

COS

ga. Oficial de Ediciones  
originales en las áreas de  
la revista recibe trabajos  
id. para los autores, La  
otros idiomas deberá ser  
y publica sin costo, luego  
ntíficos y obituarios.

## LIBRO DE RESÚMENES

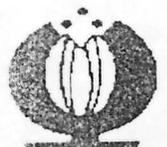
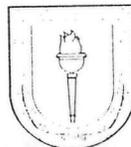
1997.

stitution of new names of

ridge Scientific Abstract);  
anual Literature (Brittonia,

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas,  
Universidad de Concepción, Chile.

Concepción, del 5 al 8 de enero de 2000



cia se calculó la diversidad específica (Índice de Shannon) para cada sitio. Todas las especies sobre los defecaderos están presentes en los sitios vecinos. Sin embargo, la mayor riqueza de especies por unidad de superficie se presentó en los defecaderos con un promedio de 6,8 especies por cuadrante, contra un promedio de 2,0 de los sitios vecinos. La frecuencia promedio de las especies en los defecaderos fue mayor (35,3) que la de los sitios vecinos (6,6). La mayor diversidad específica se presentó

en los defecaderos con un índice promedio de 74,09, comparado con el 10,65 obtenido en los sitios vecinos. Por lo tanto, los defecaderos de guanaco aumentan la cobertura y diversidad de las especies presentes en sitios sucesionalmente tempranos sobre morrenas glaciares en Tierra del Fuego.

Dirección Actual: Departamento de Botánica, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción.

## ECOLOGIA IV

### DIVERSIDAD DE SISTEMAS RADICULARES EN LA FLORA PERENNE DE PAPOSO. Root system diversity in the perennial flora of Paposó.

Olivares, N.C.<sup>1,4</sup>, Squeo, F.A.<sup>1</sup>, León, M.<sup>1</sup>, Aguirre, E.<sup>2</sup> y Ehleringer, J.R.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Biología, Universidad de La Serena. <sup>2</sup>Comisión Chilena de Energía Nuclear. <sup>3</sup>University of Utah, USA. <sup>4</sup>Magíster en Ciencias Biológicas c/m Ecología de Zonas Áridas.

La adquisición continua de agua de las plantas perennes que habitan en los ecosistemas hiperáridos es crucial para su sobrevivencia y crecimiento. El objetivo de este trabajo es evaluar el tipo de sistema radicular y las fuentes de agua utilizadas por 14 especies de plantas perennes nativas dominantes del Desierto Costero de Taltal (precipitación promedio anual <10 mm). El estudio se realizó en la Quebrada de Portezuelo (25°00'S y 70°26'0, 620 msnm), Proyecto Reserva Nacional Paposó. Para cada especie se determinó el tipo de sistema radicular y el cociente raíz tallo (RIT) mediante un procedimiento de excavación. Las fuentes de agua utilizadas se determinaron por comparación del contenido de isótopos de hidrógeno (948; <sup>2</sup>H) presente en tallos suberizados, con muestra de agua proveniente de neblina y subterránea. Todas las especies estudiadas poseen sistemas radicales concentrados en los primeros 50 cm de profundidad. Sólo 2 especies profundizaron hasta cerca de 1 m. El R/T varió entre 0,2 y 1,7. El 948; <sup>2</sup>H de todas las especies es similar a la neblina. Se concluye que la fuente primaria de agua para las especies perennes es la neblina, y estarían posibilitadas para utilizar las precipitaciones.

FONDECYT 5960016.

### POTENCIALIDAD DE CIANOFITAS FIJADORAS DE NITRÓGENO EN EL USO DE BIOFERTILIZANTES PARA EL CULTIVO DE ARROZ EN CHILE. Potentiality of cyanophytes fixers of nitrogen in the use of biofertilizers for the culture of rice in Chile.

<sup>1</sup>Pereira, I., <sup>2</sup>Ortega, R., <sup>3</sup>Kramm, V., <sup>4</sup>Barrientos, L., <sup>5</sup>Reyes, G., <sup>6</sup>Moya, M. y <sup>7</sup>Salazar, C.

<sup>1</sup>Instituto Biología Vegetal y Biotecnología, Universidad de Talca, casilla 747, Talca; <sup>2</sup>INIA-Quilamapu, Vicente Méndez 215, Chillán; <sup>3</sup>INIA-Carillanca, Temuco, Chile.

