

Advances in the knowledge on the impacts of slash management on soil quality after forest harvesting in the North East of Argentina



Ana Maria Lupi
Instituto de Suelos- INTA Castelar
Buenos Aires- Argentina

Lupi.ana@inta.gov.ar



90% of the forest area in Argentina is concentrated in the NE region (928,067 ha)

Misiones Province
Corrientes Province
Entre Ríos Province
and Delta of Buenos Aires province

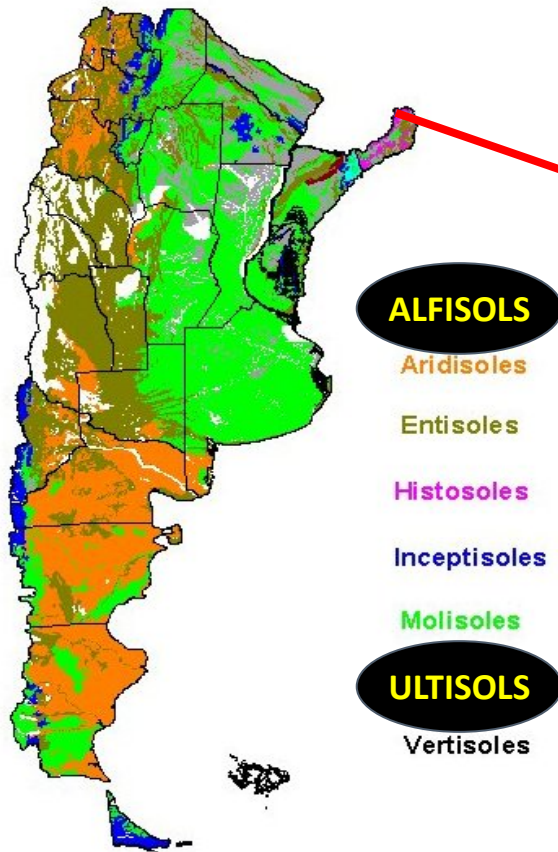


91% of the area corresponds to Pinus and Eucalyptus species



Distribution of forest plantations in Argentina.
source: <http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/forestacion/index.php>
Accessed July / 2014

Ordenes Dominantes en los Suelos de la Republica Argentina



Misiones Province. Subtropical climate



S.I.G.: Ing.Agr. Maria Ines Puentes
 Fuente: Atlas de Suelos de la Republica Argentina
 Instituto de Suelos - INTA - Castelar

Ordenes Dominantes en los Suelos de la Republica Argentina

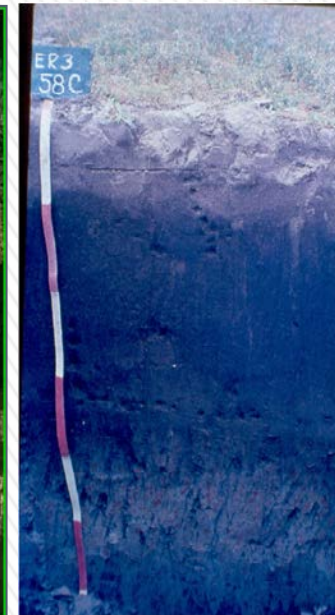


Entre Ríos and Corrientes provinces Subtropical and template climate

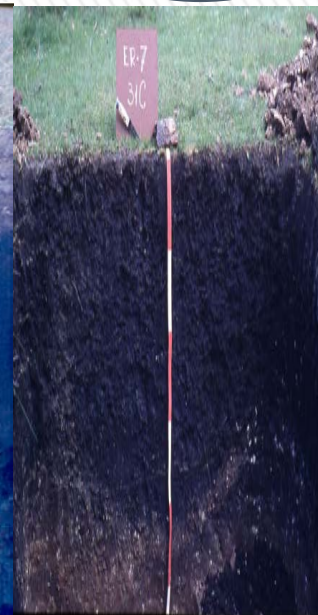
ENTISOLS



MOLISOLS



VERTISOLES



S.I.G.: Ing. Agr. Maria Ines Puentes
Fuente: Atlas de Suelos de la Republica Argentina
Instituto de Suelos - INTA - Castelar

In the past 15 years there has been considerable discussion about the environmental impact and sustainability of some harvesting operations and slash management practices.

- Forest plantation are in good productivity soil
- We need to preserve productive capacity
- We are looking for management practices that maintain long-term soil quality .

Forest harvesting and site preparation are practices that can have a negative impact on soil quality.



Burning of residues



mid 1990s

Removal of residues



Retention of residues



TOTAL BIOMASS AND NUTRIENTS CONTENT

1996 – Harvest residue in 21-year-old *Pinus elliottii*
plantation Misiones Province

Type of residue	Biomass (Mg.ha ⁻¹)	N (kg.ha ⁻¹)	P (kg.ha ⁻¹)	K (kg.ha ⁻¹)
Fine debris: <1 cm diameter	20,6	230	28	160
Large debris: (1-15 cm dia.) + bark	20,5	67	15	30

UREA (46-0-0)	593,3 (kg ha ⁻¹)
TSP	210 (kg ha ⁻¹)
KCl	372 (kg ha ⁻¹)

2005 - Harvest residues ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) of *Eucalyptus grandis*
after 15 years, Entre Rios Province. *Garcia, M de los A. y equipo. INTA EEA Concordia.*

	Peluderte	Hapludol
Residue retention (with bark)	62,7	64,0
Residue retention (no bark)	67,5	59,7
Burning residue	51,9	73,0

	N (kg ha^{-1})	P (kg ha^{-1})	K (kg ha^{-1})
Peluderte (Vertisol)	506,0	16	35
Hapludol (Molisol)	214,2	12	60

UREA (46-0-0)	476/1124 (kg ha^{-1})
TSP	60/95 (kg ha^{-1})
KCl	60/115 (kg ha^{-1})

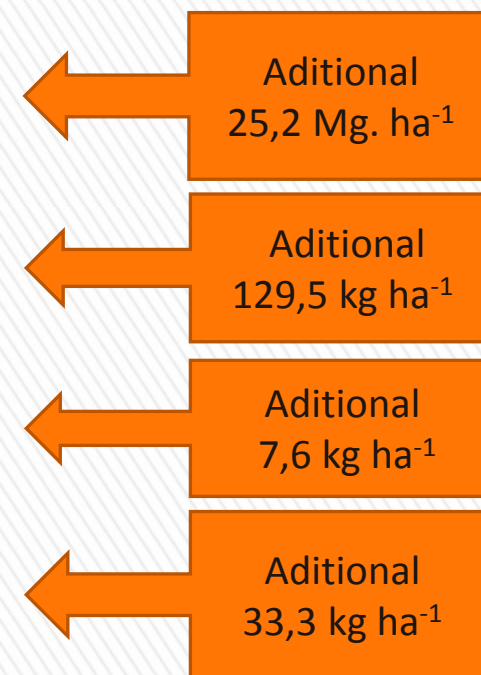
2010- Residual biomass and nitrogen, phosphorus and potassium content, by harvesting methods in *Pinus elliottii* plantation. 24 years-old. **Entisol**. Aparicio J. INTA EEA Bella Vista.

Residual biomass (Mg.ha⁻¹)	Bole only	85,8	← Additional 60,3 Mg. ha ⁻¹
	Whole Tree	25,5	
N (kg.ha⁻¹)	Bole only	513	← Additional 344 kg ha ⁻¹
	Whole Tree	169	
P (kg.ha⁻¹)	Bole only	37	← Additional 25 kg ha ⁻¹
	Whole Tree	12	
K (kg.ha⁻¹)	Bole only	78	← Additional 59 kg ha ⁻¹
	Whole Tree	19	

UREA (46-0-0)	764,4 (kg.ha ⁻¹)
TSP	125,0(kg.ha ⁻¹)
KCl	112,5(kg.ha ⁻¹)

Residual biomass and nitrogen, phosphorus and potassium content, by harvesting methods, in *Pinus taeda*, 20 years old. **Ultisol**. Fernandez et al., (2014)

Residual biomass (Mg.ha⁻¹)	Bole only	74,0
	Whole Tree	48,8
N (kg.ha⁻¹)	Bole only	423,3
	Whole Tree	305,6
P (kg.ha⁻¹)	Bole only	27,8
	Whole Tree	20,2
K (kg.ha⁻¹)	Bole only	117,9
	Whole Tree	84,7



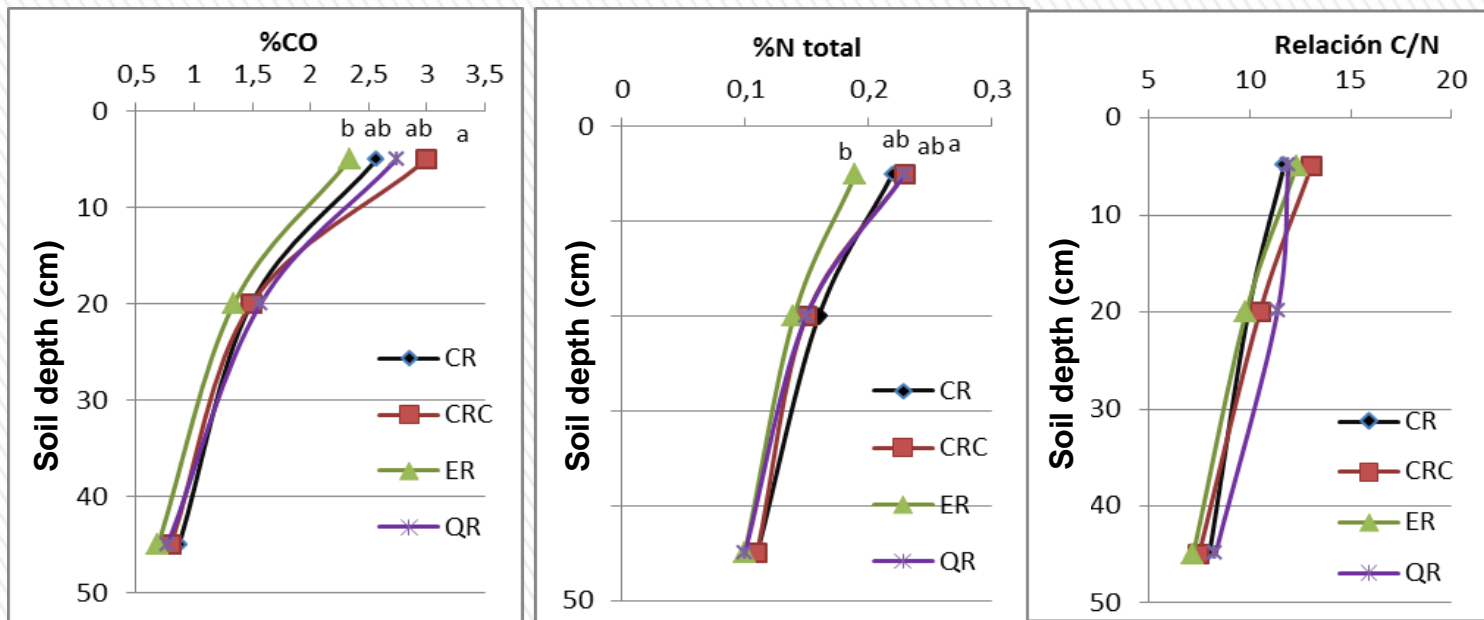
UREA (46-0-0)	287,8 (kg.ha ⁻¹)
TSP	38,0(kg.ha ⁻¹)
KCl	63,5(kg.ha ⁻¹)

