

Reutilización de Agua residual tratada. Un recurso desaprovechado

Ing. Agr. Msc. María Victoria Cremona

Ing. Agr. Martha Cecilia Riat



Combatir la
erosión



7 DE JULIO
DÍA DE LA
CONSERVACIÓN
DEL SUELO

Mejora de las
prácticas agrícolas

Decretado en 1963 por la Presidencia de la Nación Argentina en reconocimiento al Dr. Hugh H. Bennett, pionero y emblema en la disciplina.

Pongámonos de acuerdo en los términos?

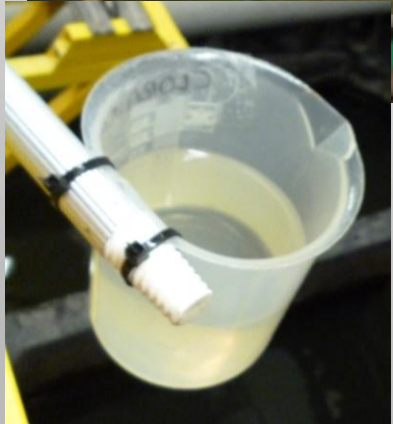
Agua Residual Tratada

- Proceso de tratamiento
- Parámetros de calidad para reuso
- Potencialmente utilizable en agricultura o industria

Reutilización

- Estrategias para el uso productivo
- Aplicaciones que minimicen los impactos en el ambiente.
- Preservar fuentes de agua de alta calidad para otros usos

Plantas de barros activados



<https://www.argentina.gob.ar/>
9/12/2020

Lagunas facultativas



*Ing. Jacobacci
noviembre 2013*

Lagunas facultativas con reutilización



Puerto Madryn Noviembre 2011

Rio Negro: Pionera en la propuesta de reutilización como política pública

Futuras plantas
tratamiento



Los proyectos deben
incluir el sistema de
reutilización



Recomienda desde Año 2010
Vuelco cero



**AUTORIDAD
INTERJURISDICCIONAL DE
CUENCAS**

Parámetros de calidad de la OMS

Cuadro 1
Directrices recomendadas sobre la calidad microbiológica de las aguas residuales empleadas en agricultura^a

Categoría	Condiciones de aprovechamiento	Grupo expuesto	Nematodos intestinales ^b (Media aritmética n de huevo por litro ^c)	Coliformes fecales (Media geométrica N por 100 ml ^d)	Tratamiento requerido (para lograr la calidad microbiológica exigida)
A	Riego de cultivos que comúnmente se consumen crudos, campos de deporte, parques públicos	Trabajadores, consumidores, público	1	1.000 ^d	Serie de estanques de estabilización que permiten lograr la calidad microbiológica indicada o tratamiento equivalente
B	Riego de cultivos de cereales, industriales y forrajeros, praderas y árboles ^e	Trabajadores	< 1	No se recomienda ninguna norma	Retención en estanques de estabilización por 8 a 10 días o eliminación equivalente de helmintos y coliformes fecales
C	Riego localizado en la categoría B, cuando ni los trabajadores ni el público están expuestos	Ninguno	No se aplica	No se aplica	Tratamiento previo según lo exija la tecnología de riego, pero no menos que sedimentación primaria

^a En casos específicos se debería tener en cuenta los factores epidemiológicos, socioculturales y ambientales de cada lugar y modificar las directrices de acuerdo a ello.

^b Especies *Ascaris* y *Trichuris* y anquilostomas.

^c Durante el periodo de riego.

^d Conviene establecer una directriz más estricta (≤ 200) coliformes fecales por 100 ml) para prados públicos, como los de los hoteles, con los que el público puede entrar en contacto directo.

^e En el caso de los árboles frutales, el riego debe cesar dos semanas antes de cosechar la fruta y ésta no se debe recoger del suelo. No es conveniente regar por aspersión.

Rio Negro
Superintendencia general de irrigación Resolución 166/2017

ANEXO III

Directrices de calidad microbiológica para reuso de las aguas efluentes de plantas depuradoras de líquidos cloacales (Ley J N° 3183).

Condiciones de aprovechamiento	Grupo expuesto	Nematodos intestinales (<i>Ascaris</i> y <i>Trichouris</i>) N° huevos	Coliformes Focales media geométr./100mL	Tratamiento de aguas residuales necesario para lograr la calidad microbiológica exigida
Riego de cultivos de árboles y forrajeros	Trabajadores	≤1 (Evaluado en periodo de riego)	No se recomienda ninguna norma, (Evaluado en periodo de riego)	Retención en estanques de estabilización por 8/10 días o eliminación equivalente de helmintos y Coliformes Focales

ESTUDIO, EVALUACIÓN Y LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA APLICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADA EN SAN CARLOS DE BARILOCHE

OBJETIVO GENERAL: Estudiar, evaluar y desarrollar lineamientos generales para la aplicación de las aguas residuales tratadas en San Carlos de Bariloche.



