



Mediación biológica para el aumento del carbono y el nitrógeno orgánicos en el suelo

Una práctica sustentable para incrementar la productividad arrocera.

Dra. Ing. Agr. Vanina Maguire, Ing. Agr. Juan Pedro Ezquiaga, Dr. Andrés Alberto Rodríguez, Pedro José Bouilly, Ing. Agr. Maximiliano Gortari, Dr. Andrés Gárriz y Dr. Oscar Adolfo Ruiz. Investigadores del Instituto Tecnológico Chascomús (INTECH)

De la mano de los propios productores, conscientes de la notoria disminución de los niveles de materia orgánica (MO) del suelo que impactan directamente en los rendimientos del arroz, en los últimos años se han buscado alternativas para mantener y/o aumentar la productividad en un marco de sostenibilidad económica y ambiental. En este sentido, una de las alternativas más propicias a los sistemas tradicionales de monocultivo del arroz es la rotación con pasturas mixtas perennes como aporte productivo sustentable.

Durante muchos años, el concepto de monocultivo y el doble cultivo arroz-soja han sido los sistemas tradicionales en Argentina; estos se alternan según los vaivenes de los precios del mercado. Sin embargo, a pesar de que esta práctica ha sido sostenida gracias a la alta fertilidad natural de los suelos arroceros, los mismos son muy susceptibles a degradarse y, en consecuencia, se afecta notoriamente su estructura, su fertilidad y sus propiedades fisicoquímicas y biológicas. Es por esto que, en años recientes, la rotación con pasturas perennes de gramíneas y leguminosas ocupando el suelo los doce meses del año ha surgido como opción a dichos sistemas tradicionales. (Véase Figura 1). Esta práctica de intensificación agrícola, además de aportar reposición de nutrientes, puede ser una alternativa de diversificación económica, con un resultado beneficioso tanto desde el punto de vista productivo como desde el ambiental.

El hecho de incorporar especies leguminosas que se adaptan muy bien a la zona en el ciclo de la pastura brinda la posibilidad de contar con una fuente extra de nitrógeno (N) de origen biológico hacia el sistema suelo-planta, que contribuye de manera indirecta pero significativa a

mejorar la captura de carbono (C) por el suelo. La capacidad de Fijación Biológica del N (FBN) con la que cuentan las leguminosas del género *Lotus spp.* contribuye, en una alta proporción, a la incorporación de este nutriente esencial al ecosistema y lo vuelve disponible tanto para las demás especies que componen la pastura, así como también para el subsiguiente cultivo de arroz.

Figura 1 Rotación con pasturas perennes de gramíneas y leguminosas



Una observación fácilmente comprobable en forma directa constituye el hecho de que, en la diversidad microbiana edáfica de la pastura, existen cepas de rizobios nativos que naturalmente nodulan a *Lotus spp.* de manera eficiente.



Con el objetivo de generar prácticas sustentables para incrementar la productividad del arroz, investigadores del INTECH realizaron un trabajo para determinar la capacidad del sistema de doble cultivo de arroz y pastura que incluyó Lotus, como vía para incorporar C y N orgánicos al suelo, y facilitar su aprovechamiento por parte del cultivo de arroz en la siguiente etapa. Además, el estudio abarcó el análisis del potencial de microorganismos fijadores del N₂ adaptados a los suelos arroceros, con capacidad de asociarse a las plantas de *Lotus spp.* para su posterior uso como inoculante comercial que potencie la capacidad del sistema de doble cultivo.

"Mediante nuestro trabajo buscamos cuantificar la magnitud del aporte de C y N orgánicos al ecosistema que proporciona la presencia de Lotus, una especie muy bien adaptada a los suelos de Entre Ríos como componente de una pastura mixta dentro de un sistema de rotaciones de arroz-pastura. El objetivo fue comparar este resultado con el determinado en un sistema de monocultivo de arroz y además evaluar qué tan alterados se encuentran los niveles de C y N orgánicos del sistema de doble cultivo, respecto de los registrados en un suelo sin historia agrícola", detallan los investigadores.

¿Cuánto C y N orgánicos aporta un sistema de ciclos de rotaciones arroz-pastura perenne?

En el Establecimiento Monte Verde ubicado en la localidad de Chajarí, Departamento Federación, Entre Ríos, se llevó a cabo un estudio para determinar la magnitud del contenido de C y N orgánicos en tres tipos de suelos y en dos estratos de profundidad (0-10 cm y 10-30 cm). Como ecosistema de referencia para las determinaciones de C y N orgánicos se utilizó un suelo carente de historia agrícola del mismo establecimiento productivo.



