

Impacto de la intensidad del raleo en plantaciones forestales sobre la biodiversidad del sotobosque y la regulación del ciclo del agua en el norte de Misiones (PIA 10101)

Cambios en la diversidad de plantas y microartrópodos en plantaciones de Pinus taeda en respuesta a prácticas de raleo, fertilización y manejo a nivel de sotobosque y suelo (BIO27)

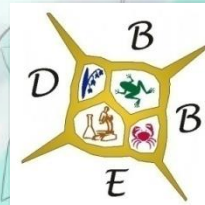
Paula Campanello, Carolina Trentini, Verónica Bernava, Mariana Villagra, Diego Gómez, Oscar Lezcano, Analía Bardelás, Guillermo Goldstein, Victoria Novas, Cecilia Carmaran, Fabián Scholz, Sandra Bucci, Luis Ritter, Debora di Francescantonio, Sabrina Rodriguez, Laureano Oliva, Adrián Ares



CONICET



Instituto de Biología Subtropical



Creciente preocupación de investigadores y ambientalistas por la pérdida de biodiversidad a nivel mundial



- Pérdida de funciones en áreas donde los ecosistemas fueron reemplazados
- Pérdida de la capacidad productiva de los suelos
- Impacto de las actividades productivas en la regulación del ciclo de agua
- Impacto de cambios globales sobre la biodiversidad y la productividad



Durante las últimas tres décadas la superficie dedicada a la forestación en la provincia de Misiones se incrementó de 80.000 a 370.000 ha



Para conservar la biodiversidad dejamos fajas de bosque nativo bordeando plantaciones

LEY XVI – Nº 53 (antes Ley 3426) Bosques Protectores y Fajas Ecológicas

LEY XVI – Nº 105 Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos



¿Es suficiente?



¿Cómo vamos a manejar las plantaciones?

Para que la producción forestal sea compatible con la biodiversidad



Image © 2013 DigitalGlobe
© 2013 MapLink
© 2013 Inav/Geosistemas SRL

Google earth

Fecha de las imágenes: 6/8/2012 25°47'28.47" S 54°24'41.22" O elev. 307 m alt. ojo 1.33 km

Por qué nos preocupa la biodiversidad: Situación del Bosque Atlántico semidecíduo

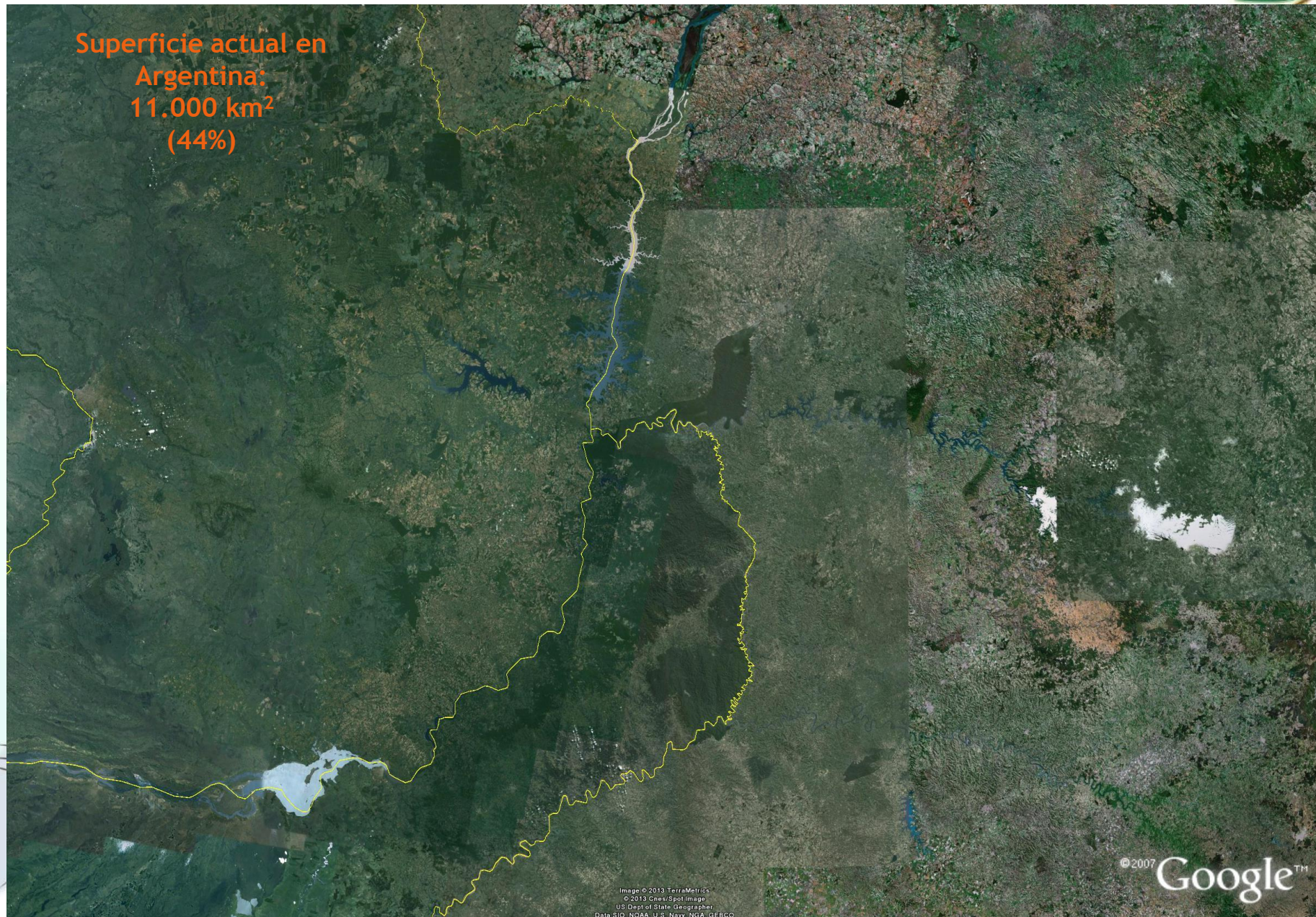


Superficie actual en
Argentina:
11.000 km²
(44%)

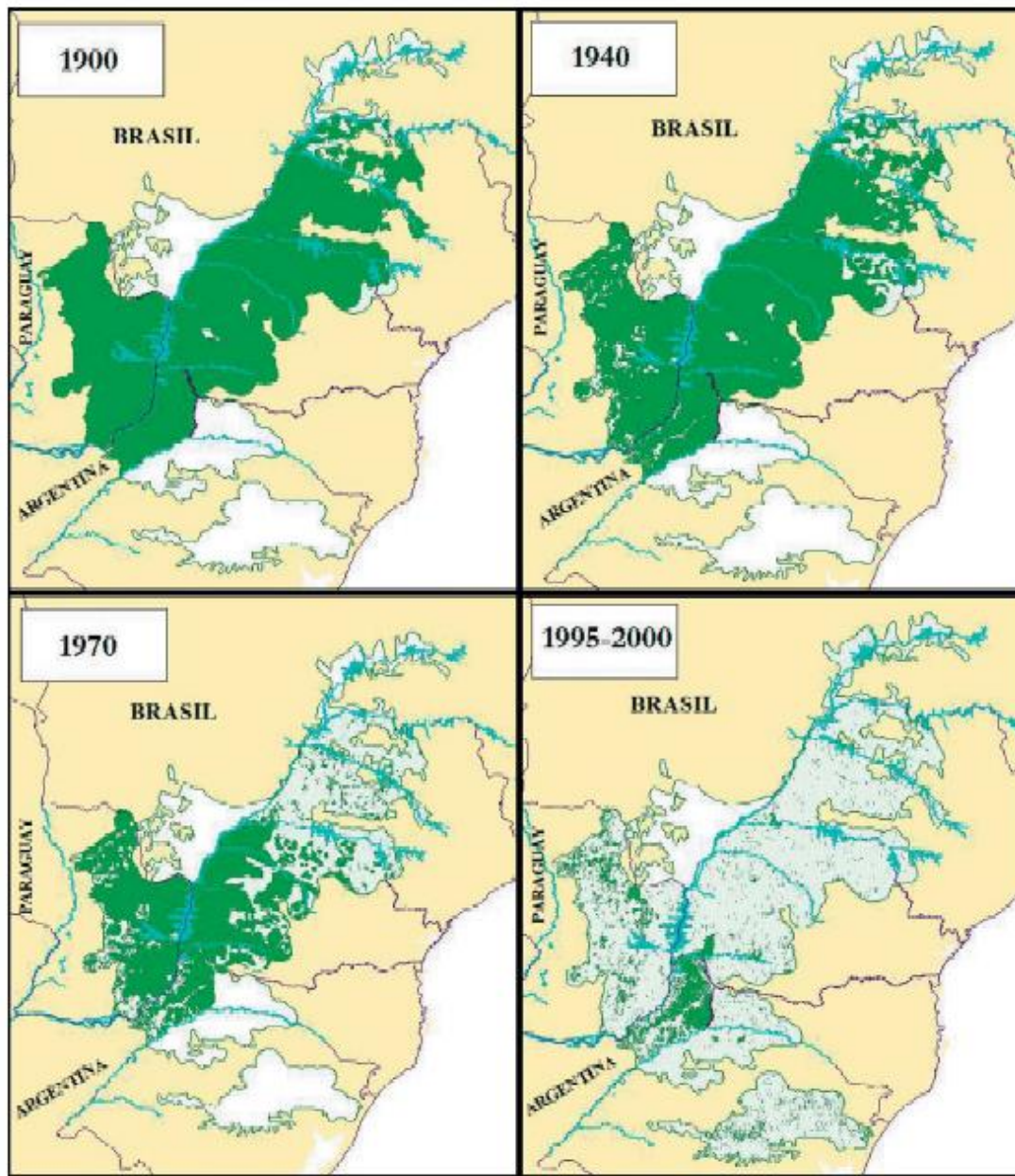


Por qué nos preocupa la biodiversidad: Situación del Bosque Atlántico semideciduo

Superficie actual en
Argentina:
11.000 km²
(44%)

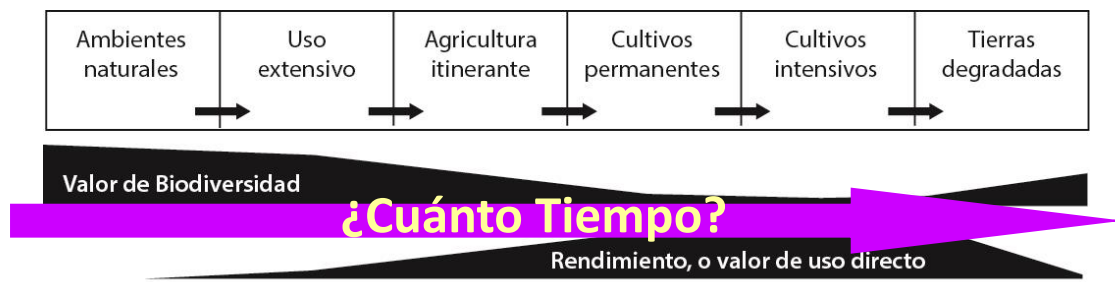


Por qué nos preocupa la biodiversidad: Situación del Bosque Atlántico semideciduo



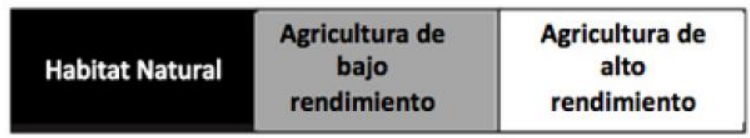
Superficie original:
500.000 km²
Superficie actual:
58.000 km²

¿Por qué nos preocupa la biodiversidad cuando hablamos de sistemas productivos?



Integración de producción y conservación

Separación entre producción y conservación



Uso inicial de la tierra

Uso inicial de la tierra



Construcción de una matriz de alta calidad ("land sharing")

Separación entre producción y conservación ("land sparing")



Expansión de la agricultura industrial ("land sparing")

Integración entre producción y conservación ("land sharing")

Perfecto y Vandermeer 2012

Phalan et al. 2010

¡Un debate infructuoso!

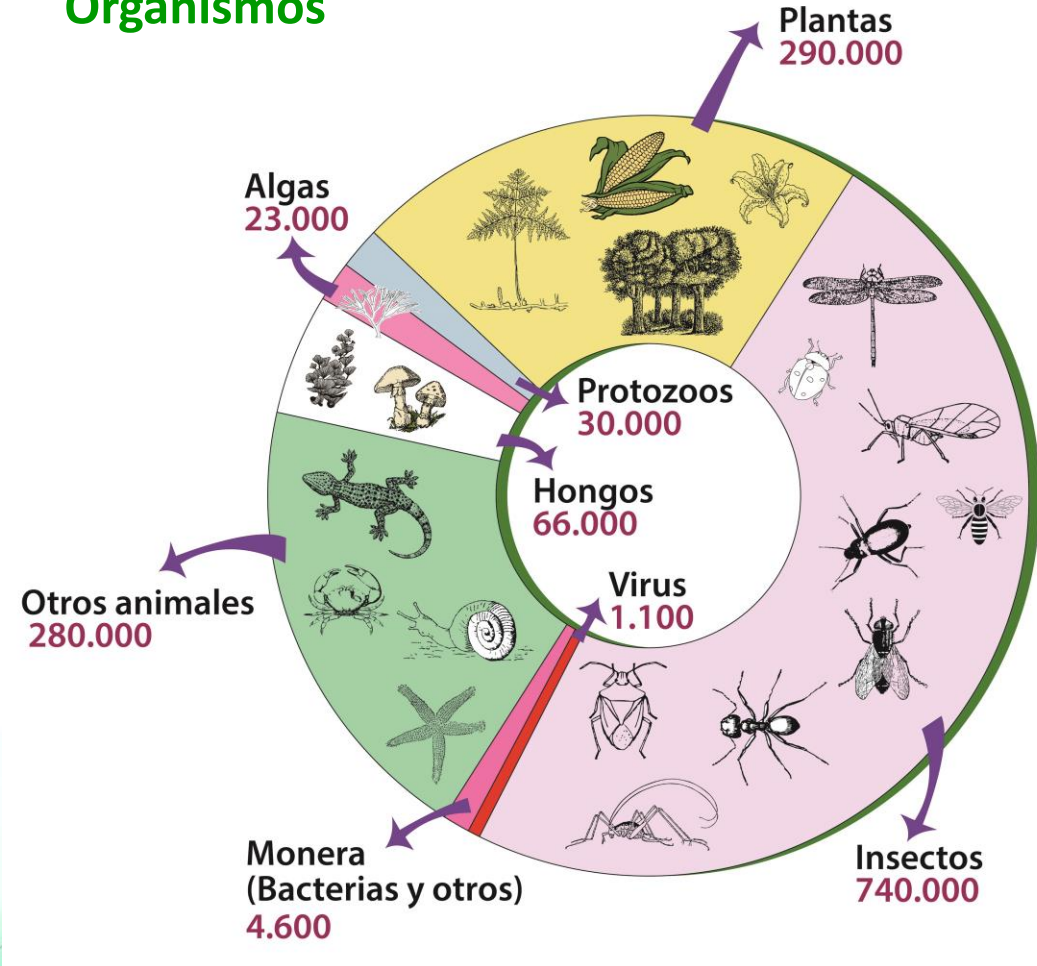


¿Es factible producir sin conservar la biodiversidad?

¿Qué responderían las civilizaciones antiguas?

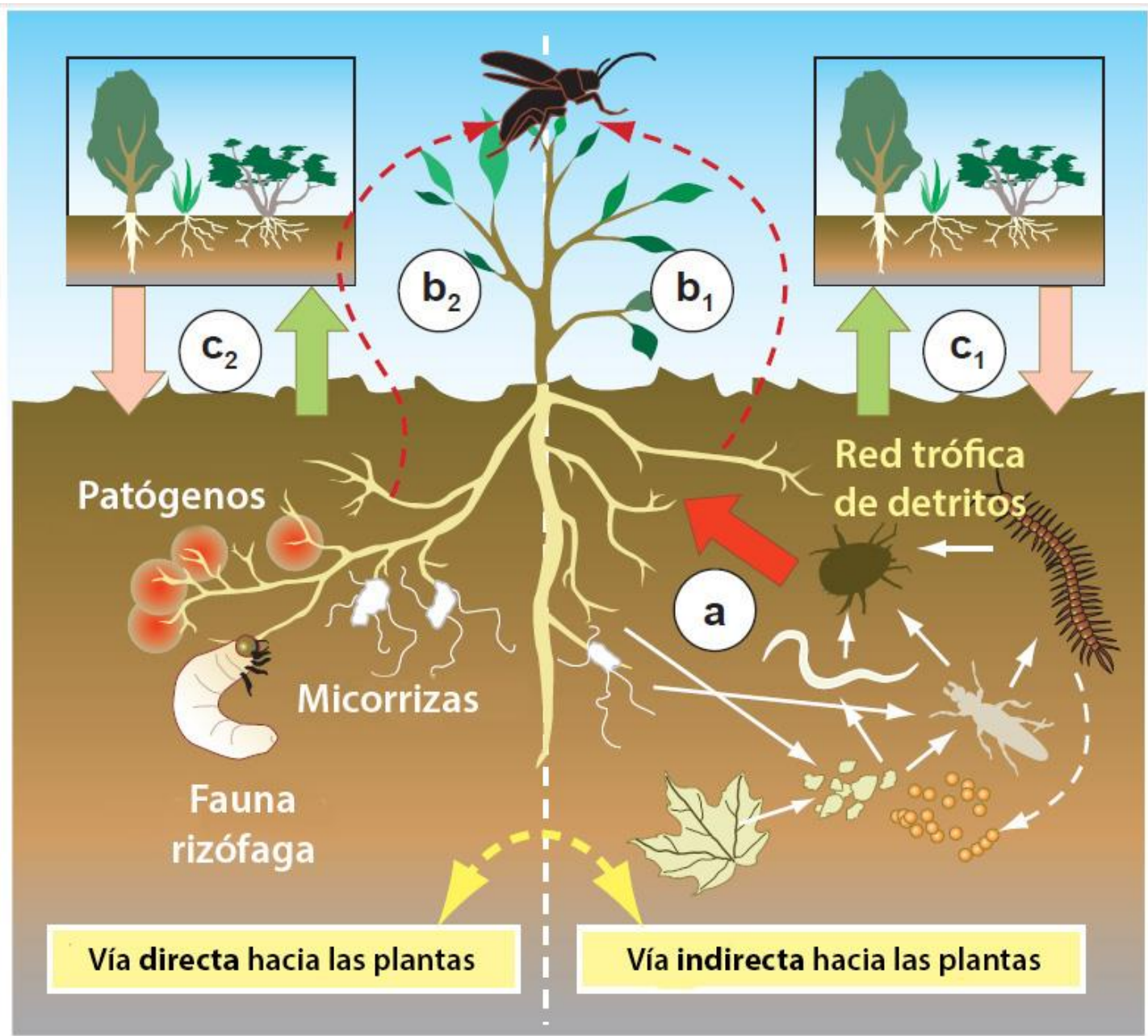
¿Por qué debería preocuparnos la biodiversidad en nuestros sistemas productivos?

Organismos



Biodiversidad que desconocemos...

¿Por qué debería preocuparnos la biodiversidad en nuestros sistemas productivos?





¿Por qué nos preocupa la biodiversidad en plantaciones forestales?

El raleo se ha asociado tradicionalmente con el incremento en la cantidad y calidad de madera, pero es también una estrategia para:

- aumentar la biodiversidad en las plantaciones,
- mejorar el hábitat para la vida silvestre, y
- disminuir posibilidades de incendios catastróficos.

Áreas bajo uso productivo pueden complementar la función de las áreas protegidas

En Misiones las plantaciones forestales ocupan $\approx 12\%$ de la superficie y muchas veces actúan como buffers de las áreas de bosque nativo.



Objetivos originales

Estudiar los efectos del raleo sobre:

- la abundancia, diversidad y atributos funcionales de las plantas vasculares que crecen en las plantaciones.
- aspectos relacionados con el ciclo hidrológico como el consumo de agua por parte de los pinos y su disponibilidad para las plantas del sotobosque.

Estudiar los efectos del raleo, remoción de hojarasca y fertilización sobre:

- sobre la abundancia y diversidad de plantas y microartrópodos edáficos, y algunas funciones ecosistémicas como la tasa de descomposición de la hojarasca.

