

Gases de Efecto Invernadero: ¿Qué son y cómo se afecta su emisión desde el Sector Agropecuario?

FEDIAP - Jornada Nacional para Instructores y
Jefes Sectoriales de Escuelas Agropecuarias.

Alejandro Costantini
Saladillo, Buenos Aires, 8/9/2016



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación



Fuente: IPCC 2007



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

LA CAUSA PRINCIPAL DEL CAMBIO CLIMATICO SON LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO

PFC

SF₆

CO₂

CH₄

VAPOR
DE
AGUA

HFC-23
(Freón 23)

N₂O

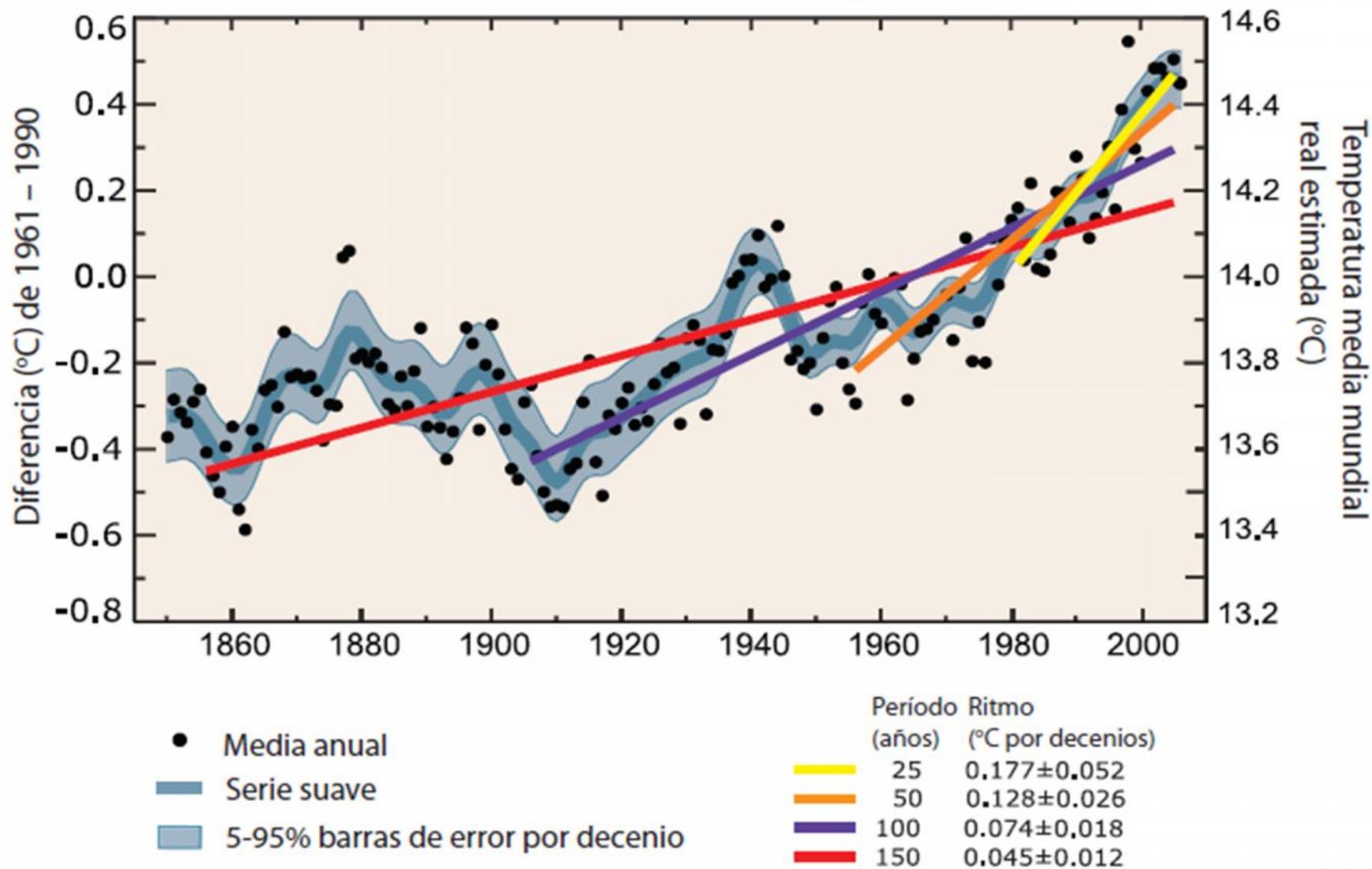
Potencial de Calentamiento Global

- ✓ Dióxido de Carbono (CO_2) = 1
- ✓ Metano (CH_4) = 25
- ✓ Óxido Nitroso (N_2O) = 295
- ✓ Hidrofluorocarbonos = 140 a 11700
- ✓ Fosfofluorocarbonos = 6500 a 9200
- ✓ SF_6 = 23900

Consecuencias del Calentamiento Global

- Alteraciones en las zonas actuales de vegetación (cambio en las productividad agropecuaria)
- Cambios en cantidad y distribución de las precipitaciones
- Derretimiento de glaciares
- Aumento en el nivel del mar
- Cambios en los ecosistemas (extinción de especies)

Temperatura media mundial

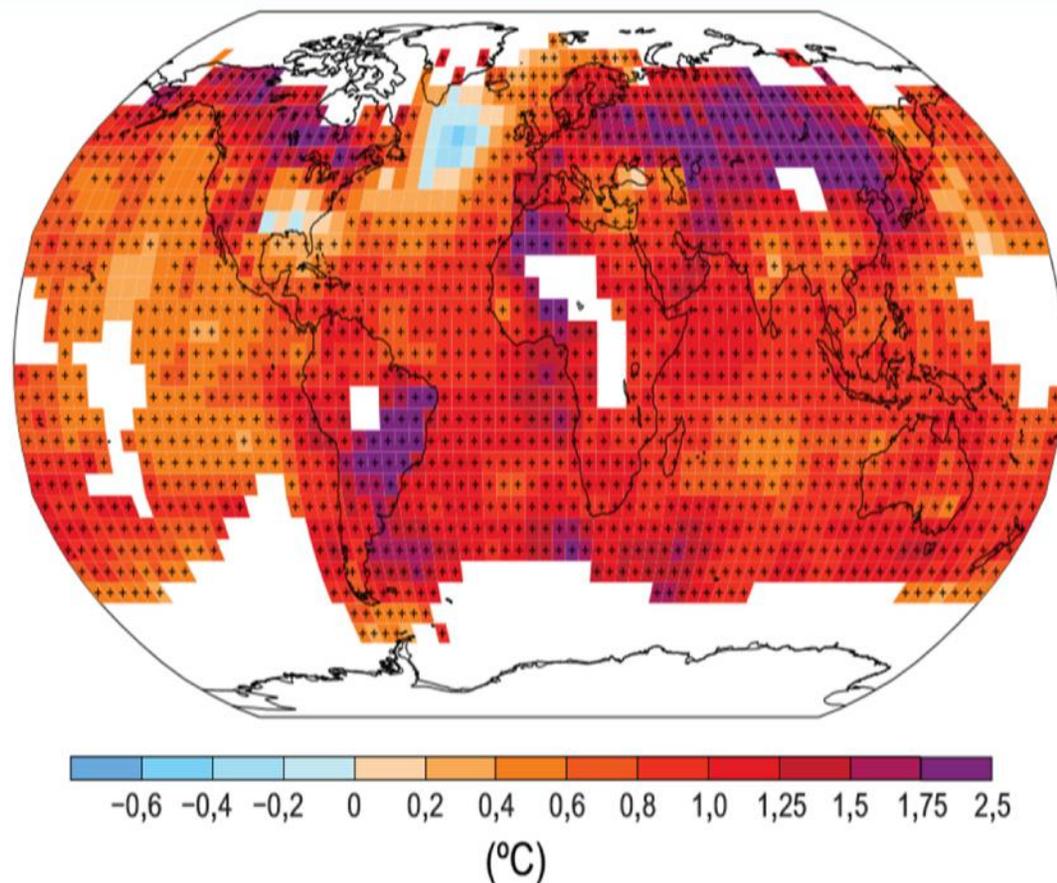


IPCC 2007



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

Cambio observado en la temperatura en superficie (1901-2012)



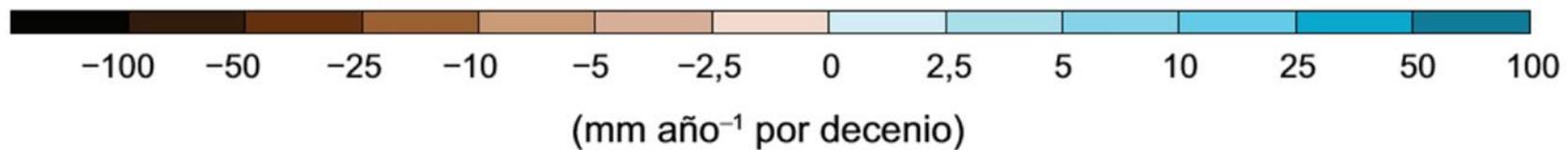
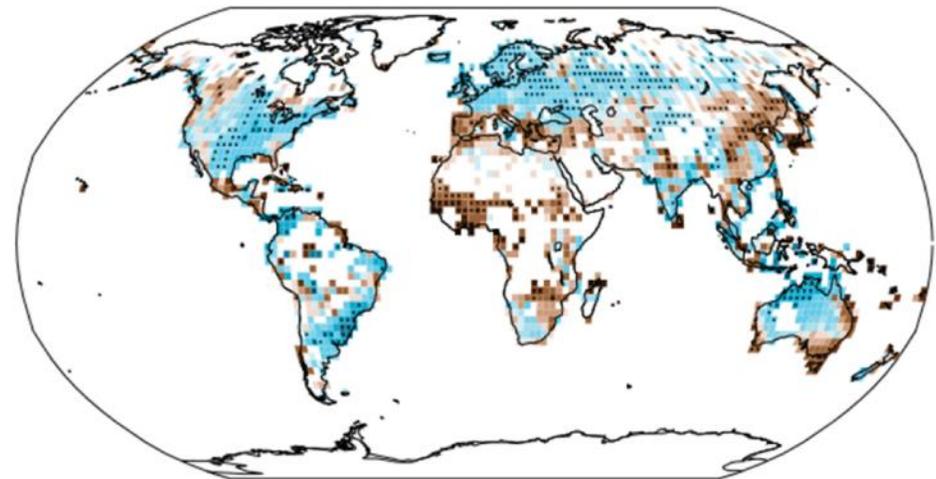
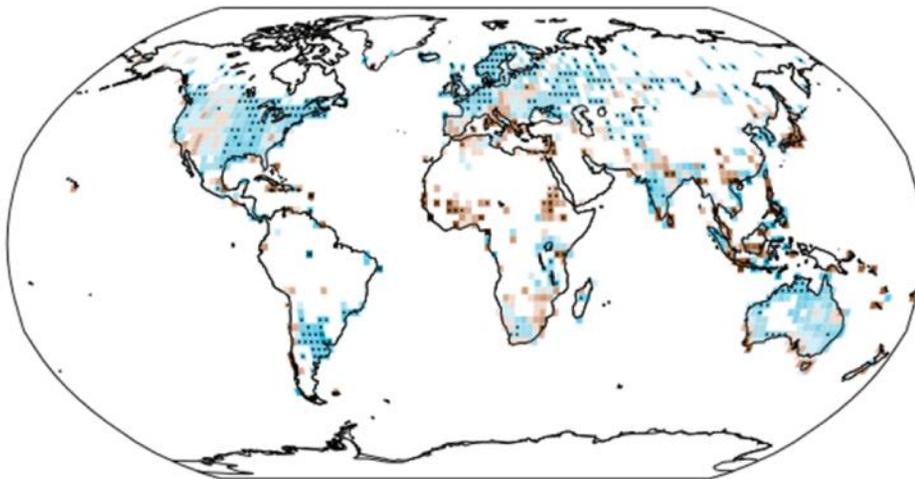
IPCC 2013

Cambio observado en la precipitación anual sobre la tierra

Cambio observado en la precipitación anual sobre tierra

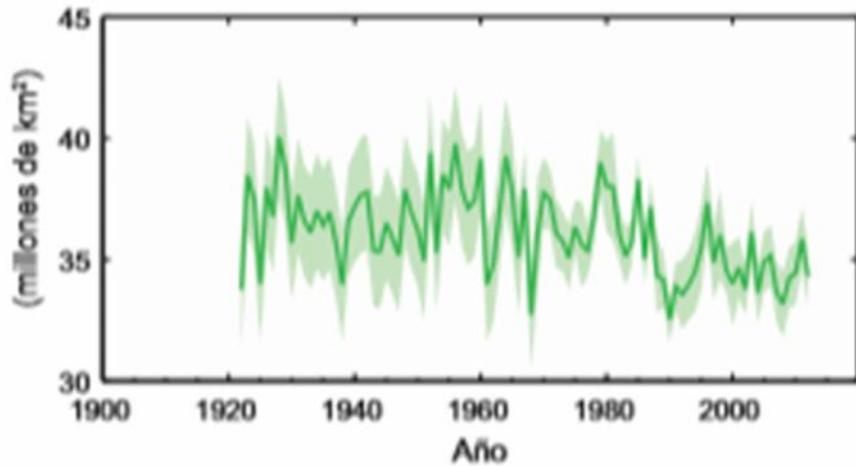
1901-2010

1951-2010

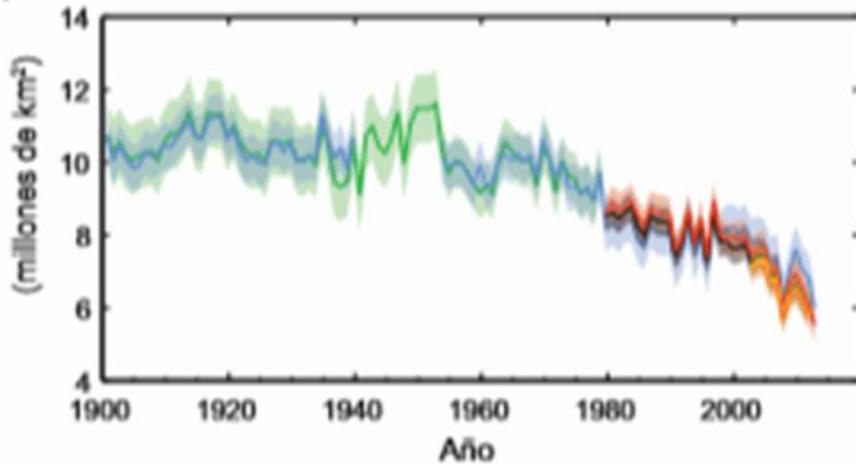


IPCC 2007

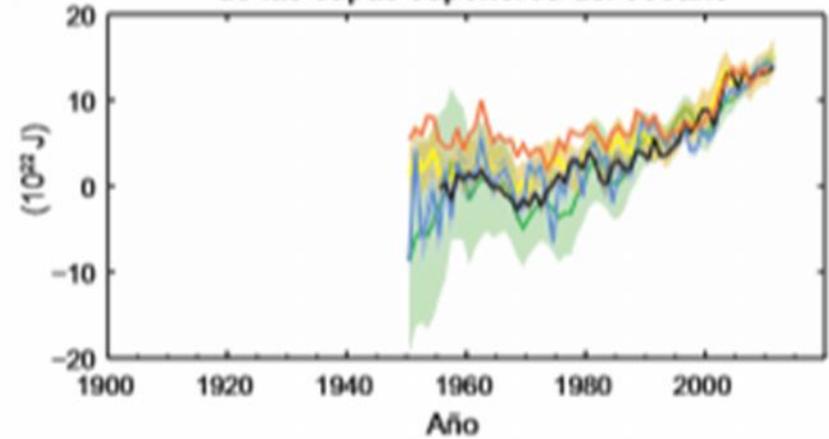
a) Manto de nieve en primavera en el hemisferio norte



