



**ANEXO C**  
**INFORME DE RESULTADOS**  
**PLAN DE TRANSFERENCIA TECNOLÓXICA 2010**

**Nº DE PROTOCOLO:** 10/62

**1.- TÍTULO DA ACTIVIDADE:**

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> Y CO<sub>2</sub>) EN PRADERAS PASTADAS

**2.- UNIDADE ADMINISTRATIVA ORGANIZADORA:**

(centro de investigación/CFEA/OAC...)

CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS DE MABEGONDO

**3.- LOCALIZACIÓN DA ACTIVIDADE:**

Enderezo: Cra Betanzos-Mesón do Vento, km 8

Concello: Abegondo

Provincia: A Coruña

**4.- RESPONSABLE:**

Tfno.: 981 64 79 02

Juan Castro Insua

**5.- DATOS DO COLABORADOR:**

Nome e apelidos:

Tfno.:

Enderezo:

Concello:

Provincia:

NIF:

**6.- INTRODUCCIÓN:**

La UE mediante directivas y acuerdos ha tratado de limitar las emisiones de contaminantes hacia el aire: el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (1992) y el protocolo de Kyoto (1997) recogen el compromiso de países desarrollados para reducir las emisiones de los principales gases que contribuyen al efecto invernadero (GEI). En las actividades agrícolas existen tres fuentes principales de GEI: el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) procedente de suelos y aplicación de fertilizantes, el metano (CH<sub>4</sub>) debido a la fermentación entérica de rumiantes y el N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub> derivados del manejo de purines y estiércoles.



Galicia por sus condiciones climáticas posee una gran capacidad para producir pastos y las praderas representan el 37% de la SAU. La fertilización nitrogenada de praderas en zonas húmedas se asocia con un gran potencial para la producción de  $N_2O$ . En el caso de praderas pastadas, confluyen varios factores que pueden incrementar la emisión de  $N_2O$ : altos contenidos en materia orgánica, elevadas concentraciones de N mineral en los suelos procedentes de los parches de heces y orinas y compactación del suelo por la presencia continua del ganado. Además, no hay que olvidar que el aporte de purines al suelo y las deyecciones de ganado, a parte del  $N_2O$ , también llevan consigo la producción de otros GEI como  $CH_4$  y  $CO_2$  y que son muy pocos los estudios en los que se ha llevado a cabo una valoración conjunta de los tres gases.

El objetivo general del campo de ensayo fue obtener prácticas agrarias más sostenibles y estrategias adecuadas de mitigación en materia de emisiones de gases de efecto invernadero.

Como objetivos específicos se plantearon los siguientes:

- 1) Cuantificar emisiones de GEI:  $N_2O$ ,  $CH_4$  y  $CO_2$  en praderas pastadas
- 2) Establecer relaciones de las emisiones con parámetros edafo-climáticos (humedad del suelo, pH, temperatura, evolución del N mineral en suelo, mineralización del N, C y N microbiano y fracciones orgánicas de C y N solubles en agua)
- 3) Evaluar la influencia del tipo de fertilización (orgánica, mineral) en la producción de GEI
- 4) Evaluar el efecto del tipo de fertilizante en la composición botánica, producción y calidad forrajera
- 5) Obtener estrategias de manejo transferibles al sector agrícola-ganadero donde se contemple aspectos productivos y ambientales

## **7.- MATERIAL E MÉTODOS:**

El ensayo experimental se llevó a cabo la finca experimental del CIAM entre los meses de abril a noviembre de 2010 en praderas de raigrás inglés (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.) bajo manejo de pastoreo. El análisis de suelo inicial indicó (capa 0-30 cm) que se trataba de un suelo con textura franco-limosa (capa 0-30cm: 27% arena, 56% limo, 17% arcilla), con un contenido del 31,14% C total, 2,53% N total y 53,55% de materia orgánica (MO).

El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones, una superficie de parcela de 0,2 ha y dos tratamientos de fertilización: fertilización mineral y fertilización orgánica empleando purín de vacuno aplicado en inyección. Las fertilizaciones se realizaron en primavera (31 mayo) y en el otoño (4 octubre).

El tratamiento mineral consistió en un primer aporte (mayo) de 40 kg N empleando abono complejo 15:15:15 y una segunda aplicación (octubre) de 40 kg N empleando nitrato amónico cálcico 27%. En el tratamiento con purín, la cantidad de N aplicada en cada fertilización y las características de los purines empleados se muestran en la Tabla 1. Los aportes de fósforo y potasio fueron semejantes en ambos tratamientos siendo la cantidad final aplicada de 68 kg/ha  $P_2O_5$  y 204 kg/ha  $K_2O$ .