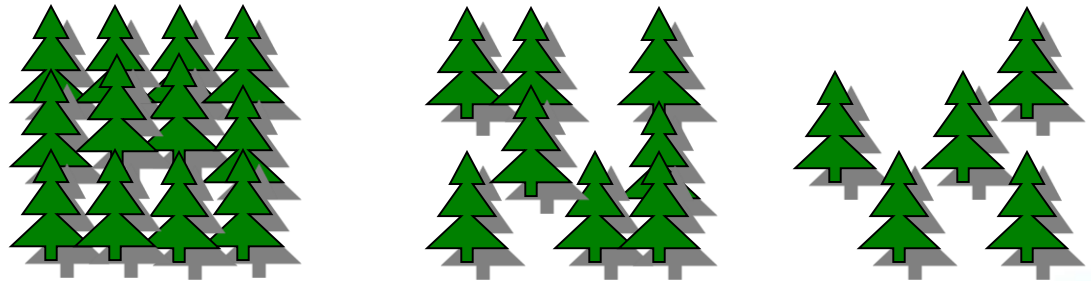
Objetivos “plus” (diversidad funcional):

Hongos del suelo biocontroladores y solubilizadores de P
Abundancia de lombrices y porosidad del suelo
Respiración edáfica



Algunas hipótesis

Diferentes intensidades de raleo resultan en cambios en radiación, disponibilidad de agua y nutrientes...

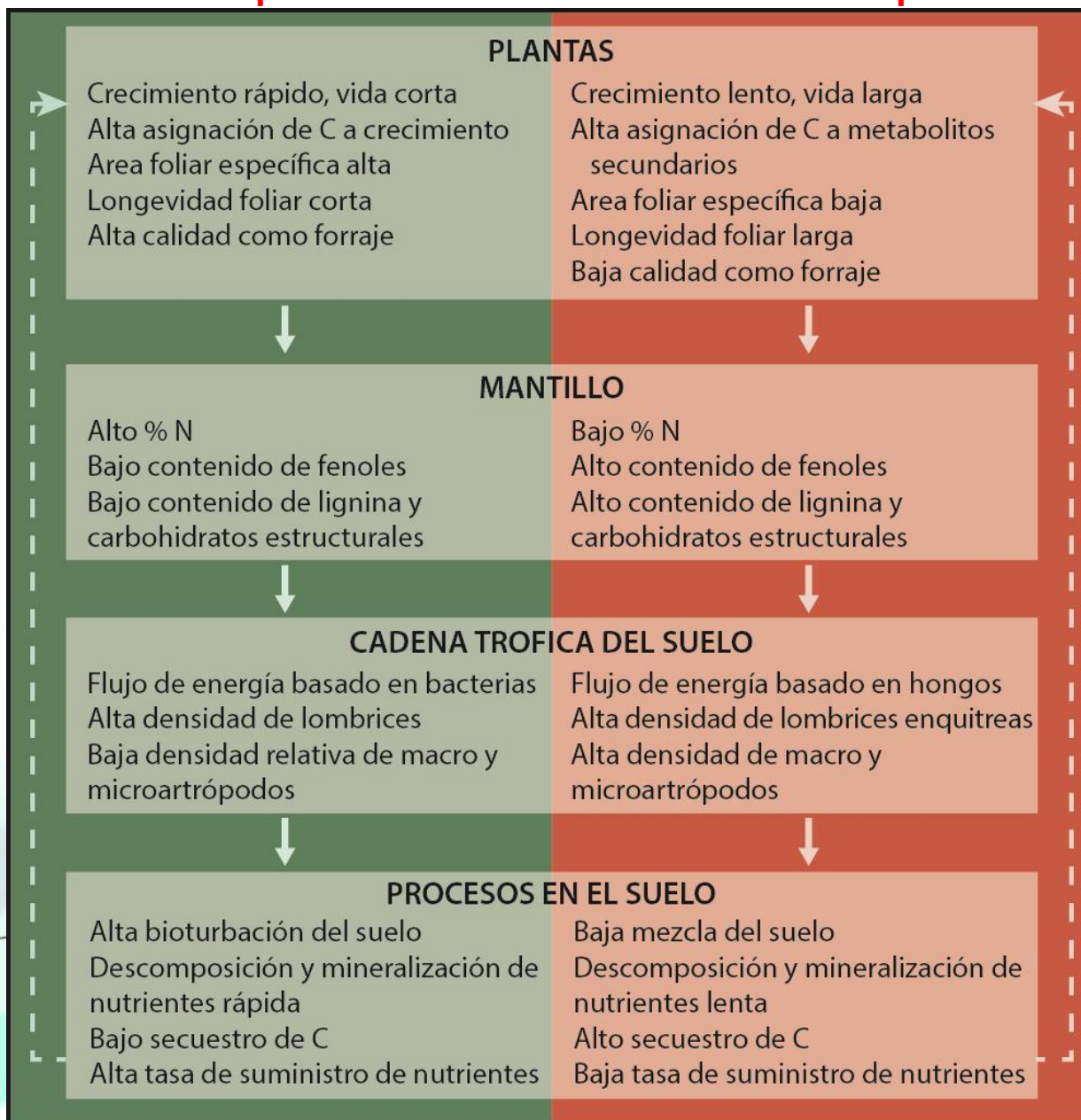


Consumo de agua por planta	-	+	++
Consumo de agua del rodal	++	+	-
Evaporación por interceptación	++	+	-
Eficiencia en el uso del agua	-	+	+
Diversidad del sotobosque	-	++	+

Algunas hipótesis...

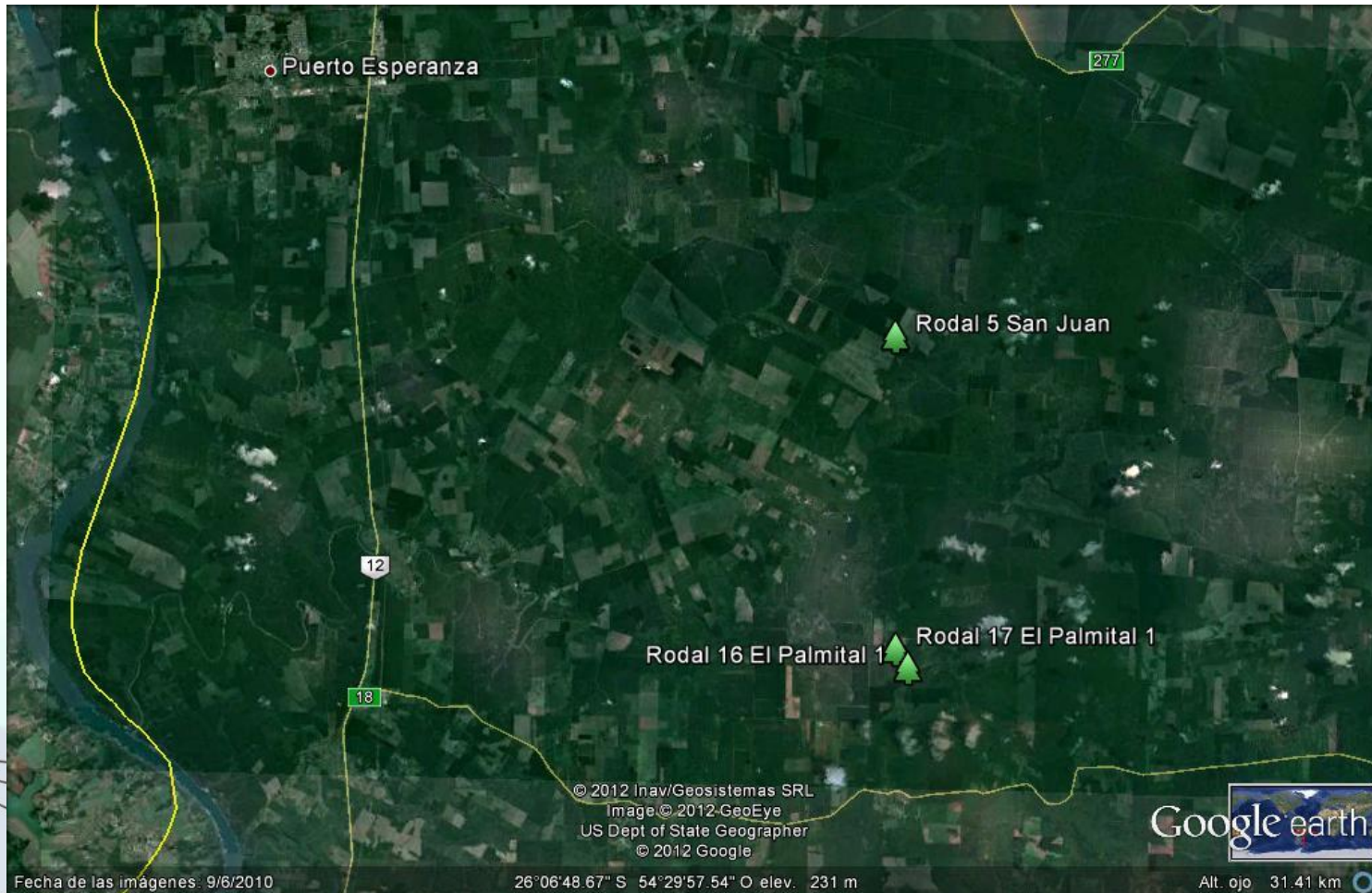
Bosque nativo

Plantación de pino

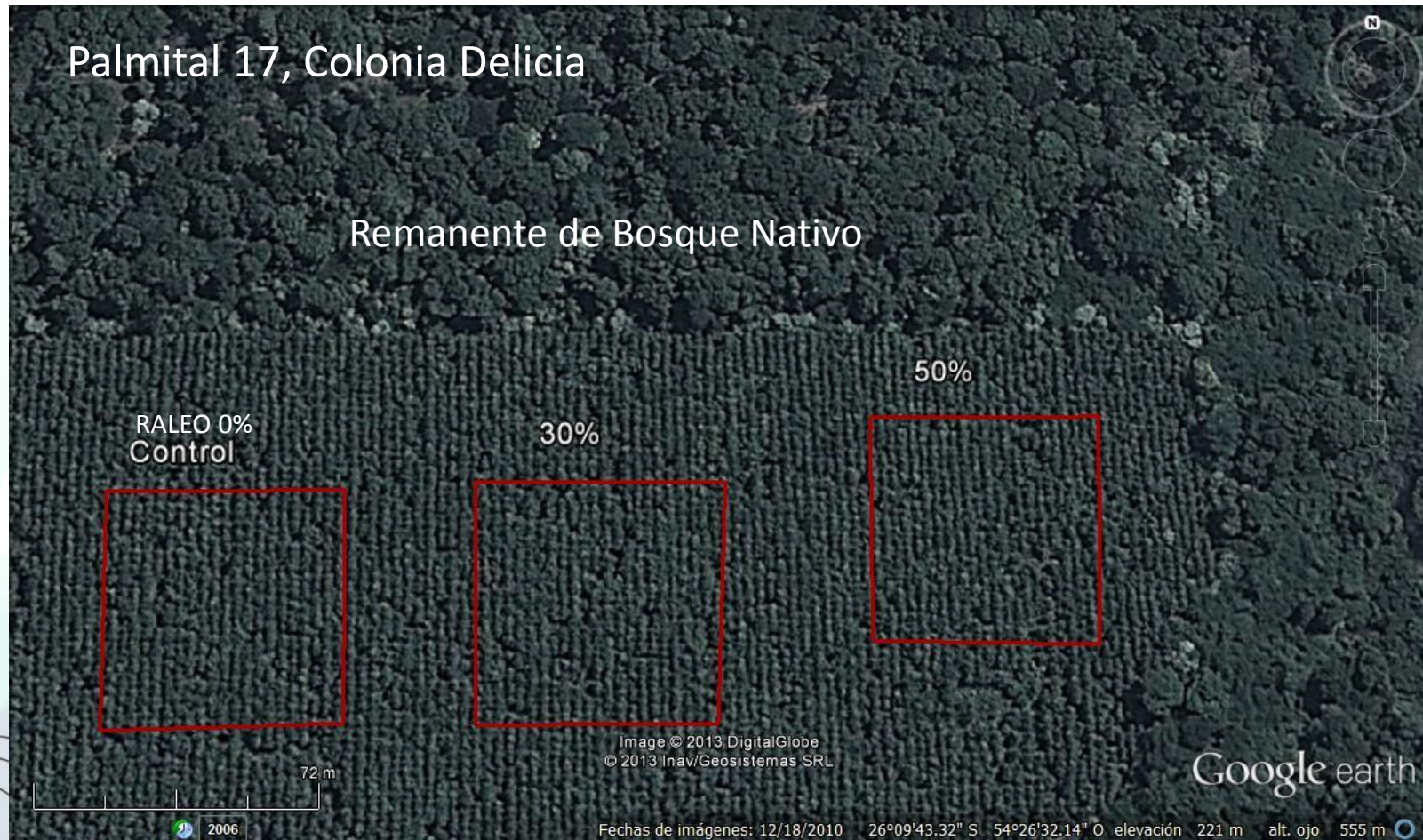


Diseño experimental: Ubicación de parcelas

En predios de la empresa Pindó SA se localizaron 3 plantaciones con similar historia de uso a ralearse durante el año 2012.

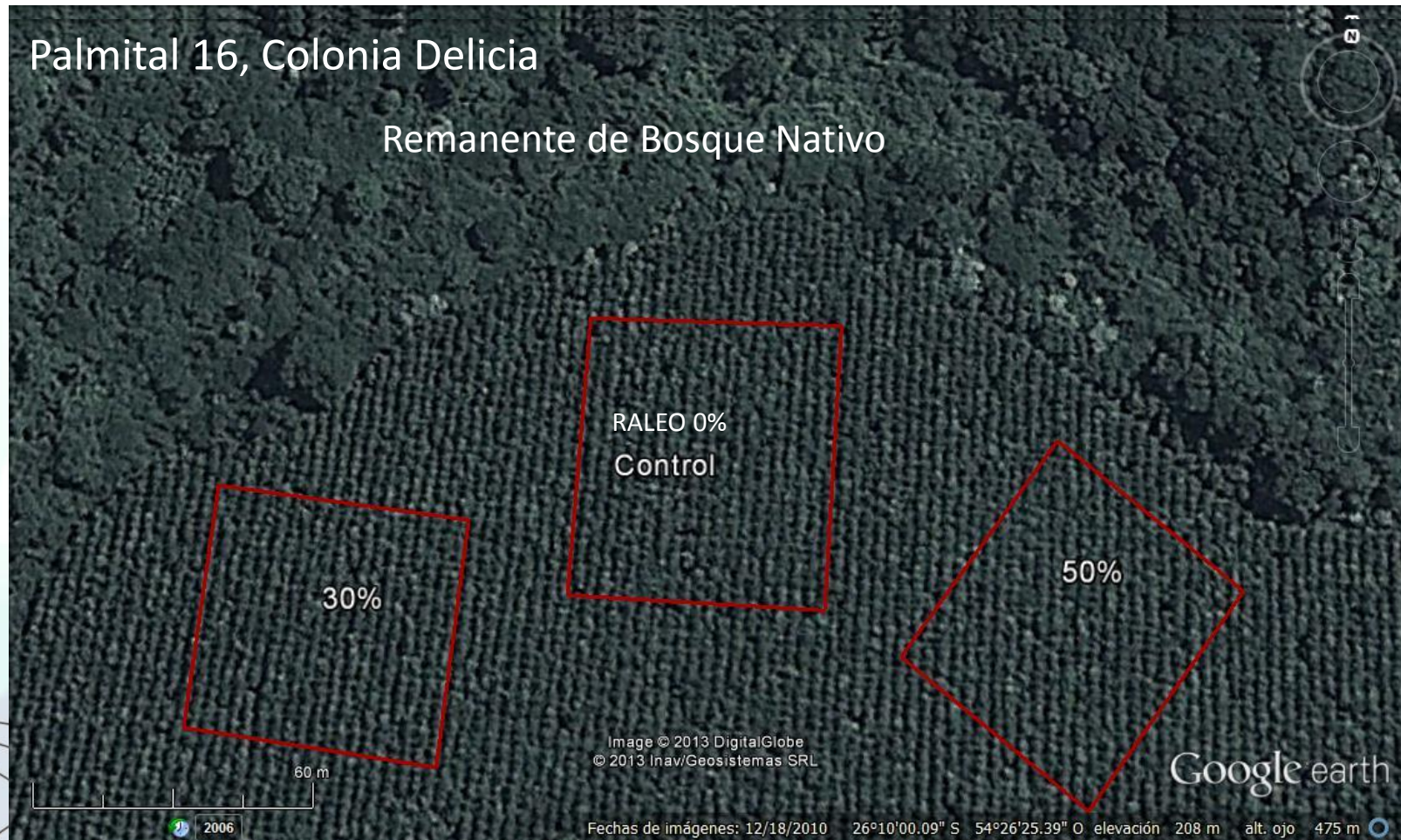


Diseño experimental: bloques



Condiciones previas a la plantación: Pinar adulto raleado con sotobosque muy denso

Diseño experimental: bloques



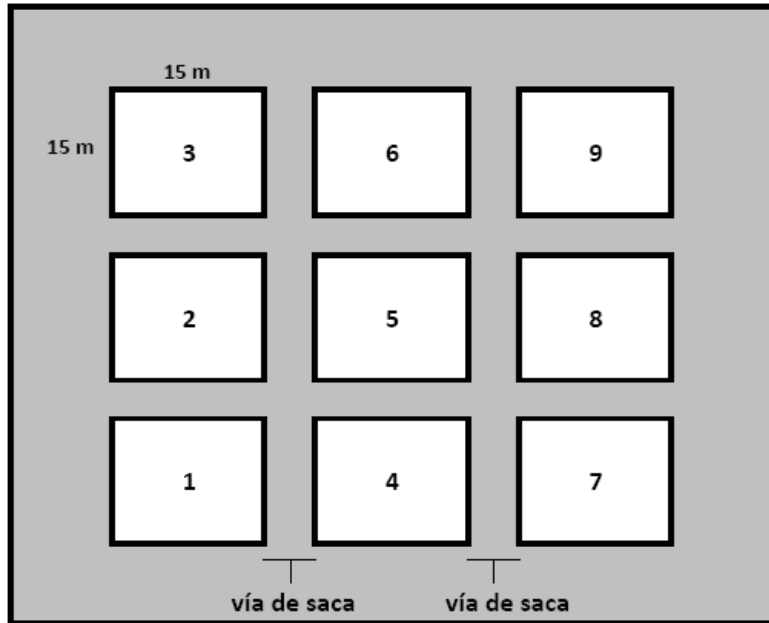
Condiciones previas a la plantación: bosque secundario

Diseño experimental: bloques



Condiciones previas a la plantación: Bosque nativo muy degradado

Diseño de las parcelas



Diseño de una parcela experimental de 65 x 65 m con 9 subparcelas de medición internas de 15 x 15 m separadas por vías de saca. La superficie sombreada equivale al área buffer.