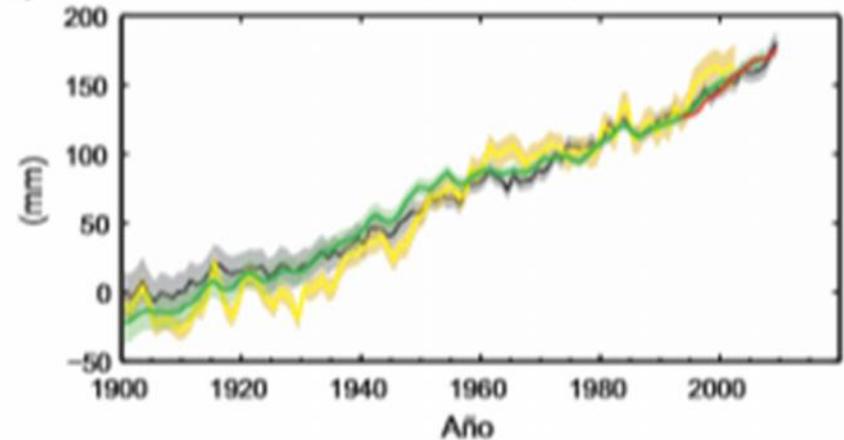
b) Extensión del hielo marino en verano en el Ártico



c) Cambio en el contenido calorífico medio global de las capas superiores del océano



d) Cambio de nivel medio global del mar



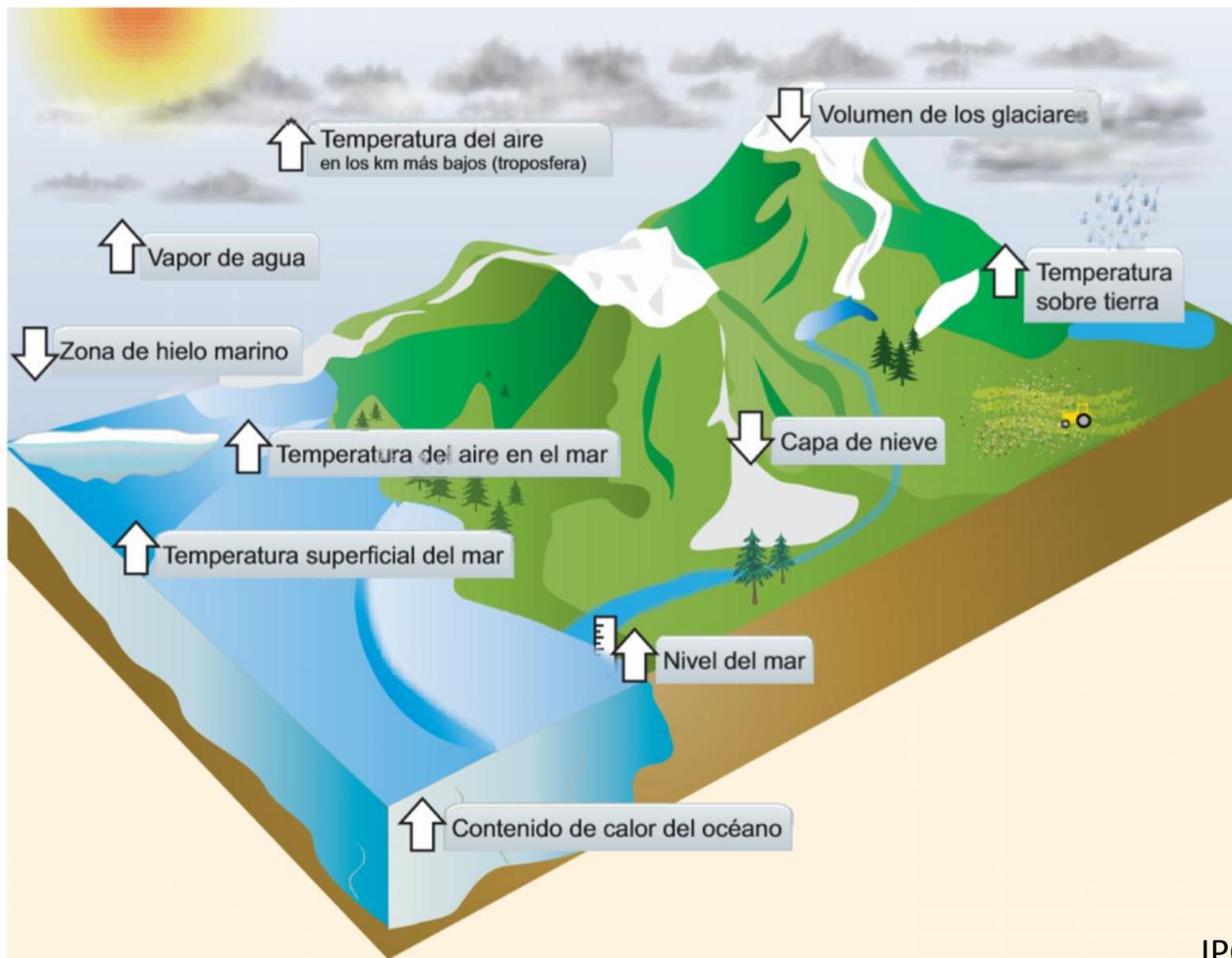
IPCC 2013



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación



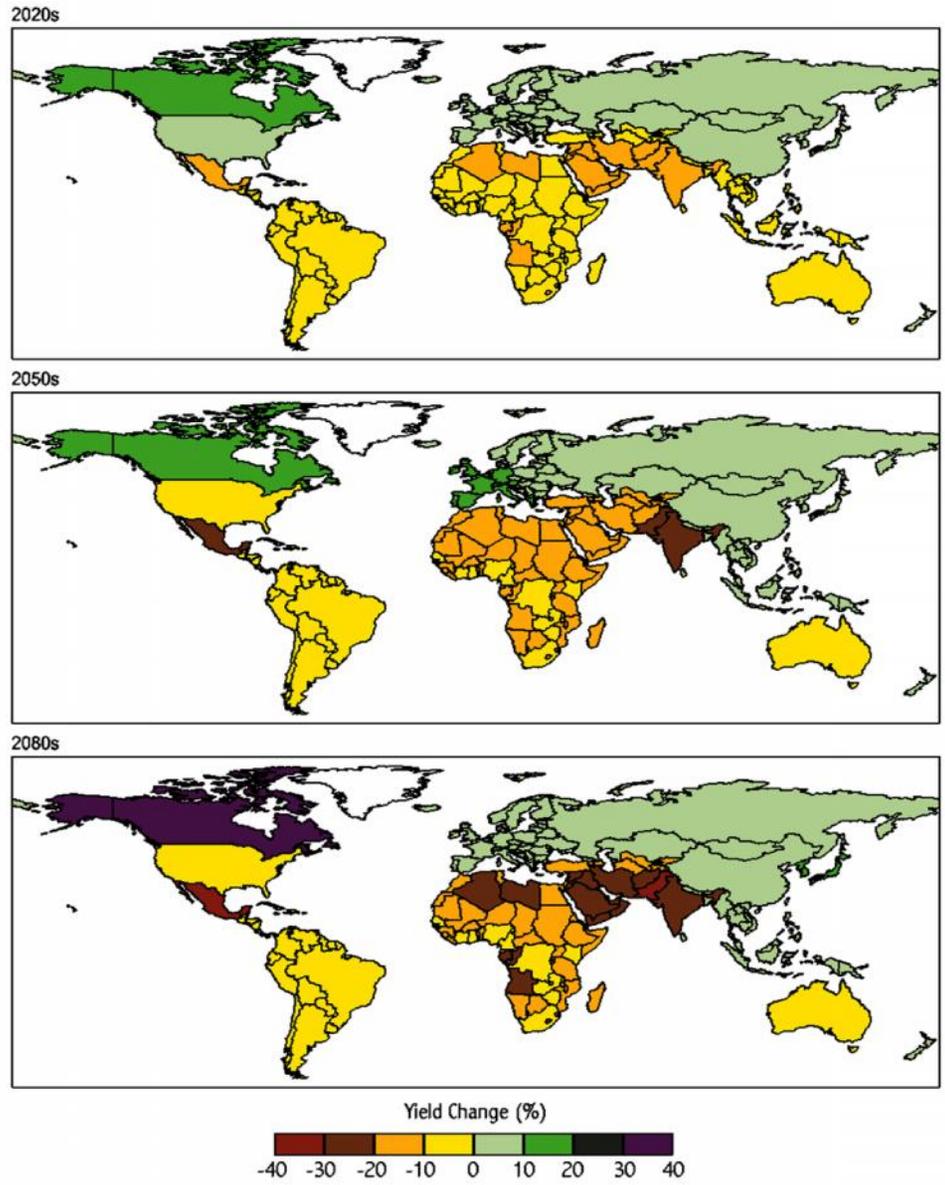
Glaciar Upsala, Patagonia Argentina



IPCC, 2013



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

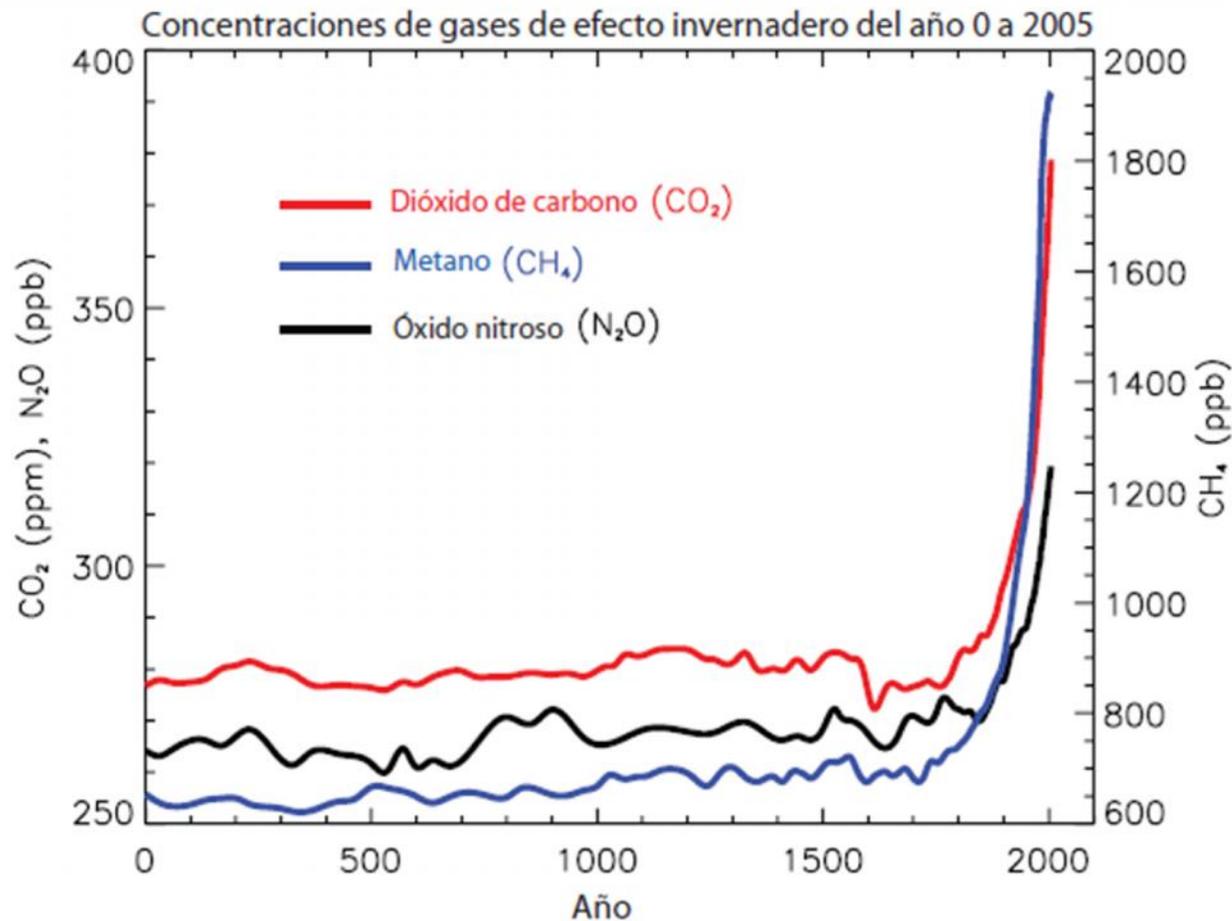


(Watson, 2001)



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

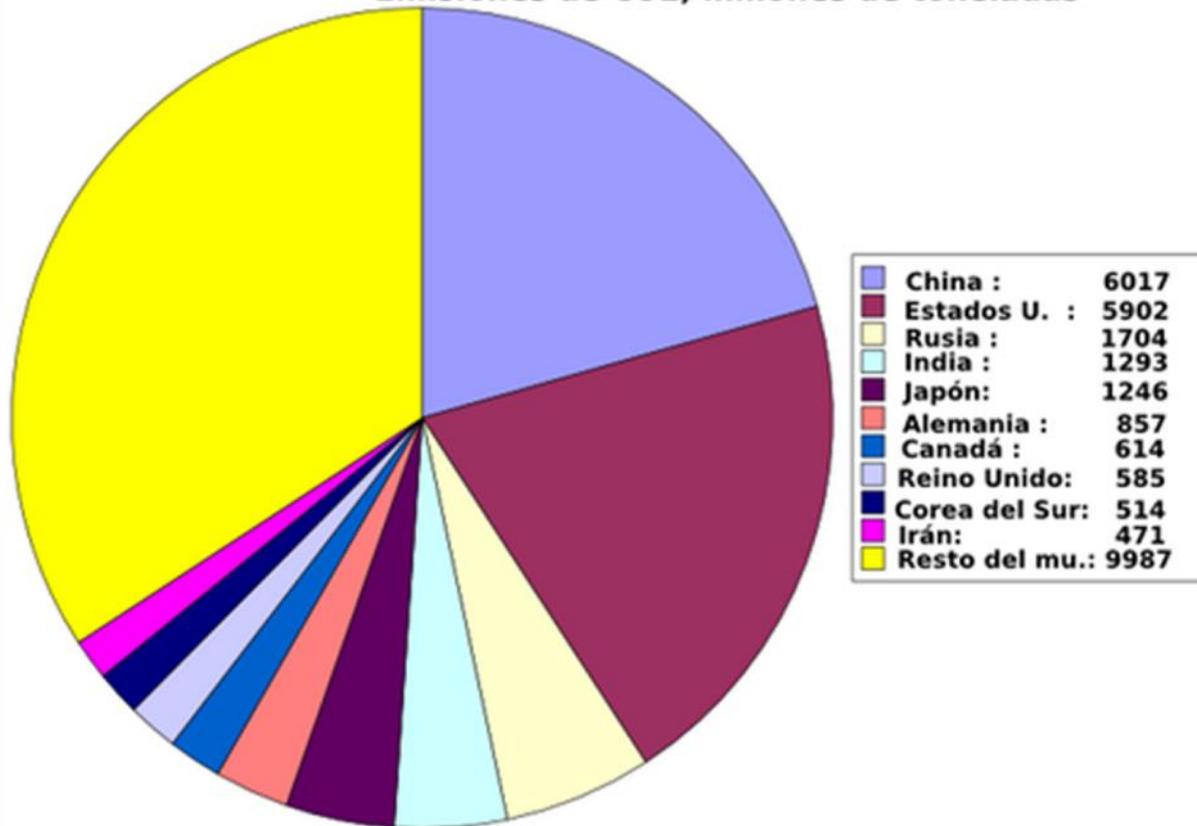
¿Cómo contribuyen las actividades humanas al cambio climático?



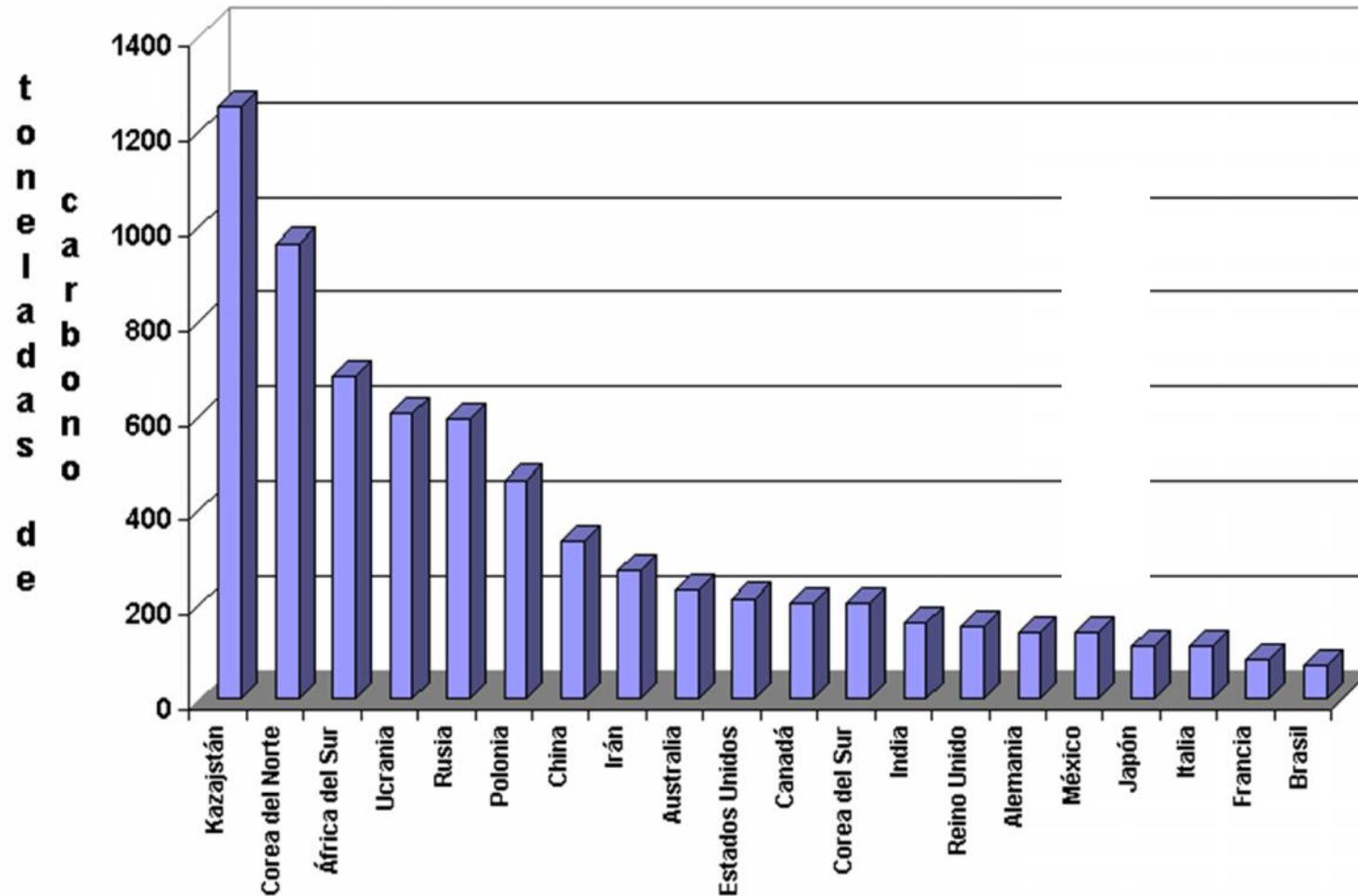
IPCC 2007

Distribución porcentual de las emisiones de GEI por país o región

Los diez países más contaminantes en 2006
Emisiones de CO2, millones de toneladas



Emisiones / PIB (millones de dólares)



El sector agropecuario y el cambio climático... ¿Tienen relación?



