
EFFECTO DE LAS PASTURAS PERENNES EN LA FERTILIDAD DEL SUELO EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA PAMPEANA.

Informe Elaborado por Técnicos del grupo “Gestión ambiental, agua, suelo y vegetación natural” y AER G. Pico de la EEA INTA Anguil.

Durante los últimos 5 años ha sido creciente la consulta sobre distintos temas relacionados con el establecimiento de pasturas (producción y persistencia). Los principales antecedentes sobre la importancia de las pasturas perennes en la rotación fueron generados durante la década del 80 y a principios de los 90. Las clásicas rotaciones de 4 años de pasturas alternados con 4 años de cultivos anuales eran consideradas la base de la sostenibilidad de los sistemas de producción. Se reconocía y valoraba a las pasturas en la función de “reconstruir la fertilidad de los suelos” que normalmente disminuía durante el periodo de cultivos anuales. Tanto la fertilidad física del suelo a través de la implantación de “gramíneas perennes” como la fertilidad química aportada por “especies leguminosas” como la alfalfa eran influenciadas positivamente por las mismas. La alfalfa, beneficiada por los contenidos medios a altos de fósforo, altos porcentajes de saturación de bases del complejo de intercambio y pH neutro mostraba muy buena persistencia, aceptables niveles de producción y un importante aporte de nitrógeno por fijación biológica.

En esta época, el rastrón, la rastra de discos doble, el arado de reja y en menor grado el cincel eran las labranzas predominantes. En 1984, se inician las primeras experiencias con siembra directa (SD) en INTA Anguil y a partir de mediados de los 90 se comienza a desarrollar de manera importante la SD en los suelos arenosos del Este de La Pampa. Principalmente en el establecimiento de cultivos anuales, siendo girasol y las pasturas los

más tardíos en ser establecidos en SD. Debido a las dificultades que presentaba la maquinaria existente para lograr buenos establecimientos en suelos con cobertura, se comienzan a ensayar barre rastrojos para la siembra de girasol y en pasturas se buscan antecesores más adecuados como trigo.

En la actualidad, luego de transitar un periodo de 20-30 años de la denominada agriculturización, donde la ganadería y lo que quedo de las pasturas perennes fueron relegadas hacia suelos de menor potencial productivo, la situación es distinta (bajos anegables, salinos, ambientes arenosos y/o con escaso espesor). En el presente es necesario reconocer el “nuevo escenario” que se presenta para las pasturas perennes en lotes “agrícolas” que sin dudas no es el mismo de hace 30 años. Esto, es percibido por el productor y los profesionales que cuando la consideran como forrajera expresan: “La alfalfa produce menos, no persiste como antes, no encuentro nódulos, se me defolia con mayor frecuencia”.

También persiste la mirada de la pastura perenne como una opción para recuperar la **fertilidad de los suelos**. Suelos que se han densificado muestran con frecuencia problemas de encostramiento provocando encharcamiento temporario, distribución desuniforme del agua de lluvia, escurrimiento hacia ambientes más bajos; generando dificultad para que los cultivos utilicen el agua y/o problemas de anoxia, salinización. En estas situaciones la pregunta es si las pasturas perennes (¿y qué pasturas?) pueden recuperar la condición física de los suelos o si la degradación que ha experimentado el recurso limita los efectos positivos que la pastura podría generar.

Indudablemente que la información generada en el pasado, en otro escenario productivo, debe “ser revisada/validada” bajo las condiciones actuales. En este sentido y para ser objetivos en el análisis que podemos realizar y las recomendaciones que “podemos aproximar” se presentan de manera resumida algunos datos que pueden ser de utilidad:

1) Densificación de los suelos:

La presencia de encostramiento superficial y de densificaciones subsuperficiales (8 a 15cm) que se localizan normalmente más cercanas a la superficie que los denominados “piso de

arado” se muestran como importantes condicionantes para el desarrollo de las raíces (Foto 1, girasol; Foto 2, alfalfa; Foto 3, maíz). Estas densificaciones en general no son uniformes, variando en cuanto a espesor, profundidad y resistencia a la penetración en cortas distancias. En muchas ocasiones se pueden visualizar como manchoneos en el cultivo (Foto 4) el cual puede además presentar estrés hídrico por sectores e incluso senescencia anticipada. La alfalfa es una de las especies más sensibles a las densificaciones, provocándole un escaso desarrollo de raíces y nodulación, pérdidas de plantas durante el establecimiento y menor persistencia de la pastura.

