

# Utilización de $^{15}\text{N}$ en estudios de los flujos brutos de nitrógeno en el suelo

**Cecilia del Carmen Videla**

**Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Mar del Plata**



**Isótopos: Son átomos de un mismo elemento  
que tienen diferente número de neutrones**



## ¿Cómo se expresa la presencia de un isótopo estable?

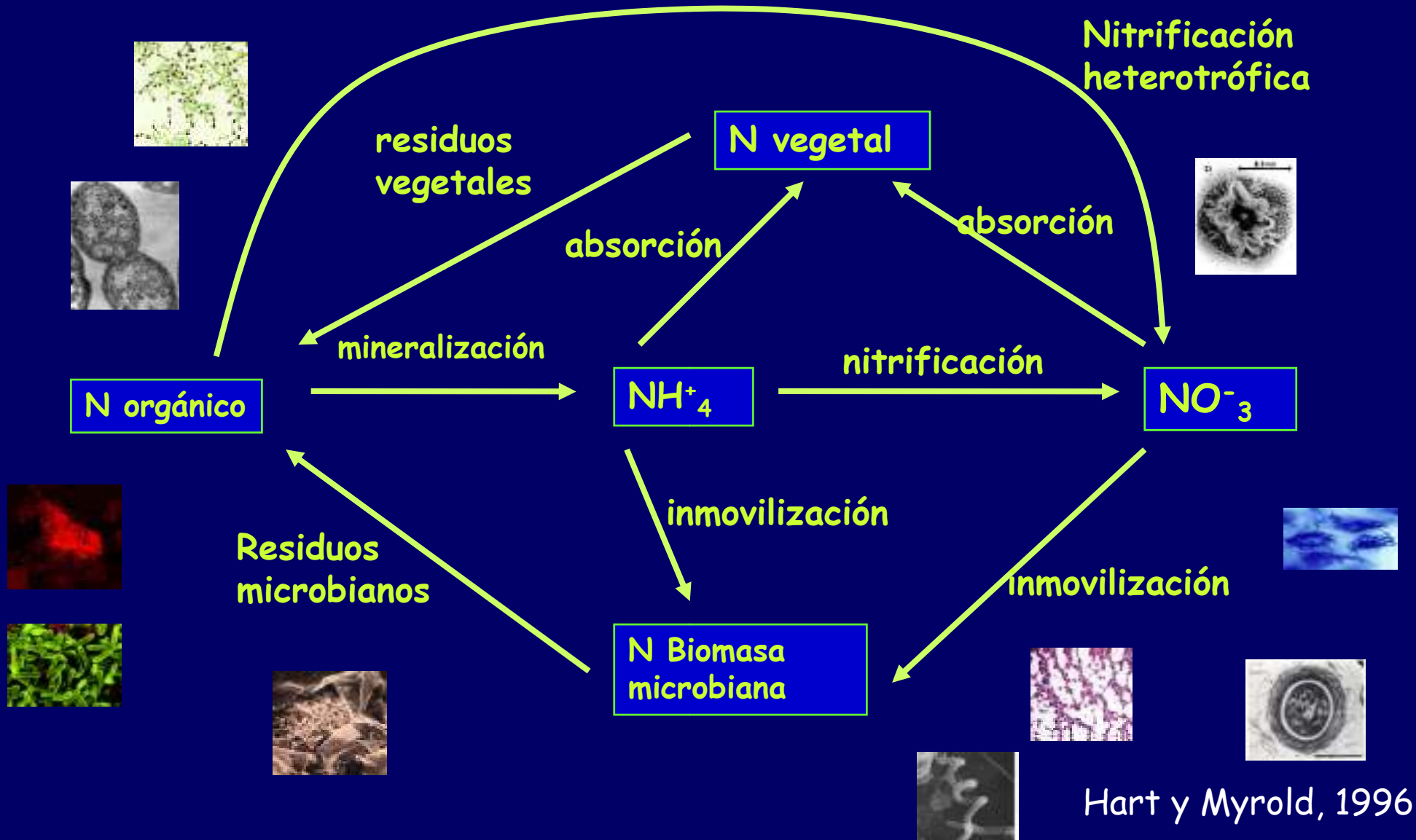
% de átomos en exceso: se usa para muestras enriquecidas en un isótopo estable y representa su abundancia por encima del valor de ocurrencia natural. Por ej.: una muestra con 5% de átomos en exceso tiene 5,366 % de átomos de  $^{15}\text{N}$  (y 94,634 % de átomos de  $^{14}\text{N}$ ).