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

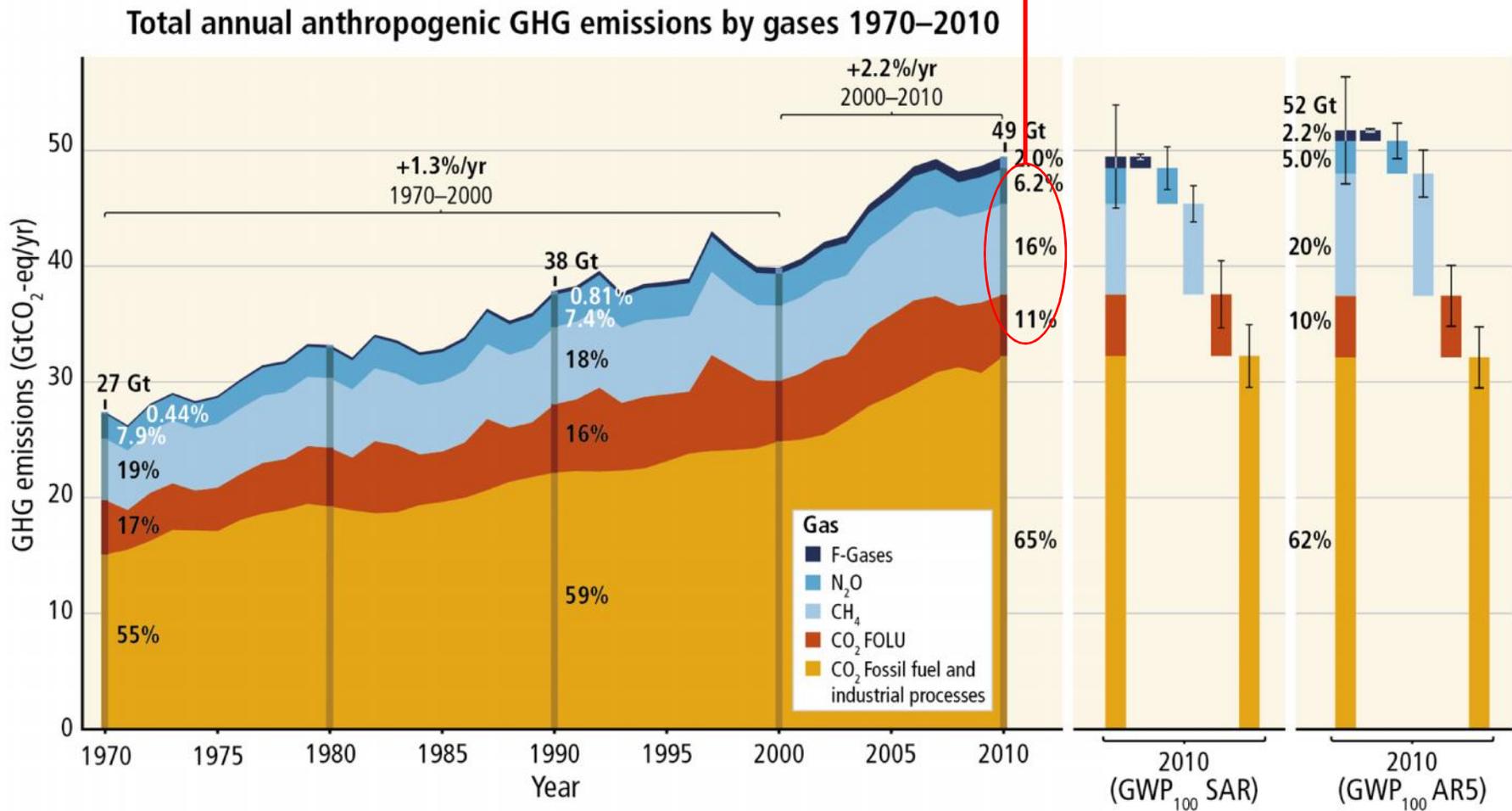


Sujeto de CC:

- Emisiones GEI agropecuarias (CO₂, N₂O, CH₄)
- Cambios de uso y cobertura de la tierra (deforestación, forestación, urbanización, roturación de pastizales)

Objeto de CC:

- Producciones afectadas por cambios del clima (régimen de temperaturas, lluvias, nevadas, heladas)
- Eventos extremos: inundaciones, sequías, incendios, huracanes.

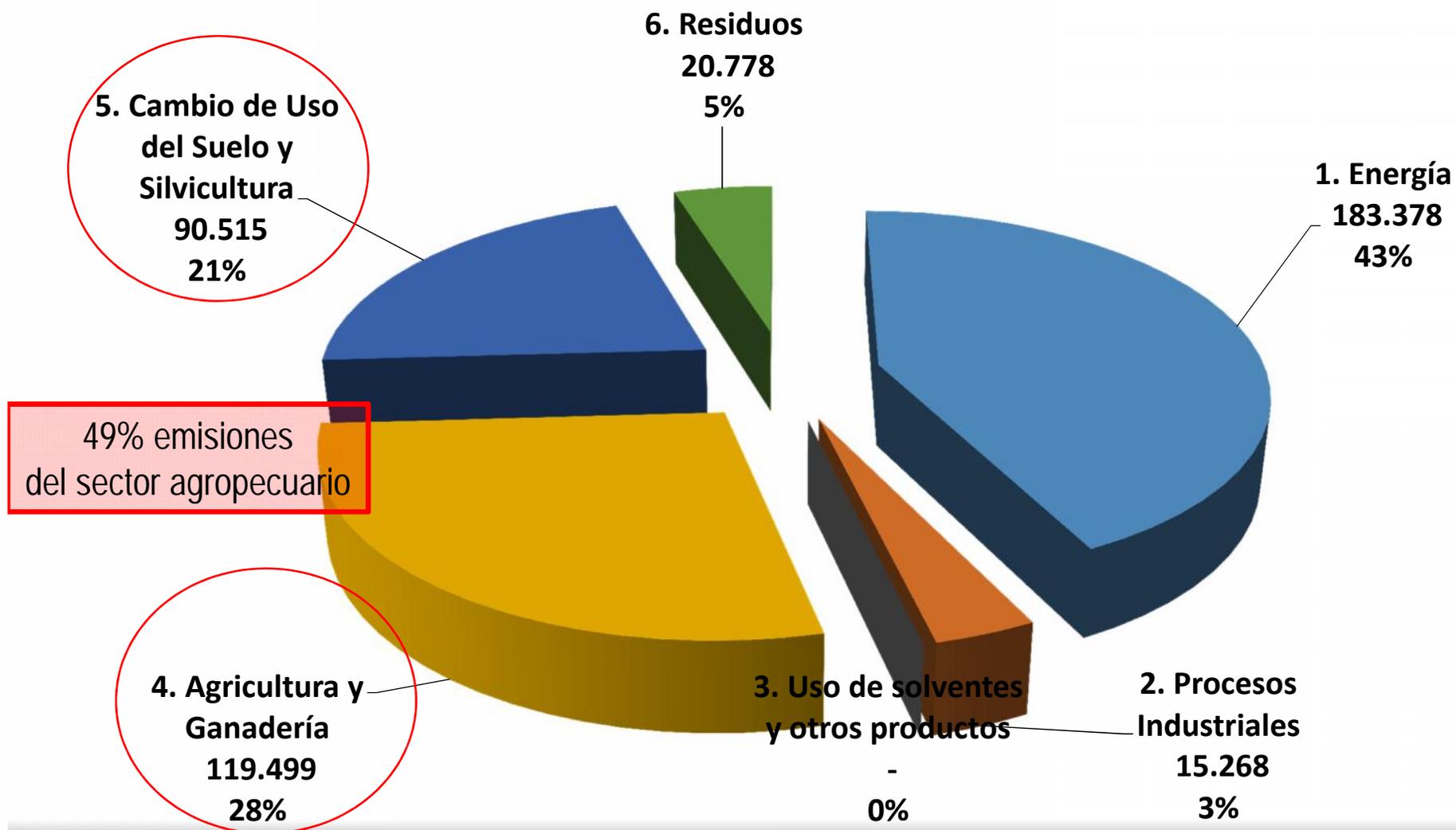


IPCC Fifth Assessment Report Climate Change 2014



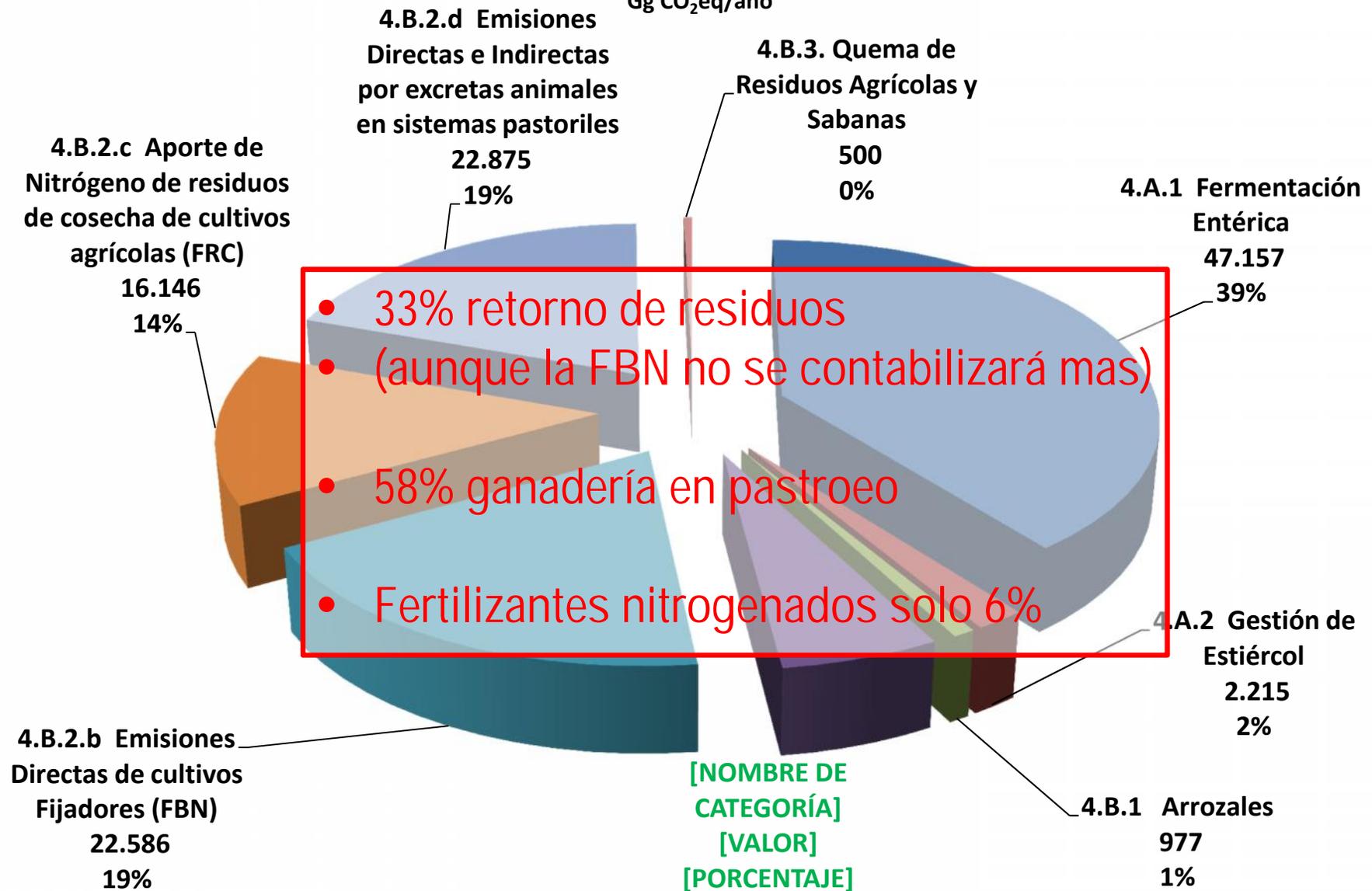
Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

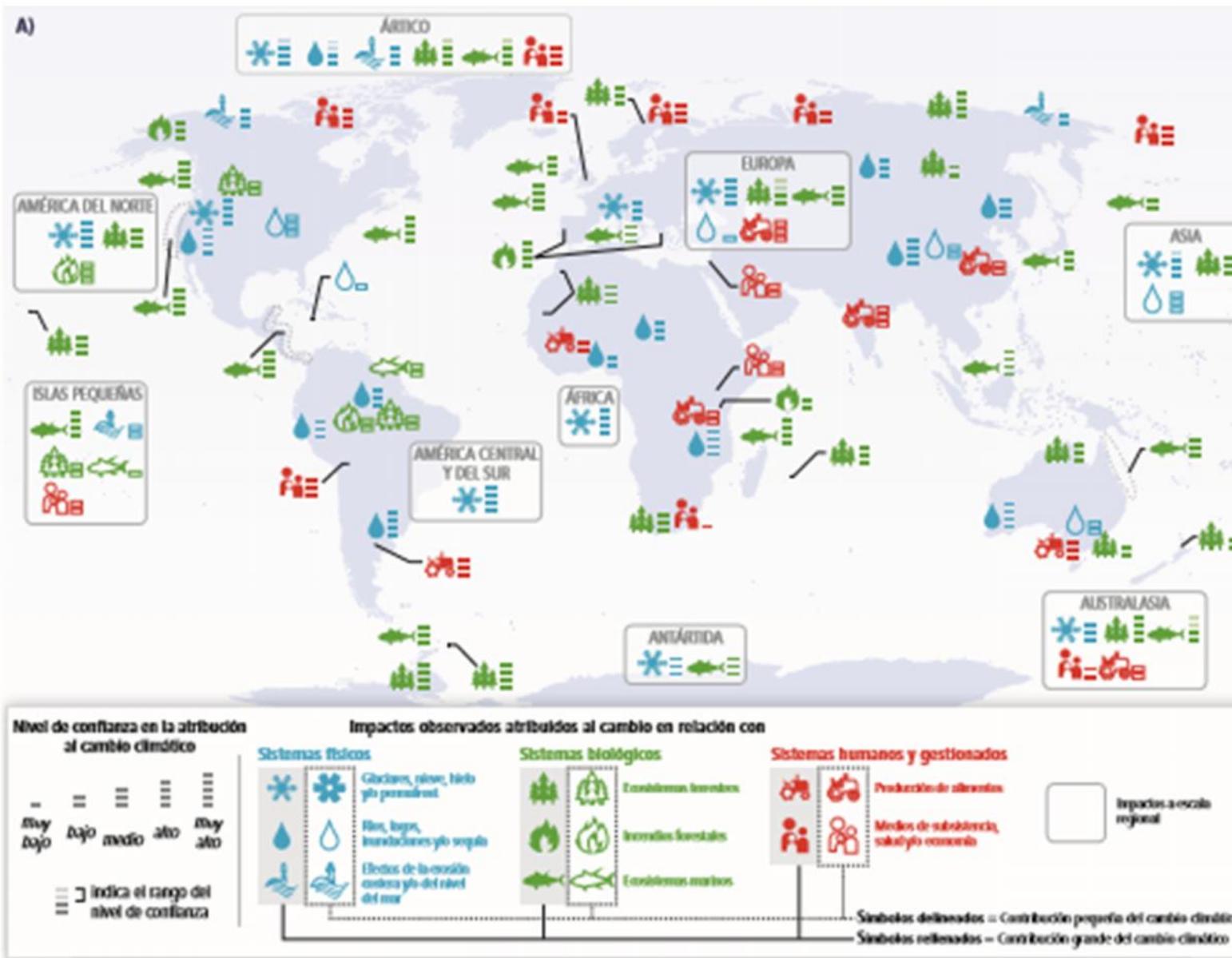
Inventario de GEI de la Argentina año 2012 (Gg CO₂ eq/año)