Antes de realizar la implantación de una pastura, es necesario realizar un muestreo a nivel de lote (especialmente luego de una lluvia), donde se recomienda: Reconocer la estructura del suelo (enconstramiento, etc). Determinar si existe algún tipo de densificación/compactación en el perfil del suelo, a que profundidad y que espesor presenta, para determinar que implemento se debería usar (cincel hasta los 15 cm, paratill hasta los 24 cm y a mayor profundidad subsolador). Observar raíces de diferentes malezas/cultivos, ya que son “sensores” de estas densificaciones y marcan la profundidad de las mismas a través de desvíos en el crecimiento radicular o ensanchamientos (Foto 1). En la imagen se observa que el 20 % de las plantas presentaron un crecimiento radical adecuado con un potencial de rinde de 2500 kg/ha, mientras que en el 80 % restante, sus raíces se vieron afectadas por problemas de densificación/compactación, reduciendo el rendimiento del cultivo a nivel de lote a 1600 kg/ha.



Foto 1: Raíces de girasol en el lote de un productor. Dónde: E1, E2, E3 y E4 representan los diferentes tipos de crecimiento de raíces encontrados en el lote, con sus respectivas proporciones (%) y rendimiento estimado de cada uno (kg/ha).



Foto 2: Raíz de alfalfa en suelo compactado.



Foto 3: Raíz de maíz en suelo compactado



Foto 4: Desuniformidad de cultivo de soja a causa de compactación de suelo.



Foto 4: Densificación superficial/subsuperficial que limita la captación del agua de lluvia por pérdida de porosidad del suelo.

2) Disponibilidad de fósforo:

Las especies forrajeras adecuadamente nutridas utilizan con mayor eficiencia los recursos del ambiente, logrando mejorar la tasa de crecimiento (adelantan la oferta forrajera) y cuando se los utiliza en el momento oportuno, presentan mayor calidad que aquellos que crecen con deficiencias nutricionales.

La Figura 1 muestra los cambios en los contenidos de fósforo (P) luego de 20 años para 4 lotes del Oeste de Buenos Aires. Teniendo en cuenta que 20 a 25 ppm son considerados contenidos adecuados para cubrir los requerimientos de alfalfa, resulta evidente que la productividad de la pastura ha pasado a ser fuertemente condicionada por la disponibilidad de este nutriente. En la Figura se puede observar la disminución en los contenidos de P en los primeros 20 cm del perfil, en cuatro suelos evaluados durante 1998-2018. Por ejemplo, el suelo 2 en 1998 presentaba 20 ppm y 7,5 ppm en el 2018, esto refleja una tasa de pérdida de 0,62 ppm/año. La información de los últimos 20 años con respecto a la caída de fosforo evaluada en establecimientos de productores, diferenciando campos arrendados y propios, muestra que se ha registrado importantes descensos en los niveles de P, siendo más importante en campos arrendados (1 ppm/año) respecto de campos propios (0,5

ppm/año); probablemente debido a que en estos últimos resulta mayor la fertilización con P.

En el caso del P, debido a su escasa movilidad en el suelo, resulta fundamental la aplicación antes de la siembra. En pasturas perennes, las dosis a aplicar de este nutriente pueden ser levemente mayores a las que se utilizan para especies anuales, con el objetivo de favorecer una adecuada implantación (mejora la proporción de plantas establecidas) y, además, debido a su efecto residual, el P “excedente” puede ser utilizado en los años posteriores. Al respecto, se ha acordado con productores iniciar una serie de experiencias en fertilización de pasturas a fin de valorar en cuanto condicionan algunos nutrientes la producción y persistencia de las mismas.

