo observar que la mayoría de los agricultores identificaron cambios en el clima en la zona donde llevan a cabo sus actividades productivas. La mayoría de los agricultores percibió un aumento de la temperatura principalmente durante el verano. Enfocándonos en la precipitación, detectaron un aumento en el volumen a través de los años, el cual también fue encontrado en el análisis de los datos observados de esta variable. Con esto se puede concluir que los agricultores perciben correctamente las variaciones encontradas en el volumen de precipitación anual.

Asimismo, los agricultores percibieron un incremento en el volumen de precipitación en primavera, otoño e invierno, y un decrecimiento en el verano. Los incrementos percibidos en primavera y otoño coinciden con los datos observados, ya que los acumulados cada

10 años en estas estaciones climáticas muestran tendencias positivas en las estaciones meteorológicas ubicadas en el área de estudio.

Con respecto al incremento en el volumen de precipitación percibido en el invierno, las observaciones indican un decrecimiento en la tercera década, pero un aumento considerable en la última en la estación de Capitán Meza en donde datos se encuentran disponibles. Por esta razón, se podría concluir que las percepciones del incremento del volumen de precipitación están acordes a lo ocurrido en la última década. Sin embargo, se verificó una percepción que no coincide con datos observados en la variación del volumen de precipitación en el verano. Los agricultores y consultores técnicos identificaron un decrecimiento con el correr del tiempo y en las estaciones meteorológicas analizadas se observaron tendencias positivas mostrando un incremento en el volumen de esta variable a través de los años.

Por otro lado, los agricultores percibieron un aumento en la intensidad de la precipitación, con un mayor énfasis en el verano. La percepción de aumento de la intensidad de precipitación es correcta, ya que en todas las estaciones meteorológicas analizadas se observaron tendencias positivas tanto en los valores máximos mensuales de precipitación como en el valor máximo anual de precipitación, indicando un aumento de la intensidad de la precipitación a través de los años. Además, en primavera y en verano se registraron tendencias positivas en el número de eventos extremos en las estaciones meteorológicas analizadas, lo que indica que con el correr del tiempo se están presentando mayor cantidad de días con precipitaciones intensas. Específicamente, en verano se registró un mayor incremento en el número de estos eventos a través del tiempo; y, por lo tanto, se puede concluir que los agricultores perciben correctamente estos cambios. Durante los talleres, los productores señalaron que el factor más importante a considerar en cuanto al impacto sobre los rendimientos de los cultivos es el momento fenológico en que ocurre el evento extremo de precipitación.

Los agricultores, en base a los cambios en los patrones de precipitación observados, han implementado varias herramientas o técnicas de manejo adaptativas en la producción. Entre estas medidas se encuentran el sistema de siembra directa, la conservación de bosques principalmente a lo largo de cursos hídricos, la incorporación de pasturas para ganadería, sistemas silvopastoriles, y la forestación. Asimismo, el Estado Paraguayo, propietarios privados, y las entidades binacionales también conservan bosques debido a sus múltiples beneficios como la atenuación de la erosión y la protección de la biodiversidad.

El sistema de siembra directa y la conservación de los remanentes boscosos, localizados en terrenos públicos, privados y de entes binacionales, son herramientas adaptativas que sirven y servirán para mitigar el impacto del aumento de precipitaciones intensas reduciendo la pérdida por erosión de valioso suelo fértil. Sin embargo, resaltamos que se requieren más estudios en la región Oriental del Paraguay tanto de parcelas monitoreadas como de modelación para entender mejor la relación entre el manejo del

suelo y el clima variable.

REFERENCIAS

Antoneli, V., Lenatorvicz, H. H., Bednarz, J. A., Pulido-Fernández, M., Brevik, E. C., Cerdà, A., & Rodrigo-Comino, J. (2018). Rainfall and land management effects on erosion and soil properties in traditional Brazilian tobacco plantations. *Hydrological Sciences Journal*, 63(7), 1008–1019. <https://doi.org/10.1080/02626667.2018.1472379>

Arias, P. A., Bellouin, N., Coppola, E., Jones, R. G., Krinner, G., Marotzke, J., ... Zickfeld, K. (2021). Technical report. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Retrieved from https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_TS.pdf

Arndt, D. S., Baringer, M. O., Johnson, M. R., Alexander, L. V., Diamond, H. J., Fogt, R. L., ... Willett, K. M. (2010). State of the climate in 2009. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 91(7). <https://doi.org/10.1175/BAMS-91-7-StateoftheClimate>