Emisiones Sector Agricultura y Ganaderia (2012)

Gg CO₂eq/año

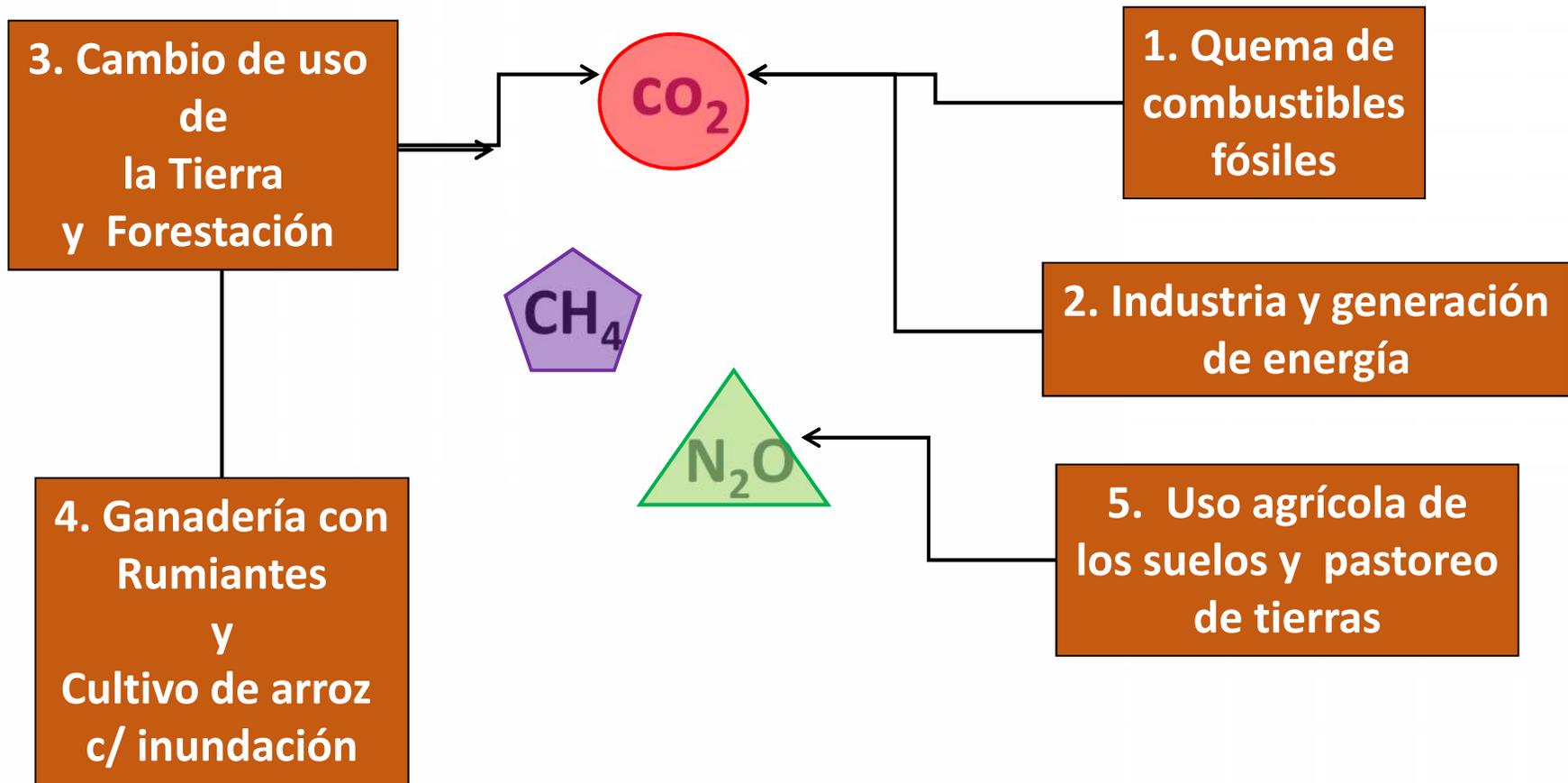


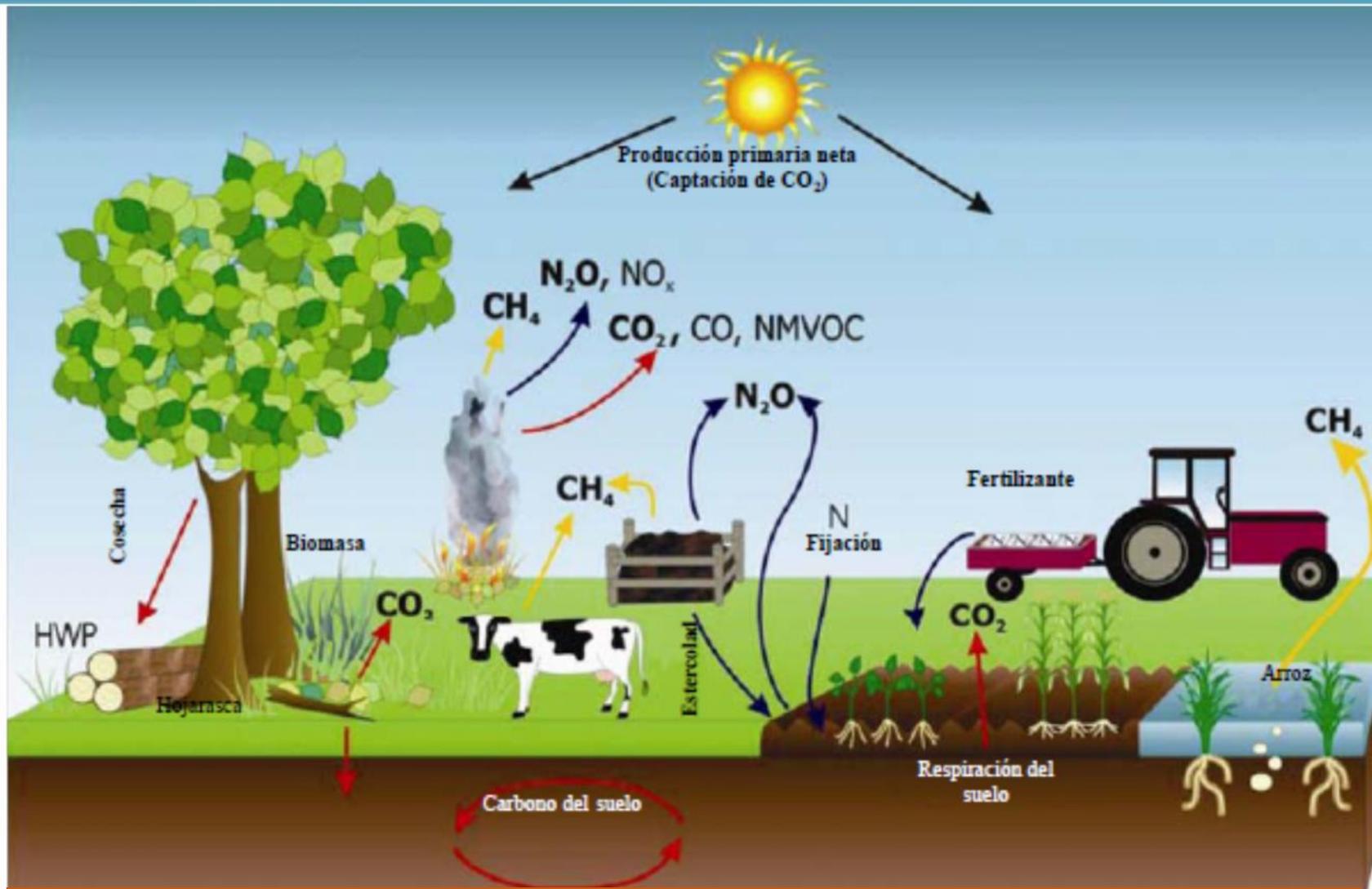


IPCC 2014

Emisiones GEI desde el sector agropecuario.







Principales fuentes de emisiones/absorciones de gases de efecto invernadero y procesos en ecosistemas manejados (IPCC, 2006).



Cerrado Original. Fines siglo XIX



Cerrado Original. Fines siglo XXI

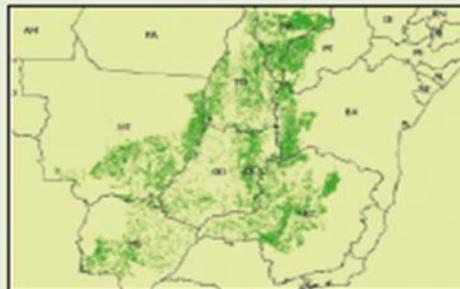
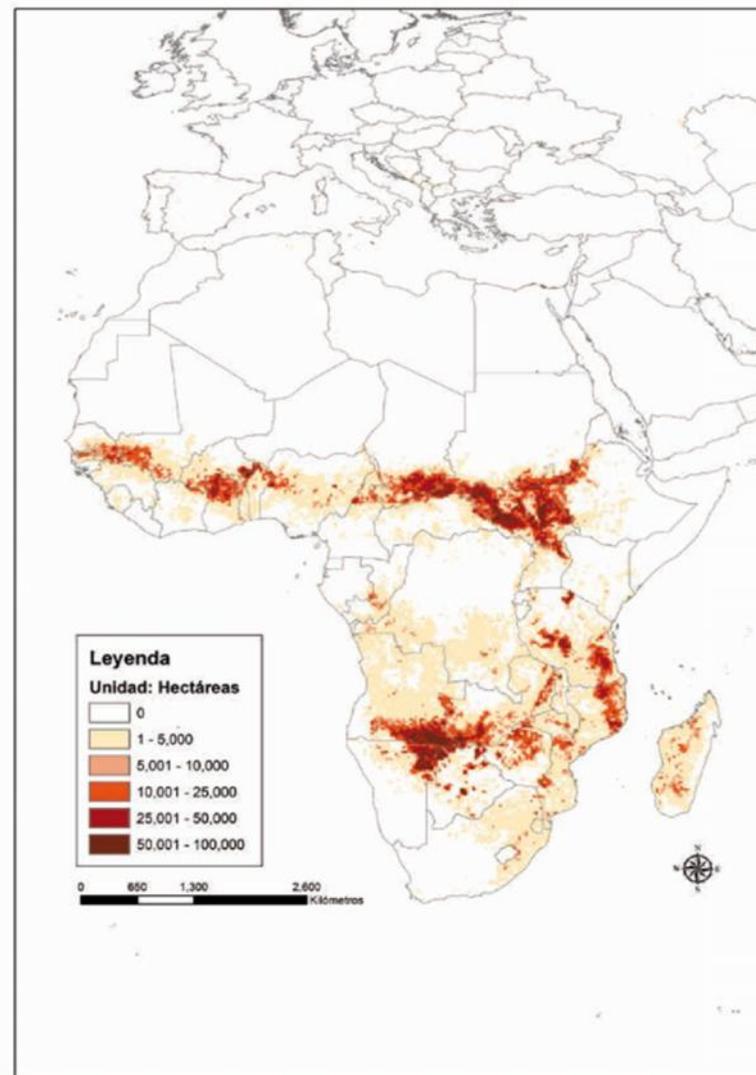


Figura 8. Deforestación y avance de la frontera agrícola en el Cerrado brasileño en un período de 100 años. Fuente: Machado *et al* (2004).

Tomado de Viglizzo, 2010

FIGURA 10
Mapa de las zonas quemadas de sabana en 2012



FAO, 2013

Área deforestada por país (América Central y del Sur)

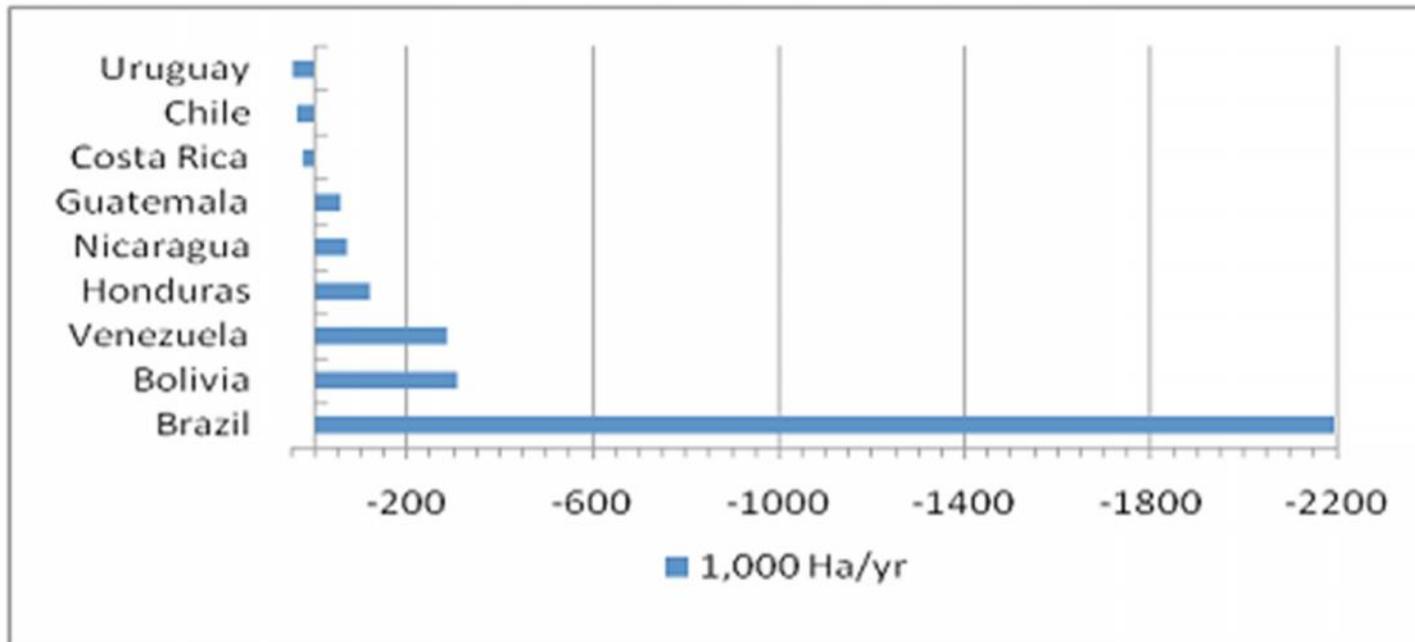


Figure 27-1: Area deforested per year for selected countries in Central and South America (2005-2010). Notice three countries listed with a positive change in forest cover (prepared with data from FAO, 2010). Observed rates are: Uruguay 2.79%, Chile 0.23%, Costa Rica 0.90%, Guatemala -1.47%, Nicaragua -2.11%, Honduras -2.16%, Venezuela, -0.61%, Bolivia -0.53%, Brazil, -0.42%).

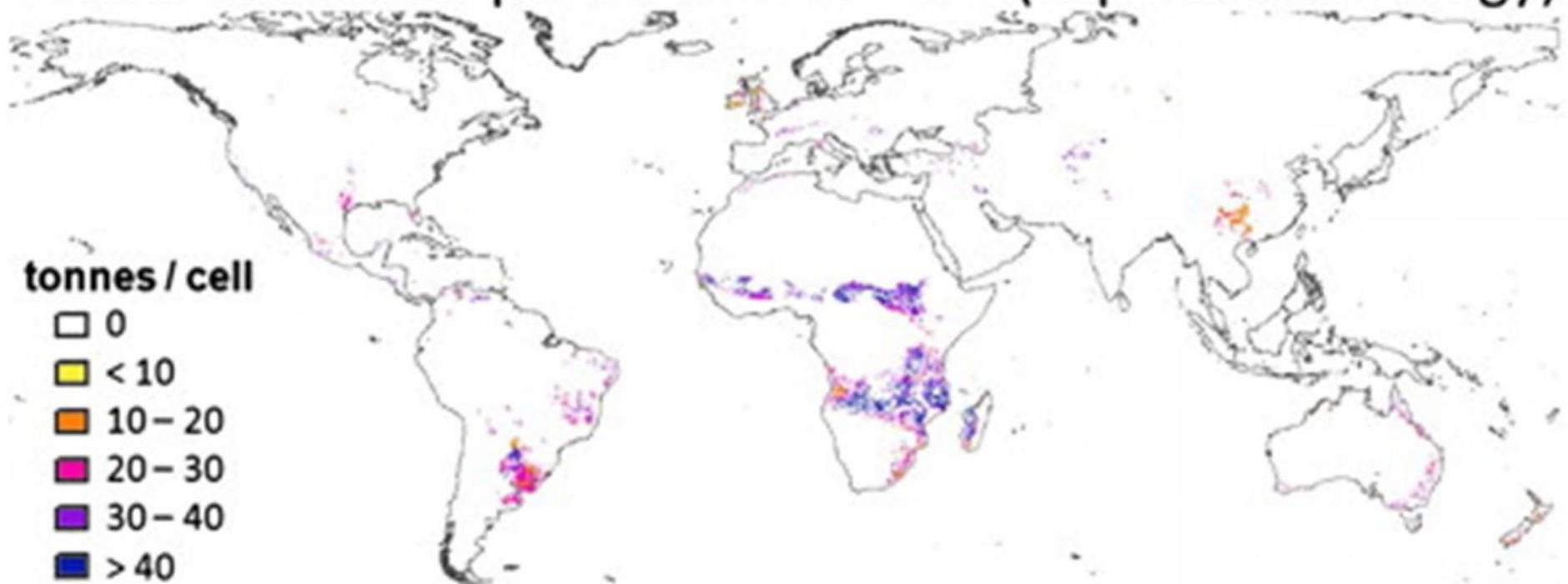
En las próximas décadas la humanidad demandará más alimentos...