EFFECTS ON THE SOIL.....

Soil organic carbon, nitrogen concentration and C/N ratio in different slash management treatments of *P. taeda*.

Lupi et al., (2014) CACS.

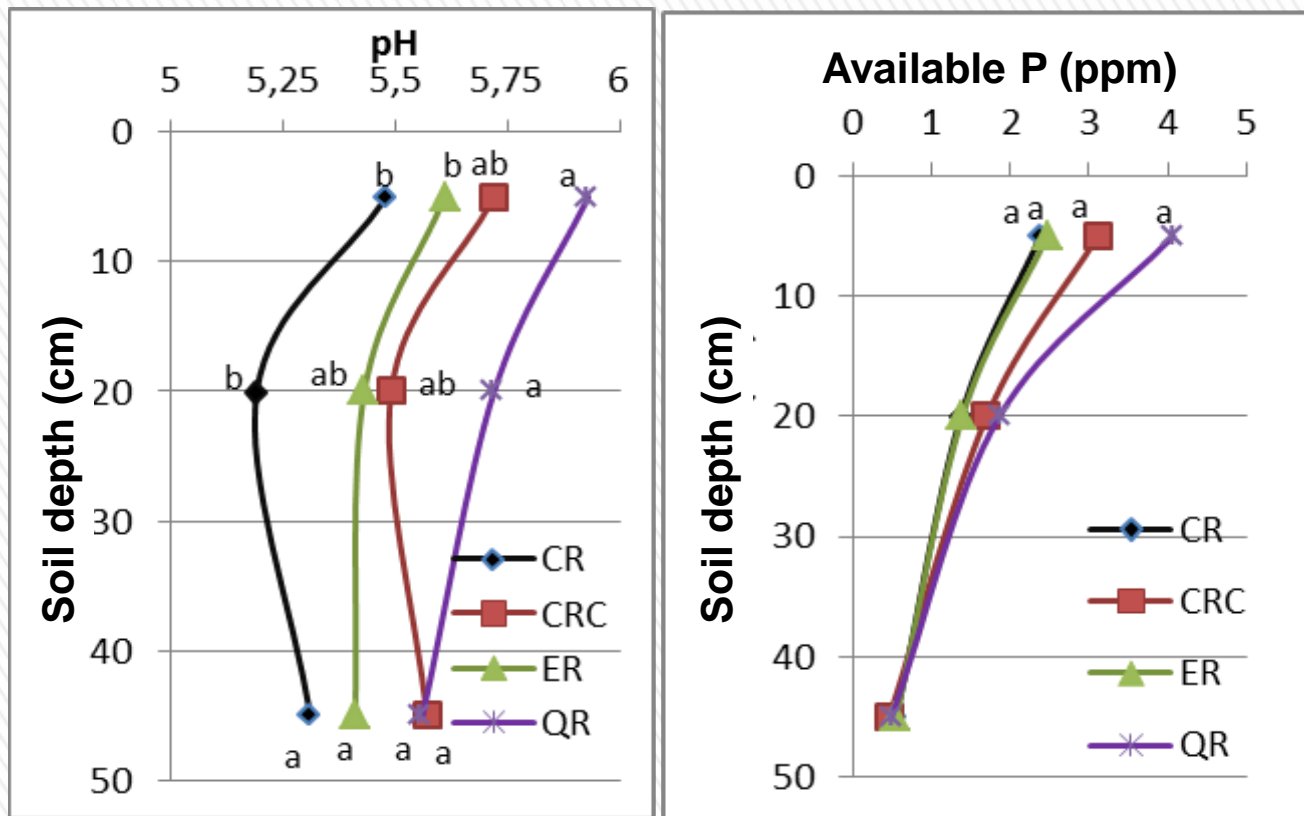
Statistical analysis of soil samples 2, 5, 7 and 12 years after treatment application



CR: retention of residue; CRC: retention of secondary forest residue; ER: residue removal; QR; burning of residue

Available phosphorus and pH after different slash management treatments for *P. taeda*.

Lupi et al., (2014) CACS.

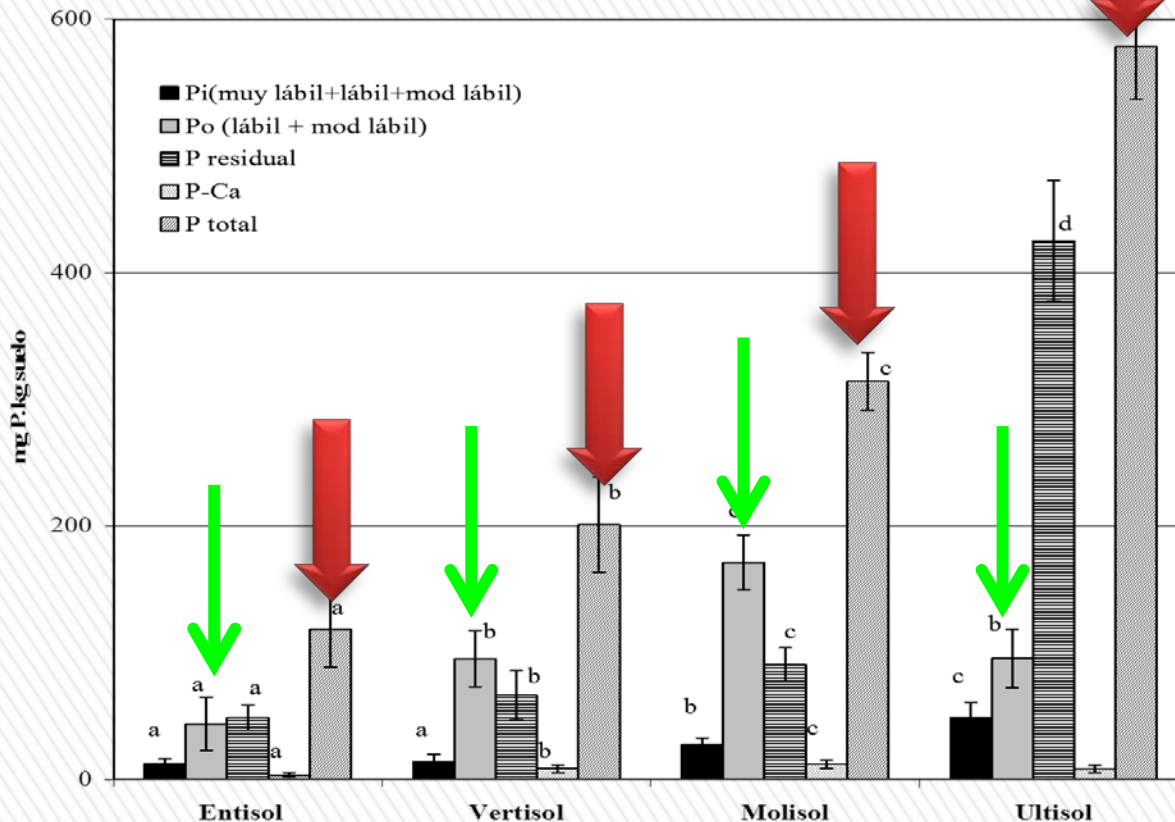


Soil organic carbon concentration in two soil after different slash management treatments for *Eucalyptus grandis*

	0-5 cm	5-10 cm
<u>Peluderte (Vertisol) 18 month</u>		
Residue retention	21,2 (7,8)a	15,75,6)a
Residue removal	20,4(4,8)a	15,5(1,6)a
Residue burning	22,4(6,5)a	13,6(2,2)a
<u>Hapludol (Molisol) 22 month</u>		
Residue retention	28,1(5,3)a	15,7(0,7)a
Residue removal	27,9(3,1)a	15,6(0,9)a
Residue burning	22,3(7,2)a	14,1(0,6)a

