



## **SRI: SISTEMA DE INTENSIFICACION DE ARROZ**

### **UNA OPORTUNIDAD PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL SIGLO XXI.**

**Por Norman UPHOFF, INSTITUTO INTERNACIONAL CORNELL PARA LA ALIMENTACION, AGRICULTURA Y DESARROLLO.**

Traducido por: Bioagro.

<http://www.bioagro.com.uy>

mail: [bioagro@bioagro.com.uy](mailto:bioagro@bioagro.com.uy)

**Papeles para el año internacional de la conferencia de arroz, FAO, Roma, febrero 12-13, 2004.**

**El sistema de intensificación del arroz, (SRI), desarrollado por el Padre Henri de Laulanie, S.J. en los años 80 en Madagascar, ofrece oportunidades sin precedentes para mejorar la producción de arroz en una variedad de situaciones alrededor del globo, no solo por incrementos, sino también por múltiplos. SRI suena “demasiado bueno para ser cierto”, pero las evidencias en incremento por la investigación y su adopción cada vez más multiplicada por los granjeros, está demostrando que SRI es tan productivo y beneficioso como lo denunciado por sus proponentes, inicialmente la Asociación Tefy Saina, una ONG indígena e Madagascar.**

**Hace menos de 5 años atrás, SRI era conocido y practicado sólo en Madagascar. Hoy, hay resultados confirmados en países que van desde China a Perú, con rendimientos promedio de 7-8 ton/há. Y de sobre 15 ton/há. reportados en por lo menos cuatro países además de Madagascar ( China, India, Perú, y Sri Lanka). Los otros países con reportes de resultados positivos, son : Bangladesh, Benin, Cambodia, Cuba, Gambia, Guinea, Indonesia, Laos, Myanmar, Nepal, Filipinas, Sierra Leona y Tailandia.**

**La evaluación se complica por el hecho de que está aún desarrollando, y que es más un set de ideas que una tecnología completa. No hay suficiente evaluación hecha sistemáticamente, pero hay investigadores en instituciones señeras en China, India e Indonesia.**

**Los datos y sumarios de los países indicados arriba, muestran que SRI no es una metodología limitada a ciertos medios, ni una innovación nicho (Dobermann 2003)**

Más bien, se está usando cada vez más alrededor del mundo en una variedad de agroecosistemas, con buen resultado en casi todo tipo de suelos, y en grandes escalas así como en pequeñas granjas.

La mayor causa para dudar del SRI es el hecho que sus resultados pueden ser altamente variables entre países y dentro de los mismos. Sin embargo, los agricultores logran aumentos en los rendimientos, con este método, al menos en 90% de las veces, y cerca de la mitad logran aumentos de 100% y más.

La considerable variación se atribuye, en gran parte, a los métodos, que no se están usando tal como se recomiendan, así como a las diferencias en la habilidad en el uso de los mismos y en la abundancia de cultivos previos y diversidad de organismos del suelo. También se teme que los mayores rendimientos con SRI puede disminuir los nutrientes del suelo si no se agregan enmiendas inorgánicas. Esto podría ser un problema, pero los cultivadores SRI han reportado, que el uso del método, ha logrado una mejora en la fertilidad del suelo, debido aparentemente a la creciente exudación de las raíces más grandes, teniendo más grandes vainas y debido al mejoramiento de la actividad biológica del suelo.

## **QUE ES EL SRI.**

SRI obtiene esas mejoras en rendimiento y productividad, cambiando el manejo de la planta, del suelo, del agua y los nutrientes, largamente asociados con la producción de arroz por inundación. Estas nuevas prácticas sacan fenotipos productivos de genomas de arroz existentes, ya sea de variedades de alto rendimiento, híbridos o tradicionales..

SRI promueve un mayor crecimiento radicular, fácilmente verificable, y una mayor actividad biológica del suelo, que no es visible. No depende de insumos comprados o externos. En vez, incrementa la productividad de la tierra, de los laboreos, del agua y del capital dedicados a la producción de arroz por inundación capitalizando potenciales genéticos existentes y por procesos biológicos particularmente en el suelo. Es decir, manejando los recursos en forma diferente, se pueden obtener dramáticos logros con bajos costos.

