

UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

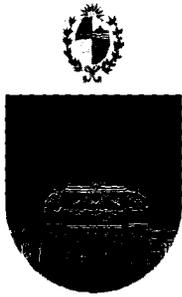
ACUERDO COMPLEMENTARIO AL CONVENIO ENTRE
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA -FACULTAD DE AGRONOMIA /
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA (INIA)

En la ciudad de Montevideo el día veinte del mes de julio del año dos mil nueve se reúnen la **Universidad de la República (Facultad de Agronomía)** representada por el Rector Dr Rodrigo Arocena con domicilio en Avda. Garzón 780 y el **Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)** representado por el Presidente de la Junta Directiva, Dr. Dan Plestun, con domicilio en Ruta 50, Km. 11, La Estanzuela, departamento de Colonia, se reúnen a efectos de suscribir el presente Acuerdo Complementario al Convenio Marco celebrado entre ambas.

PRIMERO: Las partes acuerdan la realización del proyecto de investigación denominado **"Estudio de dinámica de N en rotaciones arroz-pasturas"** de acuerdo a las especificaciones que lucen en el Anexo único de este Acuerdo que se considera parte integrante del mismo.

SEGUNDO: La dirección y responsabilidad técnica de los trabajos que se desarrollen en la ejecución del proyecto objeto de este Acuerdo estará a cargo del Laboratorio CATNAS de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República y de la **Estación Experimental del Este** del INIA ubicada en Treinta y Tres.

TERCERO: INIA se hará cargo de proveer los recursos económicos que constan en el presupuesto que se presenta en el Anexo de este Acuerdo en las condiciones



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

establecidas en el mismo, siempre que los recursos requeridos estén dentro de los límites de la disponibilidad en ese momento.

CUARTO: El presente Acuerdo entrará en vigencia a partir de la fecha de su otorgamiento y tendrá una duración de dos años. Las partes podrán acordar por escrito, la renovación por un período de hasta dos años.

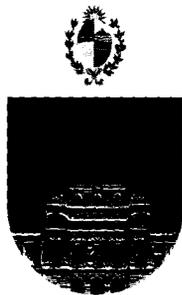
QUINTO: Las partes acuerdan que en el caso de obtenerse resultados, productos y/o procesos durante la ejecución del proyecto objeto de este acuerdo, susceptibles de amparo jurídico como tales, la titularidad de los mismos será propiedad, en partes iguales, de INIA y de la Universidad de la República (Facultad de Agronomía) sin perjuicio de los derechos de sus autores.

SEXTO: Todos los análisis de resultados y publicación de los mismos serán realizados en forma conjunta reconociéndose la contribución de las partes.

SEPTIMO: Este Acuerdo tendrá una duración de dos años y podrá ser rescindido por cualquiera de las partes – mediante comunicación escrita- con un plazo de antelación de tres meses. Cualquiera de las partes involucradas podrá proponer cambios o agregados al proyecto que es objeto de este Acuerdo los que serán evaluados por las mismas para ser incluidos de común acuerdo.

OCTAVO: Ninguna de las partes será responsable frente a la otra por retrasos o incumplimientos en cualquiera de las obligaciones impuestas por este acuerdo, cuando esos incumplimientos se hubieren originado por causas de fuerza mayor fuera del control razonable y sin que medie omisión o negligencia de alguna de las partes.

020010.00/18.09



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

NOVENO: Cualquier diferencia que resulte de la interpretación o aplicación de este convenio, de ser posible, se solucionará por la vía de la negociación directa, mediante una discusión franca y fehaciente entre las partes.

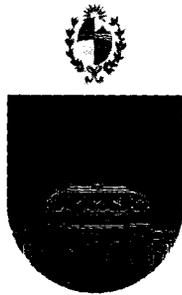
Para constancia se firman tres ejemplares de un mismo tenor en el lugar y fecha indicados.

Dr. Rodrigo Arocena

Rector
INIA

Dr. Dan Piestun

Presidente
INIA



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

(En el marco del Proyecto INIA (SA_01_2_00): Uso y Manejo Sustentable de los recursos suelo y agua en los sistemas de producción arroz-pasturas.)

