

Miguel Angel Sánchez-Monedero
Mariluz Cayuela
Asunción Roig



El nitrógeno de las enmiendas orgánicas y fertilizantes orgánicos: ventajas y desventajas

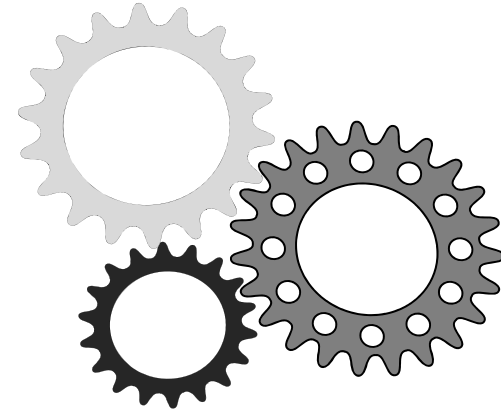


CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura



ESQUEMA DE ESTA CHARLA



- 1 EL DILEMA DEL NITRÓGENO:
BENEFICIOS E INCONVENIENTES



- 2 BIOCHAR: ESTRATEGIA
PARA REDUCIR PÉRDIDAS DE
 N_2O EN SUELOS AGRÍCOLAS



- 3 REDUCCIÓN DE PERDIDAS DE
N DURANTE EL COMPOSTAJE



- 4 CONCLUSIONES, DUDAS, ...



