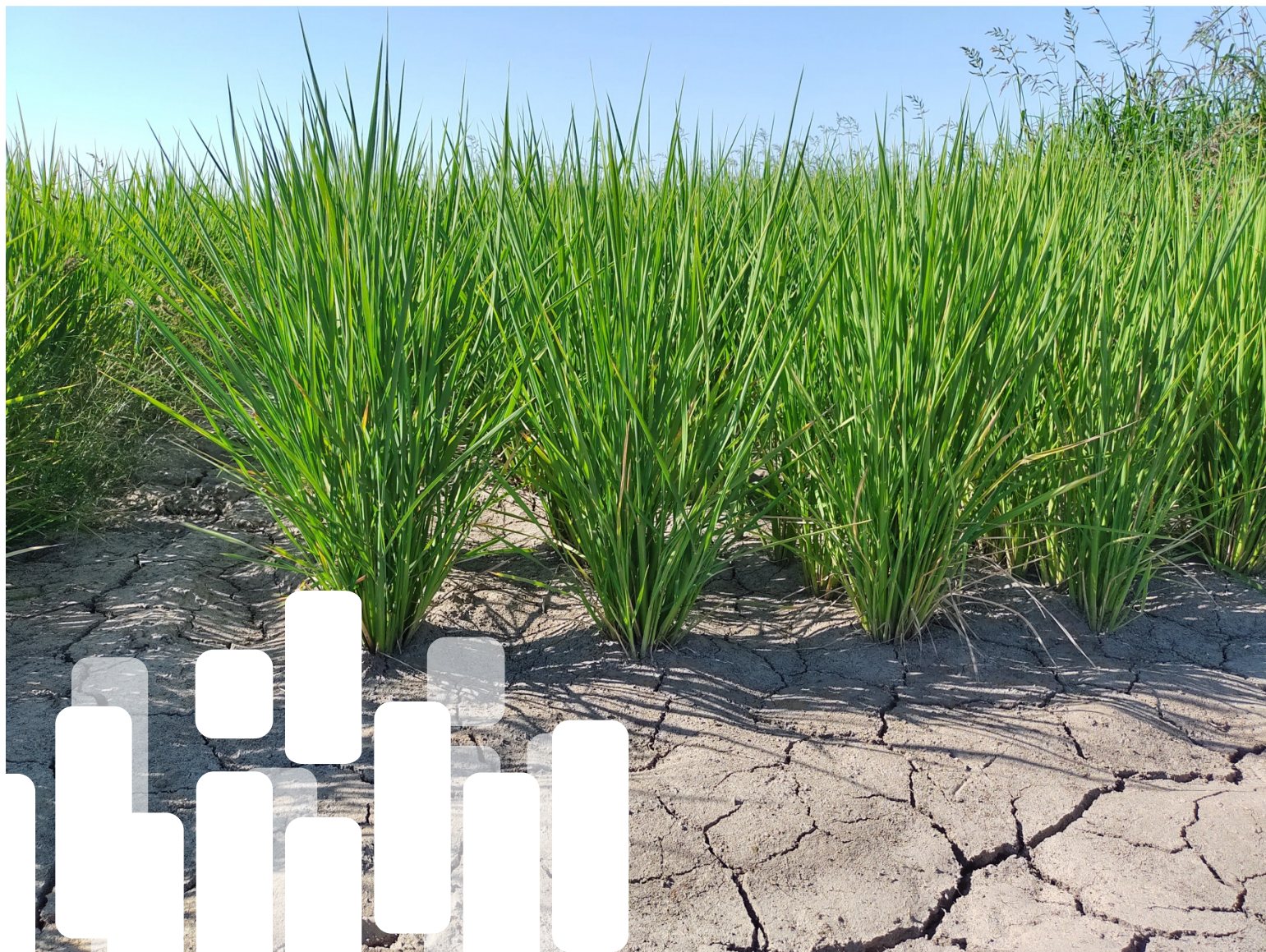




Arroz más productivo y sustentable para Latinoamérica

Producto 1. Estado actual del SICA en la Plataforma Regional de Innovación

2024



Códigos JEL: Q16

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un mecanismo único de cooperación técnica entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Mina Namdar Irani, Karla Cordero Lara, Fernando Barrera, Sergio Urioste, Martha Lucrecia Bonell, José Isaac Mejía, Daniel Brito.

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial- SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

FONTAGRO

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org

www.fontagro.org



Tabla de Contenidos

Abstract	4
Resumen Ejecutivo	5
Introducción.....	6
Estado actual del Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SRI) en Argentina, Chile, Panamá y Venezuela	8
Contexto: métodos de siembra del arroz en los países analizados	8
Estado actual del SRI en la región	10
Origen, principios y evolución del SRI	10
Experiencias del SRI en América Latina y el Caribe	10
El SRI en Argentina, Chile, Panamá y Venezuela: elementos de diagnóstico	11
Propuesta de Indicadores de Línea Base	17
Factores Clave de Adaptación y Adopción del SRI	17
Experiencias aprendidas y principales puntos a considerar para la experimentación, validación y masificación del SRI.....	20
Aspectos técnicos	20
Población objetivo	20
Comercialización y mercados potenciales del arroz SRI	21
Consideraciones generales para la implementación del SRI en las Américas.....	21
Conclusiones	21
Referencias Bibliográficas.....	22
Anexo 1. Agenda y participantes del Taller 1.	23
Instituciones participantes	25



ABSTRACT

"Arroz Más Productivo y Sustentable"

Este proyecto se centra en mejorar la productividad y la sustentabilidad del cultivo de arroz en América Latina y el Caribe. Integra tecnologías de punta, como modelos de simulación de cultivos, agricultura climáticamente inteligente e investigación participativa, para desarrollar prácticas de manejo innovadoras. Estas prácticas buscan optimizar el uso de agua y nutrientes, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y aumentar la resiliencia frente al cambio climático. Los esfuerzos colaborativos entre investigadores, agricultores e instituciones promueven la adopción de estas estrategias sostenibles, garantizando beneficios económicos, ambientales y sociales. El objetivo final es aumentar la eficiencia de la producción de arroz, conservando los recursos naturales y contribuyendo a la seguridad alimentaria en la región.

"More Productive and Sustainable Rice"

This project focuses on improving rice productivity and sustainability in Latin America and the Caribbean. It integrates cutting-edge technologies, such as crop simulation models, climate-smart agriculture, and participatory research, to develop innovative management practices. These practices aim to optimize water and nutrient use, reduce greenhouse gas emissions, and enhance resilience to climate change. Collaborative efforts between researchers, farmers, and institutions promote the adoption of these sustainable strategies, ensuring economic, environmental, and social benefits. The project's ultimate goal is to increase rice production efficiency while conserving natural resources and contributing to food security in the region.