Barros, V. (2013). *Escenarios hidrológicos de caudales medios del río Paraná y Uruguay*. Santiago. Retrieved from http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5696/LCL3741_es.pdf?sequence=1

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. <https://doi.org/10.1002/wcc.316>

Behrends Kraemer, F., Morrás, H., Fernández, P. L., Duval, M., Galantini, J., & Garibaldi, L. (2021). Influence of edaphic and management factors on soils aggregates stability under no-tillage in Mollisols and Vertisols of the Pampa Region, Argentina. *Soil and Tillage Research*, 209(January). <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104901>

Bidegain Dorelo, M., Pasten, M., Nagy Breitenstein, G., Coronel, G., Ferrer, J., & Arana, I. (2017). Tendencias recientes de las precipitaciones e impactos asociados con ENSO en la cuenca del Río de la Plata. *Paraquaria Natural*, 8–18.

Breuer, N. E., Cabrera, V. E., Ingram, K. T., Broad, K., & Hildebrand, P. E. (2008). AgClimate: A case study in participatory decision support system development. *Climatic Change*, 87(3–4), 385–403. <https://doi.org/10.1007/s10584-007-9323-7>

CAPECO. (2021). Ranking Mundial. Retrieved November 1, 2021, from <https://capeco.org.py/ranking-mundial-es/>

Carvalho, L. M. V., Jones, C., & Liebmann, B. (2002). Extreme precipitation events in southeastern South America and large-scale convective patterns in the South Atlantic convergence zone. *Journal of Climate*, 15(17), 2377–2394. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2002\)015<2377:EPEISS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2002)015<2377:EPEISS>2.0.CO;2)

Carver, R. E., Nelson, N. O., Roozeboom, K. L., Kluitenberg, G. J., Tomlinson, P. J., Kang, Q., & Abel, D. S. (2022). Cover crop and phosphorus fertilizer management impacts on surface water quality from a no-till corn-soybean rotation. *Journal of Environmental Management*, 301, 113818. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113818>

Christoffoleti, P. J., de Carvalho, S. J. P., López-Ovejero, R. F., Nicolai, M., Hidalgo, E., & da Silva, J. E. (2007). Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: Implications on weed biology and management. *Crop Protection*, 26(3), 383–389. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.06.013>

de la Sancha, N. U., Boyle, S. A., & McIntyre, N. E. (2021). Identifying structural connectivity priorities in eastern Paraguay's fragmented Atlantic Forest. *Scientific Reports*, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95516-3>

Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., & Hongwen, L. (2010). Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 3(1), 1–25. <https://doi.org/10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.001-025>

Dorrego, S. del S. (2012). No till + crop rotation + pesticide stewardship = better agriculture. *Outlooks on Pest Management*, 23(1), 25–27. <https://doi.org/10.1564/23feb07>

Fernandes, E. C. M., Soliman, A., Confalonieri, R., Donatelli, M., & Tubiello, F. (2012). *Climate Change and Agriculture in Latin America, 2020-2050: Projected Impacts and Response to Adaptation Strategies*. Washington, DC. Retrieved from <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/12582>

Fraser, A. I., Harrod, T. R., & Haygarth, P. M. (1999). The effect of rainfall intensity on soil erosion and particulate phosphorus transfer from arable soils. *Water Science and Technology*, 39(12), 41–45. [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(99\)00316-9](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(99)00316-9)

Friedrich, T., Derpsch, R., & Kassam, A. (2012). Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture. *Sustainable Development of Organic Agriculture*. <https://doi.org/10.1201/9781315365800>

Garduño de Jesus, E. (2020). *Agricultura sustentable como una alternativa viable para la soberanía alimentaria*. Universidad Autónoma del Estado de México. Retrieved from <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/109824>

Godoy, T., & Escobar, C. (2016). Análisis hidrológico de la Cuenca del Río Monday mediante el uso del modelo hidrológico distribuido MGB – IPH. *Revista de La Sociedad Científica Del Paraguay*, 21, 181–192.

Grimm, A. M., & Pscheidt, E. I. (2001). Padrões atmosféricos associados a eventos severos de chuva na primavera durante El Niño, La Niña e anos neutros. In *Anais do IX Congresso da Federação Latino-Americana e Ibérica de Sociedades de Meteorologia e VIII Congresso Argentino de Meteorologia (em CD, n° 269)*, Buenos Aires, maio de 2001.