Ejecutores:

INIA-Estacion Experimental del Este, Treinta y Tres.
CATNAS-FAGRO-UDELAR

Responsables:

INIA: José Terra y Enrique Deambrosi
FAGRO-CATNAS: Carlos Perdomo

a) Objetivo: Caracterizar y cuantificar bajo intensidades de uso del suelo contrastantes, la contribución relativa de las fuentes de N en el cultivo de arroz en rotaciones arroz-pasturas.

Objetivos específicos

- a-I) Cuantificar el N que entra al sistema por
 - Fijación Biológica de Nitrógeno, especialmente leguminosas fase pasturas.
 - Fertilizantes
 - Aporte del suelo

- a-II) Cuantificar N que sale del sistema por
 - Procesos de pérdidas de N durante el barbecho (laboreo verano-siembra)
 - Extracción en el grano.
 - Extracción por Producción animal.

- a-III) Cuantificar la contribución relativa de las fuentes de N en el cultivo de arroz y su eficiencia de utilización en el cultivo.

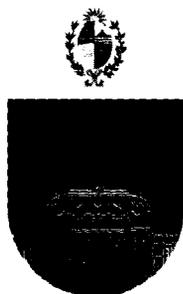
b) Actividades a desarrollar para alcanzar estos objetivos:

b-I. Cuantificación de la Fijación Biológica de N en pasturas sembradas mezcla de gramíneas y leguminosas en rotación con arroz

Esta actividad suministrará resultados a los objetivos específicos a-I y a-II.

b-II. Dinámica de N en suelos con distintos manejos durante el barbecho (Laboreo verano – siembra primavera)

Esta actividad suministrará resultados a los objetivos específicos a-I y a-II.



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

b-III. Dinámica de N durante el cultivo de arroz

Esta actividad suministrará resultados al objetivo específico a-III.
Se detallan a continuación cada una de estas actividades.

b-I. Cuantificación de la Fijación Biológica de N de pasturas mezcla de gramíneas y leguminosas en rotación con arroz

Ensayos:

INIA identificará al menos dos suelos de potencial productivo contrastante y se realizará una caracterización básica (tipo de suelo, descripción del perfil) de los mismos.

En cada suelo se instalará un ensayo de respuesta a P sobre una pastura de primer año. Los tratamientos consistirá en dos dosis de P, una testigo y otra no limitante (0 y 100 kg P₂O₅/ha por ejemplo) con tres repeticiones. El tamaño de parcela será de 10x10-m.

Se fertilizará con una fuente soluble de P, preferentemente Superfosfato Común a los efectos de evitar posibles deficiencias de S. Estos ensayos se mantendrán por 3-4 años, realizándose cortes de forraje cada 45 días de manera de cuantificar la producción de materia seca estacional, composición botánica y contenido de N (2 cortes por estación: 1mar, 15abr, 1jun, 15jul, 1sept, 15oct, 1dic y 15ene).

En cada corte, además, se tomaran muestras de gramíneas puras de una zona aledaña a la pastura (con similar tipo de suelo) y muestras superficiales de suelo (0-15cm), de la pastura y de la zona aledaña. Anualmente se re-fertilizará el tratamiento no limitante de P con la misma dosis inicial.

Determinaciones		Suelo Fertilidad Relativa Alta		Suelo Fertilidad Relativa Baja	
		0 kg/ha P ₂ O ₅	100 kg/ha P ₂ O ₅	0 kg/ha P ₂ O ₅	100 kg/ha P ₂ O ₅
Caract. de Perfil Suelo	Inicial	x	x	x	x
Materia Seca Pastura	45 d	x	x	x	x
Comp. Botánica Pastura	45 d	x	x	x	x
Muestra Suelo Pastura	45d	x	x	x	x
Muestras Pastura Aledaña	45 d	x	x	x	x
Muestras Suelo Aledaña	45 d	x	x	x	x

Relevamiento:

El relevamiento se realizará durante 3 temporadas en al menos 4 sitios seleccionados anualmente por INIA en suelos contrastantes conteniendo praderas de 2^{do} año mezcla de leguminosas y gramíneas sembradas sobre rastrojo de arroz.



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

Estas praderas de 2do año serán muestreadas durante la primavera con el objetivo de cuantificar la variabilidad de la producción de biomasa y fijación de N durante la edad de mayor productividad y la estación de mayor crecimiento de la misma.