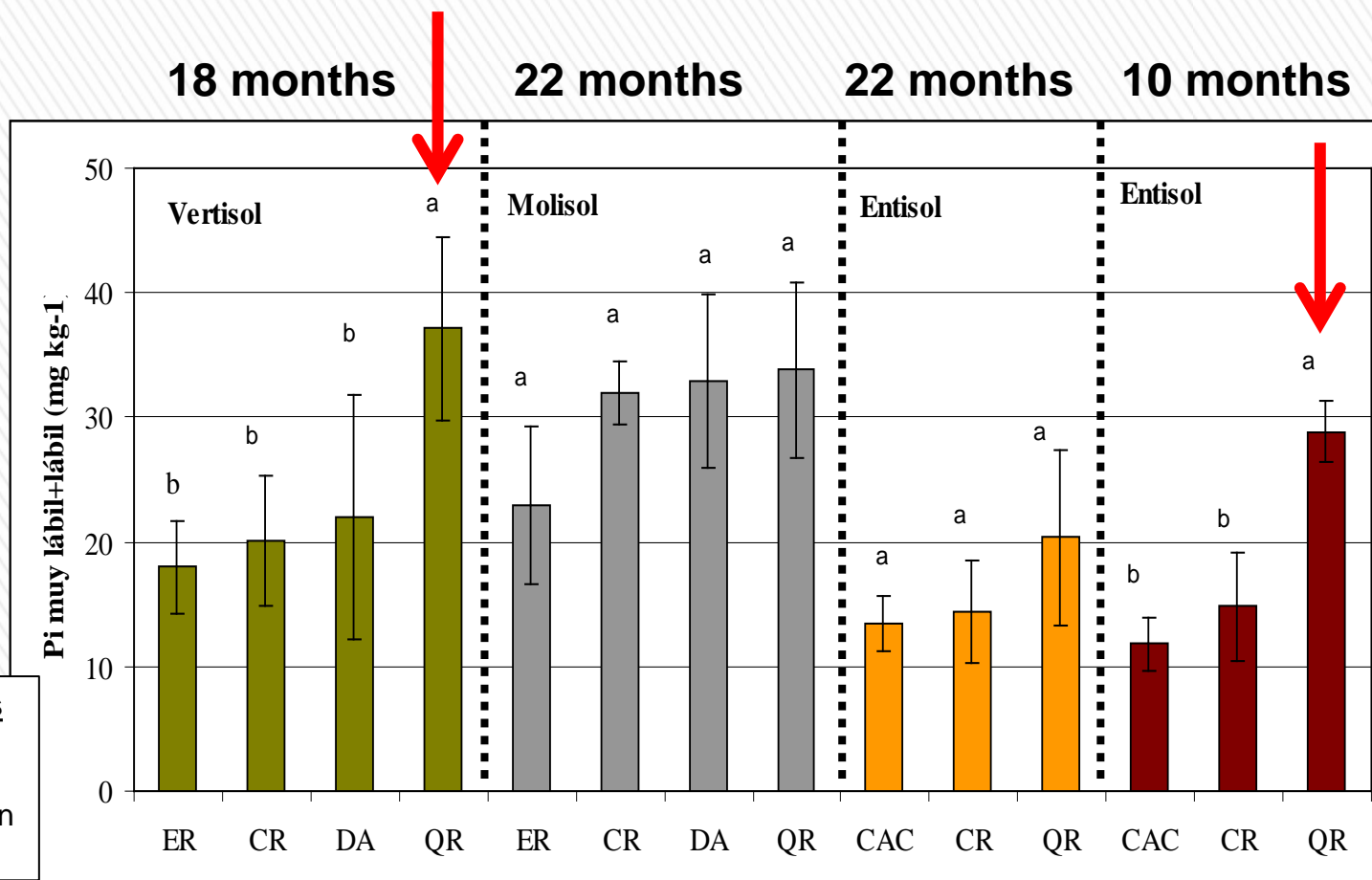
Lupi et al., in review, Ciencia Florestal. SM

Phosphorus in soils under forests



**Major differences in soil origin, mineralogy, and climatic environments.
 Contrasting levels of total phosphorus (red arrows).**

Available phosphorus in top 0-5 cm of soil after different slash management systems applied in different soils.

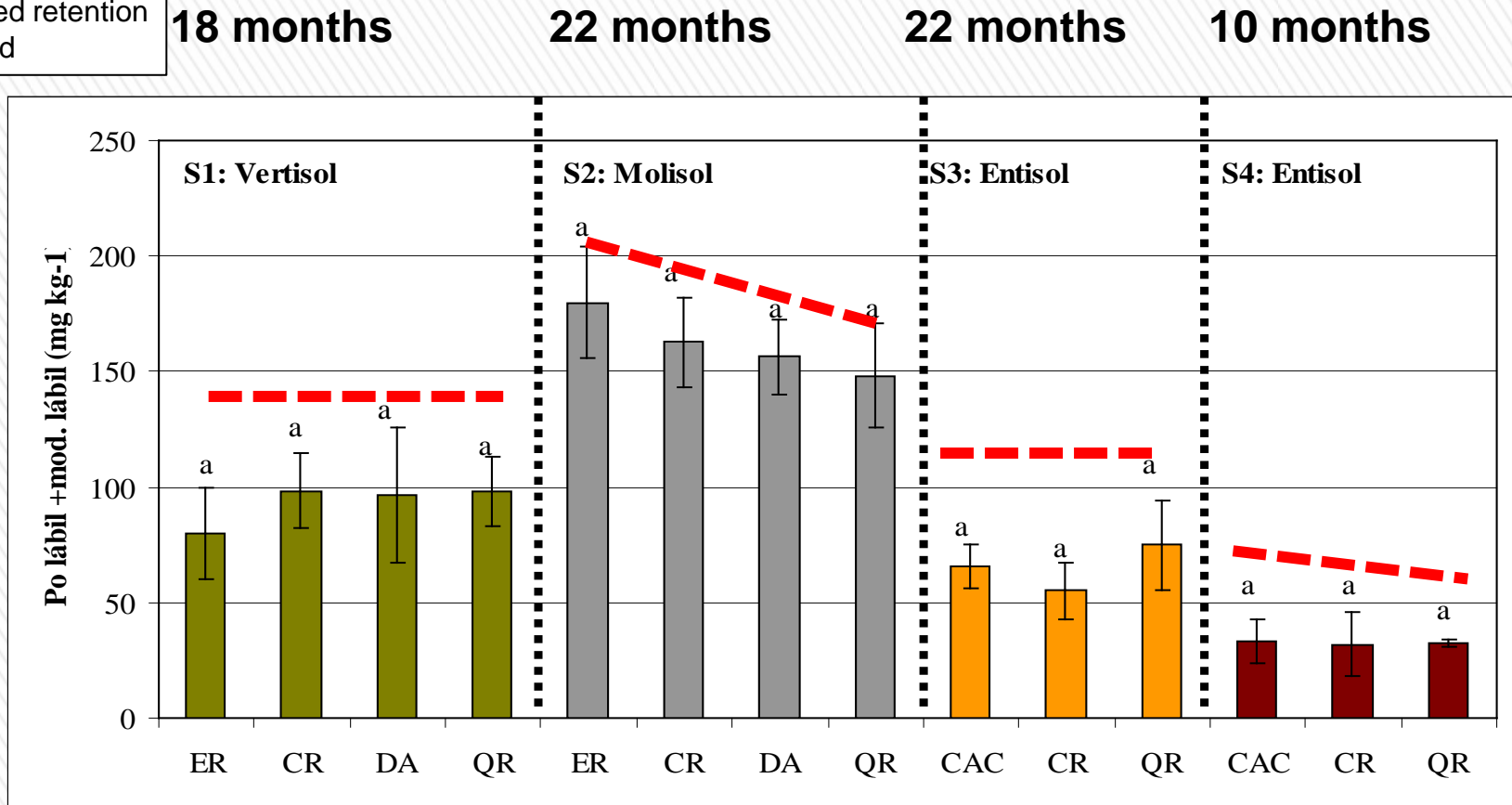


Residue treatments
 ER: removed
 CR: retained
 DA: doubled retention
 QR: burned

The effect of burning was detected only in soil where the burning was more recent (10 and 18 months). The burning effect was lost over time

Organic phosphorus in 0-5 cm of different slash management systems applied in different soils.

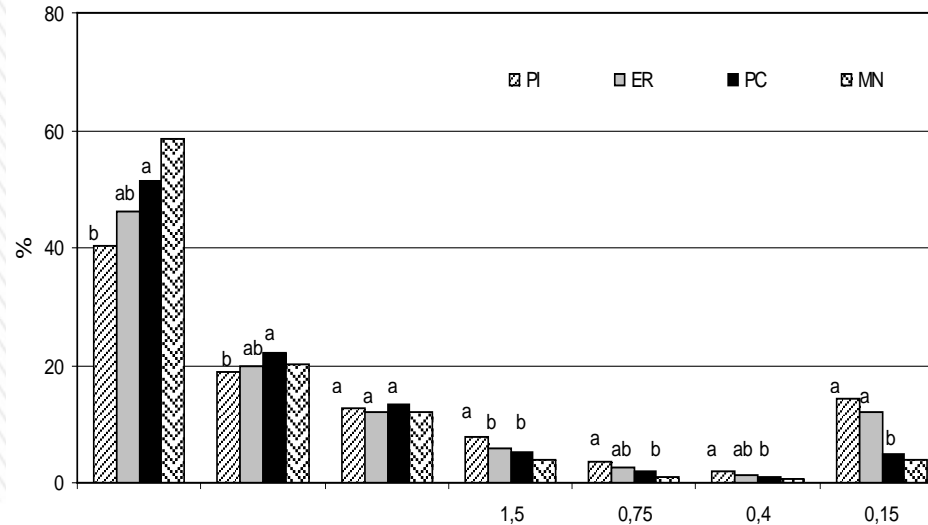
Residue treatments
 ER: removed
 CR: retained
 DA: doubled retention
 QR: burned



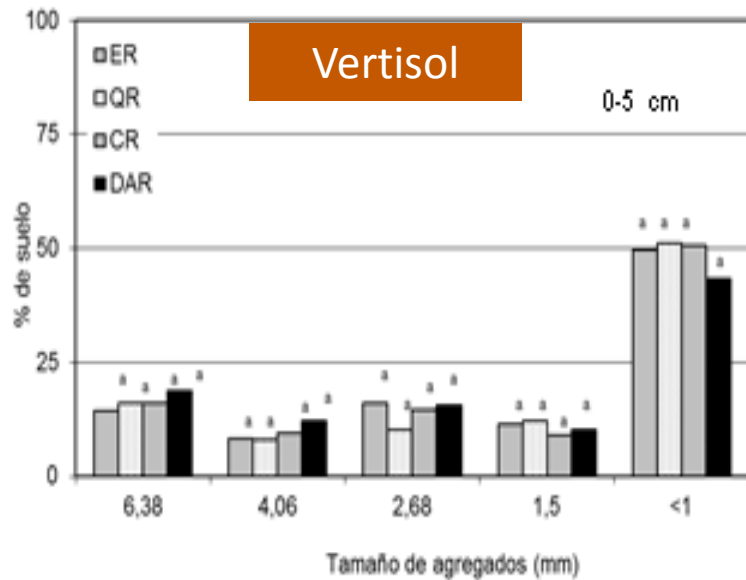
In short-term, neither residue burning nor removal treatments affected organic phosphorus fractions.