Haylock, M. R., Peterson, T. C., Alves, L. M., Ambrizzi, T., Anunciacao, Y. M. T., Baez, J., ... Vincent, L. A. (2006). Trends in total and extreme South American rainfall in 1960-2000 and links with sea surface temperature. *Journal of Climate*, 19(8), 1490–1512. <https://doi.org/10.1175/JCLI3695.1>

Huang, C., Kim, S., Altstatt, A., Townshend, J. R. G., Davis, P., Song, K., ... Musinsky, J. (2007). Rapid loss of Paraguay's Atlantic forest and the status of protected areas - A Landsat assessment. *Remote Sensing of Environment*, 106(4), 460–466. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.09.016>

Instituto Nacional de Estadística. (2021). Compendio Estadístico del Paraguay. Retrieved November 1, 2021, from <https://www.ine.gov.py/default.php?publicacion=17>

- IPCC. (2021). Regional Fact Sheet – Central and South America in: Sixth Assessment Report. Working Group I – The Physical Science Basis. *Ipcc*, 2. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
- Issaka, S., & Ashraf, M. A. (2017). Impact of soil erosion and degradation on water quality: a review. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.1080/24749508.2017.1301053>
- Itaipu Binacional. (2021a). Áreas Silvestres Protegidas. Retrieved November 8, 2021, from <https://www.itaipu.gov.py/es/medio-ambiente/areas-silvestres-protegidas>
- Itaipu Binacional. (2021b). Reserva de La Biosfera Itaipu. Retrieved November 8, 2021, from <https://www.itaipu.gov.py/es/pagina/reserva-de-la-biosfera-itaipu>
- Lal, R., Reicosky, D. C., & Hanson, J. D. (2007). Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming. *Soil and Tillage Research*, 93(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.11.004>
- Liebmann, B., Vera, C. S., Carvalho, L. M. V., Camilloni, I., Barros, V., Hoerling, M. P., & Allured, D. (2004). An observed trend in central South American precipitation. *Journal of Climate*, 4357–4367. <https://doi.org/https://doi.org/10.1175/3205.1>
- Liebmann, B., Vera, C. S., Carvalho, L. M. V., Camilloni, I., Barros, V., Hoerling, M. P., & Allured, D. (2005). An observed trend in central South American precipitation. *85th AMS Annual Meeting, American Meteorological Society - Combined Preprints*, 2071–2075.
- Liu, Y. F., Liu, Y., Shi, Z. H., López-Vicente, M., & Wu, G. L. (2020). Effectiveness of re-vegetated forest and grassland on soil erosion control in the semi-arid Loess Plateau. *Catena*, 195(26), 104787. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104787>
- Lugo, A., Mazó, M., & Báez, J. (2017). Implementación del modelo hidrológico de grandes cuencas MGB-IPH en la Cuenca del Río Acaray. *Revista de La Sociedad Científica Del Paraguay*, 22 (1), 61–74.
- Machado, P. L. O. d. A., & Silva, C. A. (2001). Soil management under no-tillage systems in the tropics with special reference to Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61(1–2), 119–130. <https://doi.org/10.1023/A:1013331805519>
- Magrin, G. O., Marengo, J. A., Boulanger, J.-P., Buckeridge, M. S., Castellanos, E., Poveda, G., ... Villamizar, A. (2014). Central and South America In: 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. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 1499–1566. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415386.007>
- Mendes, R. R., Takano, H. K., Netto, A. G., Junior, G. J. P., Cavenaghi, A. L., Silva, V. F. V., ... Ovejero, R. F. L. (2021). Monitoring glyphosate-and chlorimuron-resistant conyza spp. Populations in brazil. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 93(1), 1–14. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120190425>
- Merten, G. H., Araújo, A. G., Biscaia, R. C. M., Barbosa, G. M. C., & Conte, O. (2015). No-till surface runoff and soil losses in southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, 152, 85–93. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.03.014>

Mohamadi, M. A., & Kavian, A. (2015). Effects of rainfall patterns on runoff and soil erosion in field plots. *International Soil and Water Conservation Research*, 3(4), 273–281. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.10.001>

Oreggioni, F., & Baez Benitez, J. (2016). *Modelado hidrológico de la cuenca del río Ñacunday utilizando datos de precipitación estimados por satélites*. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción.

Podestá, G., Letson, D., Messina, C., Royce, F., Ferreyra, R. A., Jones, J., ... O'Brien, J. J. (2002). Use of ENSO-related climate information in agricultural decision making in Argentina: A pilot experience. *Agricultural Systems*, 74(3), 371–392. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00046-X](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00046-X)

Rababuffetti, A. P., Espínola, L. A., & Amsler, M. L. (2018). *Influencia de la variabilidad climática sobre la composición de la comunidad íctica en el tramo medio del río Paraná*. Universidad Nacional del Litoral.