**Tabla 1. Características químicas de los purines de vacuno empleados y cantidad de N aplicado en cada fertilización.**

Fecha	Dosis	Densidad	<sup>(1)</sup> MS	MO	N	P	K	N aplicado
31/05/2010	24,7	1,43	9,0	735,5	39,5	6,1	34,8	126
4/10/2010	18	1,35	8,8	768,1	34,8	5,7	43,1	74

<sup>(1)</sup> MS: materia seca.

Cuando las condiciones del pasto fueron las adecuadas el ganado (vacas de leche) pastoreó de forma rotacional en tres ocasiones, permaneciendo en cada parcela una media de 3 días.

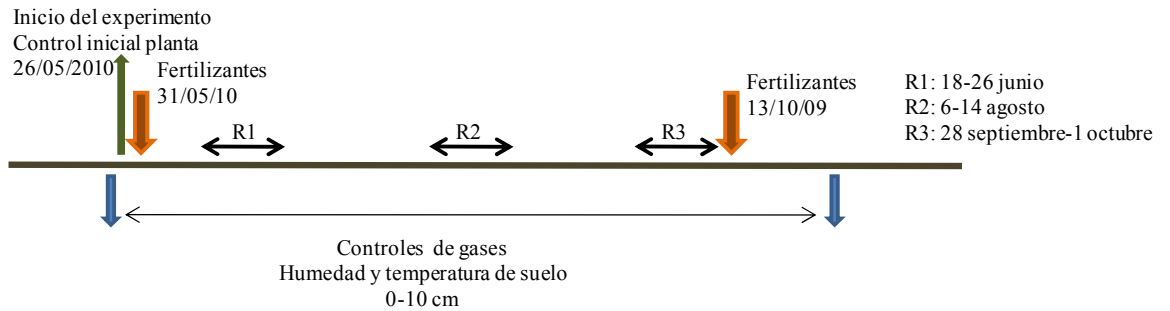
La cantidad de forraje ingerido por el ganado fue determinada a partir de muestras de planta tomadas antes y después de cada entrada de ganado en las parcelas empleando para el muestreo un cuadrado metálico de 0,6 m\*0,6 m. En estas muestras se determinó la materia seca mediante secado en estufa de aire forzado a 80°C durante 16h así como siguientes parámetros de calidad mediante espectroscopia NIR: contenido en MO, proteína bruta, lignocelulosa (FAD), fibra neutro detergente (FND), contenido de carbohidratos solubles en agua (CSA) y digestibilidad de la MO.

En los primeros días que siguieron a la aplicación de fertilizantes los muestreos de gases fueron más frecuentes para recoger la emisión de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. A continuación se llevaron a cabo 3 muestreos semanales (en total 50 muestreos entre el 31 de mayo y el 3 de noviembre). El método de muestreo utilizado fue el de la cámara cerrada descrito por Ryden y Rolston (1983). En cada muestreo se mantenían cerradas tres cámaras de PVC por parcela (25 cm diámetro x 36 cm de altura) durante un período de 45 a 90 min, tras el cuál se recogía una muestra gaseosa de 10 ml que era almacenada en *vacutainers* hasta su análisis. La concentración de los gases fue determinada mediante cromatografía de gases con detector de <sup>63</sup>Ni ECD y FID. Las pérdidas de N<sub>2</sub>O acumuladas para un determinado periodo se obtuvieron asumiendo un valor medio de emisión entre dos fechas de muestreo consecutivas.

Tras los muestreos gaseosos se tomaban muestras de suelo en la capa superficial de 10 cm dentro de cada cámara, se unieron y se procesó una única muestra por parcela. Los contenidos de nitratos y amonios fueron determinados en el extracto 1:2 (suelo: 1N KCl) por métodos colorimétricos utilizando un autoanalizador de flujo segmentado (MT7, Bran+Luebbe). El resto de la muestra de suelo se utilizó para determinar el porcentaje de humedad en base al peso seco del suelo introduciendo para ello la muestra en estufa a 105 °C hasta peso constante. Utilizando este valor y la densidad aparente para la capa de 0-10 cm se expresó el valor de humedad en porcentaje de volumen de poros del suelo llenos de agua (% WFPS= ((H<sub>2</sub>O)<sub>ps</sub> x d<sub>aparente</sub>)/Porosidad\*100, Porosidad= (1-d<sub>aparente</sub>)/2,65, siendo 2,65 la densidad de partícula del suelo (mg/m<sup>3</sup>).