$\delta\text{‰}$  (delta por mil): valores de variaciones relativas al nivel de la abundancia natural para isótopos estables:

$$\delta\text{‰} = \left( \frac{RM - RS}{RS} \right) * 10^3$$

**R = relación concentración del isótopo menos abundante y la del más abundante ( $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ ,  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ ) y M= muestra y S=patrón o standard.**

# TRANSFERENCIAS Y TRANSFORMACIONES EN EL CICLO INTERNO DEL N EN ECOSISTEMAS TERRESTRES



Hart y Myrold, 1996

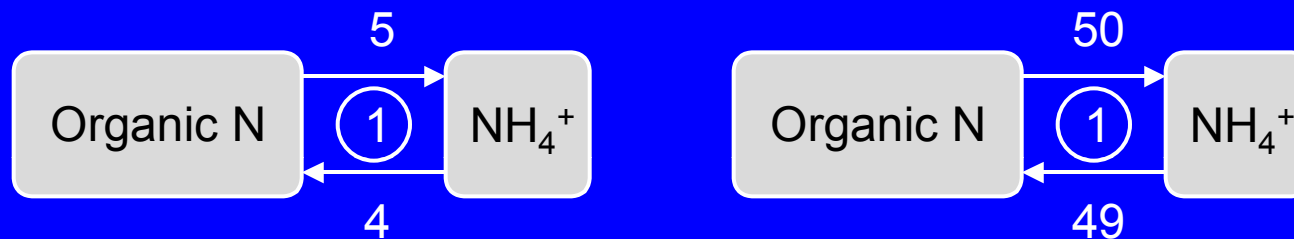
# Cuál es la diferencia entre mineralización neta y bruta???

La mineralización neta o líquida se refiere a la diferencia en el contenido de N mineral en un período de tiempo y comprende dos procesos opuestos: mineralización e inmovilización.

$$\text{Mineralización líquida} = \frac{[(\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-)_t - (\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-)_{t-1}]}{t}$$

El término **mineralización bruta** se refiere a la producción de amonio a partir de la materia orgánica del suelo independiente de los procesos que consumen amonio. Ella solo puede ser estimada utilizando  $^{15}\text{N}$ .

## Gross vs. Net Rates



Net production of  $\text{NH}_4^+$  or  $\text{NO}_3^-$  may *not* adequately describe the dynamics of N transformations

Stephen Hart, School of Forestry, NAU

## ¿Cuáles son las técnicas disponibles que utilizan $^{15}\text{N}$ para medir procesos brutos del ciclo del N????

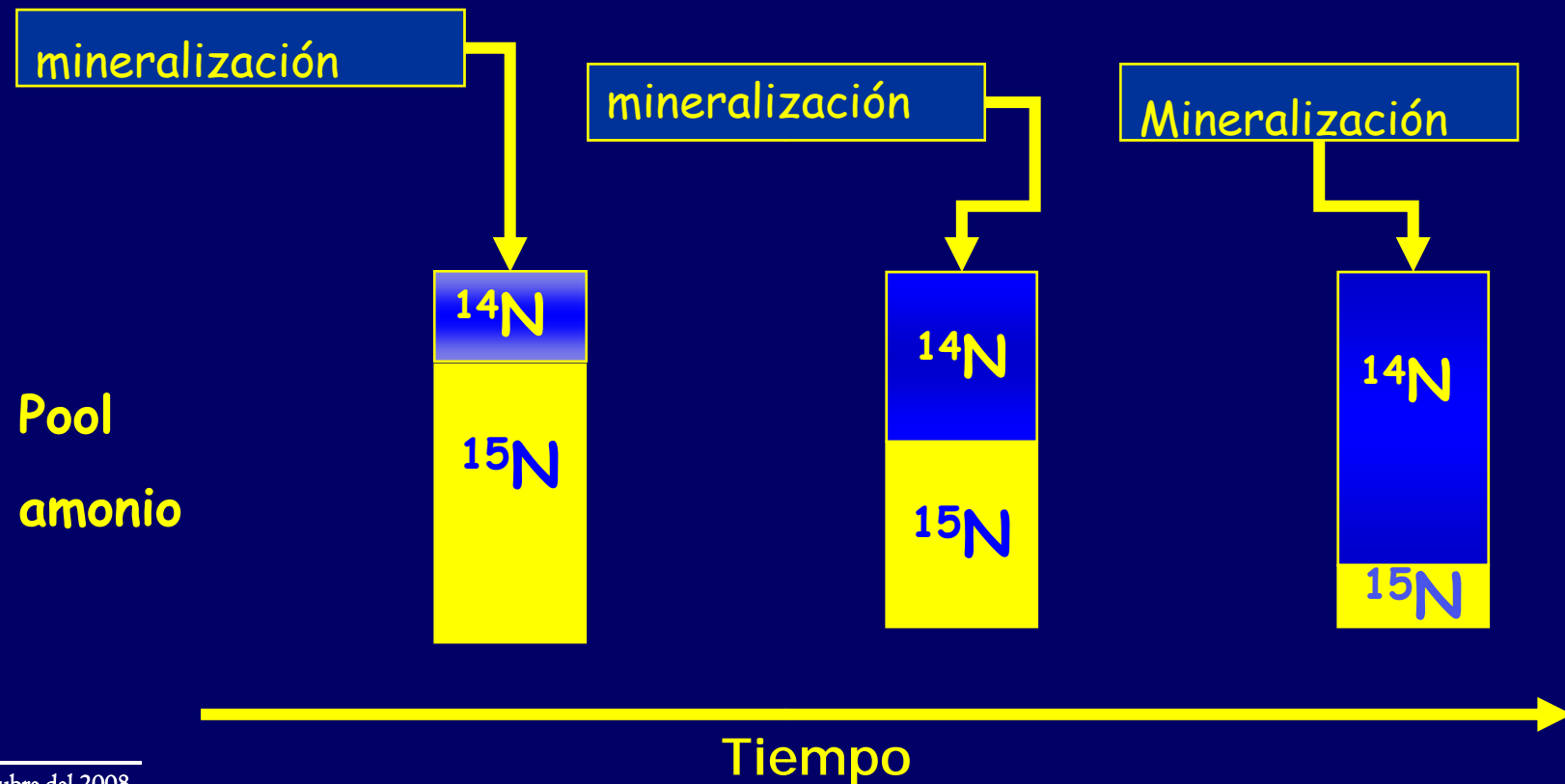
# Técnicas con  $^{15}\text{N}$  como trazador, donde el "pool substrato" es marcado y se monitorea el movimiento del isótopo en el sistema a través del tiempo.