Dilema del Nitrógeno: Beneficios e Inconvenientes

- Beneficios:
 - Necesario para la vida
 - Mantiene niveles de producción



- Inconvenientes:
 - Un exceso de nitrógeno causa impacto ambiental negativo

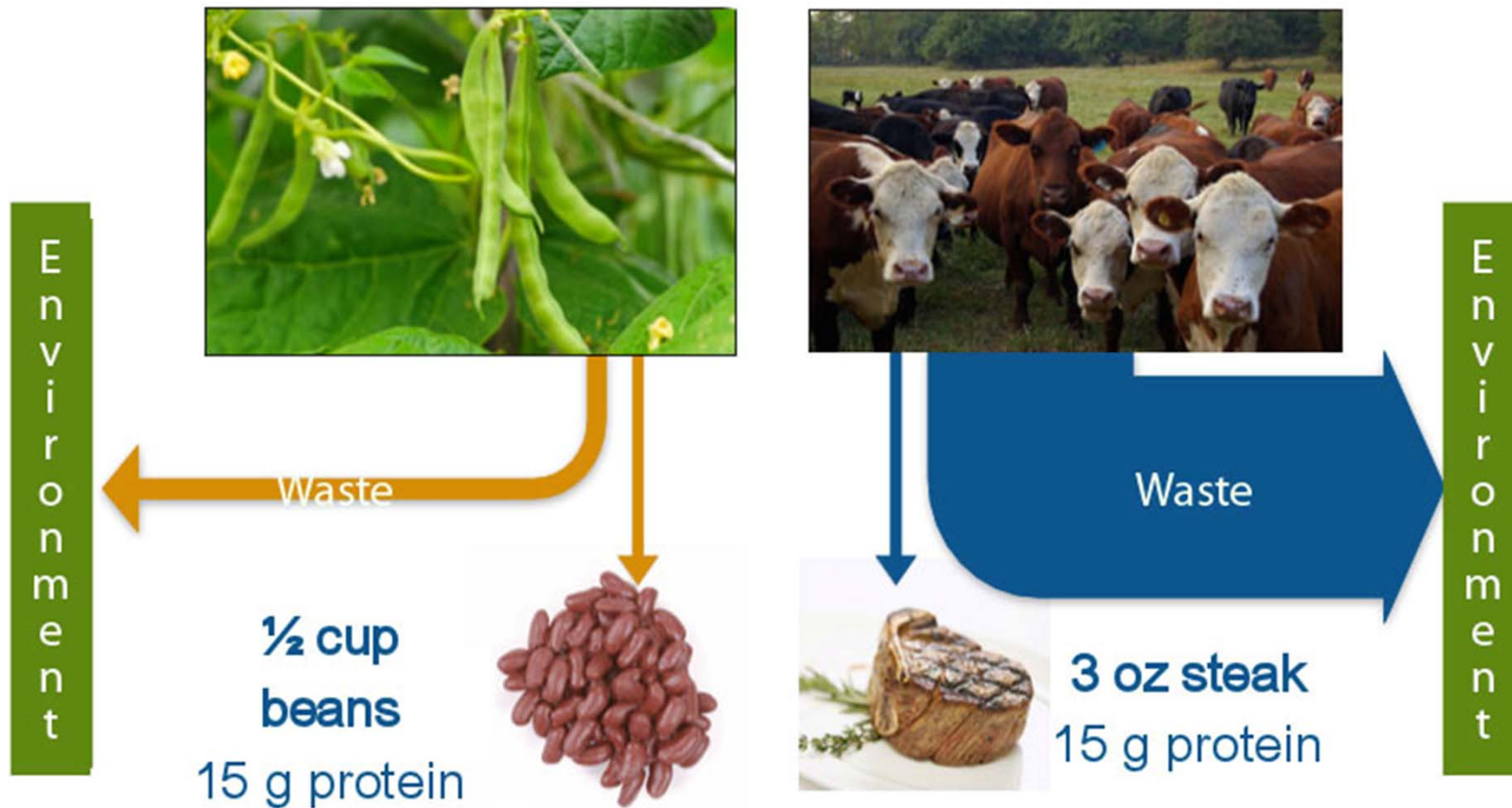
NH₃: acidificación, eutrofización

N₂O: cambio climático, ozono

- Retos
 - Reducir la huella de nitrógeno
 - Uso eficiente del nitrógeno



Herramientas para reducir la huella de N

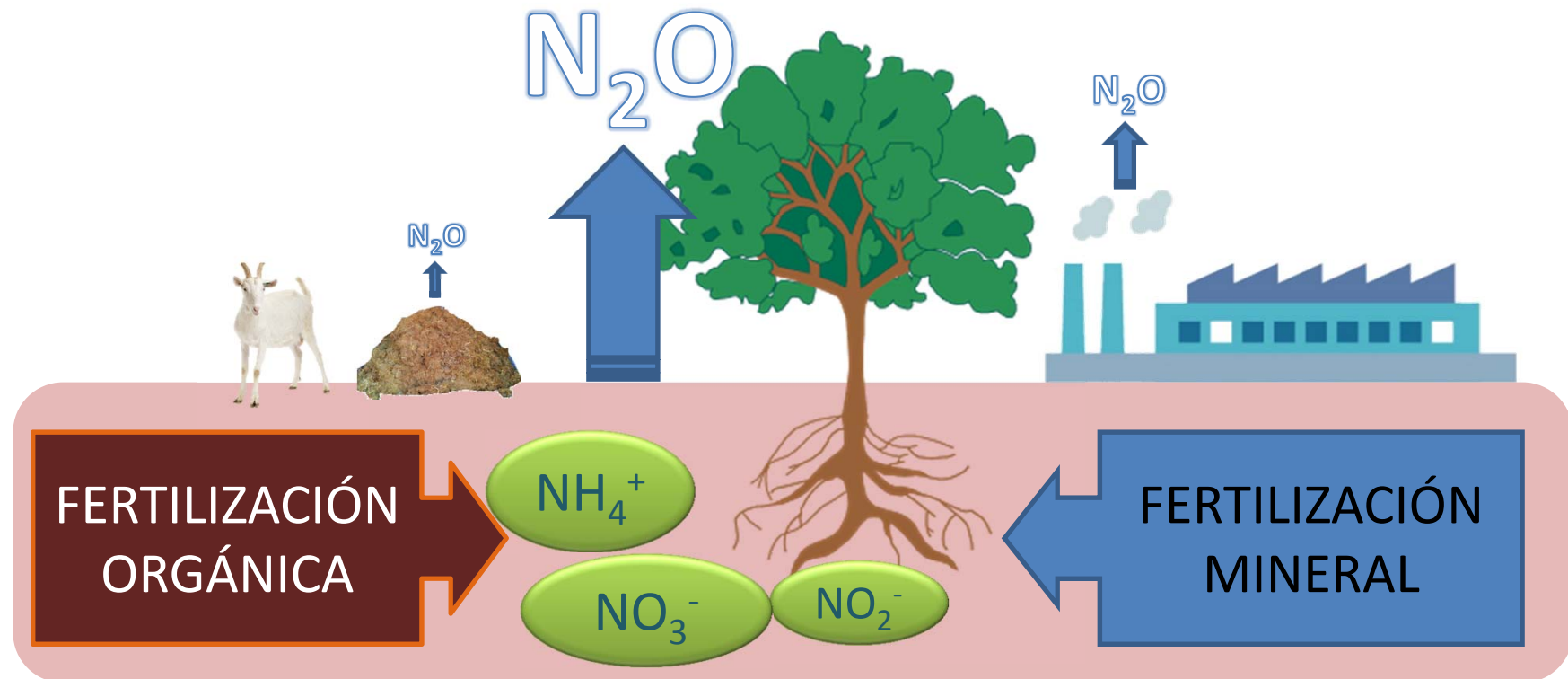


<http://www.n-print.org/>



FUENTES DE N_2O EN AGRICULTURA

42% de las emisiones de N_2O procede de la agricultura





Reciclado de residuos orgánicos en agricultura: reciclado de nutrientes

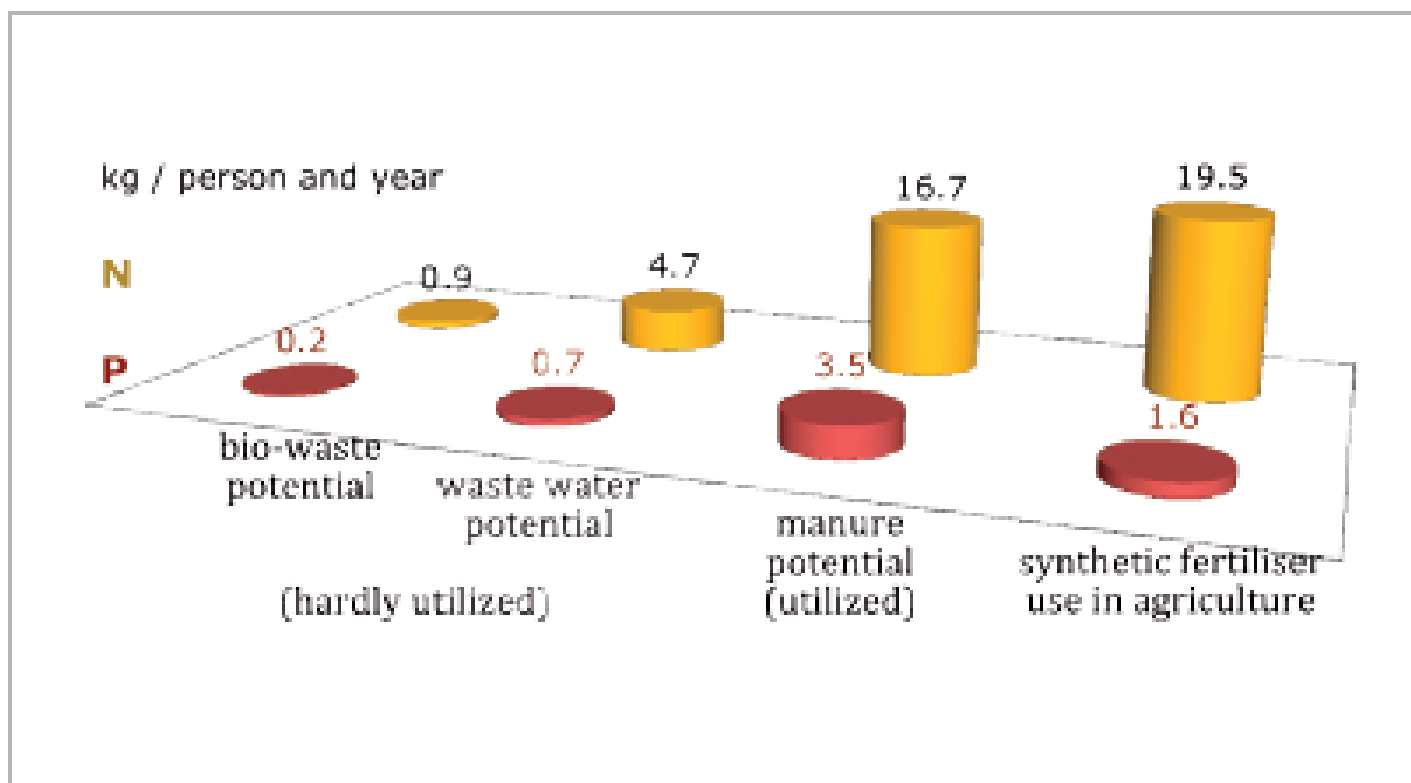


Figure 1. Nitrogen (N) and Phosphorus (P) potential and utilization per person and year in the EU



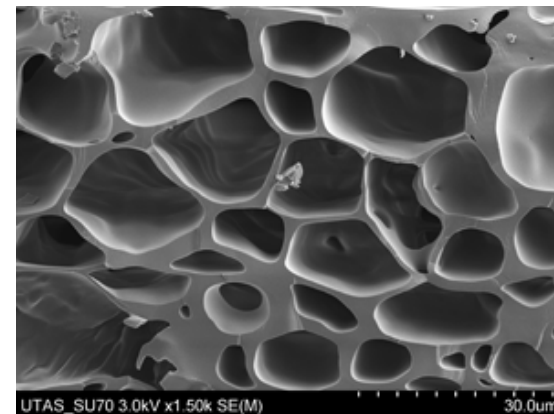
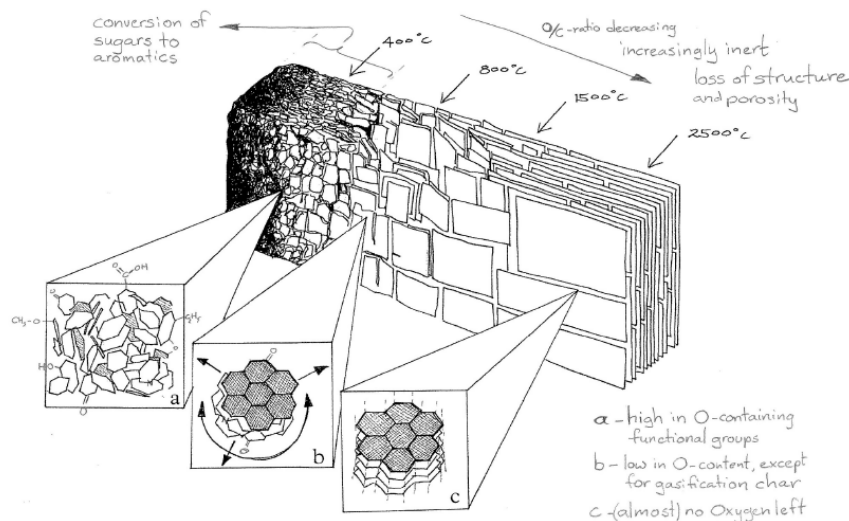
Biochar: estrategia para reducir las emisiones de N_2O en suelos agrícolas

2.



Material rico en C obtenido a partir de la **pirolisis de la biomasa**

- altas temperaturas ($>400^{\circ}C$)
- ausencia o baja disponibilidad de O_2





Biochar: estrategia para reducir las emisiones de N_2O en suelos agrícolas



Material rico en C obtenido a partir de la **pirolisis de la biomasa**

- altas temperaturas ($>400^\circ\text{C}$)
- ausencia o baja disponibilidad de O_2

¿Cómo afecta a las emisiones de N_2O en **suelos agrícolas**?