Soil aggregate size after sieving different soils (0- 5 cm) in water

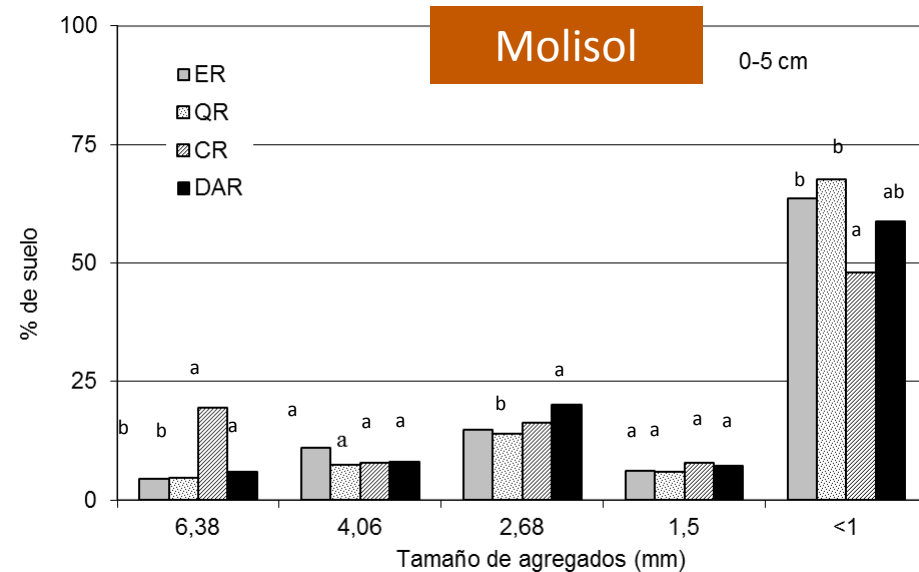
ER: Residue removed
 CR-PC: Residue retained
 QR-PI: Residue burned
 DAR: Double residue retention
 MN: native forest



Ultisol



Vertisol

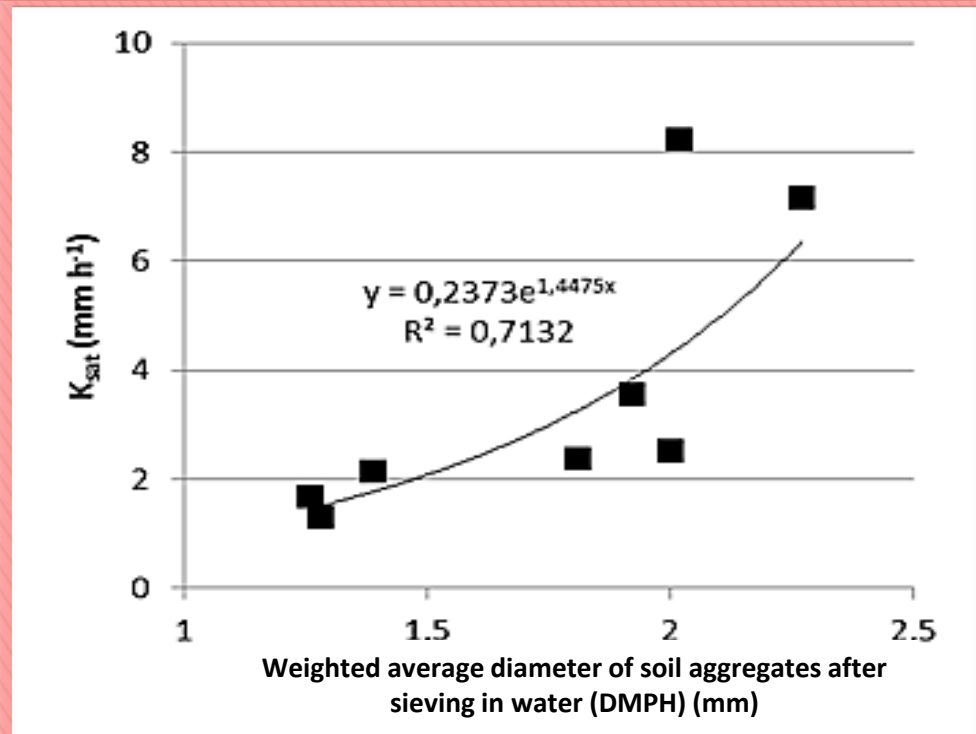


Molisol

Saturated hydraulic conductivity (K_{sat} : mm h⁻¹)

	Vertisol	Molisol
Residue retained	8,22 (7,81)a	2,38 (1,52)a
Residue removed	3,56 (2,9)b	1,30 (1,68)a
Residue burned	2,52 (1,92)b	2,15 (1,56)a

Vertisol is naturally more stable than Molisol. Aggregate size was greater in Vertisols.



Humic acids in natural grassland and after different slash management treatments in *E. grandis*. Entisol.

	% C	% N	% H	% S	% O	O/C	C/N
Grassland	51,8	3,8	4,7	0,53	39,1	0,75	13,7
Residue removed	52,8	3,3	5,1	0,44	38,3	0,73	15,9
Residue retained	54,3	3,3	5,3	0,42	36,6	0,67	16,5
Residue burned	55,0	3,6	5,9	0,44	34,9	0,64	15,4

- Humic acid grassland is richer in nutrients.
- Fire creates organic structures enriched with C and N.
- Organic structures lose oxygen because of burning temperature.

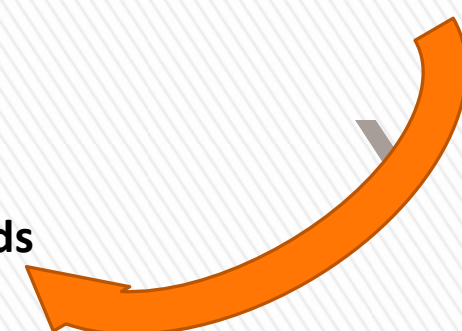


Relative intensities (%), aromaticity index and decomposition ratio derived from ¹³C-NMR spectra of humic acids from soil.

	C=O	Lignine	carbohydrates	polypeptides	Poly péptides, Lípidos	Descomp. rate	Aromaticity index
Gasland	16	30	7	25	22	0.69	36
Residue removed	16	37	3	14	30	1.76	44
Residue retained	15	33	4	14	34	1.89	39
Residue burned	16	41	5	12	26	1.5	49

No change.
 Memory soil.

+ Aromatic Compounds
 - cellulose



In summary ...

- 1- Forest soils are relatively fertile. We just evaluated a second-rotation forest. The wide variability of environments relates to different climates and soils that differ in their formation and evolution. Soils have special functional features.
- 2- Removal of harvesting residue generates additional outputs of nutrients and C. These outputs are not replenished.
- 3- In the short term the soils studied show different behaviors. Some soils are non-responsive. We have little information on long-term impacts.
- 4- We have evidence of changes in the quality of soil organic matter by burning or removal of harvesting residue. We do not know the implications for nutrient cycling.

(See also Abstract on RCN conference website for detailed text)



What do not we know?

- 1- Long-term studies. Networks of experiments in different environments in which changes in soil processes are evaluated.
 - Balance of soil organic matter and changes in soil physical properties related to the entry and movement of water and oxygen.
 - Soil microbiology has not yet been addressed (changes in diversity / quantity).
 - 2- Know the potential and the limitations of each environment/site type and manage each one with specific site-level guidance for sustainable production (BMPs).
 - 3- Teach about possible impacts of extractive management systems.
 - 4- Promote nutrient replenishment and field debarking as mitigation measures.
- and much more**



REFERENCES (from Abstract on RCN conference web site)

- Fernandez, R.; Von Wallis, A.; Pahr, N.; Friedl, A., Martiarena, R.; Lupi, A. 2014. Implicancias de la modalidad de cosecha forestal sobre el contenido de nutrientes. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo II Reunión Nacional “Materia Orgánica y Sustancias Húmicas” *Producción sustentable en ambientes frágiles* Bahía Blanca, 5 al 9 de mayo de 2014
- Fernández, R.; Martiarena, R.; Goya, J.; Frangi, J.; Von Wallis, A.; Lupi, A.; Pahr, N. 2012a. Simulación del contenido de nitrógeno y fósforo remanentes según escenarios de cosecha de rodales de *Araucaria angustifolia*(Bert.) O. Ktze de 40 años. XIX Congreso Latinoamericano y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, Argentina – 16 al 20 de abril de 2012.
- Fernández, R.; Martiarena, R; Goya, J.; Frangi, J.; Von Wallis, A.; Lupi, A.; Pahr, N. 2012b. Simulation of remaining potassium, calcium and magnesium content in relation to harvest regimes in a *Araucaria angustifolia* stand of 40 years. Aceptado para presentación oral. 19th ISTRO Conference. 24-28 de Setiembre de 2012, Montevideo, Uruguay.
- Giuffré, L., Fernández, R.; Lupi, A.M.; Heredia O.; Pascale, C. 2002. Efecto de diferentes técnicas de manejo de residuos de la cosecha forestal en algunas propiedades de un Kandudult en el NE Argentino. *Agricultura Técnica*, 62 (1): 143 -149.
- Goya J.; Pérez C.; Frangi J.; Fernández R. 2003. Impacto de la cosecha y destino de los residuos sobre la estabilidad del capital de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. *Ecología Austral* 13: 139-150.