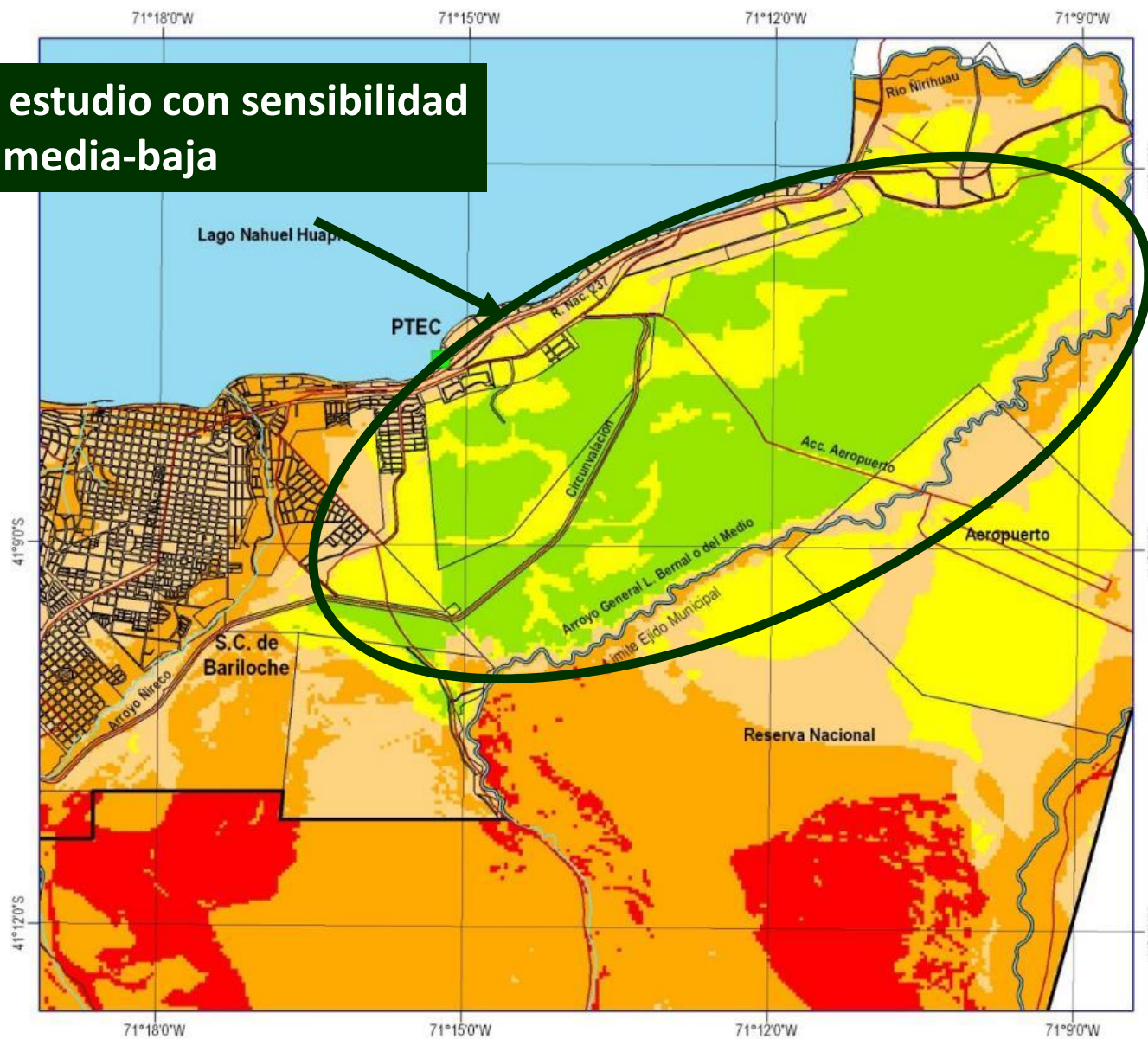
Estudio, evaluación y lineamientos generales para la aplicación de las aguas residuales tratadas en San Carlos de Bariloche



Convenio de colaboración: "Disposición Final y Reuso de Aguas Residuales Tratadas"
Julio 2011-Marzo 2013



6000 ha del área de estudio con sensibilidad baja o media-baja



Municipio S.C. Bariloche
Zona este
10 - MAPA DE INDICE
SENSIBILIDAD AMBIENTAL

Fuente: Datos obtenidos del "Estudio Geocientífico Aplicado al Ordenamiento Territorial S.C. de Bariloche".
SEGEMAR - Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR) Alemania. 2005.
Elaboración: DPA, Municipio de S.C. de Bariloche.UNRN, AIC.



Leyenda

- Sensibilidad Muy Alta: 14 - 30.6
- Sensibilidad Alta: 30.6 - 47.2
- Sensibilidad Media: 47.2 - 63.8
- Sensibilidad Media - Baja: 63.8 - 80.4
- Sensibilidad Baja: 80.4 - 97
- PTEC: Planta de tratamiento de efluentes cloacales de Bariloche



Características del área potencialmente regable en San Carlos de Bariloche



- Estepa arbustiva baja
- Matorral con arboles dispersos
- Estepa herbácea/pastizal



Algunas características del área de Estudio

Texturas mayormente areno-franco o franco-arenosa

Baja retención de agua útil.

Mayor retención de agua en profundidad (>10cm) por presencia de material volcánico

Alta capacidad de Infiltración . En todos los casos superior a 10 cm/hora.