Resumen Ejecutivo

Esta nota técnica corresponde al producto 1 del proyecto regional “Arroz más productivo y sustentable para Latinoamérica” financiado por el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). En esta, se presenta el estado actual del Sistema de Intensificación del Cultivo del Arroz (SICA o SRI por su sigla en inglés)¹ en cuatro países de la Plataforma Regional de Innovación (PRI), estos son Argentina, Chile, Panamá y Venezuela. En este diagnóstico, se identifica el actual alcance del SRI, los factores claves -facilitadores y limitantes- para la adopción del sistema en la región en general y en estos países en particular, el universo de agricultoras y agricultores que podrían adoptar esta tecnología y, finalmente, los mercados objetivos del producto. Asimismo, se propone un set de indicadores de resultados e impacto para construir la Línea Base del proyecto. Por último, se sintetizan las experiencias aprendidas y los principales puntos a considerar para la experimentación, validación y escalamiento del SRI.

Este diagnóstico es el resultado de un proceso participativo que culminó con la realización de un primer taller con todos los miembros de la PRI el 21 de septiembre de 2021. El evento, inicialmente planeado de manera presencial en la Ciudad de Panamá, se llevó a cabo de manera virtual a través de la plataforma Microsoft Teams, contando con la participación de 28 profesionales de las ocho instituciones miembros de la PRI conformada para este proyecto.

Las experiencias presentadas entregaron los elementos de diagnóstico que se sistematizan en esta nota y aportaron además insumos para definir las respectivas etapas y protocolo de implementación del SRI en los países miembros de la PRI y para precisar los indicadores de desempeño y construcción de la línea base del proyecto, aspectos que se trataron en el segundo taller del Proyecto.

Palabras Clave: Arroz, SRI, SICA, PRI, Diagnóstico, Productividad, Sustentabilidad.

¹ El sistema en inglés se denomina System of Rice Intensification (SRI). De ahora en adelante, se usará esta sigla en las notas técnicas, para evitar confusión con el Sistema de Integración Centroamericana (SICA).



Introducción

La producción de arroz en Latinoamérica es fundamental tanto para su creciente población, como para el abastecimiento de la también creciente población mundial. En 2022 se sembraron más de 4,6 millones de hectáreas de arroz en las ALC, siendo el séptimo cultivo más importante en cuanto a superficie (FAOSTAT) y una importante fuente de ingresos para pequeños productores de la región. A nivel nacional en cada país de la PRI, en el caso de Panamá, el arroz fue declarado como el primer cultivo de seguridad alimentaria, siendo este el más sembrado y contribuyendo al 11.4% del PIB agrícola, además de ser la segunda principal fuente de energía de los panameños (FAO, 2020). En Chile el arroz representa el 5% de la superficie arable, no obstante, es de gran importancia para las regiones del Ñuble y Maule, ya que utiliza los suelos marginales que no pueden ser destinados a otras alternativas productivas. Si bien en Argentina el arroz ocupa menos del 1% de la superficie arable, es el principal cultivo de exportación de las provincias de Entre Ríos y Corrientes. En Venezuela el arroz es el tercer cultivo más sembrado, no obstante, el 70% de la demanda nacional es suplida por las importaciones, por lo que incrementar tanto la productividad como la producción es esencial, considerando que el arroz es la cuarta principal fuente de energía para los venezolanos (FAO, 2020).

Respecto de la participación de la agricultura familiar en la producción del arroz a nivel regional, entre los cuatro países, el arroz es la fuente de ingresos de 6.095 productores, de los cuales un 44% son de agricultura familiar (FLAR, 2019). En Chile, los productores de agricultura familiar, representan el 70% de los productores de arroz, mientras que en las provincias argentinas de Entre Ríos y Corrientes corresponden al 27% (CREA, 2018). En Panamá representan el 31% de los productores (INEC, 2018) y en Venezuela el 35% de los productores (FLAR, 2019). Además, es necesario considerar que en los cuatro países la producción de arroz corresponde la principal fuente de ingresos de los productores arroceros de agricultura familiar, quienes por lo general también destinan parte de la producción al autoconsumo.

Los efectos del cambio climático en los patrones de precipitación han provocado una menor disponibilidad de agua, así como variaciones de temperaturas, afectando la producción de arroz y el bienestar de los productores. Además, es importante destacar que el arroz, por su producción en campos inundados, es responsable del 10% de las emisiones mundiales de metano. En efecto, el sistema anegado de cultivo de arroz es particularmente propenso a la generación de grandes cantidades de metano, pues las bacterias que lo producen prosperan en condiciones de bajo nivel de oxígeno (anaeróbicas). Algunas estimaciones indican que el cultivo del arroz libera anualmente entre 60 a 100 millones de toneladas de CH₄ (Sanchis, 2014)².

Es por esto que se requiere de sistemas más eficientes, resilientes, y amigables con el ambiente en el cultivo del arroz en América Latina, que puedan mantener e incrementar la productividad y competitividad frente a un escenario de cambio climático. El Sistema Intensivo del Cultivo Arrocerero (SICA, o SRI por sus siglas en inglés, “*System of Rice Intensification*”) ha

² Las plantas de arroz usan un tejido vegetal esponjoso (aerénquima) similar a una chimenea, con grandes espacios intercelulares llenos de aire, para llevar el oxígeno hacia las raíces. Por los mismos espacios, el metano producido por bacterias llega a la atmósfera.



mostrado beneficios ambientales, sociales y económicos, incluyendo el uso más eficaz de agua y suelo, mayor productividad con menores insumos, más resistencia a eventos extremos, y menos emisor de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (Uphoff, 2015; IICA, Qualitas AC, 2024).

El SRI es una metodología probada a nivel global, con resultados muy alentadores en ALC. Resultados preliminares muestran que se puede lograr desde un 20% a un 100% de incremento en rendimiento, explicado por mejoras agronómicas (mejor desarrollo radicular, mayor número de tallos, espigas y granos llenos, menor acame y mayor resiliencia a los efectos del cambio climático tales como sequías y vientos fuertes). El sistema también contribuye a reducir el uso del agua entre un 10 y un 40% a lo largo del ciclo de producción. Esto a su vez se traduce en una mejor calidad de suelos, mayor actividad microbial y una reducción en las emisiones de metano de hasta un 60% (reducción de potencial de calentamiento global entre 20 y 40%). El SRI también reduce la cantidad de semilla requerida hasta en un 90% y de agroquímicos utilizados en la producción entre un 20-50%. Más importante aún son las mejoras sociales que un incremento en las utilidades puede representar para los productores de agricultura familiar (AF) al reducir los costos e incrementar los rendimientos. En general, la implementación del sistema puede contribuir a lograr las metas de los planes nacionales en cuanto a cambio climático, manejo del recurso hídrico, producción de alimentos, reducción de la pobreza, entre otros.

Los miembros del Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego (FLAR) en Chile (INIA) y Panamá (IDIAP) han sido pioneros en la validación del SRI en sus respectivos países. Paralelamente, el INTA en Argentina ha expresado su interés en la evaluación y adaptación del sistema a los agroecosistemas de la región arroceras de Argentina. Esto, con el objetivo de poder brindar alternativas de manejo sustentable del cultivo de arroz a productores en general, además de un sistema para la producción orgánica y agroecológica como una alternativa más rentable para los pequeños productores y de la agricultura familiar. La Fundación Nacional del Arroz de la República Bolivariana de Venezuela (FUNDARROZ), quien ya ha tenido experiencia en el sistema, se posiciona como un actor potencial para el escalamiento en Venezuela.