- reducen las emisiones (*Taghizadeh Toosi et al., 2011*)
- no afecta (*Castaldi et al., 2011; Suddick and Six, 2013*)
- aumenta (*Verhoeven and Six, 2014*)



Biochar: estrategia para reducir las emisiones de N_2O en suelos agrícolas



Material rico en C obtenido a partir de la **pirolisis de la biomasa**

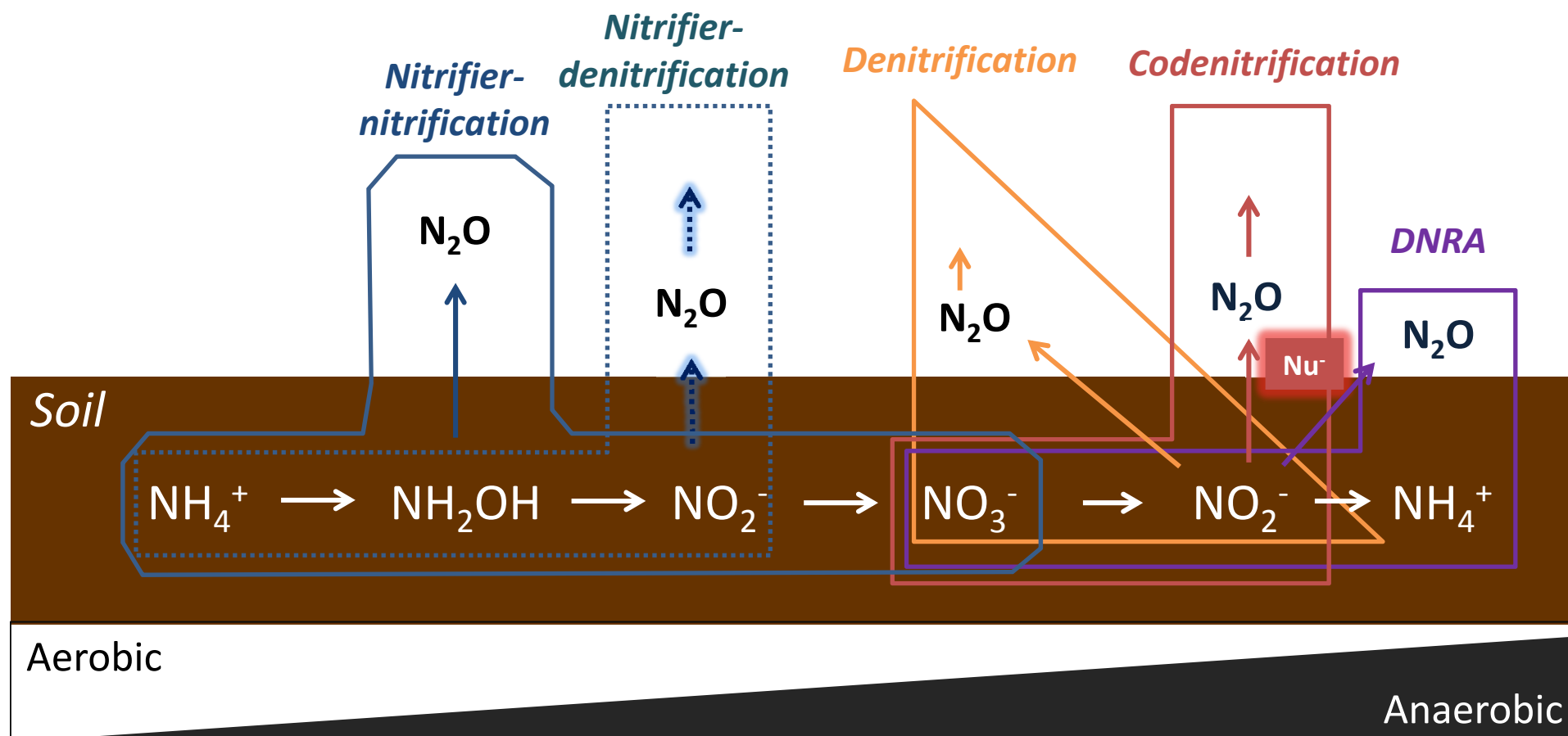
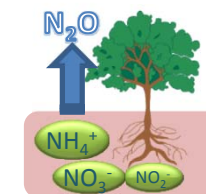
- altas temperaturas ($>400^\circ\text{C}$)
- ausencia o baja disponibilidad de O_2

¿Cómo afecta a las pérdidas de N durante el **compostaje** de residuos orgánicos?

- Reducción de pérdidas de N por volatilización de NH_3 (*Steiner et al., 2010*)
- Reducción de las emisiones de N_2O (*Wang et al., 2013*)

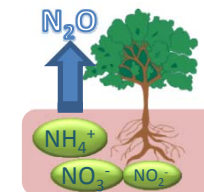


EMISIÓN DE N_2O EN SUELOS





EMISIÓN DE N_2O EN SUELOS



SCIENTIFIC
REPORTS



SUBJECT AREAS:
GEOCHEMISTRY
BIOGEOCHEMISTRY
CLIMATE-CHANGE MITIGATION
ENVIRONMENTAL
BIOTECHNOLOGY

Received
9 January 2013

Accepted
4 April 2013

Published
25 April 2013

Correspondence and
requests for materials
to: Maria Luz Cayuela

Biochar and denitrification in soils: when, how much and why does biochar reduce N_2O emissions?

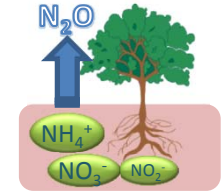
Maria Luz Cayuela^{1,2}, Miguel Angel Sánchez-Monedero¹, Asunción Roig¹, Kelly Hanley², Akio Enders² & Johannes Lehmann²

¹Department of Soil and Water Conservation and Waste Management, CEBAS-CSIC. Campus Universitario de Espinardo. 30100 Murcia. Spain, ²Department of Crop and Soil Sciences. 918 Bradfield Hall, Cornell University, 14853 Ithaca, NY. USA.

Agricultural soils represent the main source of anthropogenic N_2O emissions. Recently, interactions of black carbon with the nitrogen cycle have been recognized and the use of biochar is being investigated as a means to reduce N_2O emissions. However, the mechanisms of reduction remain unclear. Here we demonstrate the significant impact of biochar on denitrification, with a consistent decrease in N_2O emissions by 18–36% in 14 different agricultural soils. Using the ^{15}N gas-flux method we observed a consistent reduction of the $\text{N}_2\text{O}/(\text{N}_2 + \text{N}_2\text{O})$ ratio, which demonstrates that biochar facilitates the last step of denitrification. Biochar acid buffer capacity was identified as an important aspect for mitigation that was not primarily caused by a pH shift in soil. We propose the function of biochar as an “electron shuttle” that facilitates the transfer of electrons to soil denitrifying microorganisms, which together with its liming effect would promote the reduction of N_2O to N_2 .

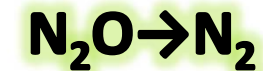


EMISIÓN DE N_2O EN SUELOS



Creciente número de estudios sobre los efectos del **biochar** en las emisiones de N_2O

Mayoría de resultados se reducen emisiones



Pero no siempre

OBJETIVO

Identificar mecanismos y cómo les afecta la adición de biochar



- 2 suelos con distintas respuestas al biochar
- Idénticas condiciones ambientales



Descripción del experimento

BIOCHAR 550°C Residuos vegetales	
COT (g kg ⁻¹)	701,7
N (g kg ⁻¹)	2,7
pH	7,87

25°C

90% WFPS

100 g suelo ó

98 g suelo + 2g biochar

5,5 mg N/bote

Suelo	Haplic Phaeozem (HP)	Haplic Calcisol (HC)
		
Textura	Arenoso-franco	Franco-arenoso
COT (g kg ⁻¹)	11,6	16,8
N (g/kg ⁻¹)	2,0	2,4
COT/N	5,8	7
pH	6,89	8,01