Se espera que:

- La tierra agrícola global aumente hasta un 14% entre 2010 y 2030.
- Expansión de la producción de cereales en las regiones templadas y tropicales de Sud-América y Asia.
- Factores: crecimiento en la demanda de alimentos, forraje, fibra y combustible.

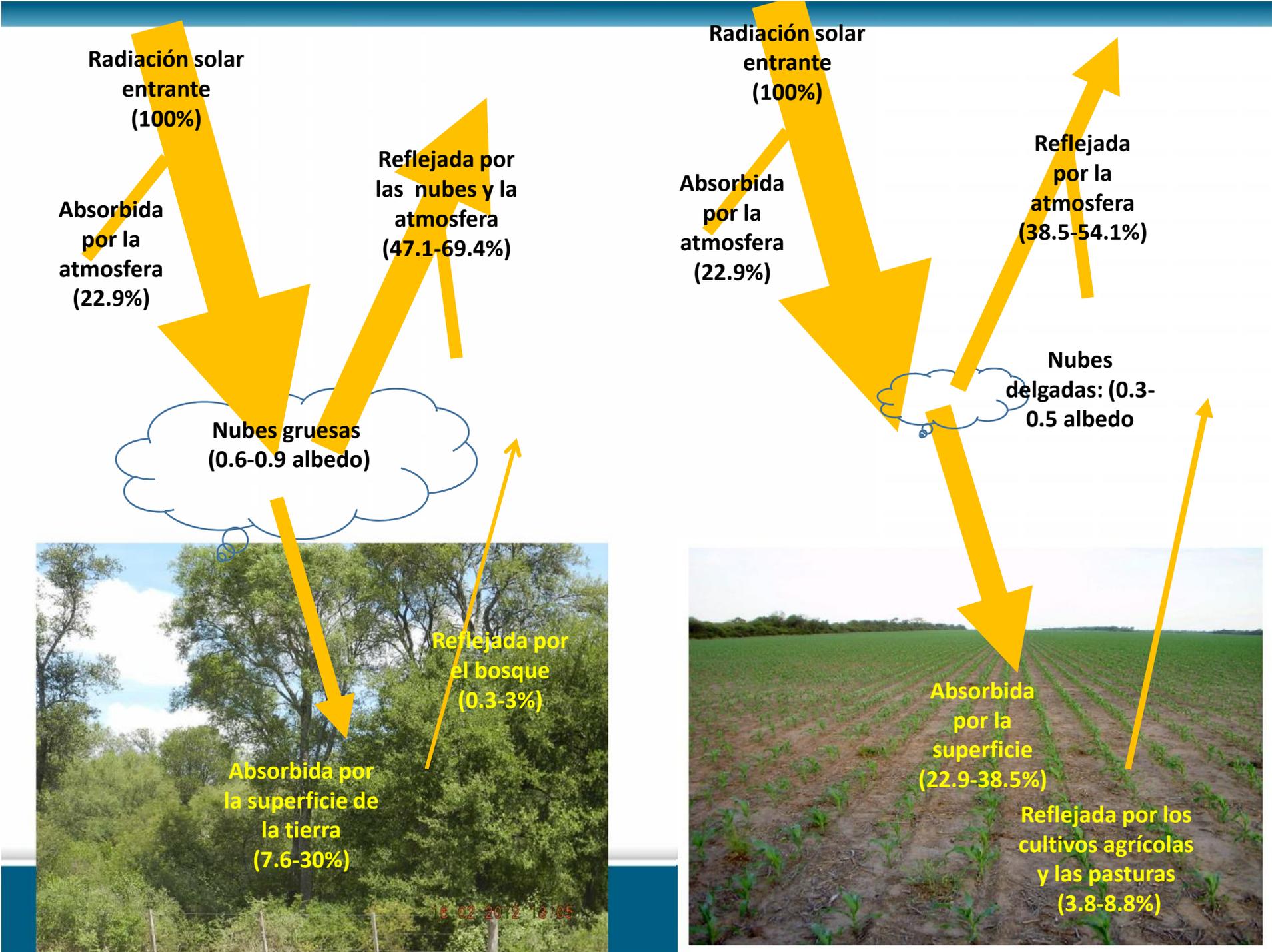


Additional cereal production in 2050 (expansion strategy)



Diferentes tipos de cambio de uso de la tierra en los continentes

- **En áreas tropicales y subtropicales de Asia, Africa, Oceanía y Sud-América:**
 - a) **conversión de plantaciones forestales y bosques a agricultura anual.**
 - b) **conversión de sabanas, pastizales y pasturas a agricultura anual.**
- **En Europa: tierras agrícolas a plantaciones forestales.**
- **SE Asia: conversión de turberas a agricultura**



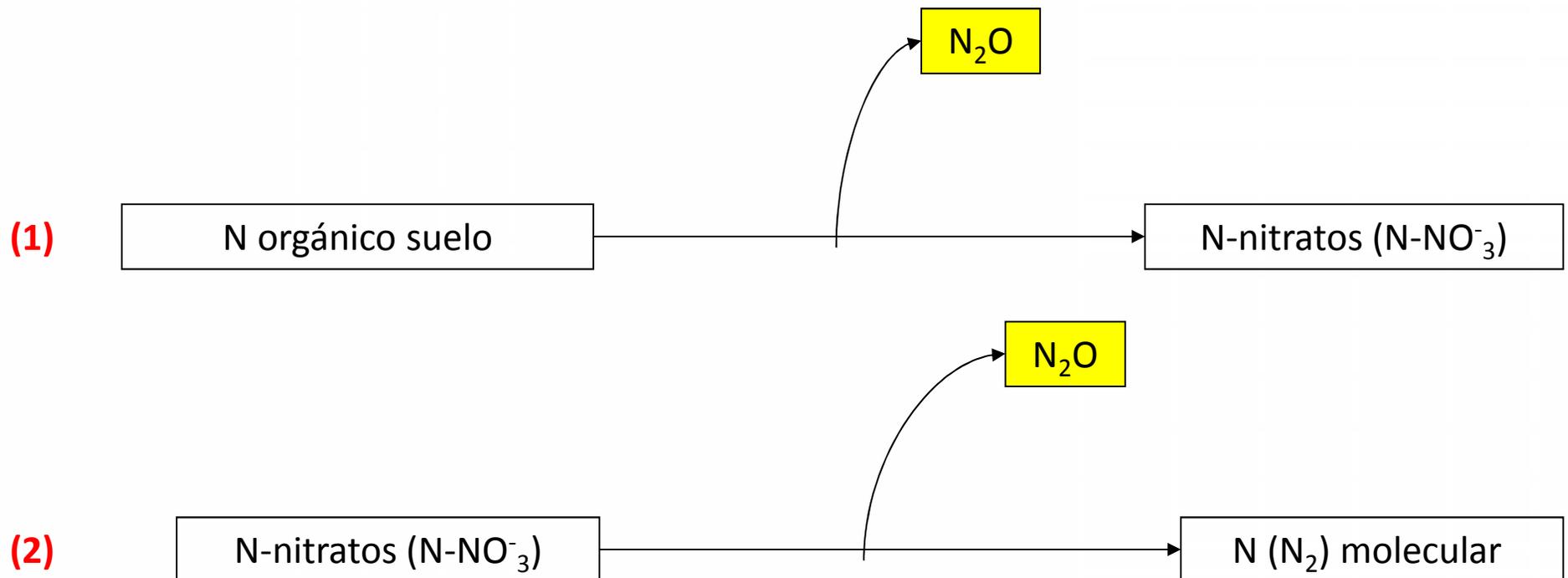
Emisiones de GEI desde el sector agropecuario

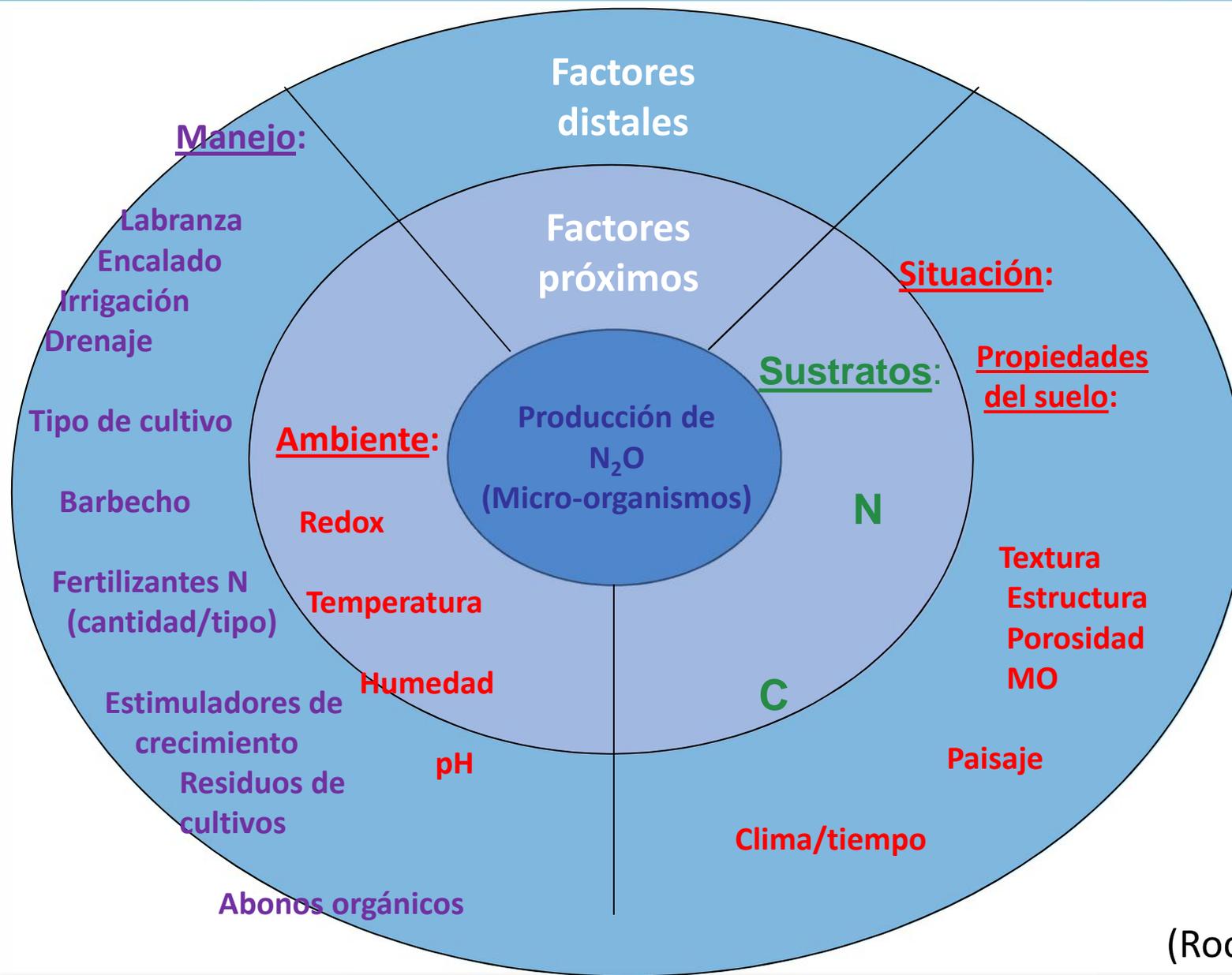


Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

Factores que afectan las emisiones de N_2O .

Las emisiones de N_2O desde suelos agrícolas son un producto colateral de los procesos de mineralización aeróbica (1) y de la desnitrificación anaeróbica (2).





(Rochette, 2010)

De acuerdo con el Inventario Nacional, los suelos agrícolas de Argentina emitieron casi 3 kg N-N₂O por hectárea en 2005.

Estos resultados de emisiones de N₂O medidas a campo en Argentina (denitrificación) Uruguay y sur de Brasil fueron más bajas que las estimaciones del Inventario Argentino

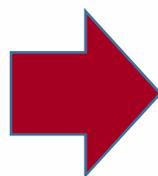


Tabla 14. Resumen de datos de emisiones de óxido nitroso medidos a campo en suelos pampeanos (Palma et al., 1997), Uruguay (Perdomo et al., 2009) y sur de Brasil (Jantalia et al. 2008), en suelos manejados con siembra directa (SD) y con labranza convencional (LC).

Autor	Rotación/cultivo	Labranza	dosis de N (kg N ha ⁻¹)	kg N-N ₂ O ha ⁻¹ año ⁻¹	
				Promedio	SD o LC
Palma et al. (1997)	maíz	SD	0	0,22	
	maíz	SD	60	0,33	
	maíz	SD	60	0,42	0,38 (0,05)
	maíz	LC	0	0,14	
	maíz	LC	60	0,2	
	maíz	LC	60	0,23	0,19 (0,03)
Perdomo et al. (2009)*	Pastizal agricultura continua	SD		0,44	
	rotación c/pastura	SD		1,72	1,08 (0,64)
	agricultura continua	LC		3,77	
	rotación c/pastura	LC		1,35	2,56 (1,21)
	Trigo/soja	SD	45	0,80	
	Soja/vicia	SD	0	1,48	
Jantalia et al. (2008)	maíz/trigo	SD	45	1,09	
	Trigo/soja	SD	45	0,85	
	Soja/vicia	SD	0	1,92	
	maíz/trigo	SD	45	0,63	1,13 (0,18)
	Trigo/soja	LC	0	1,09	
	Soja/vicia	LC	45	1,18	
	maíz/trigo	LC	45	1,38	
	Trigo/soja	LC	0	1,24	
	Soja/vicia	LC	45	1,75	
	maíz/trigo	LC	45	0,76	1,23 (0,12)

* medias transformadas logarítmicamente

Emisiones de N₂O de fertilizante estimadas por IPCC o medidas a campo

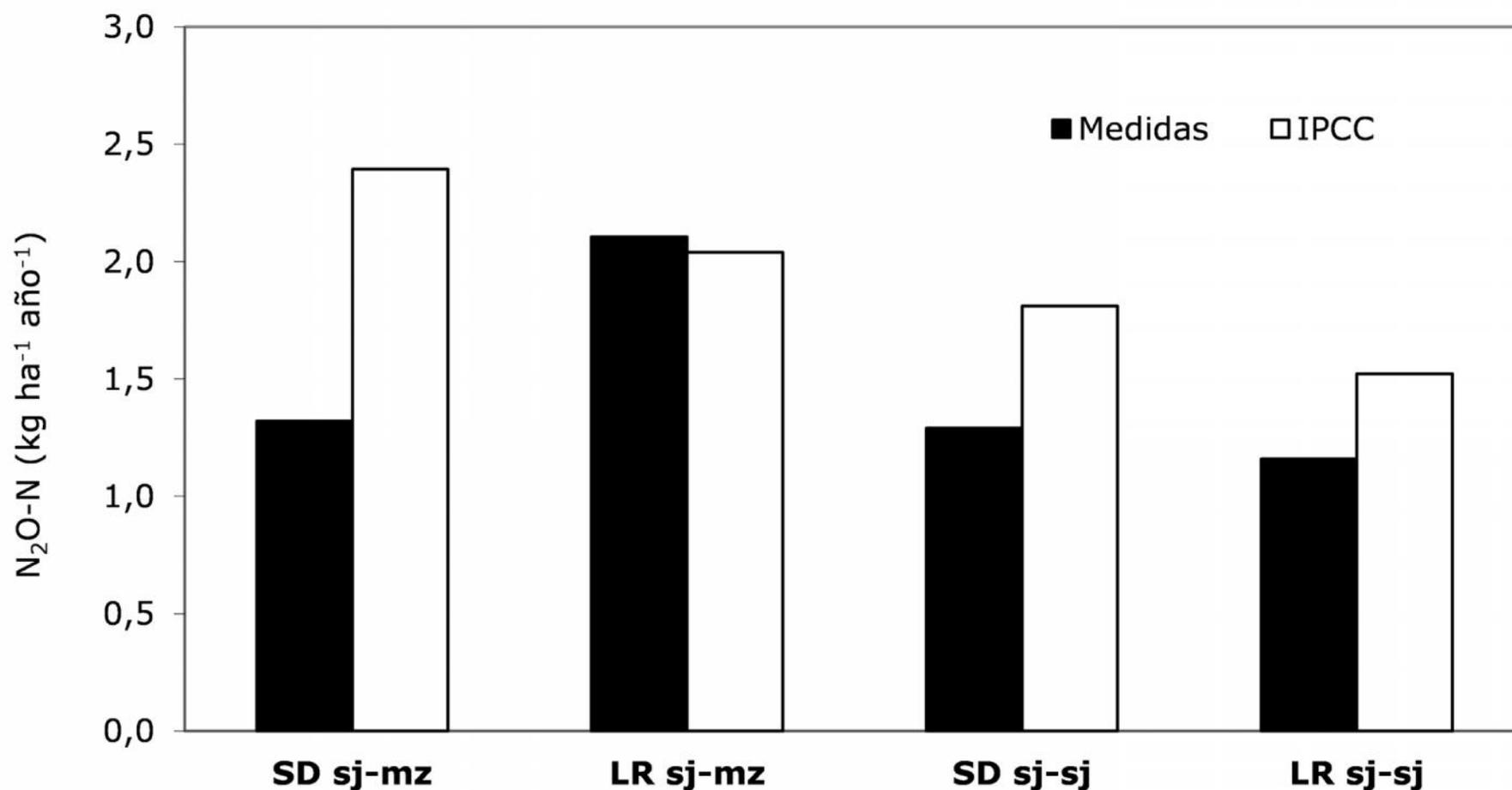
Uso del suelo	Cantidad N Fertilizante	Emisión por IPCC (2006)	Emisión Medida
	kg ha ⁻¹	g N-N ₂ O ha ⁻¹	
Maíz LC	80	800	30
Maíz SD	80	800	92
Arroz SD	90	900	131
Poroto SD	60	600	124

Fuente: Embrapa - Agrobiología



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

Emisiones de N₂O – INTA EEA Manfredi



Alvarez et al. 2012

Emisiones de N_2O medidas a campo



Muestreo de gases en un cultivo de soja





Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

ALGUNOS RESULTADOS OBTENIDOS...



