

Pastos y pastizales. Ciencia, docencia y desarrollo de tecnología

Martín Oesterheld

**IFEVA, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires/CONICET.
Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina**

Introducción

Esta charla relatará tres breves historias, una para cada uno de los tres elementos del título: la ciencia, la docencia y el desarrollo de tecnología. Pretendo contar lo que hago, lo que hacemos quienes nos dedicamos a la vida académica: a la investigación, la docencia y el desarrollo de tecnología. Hay en el público colegas, a quienes no creo que estas palabras les aporten mucha novedad pero les sirvan para reflexionar sobre lo que hacemos. Pero también hay personas más alejadas al mundo académico, a quienes espero mostrar nuestro trabajo. Personas que hace 15 o 20 años me miraban desde abajo y me preguntaban en puntas de pie apenas llegando a la altura de la mesa de la computadora, «qué estás haciendo papá», o «qué descubriste hoy», otras que hoy me miran desde esa misma altura con las mismas preguntas, y otras ya adultas que al pie de la parrilla un domingo de verano no podían entender claramente por qué tenía que trabajar al día siguiente si no había alumnos en la facultad o por qué me tomaba 15 días de vacaciones si me correspondían 45. A estas personas menos familiarizadas con mi actividad está especialmente dirigida esta charla.

Primera historia, la ciencia

La primera historia es predominantemente sobre ciencia. Sobre la búsqueda del conocimiento para comprender mejor algo. Es sobre los pastos, las hojas muertas y los herbívoros.

La familia de los pastos ha evolucionado en un contexto de sequía, espacios abiertos, fuego y grandes herbívoros. Si bien parecen haber aparecido inicialmente en sotobosques, los pastos rápidamente se expandieron y formaron amplios pastizales en los que pululaban grandes herbívoros que de ellos se alimentaban. Las sequías y los frecuentes incendios mantenían a raya a los árboles y los pastos estaban a sus anchas. Pero estaba ahí el problema de los herbívoros. Como a cualquier planta, a los pastos no les viene muy bien que alguien les coma las hojas. Y, sobre todo, no les viene bien ser comidos al mismo tiempo que su vecino no lo es. Muchos investigadores han estudiado la forma en que los pastos se defienden de los herbívoros, es decir la forma en que evitan ser comidos o muy comidos, y toleran a los herbívoros, es decir pueden crecer y reproducirse aun ante el hecho consumado de ser comidos.

Cuando estaba haciendo un experimento para entender algunos aspectos de esta respuesta de los pastos a los herbívoros observé algo que es el comienzo de esta historia. Tenía que preparar más de 200 plantitas de *Briza subaristata* y por una cuestión de prolijidad pensé que las plantas debían iniciar el experimento sin las hojas muertas. Ustedes saben que muchas especies de plantas dejan caer las hojas que mueren. Este es un proceso activo: las hojas se vacían de nutrientes que pueden ser utilizados por el resto de la planta y se forma un tejido especial que se ocupa de separar la hoja muerta, que así se cae al suelo. Todo el proceso se llama abscisión foliar. Pero a *Briza subaristata*, como a la mayoría de las especies de pastos, las hojas no se le caen después de morir. Quedan tenazmente unidas a la planta, en algunos casos por años. Cuando iba por la planta número ciento y pico en mi tedioso trabajo de cortar con una tijerita las hojas muertas de *Briza subaristata* pensé por qué no se le habían caído naturalmente, y por qué a muy pocos pastos se le caían las hojas por abscisión.

En ese tiempo, estaba tomando un curso de Ecología Evolutiva con Larry Wolf, profesor de la Universidad de Syracuse. En el curso no hacía otra cosa que mostrarnos aspectos del comportamiento animal y preguntarnos «¿Por qué?» Todavía puedo ver y escuchar nítidamente la gesticulación y la entonación dramática que imprimía a ese «*Why?*» Y los alumnos debíamos responder en términos evolutivos. La lógica era que si ese comportamiento existía era porque había sido moldeado por la selección natural y, por lo tanto, debía conferir un beneficio al que lo poseyera en términos de supervivencia y capacidad de dejar descendencia. Se puede argumentar duramente y a veces con razón contra esta lógica, pero es sumamente poderosa como generadora de ideas y como vehículo de enseñanza. En ciencia la respuesta inicial que uno da a un por qué, como por ejemplo lo eran las que dábamos como alumnos de ese curso, se llaman hipótesis.