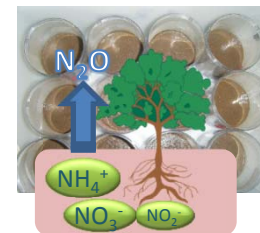


250 ml

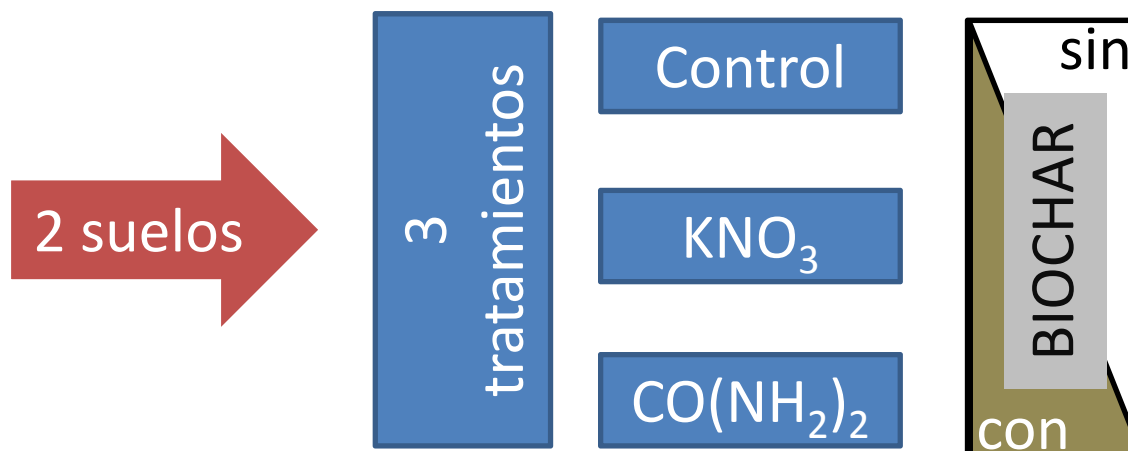
X 4



EMISIÓN DE N_2O EN SUELOS



Efecto de **distintos fertilizantes** sobre emisiones de N_2O y N mineral



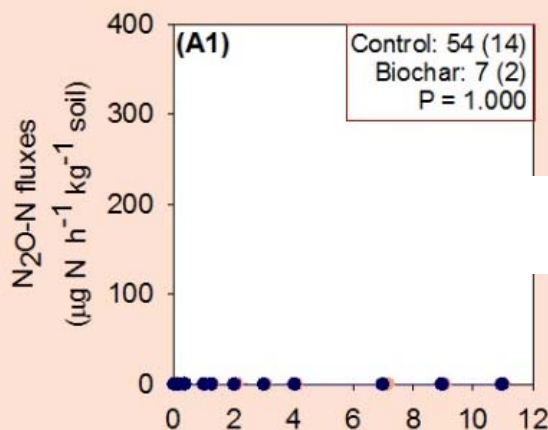


Efecto del biochar

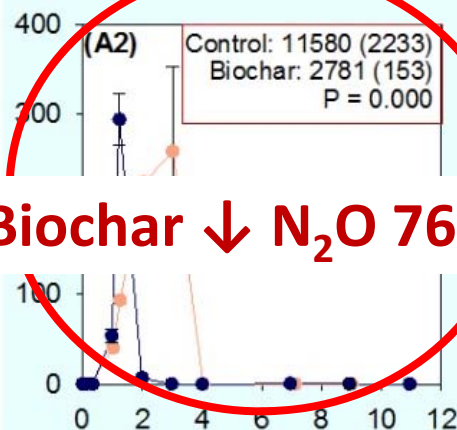


HP

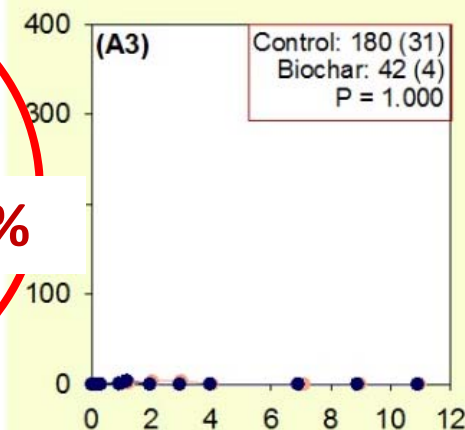
NO FERTILIZER



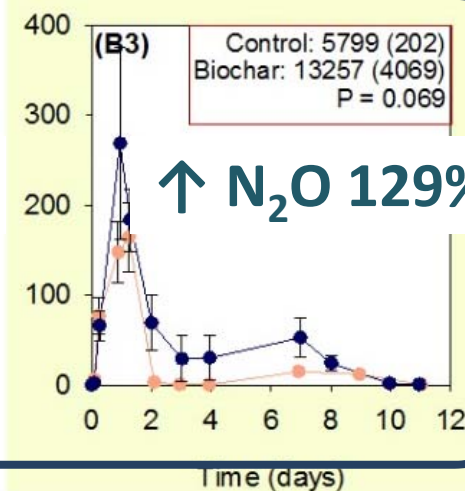
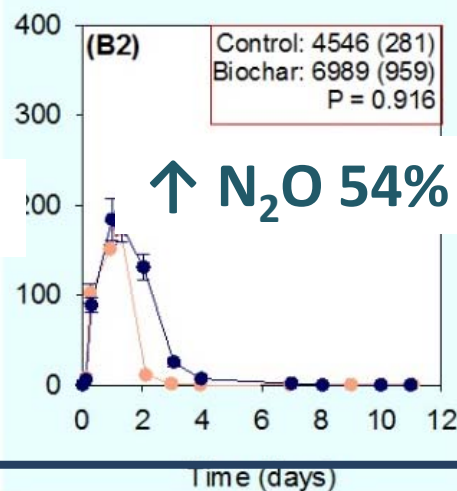
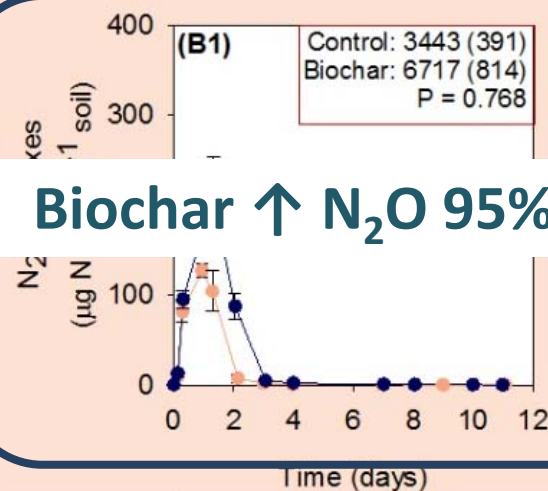
NITRATE