Las pasturas y suelos (0-15cm) de todos los sitios seleccionados serán muestreadas cada 30 días por INIA durante la primavera (1 Sept, 1 Oct, 1 Nov, 1 Dic) de los tres años a evaluar. Además del muestreo de forraje y suelos de la pasturas sembradas, en cada corte se obtendrán también muestras de gramíneas puras de una zona aledaña (con similar tipo de suelo) y muestras de suelo de esa zona.

El procesamiento inicial de todas las muestras de suelo y forraje obtenidas de los ensayos y relevamientos será realizado por el INIA, lo que incluye composición botánica (forraje), secado (suelo y forraje) y molido primario (suelo y forraje).

CATNAS realizará análisis de N total y de relación isotópica $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ y estimará la fijación simbiótica de N (proporción y cantidad) en todas las muestras enviadas por INIA. Estas estimaciones se realizarán utilizando la metodología de abundancia natural. En las muestras de suelo CATNAS realizará además análisis de P y N mineral (NH_4 y NO_3). Además, CATNAS en colaboración con INIA instalarán dentro de los ensayos algunas parcelas adicionales con agregado de ^{15}N para estimar la fijación simbiótica con la técnica de dilución isotópica.

El resultado esperado de ambos tipos de actividades será información respecto a:

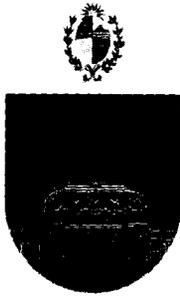
- Rango de N fijado por pasturas mezcla en suelos contrastantes durante el año y estación de mayor productividad y crecimiento de las mismas.
- Relación entre cantidad y proporción de N fijado durante la vida productiva de la pastura y su ciclo con niveles contrastantes de P del suelo (la principal limitante de la productividad de las pasturas) en distintos suelos.

Esta información permitiría construir un modelo sencillo que permita estimar la cantidad de N fijado por pasturas antecesoras al arroz en base, por ejemplo, a la edad al momento de su incorporación, composición botánica de la pastura en ese estadio, y productividad estimada (en base al manejo y al nivel de P en el suelo). Este modelo puede ser refinado en estudios posteriores incorporando nuevas variables, como otros tipos de suelo, información de clima, etc.

La estimación de la extracción de N realizada por los animales en pastoreo para incluir en el modelo será realizada en base a coeficientes técnicos obtenidos de la bibliografía y a consultas con especialistas del área de producción animal de la UDELAR (FAGRO, FACVET) y el INIA.

b-II. Dinámica de N en suelos con distintos manejos durante el barbecho

El manejo de suelo recomendado para el cultivo de arroz a la salida del ciclo de pasturas consiste en el laboreo, nivelación y drenaje anticipado de la chacra en el verano-otoño



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

previo a la siembra del cultivo en la primavera a los efectos de sembrar en la época óptima y asegurar una buena implantación que son claves en la obtención de altos rendimientos. No obstante, este manejo puede implicar pérdidas de N significativas durante el barbecho en la medida que no se logre atrapar el N liberado durante el laboreo para luego ser aprovechado durante el cultivo de arroz.

Se pretende caracterizar la evolución de formas minerales de N durante el período de barbecho bajo diferentes tratamientos de manejo de suelo. Estos ensayos que ya vienen siendo realizados por INIA en forma independiente a este acuerdo tienen como uno de sus objetivos encontrar alternativas de manejo para reducir las pérdidas de N durante este período en el cual el suelo permanece descubierto.

Los tratamientos planteados son los siguientes (cultivos trampa)

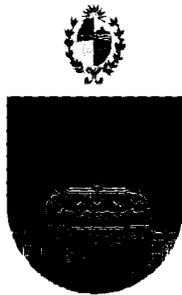
1. Sin control de vegetación durante barbecho (malezas)
2. Con control de vegetación durante el barbecho (herbicida)
3. Cultivo de cobertura de Suddan Grass (fin de verano otoño).
4. Cultivo de cobertura de Raigras durante otoño-inv.
5. Cultivo de cobertura de Trébol Rojo durante otoño-inv.

Uno de estos ensayos ya está instalado en la EEE, con antecesor de retorno (pastura regenerada), y se instalará otro con antecesor de pradera en el próximo año.

