



# Cultivos de servicios y nutrición del sistema: sincronizando los ciclos de los nutrientes

Gervasio Piñeiro, Priscila Pinto y Sebastián Villarino



Facultad de Agronomía/IFEVA CONICET  
Unidad integrada Balcarce, UNMdP - INTA, CONICET  
Facultad de Agronomía, Univesidad de la Republica, Uruguay

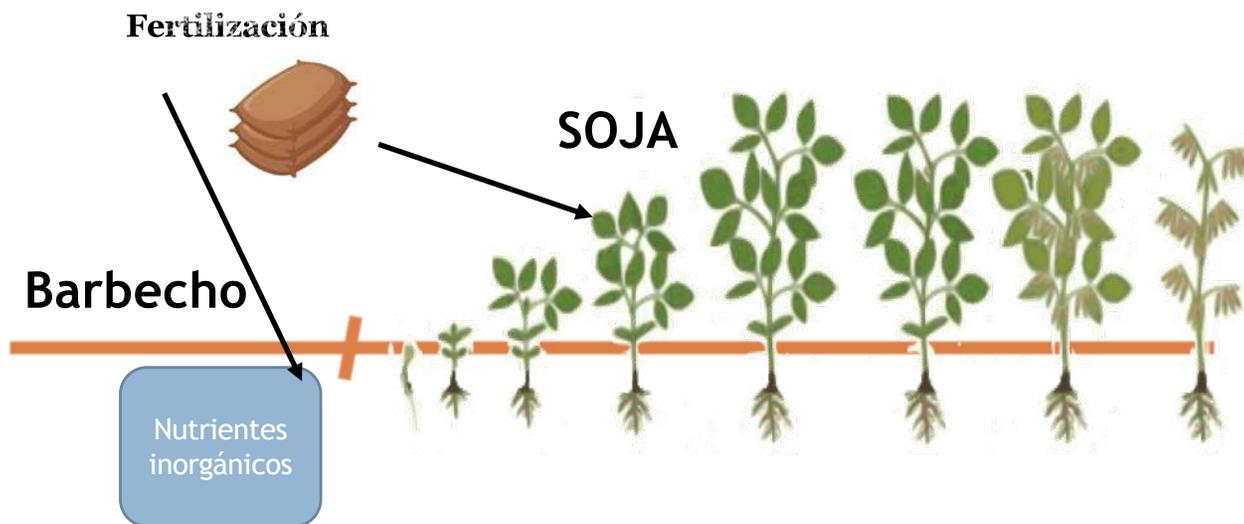
# Hoja de ruta

- **Fertilización orientada al sistema**
- **Jugadores en la nutrición de los cultivos**
- **Materia orgánica del suelo como centro de la estrategia de fertilización**
- **Nuevo modelo conceptual de la estructura y funcionamiento de la materia orgánica**
- **Estrategias de manejo de la nutrición del sistema con cultivos de servicios**



# Fertilización de Cultivos

**Orientada a la planta!**

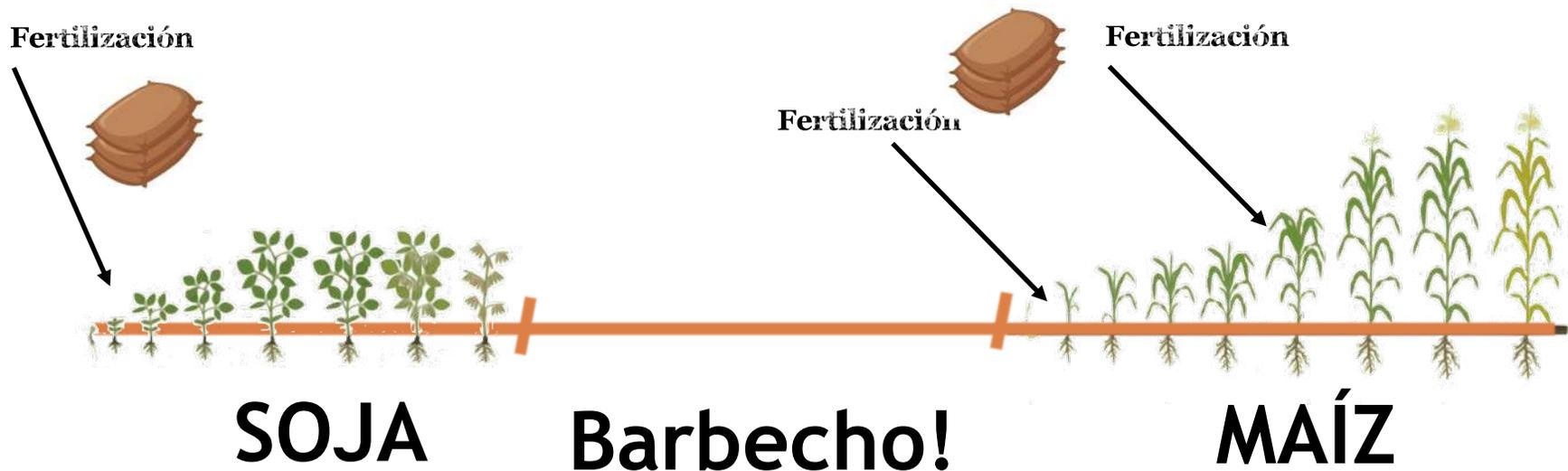


**¿Cuanto N/P/Nut necesito para el cultivo para obtener el rinde deseado?**



# Fertilización-manejo de nutrientes- de Cultivos

Orientado a todo el agroecosistema  
(principalmente al suelo)



**Mirar la rotación!**



# Falta un jugador clave!

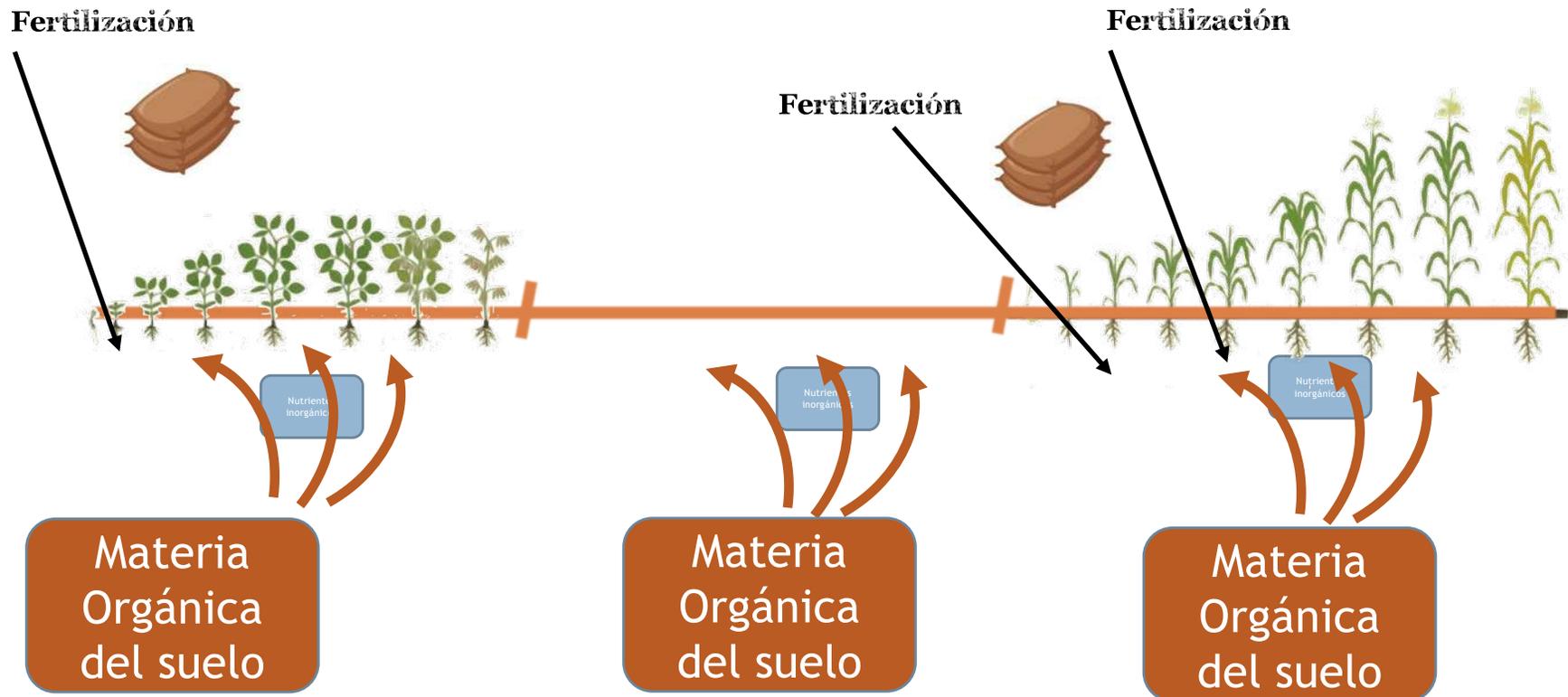
## M...