Con el fin de evaluar la capacidad que presentan las cianófitas para ser utilizadas como potenciales biofertilizantes, se analizó un total de 34 muestras colectadas entre Oct. de 1998 y Marzo de 1999, provenientes de 15 localidades comprendidas entre la VI (24°29'S, 71°18'O) y VIII (36°41'S, 71°54'O) región. Las algas fueron determinadas, aisladas y cultivadas bajo condiciones controladas. En la determinación taxonómica de las especies se utilizaron las siguientes referencias bibliográficas: Desikachary (1959) y Geitler (1932). La tasa de fijación, se determinó mediante la técnica de reducción acetileno-etileno, utilizando acetileno al 10%. Las tasas se expresaron finalmente en g N/g MS. El crecimiento de biomasa algal se determinó a partir de materia seca, expresada en g MS d<sup>-1</sup>. Se determinó un total de 13 taxa, de las cuales 7 se mantienen en cultivo. En este trabajo se entrega la tasa de fijación y crecimiento para cuatro especies. La especie que registra mayor tasa de fijación corresponde a *Noctoc* sp.1, le siguen en orden decreciente, *Gloeotrichia natans*, *Anabaena iyengarii* var. *tenuis* y *Nostoc linckia*, siendo coincidentes en el mismo orden las tasas de crecimiento. *Nostoc* sp. 1, se puede señalar como el taxon más viable para el desarrollo de biofertilizantes ya que presenta una tasa de fijación 6 veces mayor que el resto de las especies estudiadas. Otras especies promisorias en el desarrollo de biofertilizantes serían *Gloeotrichia natans*, *Anabaena iyengarii* var. *tenuis* y *Nostoc linckia*, a pesar de presentar una tasa de fijación inferior a *Nostoc* sp.1.

Financiamiento: Fundación para la Innovación Agraria (FIA) C98-1-A-004

### AREA DE DISTRIBUCION Y GRADOS DE INFESTACIÓN DE *CYPERUS ROTUNDUS* (CYPRO) EN LA PROVINCIA DE TUCUMAN. ARGENTINA. Nutgrass distribution and infestation degree of *Cyperus rotundus* (Cypro) in the province of Tucumán, Argentina.

Chaila, S.<sup>1</sup>, Arévalo, R.A.<sup>2</sup>, Nasif, A.M.<sup>1</sup> y Piscitelli, F.R.<sup>1</sup>.

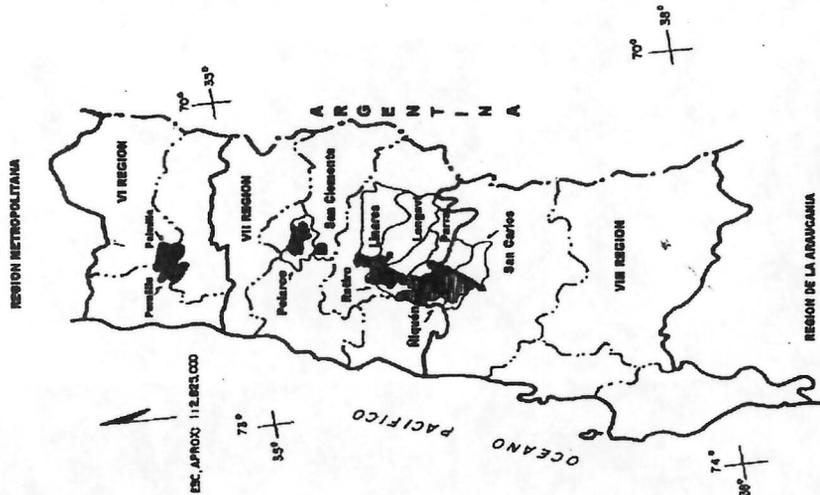
<sup>1</sup>Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina; <sup>2</sup>Instituto Agronómico de Campinas, Brasil.