Durante el período de barbecho, que comprende desde el inicio del laboreo (enero-febrero) hasta la siembra del cultivo de arroz (setiembre-octubre), el INIA tomará periódicamente muestras de suelo superficiales (0-15 cm) y en algunas ocasiones sub-superficiales (15-30). El INIA tendrá también a su cargo el secado y el molido primario de las muestras de suelo.

Para determinar biomasa producida al final del período de crecimiento, INIA realizará en todos los tratamientos los cortes correspondientes y procederá al secado y eventual separación de las partes de planta y/o componentes botánicos presentes. El momento del corte será al momento de eliminar la vegetación e inmediatamente previo a la siembra del cultivo de arroz. El procesamiento, secado y molido de estas muestras también será realizado por el INIA.

En las muestras de suelo CATNAS realizará el molido secundario para los análisis que lo requieran y el análisis de N mineral en todas las muestras, así como de N total y N mineralizable en aquellas muestras obtenidas al inicio y al final del muestreo. Se realizarán además, de común acuerdo, análisis de relación isotópica ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) en una porción de las muestras, de tal manera de que los costos de estos análisis no excedan el presupuesto previsto.



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

En las muestras de planta de los diferentes tratamientos CATNAS realizará análisis de N total y de relación isotópica ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$), estimando cantidad de N total que se va a incorporar al suelo y cantidad de N fijado en el tratamiento de leguminosa.

Se explorará la posibilidad de realizar un monitoreo de la desnitrificación en los tratamientos sin vegetación y con raigras, interaccionando con el grupo de Bioquímica de FAGRO y de microbiología de la FQ (UDELAR) que se encuentran ejecutando un proyecto FPTA relacionado a emisión de Gases Efecto Invernadero de los sistemas arroz-pasturas y que periódicamente toman información de los ensayos.

Este trabajo aportará información sobre:

- Cantidades de N total, N mineralizable y N mineral presentes al comienzo del barbecho para distintos antecesores (retorno, pradera).
- Pérdidas de N mineral durante el barbecho y su variación en los diferentes tratamientos.
- Cantidades de N total, mineralizable y mineral presentes inmediatamente previo a la siembra de arroz, para distintos antecesores (retorno, pradera) y diferentes tratamientos de manejo de suelo.

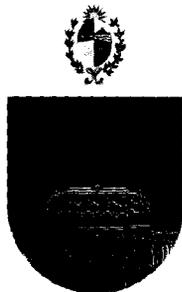
Esta información permitiría seleccionar aquellas alternativas de manejo que permitan incrementar la eficiencia de uso por el arroz del N mineralizado durante el barbecho, y evaluar la importancia del aporte del N fijado de forma simbiótica ó no simbiótica en este periodo.

III. Dinámica de N durante el cultivo de arroz

Ensayos.

Se trabajará con los mismos ensayos descritos en el ítem b-III. A la siembra del arroz, las parcelas de cultivos de cobertura serán subdivididas para evaluar respuesta a distintas dosis de N distribuidas entre la siembra y el primordio.

Tratamiento de Manejo	Dosis de N			
	0 Kg N/ha	40 Kg N/ha	80 Kg N/ha	120 Kg N/ha
1. Cobertura Malezas	0 Kg N/ha	40 Kg N/ha	80 Kg N/ha	120 Kg N/ha
2. Sin vegetación	0 Kg N/ha	40 Kg N/ha	80 Kg N/ha	120 Kg N/ha



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

3. Cobertura Sorgo	0 Kg N/ha	40 Kg N/ha	80 Kg N/ha	120 Kg N/ha
4. Cobertura Raigras	0 Kg N/ha	40 Kg N/ha	80 Kg N/ha	120 Kg N/ha
5. Cobertura TROjo	0 Kg N/ha	40 Kg N/ha	80 Kg N/ha	120 Kg N/ha

En cada ensayo INIA realizará muestreos de suelo superficiales (0-15cm) por tratamiento de cobertura en los estadios de macollaje, primordio y madurez fisiológica en la parcela testigo de 0 N. En estos mismos estadios se extraerán por tratamiento muestras de planta de arroz. Además, solo en el estadio de madurez fisiológica INIA tomará muestras de malezas y pasturas dentro y fuera del área de cultivo. A la cosecha, INIA realizará estimación de rendimiento en cada combinación de manejo y dosis de N. Al igual que en los ítems anteriores, INIA será responsable del procesamiento y molido de las muestras de suelo y planta,

En todas las muestras de planta obtenidas en los estadios de macollaje, primordio y madurez fisiológica CATNAS realizará análisis de N total. Solamente en las muestras de planta obtenidas en madurez fisiológica, CATNAS analizará además la relación isotópica ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$). CATNAS realizará análisis de N mineral en todas las muestras de suelo, así como de N total y N mineralizable en aquellas muestras obtenidas en madurez fisiológica. En estas últimas muestras (madurez fisiológica) se analizará también la relación isotópica ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$).