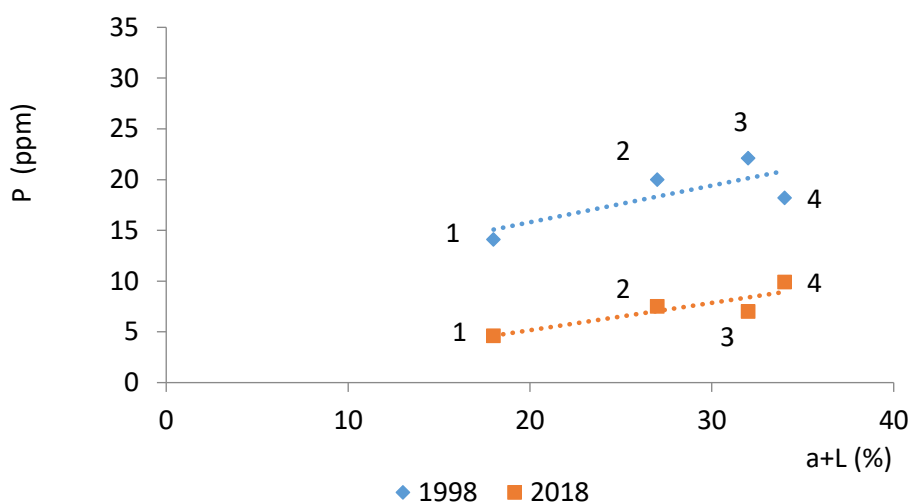


Figura 1: Disponibilidad de fósforo (P) en función de la textura y el tiempo en cuatro lotes (1, 2, 3, 4) del CREA Mari Lauquen/30 de Agosto.

3) Otros factores:

Otros factores del suelo que en principio parecen tener menor incidencia pero que se han manifestado en algunos casos en niveles limitantes son el pH, la saturación de bases del complejo de intercambio y la disponibilidad de nitrógeno en el caso de pasturas de gramíneas. Experiencias exploratorias mostraron una importante respuesta en producción

y calidad a la fertilización nitrogenada realizada principalmente en agosto/setiembre y en febrero.

El valor de pH en el suelo sirve como un indicador de acidez o alcalinidad del mismo. El valor óptimo para la producción de alfalfa es de alrededor de 6,8. Valores menores estarían limitando la producción y persistencia del cultivo.

Por lo expuesto, es necesario REPENSAR algunas estrategias de manejo para hacer más eficiente la producción de forraje y persistencia de las pasturas perennes, y además posibilitar que las mismas puedan “retomar el rol de recuperadoras de la fertilidad de los suelos”. En sucesivos informes vamos a ir compartiendo un resumen de los resultados de experiencias que se vienen desarrollando para dar respuesta a numerosos interrogantes que se han planteado y que compartimos.

Algunas experiencias regionales en producción e indicadores de calidad de suelo

En esta oportunidad analizaremos los resultados de una experiencia que tuvo como objetivo evaluar el efecto que tiene un planteo mixto de rotación (5 años de cultivos agrícolas y 5 años de pasturas) en los contenidos de materia orgánica y en algunas propiedades físicas de suelo con respecto a una situación agrícola y a una pastura permanente de pasto llorón que es considerada como suelo de referencia.

Dentro de la EEA INTA Anguil, se estableció una pastura de pasto llorón que hoy tiene alrededor de 60 años de historia. En el mismo lote, hace 13 años (año 2007) una parte del suelo bajo llorón pasó a ser usado en agricultura continua donde el 60 % de los cultivos fueron gramíneas, y paralelamente hace 13 años se comenzó a evaluar una situación mixta en la cual se establecieron 5 años de cultivos anuales (2007-2012) y 5 años de pasturas perennes como alfalfa+agropiro y agropiro+festuca (2012-2018).

Suelo de referencia, Llorón



Planteo mixto, Alfalfa+Agropiro



Planteo mixto, Festuca+agropiro



Agrícola



Si bien las Tablas y Figuras pueden generar alguna dificultad en el lector, las mismas son imprescindibles para dar sustento a lo que se expresa en el texto. Por ello, trataremos de simplificar en el texto lo contenido en las mismas y evitar entrar en detalle.

La Figura 2 muestra la infiltración del agua, que simularía las precipitaciones, en un periodo de tiempo (volumen y tasa de entrada de agua). La entrada de agua fue mayor bajo agropyro+alfalfa, festuca+agropyro y llorón respecto al suelo agricultura continua de 13 años. Si bien ambas pasturas (agropyro+alfalfa, festuca+agropyro) presentaron valores intermedios entre llorón y agrícola, resultó interesante que el suelo bajo agropyro+alfalfa se aproximó al valor de infiltración del llorón.