al



# Materia orgánica del suelo



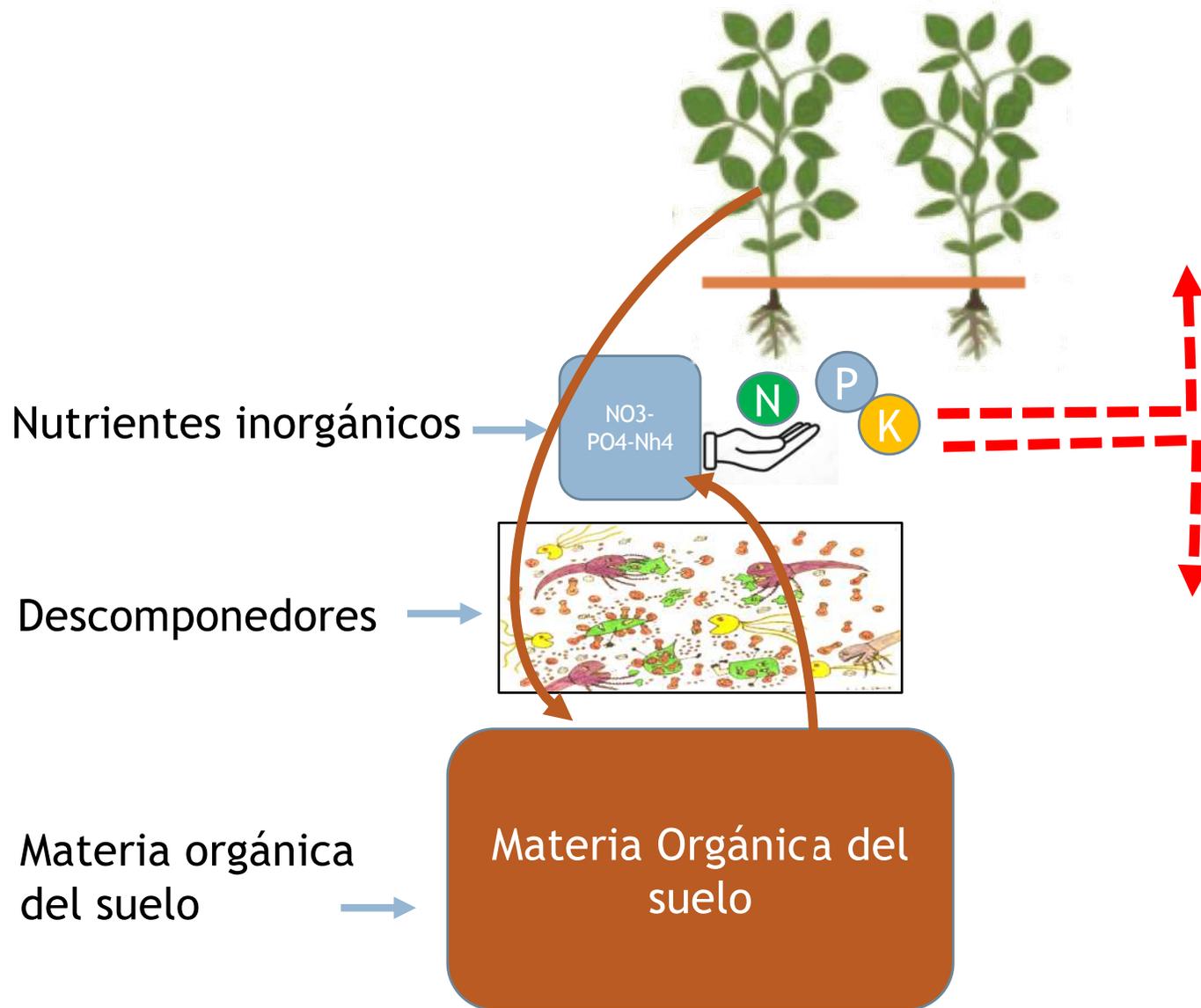
¿Cuanta materia orgánica tiene que tener mi suelo para aportar los Nutrientes que necesito para obtener el rinde deseado?

¿Puedo tener esa cantidad de materia orgánica?

¿Como hago para tenerla?



# Materia orgánica nos da nutrientes a pedido!

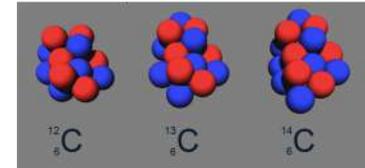


# Porque no la ponemos a jugar entonces (a la materia orgánica del suelo)?

- **Falta de conocimiento de su funcionamiento**
- **Falta de información e indicadores**
- **Resultados variables de investigación y confusos**



# Nuevas herramientas y descubrimientos recientes generaron una nueva visión de la Materia orgánica del suelo!



## -Visión clásica-

Humus: sustancias complejas, muy recalcitrantes, difíciles de descomponer  
Protegido de la descomposición por su calidad química



## -Visión actual-

Las macromoléculas de humus no existen en el suelo  
Las sustancias simples se encuentran adsorbidas a los minerales y presentan una protección física a la descomposición



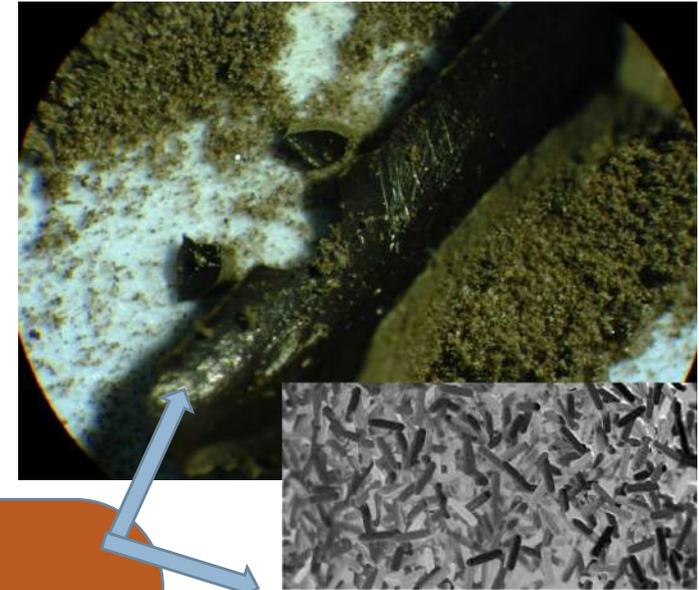
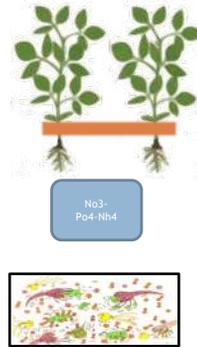
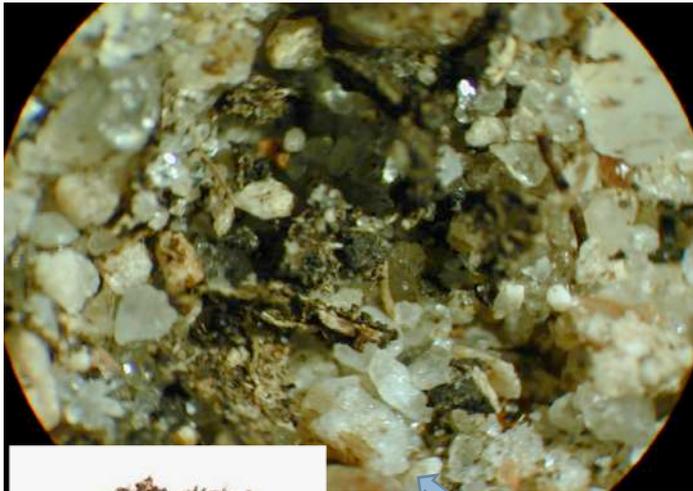
-Schmidt et al. 2011-



Materia orgánica del suelo esta compuesta de sustancias complejas de re-síntesis en el suelo que son difíciles de descomponer!!  
Huminas, Fulminas, etc.