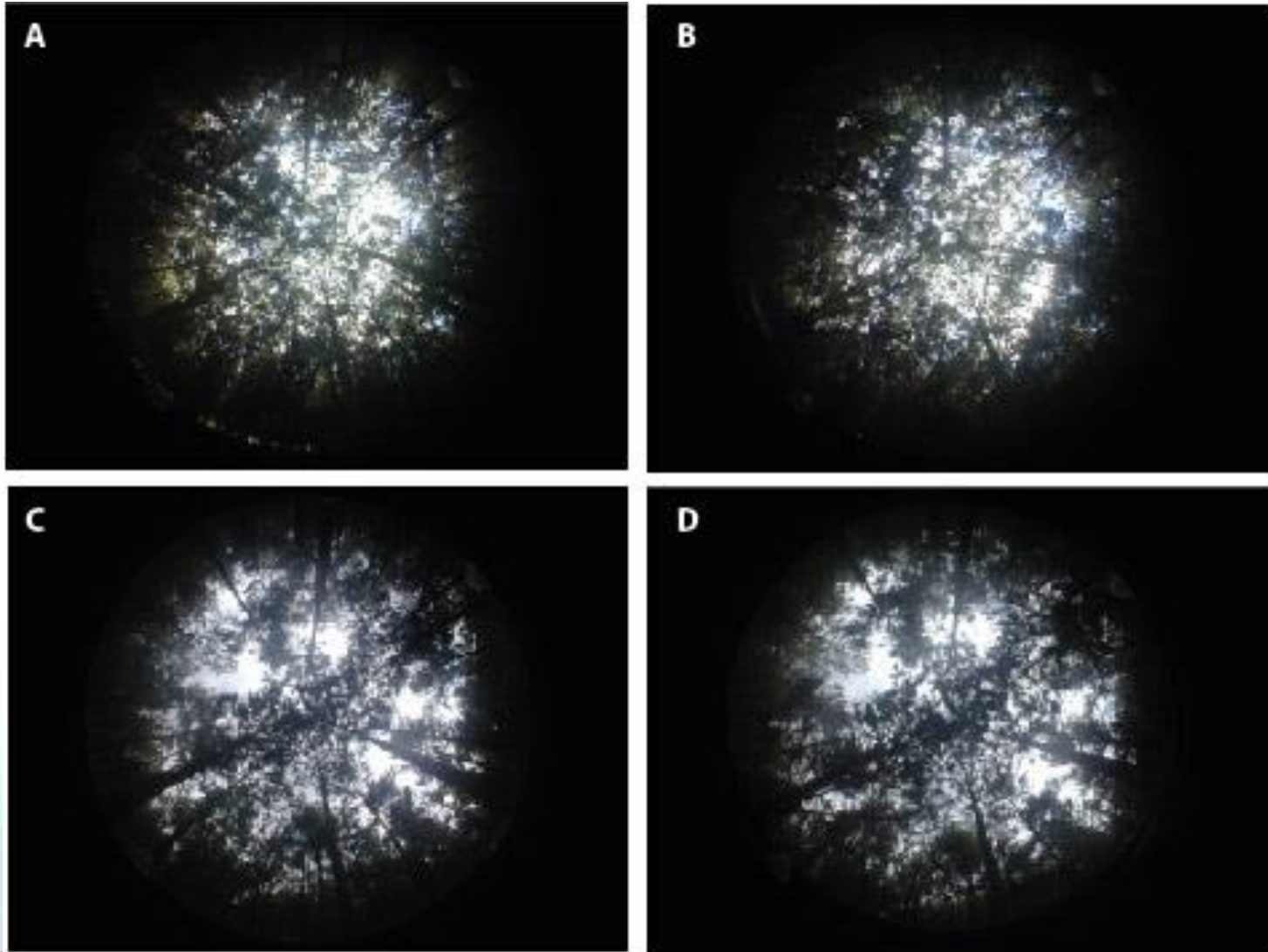
Tratamientos

Plantación (Bloque)	Trat.	Raleo (o fallas)	N	DAP medio (cm)	Árboles ha ⁻¹ 2012	Árboles ha ⁻¹ 2015
Palmital 17	R30%	37%	200	17.7	924	862
	R50%	48%	163	19.5	762	731
	R0%	17%	263	17.2	1383	1277
San Juan	R30%	37%	199	17.9	924	800
	R50%	51%	153	19.5	718	702
	R0%	11%	281	16.8	1483	1266
Palmital 16	R30%	38%	195	17.7	909	870
	R50%	45%	168	18.3	806	788
	R0%	7%	293	17.2	1549	1318

Raleo realizado entre septiembre y diciembre de 2012

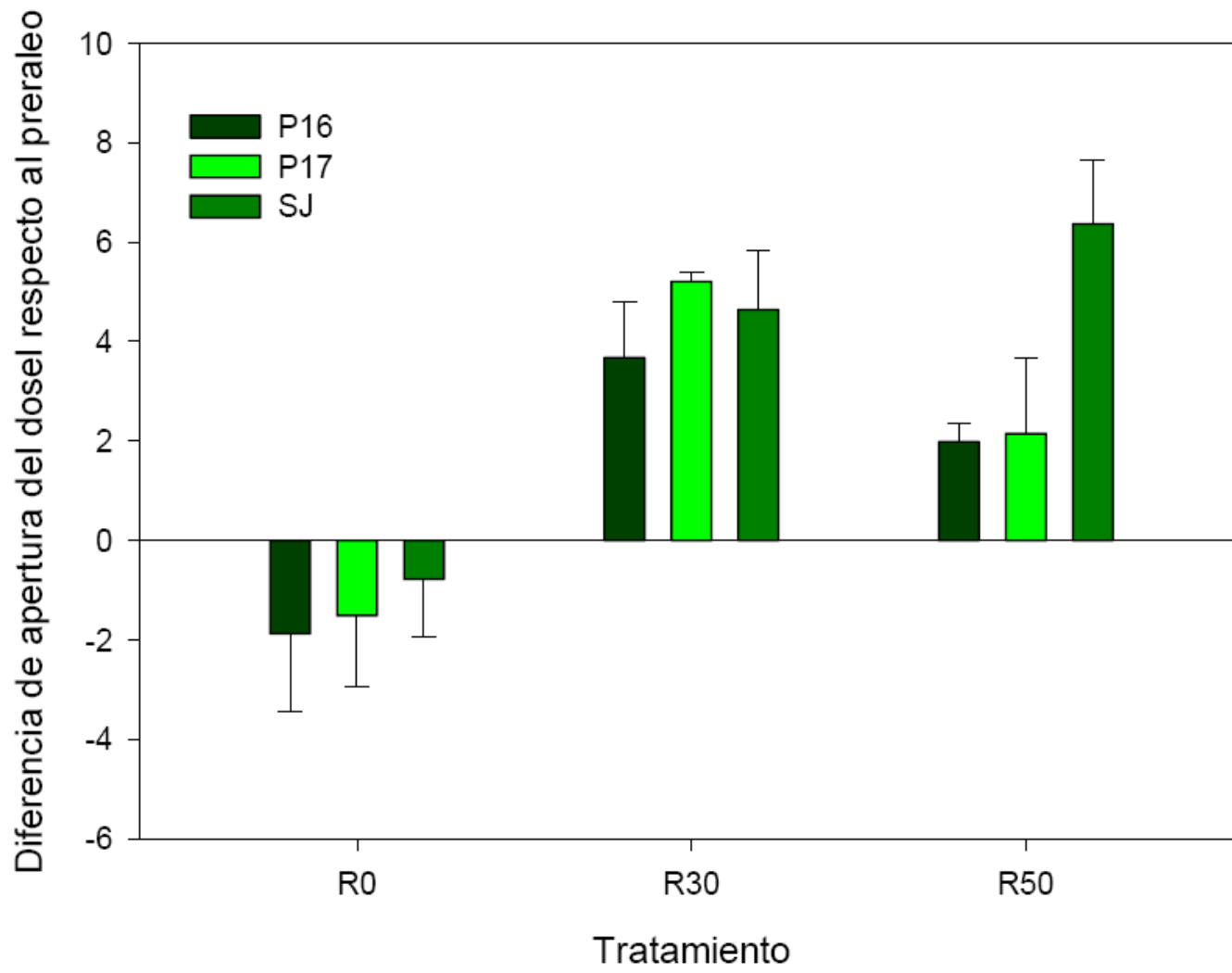


Resultados: apertura del dosel

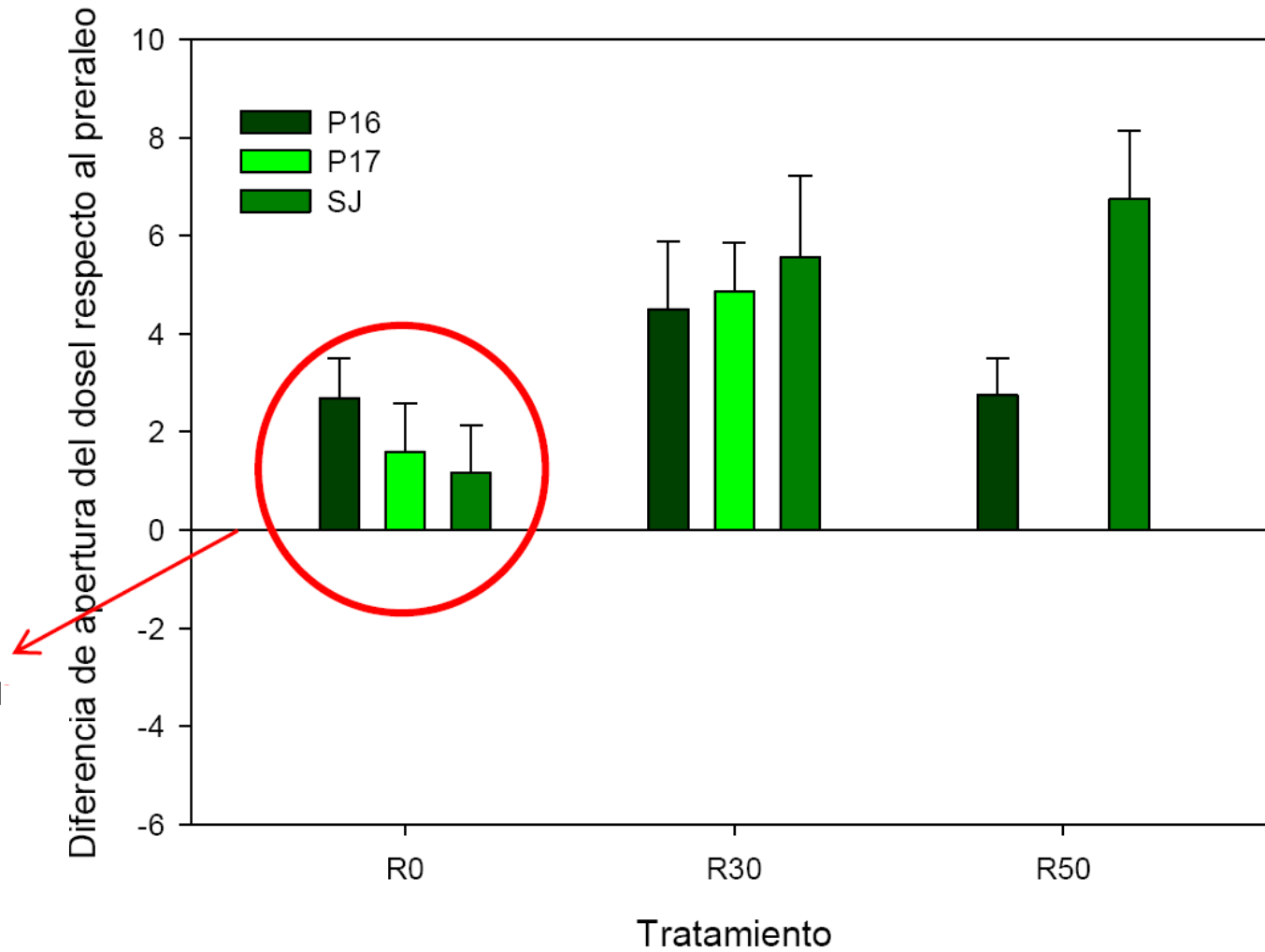


Fotos hemisféricas correspondientes al Rodal Palmital 16, tratamiento raleo 50%, A) pre-raleo a 1 m de altura, B) pre-raleo a 2 m de altura, C) post-raleo a 1 m de altura y D) post-raleo a 2 m de altura.

Resultados: apertura del dosel



Resultados: apertura del dosel



mortalidad



Objetivo

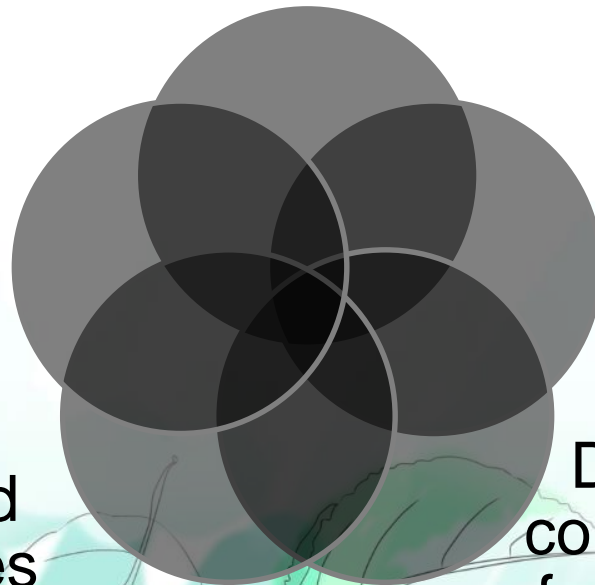
Evaluar el impacto de diferentes intensidades de raleo sobre:

Grupos
funcionales
de hongos

Cobertura
de
vegetación

Diversidad
de especies
vegetales

Diversidad y
composición de
formas de vida
vegetales



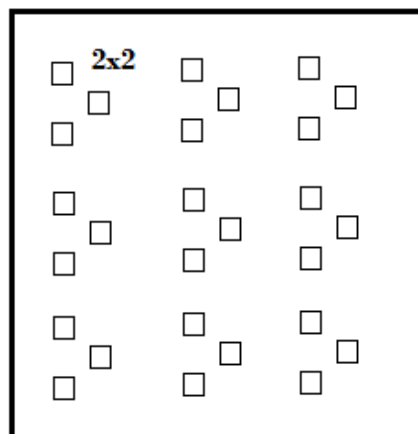
Diseño de muestreo de vegetación

Sub-parcelas de 2x2 m

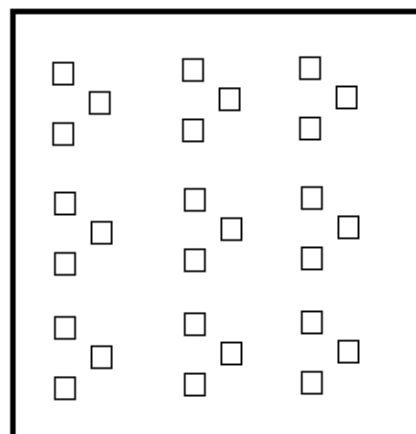
✓ Método Cualitativo: Braun-Blanquet

✓ Método Cuantitativo: Toques

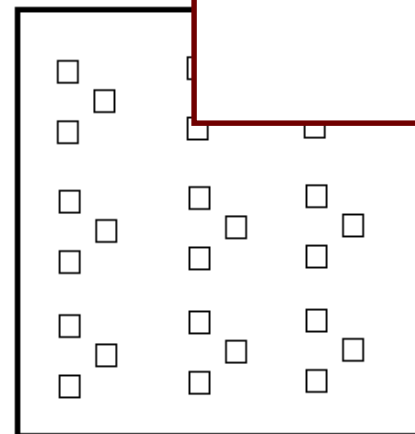
Detecta cambios en la composición de las especies más abundantes



Raleo 50%



Raleo 30%

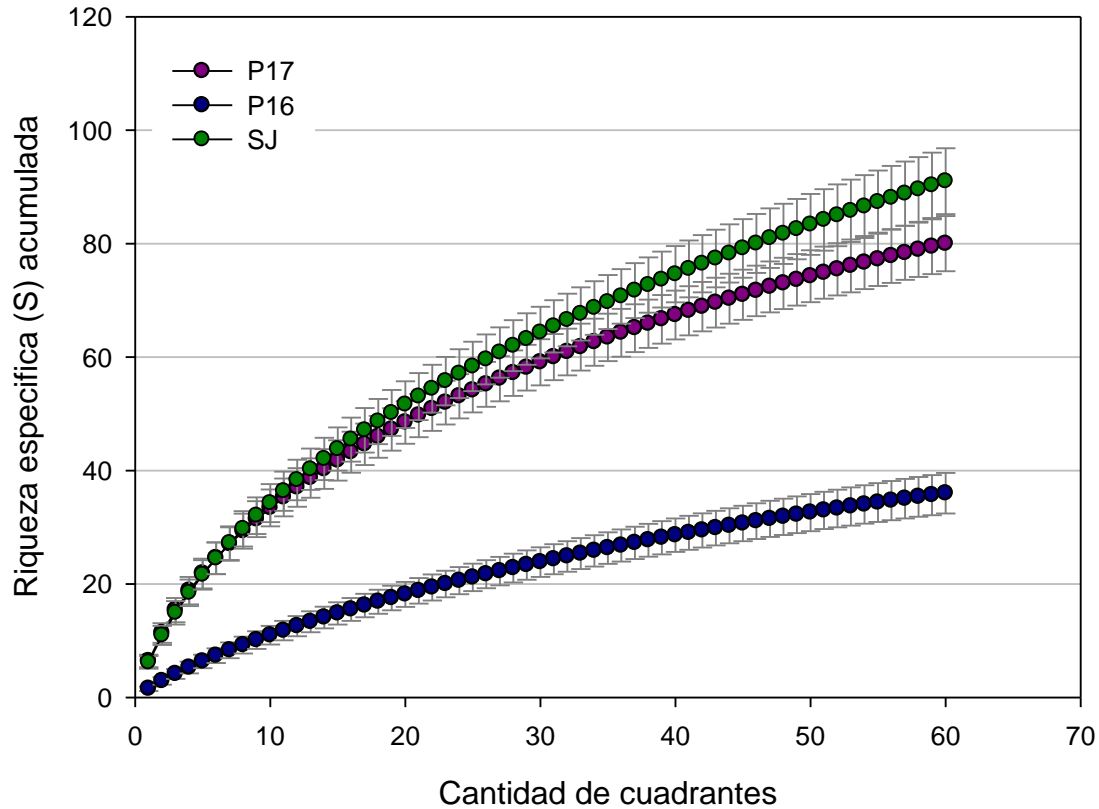


Control

65 mts

Curva de Acumulación de Sps

✓ Diferencias entre Bloques Inicial



Estado de las fajas adyacentes a la plantación

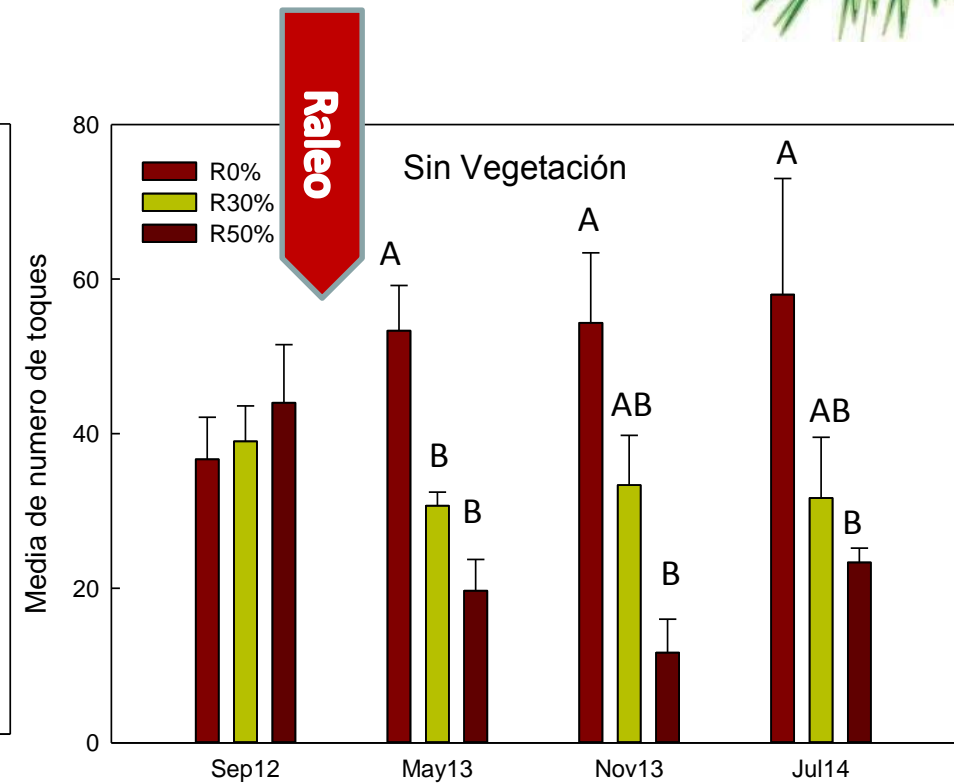
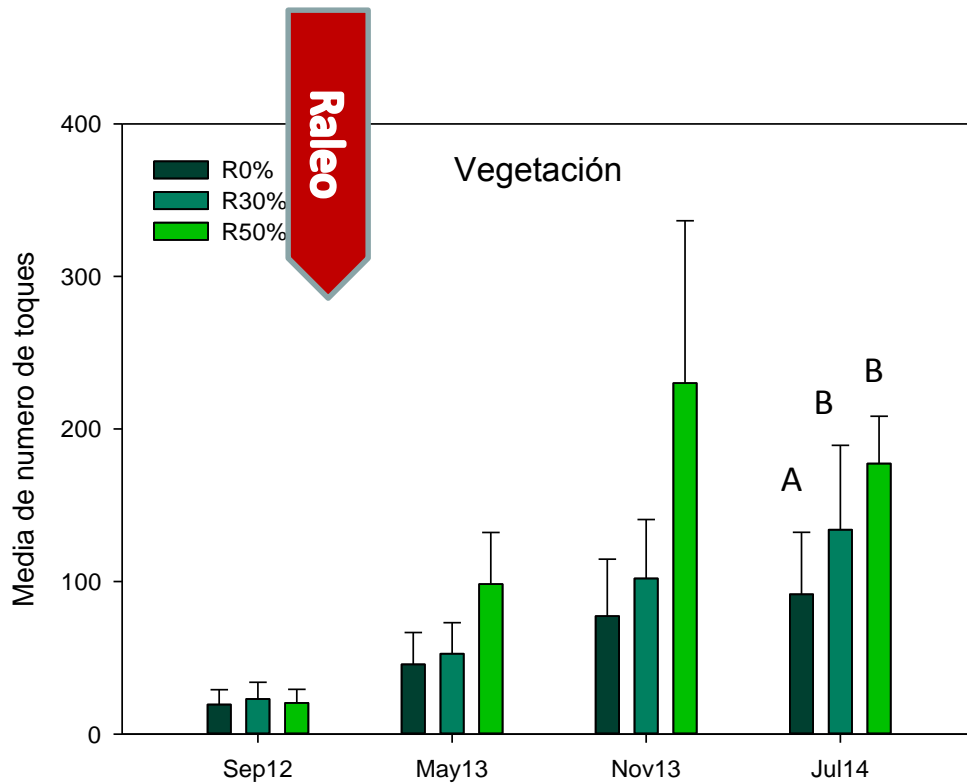


- ✓ Con el objetivo de caracterizar el estado de las fajas adyacentes, se relevaron las especies arbóreas >10cm DAP en 3 transectas de 10x100 m.