Se realiza un relevamiento de la especie *Cyperus rotundus* (CYPRO) en diversos ambientes cultivados de la Provincia de Tucumán con la finalidad de conocer la distribución y el grado de infestación de esta maleza en los 22.524 km<sup>2</sup> de extensión territorial. La metodología empleada se basó en:

## POSIBLES USUARIOS DE LA INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Agricultores arroceros  
Industrias Agroquímicas  
Público en general

### ZONA ARROCIERA DE CHILE



## FINANCIAMIENTO

Este proyecto está siendo financiado por la FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA (FIA), dependiente del Ministerio de Agricultura

## INSTITUCIONES PARTICIPANTES

- \*UNIVERSIDAD DE TALCA
- \*INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA-QUILAMAPU) CHILLÁN

## INVESTIGADOR RESPONSABLE:

**Iris Pereira R.**  
Inst. Biología Vegetal y Biotecnología  
Universidad de Talca, casilla 747, Talca.  
e-mail: ipereira@pehuenche.secom.utalca.cl

## INVESTIGADOR ALTERNO:

**Nicasio Rodríguez**  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA-Quilamapu, Chillán  
e-mail: nrodriguez@quilamapu.inia.cl

## EQUIPO TECNICO DEL PROYECTO

- Victor Kramm**  
e-mail: vkramm@quilamapu.inia.cl
- Juan Hürzel**  
e-mail: jhearzel@quilamapu.inia.cl
- Gussella Reyes**  
e-mail: greyes@quilamapu.inia.cl
- Mario Moya**  
e-mail: a9431011@cipres.utalca.cl
- Leticia Barrientos**  
e-mail: lbarrien@carillanca.inia.cl
- Ciro Belmar**  
e-mail: cbelmar@quilamapu.inia.cl
- Carmen Lobos**  
e-mail: clobos@quilamapu.inia.cl



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

## CARTILLA DIVULGATIVA DE EXTENSIÓN N° 1



## “ALGAS FIJADORAS DE NITRÓGENO CON POTENCIAL USO COMO BIOFERTILIZANTE PARA EL CULTIVO DE ARROZ”



## PROYECTO: “DESARROLLO DE BIOFERTILIZANTE PARA EL CULTIVO DE ARROZ EN CHILE”

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto pretende desarrollar un biofertilizante en base a algas fijadoras de nitrógeno (Cianófitas) y un paquete tecnológico (Fertilización, Control de Malezas), que permita fomentar la flora cyanofítica en los suelos arroceros de Chile, con el objeto de mejorar su capacidad fijadora de nitrógeno, lo que será un ahorro sustancial de fertilizantes nitrogenados sintéticos en el cultivo de arroz, disminuyendo el potencial impacto ambiental negativo de algunas prácticas de fertilización.

### ¿Qué es un alga fijadora de nitrógeno?

Es un vegetal microscópico, acuático, de vida libre, de aspecto filamentosos; cuyos filamentos después de agruparse entre sí, forman masas gelatinosas de aspecto microscópico redondeadas o no definidas, con colores que varían de verde-azulado a pardo oscuro. Una característica que las hace muy distintivas, es que son capaces de fijar nitrógeno atmosférico, es decir, transformar el nitrógeno que está en forma gaseosa en el aire, en amonio. Esta forma del nitrógeno pasa al suelo y más tarde es absorbido por las plantas. En otras palabras, estos vegetales contribuyen en forma natural a aumentar la fertilidad de los suelos arroceros.

## OBJETIVOS PARCIALES DEL PROYECTO

- 1.- Determinar las algas fijadoras de nitrógeno presentes en 34 localidades arroceras entre la VII y VIII Regiones.
- 2.- Aislar, cultivar y masificar en laboratorio las especies de mayor distribución en el área de estudio.
- 3.- Medir la tasa de crecimiento y fijación de nitrógeno de las algas.
- 4.- Elaborar un biofertilizante que permita aumentar la fertilidad de los suelos arroceros del país a base de estas algas.

### ¿Qué es un biofertilizante?

En el contexto de este proyecto, un biofertilizante es un alga fijadora de nitrógeno que aporta nutrientes (amonio) al suelo mediante un proceso bioquímico llamado fijación de nitrógeno que se lleva a cabo por el mismo organismo permitiendo en definitiva aumentar la fertilidad del suelo sin provocar impactos ambientales negativos.