En cuanto al suelo agrícola se puede inferir que el manejo ha deteriorado el sistema poroso, por lo cual la infiltración fue considerablemente menor. La cantidad de agua que infiltró en

los 90 min en el suelo agrícola fue 124 mm, mientras que en los demás manejos, esa infiltración se registró a los 42, 30 y 22 min en festuca+agropiro, agropiro+alfalfa y en llorón, respectivamente. Esto pone de manifiesto que el suelo Agrícola ha sufrido cambios en el comportamiento hidráulico, posiblemente debido a una disminución de la porosidad total, macroporosidad y tipo de estructura (laminar) tal como se planteó anteriormente.



Imágen que refleja la metodología de infiltración a campo en suelo bajo llorón, pastura y agrícola.

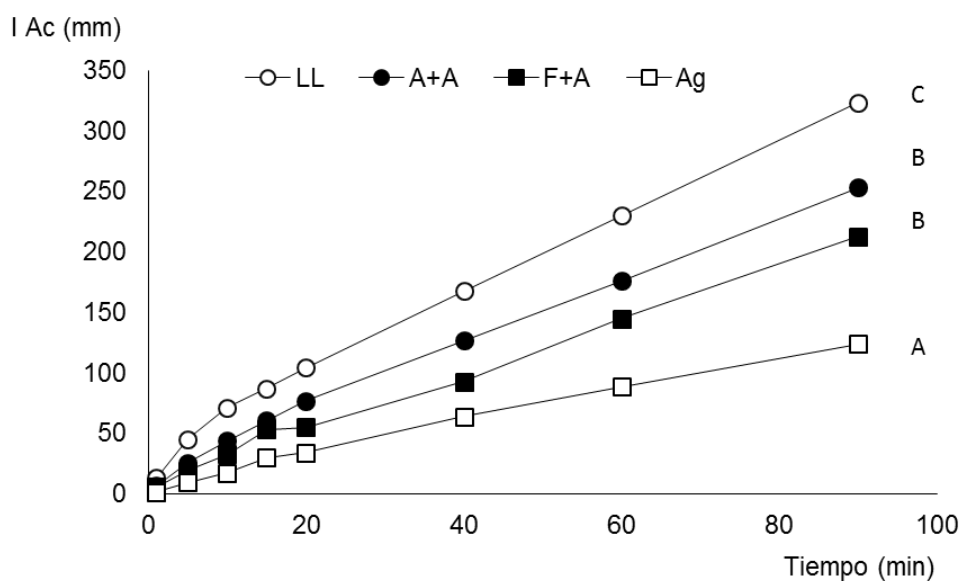


Figura 2: Infiltración acumulada (I Ac) en llorón (LL), festuca+agropiro (F+A), alfalfa+agropiro (A+A) y agrícola (Ag).

En la Figura 3 se presenta la biomasa de raíces en kg materia seca/ha de los primeros 100 cm de profundidad. Al evaluar la estratificación de las mismas, en los primeros 20 cm se observó que se concentró la mayor proporción de raíces, estas fueron aproximadamente de 14.000 kg/ha para el suelo bajo llorón, ambas pasturas (festuca+agropiro, agropiro+alfalfa) presentaron 10.000 kg/ha y el suelo agrícola cerca de 4.000 kg/ha. Este estudio muestra un aporte interesante de mayor contribución de raíces de agropiro+alfalfa en los 20-40 y 40-60 cm de profundidad respecto de la situación agrícola y llorón. En total a los 100 cm de profundidad se cuantificó las siguientes biomases en materia seca raíces: agrícola 6.540 kg/ha, festuca+agropiro 14.255 kg/ha, agropiro+alfalfa 18.458 kg/ha y llorón 16.981 kg/ha.