# Técnicas de dilución del isótopo  $^{15}\text{N}$ , donde el "pool producto" es marcado y se monitorea la tasa por la que la producción altera el enriquecimiento isotópico del "pool".

# Técnicas de abundancia natural de  $^{15}\text{N}$  (leves diferencias en enriquecimiento isotópico de "pooles" del suelo resultan en discriminación biológica).

## Técnica de dilución del isótopo $^{15}\text{N}$

Se marca el pool producto de la mineralización ( $\text{NH}_4^+$ ) con una cantidad pequeña de  $^{15}\text{N}$ . La tasa de declinación de la abundancia de  $^{15}\text{N}$  del pool a través del tiempo es función de la tasa a la cual la mineralización introduce amonio no marcado desde la materia orgánica, diluyéndolo.





## Como calcular la tasa de mineralización bruta?

$$m = \theta (\log A^*_0 / A^*_t) / \log(1 + \theta t / A_0)$$

Kirkham, Bartholomew (1954)

Barraclough (1991)

Donde:  $m$  = tasa de mineralización

$$\theta = (A_t - A_0) / t$$

$A^*_t$  = abundancia en exceso de  $^{15}\text{N}$  en el tiempo  $t$

$A^*_0$  = abundancia en exceso de  $^{15}\text{N}$  en el tiempo 0

$t$  = tiempo (días)     $A$  = tamaño del "pool" amonio del suelo

## SUPUESTOS DE LA TÉCNICA DE DILUCIÓN DEL ISÓTOPO $^{15}\text{N}$

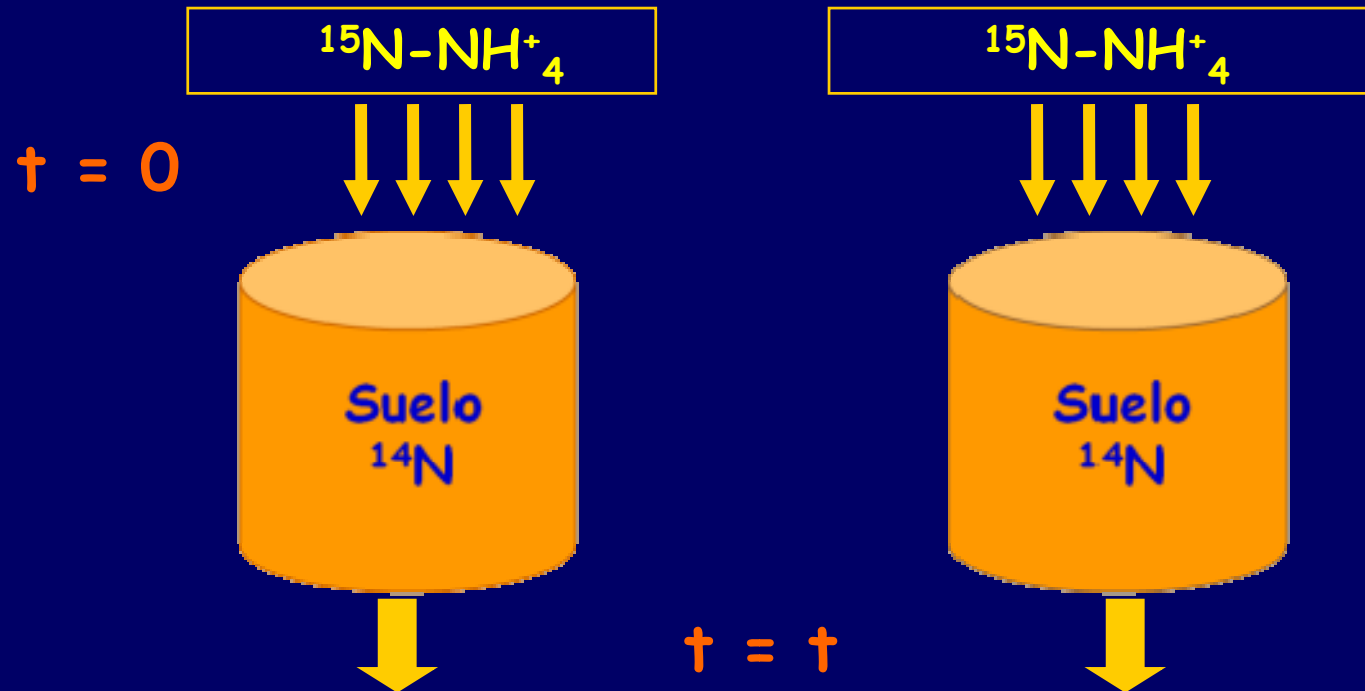
El marcador se debe mezclar uniformemente con el N nativo del suelo para asegurar una explotación proporcional del pool marcado.