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

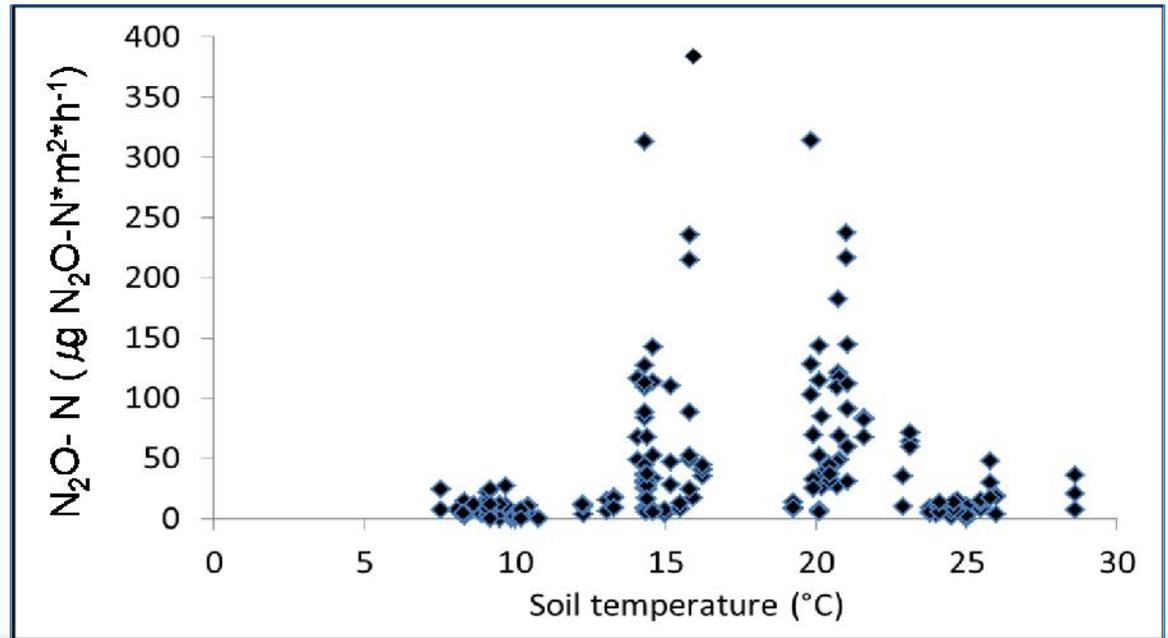
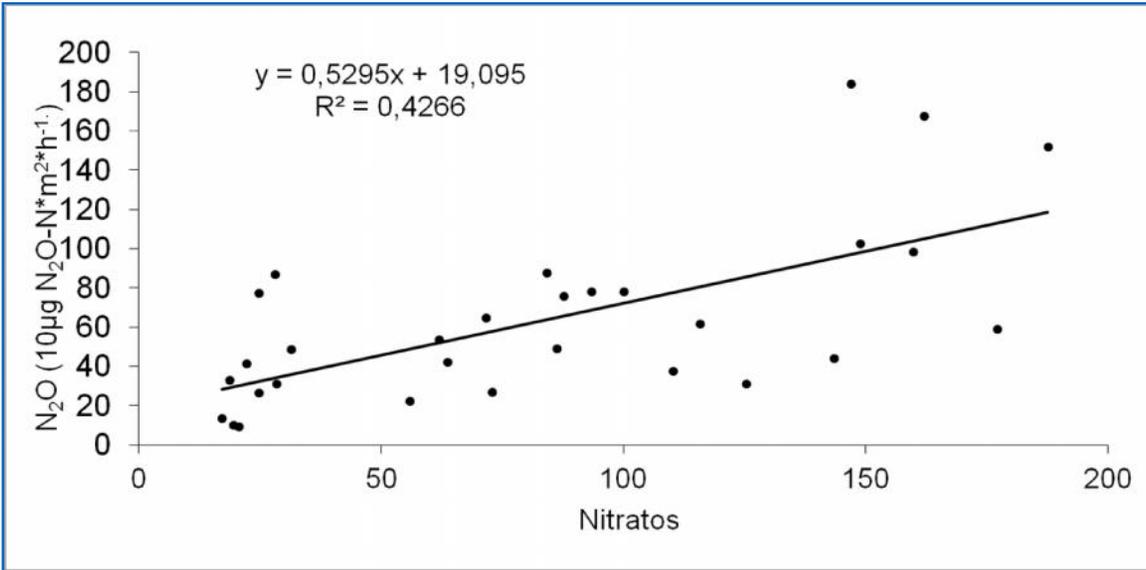
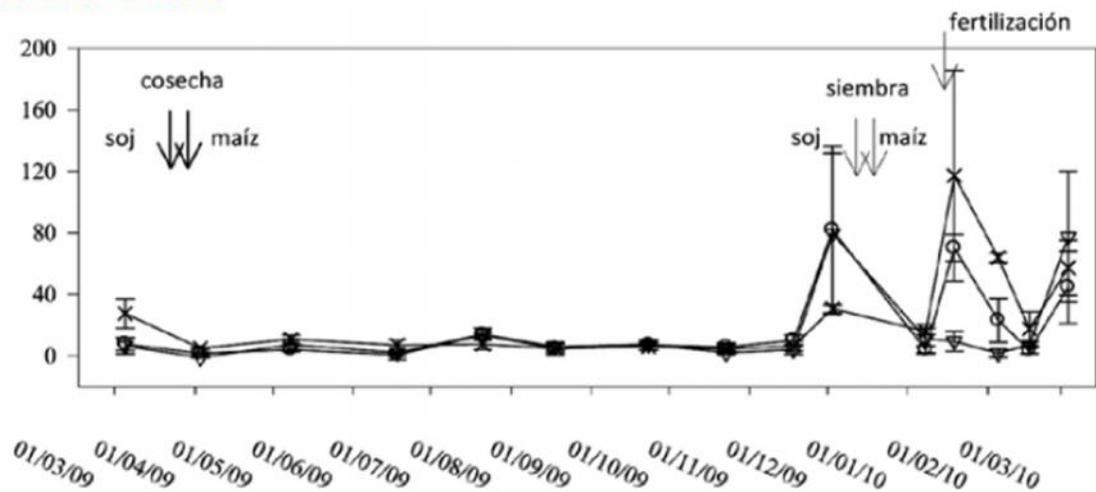


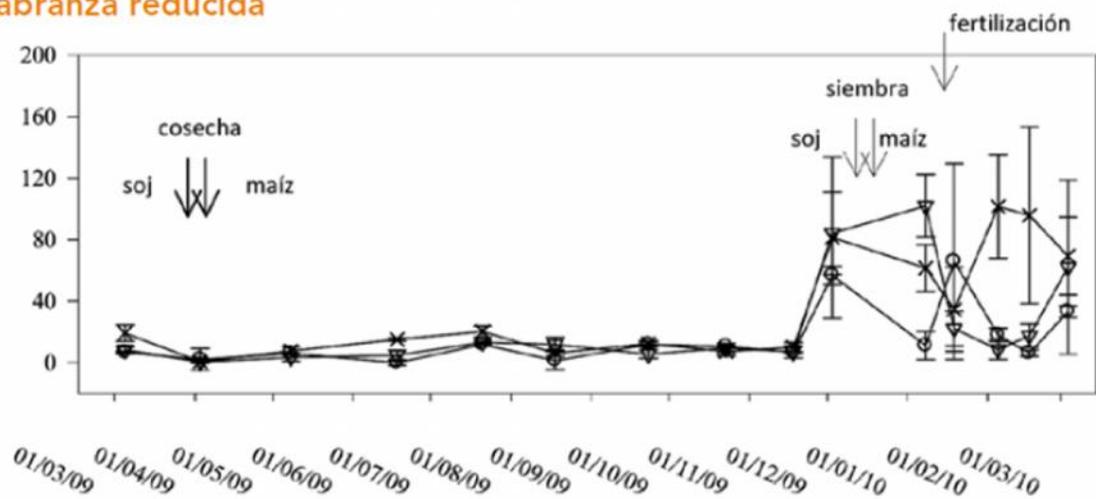
Figura 3

Emisiones de N-N₂O en los tratamientos bajo (a) siembra directa y (b) labranza reducida para las secuencias (x) sj-mz (A), (Δ) mz-sj (B) y (O) sj-sj desde marzo 2009 a marzo 2010.

a) Siembra directa



b) Labranza reducida

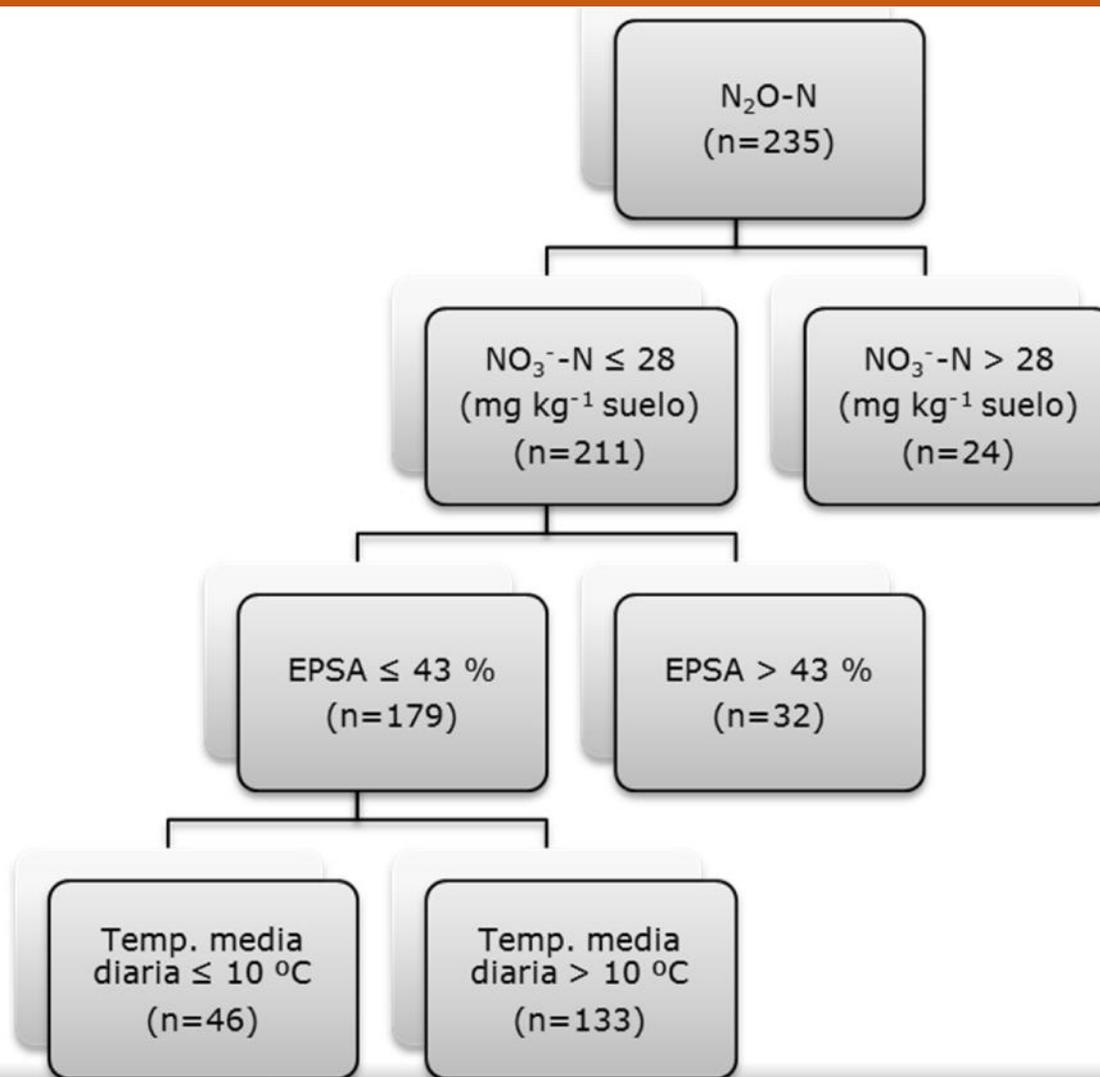


Fuentes de variación		
Secuencia	(0,018)	
Sistema de labranza	NS	
Secuencia x Sistema de labranza	NS	