En la presente nota técnica, se registra la información obtenida del estado actual de la metodología SRI en la PRI, como parte inicial del proyecto FONTAGRO cuyo objetivo principal es aumentar la productividad del cultivo del arroz. Con el SRI se espera mejorar las condiciones productivas, sustentabilidad y seguridad alimentaria de la AF de Chile, Venezuela, Panamá y Argentina. A su vez, atender la demanda social por alimentos producidos en sistemas de manejo sustentables, que consideren la preservación de los recursos naturales con un menor impacto ambiental. Esto a través de la implementación y escalamiento de un conjunto de prácticas de manejo del cultivo, específicos para cada región que permiten una mayor adaptación del cultivo al cambio climático, aumentando la productividad y rentabilidad del cultivo.

Se apuesta a que la implementación del SRI incrementará la productividad arroceras de cada país contribuyendo a la seguridad y soberanía alimentaria de los países integrantes de este proyecto. A su vez, permitirá producir bajo un esquema de reducción de agua y agroquímicos, lo cual producirá un arroz sustentable de valor agregado potenciando este alimento en ALC.



Estado actual del Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SRI) en Argentina, Chile, Panamá y Venezuela

Contexto: métodos de siembra del arroz en los países analizados

A nivel mundial, se distinguen dos grandes maneras para sembrar el arroz:

- **La siembra con semillas:** consiste en sembrar **semillas** que pueden ser secas o pregerminadas. Dentro de esta manera, se distingue dos tipos de siembra directa: i) la siembra bajo inundación, que se realiza con semilla pregerminada al voleo; ii) la siembra en seco que se realiza con semilla seca (no pregerminada) y se puede hacer al voleo o en hilera.
- **El trasplante:** consiste en trasplantar **plántulas** de arroz previamente cultivadas en almácigos o bandejas de germinación, las cuales tienen una altura de 12 a 15 cm al momento del trasplante. Se efectúa el trasplante en suelo inundado y puede realizar manualmente al azar o en surco, o bien de manera mecanizada.

Tal como se indica en la Tabla 1, la estructura de la cadena, así como los principales manejos de siembra, varían significativamente según cada uno de los cuatro países involucrados en el proyecto. Es así que, en Argentina, la producción primaria está principalmente en mano de grandes productores: con una superficie total que ha oscilado en la última década entre 182 mil y 234 mil hectáreas, el universo de productores arroceros se ubica entre 170 a cerca de 350 explotaciones, donde el 10% de los agricultores más grandes concentran el 70% de la siembra. Se estima que en las provincias de Entre Ríos y Corrientes los pequeños productores arroceros corresponden sólo al 27% del universo (CREA, 2018). En los últimos años, se observa una clara tendencia a la concentración e integración de la producción: se estima que el 50% del área sembrada se encuentra en manos de 10 empresas productoras, y el 90% de éstas cuenta con industria integrada (CREA, 2024). En la temporada 2021-2022, se estima que la superficie promedio por productor fue de 669 hectáreas (Instituto Nacional de Semillas, sf). Los rendimientos oscilan entre 6 y 7,6 toneladas por hectárea. La siembra se realiza en forma directa, casi exclusivamente en siembra en seco mecanizada.

En Chile, la situación es muy diferente. Con una superficie bastante más acotada que osciló entre 17,9 y 29,5 mil hectáreas en los últimos 10 años, involucra a menos de 1.000 productores, donde los integrantes de agricultura familiar representan un 80% ³. Según el censo agropecuario de 2021, el promedio de la superficie sembrada con arroz era de 25,6 has por productor. Los rendimientos son un poco inferiores a los de Argentina, ubicándose entre 4,9 y 6,9 toneladas por hectárea. Toda la superficie se siembra con semilla -no se usa la técnica del trasplante- y dentro de este método, más del 80% corresponde a una siembra al voleo en suelos

³ Comunicación personal, INIA, TUCAPEL y CAROZZI, 2019.



inundados con semilla pregerminada, siendo la siembra en seco (con semilla seca) un método aún poco masivo.

Una situación también distinta se observa en Panamá. Con una superficie total que oscila entre 85 y 100 mil hectáreas, el universo de productores fluctúa entre 1.000 y 1.700 personas, productores de distintos tamaños donde la agricultura familiar representa el 31% de los arroceros (INEC, 2018). Los rendimientos promedios son bastante inferiores a los de los dos países del cono sur, oscilando entre 4,5 a 4,7 toneladas por hectárea. El país se distingue por sembrar cerca del 90% de su superficie en secano, esto es sin riego artificial. Predomina la siembra directa en seco, al voleo o en hilera.

La superficie arrocerera de Venezuela, por su parte, es del mismo orden de magnitud que la de Argentina, fluctuando entre 100 a 240 mil hectáreas en los últimos años. No se dispone de información robusta acerca del número de productores arroceros, pero se indica que hay productores de diferentes tamaños, y que 35% de los productores arroceros forman parte de la agricultura familiar (FLAR, 2019). Tampoco se dispone de estadísticas de rendimientos, mencionándose rendimientos máximos de 8 a 12 toneladas por hectárea. El método de siembra más frecuente es la siembra directa, principalmente con semilla pregerminada al voleo, aprovechando de la humedad de los suelos en el periodo de invierno. Pocos productores usan aviones y menos lo hacen con semilla seca. La siembra con trasplante sería poco frecuente.

En síntesis, se observa que los cuatro países practican la siembra directa. En el caso de Chile y Venezuela lo más frecuente es la siembra bajo inundación con semilla pregerminada mientras que en Argentina y Panamá predomina la siembra en seco con semilla seca.

Tabla 1. Producción arrocerera y métodos de siembra en Argentina, Chile, Panamá y Venezuela

	ARGENTINA	CHILE	PANAMA	VENEZUELA
CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION ARROCERA				
- Superficie (mil ha)(*)	182,3 – 234,0	17,9 – 29,5	85 – 100	180 – 230
- Número de productores (*)	170 – 330	790 – 1.500	1.000 – 1.700	s.i
- Rendimiento (tonelada/ha) (*)	6 – 7,6	4,9 – 6,9	4,5 – 4,7	s.i
METODOS DE SIEMBRA				
SIEMBRA CON SEMILLA	+++	+++	+++	+++
- Siembra en seco al voleo o en hilera (semilla seca)	+++	+	+++	+
- Siembra bajo inundación (semilla pregerminada)	+	+++	+	+++
TRASPLANTE	-	-	+	s.i
- Trasplante manual al azar (inundado)	-	-	s.i	s.i
- Trasplante manual en surco (inundado)	-	-	s.i	s.i
- Trasplante mecánico (inundado)	-	-	s.i	s.i

Fuente: Elaboración propia en base a: i) Argentina: Bolsa de Cereales de Entre Ríos; ii) Chile: ODEPA-INE; iii) Panamá: MIDA; iv) Venezuela: FUNDARROZ

(*) Mínimo y máximo en los últimos 10 años.



