

# SISTEMA DE INTENSIFICACIÓN DEL CULTIVO DEL ARROZ (SRI)



***Respuestas a  
preguntas frecuentes***

**Norman Uphoff**

Publicado por Norman Uphoff, SRI-Rice, B75 Mann Library Universidad Cornell, Ithaca, Nueva York 14853, EE. UU.

Primera edición: © Norman Uphoff 2015 ISBN: 13: 978-1515022053

Diseñado por Carrie Young  
Con la asistencia de Devon Jenkins y Prabhat Gautam

Traducido por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura con la revisión de Diddier Moreira y Kelly Witkowski



El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) es el organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano que apoya los esfuerzos de los Estados Miembros para lograr el desarrollo agrícola y el bienestar rural. Desde el 2014, en colaboración con la Universidad Cornell y otros socios, ha estado trabajando SRI como un mecanismo efectivo para lidiar con el cambio climático en Latinoamérica y el Caribe. Con el apoyo financiero de FONTAGRO, entre 2015 y 2017, el IICA está ejecutando un proyecto para validar SRI en la región en consorcio con IDIAF y CONIAF de la República Dominicana y FEDEARROZ de Colombia.

Patrocinado por CreateSpace Publishers  
Distribuido por Amazon.com, Inc.

### **Acerca del Autor**

*Norman Uphoff, quien se desempeña como profesor de Administración y Agricultura Internacional en la Universidad del Cornell desde 1970, durante quince años fungió como director del Instituto Internacional Cornell de Alimentación, Agricultura y Desarrollo.*

*Habiendo sido el participante principal en lo que se ha convertido en un movimiento mundial del SRI, en este libro hace uso de la amplia experiencia de los agricultores y los resultados de la investigación en todo el mundo, proporcionando primero respuestas breves y luego respuestas más amplias a las preguntas más frecuentes con respecto al SRI.*

*Examina su potencial para reducir el hambre, la pobreza y la inseguridad de manera eficiente, sostenible, equitativa, favorable al medioambiente y resistente a los riesgos del cambio climático. Parece muy bueno para ser cierto, pero lo es.*

# Introducción

En comparación con la pasada década, mucha más gente –al menos diez millones, en su mayoría agricultores- puede responder ahora a la pregunta “**¿qué es el Sistema de Intensificación del Cultivo del Arroz (SRI)?**”, al menos en términos generales. Sin embargo, es probable que la mayoría no dé respuestas muy detalladas, mientras que muchas otras deseen conocer más sobre esta estrategia, dirigida a aumentar el rendimiento del cultivo del arroz, así como el de otros granos, leguminosas y hortalizas, simplemente cambiando la forma en que estos cultivos son manejados con mínima dependencia de insumos externos.

Así mismo, en la actualidad muchas más personas habrán oído al menos algo acerca del SRI y sus beneficios para los productores, los consumidores y el medio ambiente. Incluso, pueden estar interesadas en una introducción sistemática a esta tecnología, que ha demostrado resultados positivos en más de 50 países alrededor del mundo (<http://sri.ciifad.cornell.edu/countries/index.html>).

En el siglo XX la denominada “agricultura moderna” resultó muy productiva y relevante; no obstante, en el siglo XXI deberá cambiar considerablemente. Nuestros *recursos hídricos y de tierra cultivable* están disminuyendo en cantidad, calidad y confiabilidad, ciertamente en términos per cápita, pero también de manera absoluta en muchos lugares. Con las complicaciones y exigencias adicionales que supone el *cambio climático* existen aún más razones para repensar y revisar nuestras prácticas agrícolas, incluso aquellas que han sido razonablemente útiles a mucha, sino a toda, la población mundial..

Enfrentamos el triple imperativo de garantizar la *seguridad alimentaria* a todos los hogares en nuestros respectivos países, aumentar la productividad de nuestros cultivos para que las *necesidades de alimentos puedan ser atendidas con menos recursos* y, a la vez, mantener la inocuidad de nuestro suministro de alimentos, así como la robustez y calidad de nuestro medio ambiente.

Sabemos que cumpliendo estos objetivos no se resolverán todos los problemas del mundo; pero también sabemos que, a menos que la necesidad esencial de alimentos para cada quien todos pueda ser satisfecha, el resolver los otros muchos grandes problemas que enfrentamos actualmente se volverá mucho más difícil y seguramente mucho menos probable.

## La Comunidad de Práctica y de Conocimiento del SRI

Lo que un grupo diverso y voluntario de colegas de varios países ha compartido es una comprensión de lo que las ideas y los métodos de este sistema pueden hacer para mejorar las vidas de los productores de alimentos, la dieta de los consumidores (es decir, de todos nosotros) y el ambiente natural del que todos dependemos. Esta visión compartida es la que ha motivado tales esfuerzos generalizados alrededor del mundo.

El SRI reúne en formas productivas los campos de la biología y la sociología, además de los de la economía, las ciencias políticas y muchas otras disciplinas. Asimismo, conecta el ámbito de las relaciones materiales, por un lado, con el del compromiso mental y moral, por el otro.

La historia del SRI, prácticamente una saga, aún no ha concluido; de hecho, está lejos de estar terminada. Hace 30 años en Madagascar sus elementos fueron reunidos primero por Fr. Henri de Laulanié y fue hace dos decenios que supe por primera vez sobre este sistema a través de sus compañeros malgaches en la organización no gubernamental que juntos fundaron: la Asociación Tefy Saina (ATS). Ha pasado solo una década y media desde que recién me sentí a gusto con la conclusión de que el SRI "era real" y empecé a intercambiar el conocimiento del SRI lo más ampliamente posible, a fin de estimular su prueba y evaluación en otros países.

El SRI comenzó a propagarse de manera formal en Asia, África y América Latina hace una docena de años, luego de una conferencia internacional en China en el año 2002. Las memorias están disponibles en: <http://sri.ciifad.cornell.edu/proc1/index.html>. En la siguiente página aparece una fotografía de los participantes en dicho evento, de carácter verdaderamente internacional, ya que congregó a personas de todo el mundo. La acumulación de conocimientos sobre este sistema y su aplicación se ha acelerado desde entonces, año tras año.

En esta introducción no se requiere escribir mucho sobre el SRI, dado que este documento aborda el tema sistemática, razonable y completamente. Inicia en las páginas 1 y 2 con una lista de preguntas frecuentes en relación con el SRI, seguida de las páginas 3 a la 21 con respuestas breves a dichas preguntas.

Otro libro, con el mismo título y disponible solo en inglés, contiene respuestas más largas y completas a cada pregunta. Su objetivo es brindar información a una amplia variedad de interesados. Las referencias que contiene proporcionan la bibliografía más inclusiva disponible sobre el SRI. Ciertamente, esta base de conocimiento y su aplicación seguirán extendiéndose considerablemente en los próximos años.

Norman Uphoff  
Ithaca, Nueva York  
22 de julio de 2015

# PREGUNTAS FRECUENTES SOBRE EL SRI



*Joven agricultora capacitada por la Fundación Verde de Karnataka, estado de la India, cargando en una canasta plántulas cultivadas mediante el SRI, listas para su trasplante.*

Las siguientes preguntas abarcan los temas de interés y preocupación que más a menudo son expresadas con respecto al SRI.