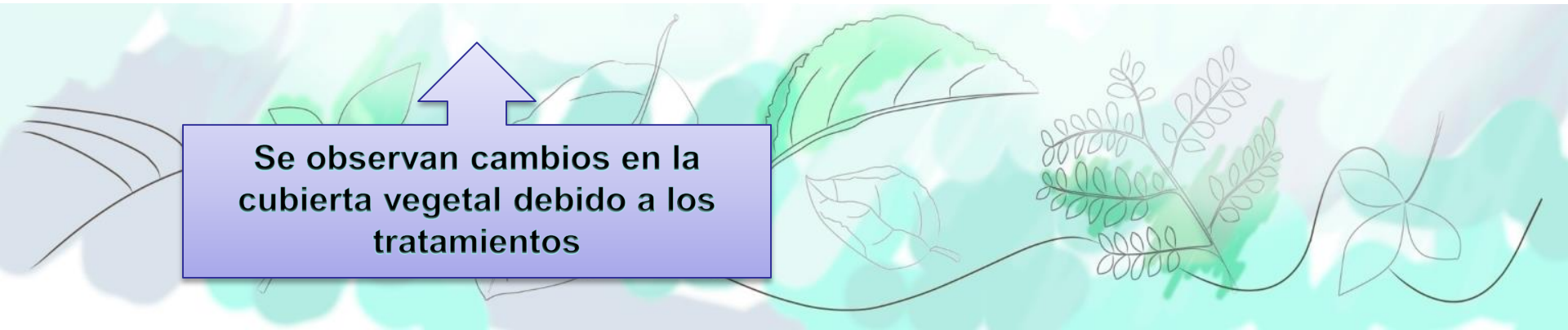
Bloque	AB m ² /ha	N° Ind	αF
SJ	23,3	92	12.06
P17	24,2	92	9.84
P16	8,7	44	11.37

Faja con bañado dominada por *Guadua trinii*

Cubierta vegetal y suelo sin vegetación



Se observan cambios en la cubierta vegetal debido a los tratamientos



Árbol

- *Lonchocarpus campestris*
- *Lonchocarpus nitidus*
- *Cupania vernalis*
- *Prunus subcoriacea*
- *Parapiptadenia rigida*
- *Campomanesia xanthocarpa*
- *Diatenopterix sorbifolia*
- *Cordia americana*

Arbusto

- *Cordyline sellowiana*
- *Sebastiania commersoniana*

Graminoide

- Poaceae
- Cyperaceae

Enredadera

- *Manettia luteo-rubra*
- *Mikania micrantha*

Liana

- *Forsteronia glabrescens*
- *Paullinia meliifolia*
- *Dolichandra uncata*
- *Cissus verticillata*
- *Dicella nucifera*

Helecho

- *Ctenitis submarginalis*
- *Thelypteris* sp
- *Doryopteris concolor*

Hierbas

- *Commelina* sp
- *Hydrocotyle callicephalo*
- *Hydrocotyle leucocephala*
- *Acalypha* sp
- *Maranta sobolifera*
- *Solanum* sp
- *Oxalis* sp

Bamuceas leñosas

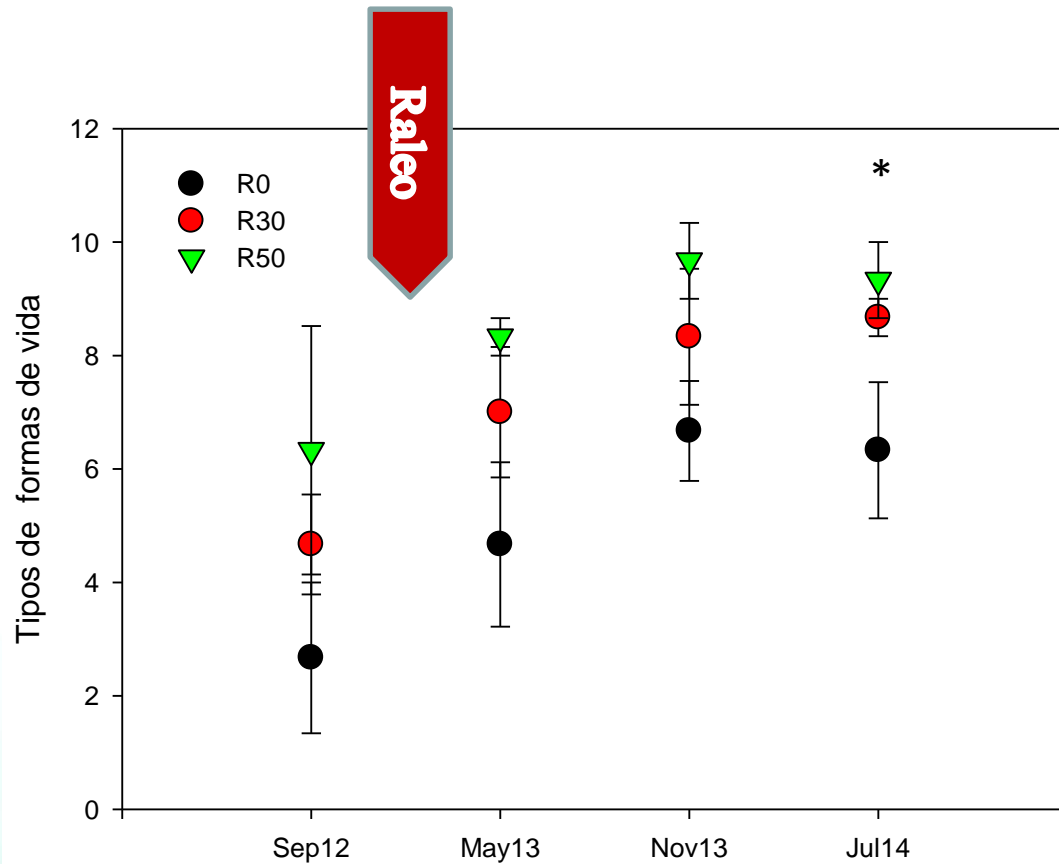
- *Merostachys clausenii*
- *Chusquea ramosissima*
- *Guadua trinitii*

Bamuceas herbaceas

- *Olyra* sp

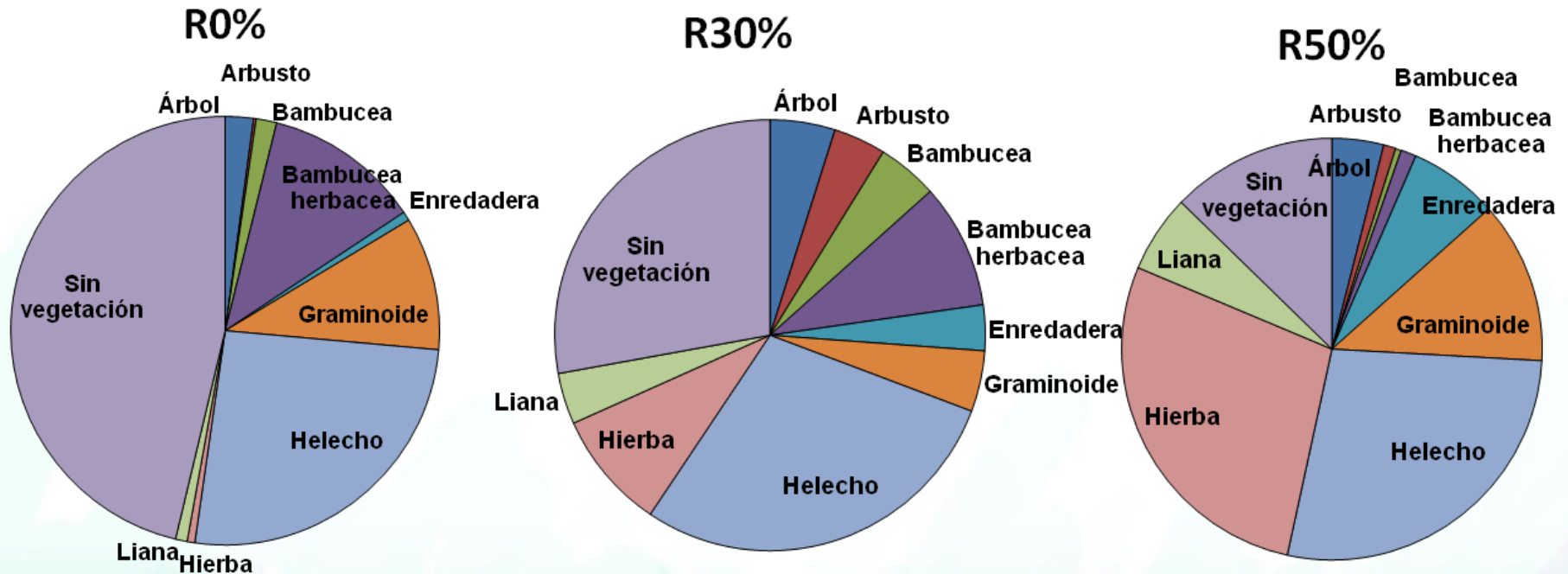


Riqueza de formas de vida



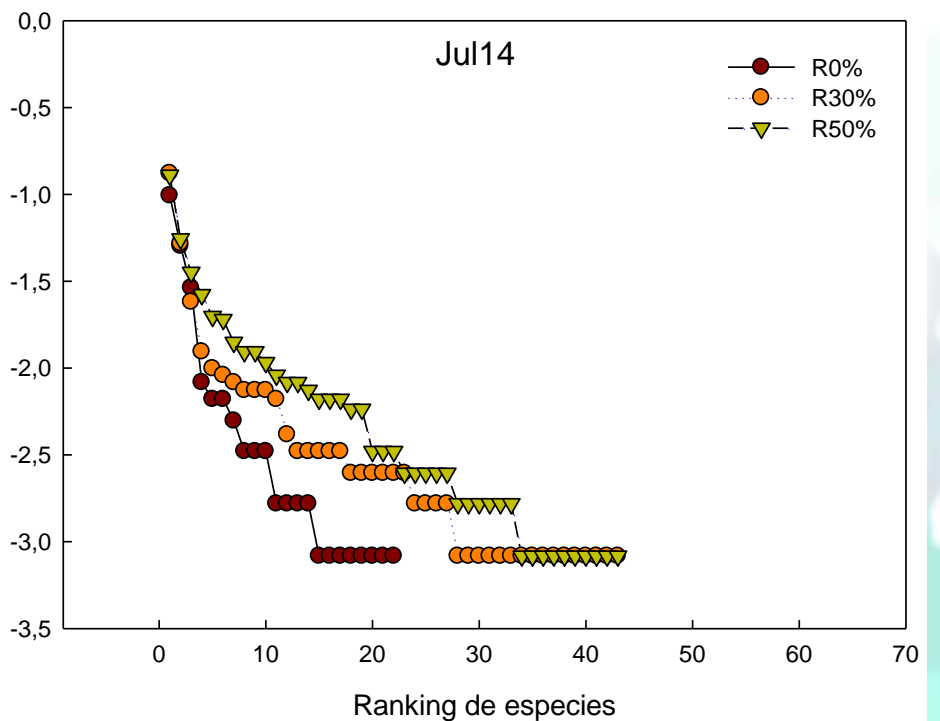
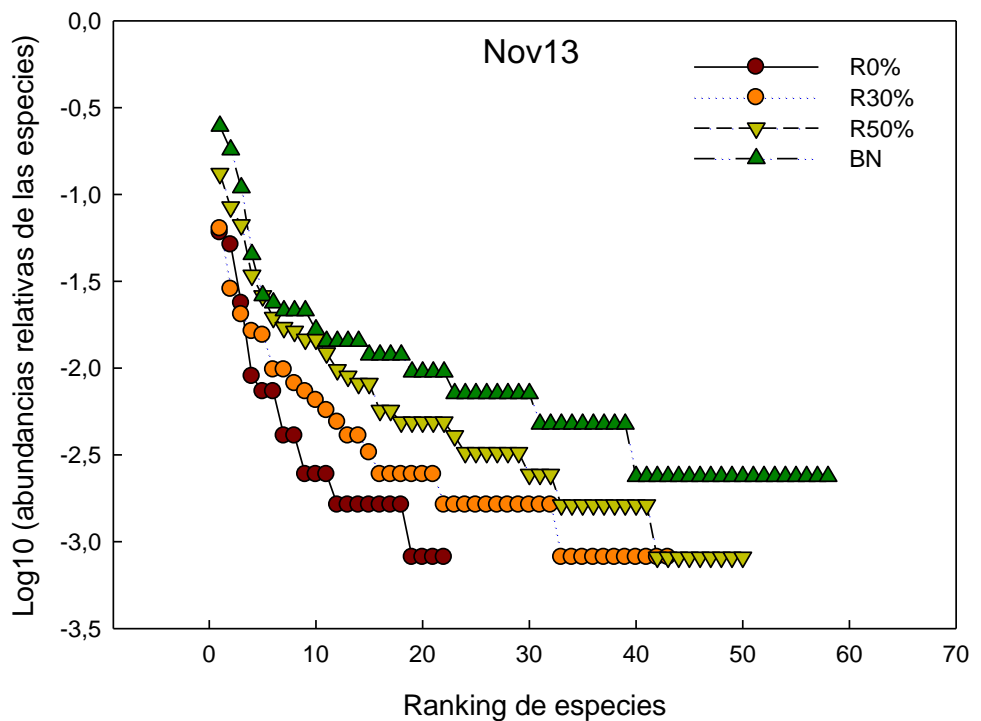
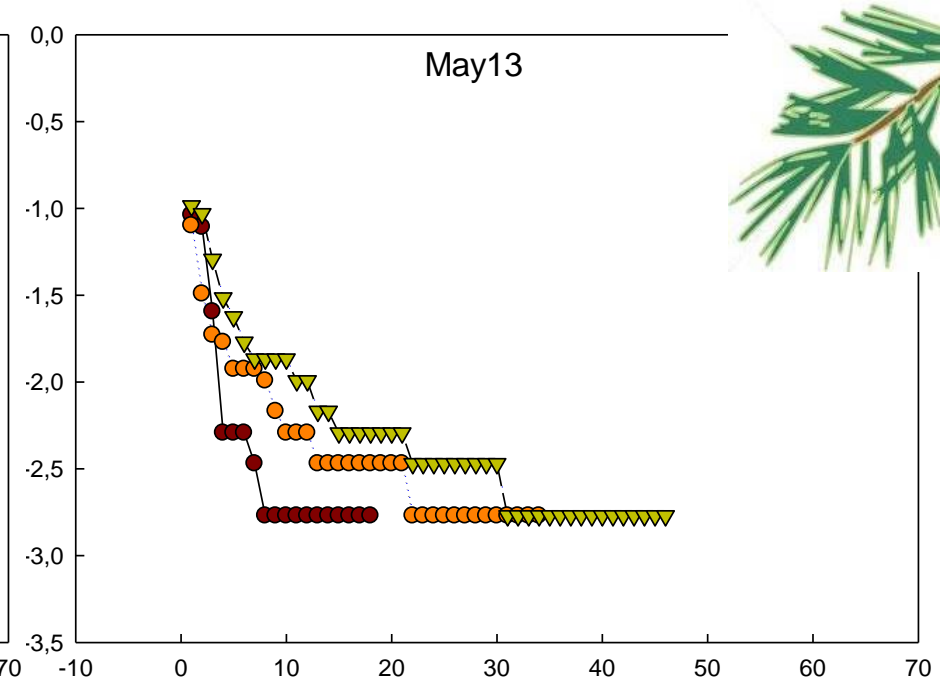
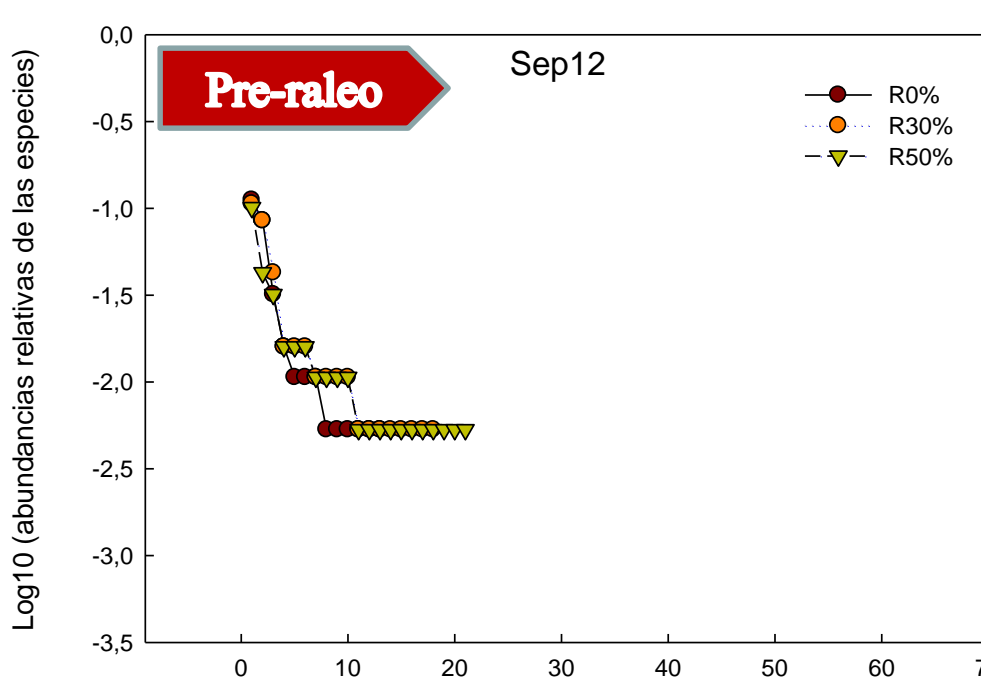
Mayor riqueza de formas de vida con respecto al control