Cinética de orden cero, o sea, todos los procesos a tasa constante durante todo el período experimental.

N mineralizado debe encontrarse a abundancia natural (no remineralización).

No debe ocurrir fraccionamiento isotópico.

## ¿Cómo aplicar la metodología en la práctica?



Determinación del contenido de  
N-amonio y  $^{15}\text{N}$

# Mineralización bruta del nitrógeno en suelos de Balcarce.

## Efecto del manejo y de la profundidad de muestreo

✓ Suelos: Argiudoles típicos y petrocálcicos

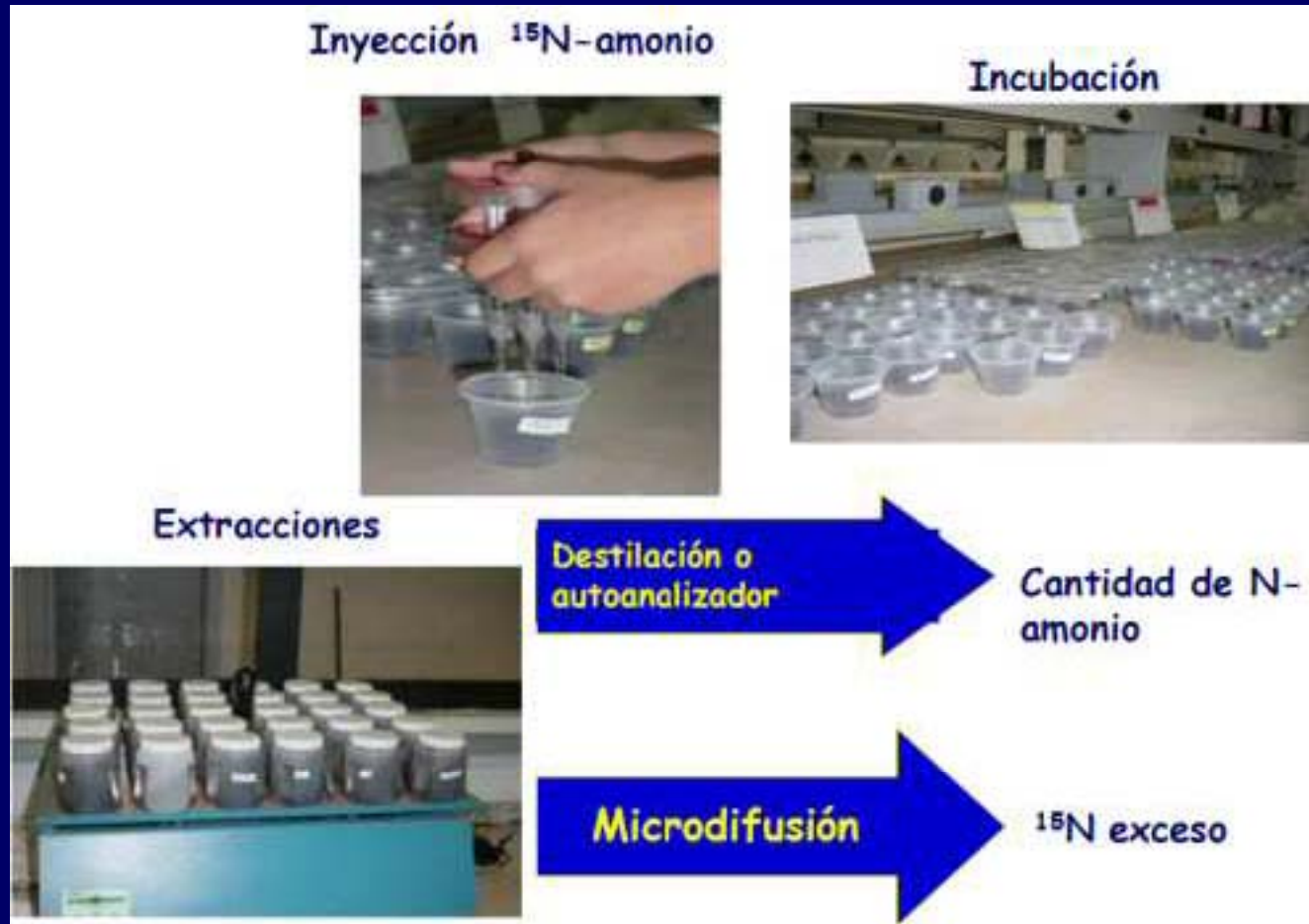