Volvamos a mi planta número ciento y pico. ¿Por qué no se le caerán las hojas muertas a los pastos? La hipótesis que pensé fue que retener las hojas muertas las defendía contra los herbívoros. Como les dije, las hojas muertas fueron vaciadas de nutrientes antes de morir, por lo cual son un alimento de mucho menor calidad que las hojas vivas. Una mata de pasto que tuviera las hojas vivas entremezcladas con las muertas sería un bocado mucho menos atractivo que una mata de pasto que dejara caer sus hojas muertas y quedara con hojas vivas solamente. Me puse a leer un poco y encontré, sin embargo, que no todas las especies de pastos retenían sus hojas muertas. Algunas las hacían caer mediante procesos parecidos a los de cualquier otro tipo de planta. Entonces había variación en la retención de hojas muertas. ¿Por qué algunas especies se deshacían de las hojas muertas y por qué otras las retenían? La hipótesis se hizo un poco más compleja: las hojas muertas efectivamente defendían a los pastos contra los herbívoros, pero también representaban un costo. La retención de las hojas muertas sombreaba a las hojas vivas y entonces las plantas con las hojas muertas crecían menos. Esta hipótesis planteaba entonces un balance entre las ventajas de ser defendido ante la presencia de herbívoros y las desventajas de crecer menos en ausencia

de ellos. Me puse a buscar un poco en la biblioteca y no encontré que este tema hubiera sido tratado así en el pasado.

Si la hipótesis fuera cierta, ¿cómo deberían ser las cosas? Es decir, ¿cómo funcionarían los pastos de acuerdo con esta hipótesis? Esa pregunta tiene un gran número de respuestas posibles, cada una es una predicción de la hipótesis. Yo pensé en la siguiente: si tuviera en el campo plantas de un pasto, algunas de ellas con las hojas muertas tal cual son y otras a las que se las sacara como en mi experimento con *Briza*, las que conservaran las hojas muertas deberían crecer más que las de las hojas removidas si hubiera herbívoros, pero debería ser al revés si no los hubiera.

El tema quedó allí hasta muchos años más tarde, cuando, ya en Buenos Aires, apareció un estudiante de posgrado, Antonio Mingo, buscando tema de trabajo de tesis. Él llevó adelante un experimento que replicaba la situación planteada por la predicción. En un pastizal hizo una pequeña clausura en la que dividió parcelas y en cada parcela marcó plantas de *Paspalum dilatatum*. A la mitad les sacó las hojas muertas y a la otra mitad se las dejó. En algunas parcelas dejó que pastoreara una vaca y en otras no. Como en la mayoría de nuestros trabajos, tuvimos que resolver un problema práctico. ¿Cómo encontraríamos a las plantas tratadas? No podíamos ponerles una banderita porque afectaría el comportamiento de los herbívoros. Les pusimos un anillo de metal enterrado alrededor, mapeamos aproximadamente su ubicación y las buscamos con un detector de metales. Al final del experimento, Antonio cosechó las plantas, midió cuánto habían crecido en biomasa y observó lo que predecía la hipótesis: las hojas muertas funcionan como una defensa, una protección contra los herbívoros, pero representan un costo cuando los herbívoros no están. En el otoño de 2009 publicamos un artículo (Mingo y Oesterheld 2009) contando todo esto, la idea, la hipótesis, la predicción, el experimento, sus resultados y su conclusión, con lo cual el trabajo quedó terminado.