Bajos contenidos de MO

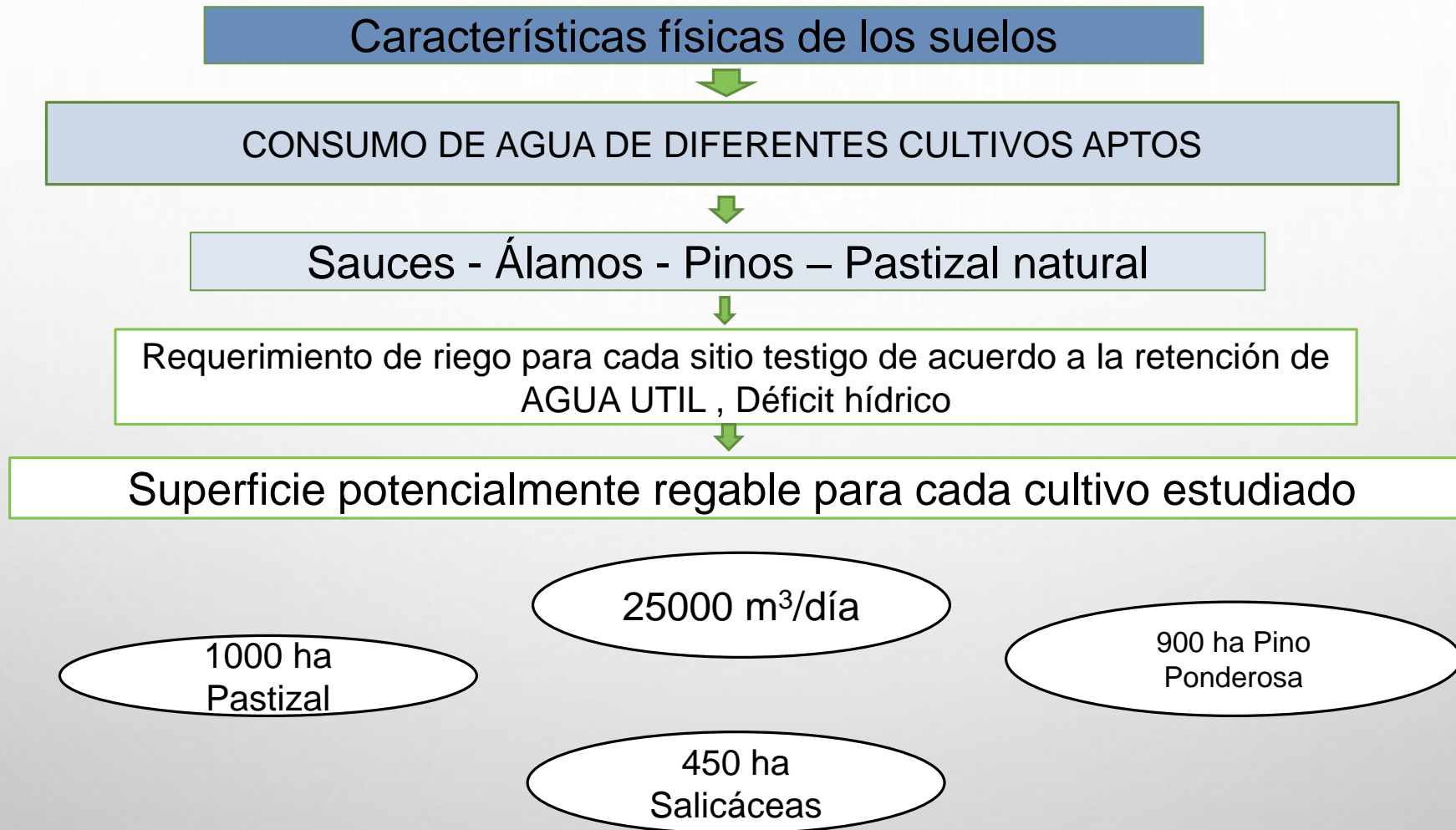
Susceptibilidad a la erosión eólica . Muy superior en suelos sin cobertura.

Profundidad de las aguas subsuperficiales (4m y 15m) (Segemar 2005)

pH cercanos a la neutralidad.

Nutrientes evaluados para el caso pastizal natural:

- Suficientes N, S y Mg,
- Insuficientes P y K .
- Exceso Ca, Fe , Zn y Cu



Estudio, evaluación y lineamientos generales para la aplicación de las aguas residuales tratada en San Carlos de Bariloche.2012

Datos coincidentes con Alemani,2012

Planta de tratamiento de Ingeniero Jacobacci

- ❑ Proyecto inicial contemplaba el reuso.
- ❑ La COASyP operadora de la planta con muy buena predisposición
- ❑ Ensayos preliminares



Aportes institucionales y de gestión

[Departamento Provincial de Aguas](#): Decisión política, aportes en gestión, organización y financiamiento de obras

[Convocatoria BIENAL PI UNRN 2014](#) – 40-B-363 “Reutilización de aguas residuales tratadas para riego : estudio de factibilidad y cultivos potenciales en Ing. Jacobacci” (2015-16)

[Convocatoria BIENAL PI-DTT UNRN 2016](#) – 40-B-571 – Desarrollo de tecnología para la reutilización de aguas residuales tratadas provenientes de la planta de efluentes cloacales de Ing. Jacobacci para riego agrícola forestal: ajustes a campo y estudio del impacto ambiental de su aplicación

[Convocatoria BIENAL PI DTT 2018](#) – 40-B-701 – Producción de biomasa forrajera y forestal con aguas residuales tratadas en Ingeniero Jacobacci: ajustes de la tecnología del manejo del volumen y calidad del agua

[PI UNRN TRIENAL 2020](#) – 40-B-891 – Cambios químicos, físicos y biológicos en suelos regados con aguas residuales tratadas en la Provincia de Río Negro

[Apoyo del PRET INTA1281102](#) “Aportes a la recuperación y desarrollo territorial del semi-árido Sur de la Provincia de Río Negro”

[INTA 2019-PD-E2-I518-002](#) Estudio del impacto ambiental, gestión y tratamiento de residuos y efluentes sobre sistemas agropecuarios y agroindustriales para su valorización agronómica

[COASyP](#) – [MIJ](#) , personal, equipamiento y gestión.