✓ Temperatura media anual 13,7°C

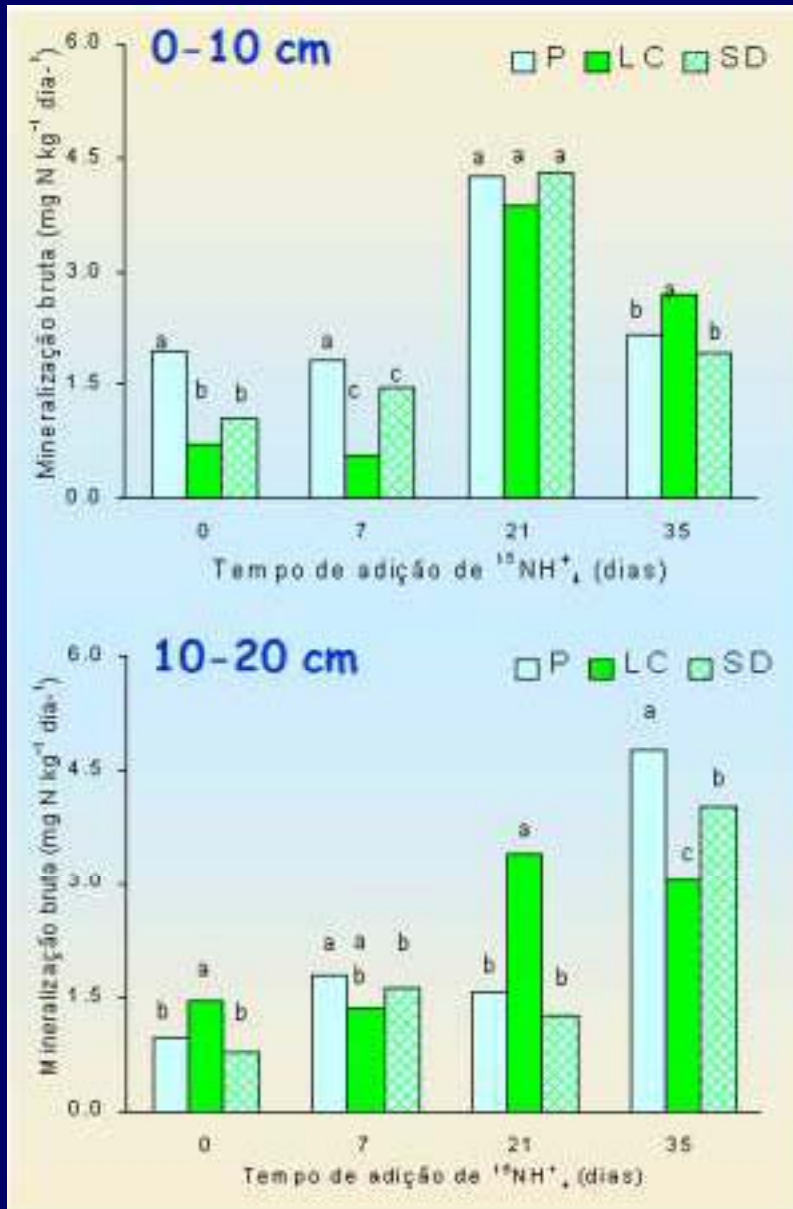
✓ Precipitación media anual 870 mm



**Objetivo:** determinar la influencia de los sistemas de manejo: labranza convencional (LC), siembra directa (SD) y pastura (P), y dos profundidades de suelo (0-10 y 10-20 cm) en las tasas de mineralización bruta del nitrógeno

# Mediciones en condiciones de laboratorio





Tasas de mineralización bruta en un suelo de Balcarce bajo pastura (P), labranza convencional (LC) y siembra directa (SD), de (A) y de (B).