## **ASPECTOS PRACTICOS.**

Se cambian cuatro prácticas que se han usado por años:

1.- En vez de plantar plantines maduros( 3-4 semanas de edad, por ej.) se plantan muy jóvenes , 8-12 días, cuando la planta ha echado 2 hojas chicas y la raíz es muy simple, con la semilla aún agregada. Si el transplante se hace cuidadosamente, hay menor trauma y se recupera más rápidamente. Esto preserva el potencial de la planta para un retoño

**30-80 por planta, y quizás 100, al igual que un mayor crecimiento de las raíces y una mayor cantidad de granos, siempre y cuando se realicen las otras prácticas para que su uso conjunto ayuden a la planta a realizar su potencial.-**

**2.- En vez de plantar los plantines en grupos de 3-4 o más, se plantan en forma individual. Eso implica que no va a haber competencia entre las raíces de unas y otras. El resultado es un mayor desarrollo radicular.-**

**3.- En vez de plantar los plantines densamente, se lo hace espaciado. Y eso permite un mejor desarrollo y más granos. Con SRI, MENOS PRODUCE MAS. Se deben plantar en modelo cuadrado, en vez de pilas. Eso le da más espacio y facilita la extracción mecánica de las malezas. El espacio óptimo depende del suelo y otras condiciones, así pues, se debe determinar empíricamente en cada caso. Se puede iniciar, con 25x25 cm.-Algunos rendimientos muy altos se lograron en espacios de 50x50 cm. ( 4 plantas por m2.), cuando la calidad del suelo ha sido recobrado. Con SRI, la cantidad de semillas es mucho menor, alrededor de 7 kg./há., comprado con los 100 kg./há. Usuales.-**

**4.- En vez de mantener los campos de arroz inundados durante la época de crecimiento , los campos se mantienen húmedos, pero nunca anegados durante el crecimiento vegetativo. El suelo se irriga levemente con aplicaciones intermitentes de agua y nunca saturado. Se observa que el arroz crece mejor si se permite que el campo se drene por varios días al punto de rajar la superficie para contribuir al agramiento de la zona radicular.**

**Durante la siguiente fase reproductiva, una fina capa de agua (1-2 cm.) se mantiene en el campo. Lo fundamental es mantener las raíces sin ser sofocadas por la condición de continuo anegamiento.**

**LA REDUCCION DEL REQUERIMIENTO DE AGUA PUEDE SER LA MAYOR CONTRIBUCION A LA AGRICULTURA DEL SIGLO XXI.**

**EL ARROZ CRECE EN LA TIERRA, NO EN EL AGUA. Puede sobrevivir en condiciones de anegación, pero no prospera.**

**La anegación crea condiciones de suelo anaeróbicos, lo cual lleva a las raíces del arroz a la hyfoxia (inanición de oxígeno)**

**Se ha asumido durante mucho tiempo que las raíces del arroz, cuando crecen en condiciones de inundación, envejecen o mueren, cuando la plata llega a la etapa de floración (iniciación de panojas). Pero esto se ha asumido como “natural”, sin cuestionarse o evaluando si esas condiciones son beneficiosas para las plantas de arroz.**

Los científicos hindúes comprobaron que al inicio de la panoja, cuando comienza la formación del grano y llenado, 78% de las raíces de las plantas crecidas en condiciones de inundación, habían degenerado y no en las crecidas en suelos bien drenados.

La cantidad de fuerza necesaria para parar un arbusto de 3 plantas crecidas con métodos convencionales de 28 kg. Eso refleja la tensión superficial que tiene la raíz con el medio (suelo) circundante. La fuerza requerida para una planta sola crecida con técnicas SRI es de 53 kg., seis veces más fuerza por planta (Joelbarison 1998). Sistema de evaluación de desenvolvimiento del raíces, validado por IRRI en 1980.

5.- Con el sistema SRI, es necesario hacer 2-4 extracciones de malezas antes del inicio de la panoja. Esto se hace mejor con una azada rotativa, que además tiene la ventaja de aerar el suelo.-

6.- Dados los pobres status de nutrientes en muchas tierras de Madagascar (por ej.), y los altos rindes que resultan con el SRI, algunas enmiendas de nutrientes deben ser parte de la metodología. Primero, se aplicaron fertilizantes químicos, pero los drásticos incrementos de precios de las últimas décadas llevaron al uso del compost, que ha contribuido a los mejores rendimientos, a veces, sustanciales.