Estado actual del SRI en la región

Origen, principios y evolución del SRI

Es en los primeros años de la década de los 80' que se desarrolla, en Madagascar, una nueva tecnología para el cultivo de arroz, el Sistema Intensivo de Cultivo de Arroz (SRI por su sigla en inglés). Corresponde a una siembra con trasplante con cambios en el manejo de plantas, suelo, agua, y nutrientes, usando menos agua y menos semilla. Más específicamente, se basó en cuatro principios fundamentales:

- Establecimiento temprano y rápido de plantas jóvenes y saludables (2 hojas)
- Reducción de la competencia entre plantas (baja densidad de siembra en cuadro; una sola planta por punto de siembra)
- Establecimiento de suelos saludables, enriquecidos con materia orgánica, mantenidos aireados (favorece el desarrollo de microorganismos benéficos)
- Alternancia de suelos secos y mojados (reducir número de riegos)

Esta metodología ha sido probada en más de 50 países, en su mayoría asiáticos y africanos, en climas más bien tropicales en donde la presión de producción de arroz es altísima, debido a su alto consumo doméstico. El SRI ha permitido incrementar rendimientos y reducir el uso de agua y agroquímicos en la producción, contribuyendo al desarrollo de una agricultura más sustentable y permitiendo el desarrollo de plantas más resilientes a los embates del cambio climático. A partir de estos resultados, se busca adaptar y escalar esta tecnología a distintos ambientes y método de siembra presentes en el mundo.

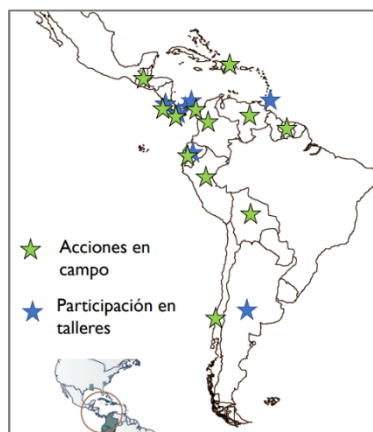
Experiencias del SRI en América Latina y el Caribe ⁴

El SRI se presenta como una alternativa sostenible para la producción de arroz desde un punto de vista productivo, ambiental y social, además de ser un sistema que estimula la innovación y la colaboración entre diferentes actores. En general, los recursos destinados a la experimentación y validación del sistema en Latinoamérica han sido limitados, no obstante, se han implementado diferentes experiencias a lo largo de la región (figura 1).

⁴

En base a la presentación realizada por Kelly Witkowski en el Taller del 21 de septiembre 2021.

Figura 1. Experiencias con SRI en las Américas



Fuente: Presentación de Kelly Witkowski en el Taller del 21 de septiembre 2021

Hay trabajos en curso en Ecuador, Chile, Perú, República Dominicana, Colombia, Venezuela, entre otros. Experiencias en Colombia y República Dominicana han demostrado buenos resultados en cuanto a un mejor desarrollo radicular, tallos más fuertes y mayor resistencia a los embates del clima, como acame (o tendedura) por vientos fuertes. También hubo un ahorro sustancial en semilla y uso de otros insumos, además de mayores rendimientos experimentales y en campo. Es así que se observa una disminución de costos que varía desde 10% a 36% y un incremento de utilidades que alcanza hasta un 61% en Colombia y República Dominicana (Tabla 2). En Venezuela, el rendimiento a nivel de parcela en siembra directa SRI alcanzó 9,56 toneladas/ha versus 6,93 toneladas/ha, en su control siembra directa.

Tabla 2. Algunos resultados experimentales del SRI mecanizado.

País	Costos SRI mecanizado		Utilidades SRI mecanizado	
	En relación al sistema convencional	En relación al SRI manual	En relación al sistema convencional	En relación al SRI manual
Colombia	-17%	-36%	+61%	+7,9%
República Dominicana	-11%	-10%	45%	37,4%

Fuente: elaboración propia en base a presentación de Kelly Witkowski en el Taller del 21 de septiembre 2021.

El SRI en Argentina, Chile, Panamá y Venezuela: elementos de diagnóstico⁵

El diagnóstico que se presenta en esta sección corresponde a una sistematización de las presentaciones realizadas por los distintos participantes en el Taller 1 del proyecto⁶. Se organiza

⁵ Corresponde a la situación existente en el momento del primer taller, esto es en septiembre 2021.

⁶ Lo/as autore/as de las presentaciones fueron: i) Argentina: Martha Bonell (INTA, Argentina) ; ii) Chile: Karla Cordero (INIA Chile); iii) Venezuela: Daniel Brito (Fundarroz) y Betsaida Soublete (INIA Venezuela) y iv) Panamá: José Isaac Mejía (IDIAP Panamá). En el anexo 1, se presenta el programa del taller y el listado de asistentes.



en torno a los cinco temas que se desarrollan a continuación, estos son: i) actual alcance; ii) factores potencialmente facilitadores para la adopción del SRI; iii) factores limitantes para la adopción del SRI; iv) Población objetivo de su adopción; v) Mercados objetivo del arroz SRI. En la Tabla 3, se entrega un resumen comparativo del diagnóstico.

Actual alcance

Los cuatro países involucrados empezaron a trabajar el SRI en los años 2016-2017. Si bien presentan distintos avances en relación a la incorporación de esta tecnología en sus respectivos territorios, ninguno ha ido más allá que la etapa de validación.

En el caso de Argentina, sólo se cuenta con algunos experimentos aislados no difundidos, por lo cual se clasifica en fase experimental. Se dio una experiencia en San Javier de Santa Fe, que no dio buenos resultados por limitantes en la mecanización para el control de malezas y se discontinuó.

En Chile, se hicieron los primeros ensayos a partir de 2017/18. En 2018/2019 se continuó con el proceso de experimentación, pero sin buenos resultados debido a factores ambientales. Sin embargo, para el ciclo 2019/2020, ya se desarrolló un protocolo estándar para la implementación del sistema y se empezó a experimentar con variedades, en especial aquellas con mayor eficiencia en el uso de agua. En 2020/2021, se implementaron en las primeras experiencias en campo, con financiamiento de FONTAGRO y proyectos regionales. Se evaluó la posibilidad de adaptar el sistema a la producción de arroz negro, pero no hubo buenos resultados debido a que estas variedades son más susceptibles al frío. En la temporada 2021/2022 se inició la validación en campos de productores. En el caso de este país se requieren mayores trabajos de adaptación dado que el SRI original fue pensado para climas tropicales y pequeñas escalas. Se trabaja para escalar la metodología en parcelas de prácticas (como faros tecnológicos), que permitan validar y difundir en los mismos predios de agricultores el set de innovaciones que conlleva la adaptación.

