

Aportes técnicos

Octubre, 2015



# Fundamentos del Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz (SRI<sup>1</sup>, por sus siglas en inglés)

**En este documento se presenta el marco conceptual del Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz (SRI), a fin de orientar a quienes están aprendiendo a utilizarlo. Asimismo, se explica el enfoque de los principios para la aplicación de las prácticas que, en la medida de lo posible, debe ser mantenida y aplicada a lo largo de este aprendizaje.**

El SRI es una metodología agroecológica que se fundamenta en cuatro principios, para cuya aplicación los agricultores siguen diversas prácticas de manejo del cultivo, agua, suelo y nutrientes que pueden variar según las condiciones locales.

*Los principios del SRI permanecen invariables, independientemente de dónde o cómo los agricultores cultiven el arroz; no obstante, las prácticas utilizadas para implementarlos sí pueden ser ajustables.*

A medida que los agricultores conocen el SRI y empiezan a implementar su metodología, su tarea principal consiste en acondicionar sus prácticas de cultivo de manera tal que logren la aplicación óptima de los principios del Sistema.

La aplicación de la metodología SRI es, por lo tanto, un trabajo en curso para los agricultores y los técnicos que les brindan asesoría, al mismo tiempo que desarrollan y afinan las prácticas del SRI de acuerdo con

las condiciones locales. Este sistema no es un paquete fijo de prácticas, sino una metodología que está abierta a las innovaciones para su optimización en el ámbito local. En este sentido, se debe hacer frente al desafío de fomentar la innovación y la adaptación local de las prácticas que sirvan mejor a los agricultores en determinadas condiciones y localidades y de evaluar y difundir los conocimientos adquiridos a otros agricultores en lugares similares.

Las prácticas del SRI son desarrolladas para su aplicación en una amplia variedad de sistemas arroceros y cultivos en más de 50 países de todo el mundo. Al paso que avanzan las experiencias en el uso del SRI en América Latina y el Caribe (ALC), sus prácticas dirigidas a los distintos sistemas productivos de arroz de la región serán documentadas y las recomendaciones técnicas serán mejoradas.

1. Este documento fue escrito originalmente por Erika Styger de SRI-Rice, Cornell University en 2014. IICA tradujo, editó y contextualizó para Latinoamérica.

## Los cuatro principios del SRI

Los siguientes principios interactúan entre sí para producir un cambio sinérgico positivo en el crecimiento de las plantas de arroz.

1. Establecimiento temprano y cuidadoso de plantas saludables.
2. Minimización de la competencia entre las plantas.
3. Favorecimiento de la fertilidad de los suelos y de su biota mediante la adición de materia orgánica.
4. Manejo eficiente del agua por medio de riegos intermitentes, evitando el estrés hídrico y fomentando condiciones aeróbicas en suelos no inundados.

### **1. Establecimiento temprano y cuidadoso de plantas saludables.**

El establecimiento temprano y cuidadoso de plantas saludables maximiza en gran medida el potencial de formación de macollas y el desarrollo de las raíces, minimizando el estrés temprano producido por la competencia excesiva entre las plantas del vivero y por su trasplante. Las primeras plantas pueden ser establecidas en un suelo rico y con suficiente espacio. Cuanto más pronto estas desarrollen sus raíces y empiecen a formar macollas, serán más saludables y resistentes al estrés. Por lo general, esto se traduce en el trasplante de plántulas mucho más jóvenes (de ocho a doce días después de la germinación, cuando aparece la segunda hoja).

En este contexto, un gran número de prácticas incluyen: i) la selección y el tratamiento de las semillas; ii) la elevación de los viveros, con una baja densidad de semillas; imágen #1 iii) el enriquecimiento de los suelos con materia orgánica y una adecuada nivelación;



Imágen #1. Semillero en Costa Rica. Fotografía de Erika Styger, SRI International Network and Resources Center (SRI-Rice), Cornell University.

iv) el trasplante cuidadoso y poco profundo a una edad temprana; y v) el uso de semilla tratada, si se prefiere la siembra directa, y la siembra poco profunda de únicamente una o dos semillas por golpe (punto de siembra).

### **2. Minimización de la competencia entre las plantas.**

Reducir al mínimo la competencia por recursos como nutrientes, agua, luz solar y suelo ayuda a las plantas a crecer en forma rápida y saludable y a ser más productivas, con mejores panículas y un desarrollo más eficiente de los granos. Este principio es altamente interactivo y dependiente de los principios 1 y 3: establecimiento a edad temprana de plantas saludables y construcción de suelos fértiles.

En el SRI la competencia por los recursos es minimizada reduciendo la densidad de la población de plantas a través del i) aumento en el marco de siembra (cuadrículas de 25 x 25 cm como mínimo) y ii) el trasplante o el establecimiento de una sola planta, en lugar de tres a cinco plantas por golpe (punto de siembra).