## Tabla de Contenido

1. ¿Qué es el SRI?.....	3
1.1 ¿Cuáles son sus prácticas clave? .....	4
1.2 ¿Por qué el SRI no se considera como una nueva tecnología? .....	5
2. ¿Cuál es el origen del SRI? .....	5
2.1 ¿Cómo se ha extendido el SRI alrededor del mundo? .....	6
2.2 ¿Su extensión requiere condiciones políticas favorables, entre otras? .....	6
3. ¿Cómo puede el SRI beneficiar a hogares con recursos limitados? .....	7
3.1 ¿El SRI puede favorecer también a los grandes productores? .....	8
4. ¿Cómo puede el SRI beneficiar el medio ambiente?.....	8
4.1 ¿Cuál es el impacto que puede tener el SRI en las emisiones de gases de efecto invernadero? .....	9
4.2 ¿El SRI tiene algo que ver con los cultivos genéticamente modificados?.....	9
5. ¿Puede el SRI funcionar mejor que las denominadas “buenas prácticas agrícolas” ..	10
5.1 ¿Por qué se presenta tanta variabilidad en los rendimientos del SRI? .....	10
5.2 ¿Los súper rendimientos reportados con la aplicación de las prácticas del SRI son creíbles? .....	10

## 2 Sistema de Intensificación del Cultivo del Arroz

6. ¿Cuáles son los requisitos para aplicar el SRI? .....	10
6.1 ¿Es verdad que el SRI requiere más mano de obra?.....	11
6.2 ¿Las prácticas del SRI se pueden aplicar sin irrigación? .....	12
6.3 ¿Los agricultores deben emplear variedades de arroz nuevas o especiales con el SRI? .....	12
6.4 ¿El SRI constituye un sistema de producción orgánica?.....	12
7. ¿Cuáles son las limitaciones existentes para utilizar los métodos del SRI? .....	12
7.1 ¿En dónde sería improbable que los métodos del SRI resulten exitosos?.....	13
7.2 ¿Se deben usar todos los métodos del SRI de manera total y precisa? .....	13
7.3 ¿Existen problemas significativos con el abandono de la metodología SRI? .....	14
8. ¿Por qué deben ser cambiadas las actuales prácticas de cultivo de arroz? .....	14
9. ¿Cuáles son los principales beneficios económicos, sociales y de otra índole, del SRI? .....	15
9.1 ¿Cuáles son las implicaciones de género del uso del SRI? .....	16
10. ¿Se puede aplicar los conceptos y las prácticas del SRI a otros cultivos?.....	17
11. ¿Cuál es la importancia de los filocronos para el desempeño del SRI? .....	18
12. ¿Cómo ha sido difundido el SRI entre los países y dentro de ellos? .....	19
13. ¿Cuál ha sido la respuesta de los científicos y los formuladores de políticas?.....	20
14. ¿Cuál es la dirección del SRI en el futuro?.....	21
Referencias.....	22



*Mathilde Nibigira e Isidonie Hiboniyo, agricultoras activistas del SRI en Burundi, quienes han difundido el SRI en sus comunidades, tal como aparecen en un video sobre el movimiento de las ideas y las prácticas del SRI desde Madagascar hasta Ruanda y Burundi, producido por el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) a través de Flooded Cellar Productions, Sussex, Reino Unido: <http://www.ifad.org/english/sri/documents.htm>*



*Moghanraj Yadhav, un joven agricultor indio, cuenta los granos de las panículas de arroz de su campo cultivado mediante el SRI, ubicado cerca de Nagipattinam, en el estado de Tamil Nadu. Posteriormente creó VAANGAI, una ONG local que difunde los métodos de este sistema y otras prácticas agroecológicas.*

## 1. ¿Qué es el SRI?

El Sistema de Intensificación del Cultivo del Arroz, conocido ampliamente como SRI, por sus siglas en inglés,<sup>1</sup> constituye una **estrategia de manejo para el mejoramiento de los cultivos** (Stoop et al. 2002). Se trata de un conjunto de ideas y percepciones dirigidas a modificar de manera provechosa las prácticas agronómicas con base en conocimientos validados, a fin de aumentar la producción de arroz irrigado y, actualmente, de muchos otros cultivos. El SRI no requiere o depende del uso de variedades mejoradas o nuevas, de fertilizantes sintéticos ni de la protección de los cultivos mediante agroquímicos para obtener rendimientos más altos. Estos insumos pueden ser utilizados junto con las prácticas agronómicas del SRI; sin embargo, no son necesarios para mejorar la productividad ni el vigor de los cultivos.

El SRI reduce las necesidades de los agricultores en términos de semillas y de agua y, a menudo, incluso de mano de obra, por lo que el SRI proporciona más rendimientos a partir de los recursos disponibles de tierra, mano de obra y capital por lo que puede aumentar los ingresos y beneficiar al medio ambiente. Las plantas obtenidas a través de este sistema resultan menos afectadas por el estrés hídrico, los daños causados por las tormentas, las plagas y las enfermedades, ya que presentan una resiliencia que es cada vez más necesaria ante los *crecientes riesgos del cambio climático*, capacidad que probablemente adquiera más importancia en el futuro. No obstante, lograr la aceptación y el uso del SRI no es una tarea fácil, dado que algunos de sus métodos pueden ir contra el sentido común, como por ejemplo la obtención de mayores rendimientos con un número reducido de plantas.

---

<sup>1</sup> En español, también se conoce como SICA, pero para evitar confusión con el Sistema de Integración Centroamericana, se usa las siglas en inglés, SRI (*System of Rice Intensification*).

## 1.1 ¿Cuáles son sus prácticas clave?

El SRI se basa en ciertos *principios* que justifican la aplicación de prácticas particulares que se espera sean adaptadas empíricamente a las condiciones locales. Mientras que el SRI es explicado de manera más clara y concreta en términos de *ciertos cambios recomendados que alteran las prácticas comunes de cultivo del arroz*, son los *principios* en que se fundamentan estas prácticas los que siempre se deben tener presentes, ya que el SRI es mucho más que solo un conjunto de prácticas recomendadas. Estas prácticas son muy concretas y se presentan a continuación en forma resumida.

A fin de obtener los mejores resultados, cuando cultive arroz irrigado es necesario:

- **Trasplantar las plántulas**, preferentemente *de ocho a doce días después de la germinación* y, por regla general, de menos de quince días. Estas pequeñas plantas deben ser cultivadas en un *vivero no inundado* y ser *extraídas cuidadosamente*, causando un daño mínimo a sus raíces, para luego trasplantarlas en la parcela principal *de manera cuidadosa, rápida y superficial* (de 1 a 2 cm).
- **Dejar un espacio más amplio entre las plantas**, colocando las plántulas *individualmente*, es decir, una en lugar de tres a seis por punto de trasplante, y en *espacios en forma de cuadrícula*, que suelen ser de 25 x 25 cm mínimo. Las densidades de plantación en el campo son reducidas de 70 a 90 %. Esto brinda a las raíces y al follaje de las plantas más espacio para crecer y extenderse, adquiriendo más nutrientes y luz solar.
- **Mantener el suelo húmedo, en lugar de continuamente inundado, intermitentemente húmedo y seco**, de modo que el suelo esté mayormente aeróbico y nunca hipóxico durante la fase vegetativa del cultivo. Un buen drenaje del suelo puede resultar tan importante como la provisión de agua de riego. La carencia de oxígeno en el suelo asfixia las raíces y los organismos aeróbicos del suelo que pueden brindar muchos servicios benéficos a las plantas.



*El SRI inicia con plántulas que son trasplantadas individual y separadamente en espacios en forma de cuadrícula en el suelo, que se encuentra húmedo pero no inundado, como se muestra en esta fotografía de un campo ubicado en Indonesia oriental.*

- **Controlar las malezas mediante el uso frecuente de una desyerbadora mecánica**, a fin de airear el suelo brindando múltiples beneficios al suelo y cultivo comparado con el deshierbado a mano o el uso de herbicidas. La aireación del suelo puede mejorar los rendimientos de los arrozales de una o dos toneladas por hectárea.
- **Aumentar la materia orgánica del suelo tanto como sea posible**, agregando composta u otra biomasa al suelo, con el fin de mejorar su estructura y funcionamiento, proporcionar a las plantas una nutrición más completa y equilibrada.

## 1.2 ¿Por qué el SRI no se considera como una nueva tecnología?

A diferencia de la mayoría de las tecnologías agrícolas utilizadas en la actualidad, *el SRI no se fundamenta en insumos materiales*, ya que supone *principalmente cambios en la mentalidad y una nueva filosofía de pensamiento*. Además, constituye un *trabajo en progreso* y en continua evolución. La promoción de una tecnología hace que la innovación parezca estática, dado que los agricultores se convierten en *adoptantes*, en lugar de *adaptadores*. El SRI pone énfasis en la *adaptación y el mejoramiento continuo* del sistema productivo por parte de los agricultores y otras personas involucradas.