Llama la atención que se haya demorado tanto en llegar a estas conclusiones con el SRI:

- a) porque desmalezar y enmiendas nutritivas son prácticas incontrovertibles;
- b) plantar plantines grandes y maduros, parece reducir el riesgo de que las plantas mueran después del transplante, y si varios se plantan juntos, al menos alguna sobrevivirá y plantando muchas, se obtendría mejor rendimiento, y manteniendo abundante suministro de agua, se suprimen malezas pero también asegura que las plantas y el suelo no se sequen.

**SRI ES CONTRAINTUITIVO, CON “MENOS” SE PRODUCE “MAS”.**

**Plantines más jóvenes, y en menor cantidad, creciendo en menos agua, producen más arroz.**

No se han observado mayores riesgos con el sistema SRI, porque su práctica crea un medio de crecimiento más adecuado para las plantas de arroz. Tiene más trabajo de mano de obra y además, noción de manejo, por tanto, las utilidades que sobrevienen no son gratuitas. Pero, los retornos para la tierra y trabajo son suficientemente incrementados para justificar el esfuerzo mayor.

**SE RESALTA QUE SE DEBEN USAR TODAS LAS REGLAS INDICADAS DEBIDO A LA SINERGIA EXISTENTE ENTRE ELLAS.**

**EL RASGO CARACTERISTICO QUE ESTE MODELO, ES QUE LAS PLANTAS NO SE OBSERVAN COMO UNA MAQUINA BIOLOGICA, A LA QUE PODEMOS FORZAR A CRECER PONIENDOLE MAS APORTE, SINO MAS COMO UN MECANISMO BIOLOGICO, QUE TIENE SUS PROPIAS NECESIDADES Y CAPACIDADES QUE NOS CONVENDRIA MAS ENTENDER Y ESTUDIAR ANTES QUE TORCER NUESTROS PROPOSITOS. POSIBLEMENTE HAYA HABIDO UN GRAN DESGASTE Y DERROCHE EN N FERTILIZANTES, CON COSTOSL DE MEDIO AMBIENTE Y ECONOMICOS QUE DEBERINA SEER IMPEDIDOS CON UN CAMBIO DE POLITICA O PLAN DE ACCION.**

**Los efectos beneficiosos de usar compost, con consistentes con ello, porque sueltan sus nutrientes en forma lenta. Opinión de ANA PRIMA VESI, agrónoma brasilera, que sugiere que las plantas pueden tener crecimiento normal con bajas concentraciones de nutrientes siempre que haya un suministro constante en la raíz del sistema.**

#### **RESULTADOS ASOCIADOS CON SRI.**

- A) INCREMENTOS DE RETOÑOS, CON 30-50 retoños por planta, 80-100 posibles, y a veces más , de una simple planta. ESTE ES EL MAS OBIO DRAMATICO RESULTADO.**
- B) MAYOR INCREMENTE RADICULAR, con 5-6 veces más fuerza requerida para desarraigar una planta SRI que una desarrollada conveccionalmente.**
- C) INCREMENTO DE GRANOS. Las panojas son más grandes y numerosas. Esto va contra lo leído en la literatura especializada en el sentido que hay una correlación entre el número de panojas y el tamaño de la mismas úmero de panojas y el tamaño de la mismas (Ying). La experiencia SRI contradice la creencia que hay retornos disminuídos a mayores retoños, una asumpción por la cual se ha basado la investigaci`n para crear un “nuevo tipo fr plsnys “ (Khush)**
- D) MEJOR CALIDAD DE GRANO Y MAYOR PESO DEL MISMO. Los molinos de India y Sri Lanka están dispuestos a pagar más por arroz cáscara SRI porque tiene menos granos vacíos y rotos después de la molienda. Con Sri se obtienen granos más pesados y densos que soportan roturas y mantienen su forma después de la cocción. Afortunadamente, los granos no se vuelven más grandes y gruesos, como para perder valor de mercado.**

**E) AHORRO DE AGUA.** Los requerimientos de agua con el sistema SRI se reducen generalmente a la mitad. Dado que el arroz cáscara no se mantiene inundado durante el ciclo completo de cosecha. El agua se reduce mucho durante el proceso de crecimiento vegetativo y sólo se mantiene en el campo durante la fase reproductiva. Esto se convertirá en cada vez más importante en el sector agrícola.