### **3. Favorecimiento de la biota y la fertilidad de los suelos mediante la adición de materia orgánica.**

Este principio está dirigido a lograr un suelo sano, que sostenga y ofrezca una serie de funciones y beneficios, entre los que se encuentran: i) brindar un buen sustrato para el desarrollo de las raíces, favorecer la actividad microbiológica y potencializar el crecimiento de las plantas; ii) mejorar la fertilidad y la capacidad de retención de agua; iii) favorecer la eficiencia en el uso de fertilizantes; iv) crear condiciones aeróbicas favorables; y iv) proteger las plantas y amortiguar condiciones generadas por el cambio climático como patrones variables de precipitación, aumento de la temperatura o presión de plagas y enfermedades.

El mejoramiento de los suelos a través de la adición de materia orgánica es la única solución viable a largo plazo para lograr suelos productivos y saludables. La aplicación de los principios y las prácticas de la agricultura de conservación será fundamental para alcanzar los objetivos de este principio.

### **4. Manejo eficiente del agua por medio de riegos intermitentes, evitando el estrés hídrico y utilizando suelos aeróbicos no inundados para lograr el desarrollo ideal de la planta.**

Este principio no se aplica en la misma medida a todos los sistemas de cultivo de arroz, ya que está más orientado hacia la producción con riego, que es significativa en ALC. El mensaje principal que se desea

transmitir es que, a pesar de que las plantas de arroz pueden sobrevivir en suelos inundados, no son plantas acuáticas, por lo que su desarrollo y productividad no es el óptimo en tales condiciones.

En condiciones de suelos no inundados y aeróbicos las raíces son más prolíferas y profundas y los microorganismos del suelo aeróbico favorecen el desarrollo saludable de las plantas, por lo que éstas crecen con mayor vigor. Todo lo anterior se traduce en un mejor desarrollo de las panículas y llenado de los granos, que incrementa la productividad.

Los suelos aeróbicos son mejorados con la adición de materia orgánica, aumentando la mineralización de los nutrientes, que los hace más accesibles para los microorganismos del suelo y las raíces de las plantas. Mediante el manejo apropiado de estos suelos, disminuyen drásticamente las emisiones de metano —un potente gas de efecto invernadero— en los campos de arroz, a la vez que se reduce la absorción de arsénico en el grano de arroz.

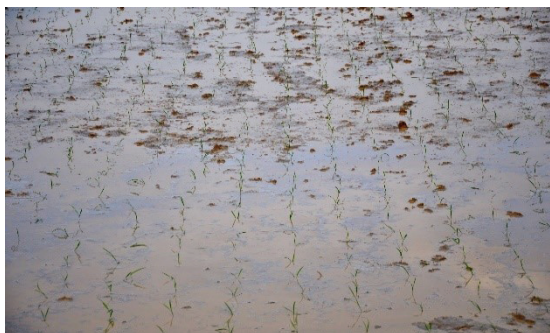


Imagen #2. Fotografía de Erika Styger, SRI-Rice.

En los sistemas de riego y de secano se deben aplicar prácticas que reduzcan las condiciones de anegamiento y anaerobiosis del suelo. La experiencia a nivel mundial en el uso del SRI demuestra que la aplicación de agua de riego se puede reducir fácilmente entre un 30% y un 50%, mediante la alternación del riego y del secado, es decir, por medio del riego intermitente.

El objetivo de los sistemas en terrazas es retener el agua durante la temporada lluviosa para mantener el suelo húmedo en los periodos secos potenciales. Entre las prácticas requeridas para alcanzar este objetivo se incluyen el uso de sistemas de contención en el campo para almacenar el agua de lluvia dentro de la parcela, la adición de materia orgánica al terreno para favorecer el almacenamiento y la conservación de la humedad del suelo, la creación de pozos, estanques o sistemas de cosecha y almacenamiento de agua para asegurar el riego adicional cuando sea necesario.

Dado que la implementación de este principio depende en gran medida de la ubicación específica del cultivo, las prácticas para su adaptación pueden variar significativamente de un lugar a otro.

### Prácticas del SRI

El SRI fue desarrollado desde su origen para el cultivo de arroz de riego, por lo que a la fecha ha sido adoptado principalmente en Asia, donde los sistemas de arroz irrigado tienden a ser dominantes. En este contexto, una gran cantidad de buenas prácticas han sido elaboradas y han probado ser eficientes en la producción de arroz de riego, de las cuales las seis más extendidas y citadas son:

1. El trasplante a una edad temprana, cuando la plántula tiene dos hojas, esto es, de ocho a doce días aproximadamente después de la germinación;
2. La siembra de una única plántula en cada punto de siembra;
3. Un amplio espaciamiento entre cada punto de siembra, es decir, cultivo en cuadrículas de 25 cm x 25 cm o más grandes; (ver imagen #2)
4. Una nutrición fundamentada en la incorporación de materia orgánica, y la adición de fertilizantes químicos solo cuando se requiere;
5. La aplicación de riego en forma intermitente para crear condiciones que alternen entre suelo mojado y suelo seco, en lugar de mantener un riego continuo por inundación; y
6. La utilización de una desyerbadora mecánica para el control de las malezas y la aireación del suelo.