UREA



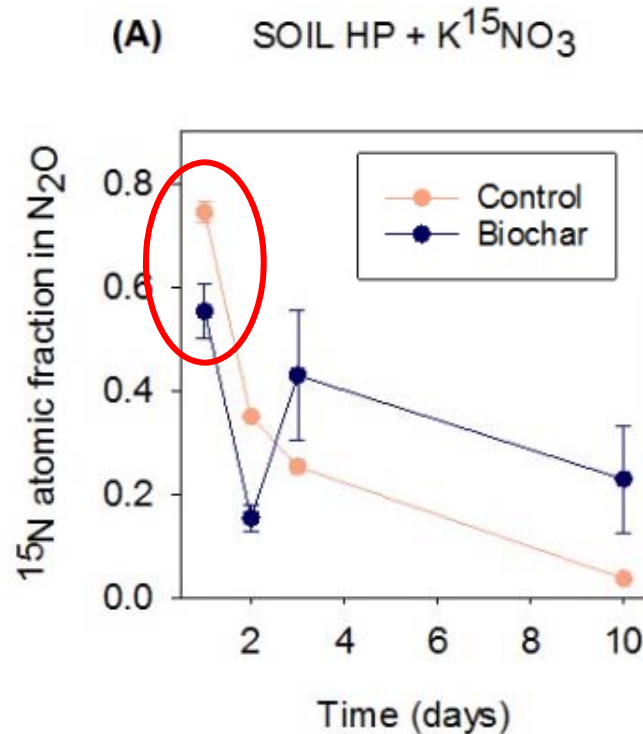
HC



Emisiones acumuladas ($\mu\text{g N-N}_2\text{O kg}^{-1}$) en cajetín superior



Mecanismo desnitrificación suelo HP



SUELO HP

DESNITRIFICACIÓN HETERÓTROFA



↑ Ratio
 $\text{N}_2\text{O}/(\text{N}_2\text{O}+\text{N}_2)$

BIOCHAR

N₂O

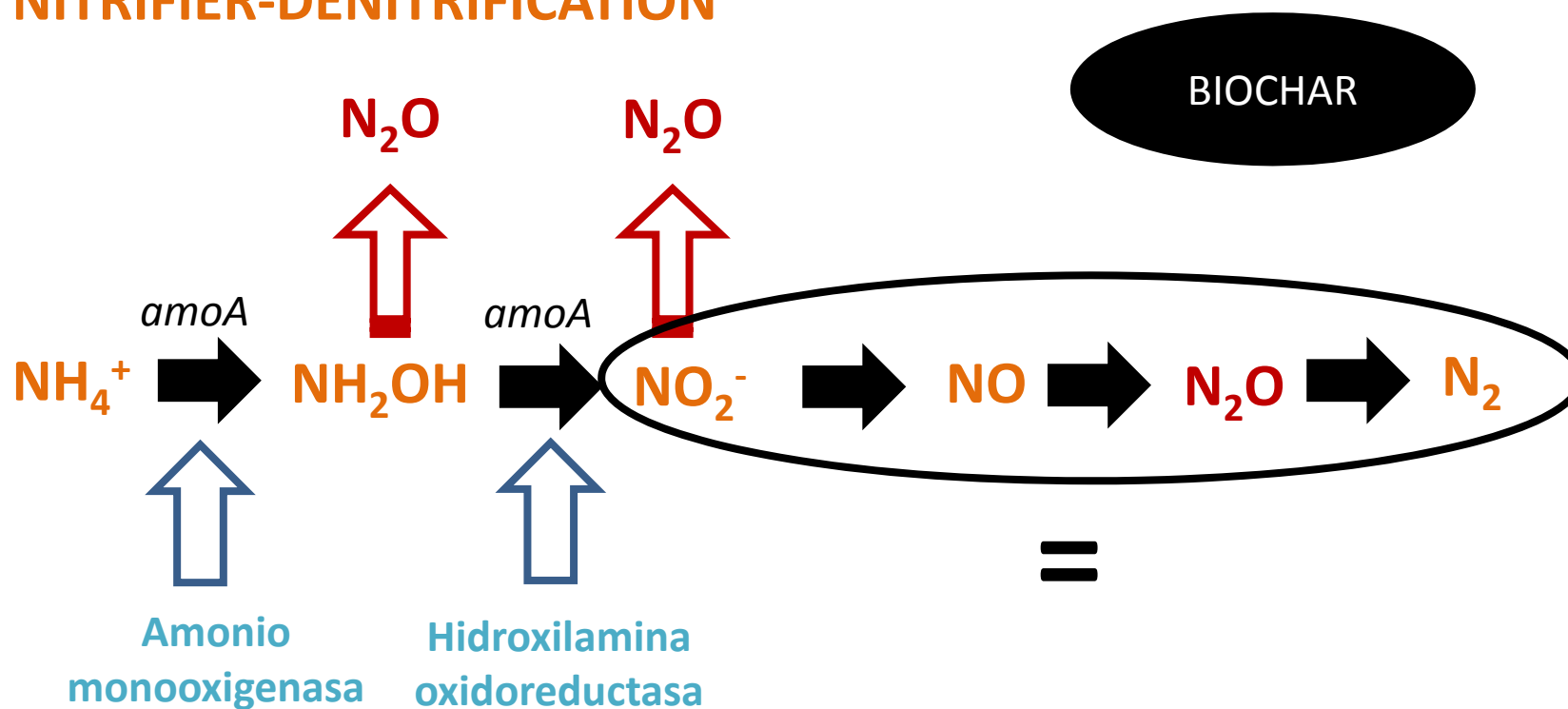
N₂O/
(N₂O+N₂)

*Electron
shuttle*



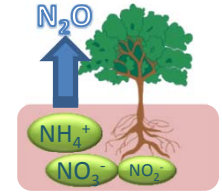
Mecanismo nitrifier-dinitrification suelo HC

NITRIFIER-DENITRIFICATION





Biochar: reducción de emisiones de N_2O

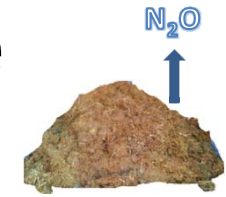


- **¿Funciona en todos los suelos?**
 - ✓ No. La adición de biochar afecta las emisiones de N_2O de forma diferente según cuál sea el mecanismo de formación operante en el suelo

- **¿Dónde es más efectivo?**
 - ✓ Suelos con condiciones ambientales favorables para la desnitrificación



Reducción de las pérdidas de N durante el compostaje de residuos orgánicos



Gaseous emissions from management of solid waste: a systematic review

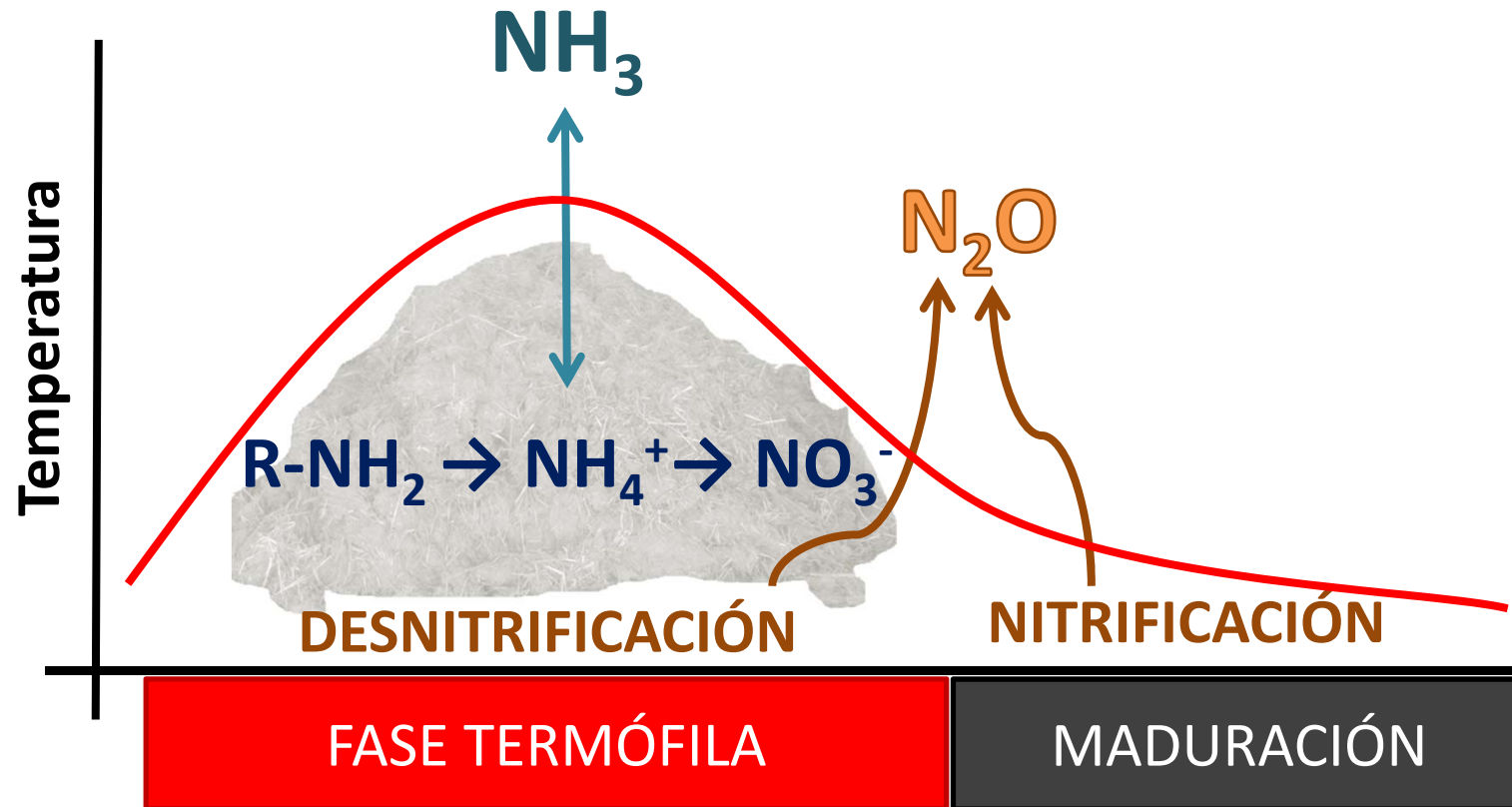
GUILLERMO PARDO¹, RAÚL MORAL², EDUARDO AGUILERA³ and AGUSTÍN DEL PRADO¹

¹Basque Centre For Climate Change (BC3), Alameda Urquijo, 4, 4º-1ª, 48008 Bilbao, Spain, ²EPS-Orihuela, Miguel Hernandez University, Ctra Beniel Km 3.2, 03312 Orihuela, Spain, ³Universidad Pablo de Olavide, Ctra. de Utrera, km. 1, 41013 Sevilla, Spain

of bulking agents and the use of additives). Our study is based on a meta-analysis of 50 research articles involving 304 observations. Our results indicated that improving the structure of the pile (waste or manure heap) via addition or substitution of certain bulking agents significantly reduced nitrous oxide (N_2O) and methane (CH_4) emissions by 53% and 71%, respectively. Turned composting systems, unlike forced aerated composted systems, showed potential for reducing GHGs (N_2O : 50% and CH_4 : 71%). Bulking agents and both composting systems involved a certain degree of pollution swapping as they significantly promoted NH_3 emissions by 35%, 54% and 121% for bulking agents, turned and forced aerated composting, respectively. Strategies based on the restriction of O_2 supply, such as covering or compaction, did not show significant effects on reducing GHGs but substantially decreased NH_3 emissions by 61% and 54% for covering and compaction, respectively. The use of specific additives significantly reduced NH_3 losses by 69%. Our meta-analysis suggested that there is enough evidence to refine future inter-governmental