Día 0

Día 7

Día 21

Día 35

P>LC=SD

P>SD>LC

P=LC=SD

LC>P=SD



## Producción total de N kg N ha<sup>-1</sup> período<sup>-1</sup>

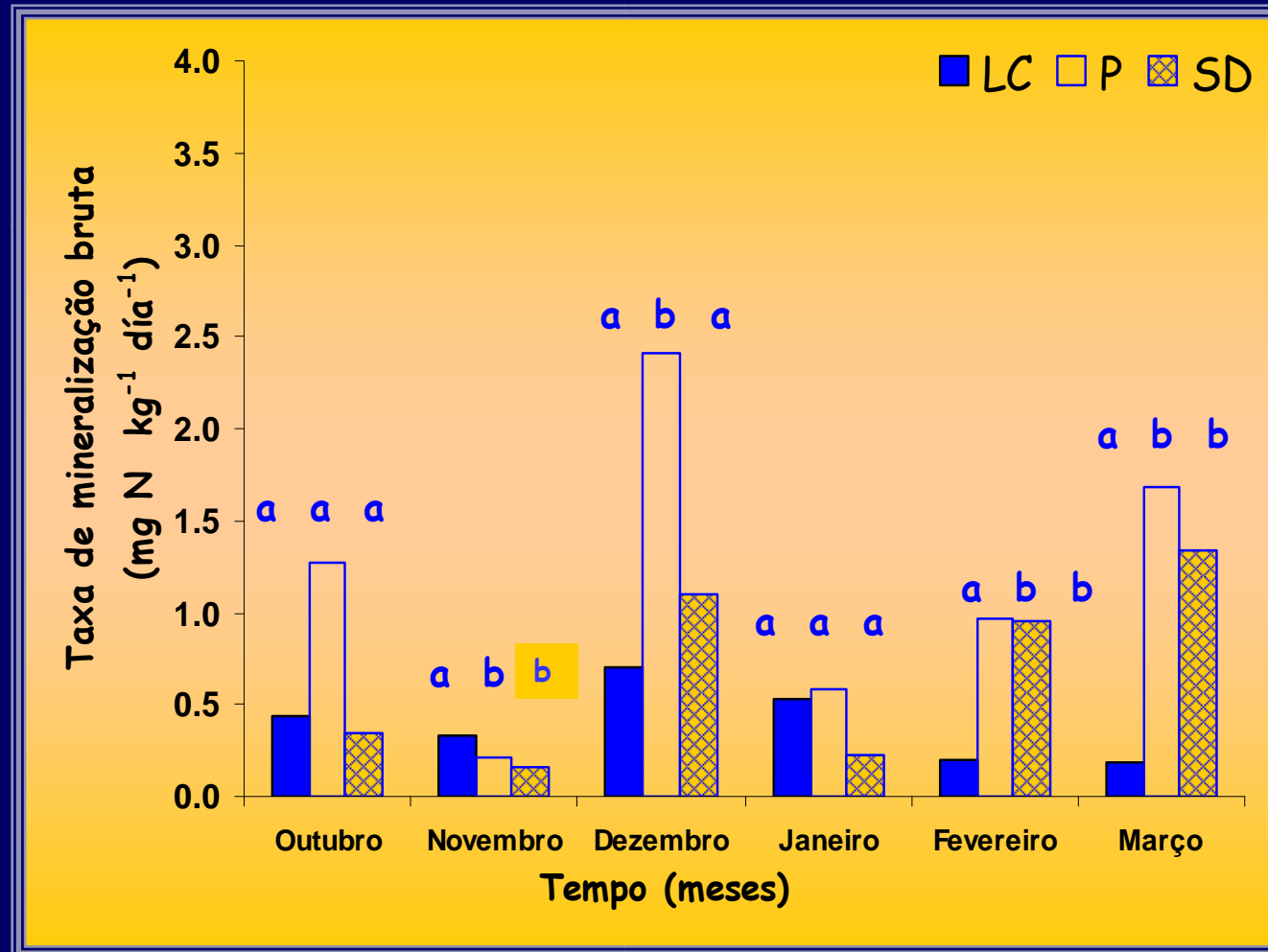
Manejo	Prof.	Min. Bruta	Min. Neta
LC	0-10	97.81	186.63
SD	0-10	111.61	151.89
P	0-10	121.52	95.91
LC	10-20	114.76	69.33
SD	10-20	85.56	8.80
P	10-20	98.97	37.55
	LC	212.56	255.96
	SD	197.18	160.69
	P	220.50	133.46

**Determinaciones de tasas de mineralización y consumo bruto a campo, realizadas mensualmente, de octubre de 2003 a marzo de 2004.**