## 2. ¿Cuál es el origen del SRI?

El SRI fue desarrollado en Madagascar por el **padre Henri de Laulanié, S.J.**, un distinguido sacerdote/agrónomo francés quien trabajó 34 años (de 1961 a 1995) con agricultores en dicho país para ayudarlos a mejorar la productividad de su cultivo de arroz y su nivel de vida, sin tener que depender de la compra de insumos. En la temporada principal de 1983-84, hace aproximadamente 30 años, la mayor parte de sus prácticas fueron formuladas y resumidas en un sistema.

En 1990, con los amigos malgaches, Laulanié estableció la **Asociación Tefy Saina (ATS)**, una ONG local que desde entonces ha promovido los conocimientos del SRI y los ha utilizado como parte de una estrategia integral de desarrollo rural (Laulanié 2003). Al principio el avance logrado con la difusión del SRI fue muy lento, por ir en contra de las firmes creencias impuestas tradicionalmente al pueblo malgache con el fin de “conservar las costumbres de sus antepasados”. La adopción de las prácticas del SRI constituye una alteración pública y bastante visible de dichas creencias, que expone al adoptador a la ira de sus antepasados. A pesar de ello, su uso se ha extendido en el país y se está acelerando.



*Niños malgaches de pie frente a un campo cultivado mediante el SRI en Madagascar.*

## 2.1 ¿Cómo se ha extendido el SRI alrededor del mundo?

En 1994 la ATS y el Instituto Internacional Cornell de Alimentación, Agricultura y Desarrollo (CIIFAD) empezaron a trabajar conjuntamente en un proyecto financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), dirigido a conservar los ecosistemas del bosque lluvioso del Parque Ranomafana. Con la metodología del SRI los productores de arroz ubicados alrededor del Parque, cuyos rendimientos se aproximaban a las 2 t/ha, obtuvieron rendimientos en promedio de 8 t/ha e incluso más altos, logro obtenido con *las mismas variedades en los mismos suelos pobres, utilizando una menor cantidad de agua y sin requerir fertilizantes químicos ni otros insumos*, dependiendo en su lugar de compost para mejorar la fertilidad del suelo y suplir los requerimientos nutricionales del cultivo.

Luego de tres años de la obtención de tales resultados, el CIIFAD procuró que científicos y productores de arroz de otros países probaran la metodología del SRI; sin embargo, tomó dos años lograrlo. La mayor productividad alcanzable mediante las prácticas de gestión del SRI fue validada por vez primera fuera de Madagascar, en China e Indonesia en el periodo 1999-2000. Posteriormente, resultados similares fueron reportados desde Camboya, Filipinas, Cuba, Sri Lanka, India, Birmania, Gambia, Sierra Leona y otros países. En 2002 los métodos ya habían sido validados en quince países y, en la actualidad, en 55.

## 2.2 ¿Su extensión requiere condiciones políticas favorables, entre otras?

La introducción de los conocimientos y la metodología del SRI puede desarrollarse mejor en un entorno político y social propicio; no obstante, como el SRI depende de los conocimientos y las capacidades en vez de la adquisición de insumos, el SRI ha sido puesto en marcha en condiciones de conflictos armados, como en Afganistán, Indonesia, Iraq, Mali, Nepal, Birmania y Sri Lanka, y en situaciones posconflicto, tales como las de Sierra Leona y Timor Oriental.



*Técnico de la Fundación Aga Khan realizando una visita sobre el terreno, protegido por agricultores, en la provincia de Baghlan, ubicada en el noreste de Afganistán, donde las fuerzas talibanas se oponían a este y otros programas de desarrollo.*

### **3. ¿Cómo puede el SRI beneficiar a hogares con recursos limitados?**

Los hogares pobres suelen tener un acceso muy limitado a la tierra, por lo que aumentar su *rendimiento/ha* es de suma importancia. Al contar con mayor mano de obra familiar, la intensidad inicial del trabajo no presenta un gran problema como si lo es para los agricultores de mayor escala. No obstante, los hogares muy pobres con una vida precaria pueden tener dificultades para adoptar el SRI (Moser y Barrett 2003).

Como se plantea más adelante, muchos agricultores se dan cuenta de que este sistema ahorra o puede **ahorrar mano de obra**, lo que es positivo para la mayoría de ellos, aunque puede disminuir las oportunidades de empleo de quienes dependen de un trabajo asalariado para obtener su ingreso familiar. Dos de los beneficios más significativos que los hogares pobres obtendrán con un uso más extenso del SRI son: 1) precios más bajos del arroz, ya que se dispone de un suministro más abundante del grano y, 2) una provisión de alimentos básicos que no se reduce considerablemente en temporadas de malas cosechas.



*Agricultor indio Raju, quien aprendió los métodos del SRI a través de la Fundación AME, establecida en el estado de Karnataka, mostrando al autor la diferencia que ha observado entre los sistemas de raíces de una planta cultivada mediante el SRI, a la izquierda, y una planta de arroz cultivada de manera convencional, a la derecha.*

### 3.1 ¿El SRI puede favorecer también a los grandes productores?

Sí, ya que aprovecha los procesos y los potenciales biológicos ya disponibles en los genomas del arroz, además de las interacciones planta-suelo- microorganismos. Por consiguiente, su aplicación es **neutral en términos de escala** y sus beneficios están disponibles para los productores que realicen adaptaciones apropiadas en sus prácticas que satisfagan sus propias condiciones. Algunos esfuerzos dirigidos a **mecanizar** varias operaciones de la práctica del SRI ya están en marcha (Sharif 2011). Esperamos que estas ideas sean utilizadas pronto a todas las escalas, tal como se están aplicando en una amplia variedad de agroecosistemas. Por otro lado, el manejo racional del recurso hídrico les facilita continuar producción en condiciones limitantes de riego, permitiéndoles adaptarse mejor a las condiciones cambiantes del clima. **Los efectos del SRI en la mano de obra y los hogares de diferentes clases** son diversos, por lo que es mejor abordarlos no en una respuesta breve, sino mediante una explicación más detallada.

## 4. ¿Cómo puede el SRI beneficiar el medio ambiente?

El SRI libera la presión que ejerce la agricultura sobre los recursos hídricos de los ecosistemas al disminuir el requerimiento hídrico de los cultivos de arroz irrigado. Además, el aumento de los rendimientos del cultivo reduce la necesidad de expandir el área cultivada en detrimento de las áreas naturales. Al reducir o eliminar la dependencia de los agricultores en los fertilizantes químicos y los agroquímicos, la salud del suelo y la calidad del agua pueden ser mejoradas.

Revertir la acumulación de nitrógeno reactivo (N) en nuestros suelos y fuentes de agua mejorará la sostenibilidad del medioambiente.

## 4.1 ¿Cuál es el impacto que puede tener el SRI en las emisiones de gases de efecto invernadero?

El SRI evita la inundación continua de los arrozales, por lo que es de común acuerdo que esto reducirá significativamente la emisión de metano (CH<sub>4</sub>) de los campos de arroz, que constituye del 5 al 19 % del total global (Rajkishore et al. 2015). Por otra parte, de acuerdo con el pensamiento actual, cuando no hay inundación las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), un gas de efecto invernadero más potente, aumentan. No obstante, cuando el suelo es fertilizado con materiales orgánicos, en lugar de fertilizantes nitrogenados, se disminuye el exceso de N disponible para que los microorganismos lo conviertan en N<sub>2</sub>O.

De acuerdo con evaluaciones llevadas a cabo en Nepal, India, Indonesia, Vietnam y Corea, el manejo SRI no produjo un aumento significativo de N<sub>2</sub>O que compense las reducciones esperadas y medidas en las emisiones de CH<sub>4</sub>; en ocasiones hasta lo redujo. Estos estudios deben continuar y ser repetidos. No han sido pocas las evaluaciones realizadas hasta el momento sobre los impactos del SRI en la huella de carbono de la producción de arroz, pero con la producción, el transporte y el uso de fertilizantes inorgánicos en menor escala, la emisión de CO<sub>2</sub> asociada al cultivo de arroz debería ser considerablemente menor.