Los resultados se analizarán tanto por medio de técnicas convencionales basadas en el contenido de N total de plantas y de distintas formas de N mineral en suelo como a través de relaciones isotópicas. Se espera que ambos resultados se complementen. Se detallan a continuación solo algunos de los posibles ejemplos de análisis de resultados basados en cada uno de estos dos enfoques.

Contenido de N total

- Cantidad de N absorbido por el arroz en la parcela testigo (0 N) para los diferentes tratamientos de manejo de suelo. Este valor indicaría como el manejo previo afectó la capacidad de suministro de N del suelo y el mismo integra los efectos de pérdida y ganancia de N durante el barbecho. Además, se podrá diferenciar esta información para suelos con antecesor de retorno y de pradera.
- Cantidad de N absorbido por el arroz proveniente del fertilizante. Para esto se compara el valor de N absorbido por los tratamientos con fertilizante en relación al testigo.

Variaciones de abundancia natural de $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

- Eficiencia de uso de N del fertilizante, estimada a través del cambio en abundancia natural a través del delta-¹⁵N de las plantas en los distintos tratamientos de fertilización. Para esto se debe determinar el valor delta-¹⁵N del fertilizante.
- Cantidad de N proveniente de la fijación simbiótica. Esta información se obtendría comparando en madurez fisiológica el valor de delta-¹⁵N del cultivo con la de otro cultivo similar que no venga de pradera (otro ensayo). Se podría estimar además el aporte por fijación del tratamiento 5 de manejo de suelo (leguminosa), comparando el valor isotópico con el de los otros tratamientos de manejo.
- Cantidad de N proveniente de la fijación no simbiótica ocurrida durante el período de cultivo. Esta información se obtendría comparando el valor de abundancia natural del cultivo en madurez fisiológica con el de plantas vecinas no fijadoras endógenas dentro del ensayo y el de plantas de fuera del ensayo. Si la fijación de N fuera significativa, existiría un valor isotópico menor en las plantas de arroz. Si en cambio, la contribución de la fijación no fuera importante, no existirían diferencias de valor isotópico.

Relevamientos.

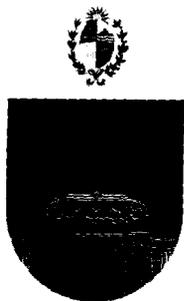
Se plantea realizar además un relevamiento de niveles de abundancia natural de ¹⁵N en muestras de suelo y planta de diferentes chacras que incluyan retornos de pradera de leguminosas y retorno campo bruto con objetivos similares al trabajo anterior pero sin tratamientos de manejo o N. Se plantea como objetivo la selección de 6 chacras por zafra, 3 sobre pradera y 3 sobre campo bruto durante al menos 2 zafras.

La hipótesis de trabajo es nuevamente que las fuentes de N derivadas de la fijación de N van a diluir el ¹⁵N absorbido por las plantas, por lo que diferencias de delta-¹⁵N entre suelo y planta o entre plantas de distinta especie (arroz y malezas) pueden ser indicadores de la magnitud de la FBN.

Se plantea analizar:

- Hojas de plantas de arroz en madurez fisiológica (momento de máxima absorción de N),
- Hojas de plantas de malezas (muestrear la diversidad presente en el cultivo: dentro del área de cultivo así como en bordes)
- Suelo: proveniente del área de plantas de arroz y plantas maleza
- Fertilizante N

c) Autoría de la información



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

Todos los análisis de resultados y publicación de los mismos serán realizados en co-autoría por INIA y CATNAS.

d) Presupuesto anual

INIA EEE abonará a la Facultad de Agronomía un monto anual de US\$ 6.500. Este monto no comprende a lo que INIA deba abonar por concepto de los análisis que deba realizar CATNAS.

02