Ing. Jacobacci: Primeras intervenciones en la localidad

Talleres con instituciones, docentes y comunidad general

Objetivo: evaluar la percepción de la gente acerca de la práctica



Resultados

- Preocupación principal sigue siendo agua de consumo
- La experiencia es valorada como positiva.
- Aceptación general en forestaciones fuera del ámbito urbano.
- Dudas en usos para la producción de forrajes .
- La comunicación responsable es vista como una vía para despejar algunas dudas.



EXPERIMENTACIÓN EN RIEGO CON AGUA RESIDUAL TRATADA

EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ING. JACOBACCI

M. RIAT – MV. CREMONA – S. MAGNIN – V. VELASCO – A. CAYUMAN

C. CATENAZZO – N. ESPERT – M. SÁNCHEZ

ENSAYOS CON ART

DIFERENCIA CON RIEGO CONVENCIONAL:

1. IGUAL DOTACIÓN DE AGUA TODO EL AÑO
2. ALTA CARGA DE MATERIA ORGÁNICA
3. GRAN CANTIDAD DE NUTRIENTES PARA CONVERTIR EN BIOMASA
4. IMPACTOS A LARGO PLAZO



PREGUNTAS:

1. COMO RESPONDEN LOS CULTIVOS A LA OFERTA DE AGUA
2. COMO RESPONDEN LOS SISTEMAS DE RIEGO
3. COMO ES LA CONVERSIÓN DE NUTRIENTES A BIOMASA EN PRODUCTOS
4. CUAN DIFERENTES SON LOS IMPACTOS RESPECTO AL RIEGO CONVENCIONAL

LUGAR DEL ENSAYO

Clima árido, inviernos
fríos, veranos secos y
ventosos
170 mm
T° media anual 8,2 °C



Estepa arbustivo-
graminosa

SUELO

pH en pasta	8,12
Conductividad eléctrica (extracto) dS/m	0,44
% Materia Orgánica	0,41
% Nitrógeno Total	0,04
Rel. C/N	5
Fósforo disponible (Olsen) mg/kg	6,28
Capacidad de Intercambio catiónico me/100g de suelo	13,91
Sodio me/100g s	0,22
Potasio me/100g s	1,26
Calcio me/100g	11,30
Magnesio me/100g s	2,08
Porcentaje de Sodio intercambiable (PSI)	1,3
Capacidad de Campo (%)	14,0
Punto de Marchitez Permanente (%)	6,4
Granulometría	
% Arcilla	4,8
% Limo	4,9
% Arenas	86,9
Clase textural	Arenoso/ Areno Franco

Suelos
pobres y
arenosos

¿QUÉ PRODUCTOS OBTENER?

Cultivos que no tengan contacto con el ART

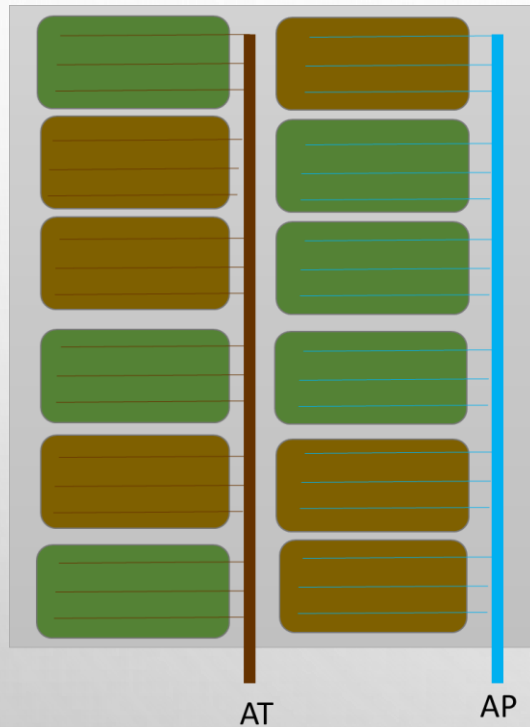


Leña



Fardos
Pastoreo directo

DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS



Diseño experimental
en parcelas divididas

Especies :

- Sauce clon 524/43 del híbrido *Salix matsudana x Salix alba*
- Olivillo - *Eleagnus angustifolia*