## 4.2 ¿El SRI tiene algo que ver con los cultivos genéticamente modificados?

Los logros obtenidos mediante las modificaciones realizadas en el manejo de los cultivos no se derivan de ningún rasgo o potencial genéticos en particular; sin embargo, resulta claro que *algunos genotipos presentan un mejor desempeño que otros* en el manejo SRI. Los genes constituyen factores esenciales en la productividad del cultivo, pero no son determinantes, mientras que el entorno de cultivo sí puede ejercer tanta o mayor influencia en ella.

El desempeño de las variedades genéticamente modificadas probablemente mejoraría si estas fueran cultivadas adaptando la metodología del SRI. El mejoramiento en los rendimientos y otros beneficios del sistema han resultado mayores que los obtenidos a través de la alteración de los potenciales genéticos de las plantas de arroz mediante técnicas de modificación genética. En todo caso, los beneficios del SRI se encuentran disponibles sin necesidad de llevar a cabo ninguna investigación adicional, suponen un costo reducido y no plantean problemas medioambientales evidentes. Además, las oportunidades que brinda actualmente el SRI vuelven menos urgente el desarrollo y el uso de organismos genéticamente modificados de lo que suele decirse que es necesario para satisfacer las necesidades alimentarias del mundo.

## 5. ¿Puede el SRI funcionar mejor que las denominadas “buenas prácticas agrícolas” (BPA)?

Sí. Algunas personas han sostenido que el SRI solo puede mejorar las prácticas “tradicionales” de los agricultores, pero no las “buenas prácticas agrícolas” que los científicos especializados en el tema proponen. De acuerdo con un meta-análisis de evaluaciones comparativas realizadas por investigadores chinos, una ventaja de rendimiento de 20 % sobre las BPA fue generada no del uso completo de los métodos del SRI, sino solamente de un “buen” uso de ellos (Wu y Uphoff 2015). La idea de que este sistema no ofrece “nada nuevo” ya no es defendible, ya que cada vez se le comprende mejor como una BPA.

### 5.1 ¿Por qué se presenta tanta variabilidad en los rendimientos del SRI?

Mediante la aplicación de las prácticas básicas del SRI, se pueden esperar rendimientos de 6 a 8 t/ha, es decir, de 50 a 100 % por encima del promedio mundial. Sin embargo, en ocasiones se presentan rendimientos de 10, 15 e incluso 20 t/ha, muy superiores a lo que algunos científicos consideran un “máximo biológico”. Debido a que los aumentos en los rendimientos del SRI no provienen de cierto juego de genes o de la aplicación de insumos externos, los resultados no son fijos ni proporcionales. Sus prácticas influyen en los organismos benéficos del suelo (Anas *et al.* 2011) y pueden variar órdenes de magnitud, por lo que esperamos que haya variabilidad en sus resultados.

### 5.2 ¿Los súper rendimientos reportados con la aplicación de las prácticas del SRI son creíbles?

El SRI ha sido calificado como no digno de consideración o de evaluación (Sinclair 2004), debido a que los altos rendimientos reportados ocasionalmente como resultado de su aplicación se encuentran más allá de lo que los científicos han sido capaces de producir en sus ensayos en estaciones experimentales. Se pasaron por alto los efectos que sus prácticas agrícolas y de los insumos agroquímicos habrán tenido en la biota del suelo y se desvió la atención de los grandes incrementos promedio. En realidad, los súper rendimientos reportados han demostrado el potencial de los genomas del arroz si se dan las condiciones óptimas de cultivo, pero siempre mostramos más interés en los aumentos en los rendimientos promedio que en los valores atípicos, ya que son los promedios los que alimentan a las personas y mejoran su vida. No obstante, tengo confianza en los altos rendimientos reportados, que son medidos con métodos estándar.

## 6. ¿Cuáles son los requisitos para aplicar el SRI?

Como ya se indicó, el SRI no requiere cambiar las variedades del arroz o adquirir fertilizantes o agroquímicos; lo que sí necesita es un **control del agua** suficiente para que *cantidades más pequeñas* puedan ser proporcionadas *de manera fiable* durante la

etapa vegetativa de cultivo. Además, debe haber **suficiente mano de obra motivada** para llevar a cabo un buen manejo de los cultivos y **acceso a la biomasa**, empezando por paja de arroz para elaborar abono orgánico (tipo compost), o un mantillo o cobertura tipo “mulch” para mantener la materia orgánica del suelo. Se pueden utilizar fertilizantes si no se cuenta con suficiente biomasa para elaborar el compost.

Aunque las plantas producidas mediante el SRI suelen ser más resistentes a las plagas y las enfermedades, es posible que se deban tomar algunas medidas de **protección de los cultivos**, de preferencia de manejo integrado de plagas (MIP) o la aplicación de pesticidas orgánicos. El acceso a **herramientas de escarda** que airean el suelo, a la vez que controlan las malezas, mejorará el rendimiento de los cultivos; sin embargo, no son totalmente necesarias. En este sentido, el requisito más importante es **la motivación y la aptitud** para llevar a cabo un **cuidadoso manejo de los cultivos**, dado que *el SRI constituye una innovación mental más que una material.*

## 6.1 ¿Es verdad que el SRI requiere más mano de obra?

No necesariamente. Se requiere más tiempo para completar las operaciones mientras las nuevas prácticas agrícolas son aprendidas, por lo que a menudo se considera que la aplicación del SRI supone más mano de obra. No obstante, a medida que se adquiere confianza y experiencia, la necesidad de mano de obra/ha tiende a reducirse. La longitud y el ángulo de inclinación de la curva de aprendizaje varían. En países donde los productores de arroz están acostumbrados a realizar adaptaciones en las prácticas, tales como la India y China, o donde la producción de arroz ya exige relativamente una gran cantidad de mano de obra, los agricultores reportan *reducciones* en el número de días de mano de obra/ha requerido para utilizar el SRI desde la primera temporada de producción.



*Utilizando una simple desyerbadora mecánica como esta se logra airear el suelo, a la vez que las malezas son desenraizadas y incorporadas al suelo donde se descomponen. Ya que puede incrementar los rendimientos en una o más t/ha, este tipo de limpieza de malezas se convierte en un beneficio para los agricultores, en lugar de representar solo un costo.*

## 6.2 ¿Las prácticas del SRI se pueden aplicar sin irrigación?

Sí. Aunque el SRI fue desarrollado para mejorar la producción de arroz irrigado, las ONG y los productores también han adaptado estos métodos a los cultivos de montaña o de secano en el sur de Filipinas, el norte de Birmania, el este de la India y el sur de Mali. En algunos lugares los rendimientos de los cultivos de secano del sistema alcanzan las 7t/ha. Desde luego, el manejo del agua, la periodicidad y el espaciado deben ser ajustados, pero los conceptos y los métodos del SRI son adaptables a la producción de arroz sin irrigación.

## 6.3 ¿Los agricultores deben emplear variedades de arroz nuevas o especiales con el SRI?

No. Se ha demostrado que los métodos del SRI aumentan los rendimientos de prácticamente todas las variedades de arroz –de alto rendimiento o tradicionales, mejoradas o no, híbridas o autóctonas. Algunas variedades responden mejor que otras a las modificaciones realizadas con el manejo de cultivos con SRI. Aunque los mejores resultados se han obtenido con las variedades de alto rendimiento o las híbridas, la mayoría de las variedades locales también funcionan bien con dicho manejo.

## 6.4 ¿El SRI constituye un sistema de producción orgánica?

No necesariamente. El SRI fue desarrollado inicialmente con fertilizante químico; sin embargo, cuando los subsidios para fertilizantes fueron retirados y los agricultores pobres ya no podían costearlo, Fr. Laulanié cambió de idea y recomendó el uso de abono orgánico. Ensayos factoriales demostraron que la fertilización orgánica empleada con las otras prácticas del SRI puede funcionar mejor que el uso de fertilizante inorgánico (Uphoff y Randriamiharisoa 2002).