Este verano, en febrero de 2011, recibí un correo electrónico de un suizo desconocido para mí. El correo decía: «Dear Dr. Oesterheld, Your paper in *Oikos* on leaf abscission has inspired us to test your hypothesis on another group of grasses, the Danthonioideae. Our results clearly corroborate your study! Please find attached the result of our research. All best wishes, Alex». Sorprendido, me imaginé a estos suizos repitiendo en algún prado alpino el experimento de Antonio Mingo. Pero al abrir el archivo con el artículo que me mandaban resultó algo muy diferente (Antonelli et al. 2011). De la misma hipótesis ellos habían deducido una predicción totalmente diferente, pero igualmente coherente: en lugares de la Tierra en los que los herbívoros hayan dejado de estar presentes por un largo tiempo debería verse en la evolución de los pastos un mayor número de pasajes de retención a abscisión de hojas muertas.

En el mundo solo el 3% de las especies de pastos pierden sus hojas muertas. Como Nueva Zelanda no tuvo una fauna de herbívoros mamíferos,

los investigadores predijeron que la proporción de especies que perdieran sus hojas muertas debía ser más alta en Nueva Zelanda. Y efectivamente fue así: el 9% de los pastos de Nueva Zelanda tiene abscisión foliar. Y el continente con mayor proporción que le sigue tiene 3%. NZ tiene el 12% de las especies de pastos con abscisión foliar y el 53% de las Danthonoideas con abscisión foliar. Además observaron que cuando un linaje presentaba una transformación de hoja muerta persistente a abscisión foliar, en Nueva Zelanda el linaje se subdividía luego en numerosas especies (radiación), mientras que en otros continentes parecían situaciones aisladas. En definitiva, la misma hipótesis sometida a un desafío totalmente diferente sigue sobreviviendo.

Esta primera historia ilustra una de las maneras en que trabajamos en el sistema académico. Tratamos de formular preguntas interesantes y responderlas. Hay una comunidad universal, sin fronteras, que se interesa pero a la vez sospecha y cuestiona. Nuestro impacto se basa en resolver asuntos no resueltos que sean de interés para comprender cosas grandes. Y la principal motivación es conocer. El trabajo es maravillosamente creativo, desde las ideas iniciales hasta la interpretación, pasando por el diseño y la ejecución del trabajo experimental. Les decía que esta historia ilustra, de los tres temas de la charla, el de la ciencia.

Segunda historia, la docencia

Todo este tiempo, desde aquel día que golpeé la puerta de la oficina de Rolando León, ha sido un tiempo de docencia. Docencia en el aula, pero también docencia en las oficinas, los laboratorios, el campo. La segunda historia tiene que ver con las transformaciones que sufrió mi entorno de trabajo durante esos años. Y es fundamentalmente una historia de docencia.

Con la excepción de cuatro fugaces años de doctorado en Estados Unidos, toda mi carrera profesional la desarrollé en el mismo grupo. Cuando entré, el grupo era conocido como «la cátedra de Fisiología», luego como el Prosag y ahora como el IFEVA. Estos cambios de nombre reflejan distintos estadios de reconocimiento institucional de parte de la universidad y del Conicet a los que no me voy a referir. Me concentraré en las personas. Unos 20 años antes de que yo entrara, lo que luego se transformaría en el instituto IFEVA podía ser representado por un investigador, Alberto Soriano, y varios estudiantes o graduados en formación (Figura 1). Cuando entré en el año 1979, se lo podría representar como un manójo de investigadores, quienes junto con Soriano estaban formando jóvenes investigadores. Veinte años más tarde, en el grupo había 21 investigadores formando estudiantes de grado y posgrado. Actualmente, el grupo tiene 43 investigadores formando estudiantes.

¿Por qué digo que esta es una historia de docencia? Porque quienes llegaron a tener una función de investigador lo hicieron porque fueron entrenados por algún otro. Casi la totalidad de los que se ven aquí como investigadores formados recibieron al menos una parte importante de su

formación, si no su totalidad, dentro del instituto. Y en la gran mayoría de los casos, la historia empieza en el aula. En el aula de un curso, por lo general de grado, a veces de posgrado, suceden dos cosas muy importantes. Por un lado, el docente está haciendo su trabajo de educar a un número relativamente grande de alumnos que están de paso. Y esta parte es crucial. Durante esta historia que les estoy contando miles y miles de estudiantes fueron influidos por este grupo de personas. Pero por otro lado, uno o unos pocos estudiantes pueden estar notando el despertar de una vocación, de una inclinación que desconocían, de una fascinación novedosa, de una irresistible necesidad de no estar de paso, de quedarse porque uno quiere más de eso. Y el resultado es que alguno de esos alumnos golpeará la puerta como me pasó a mí con Rolando o enviará un mail, como suele hacerse ahora. Como en la parábola del sembrador, o en la teoría de los sitios seguros de Harper, muchas de esas iniciativas no prosperan, pero unas pocas sí y luego de un largo tiempo de maduración, de trabajo junto a la persona que eligieron para que los dirigiera se convierten en árboles listos para dar semilla.