SEMILLERO ITÁ CAABÓ
adecoagro

*Sabemos lo que le interesa, porque somos productores igual que usted.
Todas nuestras variedades son seleccionadas y cumplen las más elevadas pautas de productividad y adaptabilidad, demostrando un excelente comportamiento fitosanitario.*

El uso de semilla certificada significa cuidar la propiedad intelectual y permitir la continuidad de la investigación e innovación genética.

**NUEVA
VARIEDAD
"ITA CAABO 109"**
Alto potencial de rendimiento, ciclo intermedio-largo. Muy buena calidad industrial y excelente sanidad.

NUESTRAS VARIEDADES

ITA CAABO 107 / ITA CAABO 110 / EMBRAPA 7-TAIM / PUITA INTA CL
GURI INTA CL / YERUA PA / SCS121 CL

CRIADERO Y SEMILLERO ITÁ CAABÓ

 **adecoagro**
www.adecoagro.com
www.semilleroitacaabo.com

Teléfonos de contacto:
(03773) 42-3660 Interno 3667
Celular: (3775) 409049 / (3773) 406746
Email: semilleroitacaabo@adecoagro.com

En simultáneo se analizaron los niveles de C y N orgánicos en dos suelos con diferentes sistemas de cultivo del arroz: rotación arroz-pasturas y monocultivo.

Resultados

El primer resultado obtenido fue el del contenido de C Orgánico Total (COT) presente en la MO, es decir, de la fracción del elemento que se encuentra en forma menos susceptible a los efectos de las prácticas agronómicas a corto plazo. El COT del suelo sin historia agrícola, determinado en porcentajes, se ubicó en valores de entre un 3 y un 4% de suelo total analizado. Su contenido fue 55-60% menor en un suelo con sistema de monocultivo de arroz, mientras que la disminución en el caso del suelo con sistema de rotaciones arroz-pastura fue tan solo de un 15-20%.

El segundo resultado de interés fue determinar las modificaciones en los niveles de Carbono Orgánico Lábil (COL), es decir, de la fracción del C orgánico más sensible a los efectos de los cambios de manejo debido a que representa una fuente consumida rápidamente por los microorganismos del suelo. El porcentaje de COL registrado en el suelo sin historia agrícola fue de 0.45-0.80% de suelo total. Dicho contenido sufrió una caída prome-

dio notable y alcanzó valores del 70% para el sistema de monocultivo, mientras que en los suelos provenientes del sistema de doble cultivo con rotaciones se registró una caída del 45% de dicho contenido en el estrato de 0-10 cm, y menor aún en el estrato de 10-30 cm que fue de tan solo el 25%. Por su parte, el contenido de N Orgánico Total (CNT) también presentó variaciones sustanciales en relación con el manejo agrícola. (Véase Figura 2 en la página siguiente). En el suelo sin disturbar, los valores porcentuales de CNT promediaron el 0.3% del total de suelo. Este contenido disminuyó en promedio un 55% en suelos con prácticas de monocultivo mientras que, para el sistema de doble cultivo dicha caída promedió un 25% respecto del suelo sin historia agrícola. Sin embargo, aun teniendo en cuenta estas variaciones, interesadamente no se observaron diferencias significativas entre los dos últimos suelos, en particular para el estrato de 10-30 cm de profundidad. Con estos resultados, queda en evidencia que la presencia de leguminosas como componentes de las pasturas en el sistema de rotación con arroz explicaría el "enriquecimiento" en los niveles de N a través de la Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN). Por este motivo, se procedió a estimar la cantidad del elemento que incorpora *Lotus spp.* en este ambiente.

The logo for AKO, featuring the letters 'AKO' in a bold, white, sans-serif font with a registered trademark symbol (®) to the upper right. The logo is set against a dark green rectangular background.

POTENCIAMOS

**EL RENDIMIENTO
DE SU CAMPO**



Maximice los rendimientos

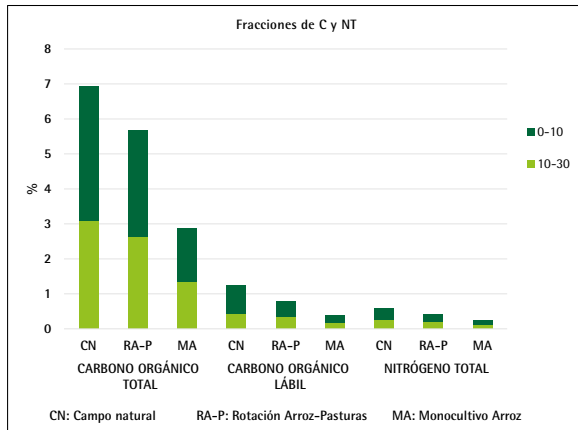
**a través de aportes balanceados
de macro y micro nutrientes.**

akoagro.com





Figura 2 Niveles de Carbono Orgánico Total, Carbono Orgánico Lábil y de Nitrógeno en suelos entrerrianos bajo diferentes prácticas de uso del recurso