No obstante, los rendimientos más altos suelen resultar de una combinación que mejora *ambas fuentes* de nutrientes para el suelo, denominada *manejo integrada de nutrientes* (MIN). Los agricultores pueden decidir si cultivan su arroz orgánicamente o no, dependiendo de la disponibilidad de mano de obra y de las relaciones de costos, cómo por ejemplo, los costos prevalecientes de los fertilizantes y el precio de mercado del arroz orgánico. El SRI tiene como objetivo ampliar la variedad de opciones de los agricultores, en lugar de imponer ciertas prácticas.

## 7. ¿Cuáles son las limitaciones existentes para utilizar los métodos del SRI?

Donde no se dispone de **suficiente agua ni de un control adecuado de ella** para mantener la humedad pero las condiciones aeróbicas del suelo, no se obtendrán los mejores resultados del SRI, aunque dicho control no tiene que ser perfecto. **Insuficiente disponibilidad y calidad de mano de obra** también representa una limitación. Ciertas **plagas de los cultivos** pueden restringir la utilidad del SRI; por ejemplo, los rendimientos se ven reducidos si los nematodos que se alimentan de las raíces son endémicos y se desarrollan en suelos no inundados. Las **temperaturas** deben

mantenerse dentro de un rango apropiado para el cultivo de arroz. Parte de la metodología del SRI consiste en realizar ajustes adecuados en las prácticas para resolver limitaciones, como elaborar camas elevadas en los arrozales donde el control del agua es reducido o modificar los ciclos de riego para hacer frente a los nematodos y eliminarlos.

## 7.1 ¿En dónde sería improbable que los métodos del SRI resulten exitosos?

A partir de los requerimientos enumerados en la pregunta 7, podemos afirmar que: Donde las **temperaturas** son demasiado bajas para cultivar arroz (o excesivamente altas), el SRI no es ejecutable; no obstante, una vez establecidas, las plantas cultivadas a través de él presentan una tolerancia mayor al frío y al calor que las plantas producidas convencionalmente, ya que los sistemas de raíces resultantes por las prácticas del SRI son más vigorosas.

Se debe disponer de forma confiable de un **mínimo de agua** y con un **control suficiente del agua** para prevenir que quede estancada y la inundación de las plantas asfixie las raíces. El arroz puede *sobrevivir* en condiciones de inundación, pero no *prospera*.

A menudo se han obtenido mejores resultados en **suelos ácidos o neutros** que en los alcalinos; sin embargo, de acuerdo con un meta-análisis, los métodos del SRI aumentan la producción en todo el rango de pH del suelo (Jagannath et al. 2013). Los **suelos salinos** resultan problemáticos en todos los cultivos de arroz, pero el abono orgánico suele neutralizar los efectos de la salinidad.

Donde se presentan significativas **restricciones de mano de obra**, de modo que los agricultores no son capaces de invertir suficiente tiempo (mano de obra familiar o contratada) en el proceso de aprendizaje para dominar los métodos del SRI, estos difícilmente tendrán éxito.

Alcanzar el éxito es muy difícil cuando los agricultores o los científicos, el personal de extensión y los administradores que trabajan con ellos tienen una **actitud negativa** hacia la aplicación de nuevos métodos o prácticas. Dado que el SRI constituye una innovación mental, más que material, su adopción requiere mentes abiertas y buena disposición para experimentar con nuevas ideas y evaluarlas.

Un promedio de rendimientos del SRI de 9 t/ha es reportado desde las zonas frías y elevadas del noreste de Afganistán y en el borde del desierto del Sahara, en la región de Tombuctú, Mali. Por consiguiente, los métodos de este sistema son adaptables a una amplia gama de entornos de cultivo, aunque no a todas las circunstancias.

## 7.2 ¿Se deben usar todos los métodos del SRI de manera total y precisa?

Los mejores resultados son obtenidos aplicando todas las prácticas a la vez, lo más estrechamente posible a lo que estas recomiendan. Estas prácticas recomendadas

representan un “tipo ideal” de SRI; cuanto más precisa es la manera en que son adoptadas, mejor. Cada una de ellas hace una contribución al mejoramiento del entorno de cultivo de las plantas de arroz.

Si realmente se utilizan plantas jóvenes, debe haber un control suficiente del agua, de modo que estas no queden sumergidas ni se asfixien. Este sistema debe ser comprendido y practicado como una cuestión de grados –que le proporciona en forma acumulativa a las plantas las mejores condiciones de crecimiento posibles en las circunstancias en las que se encuentre el agricultor.

### **7.3 ¿Existen problemas significativos con el abandono de la metodología SRI?**

En un artículo escrito en 2003 por Moser y Barrett se identificó el abandono, la renuncia, o el desentendimiento de la metodología entre hogares muy pobres de Madagascar como una limitante para la difusión del SRI. Algunos de ellos dependían tanto de los ingresos inmediatos que no fueron capaces de invertir más mano de obra en el SRI, aunque sabían que este podría brindarles más rendimientos al final de la temporada. No obstante, esta limitación se deriva más de los mercados de crédito usureros de las zonas rurales de Madagascar que intrínsecamente del SRI.

Se ha reportado el abandono en ciertos estados de la India, donde el agua de riego o la lluvia no son lo suficientemente fiables para correr el riesgo de iniciar un cultivo con plántulas. En el sudeste de Asia, los caracoles han sido un impedimento para continuar con las prácticas del SRI; sin embargo, algunos productores han hallado soluciones de gestión del agua para controlar esta plaga, mientras que otros no han tenido éxito. En la mayoría de los casos en los que datos sobre el abandono han sido reunidos sistemáticamente ello ha representado como máximo un pequeño porcentaje, a menudo atribuible a factores fuera del control del agricultor.

## **8. ¿Por qué deben ser cambiadas las actuales prácticas de cultivo de arroz?**

Existen buenas justificaciones agronómicas para la aplicación de cada práctica recomendada del SRI. Los agricultores deben aprender y entender los principios que justifican las prácticas, en lugar de solo conocerlas; por ejemplo, agrupar las plantas de arroz impide que las hojas que quedan a la sombra reciban suficiente luz solar como para mantener la fotosíntesis. Además, son las hojas inferiores las que proporcionan la mayor parte de los carbohidratos (energía) a las raíces para que lleven a cabo sus procesos metabólicos, y son las que reciben más sombra por el estrecho espacio que se deja entre las plantas. El agrupamiento de las plantas reduce la producción de energía requerida para apoyar el crecimiento y producir granos. Particularmente priva a las raíces de la energía que necesitan para funcionar con eficacia. Esto es simple agronomía. Numerosas razones científicamente fundamentadas para aplicar las prácticas del SRI pueden ser proporcionadas.

## 9. ¿Cuáles son los principales beneficios económicos, sociales y de otra índole, del SRI?

El beneficio más simple y evidente es el *aumento en los rendimientos/ha*; no obstante, reviste mayor importancia para impulsar el desarrollo la *mayor productividad* que los métodos del SRI obtienen de la tierra, la mano de obra, el agua y el capital invertido en el cultivo de arroz.

- Para los agricultores el *ahorro de agua* y los *costos de producción más bajos* están entre los beneficios más importantes del SRI.
- Asimismo, *no hay necesidad de adquirir nuevas semillas o fertilizantes químicos* si los productores son capaces de elaborar y aplicar suficiente abono orgánico, lo que puede ser una consideración importante, en particular, para los hogares más pobres.
- Además, *los mayores beneficios* obtenidos en términos de *mano de obra por hora o por día* son significativos, como la *reducción en los requerimientos de mano de obra*, incluidos los de las mujeres, una vez aprendidos los métodos del SRI.
- *Los mayores ingresos netos del agricultor* y una *mayor rentabilidad de la producción de arroz* son beneficios económicos cuantificables, cómo por ejemplo, un *riesgo reducido de pérdidas económicas* (Anthofer 2004; Namara et al. 2003).