- Fernández, R. A.; Martiarena, R. A.; Lupi, A. M.; Von Wallis, A.; Pahr N. 2010. Crecimiento del Pinus taeda a los 12 años y condición química del suelo e el NE de Argentina: Efecto del Manejo de residuos de la cosecha en el establecimiento. Congreso ISTRO 12 al 14 de julio, 2010. Colonia, Uruguay
- Fernández, R.; Lupi, A.; Pahr, N.; Reis, H.; O'Lery, H.; Gelid, M.; Martinez, S. Técnicas de manejo de residuos de cosecha para el establecimiento forestal y su impacto sobre la condición química de los suelos rojos del Noreste de Argentina. En: Avances en Ingeniería Agrícola. Pp: 243-248. ISBN 950-29-0593-8. Ed. Facultad Agronomía (UBA). 2000.
- Frangi, J.; Goya, J.; Larocca F. 1999. Ciclo de nutrientes en plantaciones de E. grandis de distintas edades en la provincia de Entre Rios. Informe Final PIA 11/96 Proyecto Forestal de Desarrollo. SAGPyA-BIRF.
- Lupi, A. M.; Conti, M.; Fernández, R.; Cosentino, D.; López G. 2007. Efecto de las prácticas de repoblación forestal sobre el carbono orgánico del suelo y la estabilidad de los agregados en el noreste de Argentina Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 16(3): 230-240
- Lupi, A.M.; Conti, M.; Fernandez; R. 2012a. Calidad del carbono organico del suelo e diferentes técnicas de manejo de residuos forestales. Ciência Florestal, Santa Maria, 22 (2): 295-303
- Lupi, A. M.; Quintero, C.; Boca, T.; Garcia, M D Los A.; Diaz, D.; Boschetti G.; Aparicio J.; Ingaramo L. 2012b. Changes in soil phosphorus in different forest residue management. Agrociencia Uruguay, Special Issue Eds: Oswaldo Ernst , Mario Pérez Bidegain, José Terra, Mónica Barbazán. 128-134

- Lupi, A. M.; Garcia, M D Los A.; Diaz, D.; Ingaramo, L.; Boca, T. Manejo de residuos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en sitios contrastantes. *en evaluación*. Martiarena R.; Fernández, R.; Lupi, A.; Alegranza, D.; Bischoff, D.; Muñoz, D.. 2004. Efecto de la preparación de terreno sobre el crecimiento de *Araucaria angustifolia*. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. II Simposio Nacional sobre suelos Vertisólicos. Paraná, Entre Ríos. 22 al 25 de Junio de 2004.
- Martiarena, R.; Goya, J.; Fernández, R.; Frangi, J.; Lupi A.M. 2010. Exportación de nitrógeno y fósforo durante la cosecha de una cronosecuencia de *Araucaria angustifolia* (BERT) O. KTZE. Jornadas Forestales Eldorado, Misiones. Junio 2010. 10 p
- Martiarena, R; Frangi, J; Pinazo, M.; Von Wallis, A.; Fernández, R. 2011a. Effect of Thinning and Harvest Type on Storage and Losses of Phosphorous in *Pinus taeda* L. Plantations in Subtropical Argentina. International Journal of Forestry Research. Article ID 761532.10 p.
- Martiarena, R; Pinazo, M; Von Wallis, A; Knebel, O; Pahr, N. 2011b. Alternativas de manejo silvícola para la conservación de nutrientes en sistemas forestales en Misiones, Argentina. Ci. Suelo (Argentina) 29(1): 39-48.
- Mortola, N. 2013. Comportamiento de las formas de fósforo en un Ultisol con diferentes manejos de implantación forestal. Tesis de Magister. FAUBA. 99 p
- Von Wallis, A. 2013. Contenidos de materia orgánica y condición física de un Kandiuult de Misiones bajo diferentes sistemas de preparación del terreno forestal y bosque nativo. Tesis de Maestria FAUBA. 68 p



MANEJO DE RESIDUOS DE COSECHA FORESTAL, SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE LOS SUELOS DEL NORESTE DE ARGENTINA AVANCES EN EL CONOCIMIENTO



Ana Maria Lupi
Instituto de Suelos- INTA Castelar
Buenos Aires- Argentina

Lupi.ana@inta.gov.ar



El 90% de la actividad forestal de Argentina se concentra en la región NE (928.067 ha)

Misiones
 Corrientes
 Entre Ríos
 Delta de Buenos Aires



El 91% de la superficie corresponde a especies del género *Pinus* y *Eucalyptus*

Distribución de las plantaciones forestales en Argentina.
 Fuente: Dirección de Producción Forestal
 Consultado julio/2014



Ordenes Dominantes en los Suelos de la Republica Argentina



Misiones. Clima subtropical



S.I.G.: Ing. Agr. Maria Ines Puentes
 Fuente: Atlas de Suelos de la Republica Argentina
 Instituto de Suelos - INTA - Castelar

Ordenes Dominantes en los Suelos de la Republica Argentina

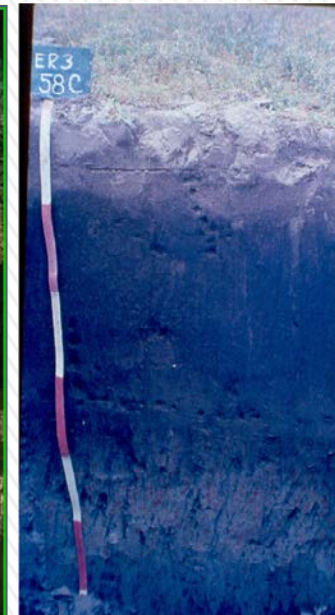


Entre Ríos y Corrientes Subtropical y templado

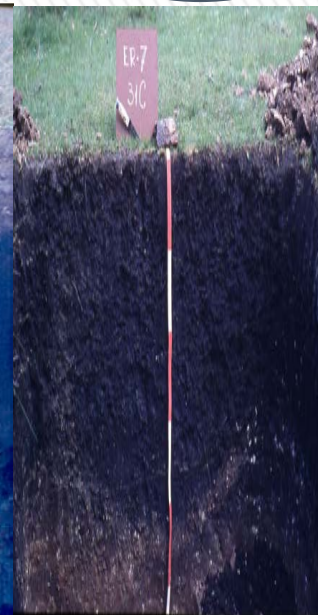
ENTISOLES



MOLISOLES



VERTISOLES



S.I.G.: Ing. Agr. Maria Ines Puentes
Fuente: Atlas de Suelos de la Republica Argentina
Instituto de Suelos - INTA - Castelar

En los últimos 15 años existe un debate importante sobre el impacto ambiental y la sostenibilidad de algunas prácticas o sistemas de manejo

- Suelos de buena productividad
- Necesitamos conservar su capacidad productiva
- Buscar prácticas de manejo que mantengan la calidad del suelo a largo plazo

La cosecha forestal y la preparación del sitio son las prácticas que pueden tener impacto negativo sobre la calidad del suelo.



Quema de residuos de la cosecha



Mediados años 1990

Conservación de los residuos de la cosecha



Extracción de residuos de la cosecha



CANTIDAD DE RESIDUOS Y NUTRIENTES

1996- Residuos de cosecha de *Pinus elliottii*. Misiones

Tipo de residuos	Biomasa (Mg.ha ⁻¹)	N (kg.ha ⁻¹)	P (kg.ha ⁻¹)	K (kg.ha ⁻¹)
Finos. < 1 cm diámetro	20,6	230	28	160
Gruesos + corteza. 1-15 cm di.	20,5	67	15	30

UREA	593,3 (kg ha ⁻¹)
SFT	210 (kg ha ⁻¹)
KCl	372 (kg ha ⁻¹)

2005- Residuos de cosecha ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de *Eucalyptus grandis*
de 15 años, Entre Ríos. Garcia, M de los A. y equipo. INTA EEA Concordia.

	Peluderte	Hapludol
Conservación de residuos CC	62,7	64,0
Conservación de residuos SC	67,5	59,7
Quema de residuos	51,9	73,0

	N (kg ha^{-1})	P (kg ha^{-1})	K (kg ha^{-1})
Peluderte (Vertisol)	506,0	16	35
Hapludol (Molisol)	214,2	12	60

UREA	476/1124 (kg ha^{-1})
SFT	60/95 (kg ha^{-1})
KCl	60/115 (kg ha^{-1})

2010-Biomasa remanente y contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, por tipo de cosecha, en un rodal de *Pinus elliotti* de 24 años. **Entisol.** Aparicio J. INTA EEA Bella Vista.