## **OTROS BENEFICIOS CON SRI.**

**+++ Menos plantación.** Dados sus retoños más fuertes y sistema radicular más grande, el

predio SRI soportó el viento y la lluvia en un reciente ciclón que castigó Andhra Pradesh mientras los campos vecinos fueron derribados y sus granos sumergidos (Eenadu

, dic 20/03)

**+++ Menos pestes y enfermedades.** Esto es reportado ampliamente por los plantadores:

88% de los 60 agricultores SRI entrevistados para una evaluación en Sri Lanka, elegidos al azar en dos distritos, dijeron que tenían menos ataques de pestes y enfermedades (Namura 2003)

**+++ Ahorro de semillas.** El ratio de plantines es de sólo 5-10 kg/há. Esto es un beneficio, par-

ticularmente para el arroz híbrido, donde el costo de la semilla es una barrera contra su adopción.

**+++ No hay necesidad de comprar semillas nuevas.** Se pueden usar cualquiera de las

variedades que ya se están plantando, dado que Sri mejora el rendimiento de cultivares tradicionales y/o mejorados.

**+++ Fertilizantes químicos innecesarios.** El compost o cualquier biomasa descompuesta

normalmente origina aún mejores resultados.

**+++ Costos de producción más bajos.** Con los insumos externos reducidos, los agricultores

ahorran desembolsos, al mismo tiempo que incrementan el rendimiento. El costo de producción por kg. se reduce en un 25-100%, dependiendo de prácticas y réditos emergentes.

**+++ Aumento de factor productividad.**

**+++ Aumento de las utilidades.**

**+++ Riesgos reducidos.** Unidos a su resistencia a los daños de las tormentas, y ataques de

pestes y enfermedades, el sistema radicular mayor aumenta la resistencia a la sequía, el otro riesgo de los plantadores de arroz.

Vale la pena ir tras cualquiera de estos beneficios. Parece difícil de creer que vengan todos juntos en un set de cambios en los métodos de producción. Muchas personas han rechazado el SRI simplemente sobre bases lógicas, o a priori, sin darle al método una prueba. Afortunadamente, una gran cantidad de NGO, investigadores, administradores e individuos, trabajando junto con agricultores en Asia, Africa y America Latina están dispuestos a probarlo y demostrar sus oportunidades.

## **SOPORTE BIOLÓGICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ARROZ.**

SRI ha tenido la responsabilidad de aparecer "demasiado bueno para ser verdad". Pero su validez se ha hecho más y más evidente. Menos insumos externos pueden producir más producción, así como usar menos agua (evitando la hipoxia del suelo) y fertilizantes químicos (afectando los microorganismos), y realzando la actividad biológica del suelo. Menos pulverizaciones químicas dejan más organismos benéficos en la paja, y el suelo para controlar las plagas. Al usar menos insumos externos, se dejan actuar los gases y mineralización de nutrientes del suelo. Está bien establecida la beneficiosa contribución de los exudados de la raíz para mantener más grandes y necesarias poblaciones microbianas.

Hay un número de procesos biológicos bien documentados en la literatura especializada que podrían estar promoviendo los rindes del arroz con el manejo de plantas, suelo, aguas y nutrientes:

A) Cuando los suelos son alternativamente inundados y drenados, esto les suministra bacterias aeróbicas y anaeróbicas, así como a los hongos micorrizales la oportunidad de contribuir al crecimiento de las plantas (Neumann y Römhild, 2001). Bajo esas condiciones, hay un incremento en la fijación biológica del N (Magdoff y Bouldin, 1970) y solubilización del P (Turner y Haygarth, 2001).

B) Las plantas con sistemas radiculares más grandes y raíces, son capaces, indirectamente de producir más N en su zona radicular, exudando fotosintatos hechos de CO<sub>2</sub> de la atmósfera, dentro de la rizosfera. Aquellas, sostienen poblaciones bacterianas más grandes en las raíces, que a su vez, son "pastoreadas" por protozoarios (porque su propia relación C:N es más baja), excretan el exceso de N en las raíces de las plantas que utiliza ese deshecho biológico (Badaracco y Kaikman, 2001).