Pérdidas de N durante el compostaje

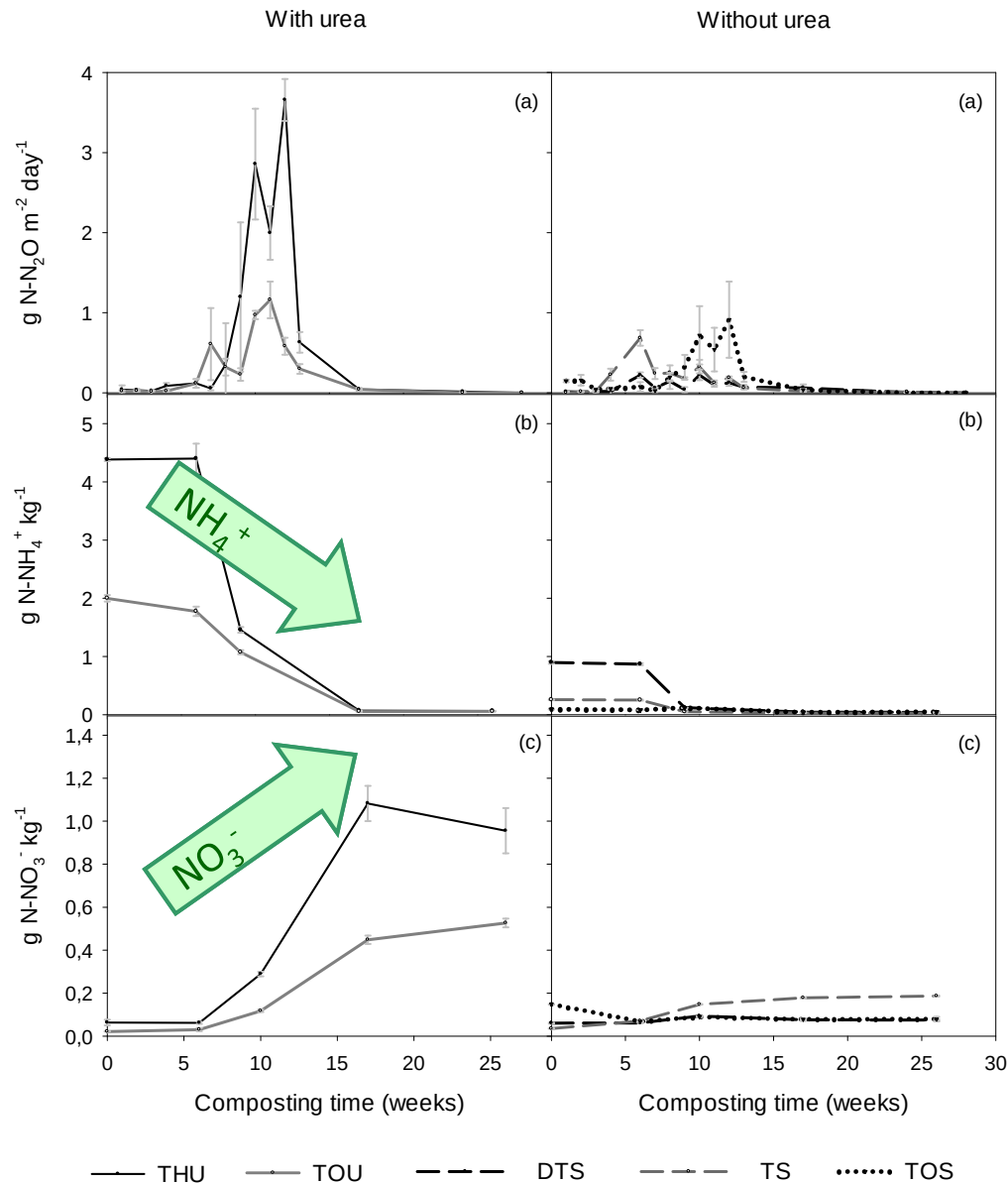


Emisión de N_2O durante el compostaje





Influencia de la adición de urea



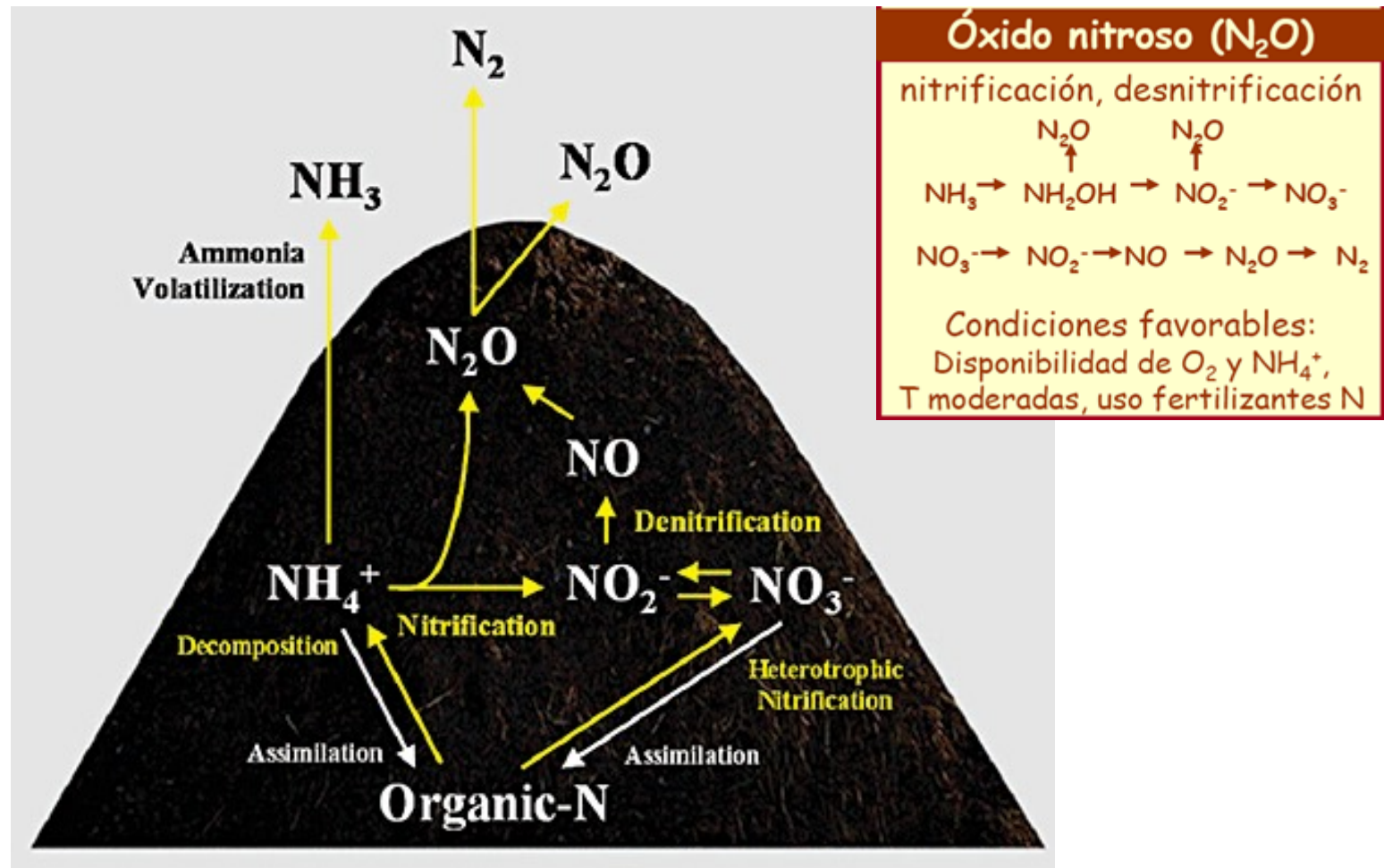
¿nitrificación?

¿desnitrificación?