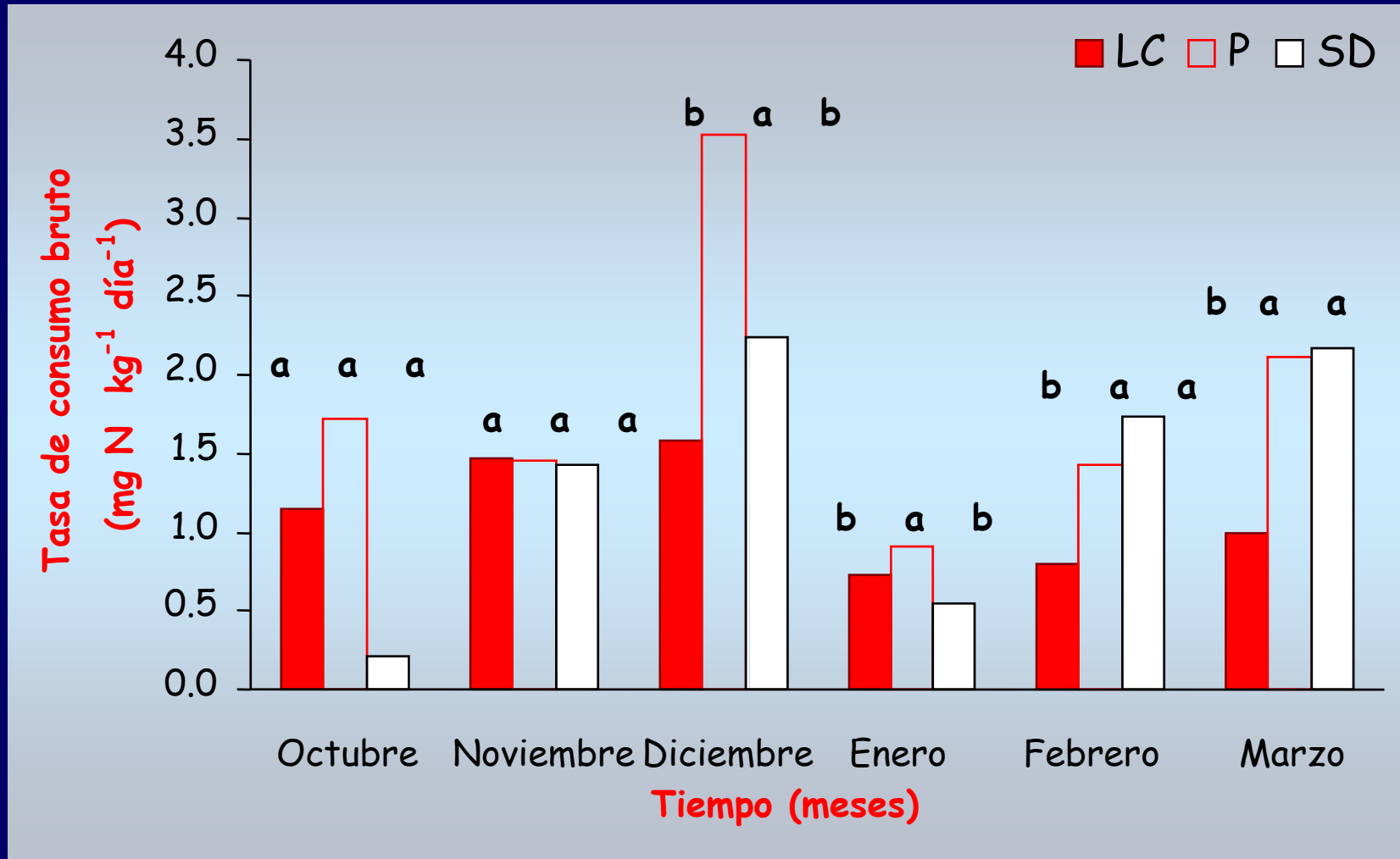




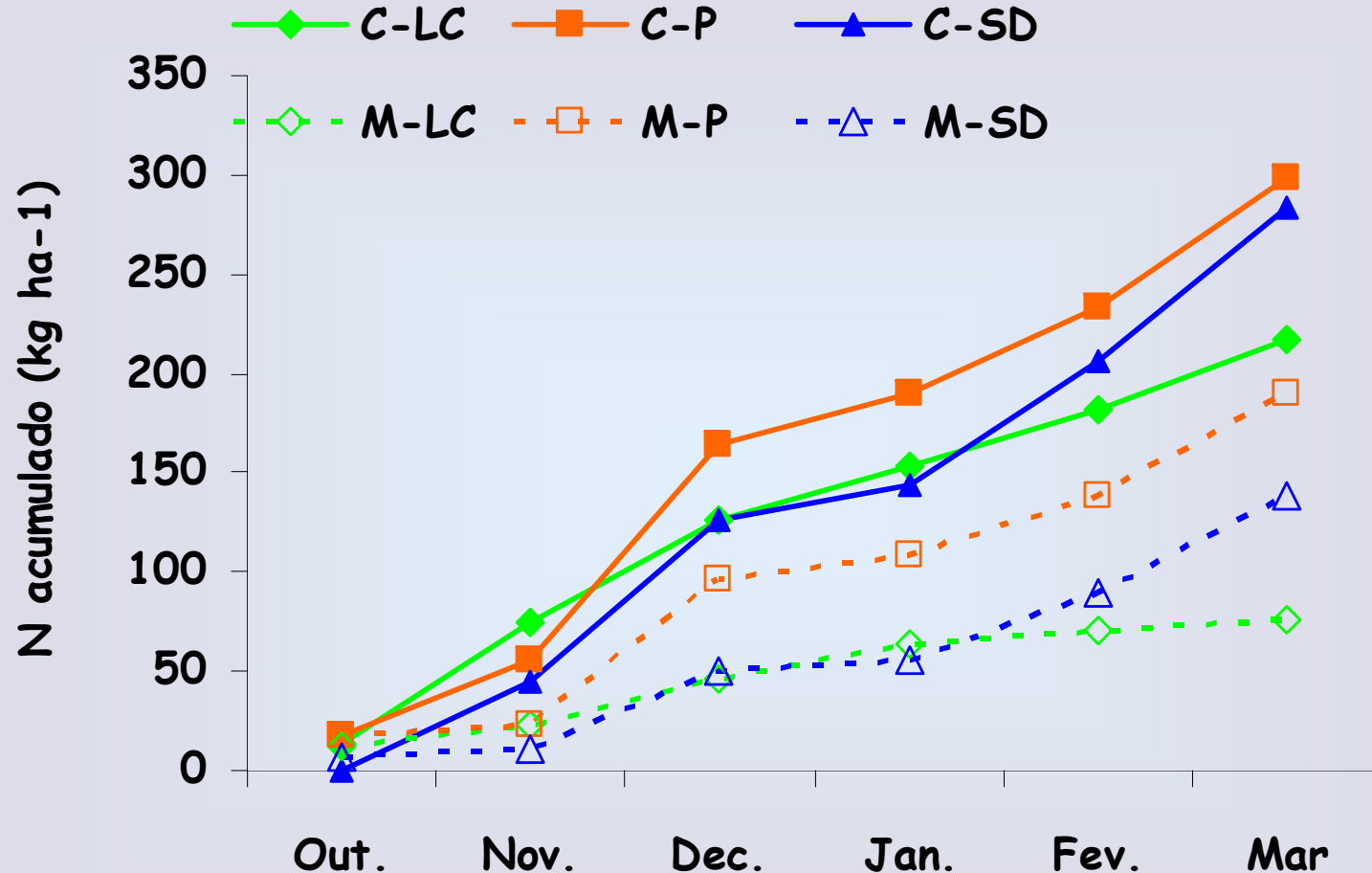
## Tasa de mineralización bruta en los manejos labranza convencional (LC), siembra directa (SD) y pastura (P) durante un ciclo agrícola del maíz.



## Tasa de consumo bruto en los manejos labranza convencional (LC), siembra directa (SD) y pastura (P) durante el ciclo agrícola del maíz.



## Acumulación de N mineralizado (M) y consumido (C) durante octubre 2003 a marzo 2004 en labranza convencional (LC), pastura (P) y siembra directa (SD).



## Conclusiones

La metodología de la dilución del  $^{15}\text{N}$  fue adecuada para cuantificar las TMB, tanto en condiciones de laboratorio como a campo

Las TMB y TCB presentaron elevada variación en el tiempo, asociada principalmente, a cambios en la humedad del suelo.

Las TMB y TCB de la pastura fueron, generalmente, mayores que las de LC y SD. La SD se diferenció de LC en los meses de febrero y marzo, tanto en la TMB como en la TCB. Las TCB fueron siempre mayores que TMB.

Las cantidades mineralizadas y consumidas, acumuladas en SD fueron mayores a las correspondientes de LC, aunque el cultivo de maíz no se benefició por ello, debido al defasaje entre el estadio de máxima demanda por N por el cultivo y la época de disponibilidad de N en el suelo.

## Reflexiones

La aplicación de  $^{15}\text{N}$  al estudio de los procesos de las transformaciones del N en suelos es una poderosa herramienta que contribuye a elucidar flujos "oscuros" (abrir cajas negras), cuantificar tasas de flujos y entender los procesos que controlan el ciclo del N.

Este potencial puede volverse peligroso con usos errados de la técnica. Todas las etapas de la metodología isotópica, desde el campo al laboratorio, requieren extremo cuidado en los detalles y respeto por los supuestos de validez de la técnica o modelo empleado

**Gracias por su atención!!!**