Venezuela y Panamá están un tanto más avanzados: los productores involucrados en la validación del sistema lo siguen implementando. Es así que, en Venezuela, se ha avanzado en algunas fincas particulares asociadas a FUNDARROZ y actualmente existen productores que utilizan principios del SRI, incentivados por la baja disponibilidad de insumos, debido a la situación política y social que atraviesa dicho país. En Panamá, por su parte, el IDIAP comenzó con los trabajos de experimentación y validación del SRI con pequeños productores, en su mayoría ubicados en las provincias de Panamá Oeste y Coclé. Se ha alcanzado buenos resultados a través de un menor uso de agua, semilla y agroquímicos, obteniendo así una producción más limpia, mayores rendimientos y una reducción en los costos de producción.



Factores potencialmente facilitadores

Los factores facilitadores comunes a todos los países para la adopción del SRI dicen relación con: i) la disminución de costos; ii) el ahorro de agua; y iii) una producción más sustentable, lo cual abre mercados más atractivos (orgánico, agroecológico, sustentable).

Chile, por su parte, agrega como elemento positivo la mecanización de labores permitida por el SRI, lo cual ayuda a solucionar la creciente escasez de mano de obra en el campo y su alto costo.

Venezuela y Panamá destacan el mayor rendimiento como elemento facilitador para la adopción y Argentina hace hincapié en la recuperación de suelos y disminución en la emisión de gases de efecto invernadero.

Por último, Panamá recalca como factor positivo el apoyo institucional existente, mencionando que la participación del MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario) en el proceso de validación del SRI con los productores ha sido clave, debido principalmente a sus capacidades de extensión.

Factores limitantes

El principal factor limitante que mencionan tres de los cuatro países (Argentina, Chile y Venezuela) corresponde a la falta de maquinaria adecuada para la siembra y/o el control de malezas. También se indica la resistencia al cambio y aversión al riesgo por parte de una parte importante de agricultores, relevando que el SRI implica varias innovaciones juntas y que los productores arroceros pertenecen en muchos casos a un sector tradicional y son de edad avanzada.

Adicionalmente, en el caso particular de Argentina, la falta de infraestructura para la producción de plántulas constituye un factor limitante. En Panamá, la falta de asistencia técnica y de disponibilidad de semillas, insumos y herramientas en los momentos oportunos, también dificultan el escalamiento de la técnica SRI. Por último, Chile también menciona la ausencia de mercado inmediato que reconozca y valore el arroz SRI como un elemento que limita la adopción del método, así como la falta de evidencias sistematizadas que confirmen los beneficios del SRI.

Población objetivo

En los cuatro países se identifica una población objetivo relativamente acotada en número. Es así que, en Argentina, existe un potencial en el sector productor de arroz orgánico y agroecológico, donde se tiene identificado, en una primera etapa a 13 productores orgánicos más un conjunto de agricultores con una producción alternativa no certificada que abastece ciertos nichos en el mercado nacional. Adicionalmente se estima que unos 140 pequeños productores (< 200 ha) agrupados en cooperativas podrían constituir otra población potencial. Los territorios con



mayor potencial para la incorporación del SRI son Entre Ríos, Corriente, Chaco, Formosa y Santa Fé.

En Chile, la población objetivo correspondería principalmente a agricultores más jóvenes con buena disposición a innovar y productores de pequeña escala que reciben apoyo -asistencia técnica, incentivo a la inversión y crédito- del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). También existen tres grupos de innovación participativa localizados en las regiones de Maule y de Ñuble.

Venezuela estima que podría incorporar unas 30 ha con SRI tradicional más 200 ha con SRI modificado. La región de la ciudad de Calabozo presenta un gran potencial por su gran represa que permite el riego de 40 mil hectáreas. Portuguesa constituye otra región de alto potencial.

En lo que concierne Panamá, existe el potencial de escalar el sistema a una población objetivo de 900 productores de agricultura familiar y alrededor de 210 productores de arroz mecanizado, distribuidos en siete provincias y tres comarcas indígenas.

Mercados objetivos

En Argentina se apunta a los mercados de exportación de productos orgánicos: en efecto si bien los volúmenes son aún acotados, se observa una tendencia al alza en las últimas décadas. Es así que en el año 2000 el arroz orgánico representaba un 0,28% de las exportaciones argentinas de productos orgánicos, en 2018 la proporción ascendía a 2,44%. En Panamá, además de estos mismos mercados, se consideran los mercados internos de arroz blanco, los arroces especiales de cultivares criollos de diferentes colores y el arroz producido bajo el sello “Agricultura familiar”. En Chile, se enfoca en una primera etapa en el mercado interno (nichos locales), para pasar a mediano plazo a mercados de exportación de alto valor enfocados en la alta sustentabilidad que a su vez se podrían sustentar en el sistema de certificación del *Sustainable Rice Platform* (SRP). Venezuela, por su parte estima que en un primer momento la producción de arroz SRI estaría dirigida al mercado de semillas para las empresa u asociaciones que tienen programas de siembras de arroz con los agricultores.



Tabla 3. Análisis comparado del estado del SRI en los cuatro países involucrados

CARACTERÍSTICAS DEL SRI	ARGENTINA	CHILE	VENEZUELA	PANAMA
Actual alcance	- Seminario sobre SRI en 2016. - Algunas experiencias públicas en Sta Fe, discontinuadas. - Sin experiencias privadas.	- 2017/18: Primeros ensayos - 2021/2022: Ensayos + experiencias en campos de productores (validación)	- Desde 2017: - 8 ciclos trabajados - 3 agricultores (permanente solo 1). - Superficie: por ciclo, SRI tradicional 3 ha. SRI modificado (sembradora) hasta 80 ha	- No se han realizado estudios de adopción del SRI en las localidades (Panamá Oeste y Coclé) donde se validó el sistema. - Actualmente, los productores colaboradores que participaron del proyecto SRI-IDIAP ciclo 2016-2017-2018, implementan el SRI en sus parcelas.
Factores potencialmente facilitadores	- SRI adaptado a producción orgánica/agroecológica (mercado) - Costos bajos - Mejora la calidad de los suelos destinados a arroz. - Necesidad de prácticas para el manejo de enfermedades (hongos y virus) - Sistema de riego CPFA “control parcial del flujo de agua” - Técnicos formados para asistir a productores que quieran incorporarlo	- Sequía prolongada en el país (CC futuro) - Necesidad de reducción de insumos y de mecanizar (no hay mano de obra en campos) - Incentivo de ingresar a mercados de alto valor de sustentabilidad - Arroz chileno ya es sustentable - Adopción de la siembra en seco varios ciclos anteriores (reemplazo del pregerminado)	- Ahorro o menor gasto de Agua, Fertilizantes inorgánicos y semillas. - Incremento de la productividad, los materiales tienden a acercarse a su máximo potencial de rendimientos “Cierre de brechas” - Multiplicación de semillas de alta calidad. - Recuperación y producción de campos de semillas.	- Apoyo institucional y ministerial (MIDA). - Beneficios del SRI (menor uso de agua, menor uso de semilla, menor uso de fitosanitarios de síntesis química, dos o más cosecha anual, producción más limpia, mayor rendimiento a menor costo). - Cambio tecnológico, nuevas técnicas de producción, nuevas variedades de arroz.
Factores limitantes	- No es factible el trasplante por la superficie de los campos y la falta de infraestructura para producción plántulas (clima templado). - No se recomienda el tránsito de maquinaria sobre suelo húmedo o fangoso por el daño que se genera en la estructura. - Necesidad de siembra mecanizada en seco (que permita adecuada densidad)	- Falta de maquinaria adecuada - Alto riesgo, muchas innovaciones juntas - Sector tradicional - Agricultores pequeños y de mayor edad - Disponibilidad de agua por embalse DIGUA para un sector importante (ahora) - Escasa experimentación en campos agricultores - No hay mercado inmediato	- Poca o casi nula disposición de maquinaria especializada para realizar las labores antes durante el establecimiento del cultivo. - Factor cultural es limitante porque la gente no está acostumbrada a la nueva tecnología y tienden a cuestionarla o rechazarla.	- Cambios en la política sectorial con respecto a la masificación del SRI. - Priorización en la asignación de recursos para otros proyectos. - Condiciones climáticas adversas (sequías prolongadas, excesos de lluvias y riesgo de inundación). - Falta de asistencia técnica y acompañamiento.