### ¿Qué otros beneficios aportan las algas fijadoras de nitrógeno al cultivo de arroz?

- Estas algas secretan al medio acuoso sustancias que actúan como herbicidas en el control de malezas y nemátodos.
- También aportan vitaminas del complejo B12 útiles para el buen desarrollo y crecimiento de las plantas de arroz.
- Presentan la ventaja de perpetuarse en el suelo ya que estas algas forman esporas de resistencia durante la época de desecación del cultivo, desarrollándose nuevamente el la temporada próxima cuando los cultivos son inundados.

### ¿Cuáles son algas fijadoras de nitrógeno más frecuentes en suelos arroceros del país?

- 1.- *Gloeotrichia natans*
- 2.- *Anabaena iyengarii var. unispora*
- 3.- *Anabaena iyengarii var. tenuis*
- 4.- *Nostoc linckia*
- 5.- *Nostoc sp. 2*
- 6.- *Cylindrocapsa musciola*

### ¿Cuáles de las algas señaladas anteriormente presentan mayor tasa de fijación y crecimiento?

- Nostoc sp1*
- Gloeotrichia natans*
- Anabaena iyengarii var. tenuis*
- Nostoc sp2*
- Nostoc linckia*

### ¿Cuáles algas fijadoras de nitrógeno han sido utilizadas en el desarrollo del biofertilizante?

- Nostoc sp1*
- Nostoc sp2*
- Nostoc linckia*
- Anabaena iyengarii var. tenuis*

### ¿Cómo algunas de estas algas se pueden reconocer en el terreno?

***Gloeotrichia natans*:** Esta especie forma masas gelatinosas globosas, de color verde-olivo a pardo oscuro, que generalmente se mantienen flotando en la superficie del agua.



**Especies de Nostoc:** Estas algas forman masas gelatinosas de variadas formas y generalmente presentan colores verde-azulados que se mantienen en la superficie del agua o bajo la superficie.



***Anabaena iyengarii var. tenuis*:** Esta especie aparece ya sea en la superficie del agua o algo adherida a las plantas de arroz, y presentan un aspecto mucilaginoso de color verde-azulado al igual que las especies anteriores; pero con la diferencia de que presentan un olor característico a Alcanfor o antibiótico.



## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos no mostraron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos, por lo cual se concluye que, el uso de este biofertilizante en el cultivo de arroz permite disminuir la dosis de N de origen químico (urea) en un 50%. A su vez, a través de esta tecnología se consigue disminuir el costo de fertilización nitrogenada en un 15.3%.

## FINANCIAMIENTO

Este proyecto fue financiado por la FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA (FIA), dependiente del Ministerio de Agricultura

## INSTITUCIONES PARTICIPANTES

UNIVERSIDAD DE TALCA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA-QUILAMAPU) CHILLÁN

## INVESTIGADOR RESPONSABLE:

**Iris Pereira R.**  
Inst. Biología Vegetal y Biotecnología  
Universidad de Talca, casilla 747, Talca.  
e-mail: ipereira@pchuente.secom.otalca.cl

## INVESTIGADOR ALTERNO:

**Nicasio Rodríguez S.**  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA-Quilamapu, Chillán  
e-mail: nrodriguez@quilamapu.inia.cl

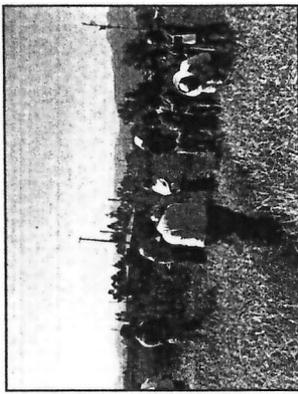
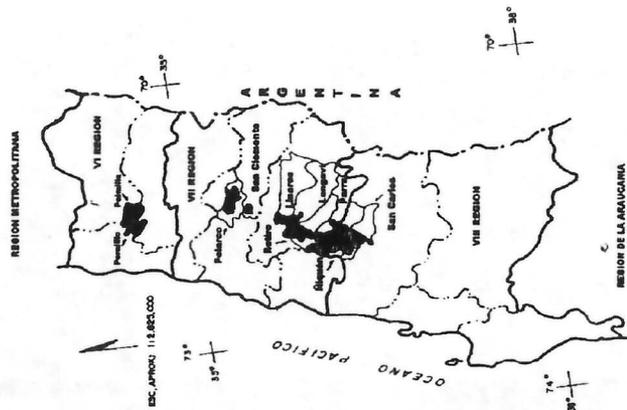
## EQUIPO TECNICO DEL PROYECTO