También se analizaron en la capa de 0-10 cm otros parámetros de actividad microbiana y relacionados con el ciclo del C y N en el suelo como mineralización de N, biomasa de C y N, respiración microbiana y fracciones de C y N solubles en agua.

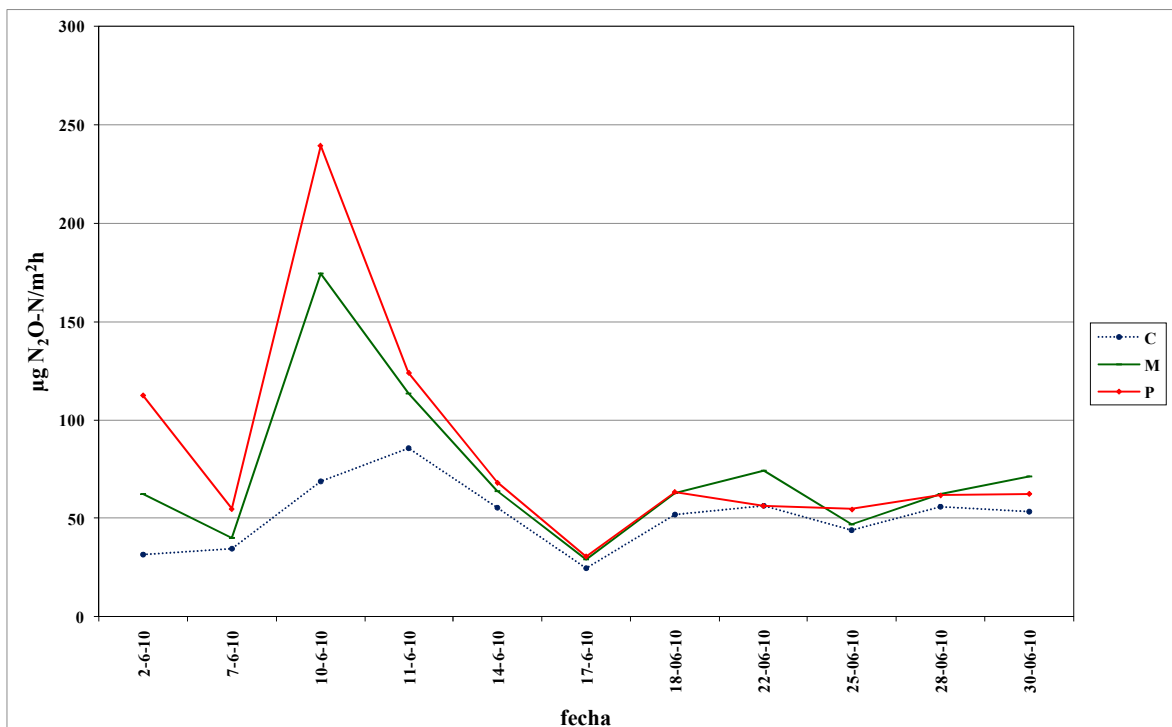
En la Figura 1 aparece un esquema del desarrollo del experimento. R: entrada del ganado en las parcelas.



**Figura 1. Esquema recopilatorio del desarrollo del experimento. R: Rotaciones por el ganado.**

## 8.- ANÁLISE DE RESULTADOS:

Una vez realizados todos los muestreos en campo (planta y suelo) actualmente se están completando los análisis de las muestras en laboratorio. Así mismo, se ha trabajado en la puesta a punto de la técnica cromatográfica para la determinación en simultáneo de los tres gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O y, a fecha de emisión del presente informe sólo se dispone de algunos datos de emisión de N<sub>2</sub>O.