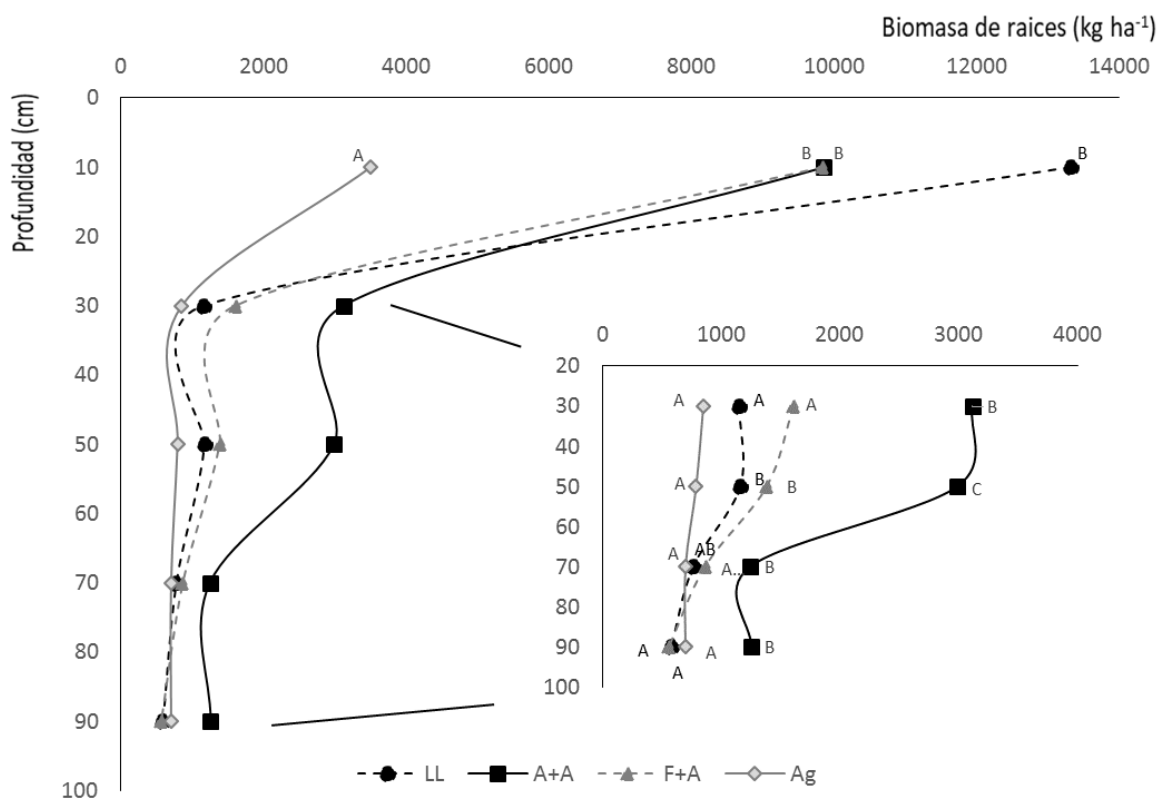


Figura 3: Distribución de biomasa de raíces en llorón (LL), agropiro+alfalfa (A+A), festuca+agropiro (F+A) y agrícola (Ag) hasta 100 cm de profundidad.

En las pasturas existe entre 3 y 4 veces más biomasa en las raíces (en peso seco) que en la parte aérea. En zonas semiáridas las plantas deben invertir una considerable proporción de su productividad anual en la formación y mantenimiento del sistema radical para asegurar un suministro apropiado de agua. El mayor valor de biomasa de raíces respecto a la biomasa aérea fue encontrado en la pastura, lo cual, le confiere un gran potencial de fijación de carbono en profundidad a través de la producción de biomasa radicular. En tanto que, esto explicaría el aumento de la materia orgánica en la etapa de pastura de la rotación. Estudiar y evaluar cantidad de raíces es de suma importancia ya que el contenido de materia orgánica del suelo se relaciona principalmente con la biomasa de raíces y en menor medida con la de los residuos aportados sobre la superficie del suelo.

Pero, además, es necesario evaluar las limitantes que presenta el suelo ya que estudios han reportado que las raíces tienen un menor crecimiento en suelos densificados/compactados debido a la dificultad de penetrar y colonizar el suelo a fin de generar nuevos poros.

Las rotaciones de cultivos anuales, alternados con pasturas, resultaron ser una buena herramienta de manejo para considerar en suelos donde existen problemas de compactación o densificación. Al introducir plantas cuyas raíces penetren y exploren mayor profundidad de suelo, se pueden generar poros más estables los cuales al descomponerse generen bioporos, que pueden ser utilizados/aprovechados por cultivos posteriores. Esta perforación biológica es muy dependiente de los cultivos que integran la rotación. Algunos reportes indican que la formación de bioporos es menor en rotaciones con oleaginosas y leguminosas anuales con respecto a cultivos perennes como la alfalfa, debido a que esta pastura puede potenciar la generación de una mejor estructura de suelo con macroporos más estables. Las rotaciones más diversificadas y con mayor proporción de gramíneas presentan una mejor condición física, mejorando la proporción de poros, en relación a aquellas rotaciones menos diversificadas.