Recalde, A. M. (2017). Caudales pico. Asunción, Paraguay.

Rolf Derpsch. (2016). ¿Qué es SD? Retrieved November 1, 2021, from <http://www.rolf-derpsch.com/es/siembra-directa/que-es-sd/>

Rusticucci, M., & Penalba, O. (2000). Interdecadal changes in the precipitation seasonal cycle over Southern South America and their relationship with surface temperature. *Climate Research*, 16(1), 1–15. <https://doi.org/10.3354/cr016001>

Task Team on the Definition of Extreme Weather and Climate Events. (2016). *Guidelines on the Definition and Monitoring of Extreme Weather and Climate Events*. World Meteorological Organization.

Verity, G. E., & Anderson, D. W. (1990). Soil erosion effects on soil quality and yield. *Canadian Journal of Soil Sciences*, 70, 471–484. <https://doi.org/https://doi.org/10.4141/cjss90-046>

WWF. (2021). El Bosque Atlántico. Retrieved November 8, 2021, from https://www.wwf.org.py/_donde_trabajamos/_bosque_atlantico/

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura 9, 11, 14, 17, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 49, 68, 79, 89, 96, 118, 119, 120, 128

Agricultura de precisão 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38

Alelopatia 1, 2, 9

Amazônia 61, 69, 70, 71, 72, 82

Armazenamento 30, 31, 32, 40, 48, 106, 107, 115

Ar seco 106, 107, 108, 110, 111

Ar úmido 106, 107, 108, 109, 111

B

Babaçu 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

Beneficiamento 106, 107, 115

Big data 28, 31, 32

Biotecnologia 28, 34, 35, 39, 71, 100, 129

C

Caixa Tetra Pak 40

Caramboleiras 40, 45, 46, 47, 50

Celastraceae 1, 3

Citotóxica 1

Climatología 11

Common reed 51, 52, 59

Conservação 38, 40, 48, 49, 115

D

Déficit hídrico 47, 71, 72, 73, 77, 78

Degradação 71, 73, 95, 96, 119

Degradação ambiental 71, 73

Divisão celular 1, 2, 6

E

Elementos de construção 51

Equilíbrio higroscópico 106, 110, 112, 113, 115

Estresse abiótico 118, 127

Estresse salino 117, 119, 120, 121, 124, 126, 127, 129

Eventos extremos 11, 12, 16, 18, 20, 22, 34, 120

F

Fitotoxicidade 1

Fruticultura 40, 49, 50, 131

G

Genotoxicidade 1, 2, 9

Grãos 38, 91, 102, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 115, 116

I

Inovação 29, 37, 39, 40

M

Meio ambiente 35, 48, 71, 81, 89, 128

Mudas 40, 41, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 82, 84, 102, 119

N

Nordeste 41, 72, 89, 90, 91, 118, 122, 129

P

Peixes 60, 61, 62, 63, 65, 67, 68, 69, 70

Pequenos produtores 60, 62, 63, 69

Piscicultura 60, 61, 62, 65, 69, 70

Plaster 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

Produção 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 40, 41, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 60, 61, 62, 63, 68, 69, 70, 73, 77, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 117, 118, 119, 120, 125, 127, 131

Produção agrícola 29, 30, 31, 34, 36, 117, 118, 119, 120

Projeto de extensão 60, 62

Psicometria 106, 108, 115

R

Regiões semiáridas 117, 118, 119

S

Salinização 78, 79, 118, 119, 120, 122

Sementes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 29, 35, 36, 41, 77, 78, 89, 90, 92, 93, 94, 98, 101, 102,

103, 106, 108, 109, 113, 115, 116, 127, 128

Sistema agrícola 27, 28

Slab 51, 52, 55, 58

Solanaceae 71, 72, 73, 74, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87

Solanum crinitum 71, 72, 73, 74, 82, 83

Stakeholders 11, 12

Sustainable construction 51, 52

Sustentabilidade 33, 35, 38, 40, 102, 128, 129

T

Tecnologias 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 40, 62, 91, 115, 117, 118, 119, 123, 128

Tecnológicos na agricultura 27, 30

V

Vapor d'água 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 115

Agricultural Sciences: Knowledge and Diffusion of Technology

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Agricultural Sciences: Knowledge and Diffusion of Technology

www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



@atenaeditora



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