FORESTALES



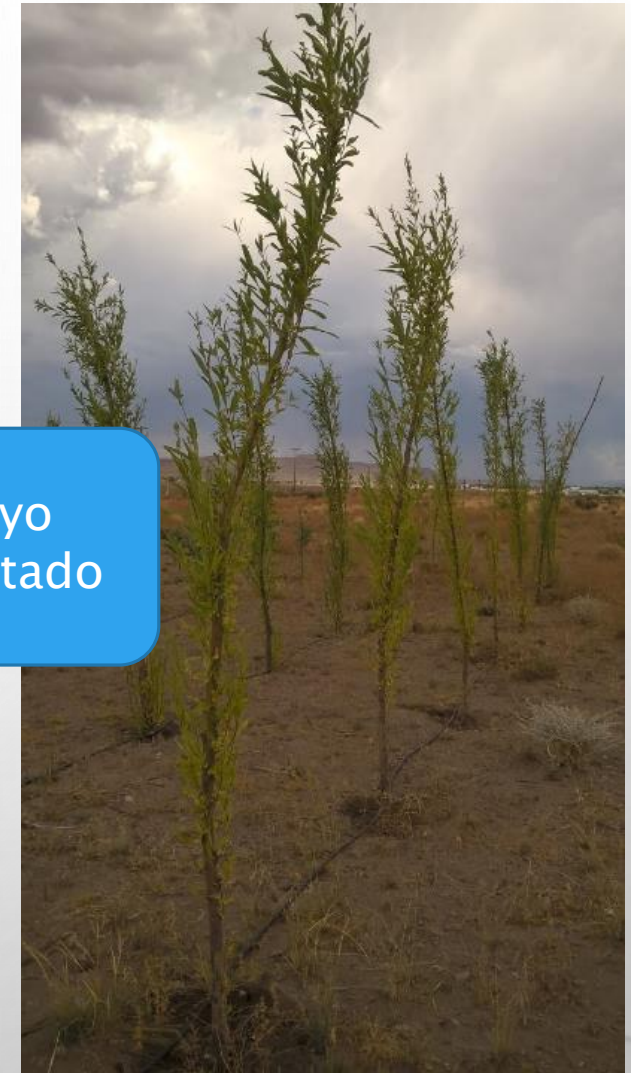
Riego con
mangueras
perforadas

4 l/planta
 \cong 4,5 mm

Sistemas de distribución de agua



Ensayo implantado



Medición de supervivencia y diámetro



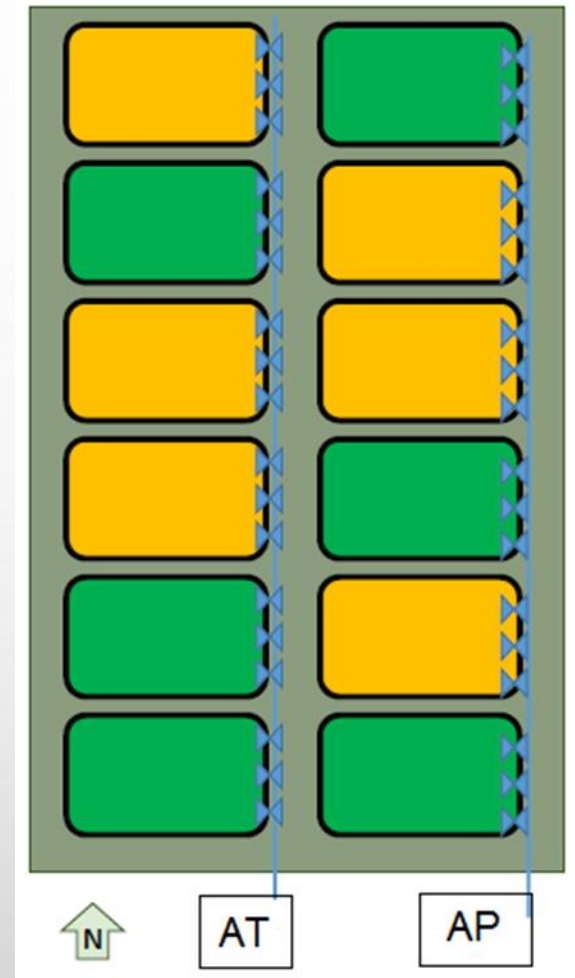
FORRAJERAS

Especies :

- Alfalfa – *Medicago sativa*
- Campo natural: vegetación espontánea luego de la sistematización