Cambio en la composición de las formas de vida vegetal

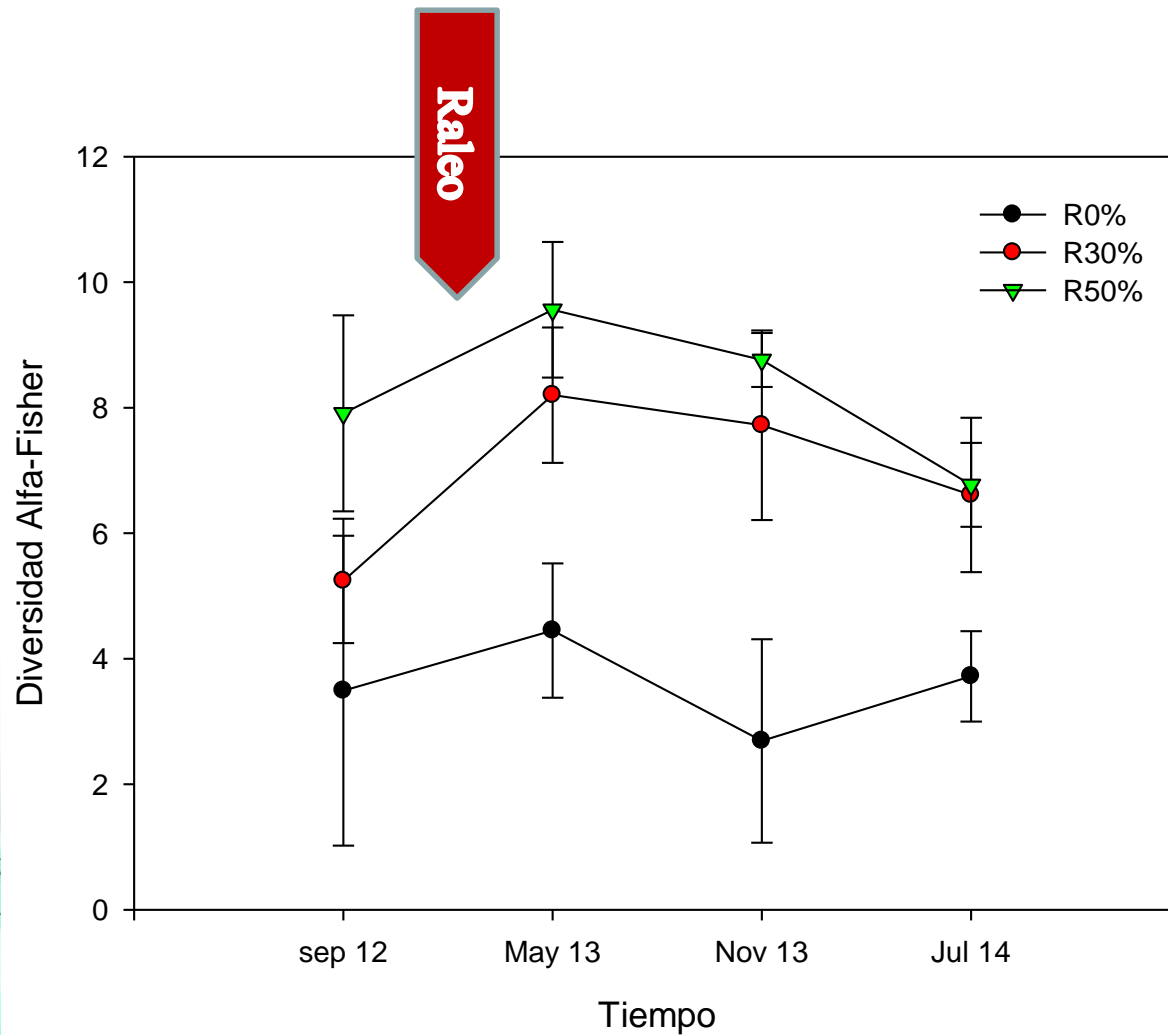


PARCELAS CON RALEO

- ✓ Mayor riqueza de formas de vida
- ✓ Mayor equitatividad
- ✓ Menor proporción de suelo sin vegetación



Índices de diversidad α de Fisher





Efecto del raleo en grupos funcionales de hongos de suelo

Objetivo: evaluar cambios en la composición de grupos funcionales de hongos del suelo debido al efecto del raleo y en relación a la faja de BN

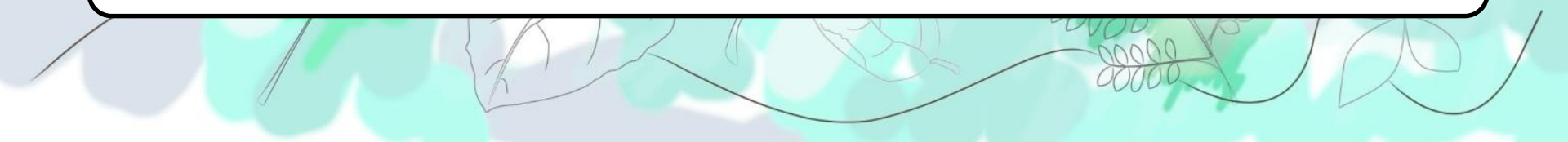
Penicillium

Trichoderma

Solubilizadores de Fosforo

Biocontrolador

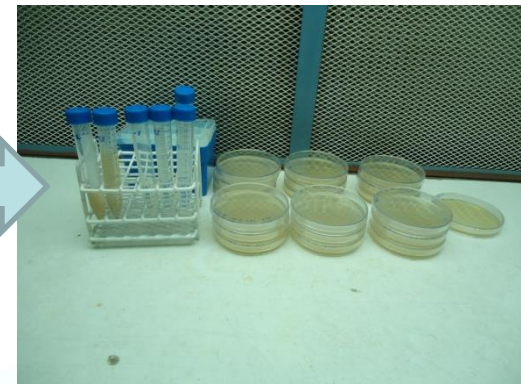
CAMBIOS EN EL FUNCIONAMIENTO DEL SUELO



Efecto del raleo en grupos funcionales de hongos de suelo



✓ Esquema de trabajo

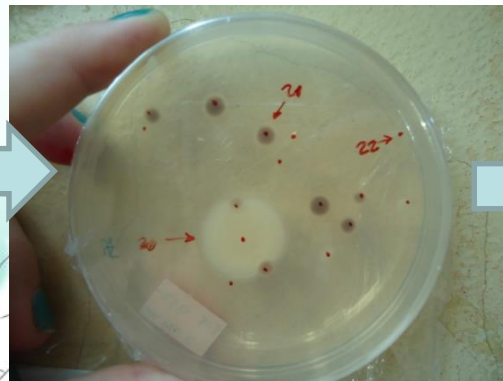


Muestras de suelo



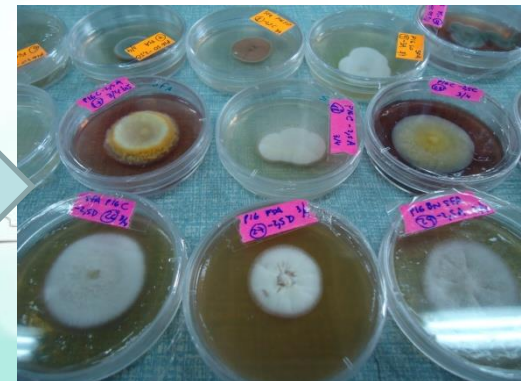
Medios selectivos

Solución de suelo



Conteo de colonias

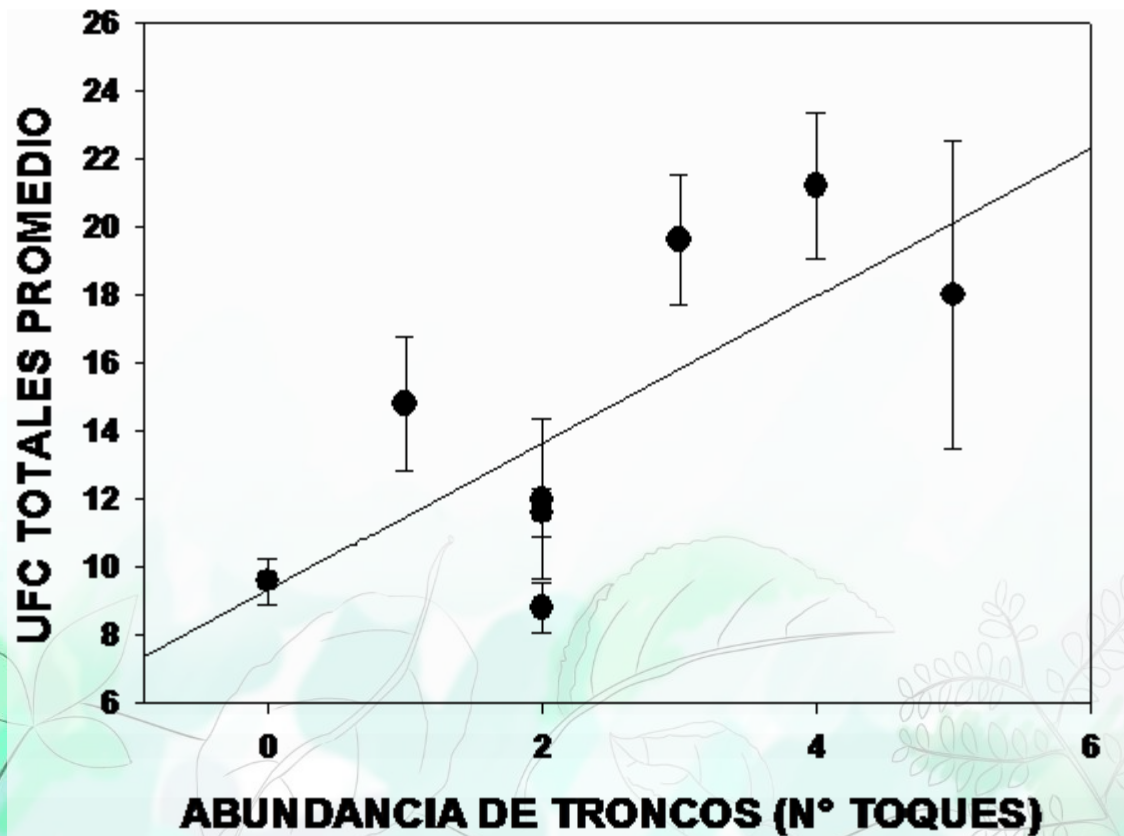
Diluciones seriadas



Aislamiento de cepas

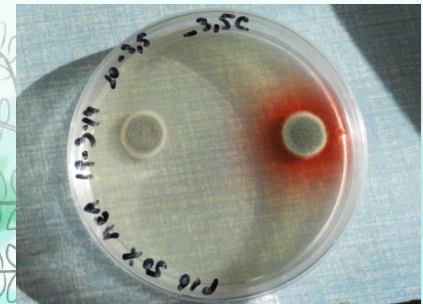
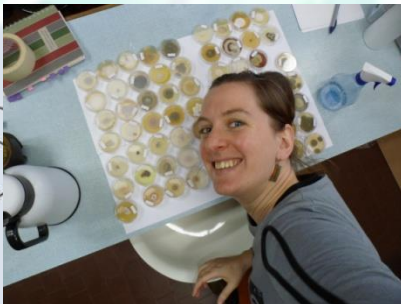
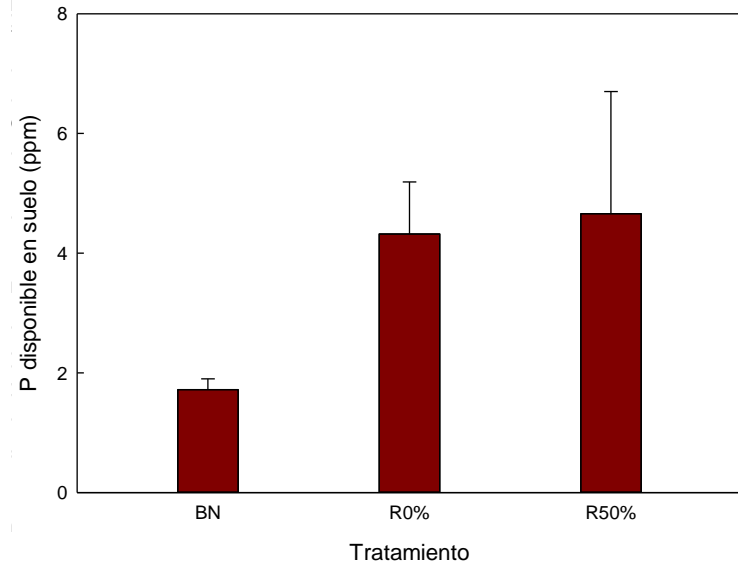
Efecto del raleo en grupos funcionales de hongos de suelo

- ✓ Unidades formadoras de colonias totales



Efecto del raleo en grupos funcionales de hongos de suelo

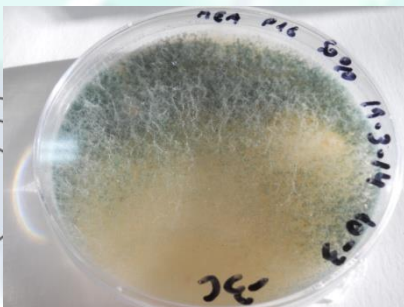
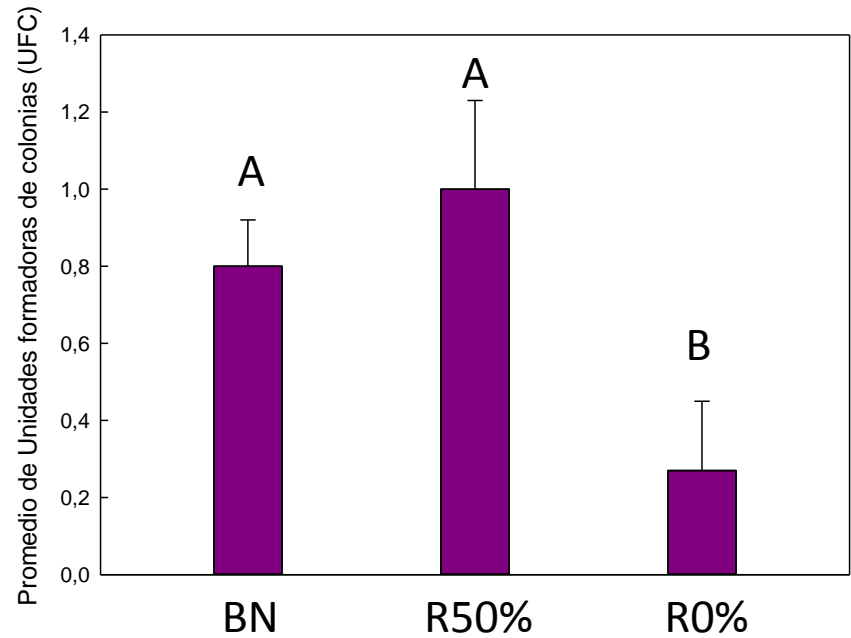
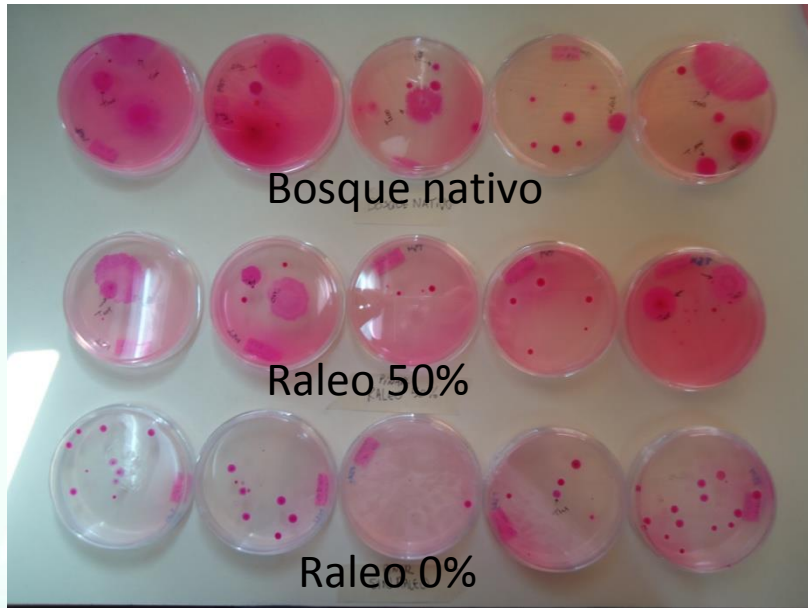
✓ Penicillium y solubilizadores de P



Efecto del raleo en grupos funcionales de hongos de suelo



✓ Trichoderma



Resumen de los resultados

Cobertura de Vegetación

- Raleo > Sin raleo significativo a partir del año.

Suelo sin cobertura

- Sin raleo > Raleo significativo a partir del primer muestreo post-raleo

Diversidad de formas de vida


- Riqueza y Equitatividad Raleo > Sin raleo luego del año y medio de tratamiento

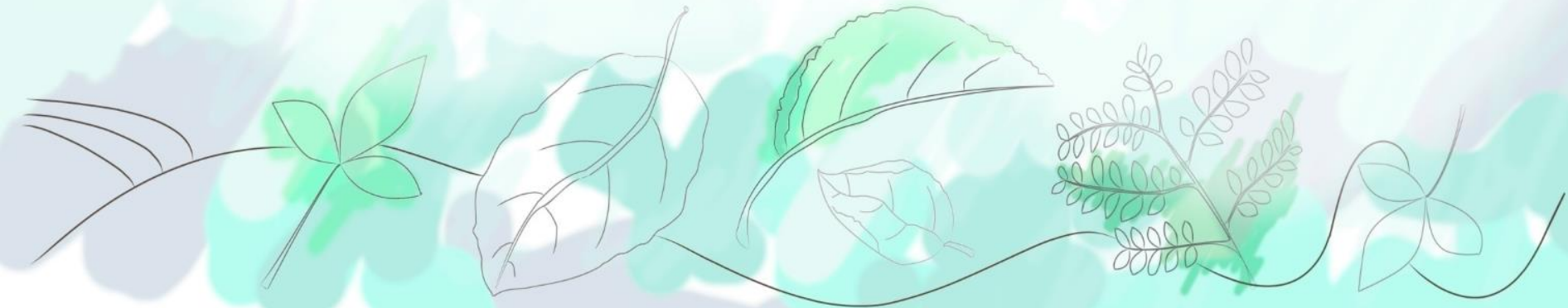
Diversidad de especies

- Diversidad αF de SPS Raleo > Sin raleo significativo a partir del primer muestreo post-raleo

Grupos funcionales de hongos

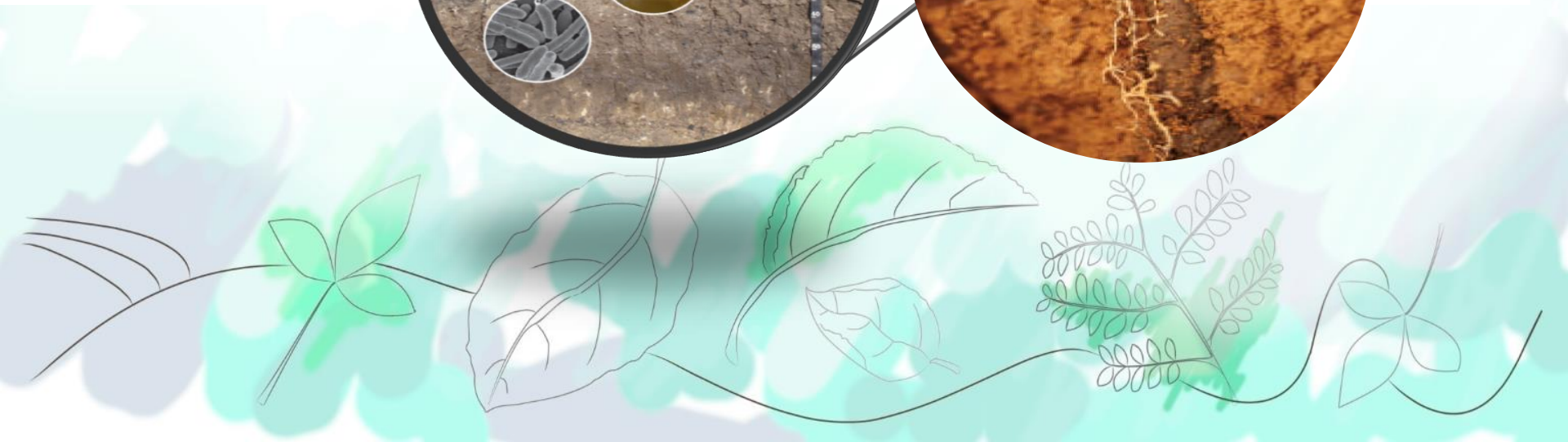
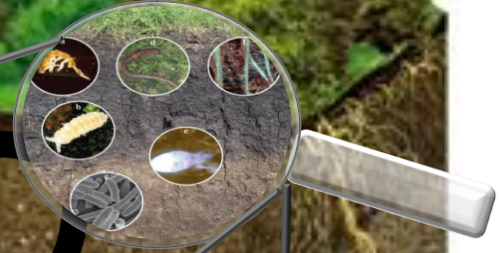
- UFC para *Penicillium* en pinares > BN (Acidez)
- UFC para *Trichoderma* en BN y Pinares raleados > Sin raleo

- 
- El Suelo como tema de estudio
 - Los Organismos que viven en el suelo
 - Las Plantaciones de pino en el norte de Misiones