Biomasa residual (Mg.ha⁻¹)	FE	85,8	← adicional de 60,3 Mg. ha ⁻¹
	AE	25,5	
N (kg.ha⁻¹)	FE	513	← adicional de 344 kg ha ⁻¹
	AE	169	
P (kg.ha⁻¹)	FE	37	← adicional de 25 kg ha ⁻¹
	AE	12	
K (kg.ha⁻¹)	FE	78	← adicional de 59 kg ha ⁻¹
	AE	19	

FE: Fuste entero. AE: árbol entero

UREA	764,4 (kg.ha ⁻¹)
SFT	125,0(kg.ha ⁻¹)
KCl	112,5(kg.ha ⁻¹)

Biomasa y contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, por tipo de cosecha, en un rodal de *Pinus taeda* de 20 años. **Ultisol**. Fernandez et al., (2014)

Biomasa residual (Mg.ha ⁻¹)	FE	74,0	← adicional de 25,2 Mg. ha ⁻¹
	AE	48,8	
N (kg.ha ⁻¹)	FE	423,3	← adicional de 129,5 kg ha ⁻¹
	AE	305,6	
P (kg.ha ⁻¹)	FE	27,8	← adicional de 7,6 kg ha ⁻¹
	AE	20,2	
K (kg.ha ⁻¹)	FE	117,9	← adicional de 33,3 kg ha ⁻¹
	AE	84,7	

FE: Fuste entero. AE: árbol entero

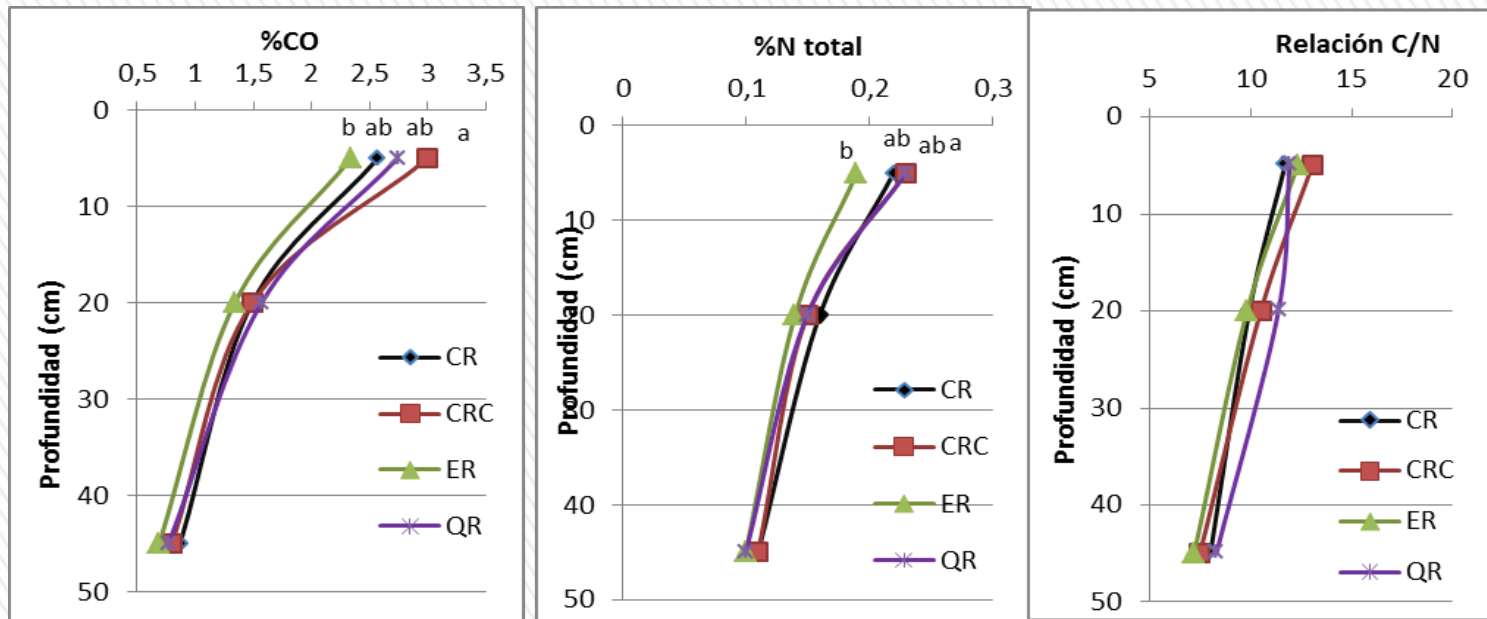
UREA	287,8 (kg.ha ⁻¹)
SFT	38,0(kg.ha ⁻¹)
KCl	63,5(kg.ha ⁻¹)

ALGUNOS EFECTOS SOBRE EL SUELO.....

Concentración de CO ; N total y relación C/N, en diferentes sistemas de manejo de residuos de cosecha de *P. taeda*.

Lupi et al., (2014) CACS.

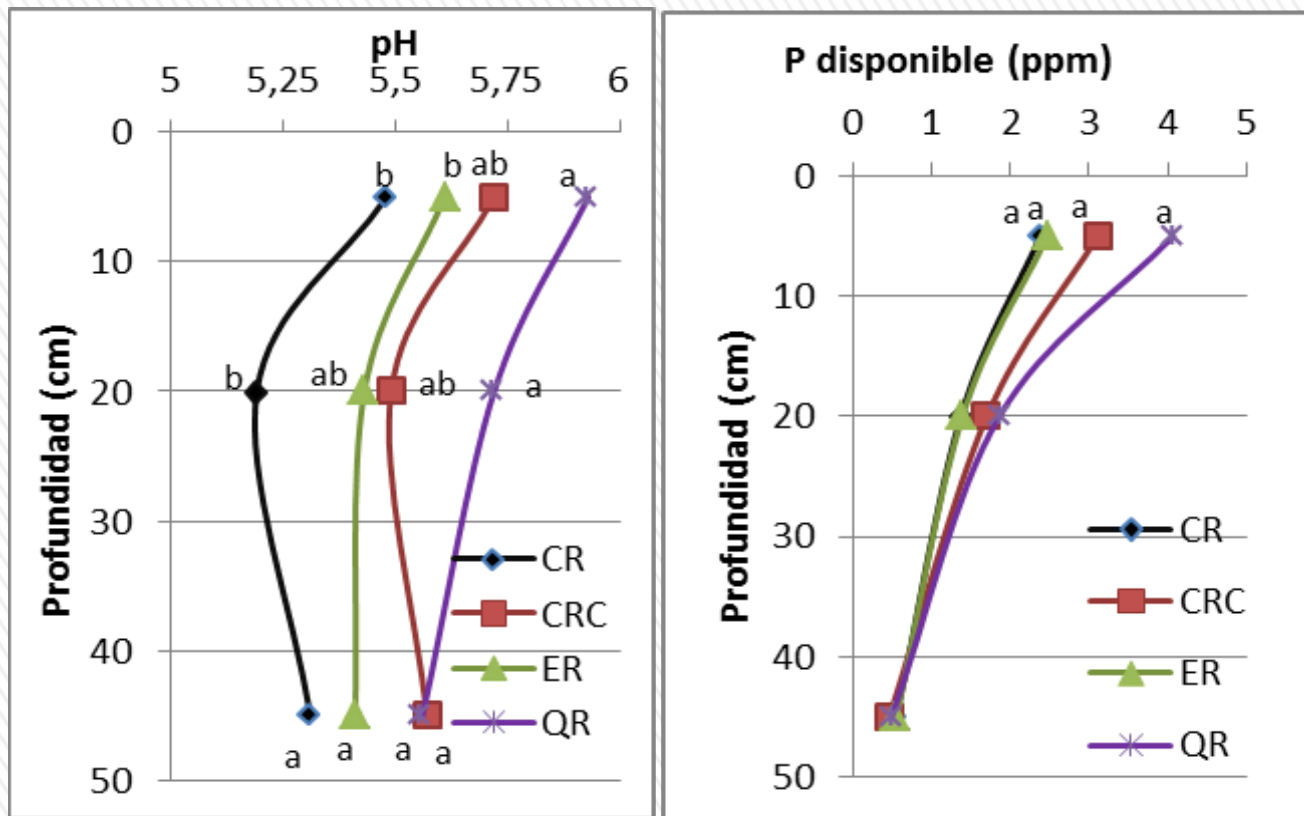
Integrando muestreos de suelos a los 2, 5, 7 y 12 años de aplicar los tratamientos



CR: conservación de residuos .CRC: Conservación de residuos-bosque secundario ER: Extracción de residuos. QR; quema de residuos.

pH y fósforo disponible en diferentes sistemas de manejo de residuos de cosecha de *P. taeda*.

Lupi et al., (2014) CACS.

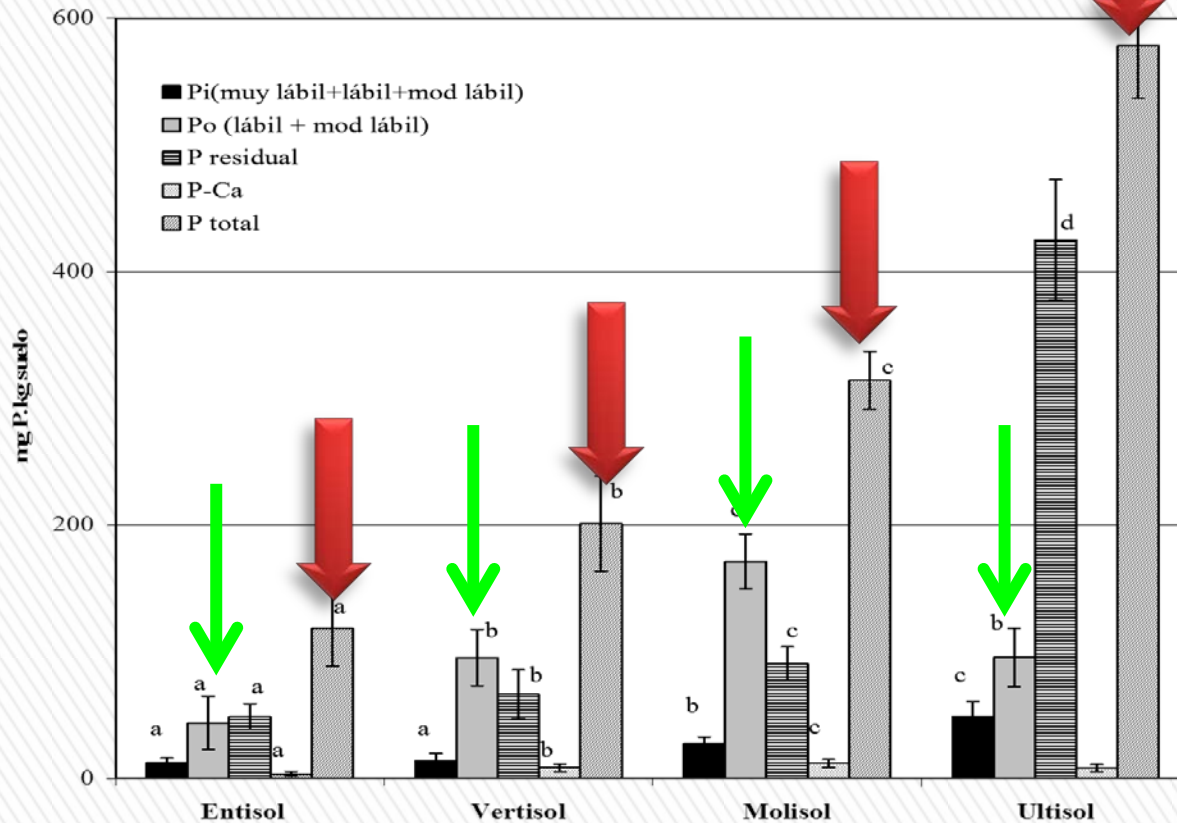


Carbono orgánico total en dos suelos con similares sistemas de manejo de residuos de *Eucalyptus grandis*