CARACTERÍSTICAS DEL SRI	ARGENTINA	CHILE	VENEZUELA	PANAMA
	de plantas y macollos y evitar proliferación de malezas - Dificultad para el control mecánico de malezas y aireación del suelo			- Disponibilidad de semillas, insumos y herramientas en los tiempos estipulados.
Población objetivo	- 140 pequeños productores (menos 200 ha) + 13 productores arroz orgánico: Entre Rios, Corriente, Chaco, Formosa, Santa Fé	- Agricultores más jóvenes y dispuestos a innovar - Agricultores INDAP (pequeños) - Temporada 2021/2022, 3 Grupos de innovación participativa en Maule y 3 Grupos en Ñuble (6 parcelas en campos productores) - Agricultores afectados por la sequia	- Número de productores: s.i - Tamaño de predio/parcela: 30 ha SICA tradicional, 200 ha SICA modificado - Región(es) y sus características: Calabozo gran potencial por Represa que puede regar más de 40.000 ha. Incorporar la región de Portuguesa.	- N° productores directos: 900 AF (Agricultura Familiar) y 210 AM (Arroz Mecanizado). - N° productores indirectos: 1,800 AF y 420 AM + 30 productores de semilla. - Tamaño de parcela: AF=100 m2; AM=5,000 m2 - Regiones= 7 provincias, 3 comarcas indígenas (Etnias: Nāgbe-Buglé, Guna Yala y Emberá- Wounaan)
Mercados objetivos	Orgánico, Exportación (poco, pero en crecimiento); No orgánico?	- Inicialmente mercado interno - Mediano plazo mercados de alto valor enfocados en la alta sustentabilidad (si posible, con sello SRP, mercados de exportación) - Mercados nicho locales	- El mercado estaría dirigido inicialmente al de semillas principalmente a las empresas u asociaciones que tienen programas de siembras de arroz con los agricultores. - Los consumidores finales son los agricultores que obtendrían una semilla de buena calidad. - Beneficiando con la producción actual unos 10 agricultores que siembran unas 500 ha.	- Arroz blanco: de mayor consumo en el país comercializado en la propia comunidad. - Arroz orgánico producido bajo el sello "Orgánico Panamá" - Arroces especiales de cultivares criollos de diferentes colores. - Arroz producido bajo el sello "Agricultura familiar"

Fuente: elaboración propia en base a las presentaciones del Taller 1 del proyecto.



Propuesta de Indicadores de Línea Base

Para hacer el seguimiento y evaluación del Proyecto, se propone a continuación un set de 20 indicadores, distinguiendo dos tipos: indicadores de impacto e indicadores de resultados.

Tabla 4. Indicadores de Línea Base

Indicadores de impacto	
Descripción	Unidad
1. Rendimiento productivo	TM/ha
2. Rendimiento industrial	%
3. Costo de producción por hectárea	USD/ha
4. Costo unitario por kilo	USD/kg
5. Volumen de agua de riego por superficie	m ³ /ha
6. Volumen de agua de riego por producto	m ³ /TM arroz
7. Proporción Costo Insumos químicos sobre el total de costos de producción	%
8. Emisiones de GEI por superficie	TM CO ² eq/ha
9. Emisiones de GEI por producto	TM CO ² eq/ha
10. Precio unitario	USD/TM
11. Proporción Volumen de arroz con sello de sustentabilidad	%
Indicadores de resultados	
Descripción	Unidad
12. Unidades experimentales	N°
13. Unidades de validación	N°
14. Artículos científicos de resultados del SRI	N°
15. Innovaciones técnicas en el SRI	N°
16. Nuevas variedades adaptadas al SRI	N°
17. Eventos de promoción del SRI (días de campos, seminarios, etc)	N°
18. Materiales de divulgación del SRI (Cartillas, videos, etc)	N°
19. Asesores Técnicos que recomiendan el SRI	N°
20. Productores que adoptan el SRI	N°

Fuente: elaboración propia

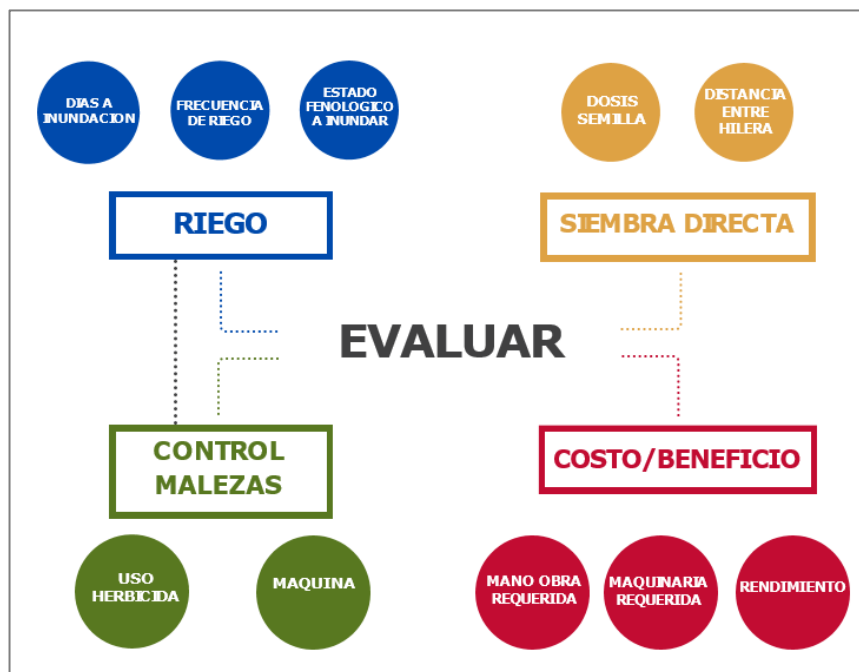
Factores Clave de Adaptación y Adopción del SRI

Tal como se grafica en la figura 2, los factores claves para la adaptación del SRI a las distintas situaciones agroecológicas, climáticas y socioeconómicas dicen relación con cuatro componentes:

- El método de siembra:
 - Siembra directa: las variables de ajuste dicen relación con la dosis de semilla y la distancia entre hilera.
 - Siembra con trasplante: las variables a ajustar dicen relación con el tamaño de la plántula, y la distancia de trasplante entrehilera y sobrehilera.