SUELO



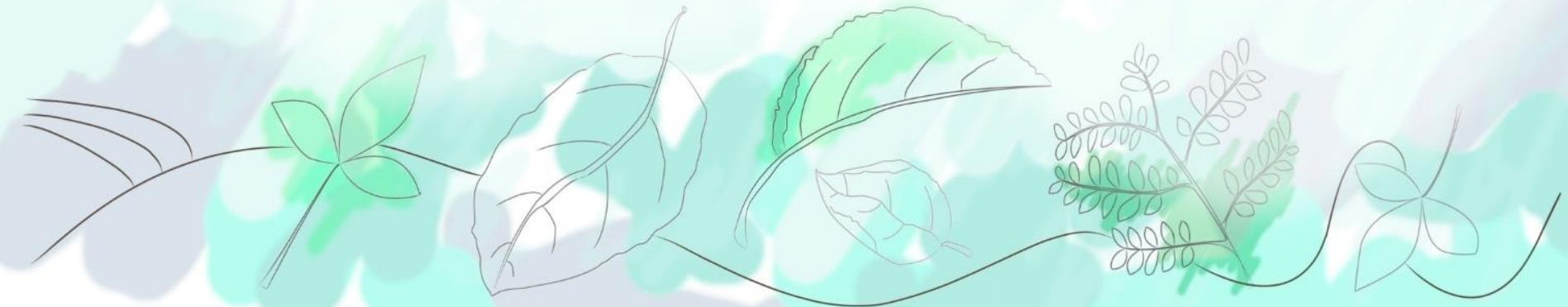


- Descomponen la materia orgánica

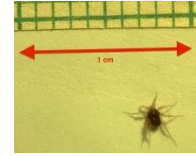
- Reciclan nutrientes

En el suelo es donde estos organismos desarrollan todo su ciclo de vida

- Construyen galerías en el suelo



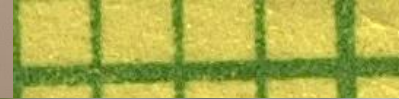
Dentro de los microartrópodos (0,2 a 2mm)



existe una amplia diversidad de dietas



<http://pics.onemusic.tv>



Fauna

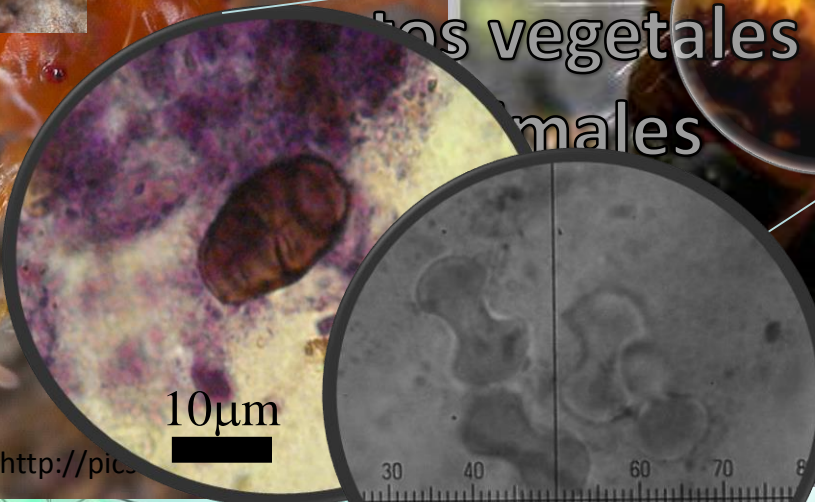
Hongos

los vegetales y

males

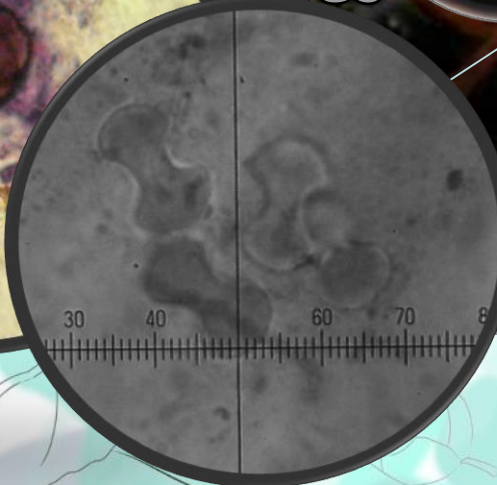


www.collembola.org

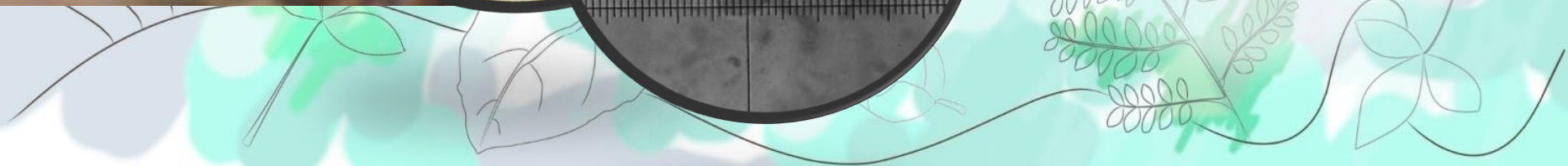


10µm

<http://pics>



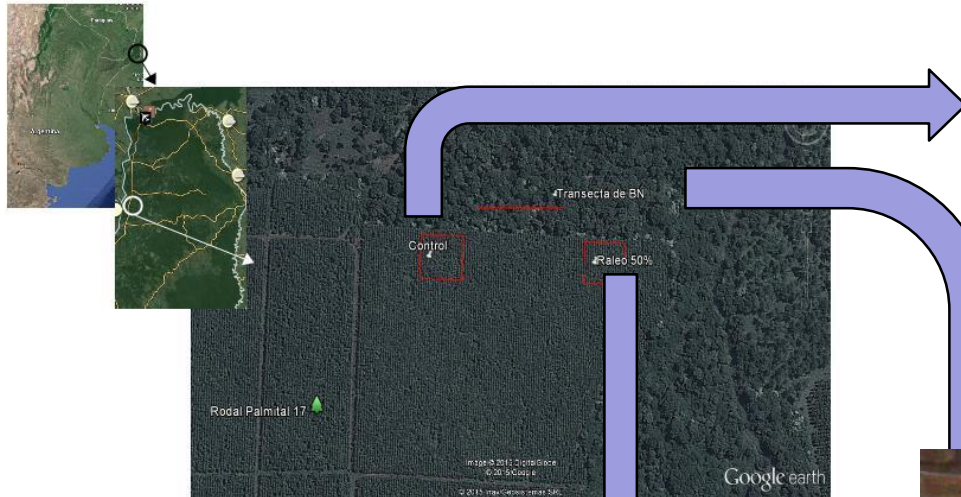
www.collembola.org



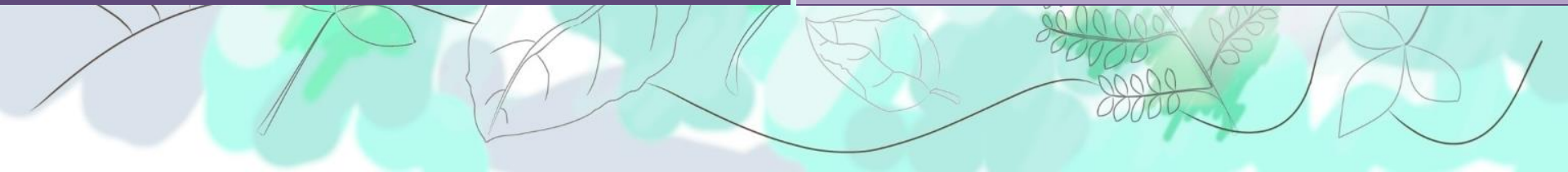
MATERIALES Y MÉTODOS - MUESTREO

Bosque ribereño

Microartr.: 5 m² parcelas de 15 x 15 m y H_zO y H_zA/parcela
Microartr.: 5 muestras H_zO y H_zA

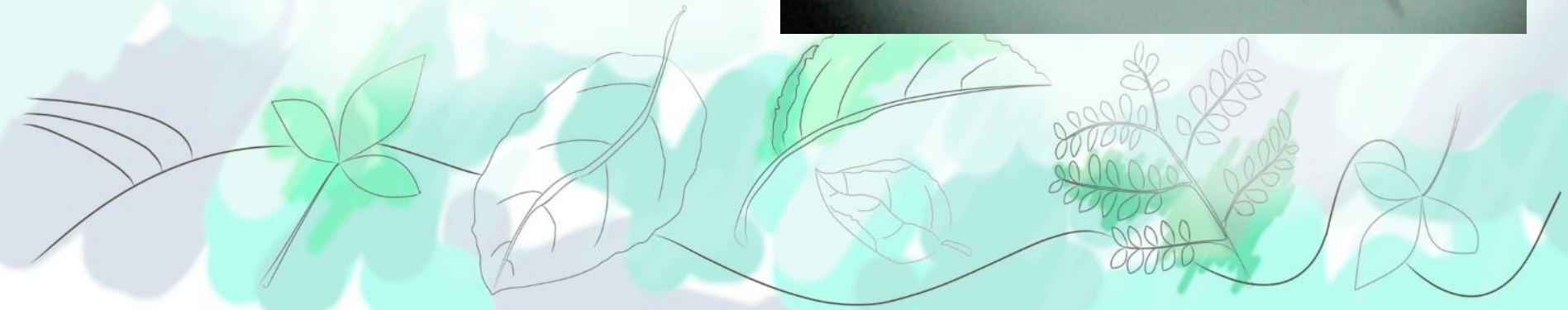


Partimos de 2 supuestos

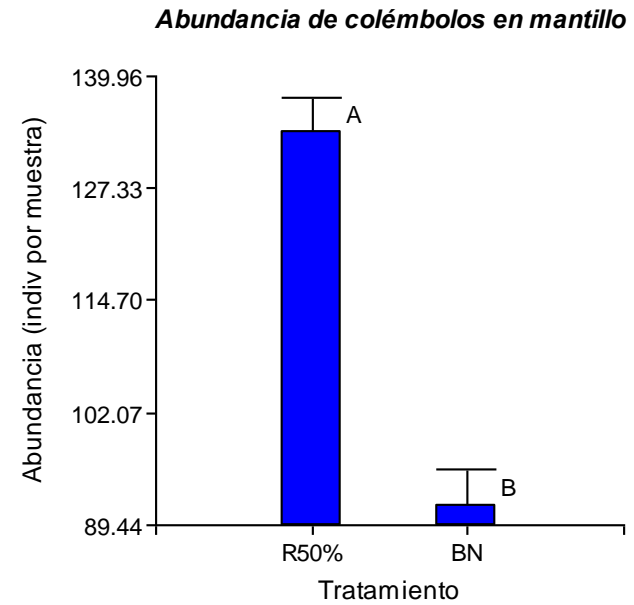
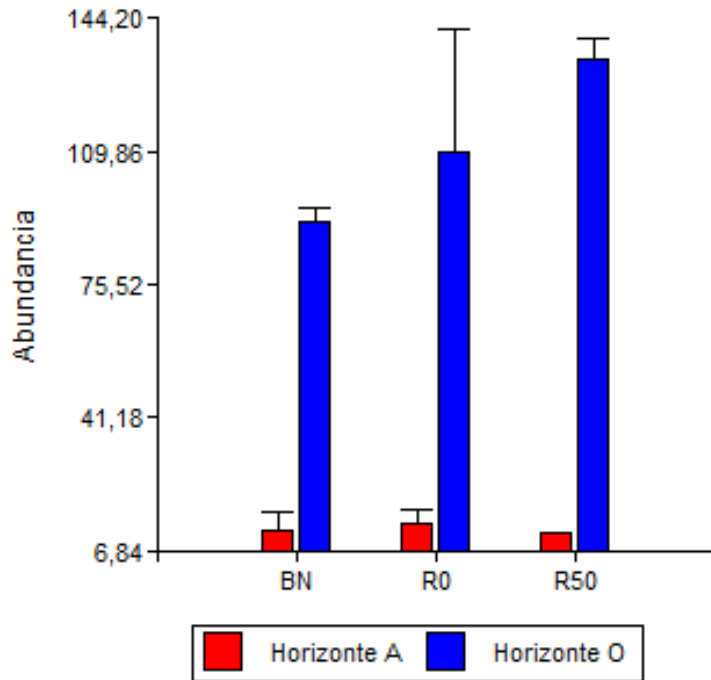




**¿Qué pasa con los
colémbolos
en la plantación de pino
estudiada?
(Palmital 17)**

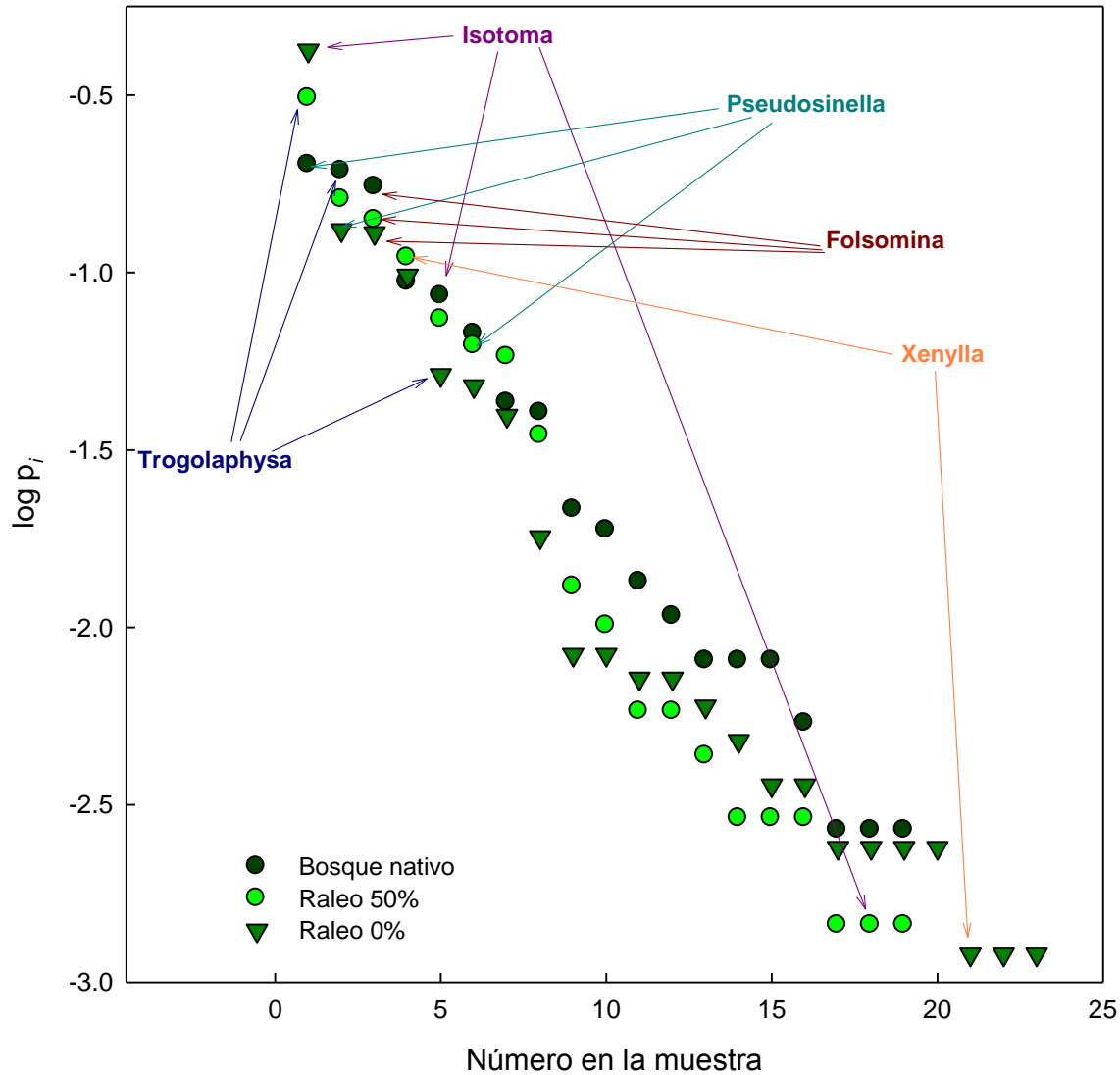


Resultados: Colémbolos

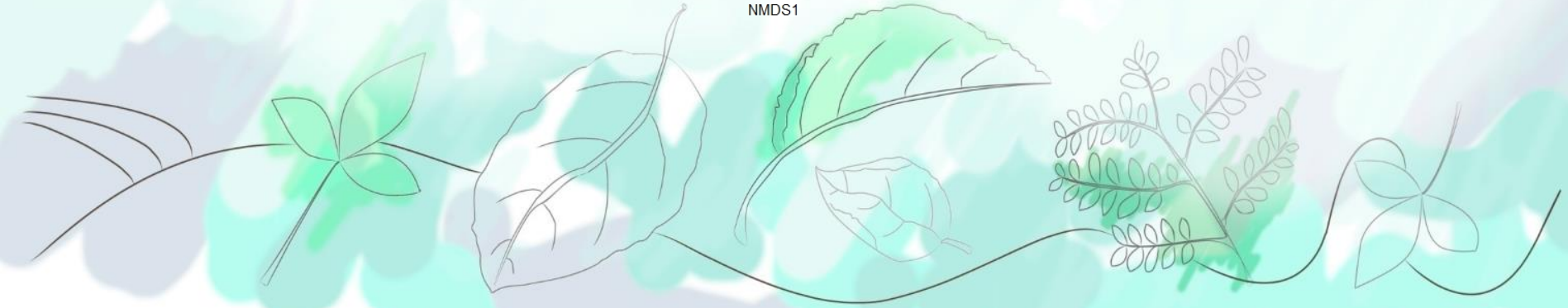
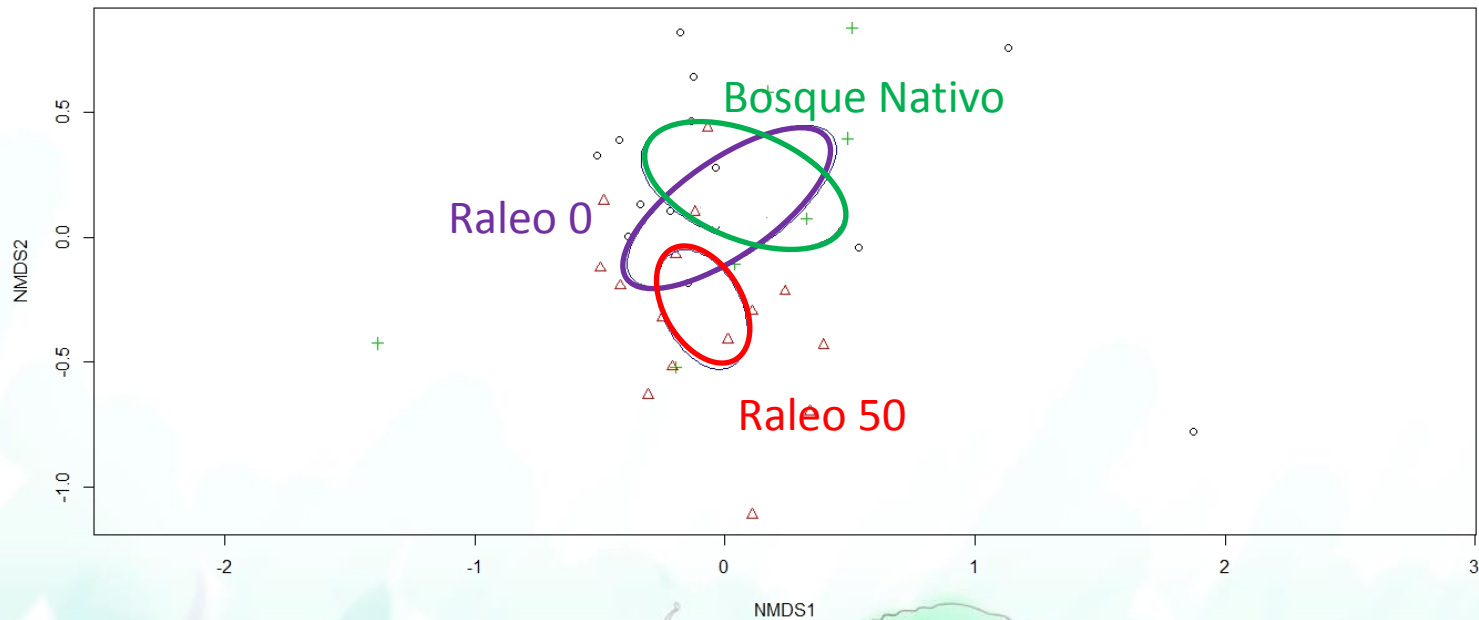


Resultados: Colémbolos

Curvas rango abundancia para los géneros de colémbolos
Palmital 17



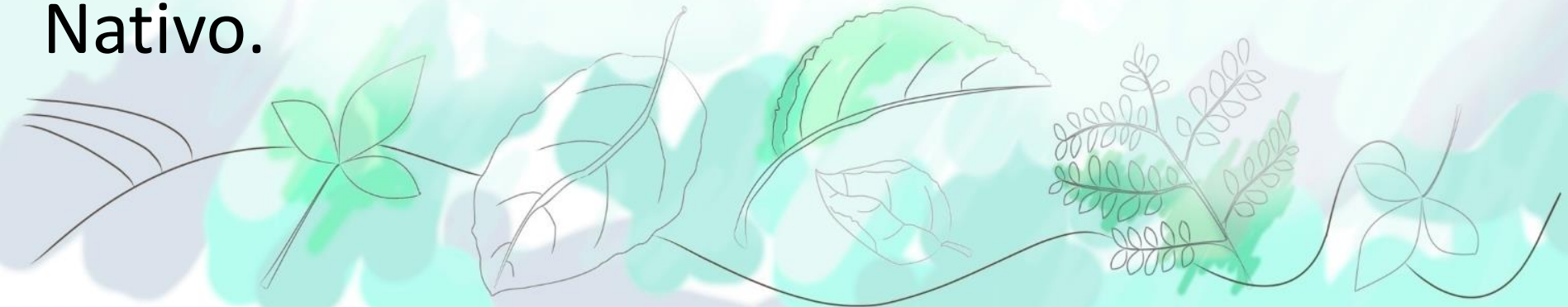
¿Qué pasa con los colémbolos en las plantaciones de pino estudiadas? (Palmital 16, Palmital 17 y San Juan)





Resumen de Resultados

- ~ Predominio de colémbolos en el mantillo.
- ~ En la plantación de *Pinus taeda* (Palmital 17):
Ensamble de colémbolos más abundante y con pocos grupos de organismos con dominancia más marcada, que el Bosque Nativo.