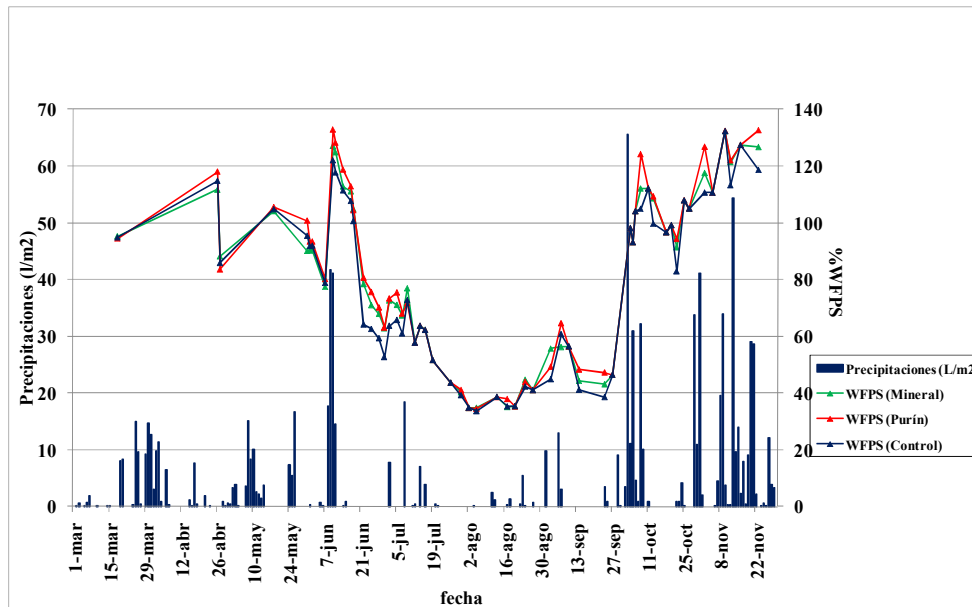


**Figura 2. Tasas diarias de emisión de N<sub>2</sub>O en los primeros muestreos. C: Control, M: Mineral, P: purín vacuno.**

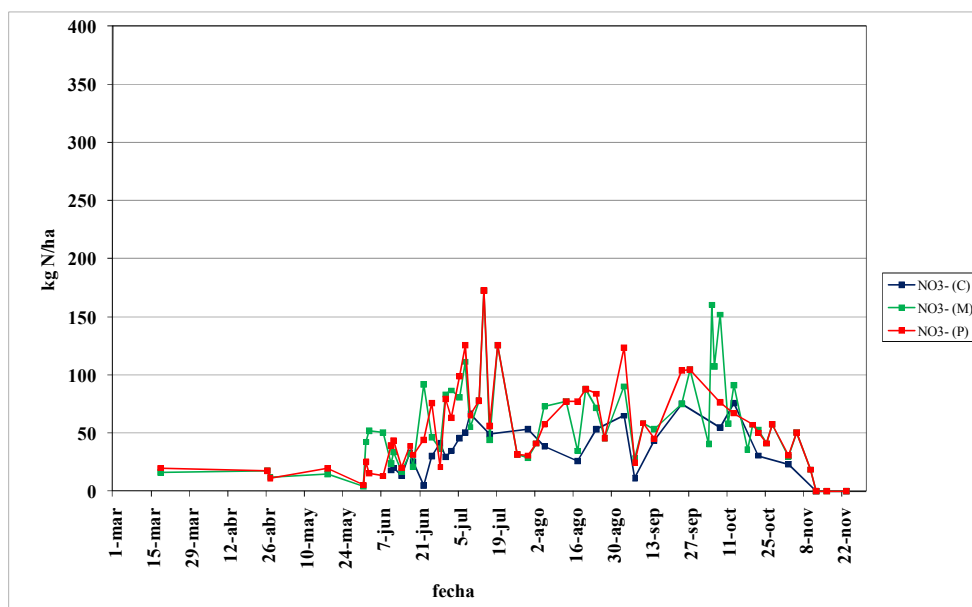
En la Figura 2 se representan las tasas diarias de emisión de N<sub>2</sub>O para los primeros muestreos efectuados tras la fertilización de mayo. Los valores de emisión oscilaron en el rango 24,82-85,76 µg N-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>h en el tratamiento control, entre 29,36-174,58 µg N-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>h en el tratamiento mineral y entre 30,85-239,23 µg N-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>h en el tratamiento de purín. En general, las tasas de emisión son bajas si se comparan con los resultados obtenidos en otros estudios realizados en praderas pastadas y fertilizadas de forma mineral en la misma zona de estudio. Se observa un incremento en la tasa de emisión el día 10/06/2010,



coincidiendo con un incremento de WFPS tras lluvias intensas (Figura 3) y contenidos elevados de nitrato en suelo (Figura 4). Como se deduce de comparar las Figuras 4 y 5 los contenidos de amonio fueron inferiores a los de nitrato a lo largo del experimento. Se observa en algunas ocasiones incrementos de amonio que en pocos días disminuyen lo que indica una tasa de nitrificación activa.