- El riego: las variables de ajuste dicen relación con el estado fenológico a inundar, la frecuencia de riego y los días de inundación.
- El control de malezas: las variables de ajuste dicen relación con la aplicación de herbicida y/o el uso de máquina desmalezadora.
- La relación costo-beneficio: se debe optimizar la relación entre los costos de mano de obra y de maquinaria y el rendimiento/calidad del grano.

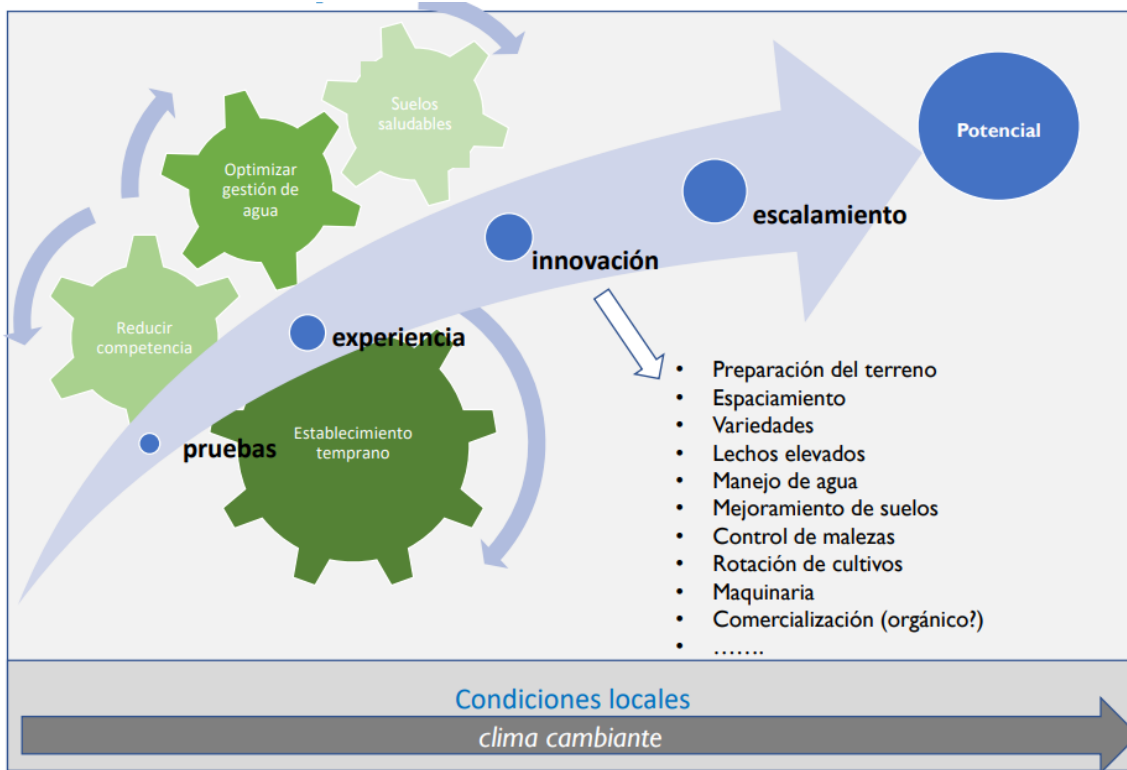
Figura 2. Factores de adaptación del SRI



Fuente: Karla Cordero, INIA Chile

En la figura 3, se ilustra como se desarrolla el proceso de masificación del SRI: partiendo de las pruebas en las unidades experimentales donde se trabajan las variables de ajustes mencionadas en la sección anterior, se establecen unidades de validación en campos de agricultores. Desde allí, identifican los itinerarios técnicos con mejores resultados, los cuales se sistematizan para difundirlos a nivel de los técnicos. La siguiente etapa consiste en el escalamiento a nivel de productores.

Figura 3. Proceso de escalamiento del SRI



Fuente: Presentación de Kelly Witkowski en el Taller del 21 de septiembre 2021

En este contexto, los factores clave para la adopción del SRI dicen relación con:

- La disponibilidad de semillas e itinerarios técnicos claros que se adapten a los principios del SRI.
- Un sistema de gestión del agua que se esté alineado con los requerimientos del SRI
- La disponibilidad de máquinas adecuadas para la siembra y para el desmalezamiento.



Experiencias aprendidas y principales puntos a considerar para la experimentación, validación y masificación del SRI⁷

En base al diagnóstico sistematizado en las secciones anteriores, se releva los aspectos que se detallan a continuación a considerar para la experimentación, validación y masificación del SRI.

Aspectos técnicos

- Mecanización: i) se recomienda reemplazar el trasplante por la siembra en seco; ii) el control de malezas que ya no se hace por inundación debe ser mecanizado.
- Manejo del agua: se recomienda un riego intermitente (Alternate Wetting and Drying, AWD por su sigla en inglés) lo que implica alternar períodos de inundación del cultivo de arroz con períodos de secado parcial del suelo. Durante los períodos de secado, se permite que el suelo se seque hasta cierto nivel, pero sin llegar a estrés hídrico severo en la planta. Luego, se vuelve a inundar el suelo hasta una lámina de agua determinada, repitiéndose este ciclo a lo largo del ciclo del cultivo.
- Tecnologías: i) Selección de variedades élite; ii) Manejo de nutrientes; iii) Control de plagas y enfermedades

Población objetivo

Se recomienda focalizar el método SRI en productores que cumplen con uno o varios de los siguientes atributos:

- Productores de pequeña escala
- Productores en mercados de alto valor
- Nichos de mercado especiales
- Productores jóvenes (mayor apertura al cambio)
- Productores con limitada disponibilidad de recursos (Agua, agroquímicos)

Dado que una de las principales limitantes es la resistencia al cambio por parte de los productores, es particularmente importante generar evidencias y trabajar con productores líderes.

⁷ Síntesis de la presentación realizada por Sergio Urioste Daza (FLAR) en el Taller 2 del proyecto, desarrollado el 5 de octubre 2021.