¿Qué sucede durante ese tiempo de maduración? Director y dirigido están trabajando. No es un juego, no es un simulacro. La mayoría de ustedes deben estar familiarizados con el concepto de hospital-escuela, ya que parece tema dilecto de los creadores de series televisivas. Así como allí el estudiante está realmente curando, aquí también el estudiante está realizando investigación bajo supervisión. El problema es real y cuánto más desafiante es el tema de trabajo más potencial formador tiene. El dirigido trabaja y contrasta su trabajo con la guía que le ofrece el director. Con el tiempo, el estudiante sabe más que el director sobre el tema particular de trabajo y ha incorporado una serie de hábitos y habilidades producto de su interacción con el director y, naturalmente, con otros elementos del entorno (otros estudiantes, codirectores, docentes de cursos). El resultado es que en unos años el estudiante está en condiciones de supervisar a otros. En otras palabras, el resultado es lo que se ve en la Figura 1. Y la figura no muestra todo. Además de los que aquí figuran hay un grupo más numeroso aún que se formó en el IFEVA y que hoy trabaja en distintos lugares del país y del mundo.

Todo esto es bastante darwinista y por eso nada mejor para ilustrarlo que un linaje. Hace tres años, al cumplirse 10 años de la muerte de Alberto Soriano, le hicimos un homenaje en la Escuela para Graduados. Yo preparé su linaje académico, claramente incompleto (Figura 2). ¿Por qué incompleto? Porque solo incluye a los estudiantes que en ese momento estaban cursando el doctorado o la maestría y tenían directores de tesis cuya formación académica podía rastrearse hasta Soriano. Los estudiantes de ese momento están representados con los círculos más pequeños rojos. Soriano está representado en el centro. Y en lo que parecen círculos concéntricos están representados los investigadores que están dirigiendo tesis o que han dirigido a directores de tesis. Con colores diferentes se representan las distintas «generaciones» que se definen por el simple criterio que un dirigido y un director no pueden pertenecer a la misma generación. Las flechas obviamente señalan las

relaciones de director-dirigido (maestro-discípulo) y se puede ver que muchas veces más de una persona termina siendo responsable de la formación de un nuevo investigador. Es decir, está el padre o la madre, pero también está el tío, el abuelo, etc.

Este dibujo, que para darle forma final tuve la ayuda de Ale Mella transmite mucha vida, mucha dinámica. Uno puede ver estos puntos rojos e imaginarlos pronto desprendidos, con su madurez incipiente, moviéndose hasta transformarse en un óvalo de otro color en la periferia y atraer en algún aula a un incipiente círculo rojo que por allí pasará, pero que hoy está cursando la escuela secundaria. Y así se sigue construyendo esto, que como buen linaje puede asimilarse a un árbol. Soriano, ya muerto como el tejido central del tronco de un árbol, aún le da sostén, agua y nutrición a las partes vivas, activas. Pero Soriano no es en realidad el tronco sino que fue a su vez rama de otro, Parodi, y entonces solo estamos viendo una ramita de un árbol que apenas conocemos.

¿Qué relación tiene esto con los pastos y los pastizales? Mucha. Soriano abrió distintas líneas de trabajo y una de las importantes fue la ecología de pastizales y la ecofisiología de pastos. Es decir, que al atraer estudiantes y formarlos de tal manera que fueran a su vez formadores de estudiantes, fue desarrollando la ecología de pastizales en la Argentina. Soriano hizo muchas investigaciones relevantes sobre la Patagonia y otros pastizales. Pero si uno pudiera hacer por un momento el ejercicio imaginario de remover a Soriano de la historia, la pérdida más lamentable no sería ese conocimiento vacante. Lo que más habría que lamentar es la ausencia de este árbol, esta capacidad de conocer sobre los pastizales con que hoy cuenta la Argentina.