Debido a que las plantas de arroz son más robustas, se produce una *reducción en las pérdidas producidas por las plagas y las enfermedades* y se *confiere una mayor resistencia a riesgos climáticos*, tales como los daños causados por las sequías y las tormentas, que se vuelven más frecuentes y *graves* con el *cambio climático*.



*Dos arrozales contiguos en el pueblo de Crawak, ubicado en Java Oriental, Indonesia, luego de que dicho pueblo fuese atacado por el saltahoja marrón del arroz (Nilaparvata lugens) en el verano de 2011 y luego golpeado por una tormenta tropical. En el campo de la izquierda fue plantada una variedad moderna (Ciharang) y fueron aplicados fertilizantes sintéticos; en el campo de la derecha fue cultivada una variedad aromática tradicional (Sinantur) mediante métodos del SRI orgánicos. El primero produjo pocos rendimientos debido a la “quemadura del saltahoja” y al encamado, mientras que el segundo produjo 800 kg/1000 m<sup>2</sup>, es decir, 8 t/ha.*

Una mayor resistencia al *encamado*, es decir, a ser abatido por el viento y/o la lluvia, constituye un aspecto importante para los productores de arroz, ya que los fenómenos meteorológicos extremos son cada vez más frecuentes. Las reducciones en las *emisiones de gases de efecto invernadero* ya fueron analizadas antes.

Otros beneficios medioambientales incluyen *bajos requerimientos de agua*, lo que reduce la competencia del sector agropecuario con los ecosistemas naturales por dicho líquido, y el *mejoramiento del suelo y de la calidad del agua* como resultado de un uso reducido de insumos agroquímicos. Estos efectos mejoran la calidad del entorno y contribuyen a la conservación de alguna biodiversidad.

Otras ventajas que los agricultores pueden recibir de la gestión del SRI: *Reduce el ciclo de cultivo* de una a dos semanas, a la vez que brinda mayores rendimientos. Ello libera mano de obra para otros usos y disminuye la exposición de los cultivos de arroz al estrés biótico y abiótico al finalizar la temporada de cultivo.

Cuando el arroz con cáscara (granza) es molido, suele obtenerse una *cantidad más alta de arroz pulido (comestible)*, de entre 10 % y 10% de incremento, ya que la cantidad de granos que resultan vacíos y rotos durante la molienda es menor. Esto contribuye a la producción de alimentos, más allá de aumentar los rendimientos de los campos de arroz. Por lo general la *calidad del grano* es mejorada por medio de la gestión del SRI, ya que esta reduce la cantidad de granos yesosos del arroz, que son de baja calidad.

El hecho de que el SRI ofrezca tantos beneficios hace que algunas personas lleguen a la conclusión de que el sistema es “demasiado bueno para ser cierto”; sin embargo, tal inferencia es falsa, ya que todas las ventajas aquí enumeradas están documentadas y son demostrables.

## **9.1 ¿Cuáles son las implicaciones de género del uso del SRI?**

Ello dependerá de la división del trabajo predominante en función del género para la producción de arroz en la situación local. De acuerdo con la mayoría de los informes, la carga laboral de la mujer se reduce con la introducción del SRI, ya que el trasplante del arroz se vuelve más rápido una vez aprendidos los nuevos métodos, las poblaciones de plantas son reducidas entre el 70 y el 90 % y las plántulas son más pequeñas y ligeras.

Asimismo, cuando se utiliza la escarda mecánica, el deshierbe, una tarea que en muchos lugares es considerada culturalmente como trabajo de mujeres, es asumida por los hombres con frecuencia, dado que se espera que ellos lleven a cabo cualquier operación con máquinas. Además, de India y Filipinas se han reportado beneficios para la salud de las personas, particularmente de las mujeres.



*En un video producido por Flooded Cellar Productions, Abeline Razanamamy, una viuda anciana de Madagascar, describe con gran viveza cómo su vida ha mejorado a través de la adopción de los métodos del SRI: <https://www.youtube.com/watch?v=uSaKqaQMdzc>*

## **10. ¿Se puede aplicar los conceptos y las prácticas del SRI a otros cultivos?**

Uno de los avances más prometedores es la extensión o la extrapolación de los conceptos y los métodos del SRI a una amplia variedad de cultivos, como por ejemplo el trigo, el mijo africano, el *tef* (trigo de Etiopía, *Eragrostis tef*), la caña de azúcar, la mostaza, legumbres (varios tipos de garbanzos y la soja), hortalizas (tomate, chile, berenjena) e incluso cultivos de rizomas como la cúrcuma, mandioca y el jengibre, mediante modificaciones apropiadas en las prácticas, de conformidad con los principios del sistema.

Un rendimiento de más de 100 t/ha, obtenido de un cultivo de papa realizado en el estado de Bihar, en la India, fue “inspirado” por la experiencia del SRI en un pueblo de agricultores (NDTV 2013). Los agricultores de Camboya y del estado de Jharkhand, en India, han adaptado los conceptos del SRI para mejorar su producción de pollos y de laca (SRI-Rice 2014). La laca, una secreción resinosa de color escarlata provisto por cierto número de especies de insectos, demuestra lo que sucede cuando los agricultores y otros individuos piensan creativamente, procurando aumentar la productividad realizando modificaciones en la gestión.



*Comparación de los sistemas de raíces de las plantas de mijo africano en el estado de Jharkhand, en la India. La planta de la izquierda fue cultivada mediante prácticas del SRI adaptadas (trasplante de plántulas, espacio amplio entre ellas, materia orgánica del suelo mejorada y aireación activa de éste) y probadas por agricultores, bajo la dirección de la ONG Asistencia Profesional para el Desarrollo (PRADAN). La de la derecha es una típica planta de mijo africano establecida a través de la práctica denominada siembra al voleo. Esta comparación muestra los mismos efectos distintivos de las prácticas del SRI utilizadas en la producción de arroz.*

## 11. ¿Cuál es la importancia de los filocronos para el desempeño del SRI?

El ahijamiento abundante de las plantas de arroz cultivadas por medio del SRI puede ser explicado, en parte, comprendiendo el *patrón de siembra* y el alcance de la emergencia de raíz e hijuelos de las plantas de arroz, que es similar a lo que se puede observar en otros cultivos de la familia de las gramíneas (trigo, cebada). El concepto de *filocrono*, desarrollado en Japón antes de la Segunda Guerra Mundial, ha sido escasamente explicado por lo que ha recibido poca atención por parte de científicos no japoneses.

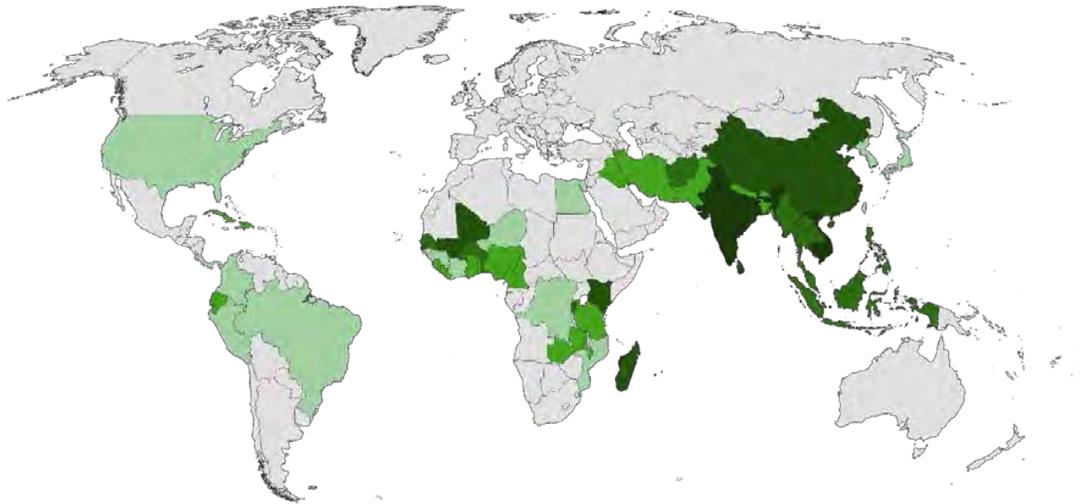
Los filocronos representan una forma de comprender los ciclos de crecimiento de la planta de arroz, sus raíces y sus hojas. Un filocron no es un objeto, sino un periodo de tiempo biológico. El tiempo, días, para lograr un filocron depende de: la temperatura, las horas-luz, la humedad relativa y del suelo, la compactación, el aire, los nutrientes, entre otros factores. Un filocron “bueno” puede requerir solo 5 días, mientras el mismo crecimiento pudiera necesitar 10 días y entonces como categoría de filocron se llamaría “malo”.