Otras prácticas establecidas en muchos lugares donde el SRI ha sido implementado, como por ejemplo, las relativas a la preparación del suelo o al manejo de viveros, refuerzan aún más los cuatro principios del SRI y contribuyen a obtener fenotipos de plantas más sanas.

En el caso del arroz de secano en tierras altas o bajas y de otros sistemas, como el de arroz en manglares, algunas de las prácticas del SRI varían un poco, mientras que otras pueden ser aplicadas tal y como se hace en los cultivos con riego. Por ejemplo, los patrones de siembra (las primeras tres prácticas mencionadas anteriormente) son más fáciles de implementar que las prácticas que dependen más de las condiciones ambientales, como el manejo del agua, los nutrientes y las malezas.

Las condiciones para la producción de arroz en ALC no siempre son las ideales, ya que en ocasiones limitan la puesta en práctica de los cuatro principios de la metodología del SRI; sin embargo, con una buena comprensión de estos y las sinergias generadas por ellos, el manejo del cultivo puede ser ajustado, logrando condiciones óptimas, amigables con el ambiente. A través



de la identificación de las limitaciones podemos ayudar a los agricultores a desarrollar respuestas innovadoras y adaptativas para superarlas. El objetivo principal de la aplicación de la metodología del SRI se logra mediante la transformación de este trabajo en un sistema agrícola más productivo y sostenible, que permita mejorar la vida de los agricultores.

La agricultura constituye una actividad que nunca acaba y que se encuentra en constante evolución, especialmente a nivel del agroecosistema. Es por ello que no hay una única y permanente forma de trabajar con el SRI, ya que se trata de un enfoque agroecológico que ayuda a crear un ambiente sano y mejorado para que las plantas crezcan adecuadamente e incrementen su productividad.

### Pasos para implementar el SRI

Pasar de las prácticas de producción de arroz actuales a la adopción de la metodología del SRI no es un proceso sencillo. A continuación se propone una serie de pasos que pueden contribuir a lograr el éxito en esta transición. La sistematización y la creatividad son los dos requisitos principales para trabajar a lo largo de dicho proceso.

1. *Comprender el concepto y los principios del SRI*  
Este paso consiste en identificar los elementos y las prácticas fundamentales que las personas han aplicado con éxito en otros lugares y en comprender los principales impulsores del mejoramiento en el rendimiento de las plantas cultivadas por medio del SRI.
2. *Analizar el actual sistema de producción de arroz*



Imágen #3. Parcela en la que se empleó el SRI, Haití. Fotografía de Erika Styger, SRI-Rice.

Se lleva a cabo una investigación exhaustiva, analizando paso a paso todo el ciclo del cultivo y examinando minuciosamente las diversas prácticas actuales.

3. *Comparar el sistema de producción de arroz utilizado actualmente con las recomendaciones del SRI*  
Se realiza un análisis paulatino de cómo las prácticas en el propio sistema específico de cultivo de arroz deberían ir cambiando y adaptándose, a fin de seguir los principios del SRI y aplicar mejores prácticas del SRI desarrolladas por otros.
4. *Elaborar un plan de nuevas prácticas*  
Se identifican las limitaciones y se proponen estrategias para abordarlas.
5. *Seguir un enfoque iterativo*  
La repetición es importante para probar el nuevo conjunto de prácticas que se van a adoptar, evaluarlas y luego hacer recomendaciones para probarlas nuevamente y adoptarlas y/o continuar el desarrollo de innovaciones. Se repite este ciclo y se documenta a través de la recopilación de datos, fotos y videos.
6. *Compartir los hallazgos*  
Compartir los resultados obtenidos es esencial, sin importar si las cosas funcionan o no. Las innovaciones pueden ayudar a otros agricultores en toda la región y acelerar el proceso de adopción del SRI.

**Instituto Interamericano de  
Cooperación para la Agricultura**  
Dirección de Cooperación Técnica



Apartado Postal 55-2200 San José,  
Vázquez de Coronado,  
San Isidro 11101 – Costa Rica  
Teléfono: (+506) 2216 0341  
Fax: (+506) 2216 0233 /

SRI International Network and Resources Center  
624 Bradfield Hall  
Cornell University  
Ithaca, New York 14853  
Teléfono: (+1) 607-255-8087