**Victor Kramm**  
e-mail: vkramm@quilamapu.inia.cl  
**Juan Hirzel**  
e-mail: jhirzel@quilamapu.inia.cl  
**Guissella Reyes**  
e-mail: greyes@quilamapu.inia.cl  
**Mario Moya**  
e-mail: a94431011@cipres.otalca.cl  
**Leticia Barrientos**  
e-mail: lbarrien@carillanca.inia.cl  
**Ciro Belmar**  
e-mail: cbelmar@quilamapu.inia.cl  
**Carmen Lobos**  
e-mail: clobos@quilamapu.inia.cl

## POSIBLES USUARIOS DE LA INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Agricultores arroceros  
Industrias Agroquímicas  
Público en general

## ZONA ARROCIERA DE CHILE



## SEMINARIO "DESARROLLO DE BIOFERTILIZANTES PARA EL CULTIVO DE ARROZ EN CHILE"



Chillán, agosto de 2002.

## INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se ha desarrollado un biofertilizante sobre la base de algas fijadoras de nitrógeno (Cianofitas), que se encuentran comúnmente presentes en los suelos arroceros. Además, se adaptó un paquete tecnológico (Fertilización, Control de Malezas), que permitirá fomentar la flora cianofítica en los suelos arroceros de Chile, con el objeto de mejorar su capacidad fijadora de nitrógeno. Lo que redundará en un ahorro de fertilizantes nitrogenados sintéticos en el cultivo de arroz, disminuyendo el potencial impacto ambiental negativo de algunas prácticas de fertilización convencional.

## OBJETIVOS DEL PROYECTO

### Objetivos generales

- Desarrollar y evaluar un biofertilizante para el cultivo del arroz, en base a algas fijadoras de nitrógeno.
- Desarrollar y transferir un paquete tecnológico compatible con el uso de biofertilizantes en arroz.

### Objetivos específicos

- 1.- Determinar las algas fijadoras de nitrógeno presentes en 34 localidades arroceras entre la VII y VIII Regiones.
- 2.- Aislar, cultivar y masificar en laboratorio las especies de mayor distribución en el área de estudio.
- 3.-Elaborar un biofertilizante que permita aumentar la fertilidad de los suelos arroceros del país a base de estas algas.
- 4.-Determinar formas de aplicación y dosis óptima de biofertilización y su relación con las dosis de nitrógeno.
- 5.- Diseñar prácticas de manejo (preparación de suelos, fertilización, manejo de agua, control de malezas, etc.) compatibles con la aplicación de biofertilizantes.
- 6.- Transferir los resultados.

## MATERIALES Y METODOS

En el primer año se colectaron muestras de algas desde 34 localidades de la zona arroceras del país, para determinar las potencialmente fijadoras de nitrógeno; el segundo año se elaboró el biofertilizante y el tercer y cuarto año se realizaron los ensayos de campo.

## RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en el proyecto se determinaron seis especies de algas fijadoras de Nitrógeno, que se mencionan a continuación:

- *Gloeoetrichia natans*
- *Anabaena iyengarii* var. *unisporea*
- *Anabaena iyengarii* var. *tenuis*
- *Nostoc linckia*
- *Nostoc* sp 1
- *Nostoc* sp. 2
- *Cylindrospermum muscicola*

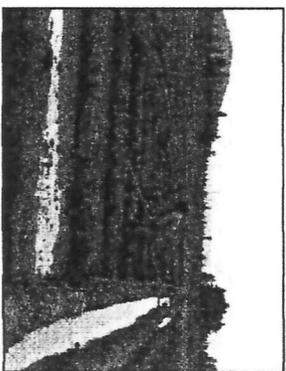
A partir de 4 de ellas, se elaboró el biofertilizante que quedó compuesto por las especies *Nostoc spl*, *Nostoc sp2*, *Nostoc linckia* y *Anabaena iyengarii* var. *tenuis*, las que fueron seleccionadas por su mayor tasa de fijación de nitrógeno y tasa crecimiento *in vitro*.