Riego por superficie
10 mm



Diseño experimental
en parcelas divididas

Implantación



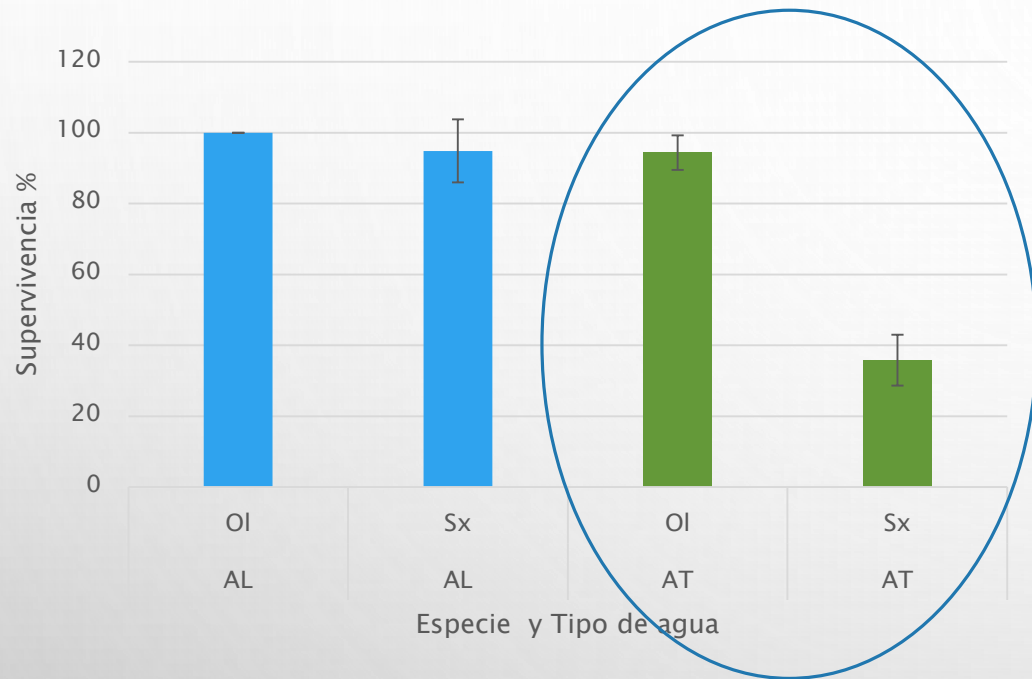
Cosechas



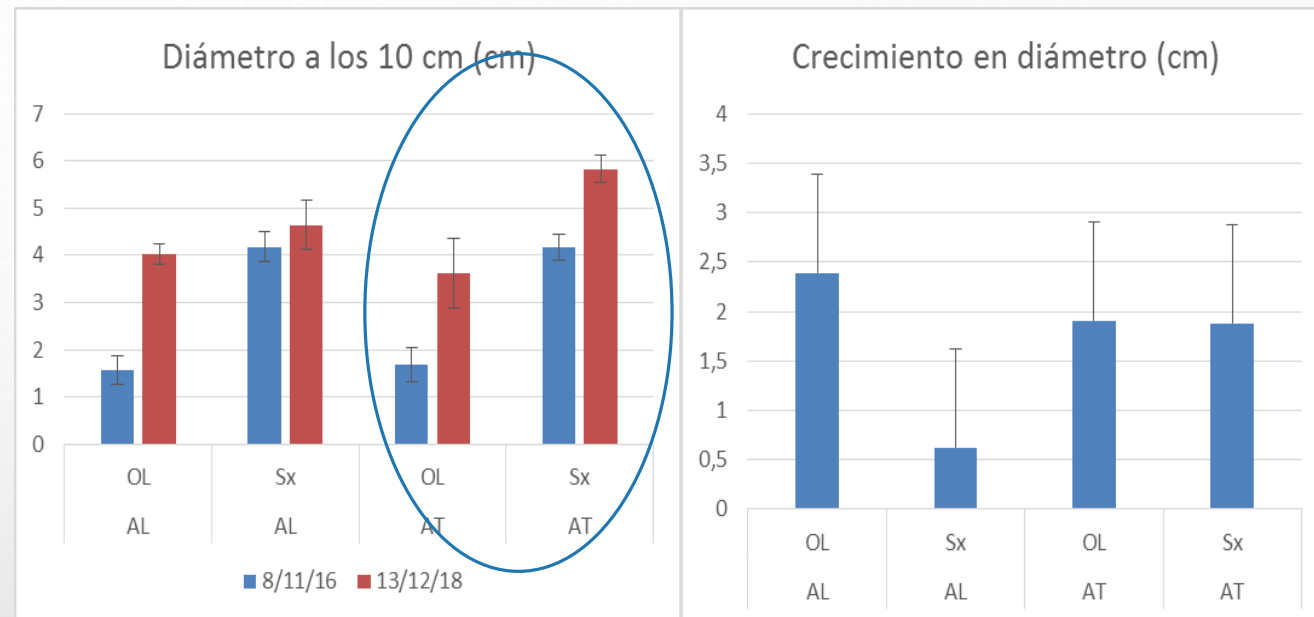
Algunas variables medidas:

- Cortes de vegetación
- Muestreos de suelos por parcela a diferentes profundidades

RESULTADOS - FORESTALES



Porcentaje de supervivencia por tipo de agua y por especie a fines del otoño de 2018



Diámetro a 10 cm de altura en primavera 2016 y 2018: datos promedios y diferencia de crecimiento

Muchos problemas de taponamiento => mejorar el sistema de riego

RESULTADOS – FORRAJERAS

- BIOMASA

		1ª Temporada	2ª Temporada
Agua pozo	Alfalfa	23182,8 ± 1616,8	46243,7 ± 1623,8
	Campo Natural	6591,8 ± 1779,1 a	16766,3 ± 5274,5 a
Agua tratada	Alfalfa	23662,0 ± 4067,9	50579,3 ± 7935,9
	Campo Natural	17314,7 ± 2403,1 b	42216,0 ± 7530,1 b

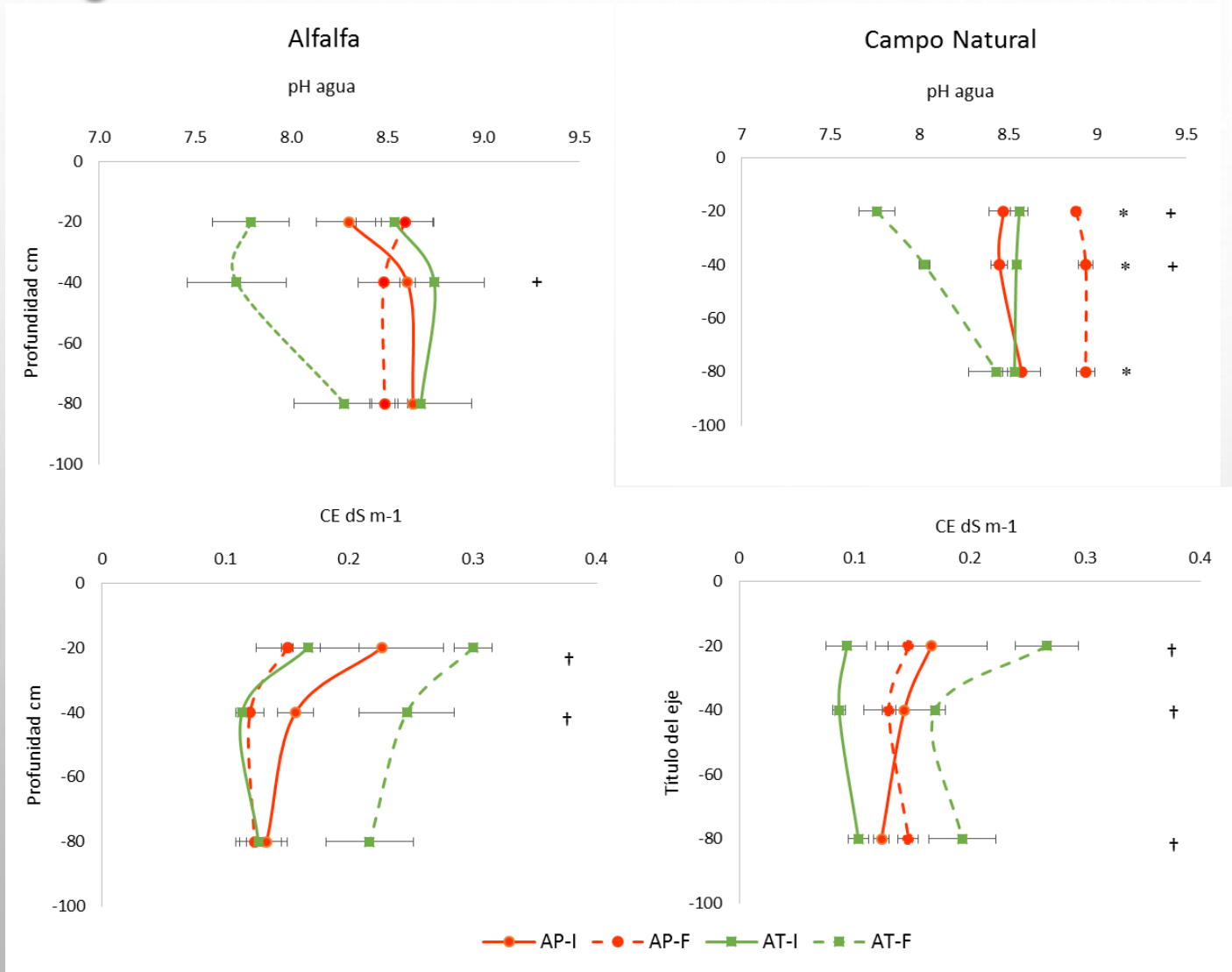
Rendimientos medios de alfalfa en la primera y segunda temporada de cortes en kg MS/ha.