	0-5 cm	5-10 cm
<u>Peluderte (Vertisol) 18 meses</u>		
Conservación de residuos	21,2 (7,8)a	15,75,6)a
Extracción de residuos	20,4(4,8)a	15,5(1,6)a
Quema de residuos	22,4(6,5)a	13,6(2,2)a
<u>Hapludol (Molisol) 22 meses</u>		
Conservación de residuos	28,1(5,3)a	15,7(0,7)a
Extracción de residuos	27,9(3,1)a	15,6(0,9)a
Quema de residuos	22,3(7,2)a	14,1(0,6)a

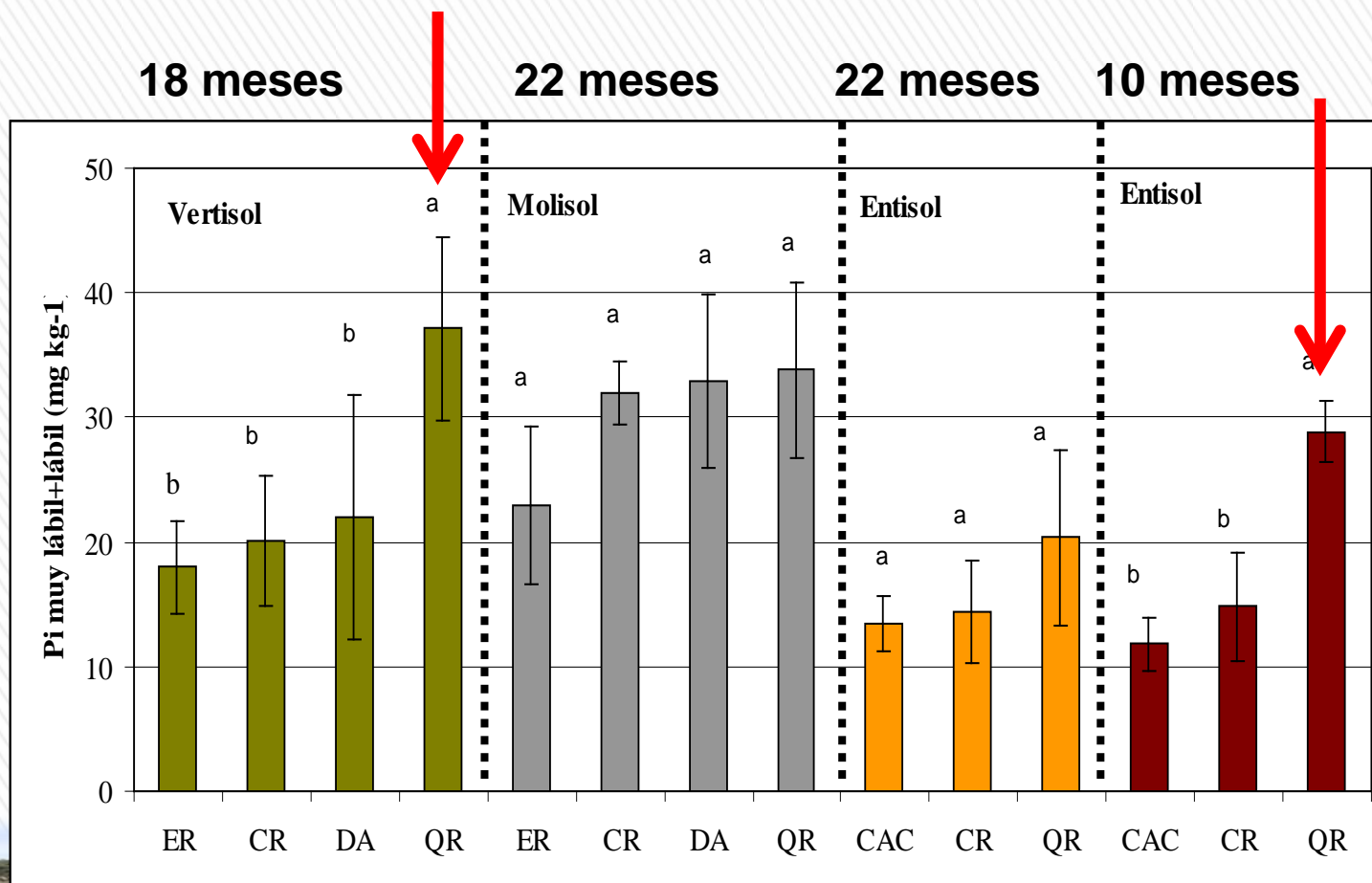
Lupi et al., en evaluación Ciencia Florestal. SM

Fósforo en suelos bajo uso forestal.

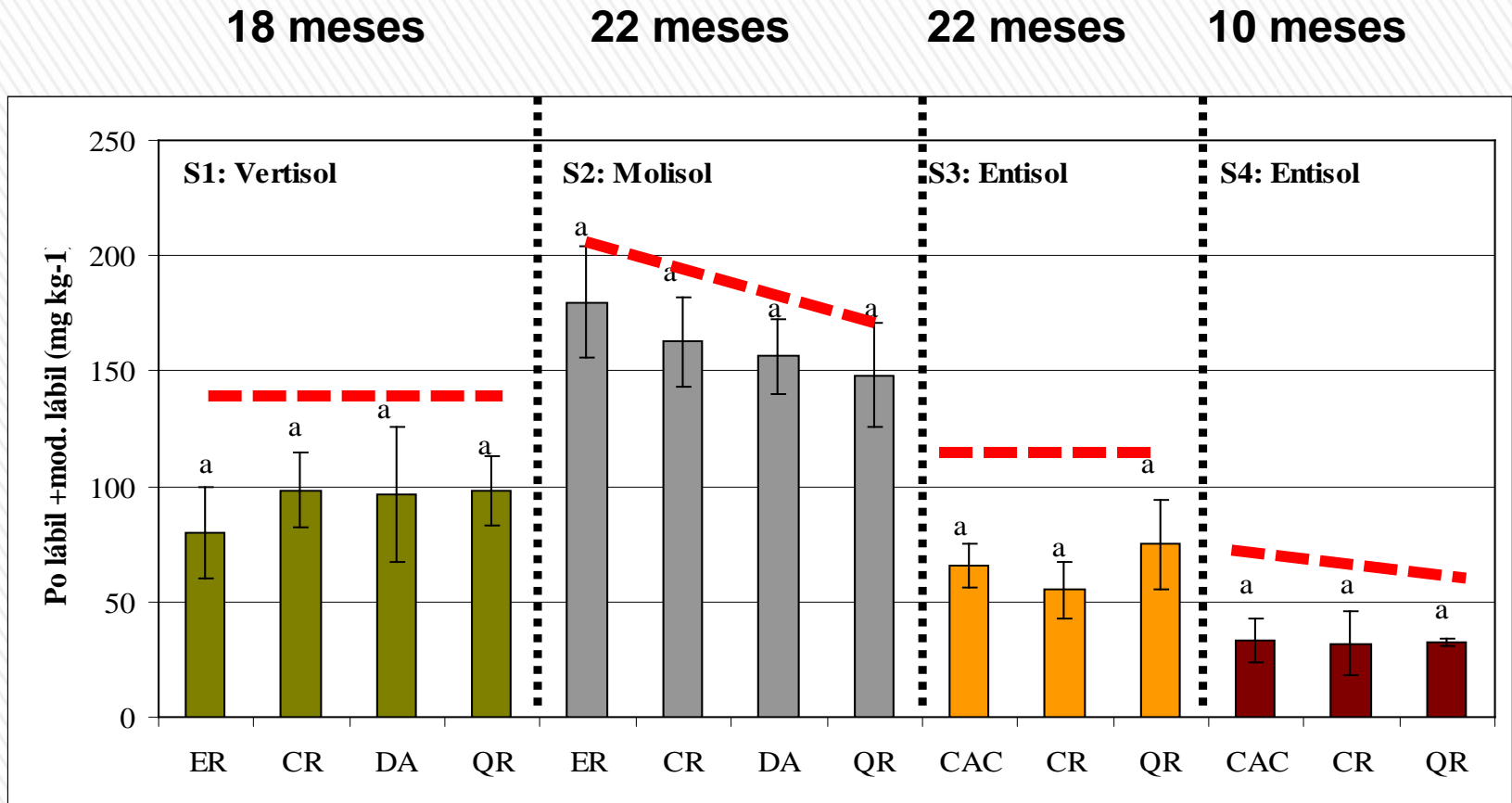


Lupi et al., (2012). Changes in soil phosphorus in different forest residue management. *Agrociencia Uruguay, Special Issue. Striving for Sustainable High Productivity through Improved. Soil and Crop Management - Setiembre 2012*