Anabaena iyengarii var. tenuis:

Esta especie aparece en la superficie del agua o algo adherida a las plantas de arroz, y presenta un aspecto mucilaginoso de color verde-azulado, presentando además un olor característico a Alcanfor o a antibiótico.

Se determinó que la cantidad de biofertilizante, necesaria para fertilizar una hectárea de arroz, considerando un porcentaje de remplazo de un 50 % del fertilizante nitrogenado, correspondió a 60 gr/ha. La formulación del biofertilizante se presentó bajo la forma de polvo (biofertilizado de las algas), es decir, al estado sólido.



Con la dosis de biofertilizante propuesta, se establecieron los ensayos de campo para determinar el manejo agronómico del cultivo del arroz acorde a la incorporación de este nuevo insumo, no encontrándose efectos negativos en la forma de aplicación ni en la interacción con la aplicación de herbicidas, por lo que se recomienda la aplicación del biofertilizante junto con el herbicida.

Durante la temporada 2001-2002 se realizó un ensayo de campo en una siembra comercial de arroz de la zona de Parral, resultados que se indican en el siguiente cuadro:

Trat.	Rend. (qq/ha)	Grano entero (%)	Costo fertilización nitrogenada (\$/ha)
Convencional	72,7	47,4	31.111
Con biofertilizante	74,3	48,4	26.363

## Seminario de término de proyecto

Con la realización de un seminario de entrega de resultados, se puso término en INIA Quilamapu al proyecto FIA "Desarrollo de Biofertilizantes para el cultivo de arroz en Chile".

La actividad contó con las palabras de bienvenida del Director Regional de INIA, Hernán Acuña, y del supervisor del proyecto por parte de la Fundación para la Innovación Agraria, Juan Carlos Galaz.

Las exposiciones temáticas corrieron por parte de los investigadores Iris Pereira, Dra. en Ciencias Biológicas de la Universidad de Talca, quien se refirió al tema "Algas fijadoras de nitrógeno en suelos arroceros de Chile y su importancia biológica"; Leticia Barrientos, Microbióloga M.Sc. de INIA Carillanca "Fijación de nitrógeno por algas verde-azules"; Víctor Kramm, Ingeniero Agrónomo, M.Sc. malherbólogo de INIA Quilamapu "Aplicaciones de herbicidas y su efecto sobre la eficiencia de los biofertilizantes"; y Juan Hirzel, Ingeniero Agrónomo, M.Sc. fertilólogo de INIA Quilamapu "Resultados del uso de biofertilizantes en arroz y problemas de manejo".

El proyecto finalizado se desarrolló en forma conjunta por la Universidad de Talca y el INIA Quilamapu entre los años 1998 y 2002. Entre sus resultados más importantes destaca el hecho que gracias al uso de este biofertilizante basado en la utilización de algas verdes azules, es posible disminuir las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados inorgánicos hasta en un 50%, lo que reduce los costos del cultivo en un 15%. ■



Unidos en mesa redonda aparecen los expositores Iris Pereira de la Universidad de Talca; Víctor Kramm de INIA Quilamapu; Leticia Barrientos de INIA Carillanca; y Juan Hirzel de INIA Quilamapu.

## Nueva alternativa para Chiloé

### Ganadería orgánica

La ganadería orgánica podría ser un interesante polo de desarrollo productivo para el sur de nuestro país y particularmente para la Isla de Chiloé. Así lo creen diversos especialistas e instituciones, entre ellos la Embajada de Chile ante la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y los miembros del recién formado Comité Décima Región del Convenio Chile-Suiza, entre ellos INIA, organizadores del seminario "Ganadería Orgánica para el Sur de Chile", que se efectuó en la ciudad de Castro. Para uno de los expositores, el investigador de INIA Remehue, **Héctor Uribe**, quien estuvo en Suiza participando en un curso de producción animal orgánica, "el criterio producción en base a praderas de los suizos, en donde uno de los objetivos principales es mantener una composición botánica estable, claramente es una de las estrategias que deben replicarse en nuestro país". ■



El investigador de INIA Remehue, Héctor Uribe, estuvo en Suiza participando en un curso de producción orgánica.