		% Nitrógeno en hoja	
		Media	Desvío
Alfalfa	Agua Pozo	2,99	0,28
	Agua tratada	3,46	0,33
Campo Natural	Agua Pozo	1,89	0,19
	Agua tratada	2,73	0,22

Contenido de Nitrógeno en hoja en los diferentes tratamientos

IMPACTOS EN EL SUELO: pH Y CE



Variación del pH y la CE del suelo en alfalfa y campo natural, al inicio (I) y luego de tres temporadas de riego (F)
 (†) Indica diferencias significativas para AT
 (*) Indica diferencias significativas para AP



El pH con AP en CN



el pH con el AT = actividad biológica



La CE con AT

IMPACTOS EN EL SUELO : MOS Y NT

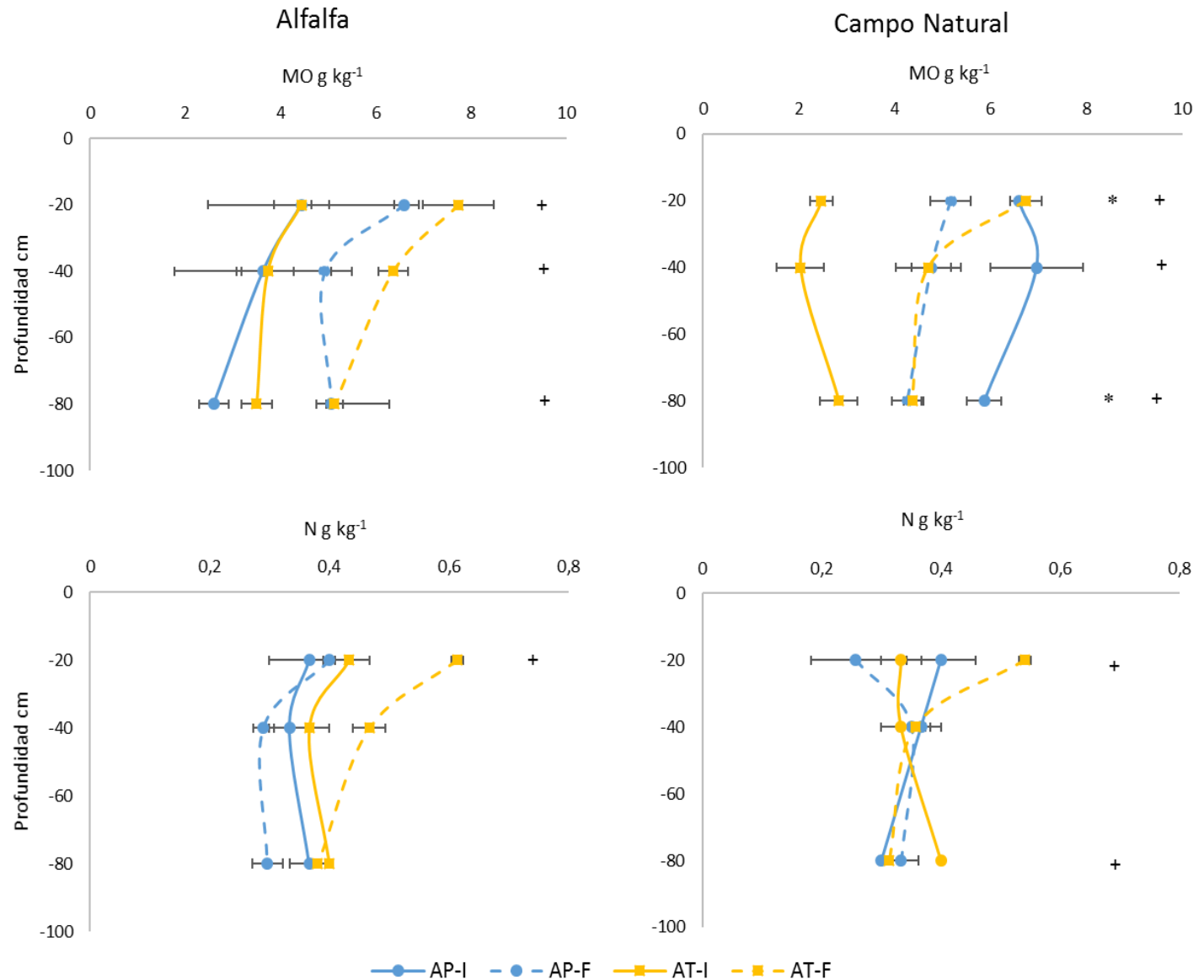
Variación de la MOS y el NT para alfalfa y campo natural, al inicio (I) y luego de tres temporadas de riego (F)
 (†) Indica diferencias significativas para AT
 (*) Indica diferencias significativas para AP