Fuente: Alvarez et al. 2013

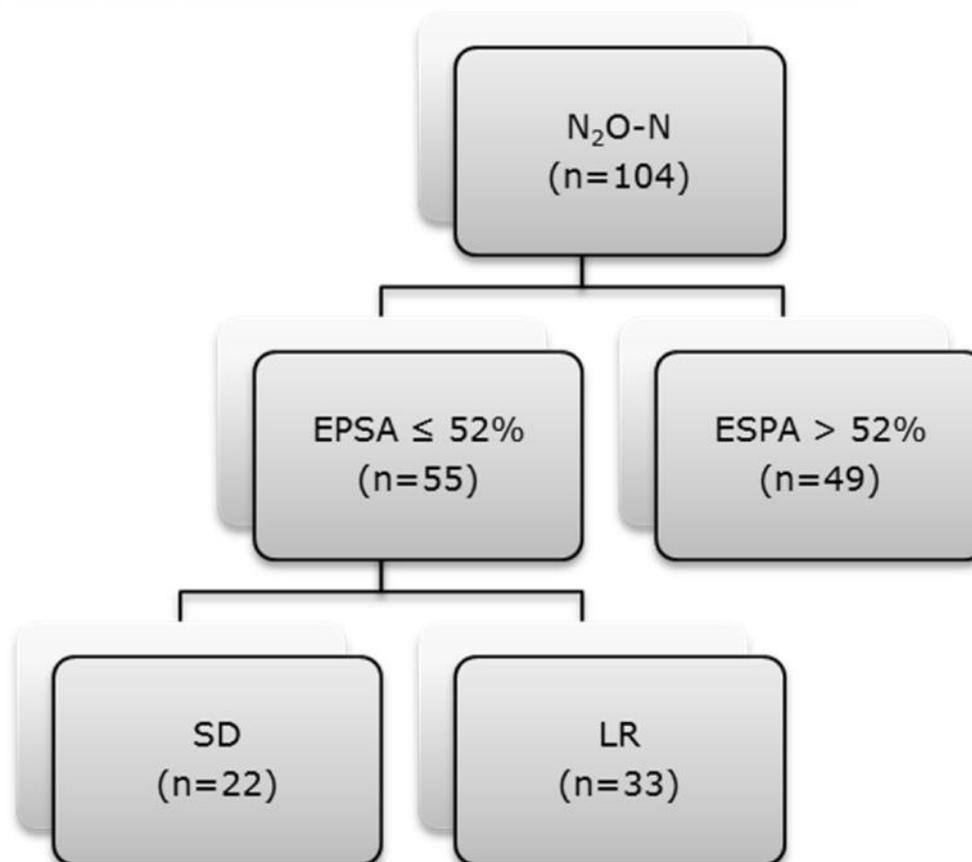


Período de barbecho



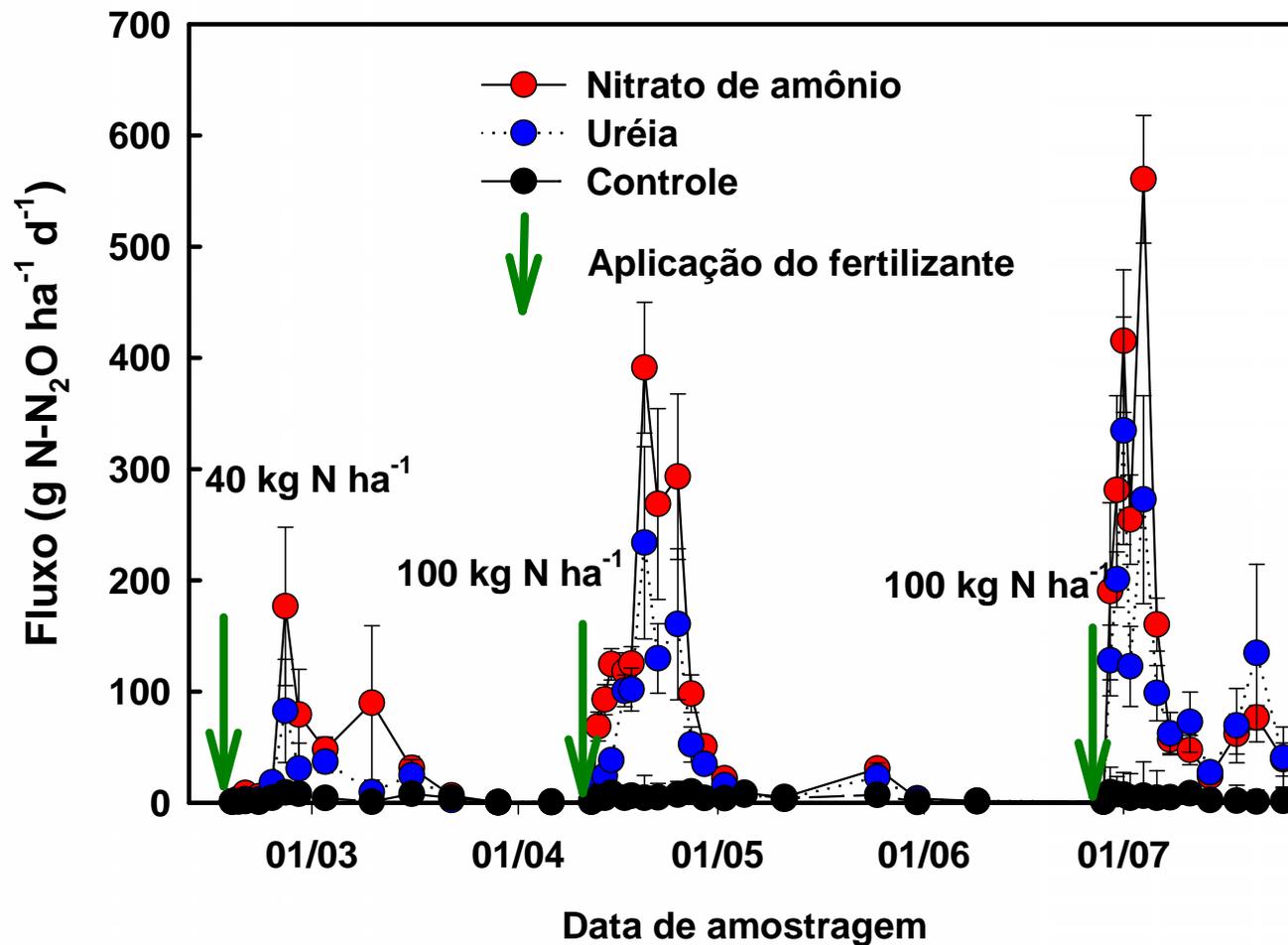
Alvarez et al. 2013

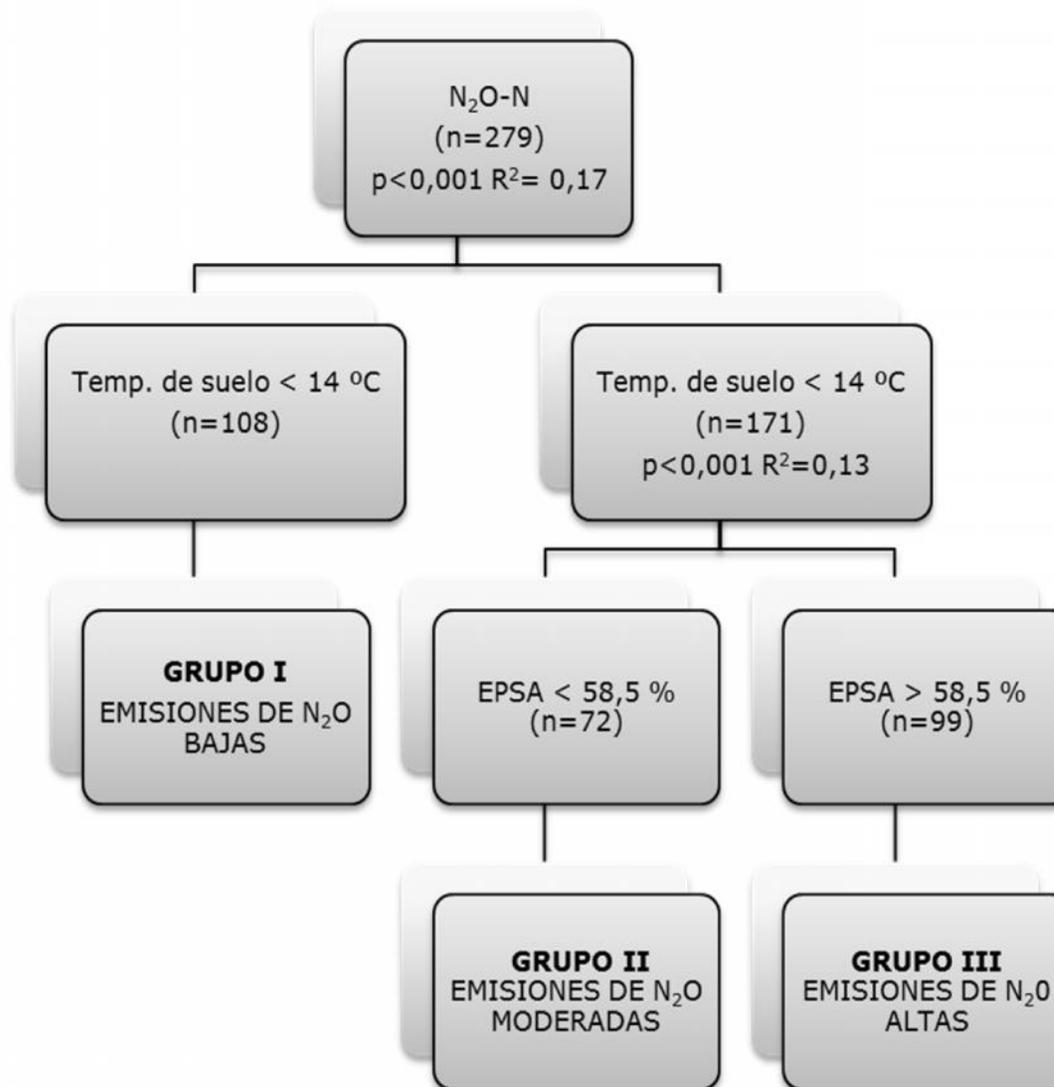
Período de cultivo



Alvarez et al. 2013

La mayor disponibilidad de N por la aplicación de fertilizante aumenta los flujos de N_2O del suelo





Cosentino et al. 2013

Estoque de carbono orgânico (kg ha⁻¹) para cada uma das cinco parcelas estudadas nas 7 profundidades amostradas.

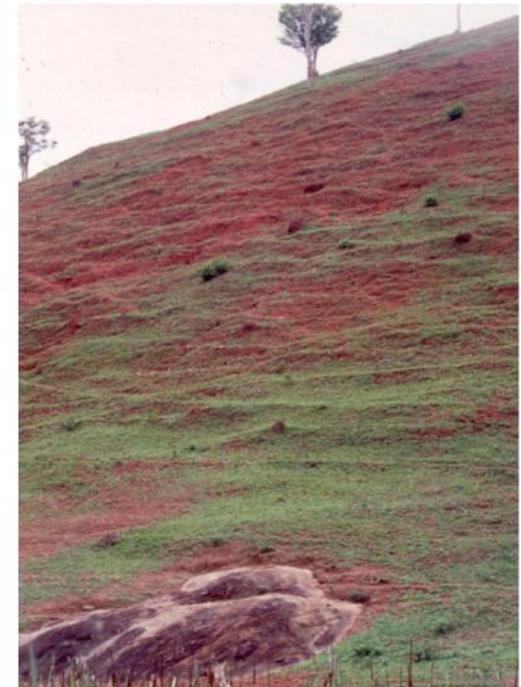
	Rotação	Monocultura	10 anos	30 anos	100 anos
0-5 cm	8219 a	8101 a	11977 ab	21172 c	15707 c
5-10 cm	8826 a	7529 a	9902 ab	15238 c	13084 bc
10-20 cm	14637 NS	14837 NS	19008 NS	18630 NS	22594 NS
20-30 cm	8560 NS	7684 NS	14273 NS	14887 NS	14364 NS
30-50 cm	14063 NS	12949 NS	13458 NS	14517 NS	19891 NS
50-70 cm	8976 NS	6888 NS	9336 NS	8892 NS	10611 NS
70-90 cm	5460 NS	6557 NS	6503 NS	7459 NS	8293 NS
Somatória	68741 a	64545 a	84457 ab	100795 b	104544 b

Valores seguidos pela mesma letra não são significativamente diferentes dentro de uma mesma camada de solo (teste de Tukey, p<0,05). NS- indica que não houve diferença significativa.

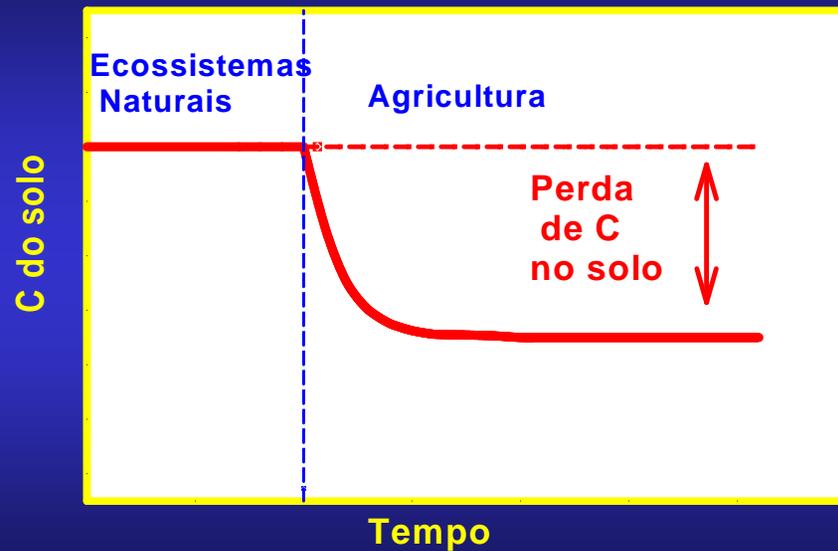
Costantini, 2003



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación



Mudanças no uso da terra



Emissões de CO₂ e deslocamento de C

Impacto socio-económico ambiental

Para acumular C en el suelo es necesario alta producción de residuos, que se espera ocurra en un sistema con balance positivo de nitrógeno



De acuerdo con el IPCC (2006), 1% del N de los fertilizantes y residuos son convertidos en N_2O . Además 100 kg de N fertilizante emiten 450 kg CO_2

Una **HUELLA DE CARBONO** es *"la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto"*

(UK Carbon Trust 2008).



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

Huella Ecológica y Huella de C

Huella Ecológica: flujos de energía y materia que ingresan a, o salen de, u país o región en su equivalencia de tierra y agua utilizada".

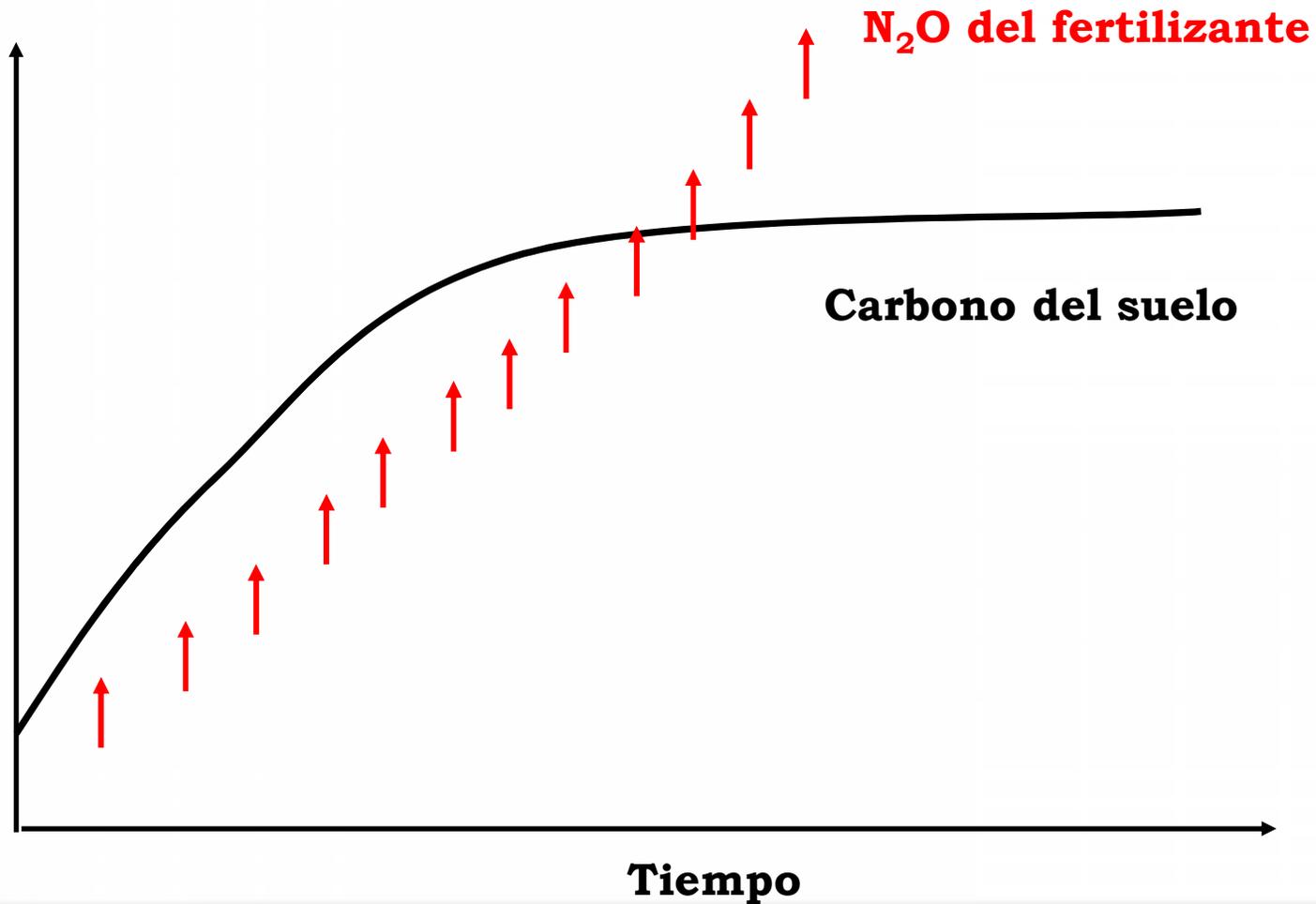
Una parte de esta Huella Ecológica es la **Huella del Carbono** y cobra importancia en la medida que se incrementan las emisiones GEI, tratando de cuantificar todas las emisiones expresadas en equivalentes de CO₂ que se generan como resultado de las actividades humanas, comprendiendo todos los eslabones de un proceso