## 14.- Bibliografía Consultada

- CARRERES, R., GONZALEZ-TOME R., SENDRA J., BALLESTEROS R., FERNANDEZ-VALIENTE E., QUESADA A., NIEVA M. And F. LEGANES 1996. Effect of nitrogen rates on rice growth and biological nitrogen fixation. *Journal Agricultural Science* 127(3): 295-302.
- DHALIWAL M.K., PANDHER M.S., GUPTA R.P., GARCHA H.S. and M.R. GAGNEJA 1995. Effect of chemical nitrogen on the growth and nitrogen fixation by blue-green algae in hasmati rice. *Indian Journal of Microbiology* 22(1): 7-10.
- DUBEY, A.K. and A.K. RAI 1995. Application of algal biofertilizers (*Aulosira fertilissima* Tenuis and *Anabaena doliolum* Bnardawaja) for sustained paddy cultivation in northern India. *Israel J. Plant Sc.* 43(1): 41-51.
- DUBEY, S.K. and R.S. SHARMA 1995. Utilization of *Azolla* and blue-green algae as biofertilizer to meet partial nitrogen needs of rice. *Advances in Agricultural Research in India.* 1995 4: 134-140.
- GHOSH T.K. and K.C. SAHA 1997. Effects of inoculation on nitrogen status and nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) in an Entisol emended with chemical and organic sources of nitrogen. *Biology and Fertility of Soils* 24(1): 123-128.
- NANDA, B. TRIPATHY, S.K. and S. PACHI 1991. Effect of algalization on seed germination of vegetable crops. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 7(6): 622-623.
- PEREIRA, I. REYES G. Y V. KRAMM 2000. Cyanophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae y Charophyceae en arrozales de Chile. *Gayana Bot.* 57(1): 29-53.
- QUESADA, A. and E. FERNANDEZ-VALIENTE 1996. Relationship between abundance of N-fixing cyanobacteria and environmental features of Spanish rice fields. *Microbial Ecology* 32: 59-71.
- RAM G. 1995. An economic analysis of blue algae and nitrogen levels on rice. *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika* 10(1-2): 49-53.
- ROGER P.A. 1995. Biological N<sub>2</sub>-fixation and its management in wetland rice cultivation. *Fertilizer Research* 42(1-3): 261-276.
- SHANG-SHUTIAN, DONG JUNGE, SU-BOALIN, , SHANG-ST, DONG-JD and SU-BL 1995. Studies on nitrogen fixing blue-green algae in the submerged rice field in Beijing area. II Nitrogen-fixing activity of surface soil layer and submerged stalk. *Acta Agriculturae Universitate-Pekinensis* 21(1): 1-6.

- SHARMA, A.R. and K.C. DAS 1993. Effect of nitrogen fertilization on performance of rice (*Oryza sativa*) under intermediate deep-water conditions (0-50 cm). *Indian J. Agron.* 39(1): 548-552.
- SINGH, A.L. and R.K. SINGH 1987. Comparative study on *Azolla* and blue-green algae dual culture with rice. *Isr. J. Bot.* 35(2): 53-61
- STEIN, J.R. 1973. *Handbook of Phycological Methods. Culture Methods and Growth Measurements* Sponsored by the Phycological Society of America. Inc. Cambridge University Press. 446 pp.
- SURI V.K. JAGGI, R.C. and U.K. PURI 1995. Response of irrigated rice to blue green algae in the presence and absence and its effect in wheat. *Crop Research Hisar.* 9(3): 403-408.
- VAISHAMPAYAN A., SINHA R.P., HADER D.-P., DEY T., GUPTA A.K., BHAN U. and A.L. RAO. 2201 Cyanobacteria biofertilizers in the rice culture. *The Botanical Review.* 67(4): 453-516.
- WAHAB, K. VEERABADRAN V. and SRINIVASAN K. 1998. Water and nitrogen management for lowland transplanted rice under limited water supply. *Madeas Agricultural Journal* 83(5): 286-288.
- WANG, Q.L., LIU y D., SHEN , Y.W., JIN, C.Y., LU, J.S., ZHU, J.M. and S.H., LI 1991. Studies on mixed mass cultivation of *Anabaena* spp. (nitrogen-fixing blue-green algae (cyanobacteria) on a large scale. *Bioresource Technol.* 38 (2/3): 221-228.