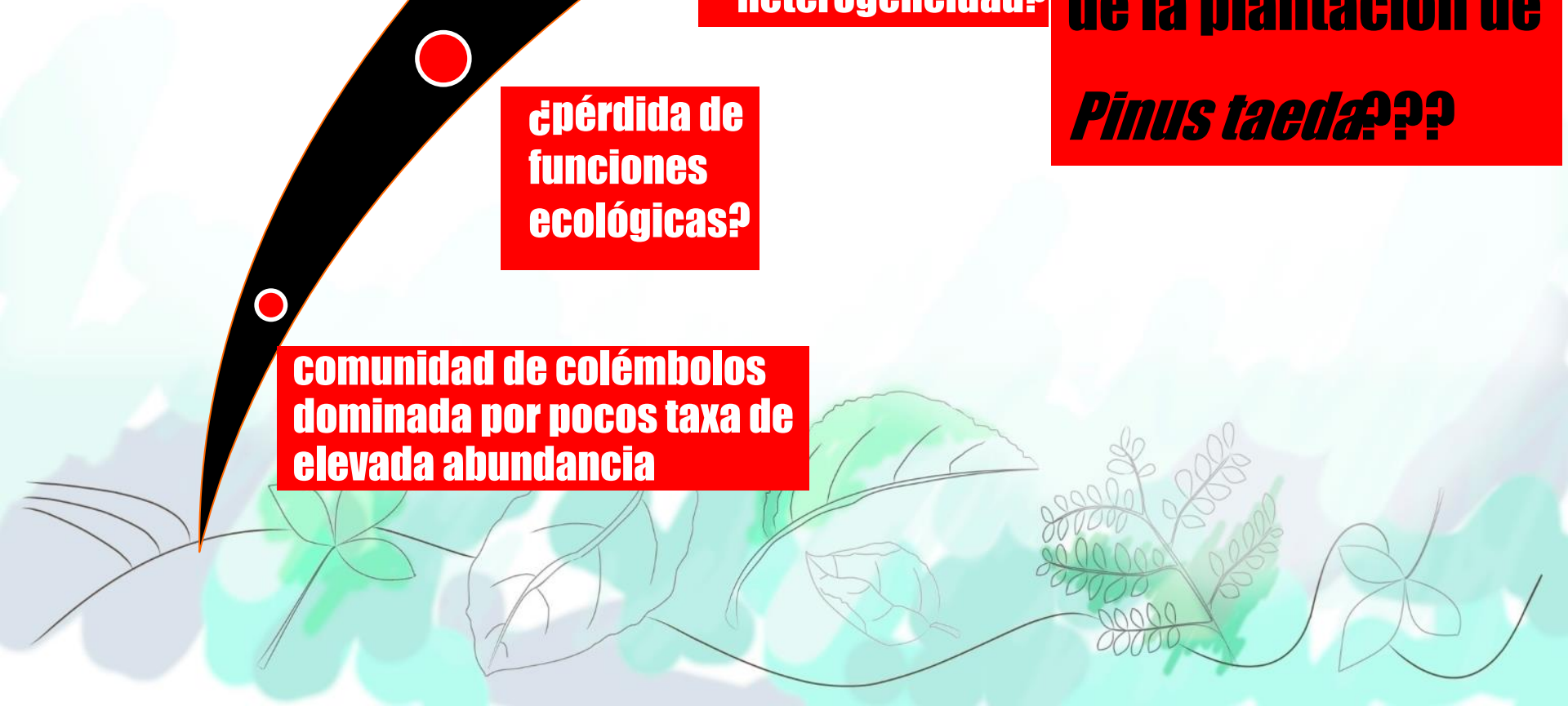


**comunidad de colémbolos
dominada por pocos taxa de
elevada abundancia**

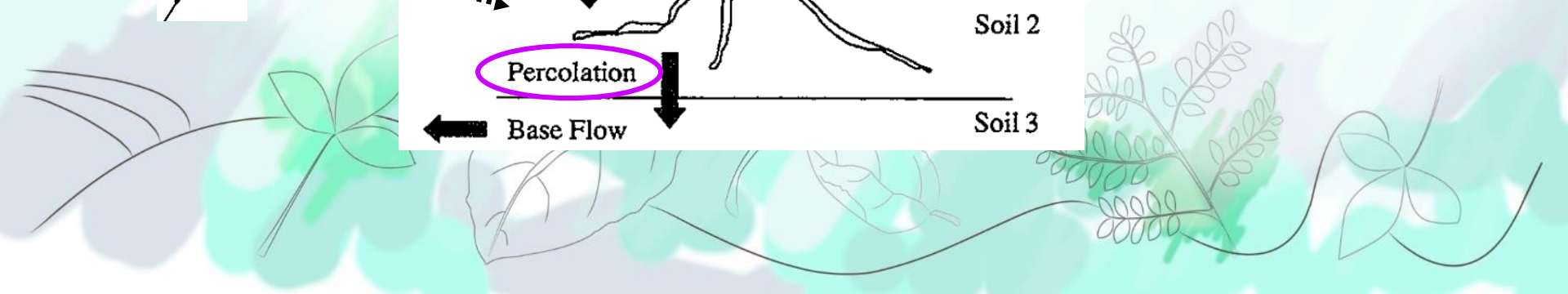
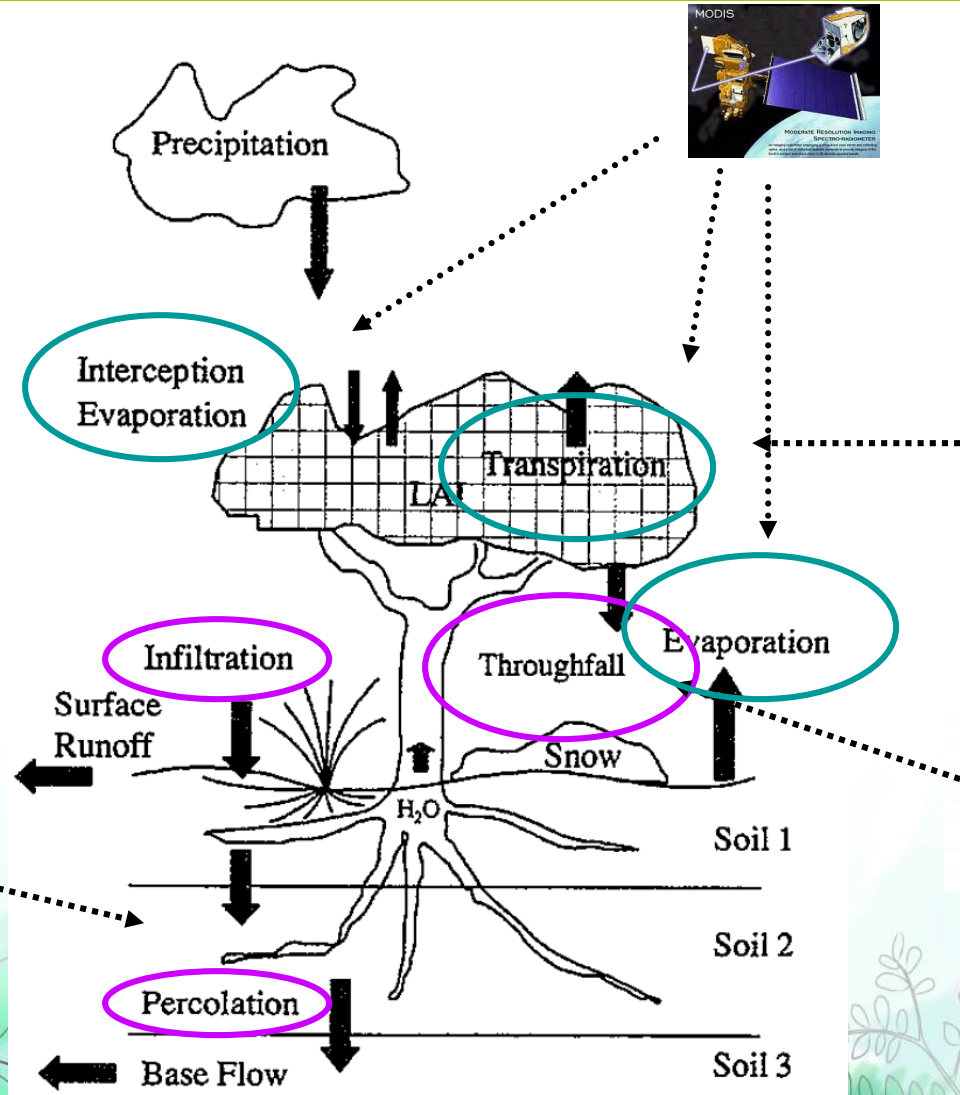
**¿pérdida de
funciones
ecológicas?**

**¿pérdida de
heterogeneidad?**

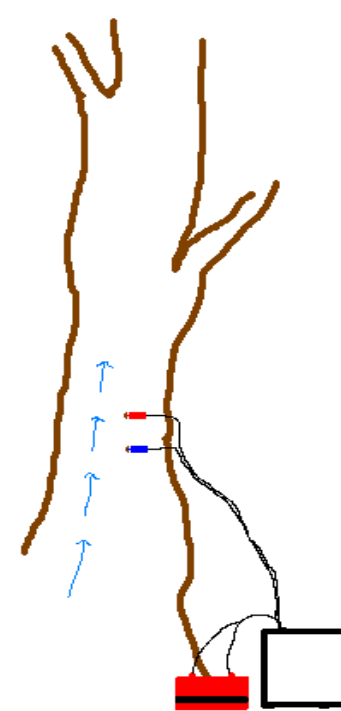
**¿Pérdida de
resiliencia en los
suelos estudiados
de la plantación de
Pinus taeda???**



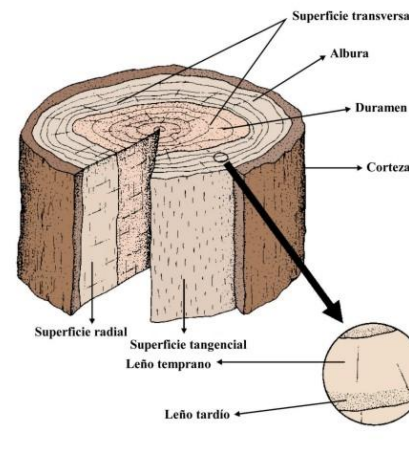
Resultados: ciclo del agua



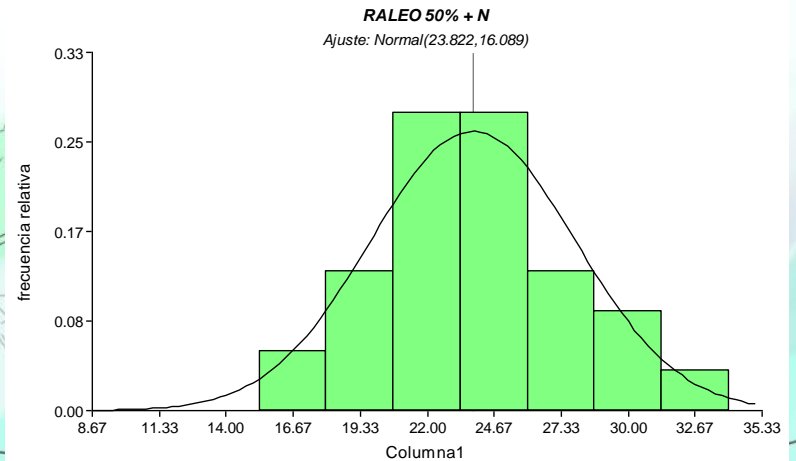
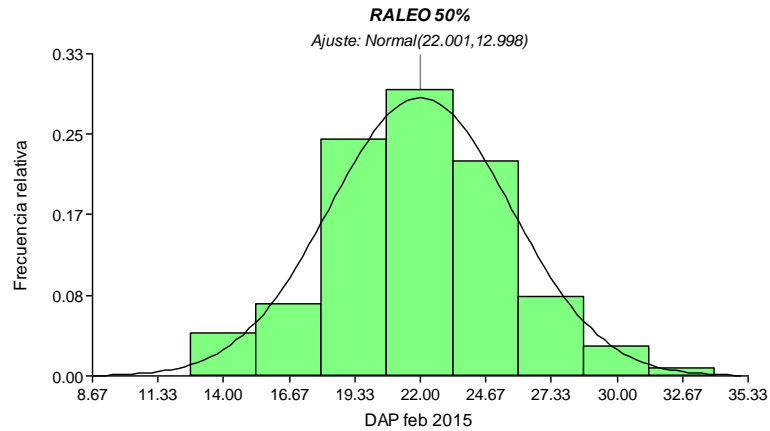
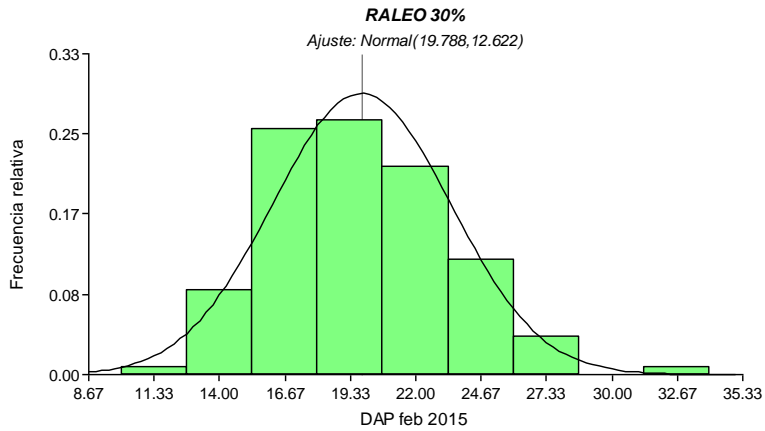
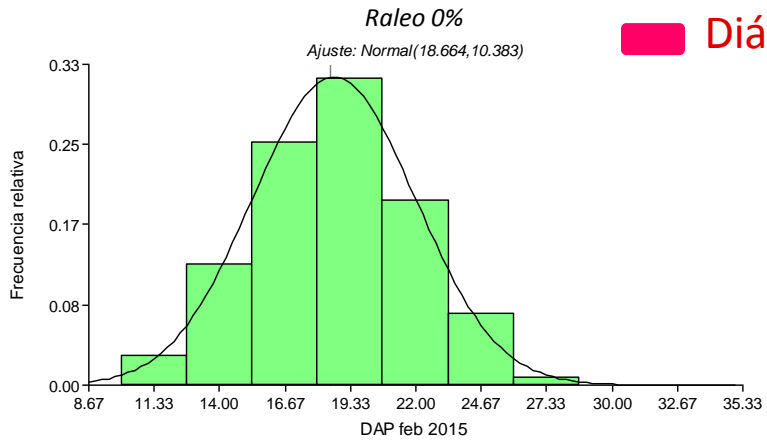
Transpiración por el método de disipación de calor constante



Determinación del área de xilema activo



Diámetros de los individuos por tratamiento



■ Cálculo del consumo de agua y eficiencia

Se ajustaron regresiones (consumo vs DSAmax diario) para los tratamientos para individuos menores y mayores a 21 cm por separado.

Se calculó el consumo en base a los valores máximos diarios de DSA entre enero y junio 2015 para el total de individuos en cada clase de diámetro (mayor y menor a 21 cm).

	R0%	R30%	R50%
Transpiración* (mm)	390	335	423
Transpiración (mm dia-1)	2.6	2.2	2.8
Transp. anual (mm)	942	810	1021
Incremento AB* (m2)	2.6	2.5	5.1
Eficiencia* (m2 M L-1 ha-1)	0.66	0.75	1.21

Precipitación acumulada entre enero y abril = 675 mm



Evapotranspiration of subtropical forests and tree plantations: A comparative analysis at different temporal and spatial scales

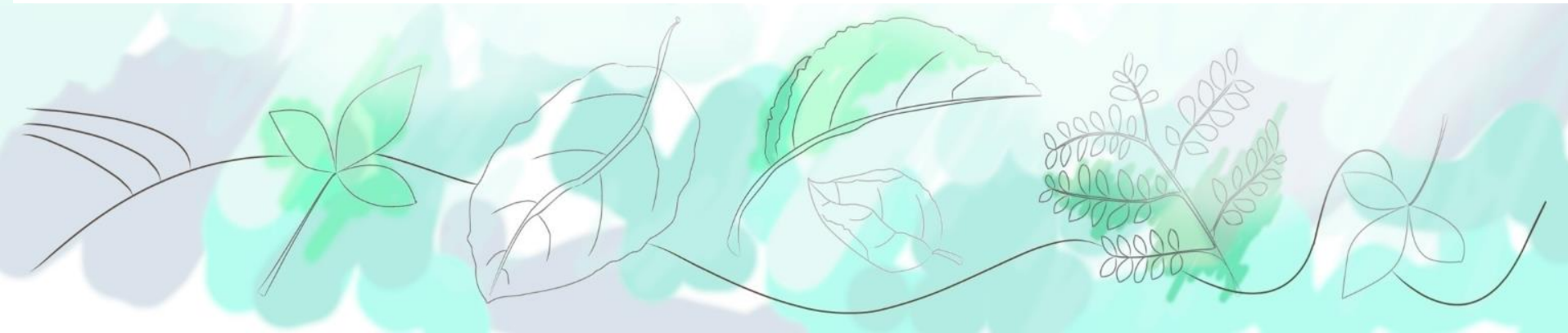


Piedad M. Cristiano^{a,*}, Paula I. Campanello^b, Sandra J. Bucci^c, Sabrina A. Rodriguez^a, Oscar A. Lezcano^b, Fabian G. Scholz^c, Nora Madanes^a, Débora Di Francescantonio^b, Laureano Oliva Carrasco^b, Yong-Jiang Zhang^{d,e}, Guillermo Goldstein^{a,f}

Table 2

Information on: tree density; average DBH (diameter at breast height) per tree; mean annual LAI from MODIS data and field measurements; water consumption per tree, transpiration at stand level (T_{stand}); evapotranspiration at stand level (ET_{upflow}) calculated as T_{stand} + canopy interception; evapotranspiration from remote sensing (ET_{MODIS}). Final T_{stand} of native forest (954 mm year^{-1}) to calculate ET_{upflow} includes contribution of trees (841 mm year^{-1}), palms ($110.5 \text{ mm year}^{-1}$) and lianas (2.5 mm year^{-1}). Percent differences [%] between ET_{upflow} and ET_{MODIS} estimates are included. Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$) between systems. Leaf Area Index values were obtained from Cristiano et al. (2014).