**Figura 3. Precipitaciones y porcentaje de poros del suelo llenos de agua (WFPS) durante el periodo muestreado.**



**Figura 4. Evolución de los contenidos de nitrato en la capa de suelo de 0-10 cm.**

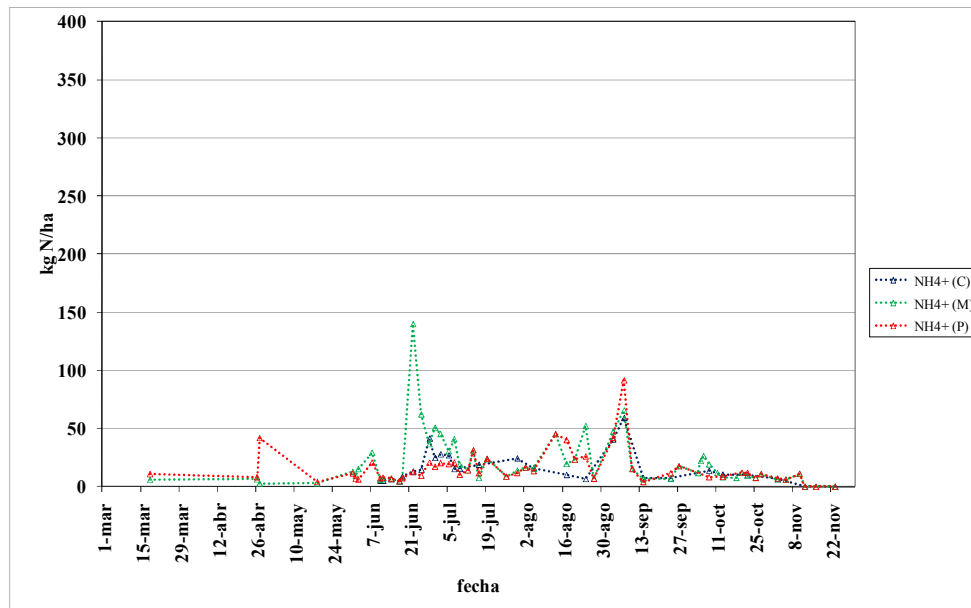


Figura 5. Evolución de los contenidos de amonio en la capa de suelo de 0-10 cm.

En la Tabla 2 se muestran los valores acumulados de N<sub>2</sub>O y la cantidad de N aplicado con los fertilizantes.

Tabla 2. Valores acumulados de N<sub>2</sub>O durante el primer mes de muestreo.

Tratamiento	N aplicado Kg N/ha	Emisión Kg N-N <sub>2</sub> O/ha
Control	0	0,36±0,02
Mineral	40	0,49±0,06
Purín vacuno	126	0,58±0,15

La cantidad emitida (Tabla 2) es baja aunque hay que tener en cuenta que en el cálculo se ha tenido en cuenta un periodo bastante corto de 28 días. Si se considera la cantidad de N emitido en relación al N aplicado el resultado es menor factor de emisión con el aporte de purín de vacuno que con fertilizante mineral.

Tabla 3. Propiedades biológicas en la capa de suelo de 0-10 cm. Muestréos: 1:25/01/2010, 2: 18/05/2010, 3: 16/07/2010.

Tratamiento	Muestreo	N mineralizado	N-biomasa	DON	Respiración	C-biomasa	DOC
Mineral	1	1.20±0.79	233±18	52±10	11.6±0.6	1369±175	41±9
Mineral	2	1.50±0.95	214±7	32±14	9.5±0.4	1221±61	40±5
Mineral	3	1.23±0.95	259±43	28±12	10.2±1.2	1625±78	21±8
P vacuno	1	1.17±0.35	129±25	49±13	7.4±2.4	1243±187	23±20
P vacuno	2	1.00±0.50	125±19	30±24	6.5±1.1	1213±164	26±19
P vacuno	3	0.80±0.36	176±26	25±18	5.8±1.0	1269±53	39±16

En la Tabla 3 se muestran los resultados de propiedades biológicas en tres muestreos efectuados a lo largo del año. Los parámetros de N-biomasa, C-biomasa y respiración son mayores en suelos



fertilizados con fertilización mineral que en los suelos en los que se ha empleado fertilización con purín. Los datos muestran una escasa estacionalidad. El mayor valor de la biomasa microbiana y su actividad en los suelos fertilizados con compuestos inorgánicos puede ser un efecto directo debido a un input de sustancias que los microorganismos emplean en su metabolismo o indirecto debido a cambios en la vegetación de la pradera.

## **9.- RESUMO E CONCLUSIÓNS:**

En el trabajo desarrollado se han cuantificado emisiones de gases de efecto invernadero como el N<sub>2</sub>O. A la vista de los resultados preliminares parece que es posible fertilizar praderas bajo un manejo de pastoreo con purín de vacuno inyectado sin que desde un punto de vista medioambiental se incremente el factor de emisión N<sub>2</sub>O emitido/N aplicado obtenido con una fertilización mineral convencional y sin que, por otra parte, disminuya el aprovechamiento del pasto por parte de los animales

## **10.- DATA E SINATURA DO RESPONSABLE:**

Fdo: Juan Castro Insua