La periodicidad del surgimiento de hijuelos ayuda a explicar por qué el trasplante de plántulas conduce al desarrollo de un ahijamiento y de unas raíces mucho más profusas. Otras prácticas del SRI también contribuyen a acortar la duración de los filocronos y, por consiguiente, a promover la obtención de más ahijamiento (y crecimiento de las raíces) antes de que las plantas inicien la floración y la formación y el llenado del grano.

## 12. ¿Cómo ha sido difundido el SRI entre los países y dentro de ellos?

En su mayor parte, el SRI ha sido difundido por medio de una red creciente de personas e instituciones interesadas provenientes de ONG, universidades, instituciones de investigación, en ocasiones de oficinas gubernamentales o el sector privado y, principalmente, de la población rural, que incluye a los mismos agricultores.

El sitio web del SRI, el SRI International Network and Resources Center (<http://sri.cals.cornell.edu>), mantenido por **SRI-Rice** de la Universidad Cornell, ha apoyado la amplia distribución de la información sobre el SRI –experiencias, problemas, soluciones, innovaciones, etc. – aumentada por una significativa comunicación vía correo electrónico entre los miembros de una red internacional informal del SRI. SRI-Rice fue establecido en 2010 a través de una donación de la *Better U Foundation* (<http://www.betterufoundation.org/>), a fin de catalizar la difusión en todo el mundo de las ideas y las prácticas del SRI. Se han hallado otras fuentes de respaldo; sin embargo, aún se requieren más. En muchos países se han formado redes de usuarios y proponentes, que cuentan con sus propias listas de correo electrónico, sitios web o blogs. Toda la información del SRI se encuentra disponible de manera gratuita, sin derechos de propiedad intelectual, patentes u otras restricciones.



*En este mapa se muestra la difusión del uso del SRI, cuya extensión dentro de los países se indica con lo oscuro de los colores. Según lo que sabemos en Cornell, las siguientes fechas señalan cuándo fue validada la eficacia de los métodos del SRI en cada país. Dada la naturaleza del SRI, resulta difícil determinar fechas y números precisos, por lo que los que presentamos son indicativos, no definitivos.*

- *Antes de 1999 – Madagascar*
- *1999-2000 – China e Indonesia*
- *2000-01 – Bangladés, Camboya, Cuba, Laos, Gambia, India, Birmania, Nepal, Filipinas, Sierra Leona, Sri Lanka y Tailandia*
- *2002-03 – Benín, Guinea, Mozambique y Perú*
- *2004-05 – Senegal, Pakistán y Vietnam*
- *2006-07 – Bután, Burkina Faso, Irán, Iraq, Zambia, Afganistán, Brasil y Mali*
- *2008 –Costa Rica, Ecuador, Egipto, Ghana, Japón y Ruanda*

- 2009-10 – Malasia, Timor Oriental, República Popular Democrática de Corea, Haití, Kenia y Panamá
- 2011-12 – Colombia, Corea, Taiwán, Tanzania, Burundi, República Dominicana, Níger, Nigeria y Togo
- 2013-14 – Camerún, Liberia, Malawi, Congo, Costa de Marfil y Estados Unidos
- 2016 – Venezuela

En 2005 la “prueba de concepto” de los efectos beneficiosos del SRI en la producción de arroz fue mostrada en 22 países que producían cerca del 88 % del cultivo en el mundo. Para 2015 este porcentaje había alcanzado aproximadamente el 98 %.

### 13. ¿Cuál ha sido la respuesta de los científicos y los formuladores de políticas?

Inicialmente hubo escepticismo con respecto a los mayores rendimientos reportados con una reducción en los insumos y la no utilización de variedades nuevas o mejoradas. Varios artículos críticos fueron publicados a mediados de los 2000; sin embargo, la presión contra el SRI se ha reducido desde entonces, en vista de que cada vez son más los científicos agrícolas interesados en el SRI, particularmente en China (Zhu et al. 2006) e India (Pandian et al. 2011; Thiyagarajan y Gujja 2012) que documentan los efectos del manejo SRI y los méritos de sus prácticas. Más de 600 artículos científicos publicados sobre el SRI están disponibles en el sitio web de SRI-Rice:

<http://sri.cals.cornell.edu/research/index.html>

El SRI ha sido elogiado por los presidentes del Banco Mundial y el FIDA y por el administrador de la USAID, entre otros. El Instituto del Banco Mundial desarrolló una herramienta del SRI, disponible en: <http://info.worldbank.org/etools/docs/library/245848/overview.html>

The screenshot shows the World Bank logo at the top left with the tagline "Working for a World Free of Poverty". Below it is the title "System of Rice Intensification (SRI)" with the subtitle "Achieving more with less – A new way of rice cultivation". The main content area is titled "Welcome!" and contains a paragraph describing the toolkit as a multimedia resource for disseminating SRI knowledge. A quote from Sanjay Pradhan, Vice President of the World Bank Institute, is included. At the bottom, there are two callout boxes: one for Erick Fernandes, Analyst, Land Management, World Bank, and another for Mei Xie, Sr. Water Resources Specialist, World Bank Institute. On the right side, there is a vertical navigation menu with icons and labels for "overview", "apply", "viewpoint", and "resources".

Los gobiernos de China, la India, Indonesia, Vietnam y Camboya, donde se producen dos tercios del arroz en el mundo, están apoyando la difusión del SRI, motivados por los buenos resultados obtenidos por los agricultores de sus países. Ya no debería existir ninguna controversia significativa en torno a este sistema, aunque aún se deben realizar investigaciones para comprender mejor su potencial y limitaciones.

## 14. ¿Cuál es la dirección del SRI en el futuro?

Las ideas que impulsaron la creación del SRI y sus aplicaciones continuarán evolucionando, habiendo sido aplicadas a numerosos cultivos además del arroz. Preveemos que una convergencia tendrá lugar entre la práctica del SRI y la *agricultura de conservación* (Sharif 2011; Lu et al. 2013).

Las iniciativas y las innovaciones dirigidas a modificar las prácticas agrícolas de los agricultores deben continuar y aumentar a través de una cooperación productiva entre agricultores, investigadores, extensionistas, oficinas gubernamentales y el sector privado. Ello podría transformar el actual modelo lineal de una sola vía de investigación y desarrollo agrícolas, que va de la investigación a la extensión y, luego, a la adopción, a fin de establecer relaciones más interactivas y correspondientes, descritas por el Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR) como “eje triangular”, en las que los investigadores, los agricultores y el personal de extensión interactúan y emprenden de manera conjunta la solución de problemas para mejorar la agricultura.

Se prevé que el impacto del SRI contribuirá a la “*rehabilitación biológica*” de la agricultura como biología y ecología del suelo y que la fisiología vegetal revista mayor importancia en la investigación, relativa al énfasis actual en la química de los suelos y varias clases de ingeniería mecánica y genética. El actual enfoque determinista, más que de ADN, de la genética está siendo modificado y sustituido, prestando mayor atención a la epigenética y los factores que influyen en la expresión génica, en lugar de hacerlo simplemente en los genes. El sistema deja claro cuánta plasticidad y cuánto potencial presenta el genoma del arroz. Aprender cómo producir “más con menos” resultará esencial para lograr un sector agrícola sostenible en el siglo XXI (ver FAO 2016 y su sección sobre el SRI).