Sánchez-Monedero y col., 2010.
Chemosphere, 81(1) 18-25



Mecanismos formación N_2O durante el compostaje

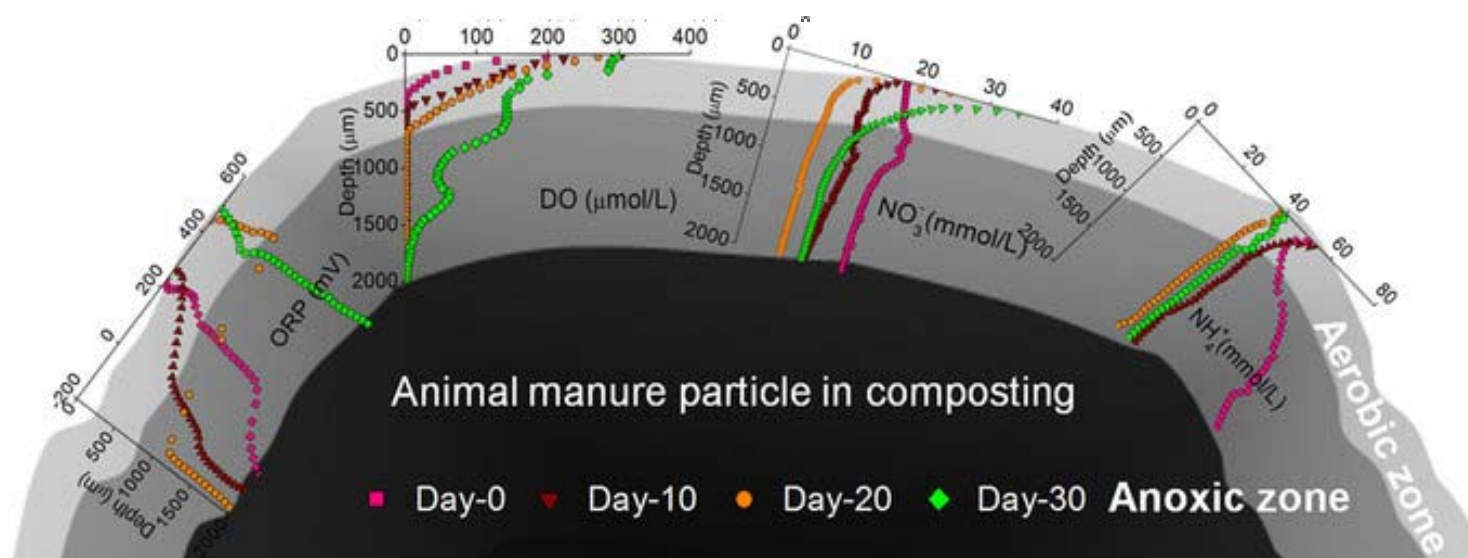




Influencia de la concentración de O_2

Figure 6: The microprofiles of DO, ORP, NO_3^- and NH_4^+ and the aerobic-anoxic dual structure in the chicken manure during active composting.

From: [Spatial nitrifications of microbial processes during composting of swine, cow and chicken manure](#)



[Back to article page](#) »



Pérdidas por desnitrificación

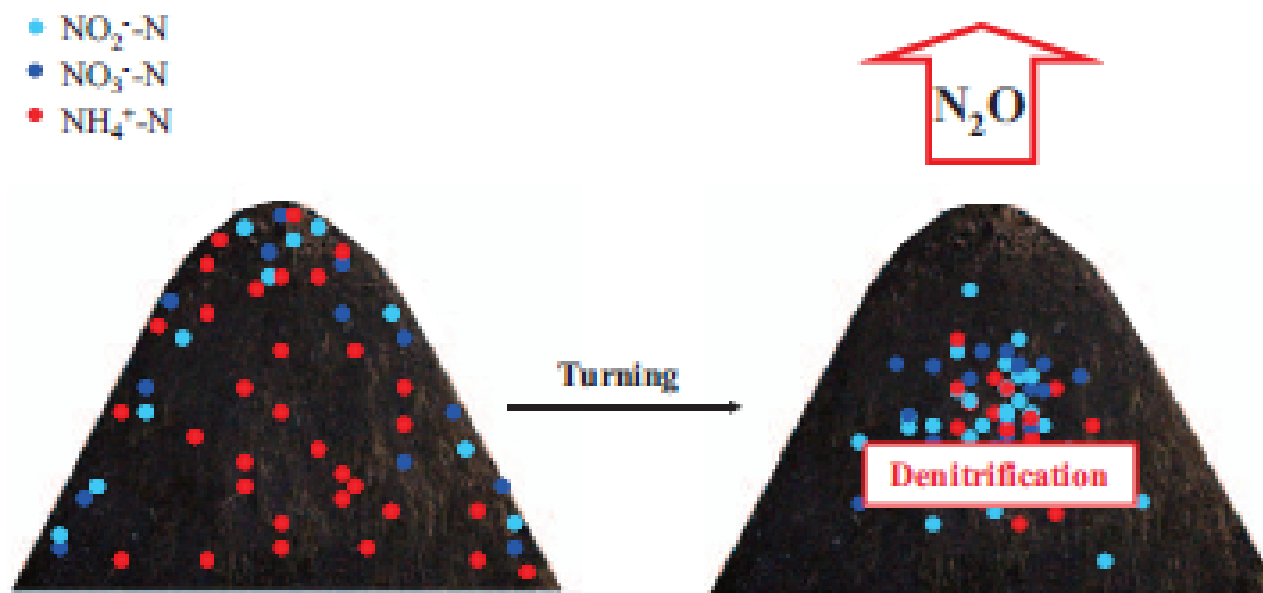


Fig. 2. Accumulation of NO_x^- -N content between the turnings and N_2O emissions derived from this NO_x^- -N reduction



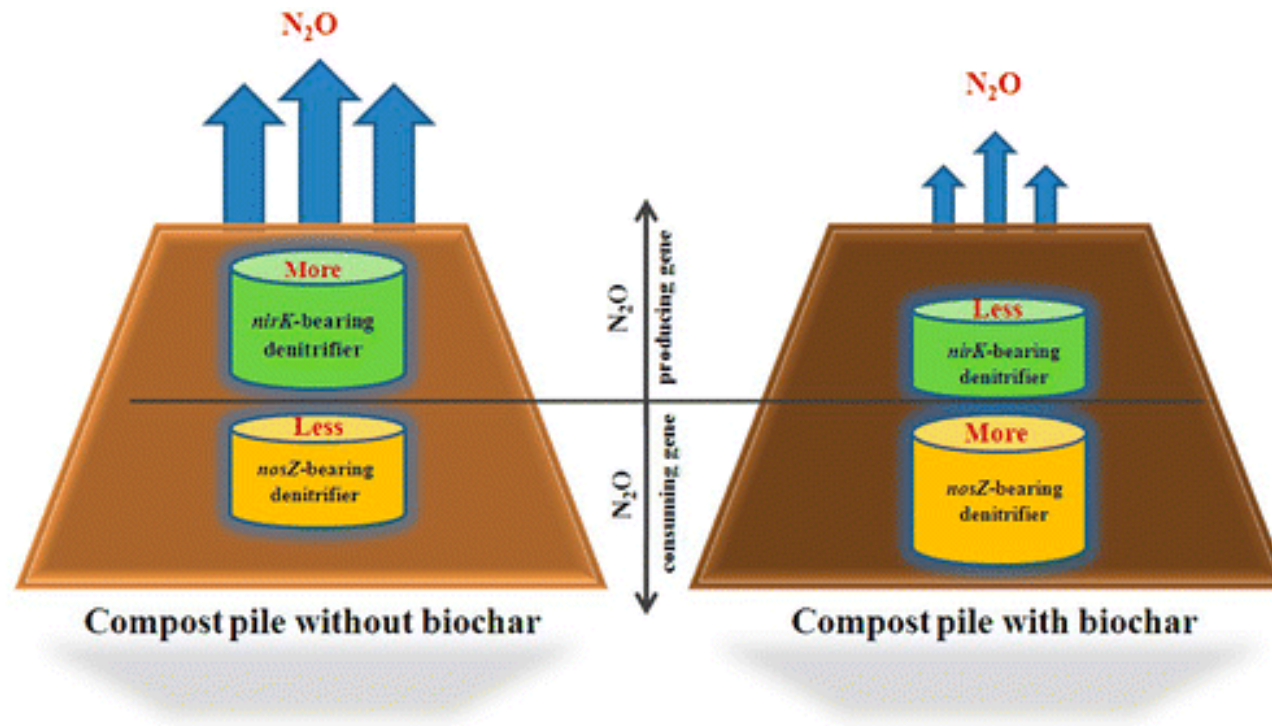
¿Qué propiedades del biochar favorecen el proceso de compostaje?