	Native forest	<i>P. taeda</i>	<i>A. angustifolia</i>	<i>E. grandis</i>
Tree density (ind ha ⁻¹)	480	1300	240	500
DBH ± SE (cm) (n)	23.9 ± 1.13 (192)	16.5 ± 0.2 (138)	37.5 ± 1.0 (24)	29.1 ± 0.6 (26)
Mean anual LAI _{MODIS} ± SE	5.6 ± 0.01 (3)	6.0 ± 0.08 (2)	5.2 (1)	5.6 ± 0.07 (2)
Mean anual LAI _{FIELD} ± SE	6.0 ± 0.29 (10)	4.5 ± 0.06 (10)	6.5 ± 0.1 (10)	3.9 ± 0.06 (10)
Water consumption ± SE (l day ⁻¹)	41.1 ± 5.6(30) ab	13.3 ± 4.7(6) bc	64.04 ± 8.3(6) a	30.66 ± 4.7(5) ab
T_{stand} (mm year ⁻¹)	841	633	561	560
ET_{upflow} (mm year ⁻¹)	1314	1211	1141	920
$ET_{\text{MODIS}} \pm SE$ (mm year ⁻¹)	1372 ± 31.32 a	1161 ± 66.14 b	1356	1389 ± 12.24 a
[%]	4	4	16	34

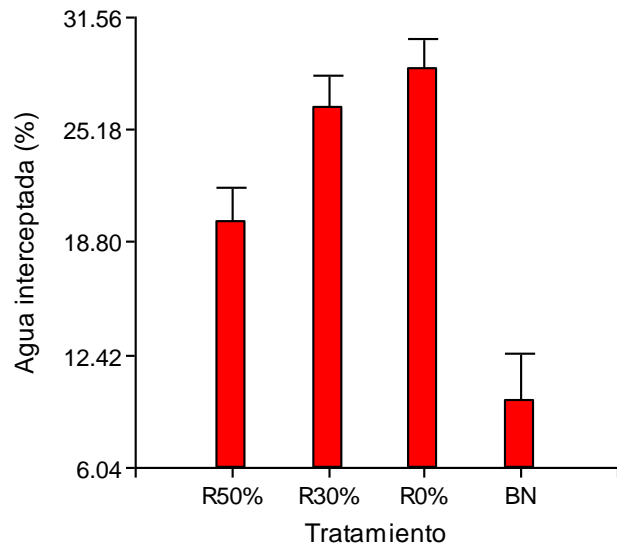


Interceptación de agua en el dosel



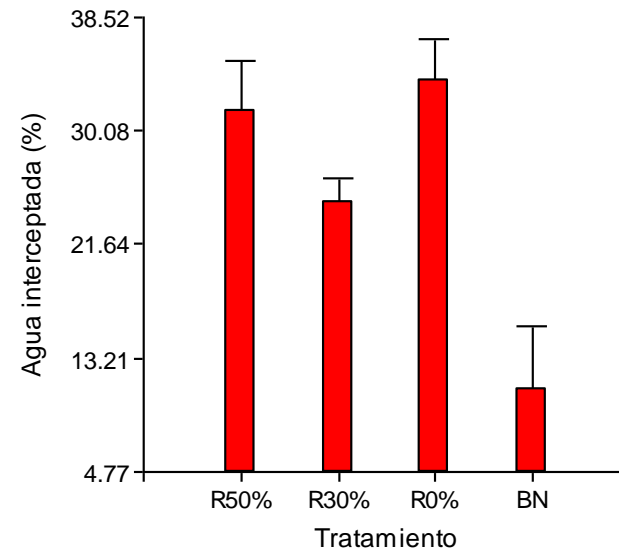
Junio a diciembre 2013

Agua de lluvia interceptada por el dosel (%)



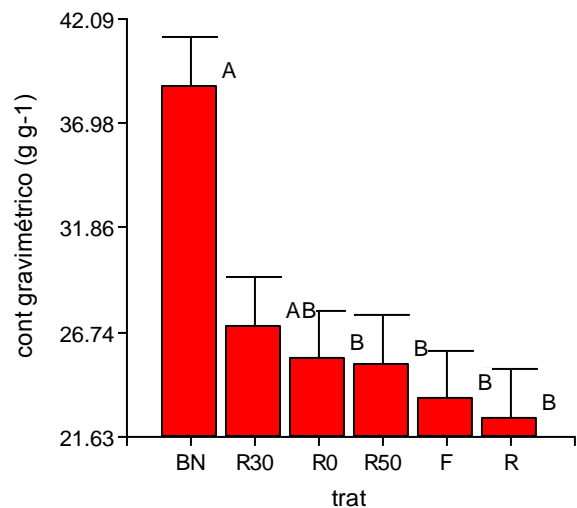
Febrero a mayo 2015

Agua de lluvia interceptada por el dosel (%)

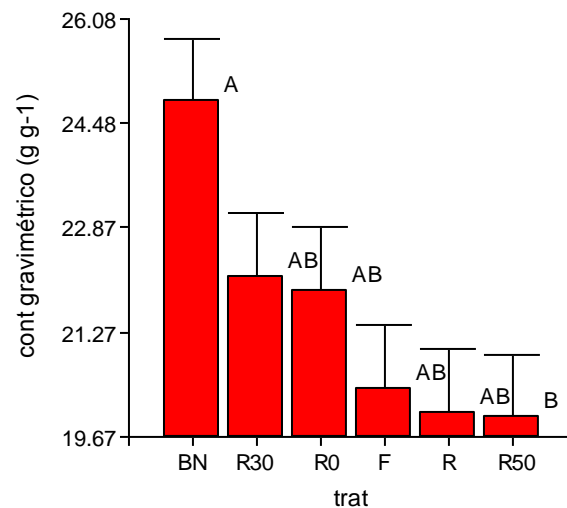


Agua en el suelo e infiltración

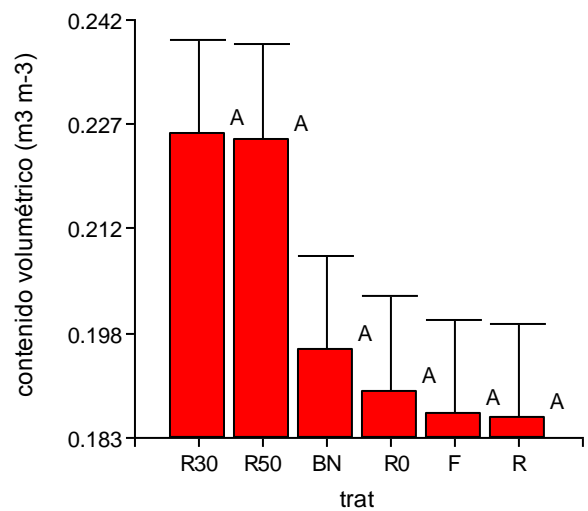
Contenido gravimétrico de agua (0-5cm)



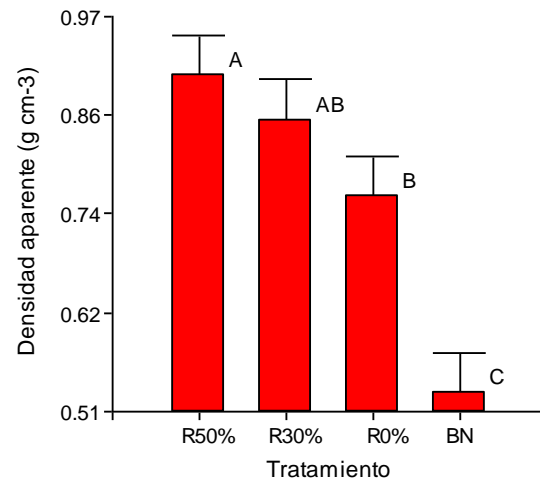
Contenido gravimétrico (0-5 cm)



Contenido volumétrico de agua (0-5cm)



Densidad aparente (0-5 cm)

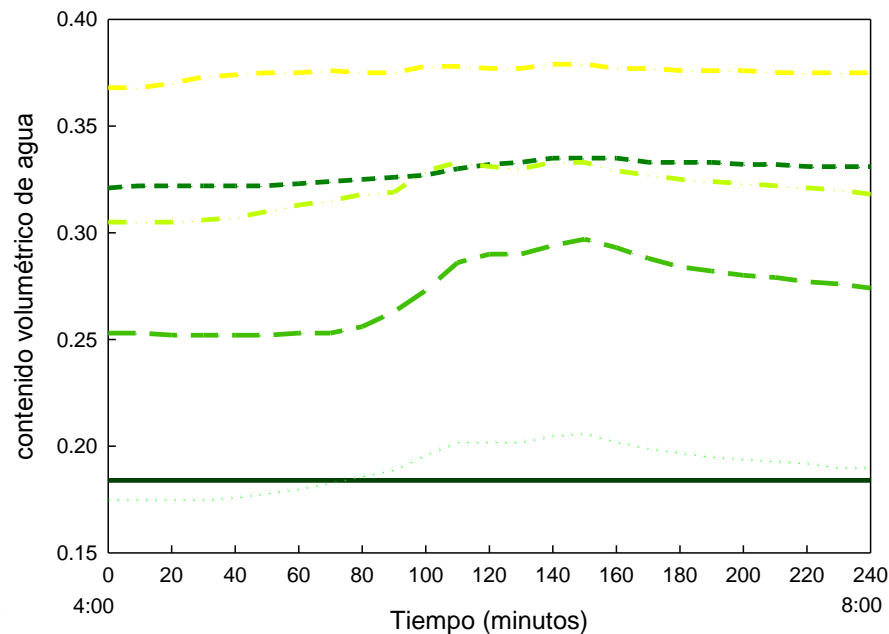
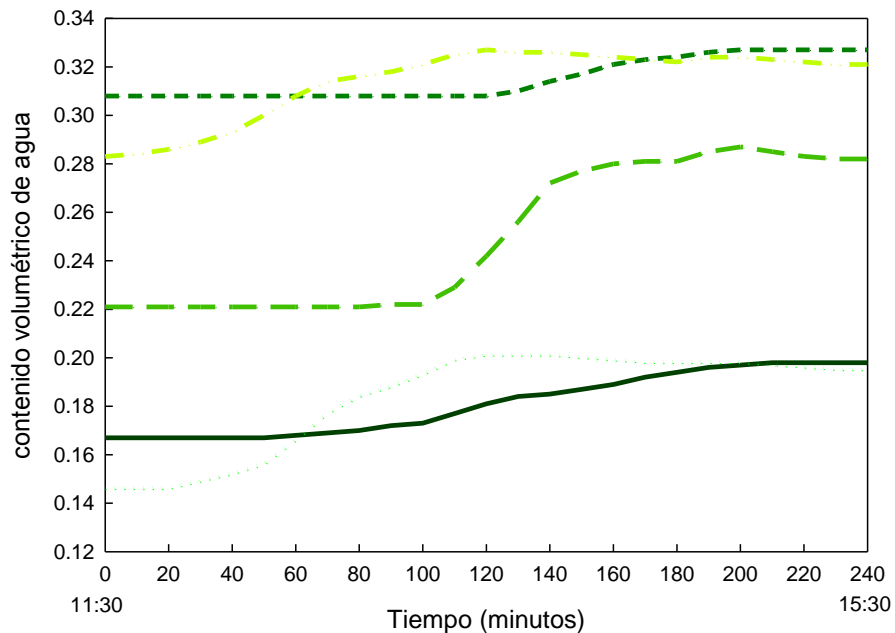


Dinámica del agua en el suelo

Aumento del contenido volumétrico de agua durante dos eventos de lluvias

(11 de junio de 2015)

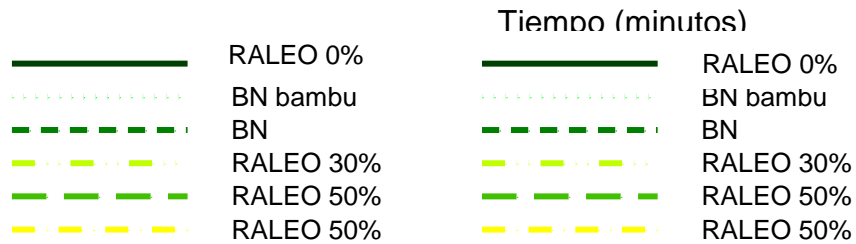
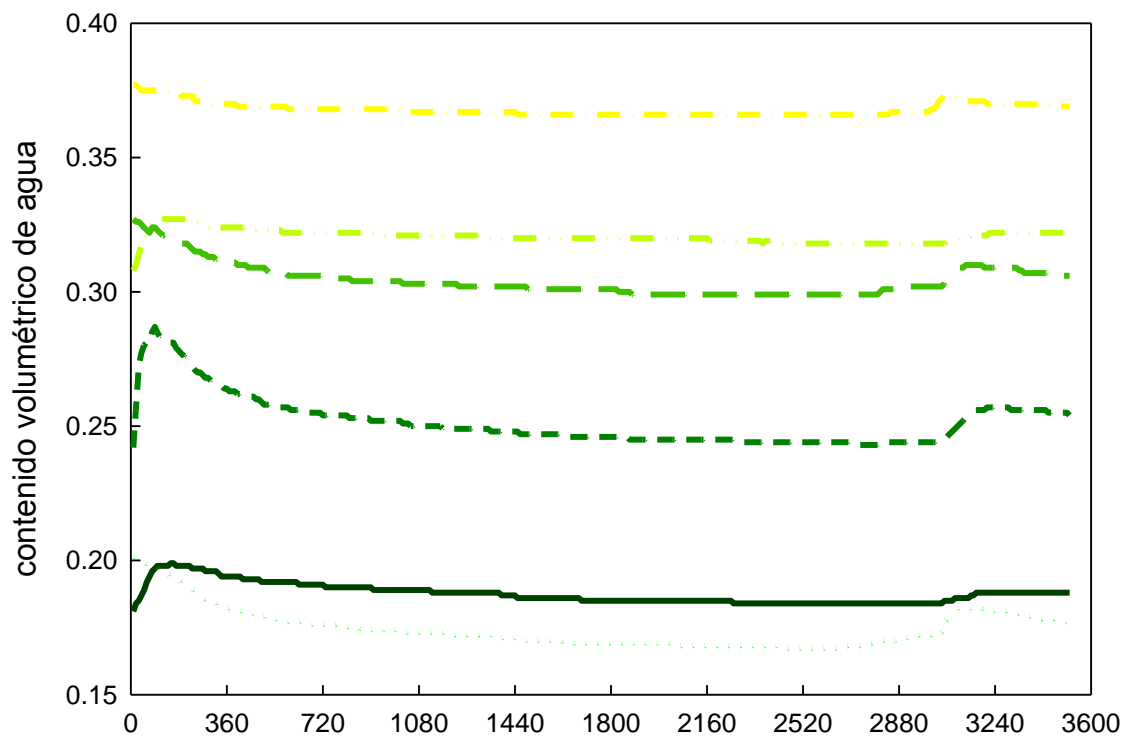
(14 de junio de 2015)



- RALEO 0%
- BN bambu
- BN
- RALEO 30%
- RALEO 50%
- RALEO 50%

Dinámica del agua en el suelo

Aumento y disminución del contenido volumétrico de agua después de una lluvia (11-12 de junio de 2015)



Conclusiones



- El raleo incrementa significativamente la abundancia y diversidad de plantas del sotobosque, y la diversidad de formas de vida.
- El estado de conservación del bosque nativo cercano a las plantaciones afecta la abundancia y diversidad de plantas en el sotobosque.
- El cambio de bosque nativo a plantaciones produce cambios en las cadenas tróficas del suelo:
 - Verificamos un aumento en la abundancia de hongos del género *Penicillium* y solubilizadores de fósforo en las plantaciones.
 - El Raleo 0% produjo una disminución significativa de *Trichoderma* sp.
 - La abundancia de hongos en general aumenta con el aumento de troncos y ramas y la mayor biomasa de hojas en el suelo (el Raleo 50% tiene el doble de biomasa muerta en el mantillo que el Raleo 0% y el bosque nativo).



Conclusiones

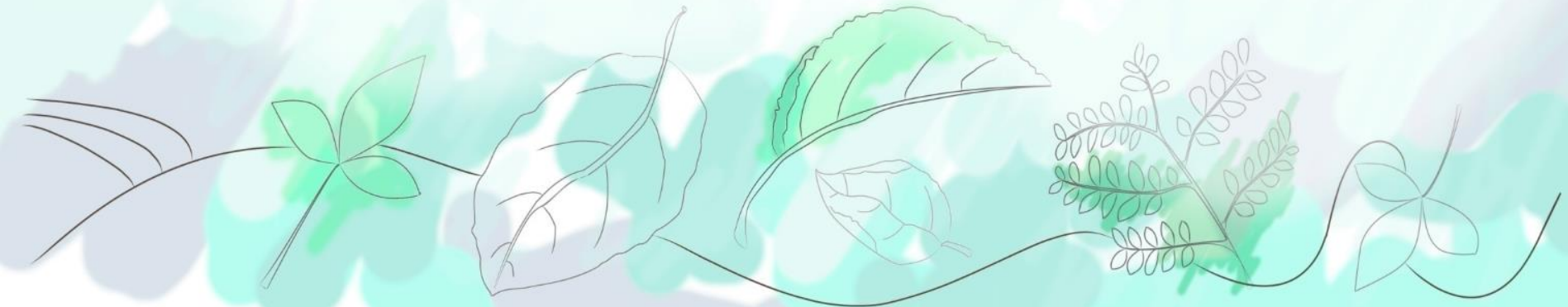


El cambio de bosque nativo a plantaciones produce cambios en las cadenas tróficas del suelo:

-Observamos un aumento en la abundancia de colémbolos en las plantaciones, en particular en el Raleo 50%, y desequilibrios en las comunidades debido al aumento desproporcionado de algunas especies.

-La mayor parte de la abundancia y diversidad de colémbolos se encontró en el mantillo

-La composición de géneros de colémbolos en el Raleo 0% fue más parecido al bosque nativo que la del Raleo 50%.



Conclusiones



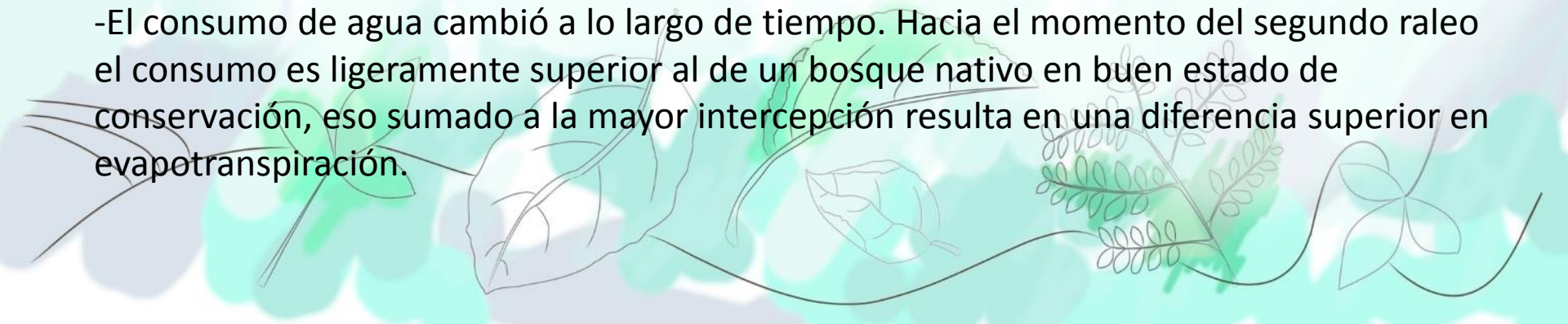
El cambio de bosque nativo a plantaciones produce cambios en algunos aspectos del ciclo del agua:

-Aumenta de manera notable la intercepción de agua por parte del dosel (y por lo tanto las pérdidas por evaporación).

-El manejo produce compactación en el suelo (aumento de la densidad aparente) lo que impacta sobre la infiltración. El Raleo 50% fue el tratamiento con mayor densidad aparente.

-Por otro lado, el Raleo 50% fue el tratamiento más eficiente en cuanto a la producción de biomasa por litro de agua consumido en el crecimiento de los árboles, seguido por el tratamiento de 30% y luego el Raleo 0%.

-El consumo de agua cambió a lo largo de tiempo. Hacia el momento del segundo raleo el consumo es ligeramente superior al de un bosque nativo en buen estado de conservación, eso sumado a la mayor intercepción resulta en una diferencia superior en evapotranspiración.



Mediciones y análisis de datos en marcha

- Análisis de cambios en la vegetación en todos los tratamientos.
- Tasas de descomposición en todos los tratamientos.
- Muestras de nutrientes, MO, pH, curvas de retención de agua.
- Análisis de colémbolos (t2) de muestras tomadas en todos los tratamientos.
- Abundancia de lombrices y porosidad del suelo.
- Infiltración, escorrentía, intercepción de agua por el dosel.

-PIA 14074 Impacto de las actividades forestales sobre las comunidades microbianas del suelo en la provincia de Misiones

Muchas gracias!