C) Muchas especies de bacterias y hongos producen fitohormonas en la rizosfera: auxinas,

**Cytokinins, ethylene, etc., que regulan y promueven el crecimiento radicular (Arshad y Frankenberger, 2001) . Investigaciones no publicadas de la Universidad de Natal, han encontrado que ciertas bacterias pueden doblar el tamaño de la raíz, debido a su actividad.**

**No sabemos lo suficiente acerca de la dinámica del sistema del suelo como debiéramos.**

**Pero es claro, que plantas y suelos funcionan simbióticamente, aunque los textos de biología**

**Enfatizan las diferencias entre las plantas y los reinos microbianos, en vez de su interdependencia. SRI da evidencia de los potenciales productivos que se pueden capitalizar, entendiendo y sustentando esas relaciones.**

## **LIMITACIONES Y COSTOS.**

**El objetivo mayor es la necesidad de tener un control sobre buena agua para obtener mejores**

**Resultados. El ahorro de agua sólo se puede hacer si los agricultores pueden aplicar cantidades limitadas de agua más que mantener sus predios inundados. Los métodos SRI requieren más mano de obra inicialmente. Luego, este requerimiento se reduce en temporadas sucesivas, y eventualmente, se requiere menos que en un cultivo**

**Convencional.**

**El mayor requerimiento para SRI es motivación y habilidad.**

**Se ha alegado una limitación al SRI, es que es aplicable en producciones de pequeña escala.**

**Lo cual no les cierto.**

**Otro argumento en contra, es que llevará a un agotamiento del suelo. Esto no es así.**

**La experiencia indica que cuando se agrega materia orgánica al suelo, los rinde aumentan,**

**Aún cuando no se hagan aplicaciones de fertilizantes minerales. El manejo SRI aparecen fijando N de la atmósfera y movilizándolo P y otros nutrientes de porciones no disponibles**

**Del suelo a través de la actividad microbiana. Como no se llega a esos nutrientes de otra**

**Manera, parecería haber poco costo de oportunidad.**

**SRI no es, en forma inherente, orgánico. Si en cualquier momento el agotamiento de nutrientes se convierte en un problema, se pueden aplicar enmiendas inorgánicas.**

**Por qué hay tantas variaciones en los rendimientos?**

**Seguramente, hay diferencias en las habilidades y manejos de los plantadores Y también, en la fauna y flora de las distintas regiones.**



**Pero, como los exudados radiculares tienen siempre el mismo perfil de carbohidratos, etc.**

**las bases de biodiversidad del suelo se reducen. También, el suelo ha sido manejado con fertilizantes químicos, insecticidas, fungicidas, herbicidas, etc., por muchas temporadas,**

**la abundancia y diversidad de organismos del suelo habrán sido afectados, posiblemente en forma adversa.**

**YA QUE SRI NO REQUIERE INSUMOS EXTERNOS, SOLAMENTE CAMBIOS EN COMO SE MANEJAN PLANTAS, SUELOS, AGUAS Y NUTRIENTES, Y COMO NO HAY TRANSGENICOS O SIQUIERA NUEVAS VARIETADES ENVUELTAS, ES PERFECTAMENTE UNA INNOVACION SEGURA, SIN RIESGOS PARA EL MEDIO AMBIENTE Y PARA LOS AGRICULTORES.**

**Se puede probar en áreas más reducidas, para empezar, para aquilatar su conveniencia.**

**EVENTUALMENTE, LA EXPERIENCIA DEL SRI , PUEDE PRODUCIR MEJORAS Y CONOCIMIENTOS PARA OTROS GRANOS, O PARA LA AGRICULTURA DEL SIGLO XXI , EN GENERAL.**

**CUALQUIER PAIS, QUE PUEDA PONER MENOS DE SU SUELO, SU MANO DE OBRA, SU AGUA Y SU CAPITAL EN SATISFACER SUS NECESIDADES ESTABLES DE ALIMENTACION, SE BENEFICIARA ECONOMICAMENTE Y TENDRA UN MAS RAPIDO CRECIMIENTO ECONOMICO.**

**SRI NO DEBERA LLEVAR A UNA MAYOR PRODUCCION DEL GRANO EN SI, SINO, MENOR, APOYANDO PROCESOS DE DIVERSIFICACIÓN AGRICOLA, QUE CONTRIBUYA A LA MODERNIZACION EN EL SECTOR Y MEJORAS EN EL BIENESTAR HUMANO**



**Planta individual de arroz, crecida con los métodos SRI (variedad MTU 1071), en la estación experimental de arroz (India). Cortesía del Dr. P. V. Santyanarciyane.**

**Mayor información: pagina SRI: <http://ciifad.cornell.edu/sri>**