*Agricultores ecuatorianos, quienes participaron en una prueba comparativa organizada por la ONG Fundación para el Desarrollo Agrícola del Ecuador (FUNDEC) en 2010, muestran la diferencia entre cosechas.*



*Parcelas de prueba en la Estación de Investigación sobre el Arroz Al-Mishkhab, ubicada cerca de Najaf, en el sur de Iraq, en las que se evalúan diferentes variedades en términos de su respuesta a los métodos de gestión del SRI. Las plantas de arroz del lado izquierdo de cada par de parcelas fueron cultivadas con métodos del SRI: plántulas, amplio espaciado, etc.; sin embargo, las diferencias en el control del agua (alternancia humectación/secado, AWD) no pudieron ser mantenidas íntegramente. En cada par de parcelas las plantas de la derecha pertenecen a la misma variedad cultivada con los métodos de gestión en estaciones recomendados.*

## REFERENCIAS

Anas, I., O.P. Rupela, T.M. Thiyagarajan and N. Uphoff (2011). A review of studies on SRI effects on beneficial organisms in rice soil rhizospheres. *Paddy and Water Environment*, 9: 53-64. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10333-011-0260-8>

Anthofer, J. (2004). *Potential of the System of Rice Intensification (SRI) for Cambodia*. Report for Food Security and Nutrition Policy Support Project, GTZ, Phnom Penh, April. <http://www.foodsecurity.gov.kh/sri/documents/Potential-SRI%20Cambodia-ENG.pdf>

FAO (2016). Higher yield from healthy plants in healthy soil. In *Save and Grow in Practice: Maize, Rice, Wheat – A Guide to Sustainable Cereal Production*, 44-48. FAO, Rome. <http://www.fao.org/3/a-i4009e.pdf>

Jagannath, P., H. Pullabhotla and N. Uphoff (2013). Meta-analysis evaluating water use, water saving, and water productivity in irrigated production of rice with SRI vs. standard management methods. *Taiwan Water Conservancy*, 61: 14-49. <http://140.112.63.162/pdf/61/61-4-14-49.pdf>

Lu, S.H., Y.J. Dong, J. Yuan, H. Lee and H. Padilla (2013). A high-yielding, watersaving innovation combining SRI with plastic cover on no-till raised beds in Sichuan, China. *Taiwan Water Conservancy*, 61: 94-109. <http://140.112.63.162/pdf/61/61-4-94-109.pdf>

Moser, C.M. and C.B. Barrett (2003). The disappointing adoption dynamics of a yield-increasing low external-input technology: The case of SRI in Madagascar. *Agricultural Systems*, 76: 1085-1100. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X02000410>

Namara, R.E., P. Weligamage and R. Barker (2003). Prospects for Adopting the System of Rice Intensification in Sri Lanka: A Socio-Economic Assessment. Research Report No. 75. International Water Management Institute, Colombo.

NDTV (2013). Bihar potato farmer sets new world record. Indo-Asian New Service, Feb. 18. <http://www.ndtv.com/india-news/bihar-potato-farmer-sets-new-worldrecord-513698>

Pandian, B. J., D. Rajakumar and S. Chellumuthu (2011). *System of Rice Intensification: A Synthesis of Scientific Experiences and Experiments*. Tamil Nadu Agricultural University and National Consortium for SRI (NCS), Delhi. [http://www.sriindia.net/Round\\_Table\\_Discussion/Documents/NCS\\_Book.pdf](http://www.sriindia.net/Round_Table_Discussion/Documents/NCS_Book.pdf)

Rajkishore, S.K. N.S. Vignesh, P. Doraisamy and M. Maheswari (2015). Methane emission from rice ecosystems: 100 years of research. *The Ecoscan*, 9: 181-193.

Sinclair, T.R. (2004). Agronomic UFOs waste valuable scientific resources. *Rice Today*, 3: 43. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines.

Sharif, A. (2011). Technical adaptations for mechanized SRI production to achieve water saving and increased profitability in Punjab, Pakistan. *Paddy and Water Environment*, 9:111-119. <http://link.springer.com/article/10.1007%Fs10333-010-0223-5>

SRI-Rice (2014). *The System of Crop Intensification (SCI): Agroecological Innovations for Improving Agricultural Production, Food Security and Resilience to Climate Change*. SRI-Rice, Cornell University, Ithaca, NY. [http://sri.cals.cornell.edu/aboutsri/othercrops/SCImonograph\\_SRIrice2014.pdf](http://sri.cals.cornell.edu/aboutsri/othercrops/SCImonograph_SRIrice2014.pdf)

Stoop, W.A., N. Uphoff and A. Kassam (2002). Research issues raised for the agricultural sciences by the System of Rice Intensification (SRI) from Madagascar: Opportunities for improving farming systems for resource-limited farmers. *Agricultural Systems*, 71:1.

Thiyagarajan, T.M. and B. Gujja (2012). Transforming Rice Production with SRI (System of Rice Intensification): Reducing Agricultural Footprint and Ensuring Food Security. National Consortium for SRI (NCS), New Delhi, and AgSri, Hyderabad. [http://www.agsri.com/images/documents/sri/sri\\_book\\_final\\_version.pdf](http://www.agsri.com/images/documents/sri/sri_book_final_version.pdf)

Uphoff, N. and R. Randriamiharisoa (2002). Reducing water use in irrigated rice production with the Madagascar System of Rice Intensification. In: B.A.M. Bouman, H. Hengsdijk, B. Hardy, P.S. Bindraban, T.P. Tuong and J.K. Ladha, eds., *Water-wise Rice Production: Proceedings of International Workshop, 8–11 April 2002*, 71-88. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. <http://irri.org/resources/publications/books/item/water-wise-rice-production>

Wu, W. and N. Uphoff (2015). A review of System of Rice Intensification in China. *Plant and Soil*, 393, 361-381. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11104-015-2440-6#page-1>

Zhu, D.F., X.Q. Lin, X.Q. Xiong and H.Z. Chen, eds. (2006). *The Theory and Practice of SRI (in Chinese)*. Chinese Publishing Company of Science and Technology, Beijing.

# **SISTEMA DE INTENSIFICACIÓN DEL CULTIVO DEL ARROZ (SRI)**

## **Respuestas a preguntas frecuentes**

**El SRI es una innovación agrícola sin precedentes, que permite a los agricultores lograr una mayor producción – rendimientos por hectárea, litro de agua, kilogramo de semilla, día de mano de obra y gasto monetario - a la vez que utiliza menos agua que la producción de arroz irrigado convencional, dependiendo en menor grado de los insumos agroquímicos, incluidos los fertilizantes, y sin requerir un cambio de variedades. “Producir más con menos” parece una alquimia agrícola; no obstante, los agricultores de más de 50 países han visto que es posible lograrlo modificando la gestión de sus plantas, suelo, agua y nutrientes.**

**Además, los cultivos de arroz realizados por medio del SRI son más resistentes a las pérdidas por plagas y enfermedades y a la sequía, las tormentas y otros tipos de estrés meteorológico que serán más comunes y severos como resultado del cambio climático. Las ventajas percibidas de la aplicación de las ideas y los métodos de este sistema en el cultivo de arroz se extienden actualmente a otros cultivos como el trigo, el mijo, la caña de azúcar, la mostaza, el *tef* y las legumbres. Estos mejoramientos se derivan de sistemas de raíces más grandes y saludables y de la promoción de la vida en el suelo.**

**Estos impactos no tienen precedentes, ni tampoco los tiene la forma en que las prácticas y los conocimientos del SRI han sido difundidos alrededor del mundo. Este sistema se deriva del trabajo de un sacerdote-agrónomo que vivía en Madagascar, en lugar de provenir de una investigación formal, y ha constituido principalmente una innovación de la sociedad civil, extendida de manera particular mediante ONGs, aunque colegas de oficinas gubernamentales, universidades y el sector privado se han unido a este esfuerzo que puede beneficiar a agricultores, consumidores y el medioambiente.**