El suelo bajo uso con llorón es considerado condición de referencia (100%), debido a que representa un suelo en un óptimo estado de conservación para las condiciones

edafoclimáticas de la región, debido a esto, se consideró como valor de referencia (100 %) en los distintos indicadores que se presentan en la Tabla 1. Los valores de los indicadores evaluados después de 5 años del efecto de las pasturas (F+A y A+A), se encontraron más próximos a los valores del llorón que al uso agrícola, particularmente la pastura agropiro+alfalfa presentó valores de indicadores similares a la pastura de referencia (llorón), presentando además mayor cantidad de raíces que las cuantificadas bajo pastura de llorón. Estos resultados indicarían que sistemas mixtos de rotación con pasturas perennes, y más aún si se incluyen especies leguminosas, podrían mantener condiciones muy favorables de fertilidad física, química y biológica, generando condiciones adecuadas para mantener y/o aumentar los contenidos de materia orgánica del suelo.

Tabla 1: Valores relativos de los indicadores de suelo con respecto al uso bajo pasto llorón (LL), para festuca+agropiro (F+A), agropiro+alfalfa (A+A) y agrícola (Ag).

	MO	MOJ	DA	PT	Ma	CR	DAM	I Ac	I B	Raíces
LL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F+A	85	97	123	86	74	106	104	66	72	84
A+A	91	100	110	89	81	107	100	78	77	108
Ag	68	55	128	78	59	125	106	38	37	39

Materia orgánica total (MO), materia orgánica joven (MOJ), densidad aparente (DA), porosidad total (PT), macroporos (Ma), compactación relativa (CR), densidad aparente máxima (DAM), infiltración acumulada (I Ac), infiltración básica (I B).

Al momento de la siembra de las pasturas (2012), el contenido de MO (0-20 cm de profundidad) se encontraba en 2,18 %, luego de 5 años de producción se elevó a 2,37 % en festuca+agropiro y 2,47 % en agropiro+alfalfa. Estos resultados reflejan un incremento del 9 % en el contenido de materia orgánica en el caso de F+A y de un 13 % para A+A, confirmando el efecto benéfico de la rotación con pasturas perennes sobre el balance de

carbono. Por su parte el uso bajo agricultura disminuyó entre el 2012 y 2018 en 7 %, mientras que el uso bajo llorón mantuvo sus niveles.

Tabla 2: Materia orgánica total (MO) para los distintos usos de suelo: llorón (LL), festuca+agropiro (F+A), agropiro+alfalfa (A+A) y agrícola (Ag).

Año	MO (%) 0-20 cm			
	Ag	F+A	A+A	LL
2012	2,29	2,18	2,18	2,50
2018	2,13	2,37	2,47	2,48

Conclusiones

El trabajo confirmó el efecto benéfico de incluir pasturas perennes en la rotación sobre la captación del agua de las precipitaciones (mayor infiltración), la generación de poros/macroporos (densidad aparente, porosidad total y macroporosidad) responsables de captar y distribuir el agua de las lluvias, y sobre el contenido de materia orgánica.

La pastura compuesta por leguminosa y gramínea (A+A) fue la más cercana a la situación de referencia que en este caso era el suelo bajo llorón.

Los cultivos anuales en la secuencia agrícola no serían suficientemente efectivos en mantener y/o formar macroporos como tampoco en mantener los niveles de materia orgánica, al ser comparado su efecto con las pasturas perennes y permanentes. Uno de los indicadores más afectado fue la infiltración, la que se redujo ampliamente luego de 13 años de agricultura continua.

Este ensayo va a continuar evaluando la tendencia de las propiedades edáficas durante el próximo periodo de cultivos anuales comprendido entre el 2019-2023.

Estos resultados/comentarios son productos de un trabajo expandido en la revista Ciencia del Suelo, aceptado en enero (2020).

Para mayor información comunicarse con técnicos del grupo “Gestión ambiental, agua, suelo y vegetación natural” y AER G. Pico de la EEA INTA Anguil.