Comercialización y mercados potenciales del arroz SRI

- Mercados de alto valor: i) Arroz orgánico / ecológico; ii) Comida para bebé; iii) Arroces especiales; iv) Producción de semilla; v) Sello de sostenibilidad (SRP)
- Autoconsumo
- Alternativa productiva más sostenible y rentable: i) Políticas y acciones públicas-privadas; ii) Disponibilidad de recursos

Consideraciones generales para la implementación del SRI en las Américas

- Aprovechar el apoyo organizacional (si está disponible):
 - i) Experiencias de proyectos previos e intercambio de conocimientos;
 - ii) Donantes, organizaciones públicas y sector privado.
- Red de SRI para las Américas: Reactivación de la red para el intercambio de experiencias
- Mapeo, fortalecimiento y desarrollo de servicios:
 - i) Sistemas de extensión y desarrollo de capital humano;
 - ii) Disponibilidad de maquinaria e insumos;
 - iii) Mercados

Conclusiones

Si bien cada país y territorio presentan condiciones distintas para incorporar el SRI, se identifican algunos desafíos y oportunidades comunes. Es así que las principales brechas a acortar dicen relación con el desarrollo de maquinaria sembradora y desmalezadora adaptada a las condiciones de los suelos arroceros y a la escala de producción de la agricultura familiar. Asimismo, es necesario desarrollar capacidades para efectuar una gestión adecuada del agua. Por último, se debe aún progresar en el desarrollo de variedades y paquetes tecnológicos que permitan la plena expresión del potencial del método SRI.

En cuanto a oportunidades, es importante focalizar los esfuerzos de transferencia del SRI en productores jóvenes, con mayor disposición al cambio y productores con baja dotación de recursos, donde el ahorro de agua y disminución de costos en general constituyen sin duda un claro beneficio. Asimismo, se debe apostar a mercados de alto valor, donde los atributos de sustentabilidad y capacidad de mitigación son valorados.



Referencias Bibliográficas

- CREA. (2018). Actualidad del negocio arrocero en Argentina. Recuperado 15 de noviembre de 2019, de <https://www.crea.org.ar/actualidad-del-negocio-arrocero/>
- CREA. (2024). ¿Qué pasa con el arroz? Recuperado el 15 de julio de 2024, de <https://www.contenidoscrea.org.ar/economias-regionales/que-pasa-el-arroz-n5326982>
- FAO. (2020). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT. 2020. FAO Statistical Pocket Bok. Rome: FOOD & AGRICULTURE ORG.
- FLAR. (2019). Encuesta de monitoreo y seguimiento al sector Arrocero Latinoamericano (EMSAL). Laboratorio económico del arroz para Latinoamérica.
- IICA, Qualitas AC. (2024). Caracterización y desarrollo de propuestas de política pública que fomenten sistemas arroceros sostenibles, resilientes y de bajas emisiones en Chile (en prensa).
- INEC. (2018). Superficie Sembrada y Cosecha de Arroz, Maíz y Fríjol de Bejuco. Recuperado el 7 de noviembre de 2018, de Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá.
- Instituto Nacional de Semillas. (sf). Arroz 2021-22. Sistema de Información Simplificado Agrícola.
- Moreira, D. 2018. Guía para el establecimiento y monitoreo del cultivo de arroz bajo la metodología del SRI. Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SRI) Produciendo más con menos en un clima cambiante. República Dominicana.
- Sanchis, E. (2014). Emisiones de gases en el cultivo del arroz: efecto de la gestión de la paja. U de Valencia, España.
- Uphoff, N. (2015). Sistema de Intensificación del Cultivo del Arroz (SRI): respuestas a preguntas frecuentes (en línea). Traducido por el Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura con la revisión de Díddier Moreira y Kelly Witkowsky. San José, Costa Rica, IICA, SRI-Rice.

Anexo 1. Agenda y participantes del Taller 1.

En el marco del proyecto financiado por FONTAGRO, “Arroz más productivo y sustentable para Latinoamérica”, el 21 de septiembre de 2021 se llevó a cabo el taller de inauguración del proyecto. Este primer taller se llevó a cabo de manera virtual, contando con la participación de 28 profesionales de las ocho instituciones miembros de la Plataforma Regional de Investigación (PRI) conformada para este proyecto (Tabla A1).

Tabla A1. Lista de participantes del taller

Participante	Institución	Participante	Institución
1. Andrés Ibarra	INTA Argentina	2. Luciana Herber	INTA Argentina
3. Andrés Rampoldi	INTA Argentina	4. Lucrecia Bonell	INTA Argentina
5. César Quintero	UNER	6. María Inés	INTA Argentina
7. Daniel Brito	FUNDARROZ	8. Maika Barría	IDIAP Panamá
9. Ximena Escobar	FLAR	10. María Ángeles Zamero	UNER
11. Fernando Barrera	IICA	12. María Crepy	INTA Argentina
13. Galit Rodríguez	IICA	14. Miriam Asselborn	INTA Argentina
15. Gloria Olave	IDIAP Panamá	16. Nelson Osorio	IDIAP Panamá
17. Eduardo Graterol	FLAR	18. Noemi Quintero	IDIAP Panamá
19. Héctor Javier Pirchi	INTA Argentina	20. Roberto Marano	UNL
21. José Isaac Mejía	IDIAP Panamá	22. Romina Befani	UNER
23. José Yau	IDIAP Panamá	24. Sergio Urioste	FLAR
25. Karla Cordero	INIA Chile	26. Vielka	FUNDARROZ
27. Kelly Witkowski	IICA	28. Walker Gonzáles	IDIAP Panamá
29. Leonardo Gregori	INTA Argentina		

El taller fue parte de una serie de dos talleres virtuales de inauguración del proyecto y tuvo como objetivo principal presentar las experiencias de los países miembros de la PRI en el Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SRI, por sus siglas en inglés). Esto con el objetivo de identificar factores clave a considerar en la experimentación, validación y masificación del SRI bajo distintos contextos productivos. El taller se inauguró con unas palabras de bienvenida a cargo de la líder del Proyecto Karla Cordero, de INIA Chile, y la presentación de los participantes. Kelly Witkowski continuó la sesión presentando las experiencias del IICA con el sistema en la región, particularmente en Colombia, República Dominicana y Venezuela (Tabla A2). Subsecuentemente, cada uno de los países miembros presentó sus experiencias con el SICA.



Tabla A2. Agenda del taller

21 de septiembre 2021	
Hora Chile	Actividad
11:00 – 11:10	Inauguración del taller y presentación de participantes – Karla Cordero, INIA-Chile
11:10 – 12:30	Experiencias SRI en América Latina – Kelly Witkowski, IICA
12:30 – 12:45	Experiencias SRI en Panamá – José Alberto Yau y José Isaac Mejía, IDIAP
12:45 – 13:00	Experiencias SRI en Chile – Karla Cordero, INIA
13:00 – 13:15	Experiencias SRI en Venezuela – FUNDARROZ
13:15 – 13:30	Experiencias en el cultivo de arroz sostenible en Argentina – Martha Lucrecia Bonell – INTA, Robert Paulo Marano – Universidad del Litoral, María de los Ángeles Zamero y César Quintero, Universidad Nacional de Entre Ríos
13:30 – 14:00	Discusión sobre factores clave de adopción del SICA en los países miembros de la PRI

Instituciones participantes



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org