Porcentaje de N orgánico aportado por Lotus y presencia de microorganismos fijadores de este elemento en el suelo arrocero

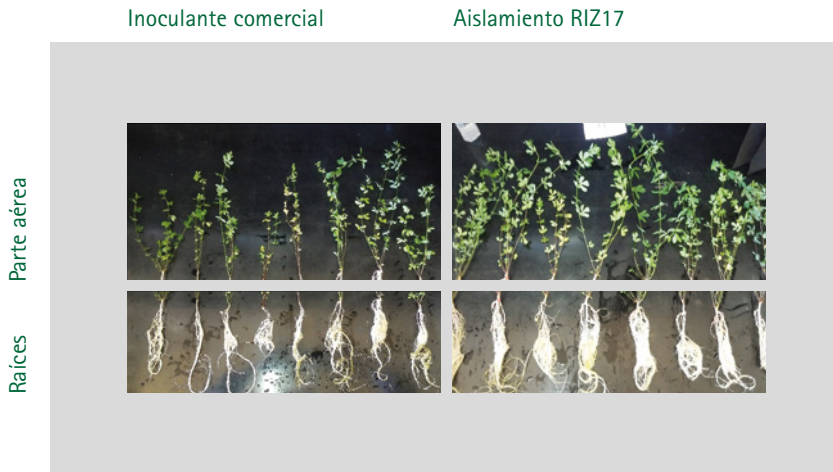
Un estudio realizado en simultáneo permitió estimar que la FBN aporta el 75% del N orgánico en el sistema arroz-pastura, mientras que aproximadamente el 25% restante corresponde a la fracción de N mineral del suelo. Dicho aporte nutricional se atribuyó al resultado de la efectiva simbiosis de las plantas de Lotus con microorganismos del tipo rizobios, correspondiendo a cepas nativas o naturalizadas. En relación con esto, en un ensayo paralelo se aislaron rizobios asociados a raíces de plantas de *Lotus spp.* presentes en el suelo de la rotación arroz-pasturas. A partir de dicho estudio, se destacó un aislamiento denominado RIZ17.

35 AÑOS JUNTO AL PRODUCTOR

Bolsas[®]
del **Litoral**

**FABRICA DE BOLSAS | BIG BAGS | HILOS
MAQ. PARA CERRAR BOLSAS**

Figura 3 Análisis de rizobios asociados a raíces de plantas de *Lotus spp.* presentes en el suelo de la rotación arroz-pasturas



Dicho rizobio no solo tenía la capacidad de formar nódulos efectivos de fijación de N asociados a las raíces de Lotus, sino que, además, dicha asociación produjo incrementos de más del 100% en el área foliar y del 13% en el N total de la parte aérea de las plantas noduladas con esta cepa bacteriana en comparación con tratamiento con el inoculante comercial. (Véase Figura 3).

El estudio no solo demostró que la presencia de Lotus en la pastura tuvo un rol crucial en el aporte de N orgánico al suelo. También sirvió para detectar la presencia de microorganismos nativos de los suelos arroceros entrerrianos en asociación con las raíces de plantas de Lotus. Algunos de dichos microorganismos no solo tenían alta capacidad fijadora de N_2 , sino que también eran capaces de promover el crecimiento de las plantas de Lotus en una proporción mayor que el inoculante comercial actualmente recomendado. Sin duda, estos microorganismos son una fuente potencial para desarrollar y producir inóculos

específicamente formulados para el cultivar de Lotus utilizado con mayor frecuencia en suelos de la provincia de Entre Ríos, bajo un sistema de doble cultivo arroz-pastura perenne. Los resultados observados dan cuenta de la importancia de un buen manejo para aminorar las pérdidas potenciales de C y N del ecosistema agrícola arrocerero. La implementación de rotaciones con pasturas que incluyan especies leguminosas es de gran relevancia en este sentido, ya que se cuenta con un aporte de N adicional al sistema en forma no contaminante y que tiene muy bajo costo relativo para el productor. También ha quedado en evidencia que existen en el suelo una alta diversidad de rizobios con capacidad de nodular de manera eficiente a las leguminosas y con gran potencial de utilización como bioinoculantes.-

Agradecimientos: a Diego Martín Fuhr por su colaboración en la realización de los ensayos en el Establecimiento Monte Verde, Chajarí, Entre Ríos.

JUNTO AL PRODUCTOR EN TODAS LAS ETAPAS DEL CULTIVO



LA LOMA
ALIMENTOS S.A.
MOLINO ARROCERO