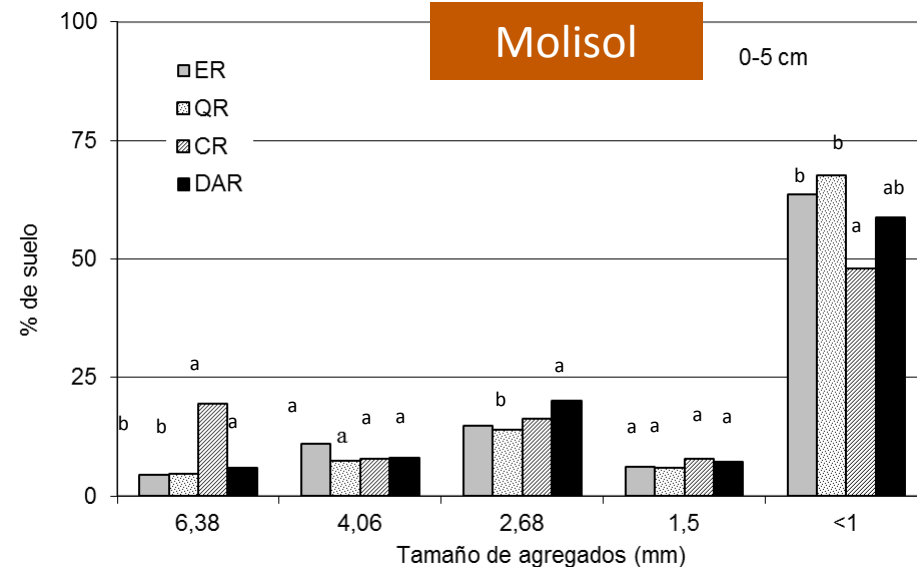
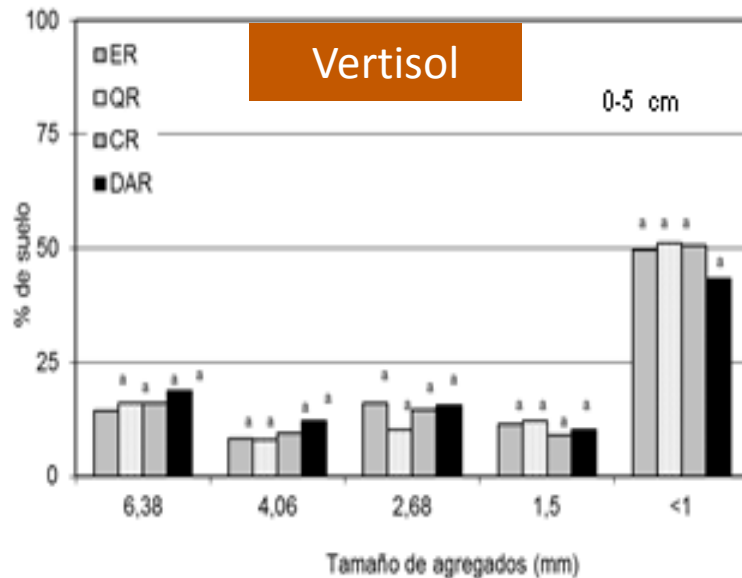
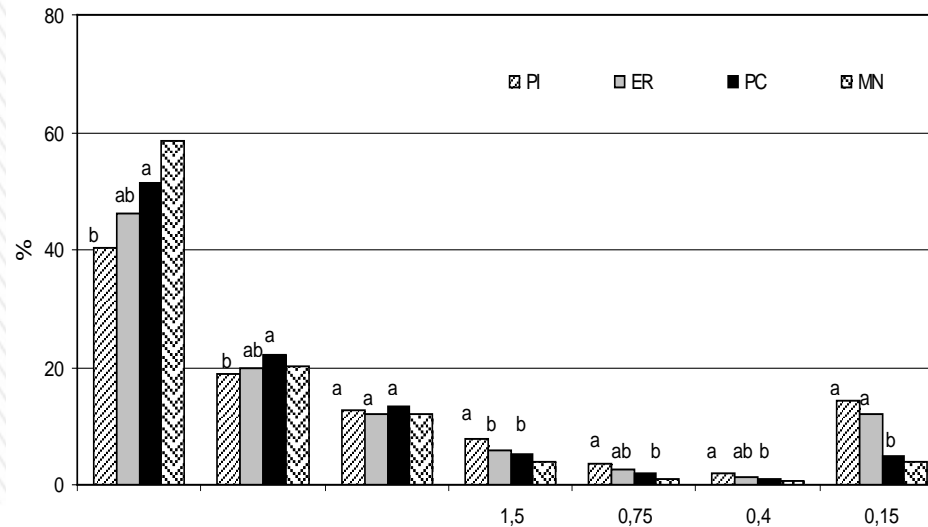
Fósforo disponible en 0-5 cm de diferentes sistemas de manejo de residuos aplicados en sitios diferentes.



Fósforo orgánico total en 0-5 cm de diferentes sistemas de manejo de residuos forestales.



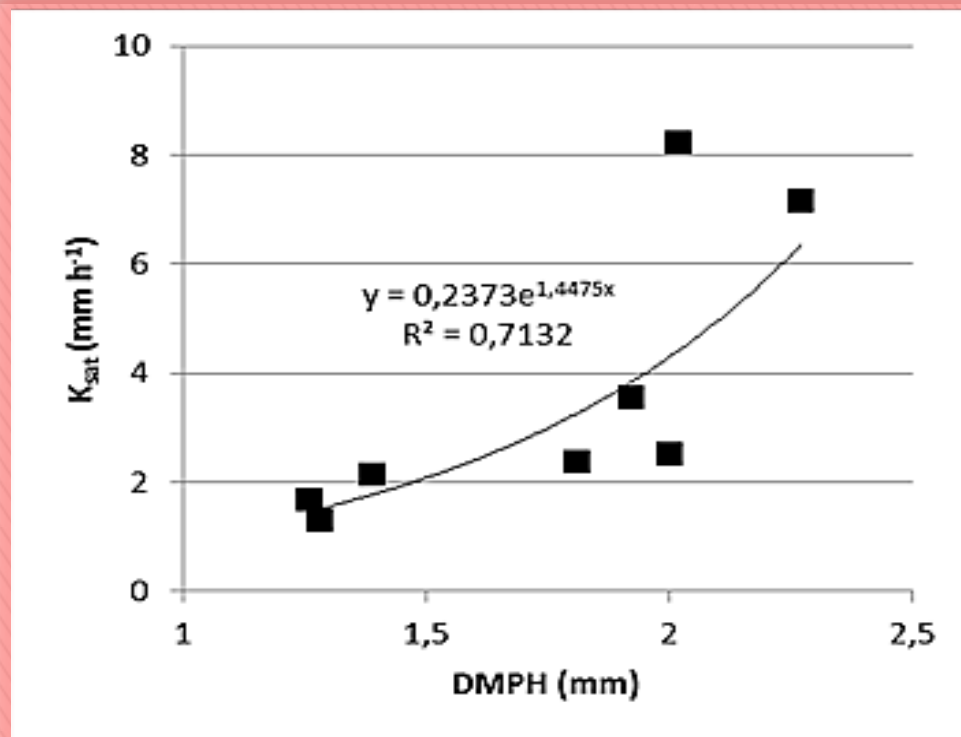
Tamaño de los agregados luego del tamizado en agua



Conductividad hidráulica saturada superficial (mm h⁻¹)

	Vertisol	Molisol
Conservación de Residuos	8,22 (7,81)a	2,38 (1,52)a
Extracción de Residuos	3,56 (2,9)b	1,30 (1,68)a
Quema de Residuos	2,52 (1,92)b	2,15 (1,56)a

Vertisol, naturalmente es mas estable que el Molisol.
 DMPA mayores en Vertisol.



Ácidos húmicos de pastizal natural y de diferentes sistemas de manejo de residuos de *E. grandis*. *Entisol*.

	% C	% N	% H	% S	% O	O/C	C/N
Pastizal Natural	51,8	3,8	4,7	0,53	39,1	0,75	13,7
Extracción de residuos	52,8	3,3	5,1	0,44	38,3	0,73	15,9
Conservación de residuos	54,3	3,3	5,3	0,42	36,6	0,67	16,5
Quema de residuos	55,0	3,6	5,9	0,44	34,9	0,64	15,4

Estructuras orgánicas más ricas en C y N y pérdida de oxígeno por temperatura de la quema.



Intensidades relativas (%), índice de aromaticidad y relación de descomposición derivados de los espectros de ¹³C-RMN de ácidos húmicos de un suelo.

	C=O	Lignina	Carbohidratos polipéptidos	Poli péptidos, Lípidos	Relación descomp.	Índice de aromaticidad	
Pastizal	16	30	7	25	0.69	36	
Extracción de residuos	16	37	3	14	30	1.76	44
Cons. Residuos	15	33	4	14	34	1.89	<u>39</u>
Quema	16	41	5	12	26	1.5	49

memoria del suelo

+ Comp. Aromáticos
 - celulosa



EN SINTESIS

- 1- Los suelos forestales son relativamente fértiles y recién evaluamos un segunda rotación forestal.
La gran variabilidad de ambientes se presenta con suelos que difieren en su formación y evolución, con características de funcionamiento particulares.
- 2- La extracción de residuos genera salidas adicionales de nutrientes y de C a nivel de lote. No se reponen.
- 3- En el corto plazo lo suelos muestran comportamientos diferentes. Algunos suelos son indiferentes.
- 4- Tenemos evidencias de cambios en la calidad de la materia orgánica por quema o exportación de residuos. No sabemos las implicancias en cuanto al ciclo de los nutrientes.



¿Qué nos falta?

- 1- Estudios de largo plazo- red de experimentos en ambientes diferentes donde se evalúen cambios de procesos edáficos.
 - Balance del MO y cambios en propiedades físicas del suelo relacionadas con el ingreso y movimiento del agua y aire.
 - Microbiología de suelos es un aspecto no abordado (cambios en la diversidad/ cantidad).
- 2- Conocer las potencialidades y las limitantes de cada ambiente y manejar cada uno con una silvicultura sitio especifica para una producción sostenible (buenas prácticas de manejo).
- 3- Alertar sobre posibles impactos de sistemas de manejo extractivos .
- 4- Promover la reposición de nutrientes y el descortezado a campo como medida de mitigación