# ¿Que es la Materia orgánica entonces?



Materia  
Orgánica  
Particulada

- **Trozos de plantas muertas**
- **Su descomposición depende de la complejidad bioquímica.**
- **Alta C/N**

Materia Orgánica  
Asociada a los  
Minerales

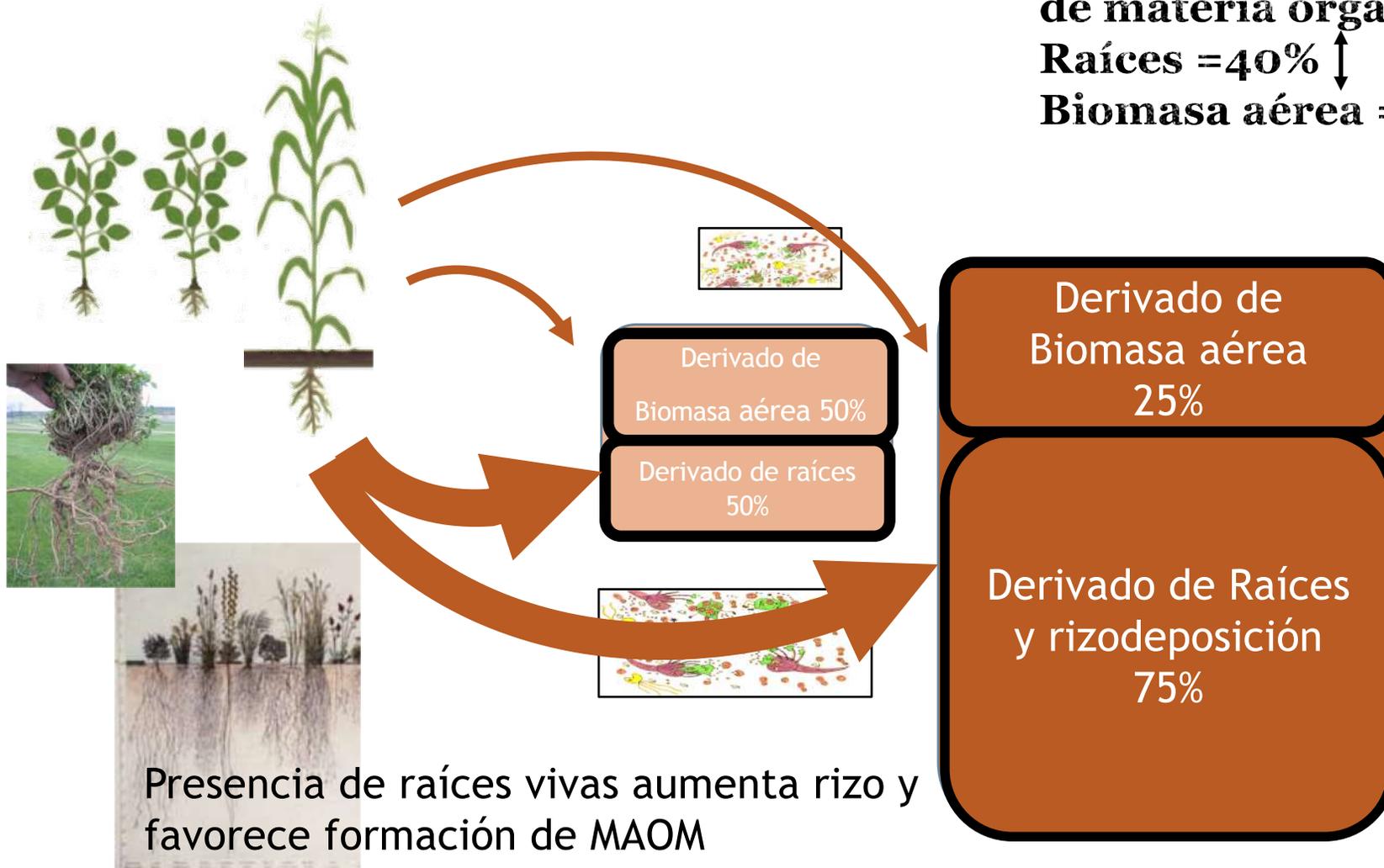
**No se puede formar sin N, P, K, etc**



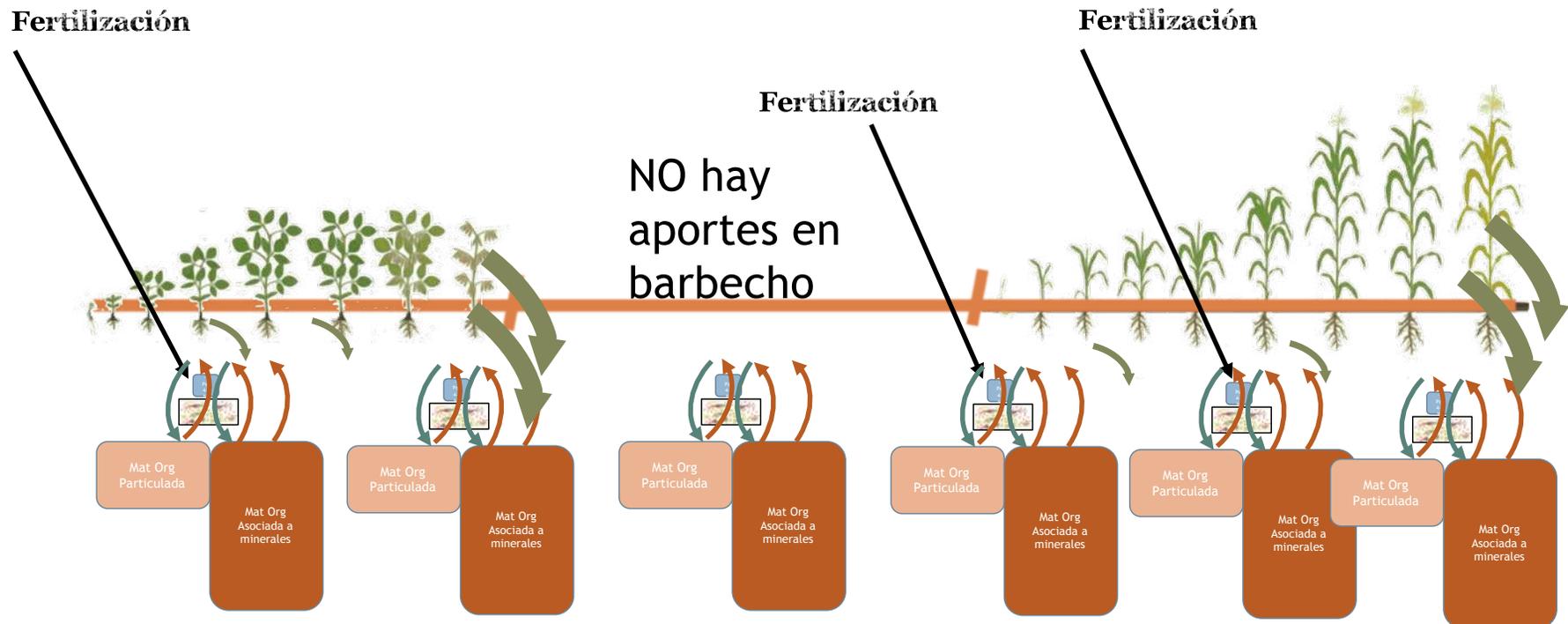
- **Trozos y exudados de Microorganismos muertos**
- **Su descomposición depende de protección física por arcillas y limos**
- **Capacidad de almacenamiento finita**
- **Modelo esponja**
- **Baja C/N**

# Raíces y rizo-deposición son claves para formar materia orgánica del suelo!!

Eficiencia de formación de materia orgánica  
Raíces = 40% ↓  
Biomasa aérea = 7% ↑



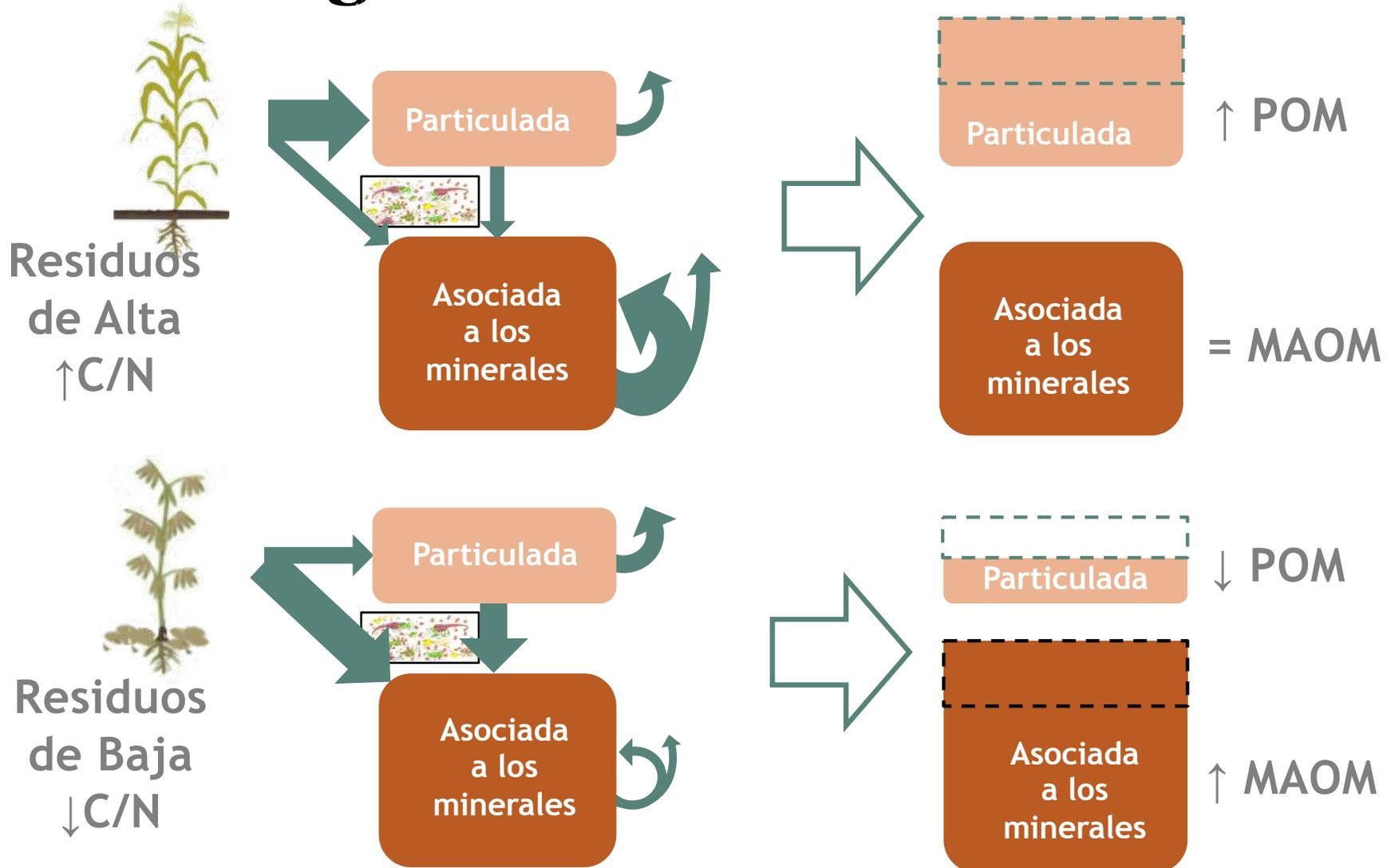
# Formación y descomposición de la materia orgánica ocurre continuamente



- ***Aumentar la materia orgánica del suelo es darle la mayor CANTIDAD de comida posible al suelo y continuamente, sobre todo darle de comer raíces!***



# CALIDAD de residuos afecta de manera distinta la formación de la materia orgánica del suelo



# ¿Como sabemos el estado de nuestra materia orgánica o cuantificar efectos de manejo?

**Medir cantidad de materia orgánica particulada y asociada a los minerales y estimar las ton de C/ha (en primeros 20 cm de profundidad, por ejemplo).**



Productor de San Luis	Bosque referencia	Agricultura
Ton de C/ha MO Particulada	20,1	3,6
Ton de C/ha en MO Asociada a minerales	15,4	8,9
Kg de N Particulada	1009	180
K de N Asociada a minerales	1580	887



# Nuevos indicadores: Nitrógeno mineralizado en anaerobiosis -N<sub>an</sub>



**Nahuel Ignacio Reussi Calvo**  
Laboratorio de suelos FERTILAB



**Nicolás Wyngaard**  
Universidad Nacional de Mar del Plata



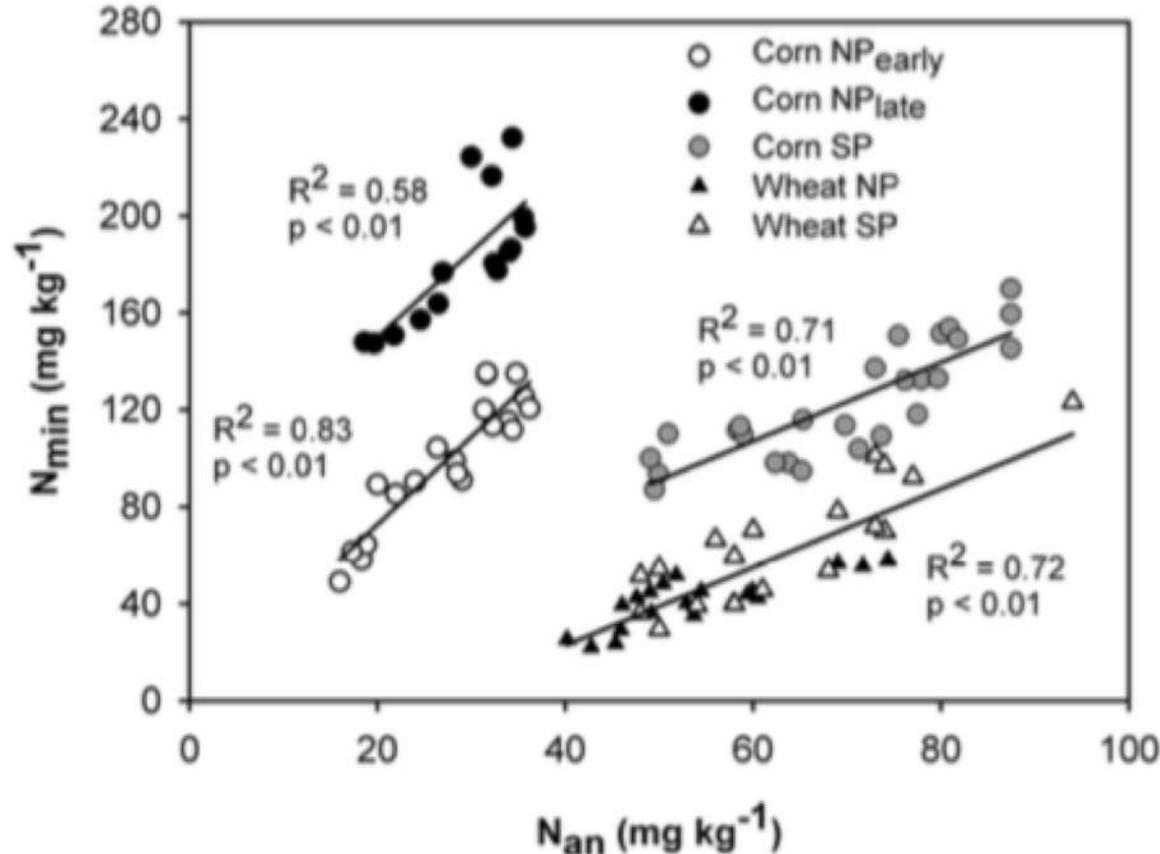
**Juan Manuel Orcellet**  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria,...



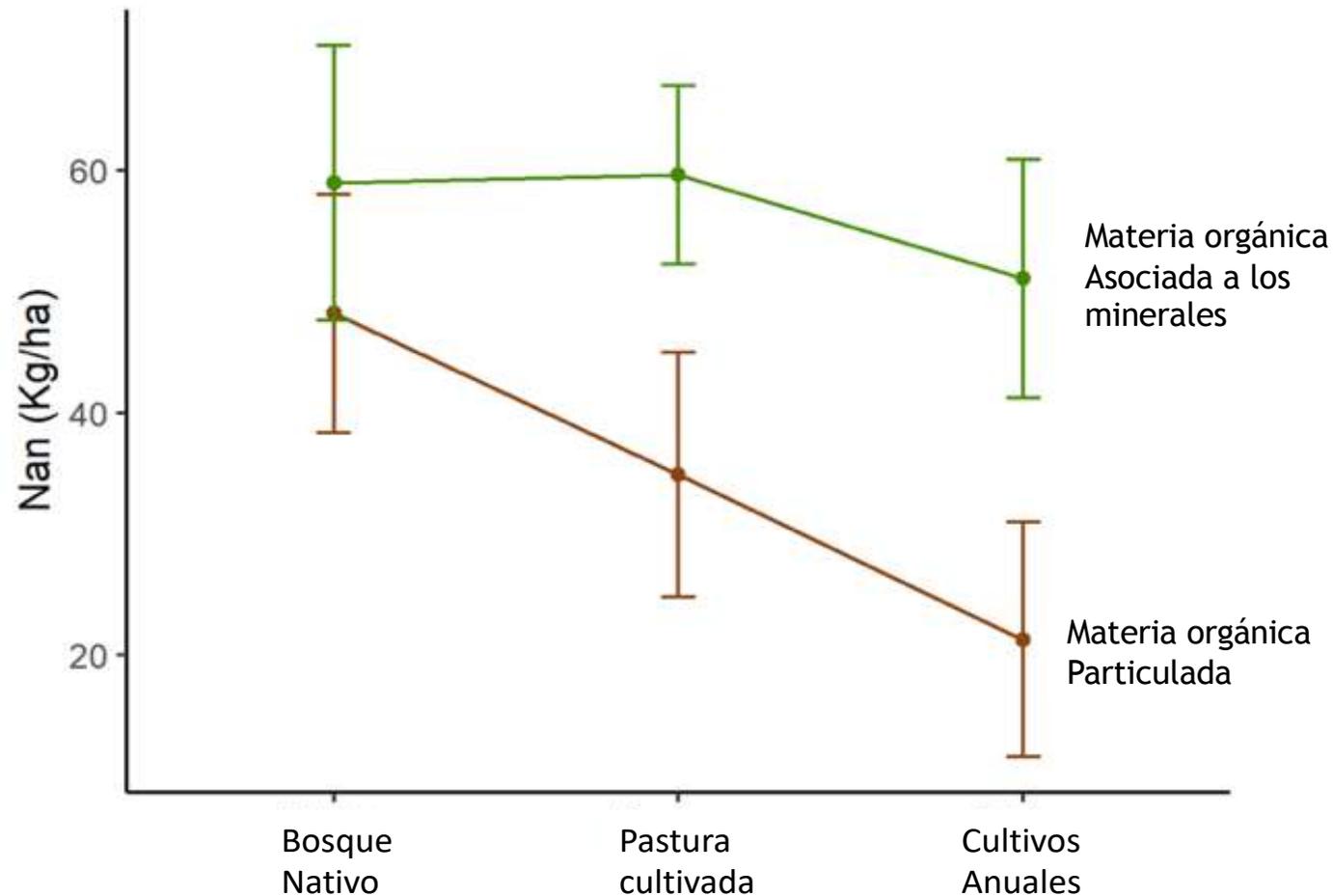
**Hernán Rene Sainz Rozas**  
Not yet on ResearchGate



**Hernan Echeverría**  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



# Nuevos indicadores: Nan en MO particulada y Nan en MO asociada a minerales



Suelos Santiago del Estero



# Que hacemos entonces? Cultivos de servicios!

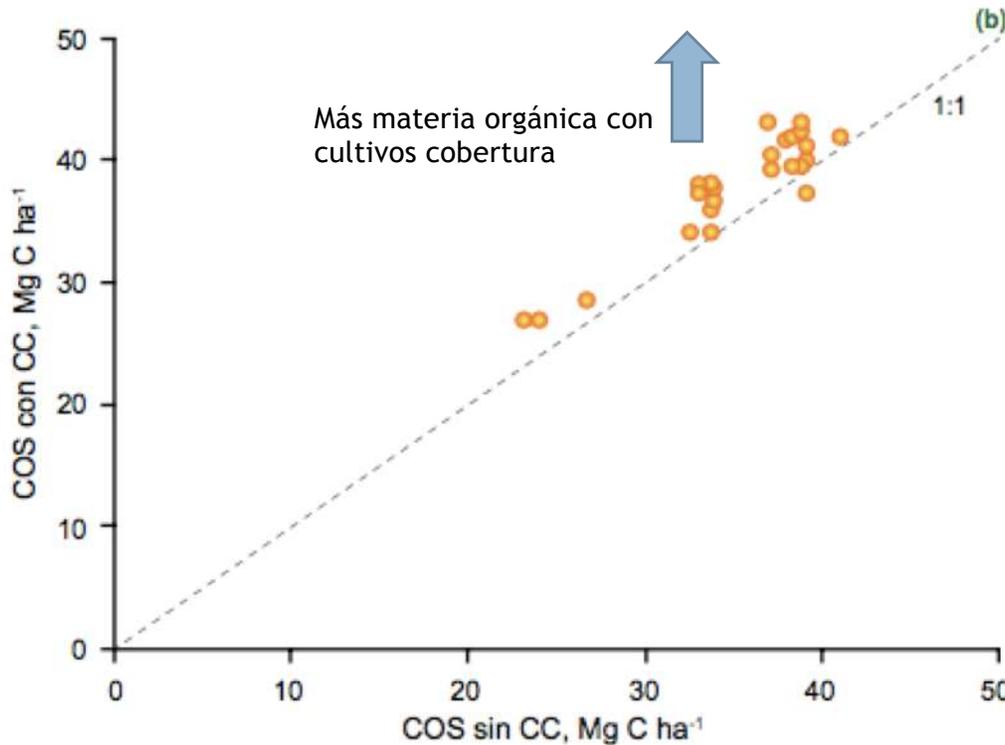
*Servicio: formar materia orgánica del suelo,  
aumentar la caja de ahorro de nutrientes!*



# ¿Cuánta materia orgánica puede construir un cultivo de servicio?

Helena Rimski-Korsakov et al 2015

Cover crops in the agricultural systems of the Argentine Pampas. Journal of Soil and Water Conservation 2015



Cover crop effects on soils and subsequent crops in the pampas: A meta-analysis

Roberto Alvarez<sup>a,b,\*</sup>, Haydee S. Steinbach<sup>a</sup>, Josefina L. De Paepe<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires, Argentina

<sup>b</sup> CONICET, Buenos Aires, Argentina



Aumentos del 7% de C en suelo.

Cerca de 1 tonelada de Carbono ha por año!  
(va con 100 a 50 kg de N)



# **Construir materia orgánica!!**

## **En que conviene invertir para aumentar la caja de ahorro de nutrientes!**

### **Formas de lograrlo:**

- 1. Producir mas raíces**
- 2. Producir más biomasa total**
- 3. Nutrición balanceada del suelo**
- 4. Nutrición diversificada**
- 5. Reponer nutrientes**
- 6. Evitar perdidas de nutrientes**



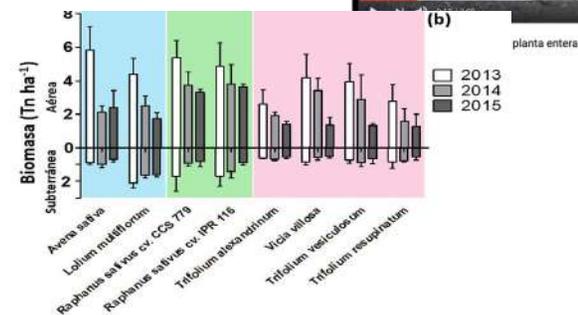
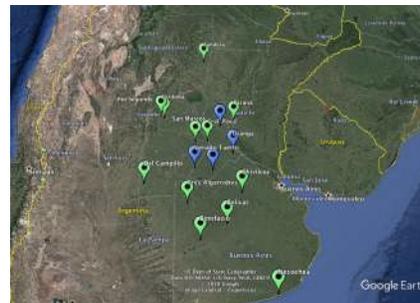
# 1-Producir mas raíces!



- Medir raíces! En cultivos de servicio y cultivos de renta.
- Elegir cultivos de servicio por su producción de raíces
- Sembrar antes para aumentar producción de raíces y rizo



Red de Cultivos de Servicios



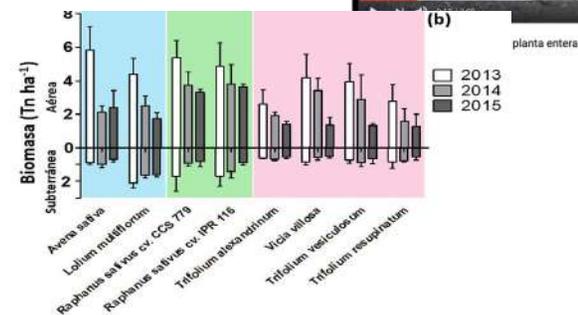
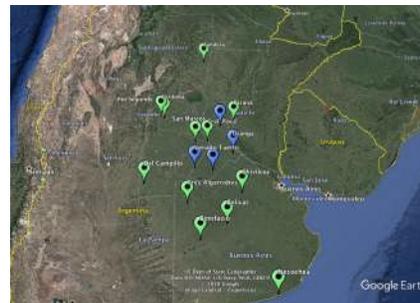
# 1-Producir mas raíces!



- Medir raíces! En cultivos de servicio y cultivos de renta.
- Elegir cultivos de servicio por su producción de raíces
- Sembrar antes para aumentar producción de raíces y rizo



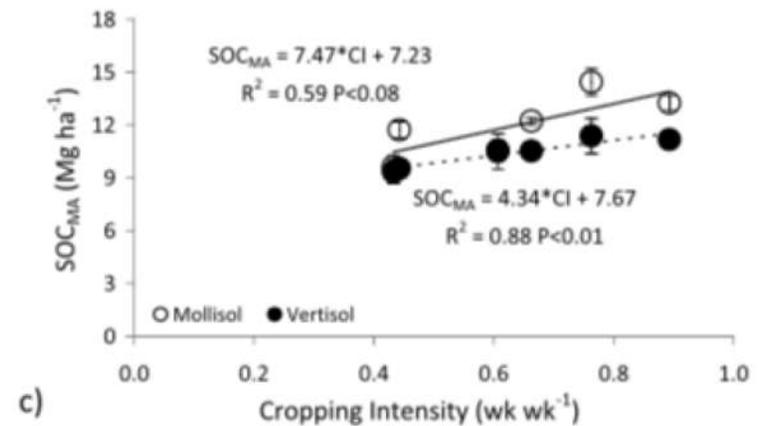
Red de Cultivos de Servicios



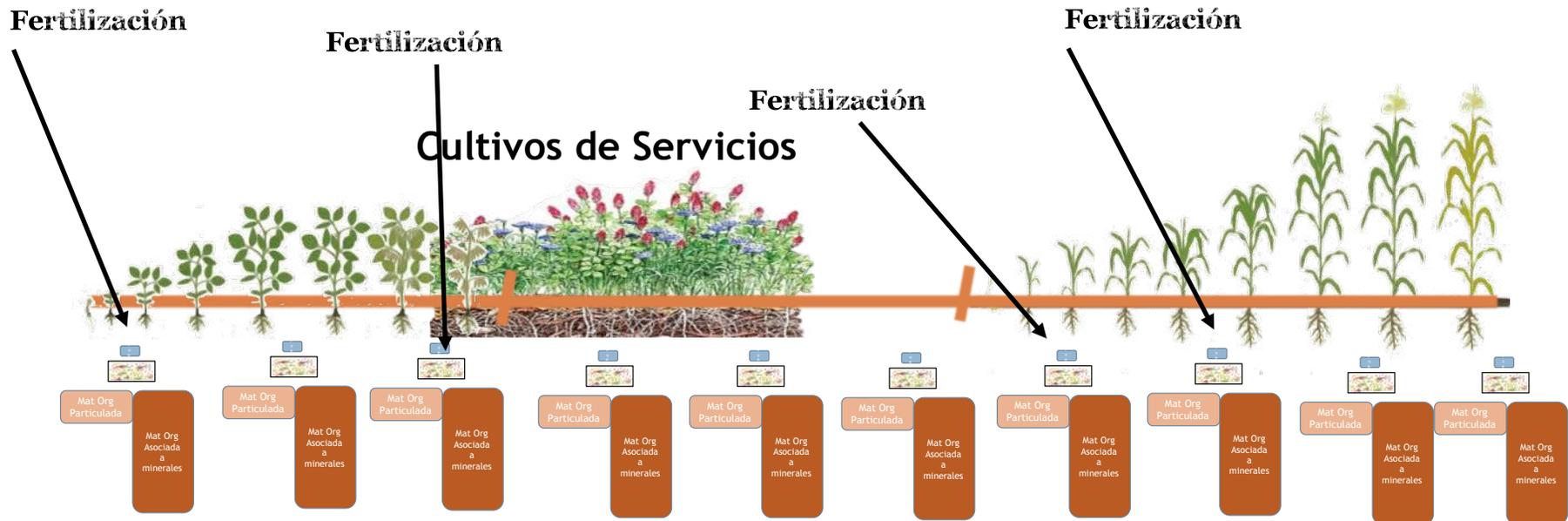
# 2-Producir mas biomasa total!



- Más cultivos por año



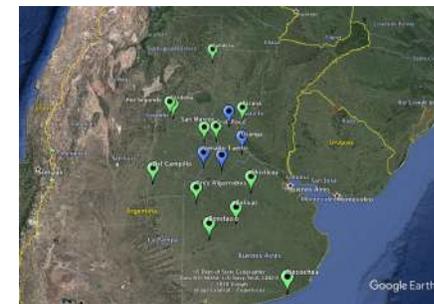
# 2-Producir mas biomasa total!



- Más cultivos por año
- Sembrar antes el Cultivo de Servicio (precosecha)
- Suprimir mas tarde el Cultivo de Servicio (OJO por agua!)



Red de Cultivos de Servicios



# 2-Producir mas biomasa total!



- Más cultivos por año
- Sembrar antes el Cultivo de Servicio (precosecha)
- Suprimir mas tarde el Cultivo de Servicio (OJO por agua!)
- Fertilización de cultivos de servicio y cultivos renta

*Leguminosas- Fósforo aumenta producción y se traslada al cultivo de renta siguiente*  
*Gramíneas- Aumenta producción*



Field Crops Research  
 Volume 128, 14 March 2012, Pages 62-70



Introduction of cover crops in a maize–soybean rotation of the Humid Pampas: Effect on nitrogen and water dynamics

Silvina B. Restovich, Adrián E. Andriulo, Silvina I. Portela & ...

Send Orders of Reprints at [reprints@benthamscience.net](mailto:reprints@benthamscience.net)

The Open Agriculture Journal, 2013, 7, (Suppl 1-M2) 3-10

3

Open Access

**Inclusion of Cover Crops in Cropping Sequences with Soybean Predominance in the Southeast of the Humid Argentine Pampa**

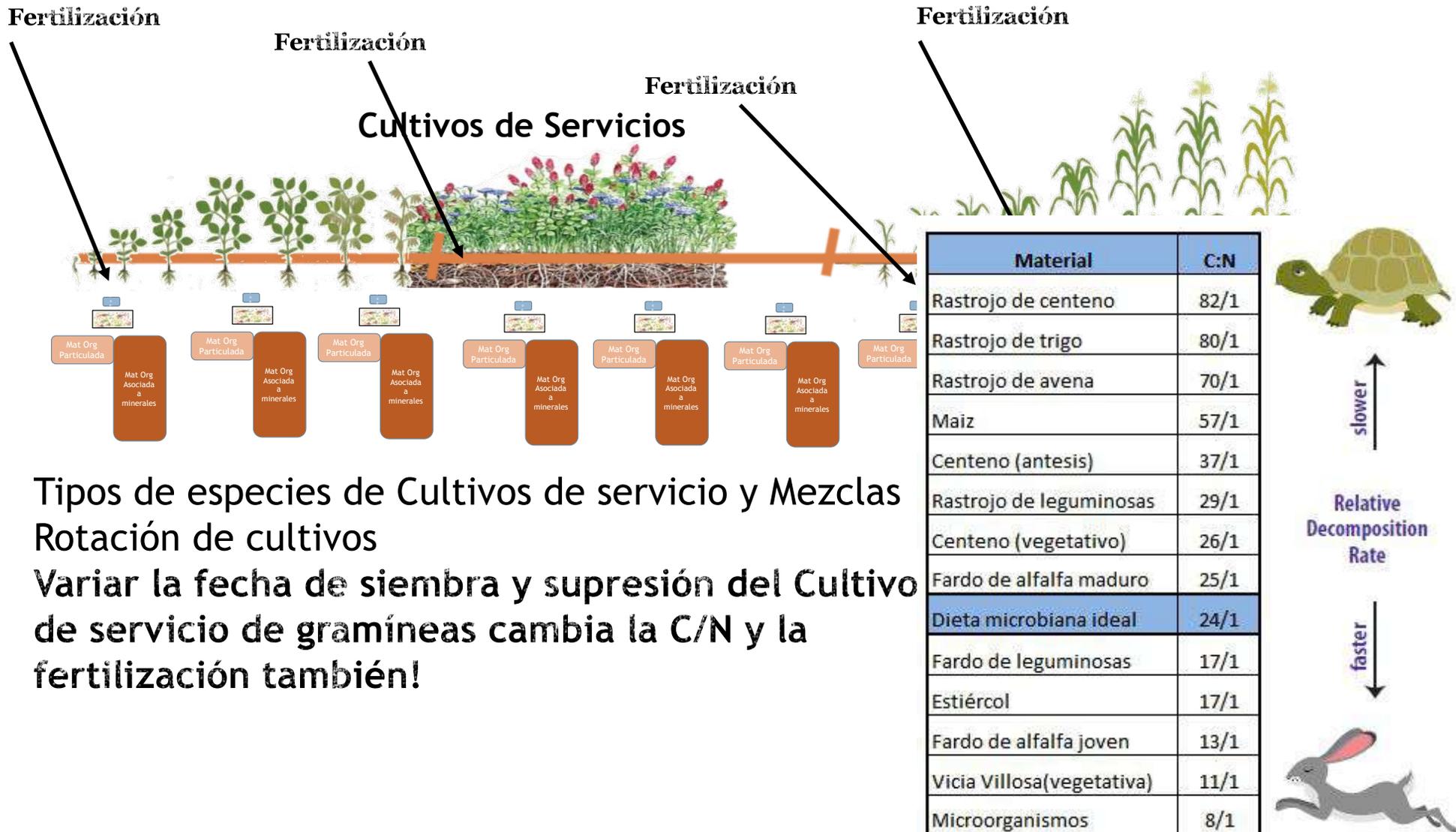
Juan P. Martínez<sup>1\*</sup>, Pablo A. Barbieri<sup>1,2</sup>, Hernán R. Sainz Rozas<sup>1,2</sup> and Hernán E. Echeverría<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad Integrada Facultad de Ciencias Agrarias UNMP - E.E.A. INTA, Balcarce, Argentina

<sup>2</sup>CONICET, Argentina



# 3-Nutricion balanceada del suelo!



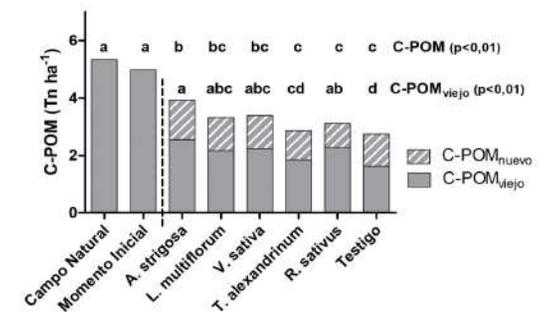
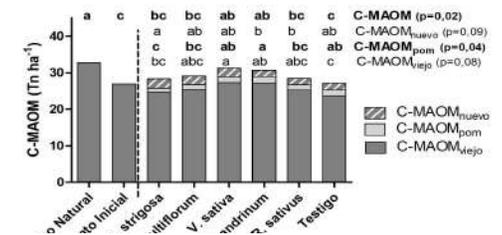
- Tipos de especies de Cultivos de servicio y Mezclas
- Rotación de cultivos
- Variar la fecha de siembra y supresión del Cultivo de servicio de gramíneas cambia la C/N y la fertilización también!



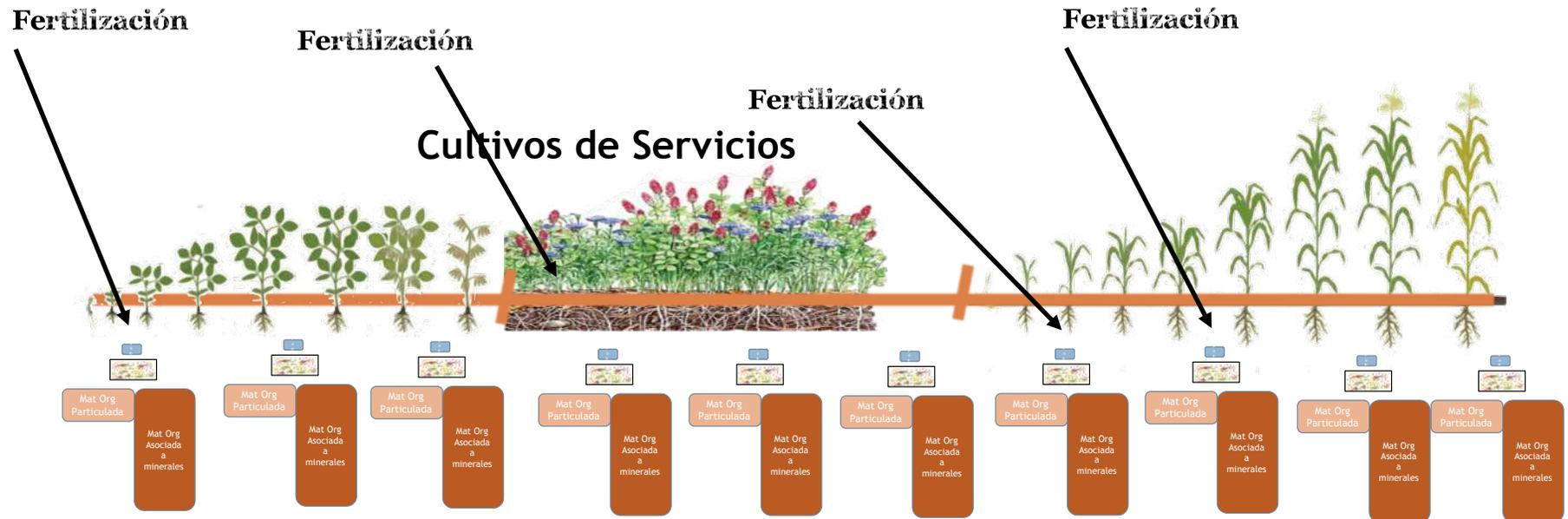
# 3-Nutricion balanceada del suelo!



- Tipos de especies de Cultivos de servicio y Mezclas
- Rotación de cultivos
- Variar la fecha de siembra y supresión del Cultivo de servicio de gramíneas cambia la C/N y la fertilización también!
- C/N= Mayor a 24 =aumenta MO Particulada
- C/N= Mayor a 24 =aumenta MO Asociada a minerales



# 4-Nutricion diversificada del suelo!



- Mezclas de especies de cultivos de servicios (multi-especies)
- Rotación de cultivos



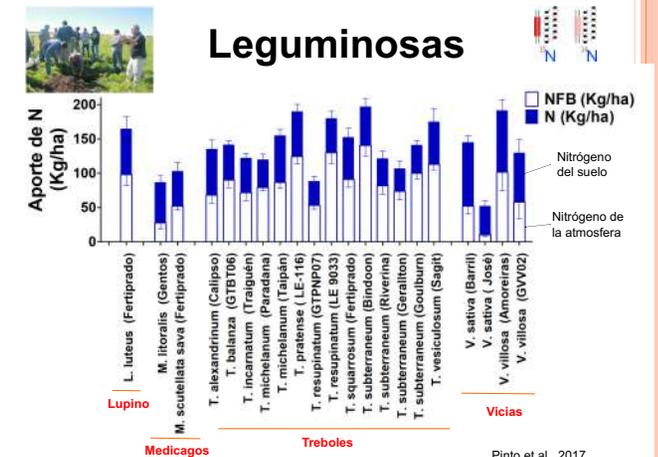
# 5-Reponer nutrientes!

(Sin nutrientes no se puede formar materia orgánica!)



- Fertilización N, P, etc (cuando la hacemos)
- Leguminosas para fijación biológica de Nitrógeno

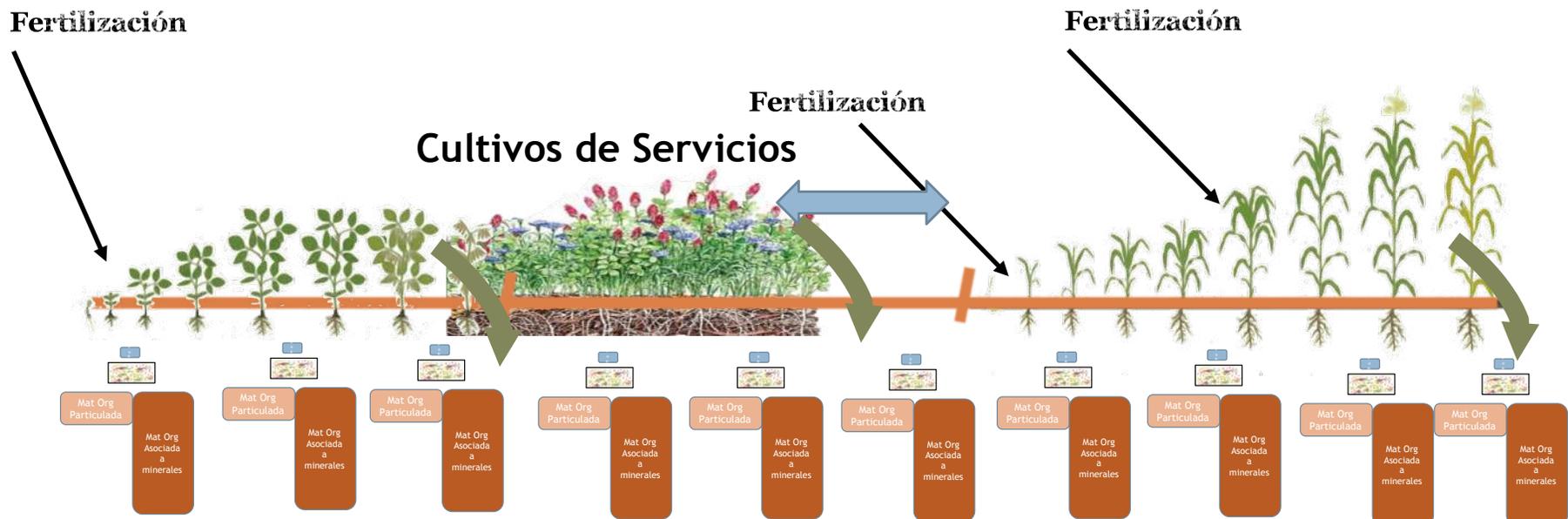
- Desde 60 a 70% del N fijado del aire
- De 50 a 130 kg de N/ha fijados del aire



Pinto et al., 2017

Pinto et al., 2018

# 6-Evitar pérdidas de Nutrientes. Sincronizar ciclos!



- Permanecer verde!
- Sincronizar oferta y demanda de nutrientes
- Considerar el aporte de nutrientes realizado por los cultivos en descomposición



Field Crops Research  
Volume 128, 14 March 2012, Pages 62-70



Introduction of cover crops in a maize–soybean rotation of the Humid Pampas: Effect on nitrogen and water dynamics

Silvina B. Restovich, Adrián E. Andriulo, Silvina I. Portela &





# Otros beneficios de los cultivos de servicios- no solo nutrientes...



1. Control de malezas
2. Manejo de napas (inundaciones)
3. Control de la erosión
4. Aumento de organismos benéficos
5. Control de enfermedades y plagas
6. Disminución de gases de efecto invernadero
7. Descompactación del suelo
8. Etc....

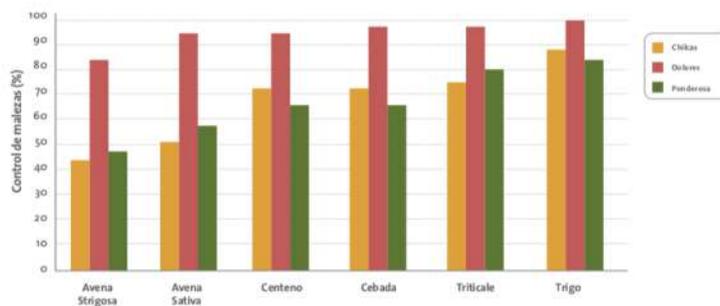


Fig. 8: Efecto de los CC sobre el control de malezas en 3 sitios de experimentación de la Chacra Bandera Apresid (2014).

Published January, 2005

## REVIEW AND INTERPRETATION

### Evaluating Cover Crops for Benefits, Costs and Performance within Cropping System Niches

S. S. Snapp,\* S. M. Swinton, R. Labarta, D. Mutch, J. R. Black, R. Leep, J. Nyiraneza, and K. O'Neil

#### ABSTRACT

The integration of cover crops into cropping systems brings costs and benefits, both internal and external to the farm. Benefits include promoting post-suppression, soil and water quality, nutrient cycling efficiency, and cash crop productivity. Costs of adopting cover crops include increased direct costs, potentially reduced income if cover crops interfere with other attractive crops, slow soil warming, difficulties in predicting N mineralization, and production expenses. Cover crop benefits tend to be higher in irrigated systems. The literature is reviewed here along with Michigan farmer experience to evaluate promising cover crop species for four niches: Northern winter (USDA

regions shown in Fig. 1. We contrast northern cropping systems, including USDA Hardiness Zones 5 and 6 of Northeastern and Upper Midwestern states, to southern cropping systems of USDA Hardiness Zones 7 and 8 from the U.S. Southeast and eastern California.

Overall, four niches for growing cover crops are considered: Northern winter cover crops (USDA Hardiness Zones 5-6), Northern summer cover crops (Zones 5-6), Southern winter cover crops (Zones 7-8), and Southern summer cover crops (Zones 7-8). The winter cover crop



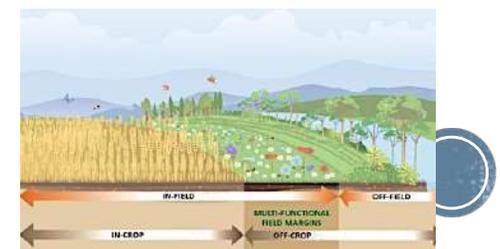
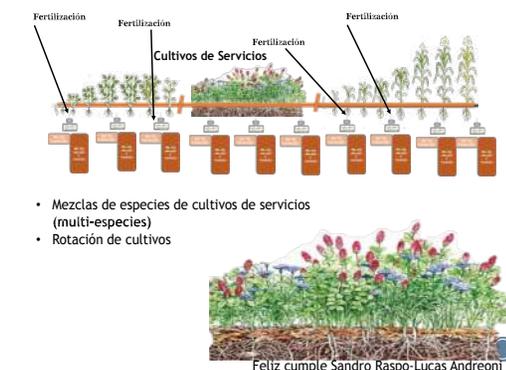
# Conclusiones

1. Fertilizar el sistema, hacer jugar a la materia orgánica del suelo (que jugador!!).
2. Materia orgánica esta formada por dos fracciones de distinta dinámica. Indicadores- tamaño fracciones y Nan.
3. Pedirle nutrientes a la materia orgánica pero también, darle nutrientes para reconstruirla. Le gusta comer continuamente, variado y raíces!
4. Diseñar las rotaciones y utilizar cultivos de servicios para nutrir el suelo y también para proveer otros servicios ecosistémicos.
5. Apuntar a:
  1. Producir más raíces
  2. Producir más biomasa total
  3. Nutrición balanceada del suelo
  4. Nutrición diversificada del suelo
  5. Reponer nutrientes
  6. Evitar pérdidas de nutrientes- Sincronizar
6. No se olviden de los otros beneficios-servicios que nos da la materia orgánica! Claves para la sustentabilidad.

Falta un jugador clave!  
M...



## 4-Nutrición diversificada del suelo!





## Grupo de trabajo:

Priscila Pinto, Sebastián Mazzilli, Paola Eclesia;  
Bruno Bazzoni, Santiago Arana; Jorge Sawchik;  
Juani Díaz; Felix Gutiérrez; Rodrigo Zarza; José  
Terra, Ethel Barrios, Walter Ayala, Fernando  
Lattanzi, Gerardo Rubio y Andres Madias.



**@CS\_divulgacion**

**<http://cultivosdeservicios.agro.uba.ar/>**

## Financiamiento:

INIA, INTA, CONICET, UBA, AGENCIA, IAI, AAPRESID