MO y N en AT en ambas coberturas



MO en AL en CN



IMPACTOS EN EL SUELO: N Y P DISPONIBLE

Amonio, nitrato y fósforo disponible en suelos regados con agua de pozo en verde y agua tratada en amarillo, en el muestreo inicial (línea llena) y luego de una temporada de riego (línea quebrada)



Aumento de nutrientes disponibles con AT

	Agua Pozo	Agua Tratada	
mg/kg	reducción	aumento	Valor max
Amonio	≅	↑↑10,4 ± 4,4 *	11,6
Nitrato	↓4.2 ± 2	↑↑8,8 ± 5,2 *	27,9
Fósforo	↓4.3 ± 3	↑↑15,7 ± 3,7*	32,25

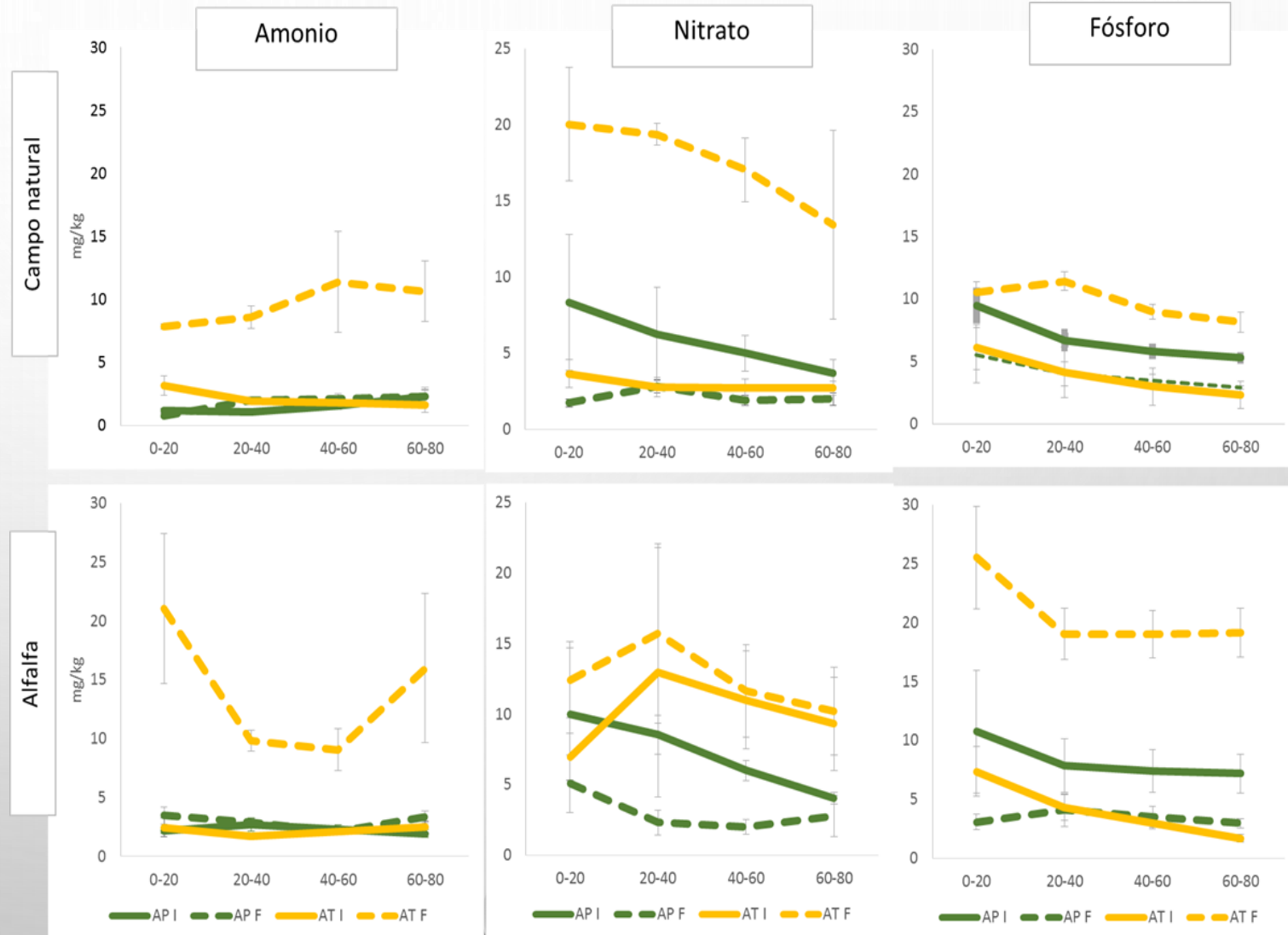


IMAGEN GOOGLE EARTH 2013



IMAGEN GOOGLE EARTH 2019



MUCHAS GRACIAS!

mriat@unrn.edu.ar
cremona.mv@inta.gob.ar
mvcremona@unrn.edu.ar