Viglizzo, 2010

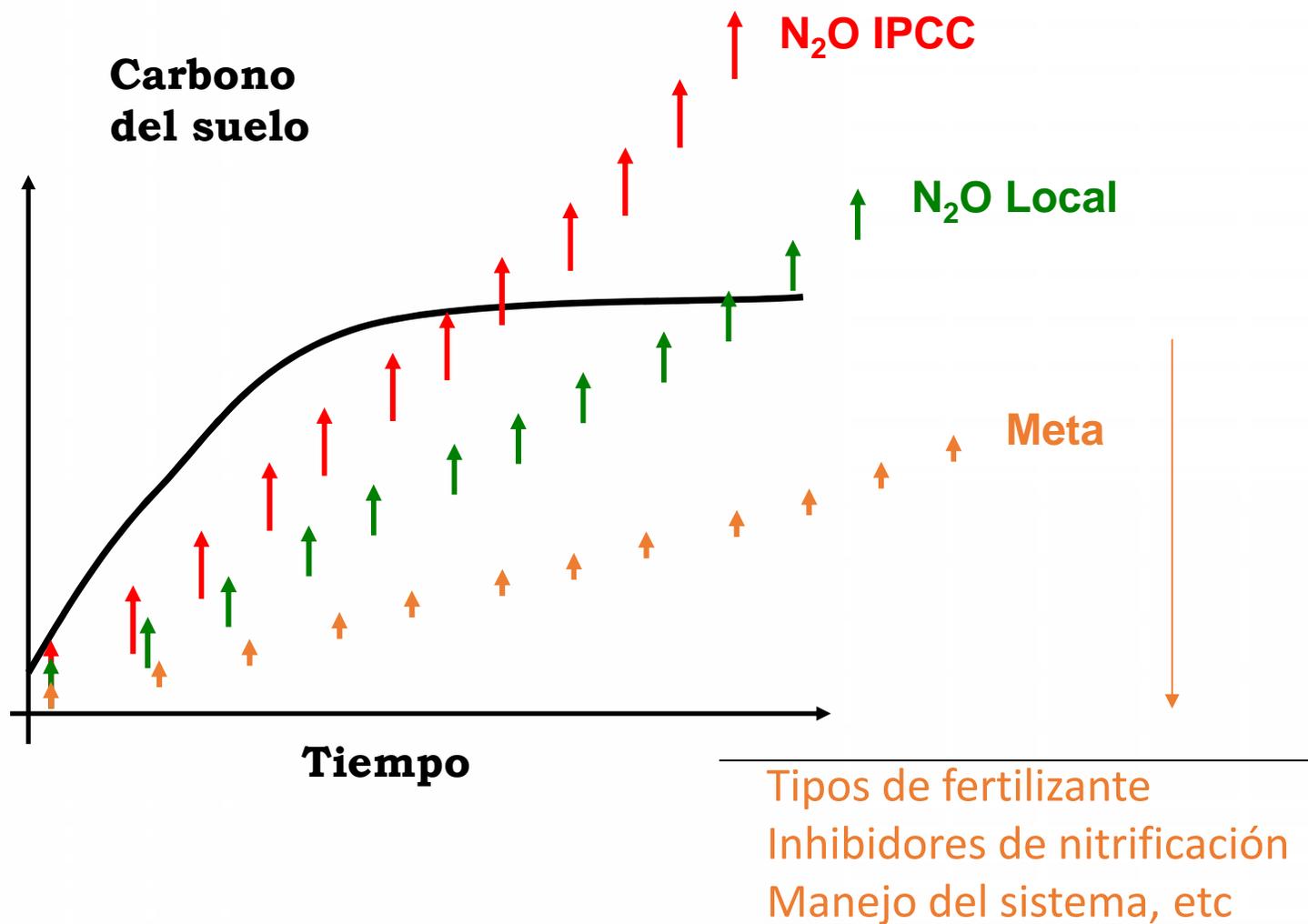


Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

El problema: Balance de los gases de efecto invernadero



Acumulación de C en el suelo es finita



En resumen... acerca de la mitigación

- Mucho de los esfuerzos para mitigar deben pasar por otros sectores (industria, transporte, etc.) y por los países que más emiten.
- En lo que al agro concierne, el camino de la mitigación pasa por lograr una mayor intensificación de la producción manteniendo el manejo con agricultura conservacionista.
- Integración de producciones: agricultura y ganadería; ganadería y silvicultura.
- Reciclar nutrientes en el agro.
- Deberían explorarse alternativas nuevas, como un mercado privado de bonos de carbono.



Estrategias de mitigación:

Aumento de sumideros de C

- **Siembra directa y/o labranza conservacionista**
- **Rotaciones con > intensidad de cultivos y manejo de nutrientes**
- **Cultivos de cobertura**
- **Integración ganadería – agricultura**
- **Abonos orgánicos**
- **Aforestación/ reforestación**
- **Manejo de pastizales y pasturas**

Analizar balance en términos de C equivalente (poder de calentamiento de cada GEI)

Estrategias de mitigación:

Emitir menos GEI o almacenar mas C

Actualmente EUN en el orden del 50%!!!

Manejo de la fertilización nitrogenada:

- Dosis de N correcta.
- Momento correcto
- Manejo x ambientes
- Fuentes alternativas de N

Efectividad sitio-específica, en función de donde hay mayor riesgo de pérdidas de N hacia el agua subterránea y la atmósfera.

Difícilmente sea posible disminuir las emisiones si pensamos cultivar más y producir más, aunque si podemos pensar en ser más eficientes por unidad producida.



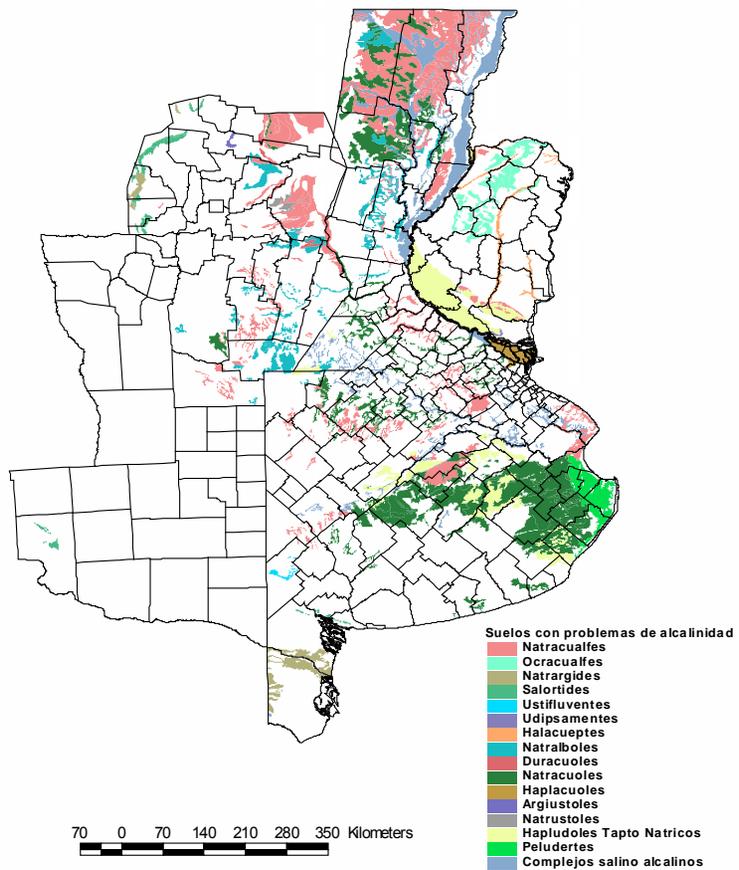
Intersiembra de Lotus tenuis Willd. en pastizales de suelos sódicos. ¿Es una opción para mitigar emisiones de gases de efecto invernadero?

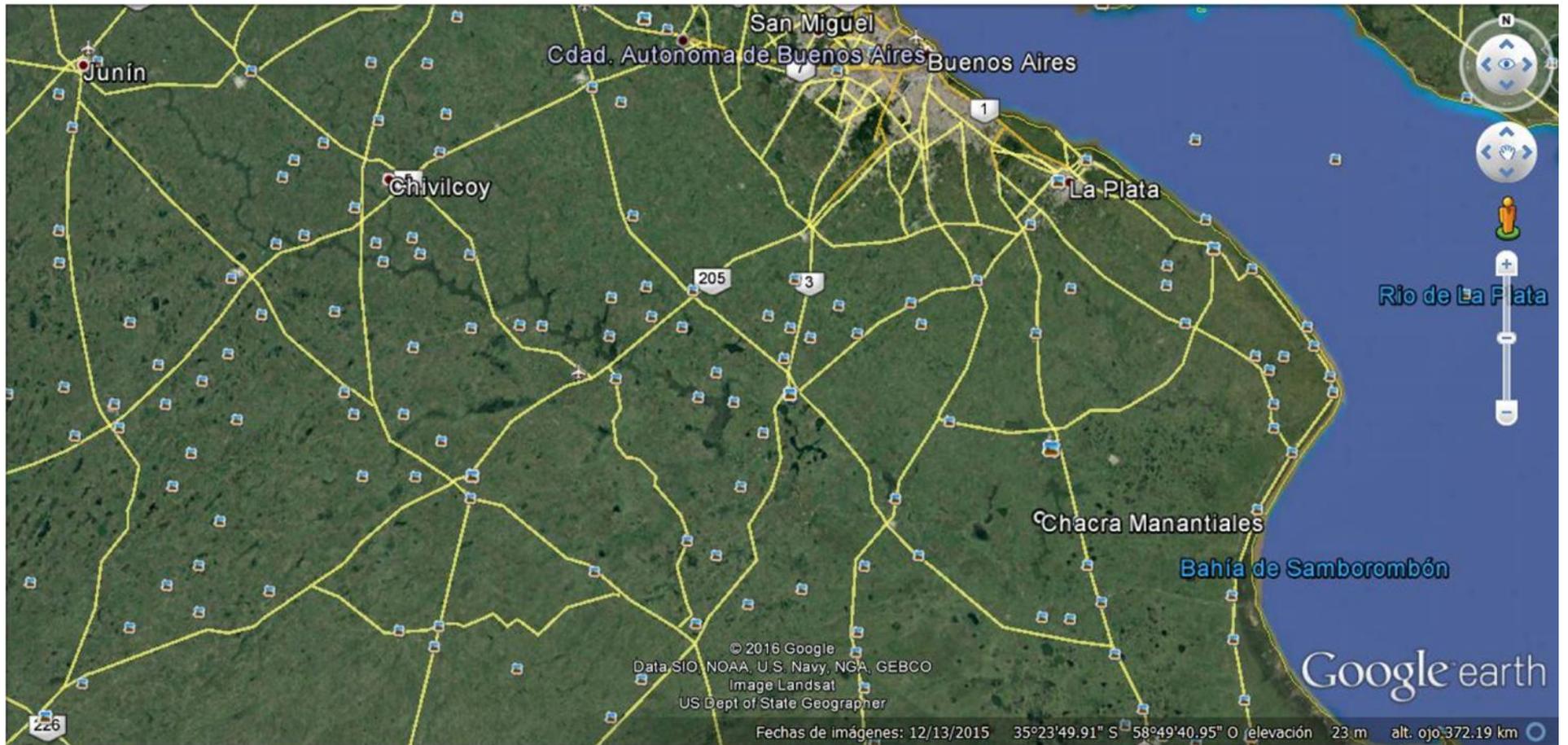
Grupo INTA – INTECH



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

Suelos con problemas por alcalinidad





Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

Objetivos :

Poco se sabe sobre si Lotus mejora o no las propiedades del suelo, especialmente aquellas relacionadas a la física, biología o al halomorfismo.

Investigar la fito-estabilización de suelos sódicos por pasturas de *Lotus tenuis*, identificando si se trata de un proceso físico, químico y/o biológico.

Determinar los *stocks* de C en suelo hasta 1 m de profundidad (o nivel freático)



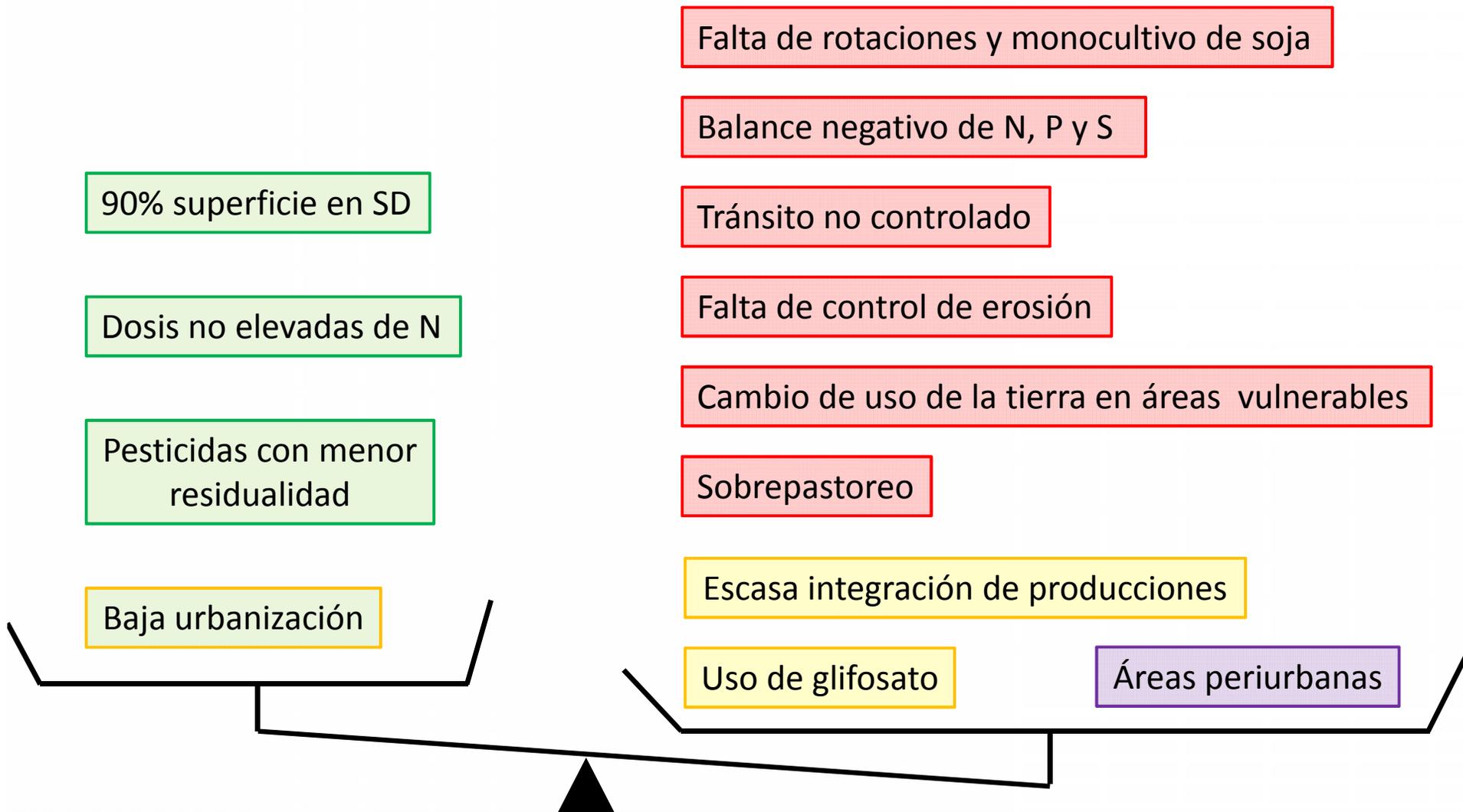
Objetivos:

Lotus tenuis podría ser una opción interesante para mitigar las emisiones de GEI en estos suelos, en los cuales podría mejorar el secuestro de C.

Compensación de > secuestro de C y < emisión de CH₄ entérico por animales que consumen forraje de mejor digestibilidad, con > emisiones de GEI que podrían esperarse bajo condiciones de pastoreo de una leguminosa por mayor emisión de N₂O.



¿Cuán sustentable es el uso actual de los suelos argentinos?



Desafíos futuros: ¿por donde avanzar?

a) Productivos:

- Cerrar “brechas” de rendimiento en los principales cultivos: comprender mejor el aprovechamiento del agua almacenada en los perfiles de suelo.
- Nuevos germoplasmas: resistencia a plagas, estrés hídrico, C3 por C4 en trigo y arroz.
- Evitar agotamiento de la fertilidad de los suelos (acceso a fertilizantes y sistemas diagnóstico).
- Mejorar la comprensión de los procesos biológicos de suelo: fijación de N, solubilización de P, degradación de residuos de herbicidas, agregación del suelo.
- Mejorar la eficiencia de los sistemas de riego (fundamental por menores lluvias en zona andina).



Desafíos futuros: ¿por donde avanzar?

b) Ecosistémicos:

- Medir las emisiones GEI (N_2O , CH_4).
- La solución no es emitir menos en “bruto”, sino menos “por unidad producida: mejorar eficiencias de uso del C, el N y el agua.
- Cómo secuestrar mas C en los suelos: integración con ganadería, uso de residuos del agro, intensificar la agricultura, agroecología.
- Preservar calidad del agua y del aire.
- Preservar biodiversidad en ambientes críticos (selvas, bosques, humedales)

Tener en cuenta los servicios ambientales que presta el sector agropecuario.



¡Muchas gracias!

Alejandro Costantini
costanti@agro.uba.ar
costantini.alejandro@inta.gob.ar



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación