



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 Balcарce, UNMdP - INTA, CONICET
Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay

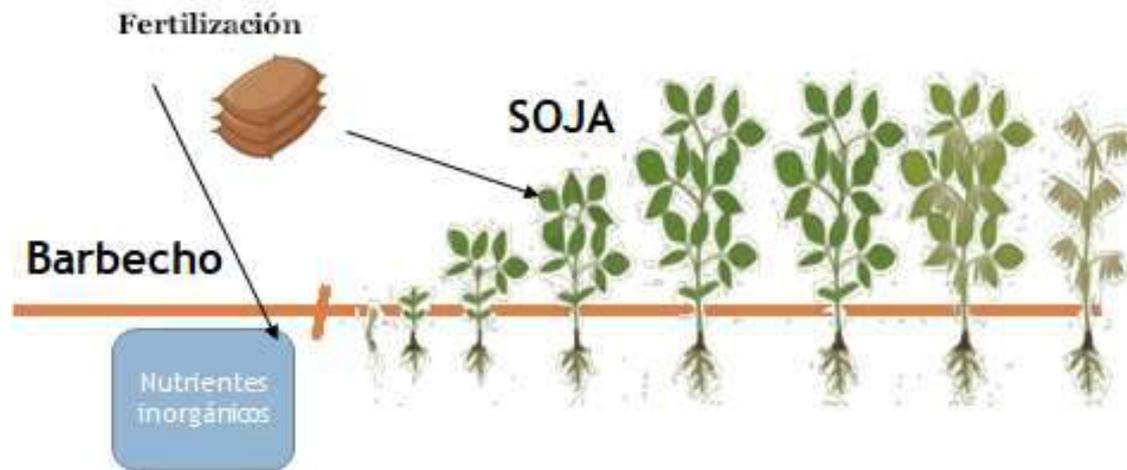
Hoja de ruta

- **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)

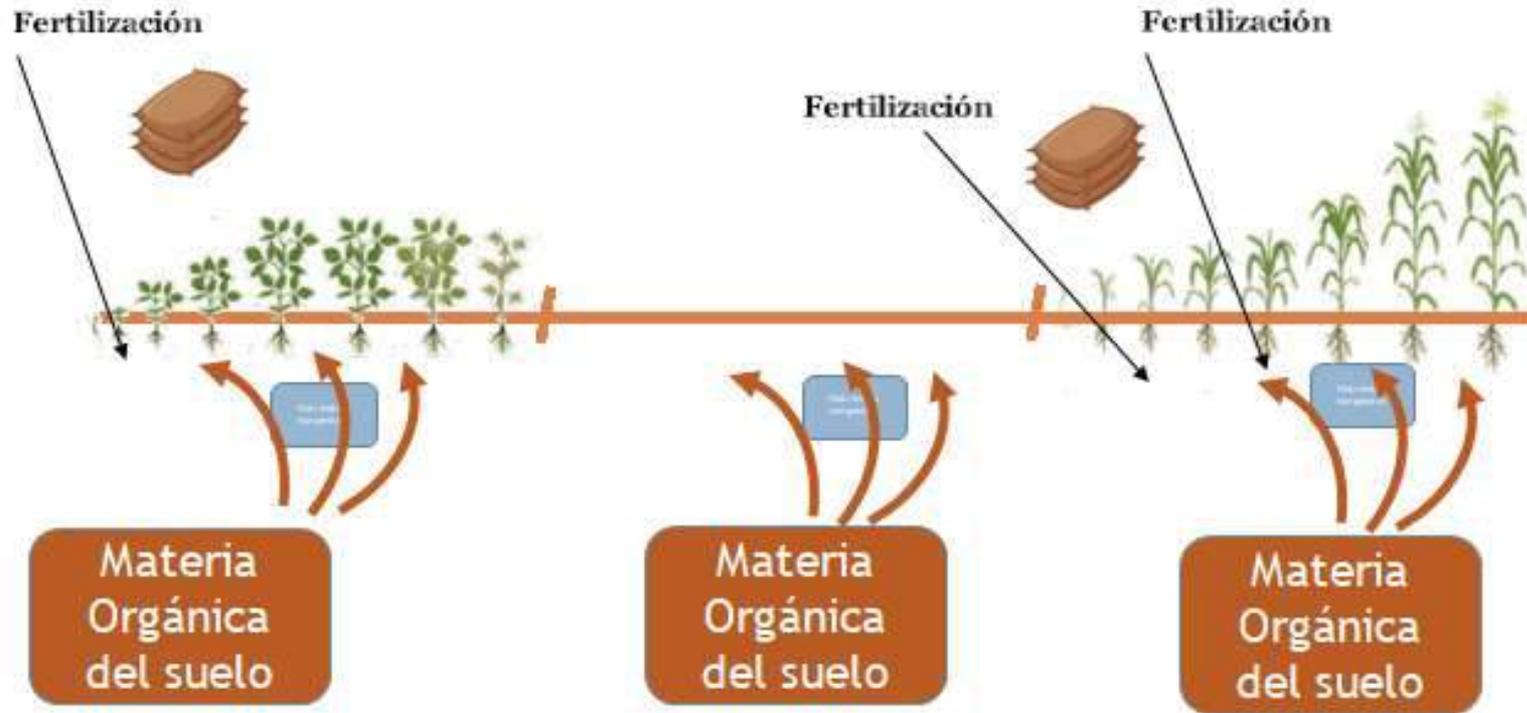


Mirar la rotación!



Falta un jugador clave!:

Materia orgánica del suelo

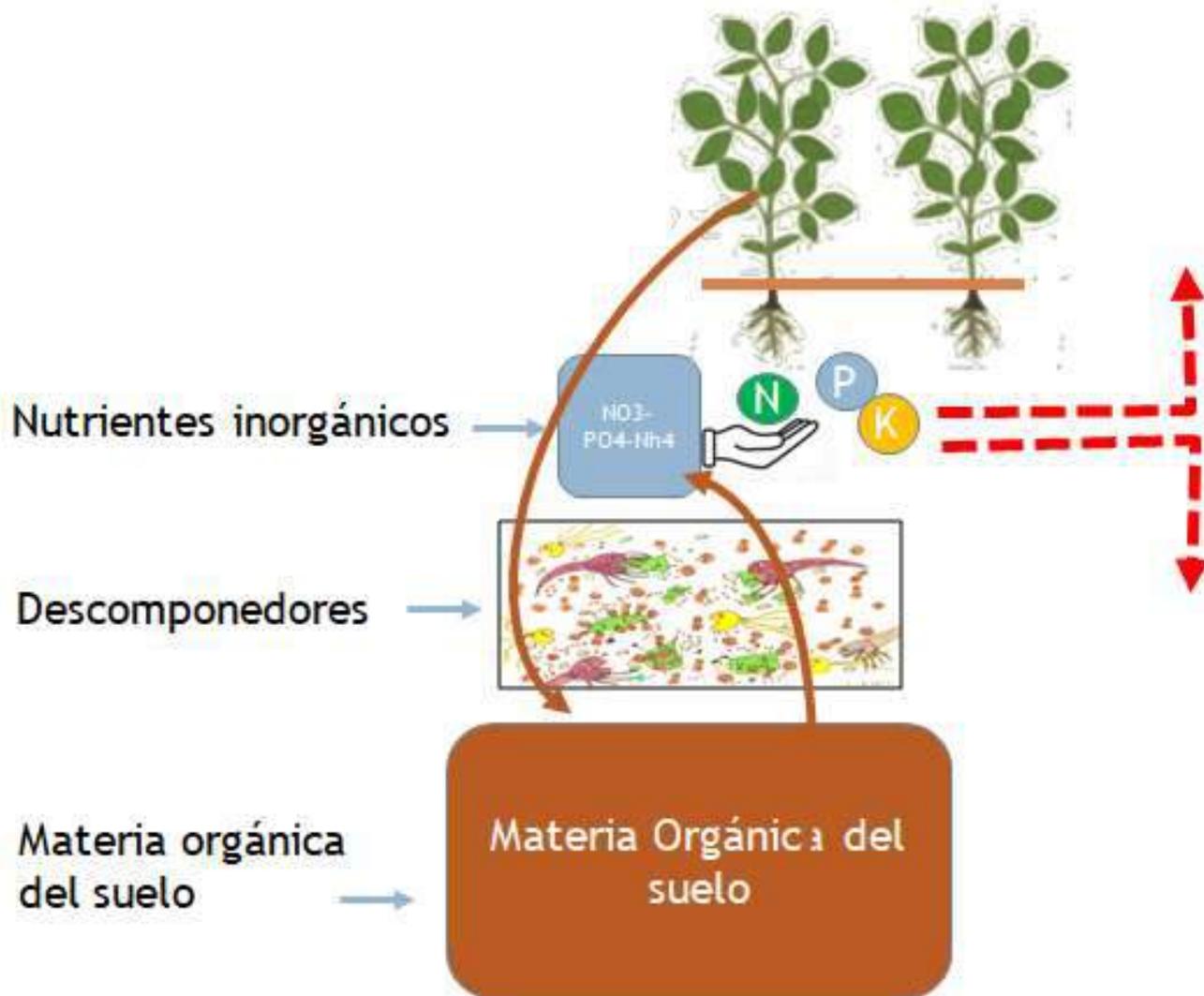


¿Cuanta materia orgánica tiene que tener mi suelo para aportar los Nutrientes que necesito para obtener el rinde deseado?

¿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)?

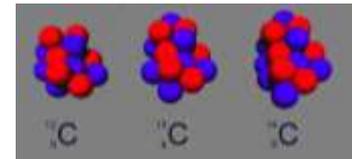
- **Falta de conocimiento de su funcionamiento**
- **Falta de información e indicadores**
- **Resultados variables de investigación y confusos**



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



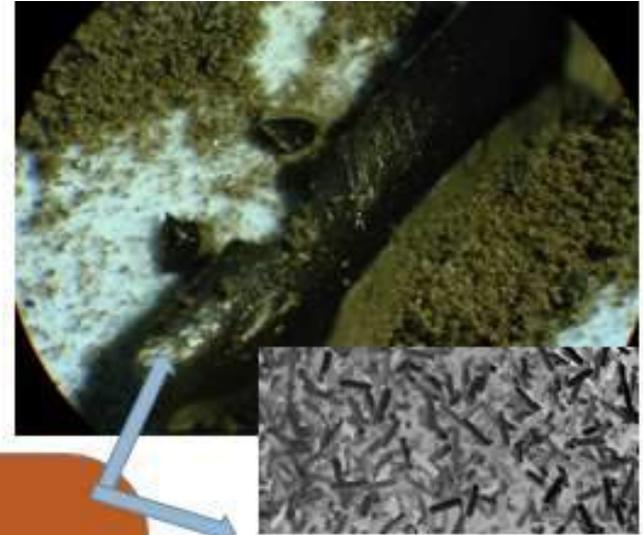
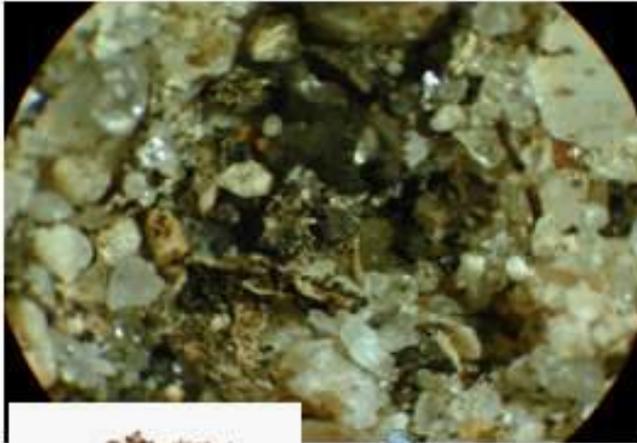
Materia orgánica del suelo esta compuesta de sustancias complejas de re-síntesis en el suelo que son difíciles de descomponer!!
Huminas, Fulminas, etc.

-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



¿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

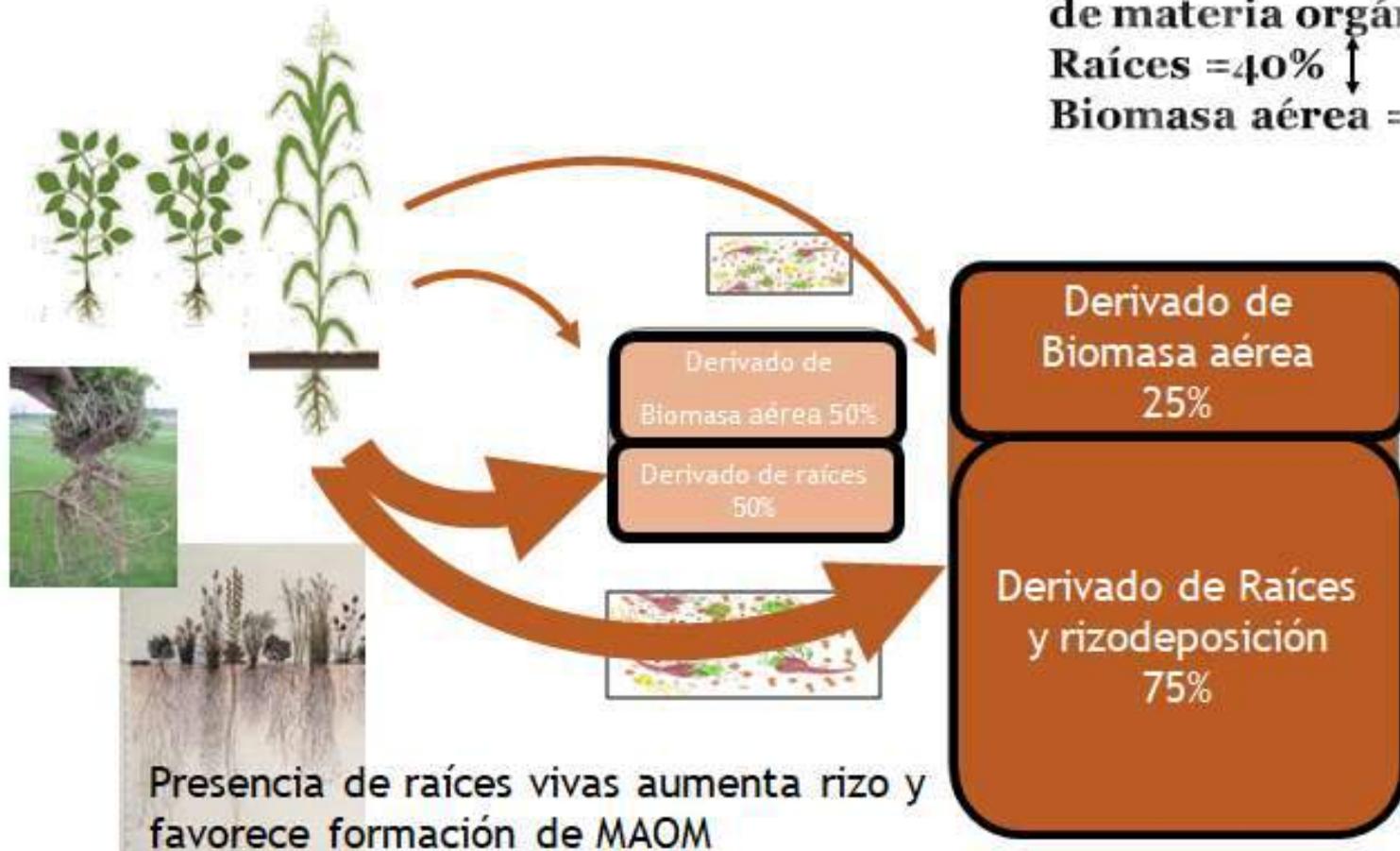
No se puede
formar sin N,
P, K, etc



- 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% ↑



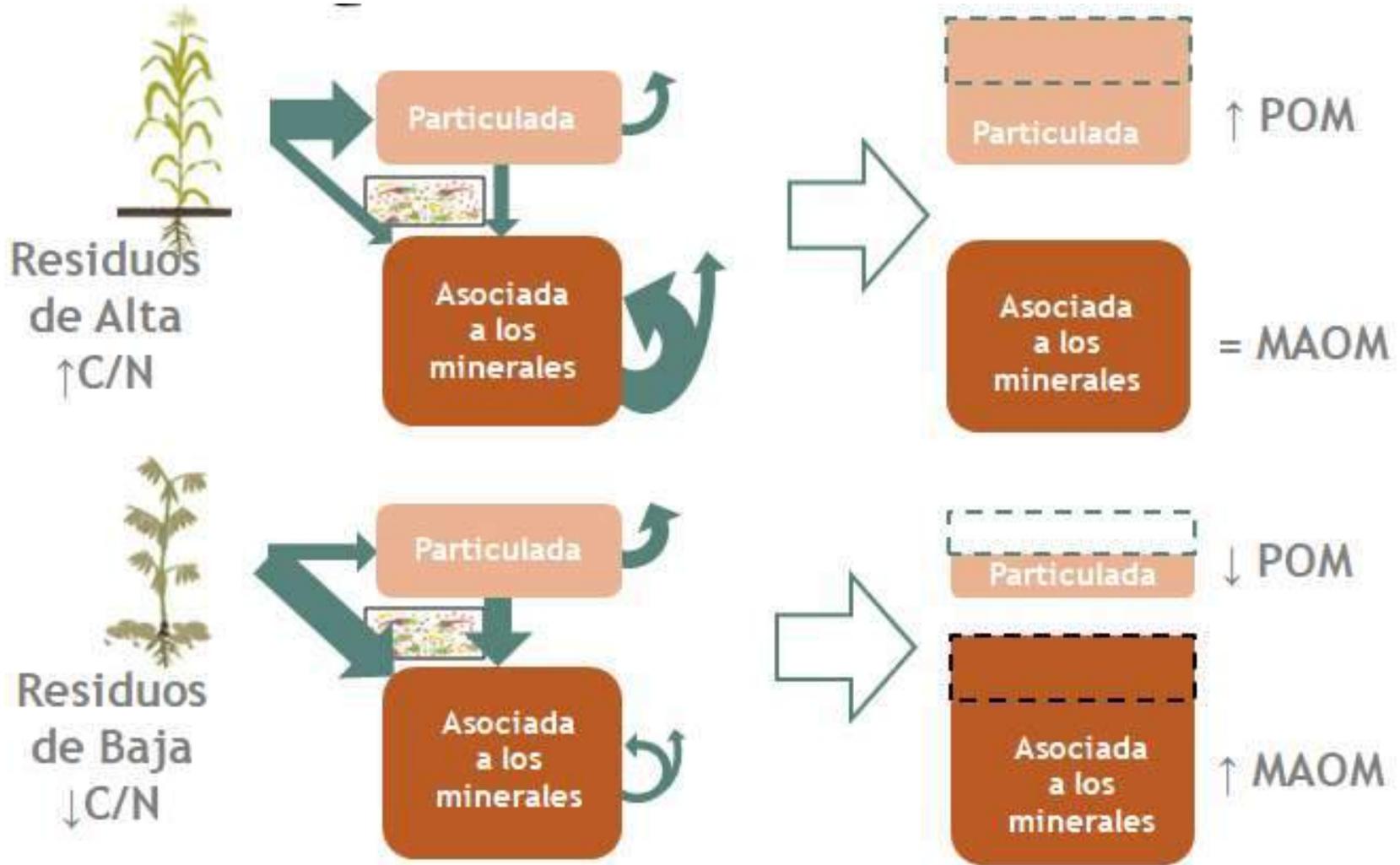
Formación y descomposición de la materia orgánica ocurre continuamente



- ***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).



	Bosque referencia	Agricultura
Productor de San Luis		
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 -Nan



Nahuel Ignacio Reussi Calvo
Laboratorio de suelos FERTILAB



Nicolás Wyngaard
Universidad Nacional de Mar del Plata



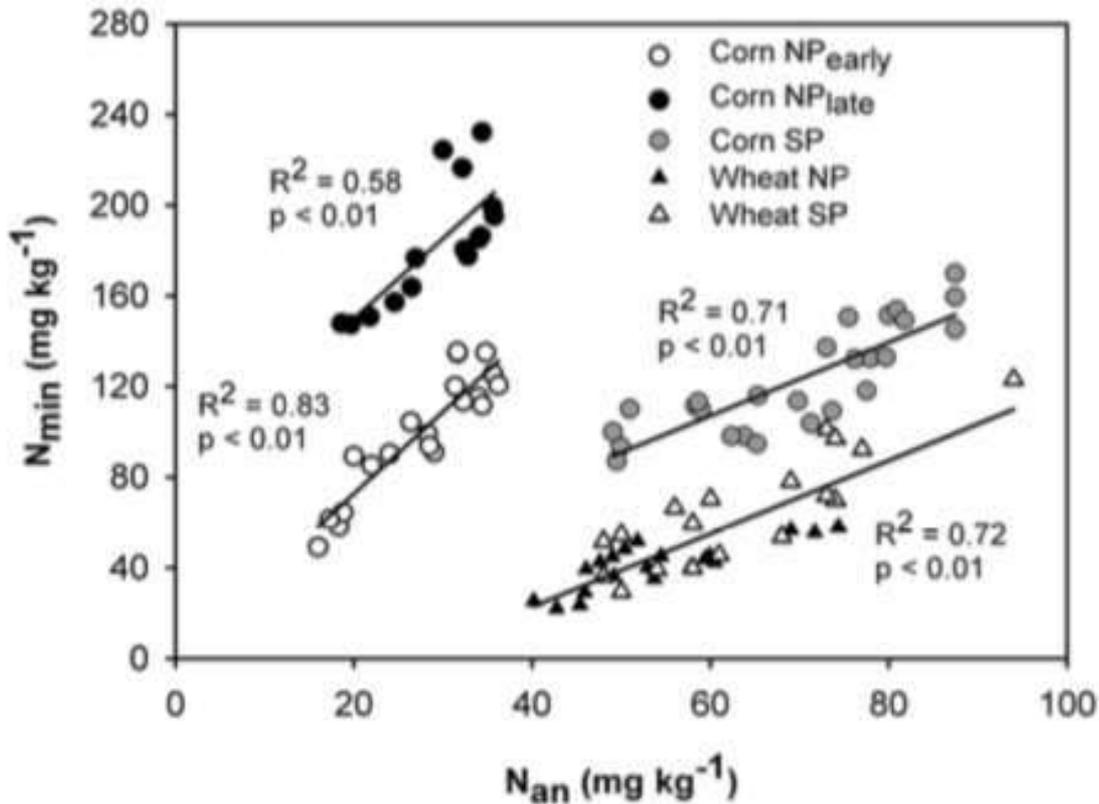
Juan Manuel Orcellet
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria,...



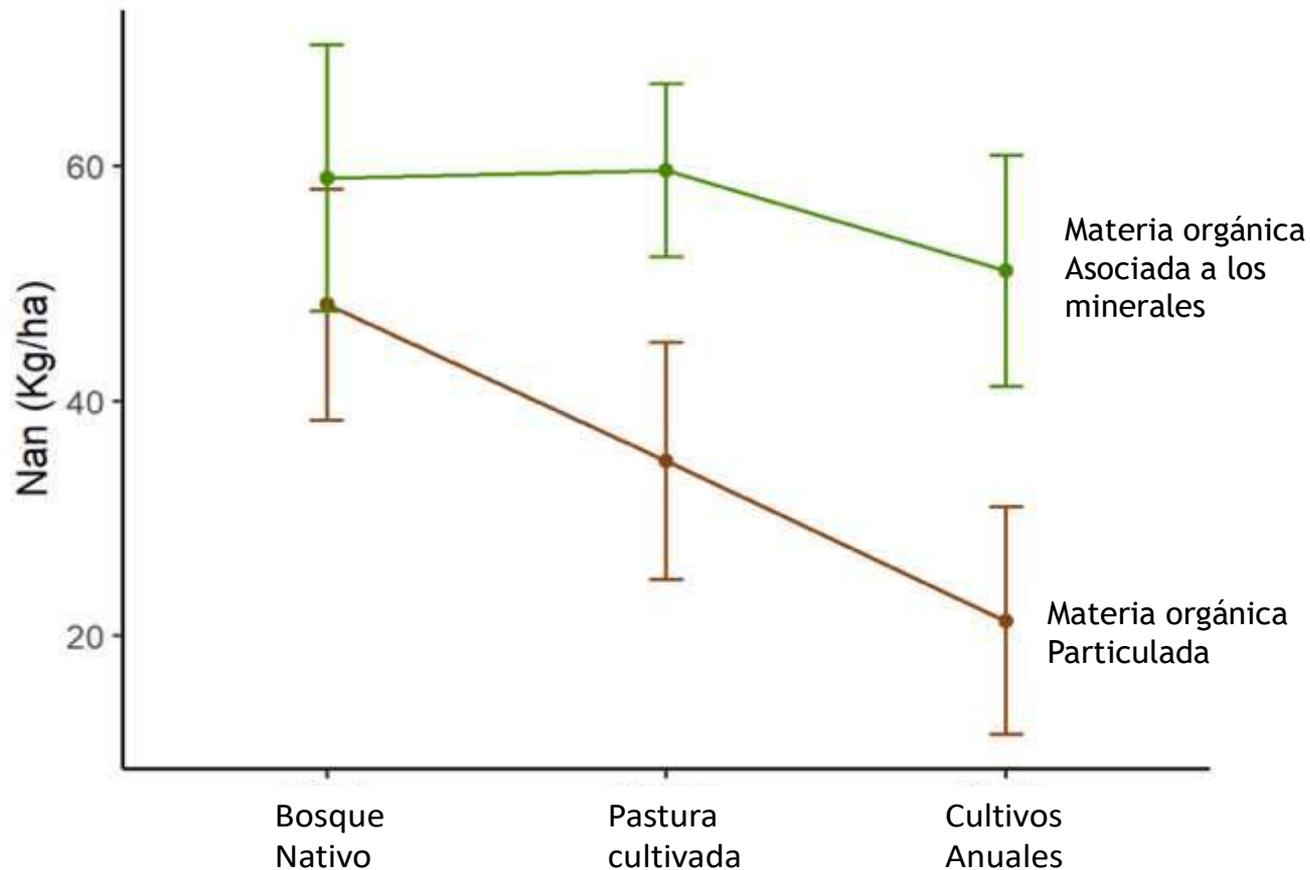
Hernán Rene Sainz Rozas
Not yet on ResearchGate



Hernan Echeverría
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



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



Que hacemos entonces? Cultivos de servicios!

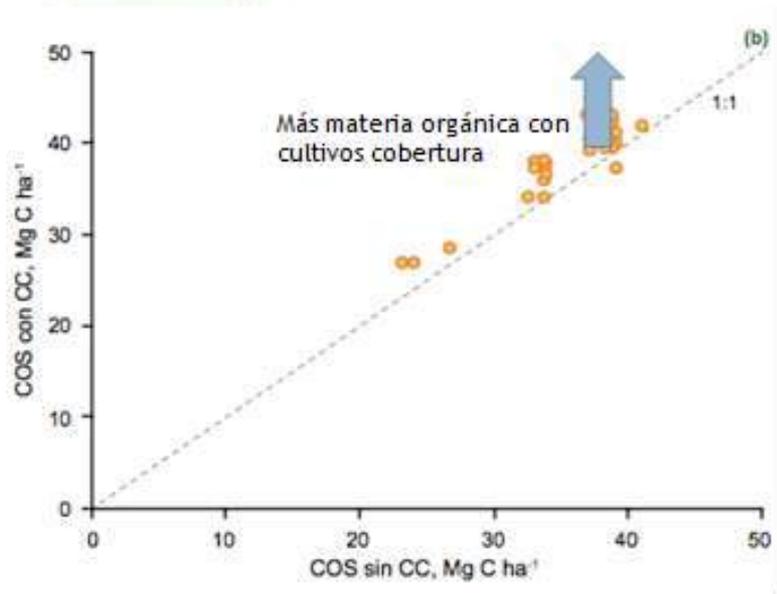
*Servicio: formar materia orgánica del suelo,
aumentar la caja de ahorro de nutrientes!*



¿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 & Water Conservation* 2015



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

Roberto Alvarez^{1,2*}, Haydee S. Steinbach¹, Josefina L. De Paepé^{1,2}

¹ Instituto de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 1417 Buenos Aires, Argentina
² 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**



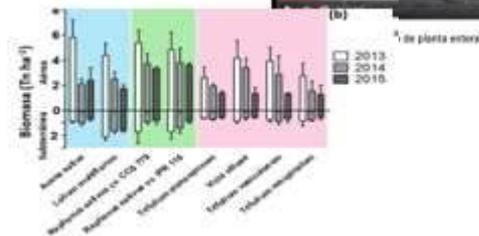
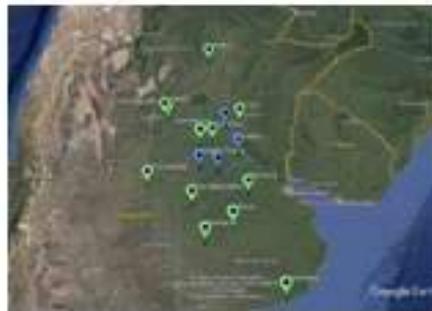
1-Producir mas raíces!



- 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



2-Producir más 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



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

Silvana B. Restovich, Adrián E. Andriolo, Silvana I. Portely, R. B.

The Open Agronomy Journal, 2013, 7, (Suppl 1-MS2) 1-18

Open Access

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

Juan P. Martínez^{1*}, Pablo A. Barbieri^{1,2}, Hernán R. Sainz Rozas^{1,2} and Hernán E. Echeverría¹

¹Unidad Integrada Facultad de Ciencias Agrarias UNMP - E.E.A. INTA, Bahía Caca, Argentina

²CONICET, Argentina



3-Nutrición 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= Menor a 24 =aumenta MO Asociada a minerales

Material	C:N
Rastrojo de centeno	82/1
Rastrojo de trigo	80/1
Rastrojo de avena	70/1
Maiz	57/1
Centeno (antesis)	37/1
Rastrojo de leguminosas	29/1
Centeno (vegetativo)	26/1
Fardo de alfalfa maduro	25/1
Dieta microbiana ideal	24/1
Fardo de leguminosas	17/1
Estiércol	17/1
Fardo de alfalfa joven	13/1
Vicia Villosa(vegetativa)	11/1
Microorganismos	8/1



↑
slower

Relative
Decomposition
Rate

↓
faster



4-Nutrición diversificada del suelo!



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

Sandro Raspo-Lucas Andreoni



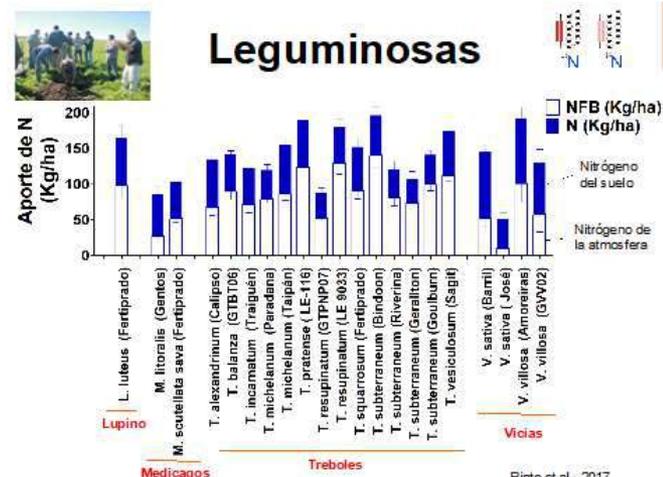
5-Reponer nutrientes!

(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

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. Partela, A. R.



Otros beneficios de los cultivos de servicios...

1. Estructura del suelo
2. Infiltración de agua
3. Retención de agua
4. Aireación del suelo
5. Protección contra erosión eólica e hídrica
6. Etc....



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....



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 perdidas de nutrientes- Sincronizar
6. No se olviden de los otros beneficios-servicios que nos da la materia orgánica! Claves para la sustentabilidad.