- 1 Estructura porosa que facilita aireación e intercambio gaseoso
- 2 Biochar disminuye las pérdidas de N en materiales ricos en N (estiércoles)
- 3 Propiedades de adsorción que disminuyen las emisiones de compuestos volátiles (malos olores)



BIOCHAR: IMPACTO EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

Experimento de compostaje: fracción sólida de purines + serrín (biochar 3%)



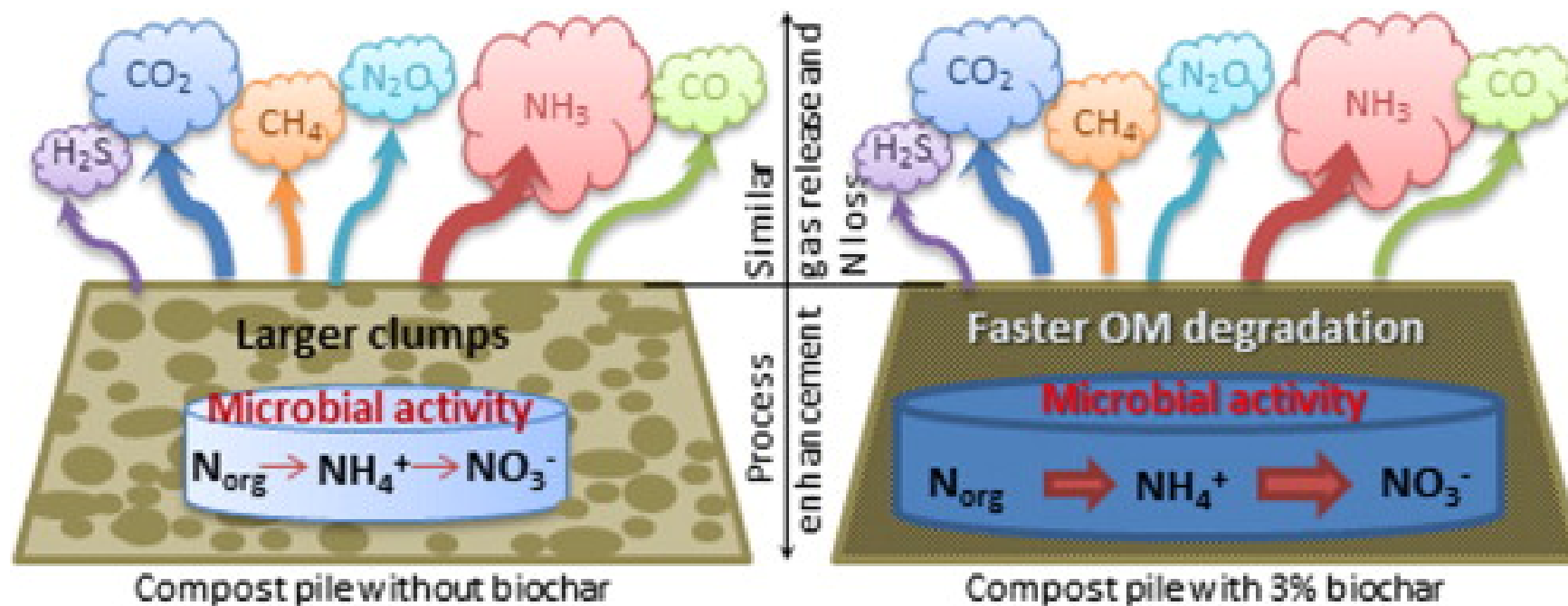
Wang et al., 2013 Environmental Science & Technology 47 (13), 7341–7349



BIOCHAR: IMPACTO EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

Experimento de compostaje: Gallinaza + paja

3%
biochar



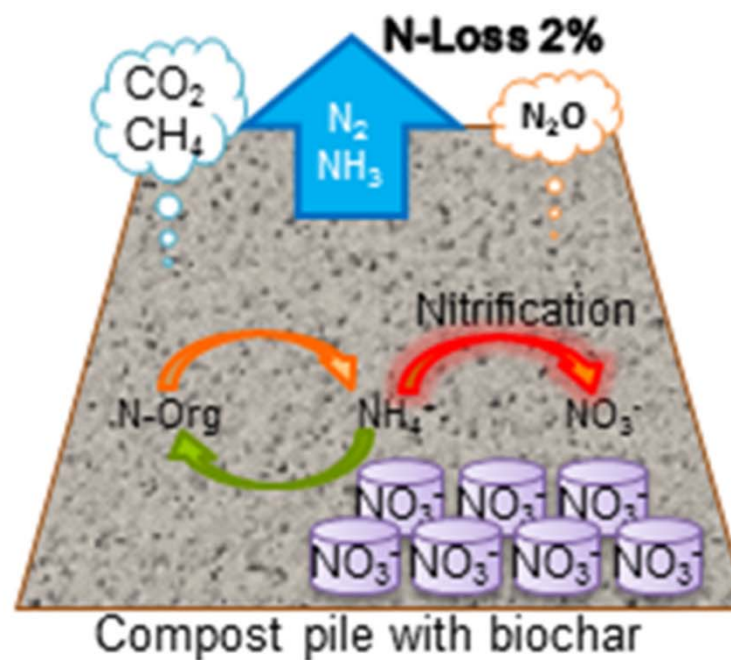
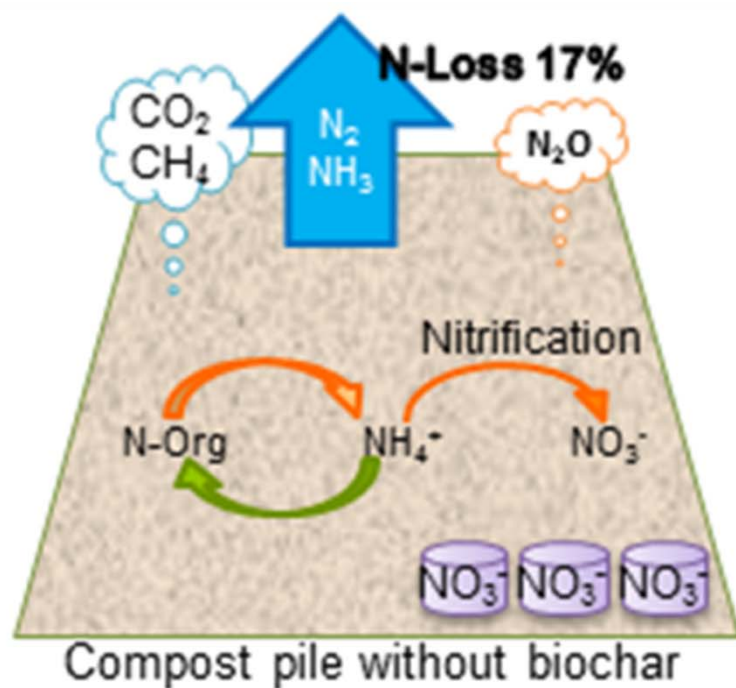
Sánchez-García et al., 2015, Bioresource Technology 192, 272-279



BIOCHAR: IMPACTO EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

Experimento de compostaje: alperujo + estiércol

3%
biochar





CONCLUSIONES, DUDAS

- **Potencial para reducción de emisiones de N₂O**
 - ✓ Reciclado de residuos orgánicos en agricultura
 - ✓ Reciclado de N, disminución del uso de fertilizantes minerales
 - ✓ Biochar ¿propiedades redox?

- **Efecto del biochar en suelo**
 - ✓ Disminuye emisiones de N₂O en suelos (**desnitrificación**)
 - ✓ Estimulación de procesos microbianos (todos los ciclos de nutrientes, pero en especial **nitrificación**)

- **Efecto del biochar en el compostaje**
 - ✓ Aumenta la biomasa microbiana (acelera proceso)
 - ✓ Disminuye pérdidas de N (aumenta **nitrificación**)
 - ✓ Disminuye emisiones de volátiles (olores)



¡Gracias por vuestra atención!



<https://waste2agriculture.wordpress.com/>
monedero@cebas.csic.es