Yo soy solo un óvalo verde en ese linaje, mi contribución a él es mínima. Pero me considero un privilegiado por pertenecer a esta obra monumental. Por haber sido testigo cada día laboral de esa obra que se fue construyendo imperceptiblemente, diariamente desde hace tantos años. La obra de la docencia, que era el tema al que tenía destinada esta segunda historia que aquí termina.

Tercera historia, el desarrollo de tecnología

Desde el comienzo de mi trabajo siempre estuvo presente la vinculación entre lo que investigábamos y sus posibles aplicaciones a solucionar problemas agronómicos. Pero la idea que tenía sobre esa vinculación entre la investigación y su aplicación era bastante ingenua. Cuando escribía los primeros proyectos destinaba los últimos párrafos a frases del tipo «...los resultados de este proyecto serán utilizados por técnicos y productores para manejar los pastizales naturales de la Depresión del Salado sobre una base científica sólida». Y allí iba feliz por la vida a contar cientos de plántulas o a tironear de hojas muertas de pastos con la firme creencia de que esa mágica cadena de transmisión de conocimientos realmente existía.

Con el tiempo me fui dando cuenta de que tal cadena era muy débil y fragmentada. Por lo tanto, a mediados de los 90 me puse a trabajar en un proyecto que intentaría dar los pasos entre el conocimiento generado científicamente y el desarrollo y uso de una tecnología. Durante los primeros 15 años de mi carrera había estado trabajando en investigación básica, del tipo de la primera de las tres historias. Durante los siguientes 15 he seguido trabajando en ese tipo de investigación, pero además me embarqué en este proyecto.

El problema a solucionar era que conocíamos muy poco la productividad de los recursos forrajeros. El ganado en los sistemas de producción argentinos consume fundamentalmente forraje en pie, es decir, pastorea sobre pastizales y pasturas en pie. Por lo tanto, la velocidad con la que crece el pasto determina en buena medida cuánto ganado se puede mantener en estado productivo en una dada superficie. Esa velocidad con la que crece el pasto, los kilos por hectárea por día o por mes de nuevo pasto producido, se llama productividad. La productividad varía mucho entre recursos, entre potreros, por efecto del pastoreo o por efecto del suelo. También varía mucho en el tiempo: la de un año puede ser el triple de la de otro, la de un enero puede ser mucho más que el triple de la de otro enero.

Siempre habíamos visto a la productividad como la diferencia de cantidad de pasto entre dos fechas. Para estimar la productividad de una pastura o un pastizal había que estimar cuánto pesaba el pasto presente en un momento y cuánto pesaba el pasto, digamos, un mes más tarde. Esto representa muchísimo trabajo y tiene varias dificultades técnicas que no voy a detallar. La consecuencia es que hay muy pocos datos de productividad forrajera y hay muchos menos que estén adecuadamente estimados. Por lo tanto, a pesar de la gran importancia y variabilidad de la productividad los productores y técnicos tenían muy pocos datos al respecto.

Esta carencia de datos de productividad era clara, pero el problema no se me presentó como tal hasta que recibí la visita una mañana de Juan Adolfo Lafontaine. Lafontaine, asesor y productor agropecuario, fue a ver a su viejo profesor, Alberto Soriano, para pedirle datos sobre la productividad de pasturas y pastizales de la zona de Laprida, Provincia de Buenos Aires. Soriano lo derivó a mi oficina, seguramente porque quedaba cruzando el pasillo desde la suya. Le comenté a Lafontaine sobre la falta de datos, pero motivado por un trabajo que estábamos haciendo con Carlos Di Bella en ese tiempo, por lo que estaba haciendo José Paruelo en Estados Unidos, por otros trabajos previos del grupo, como el de Aguiar y otros en 1988, le comenté que mediante satélites se podía estimar la productividad de los recursos forrajeros. Que había mucho trabajo por delante, pero que algo se podía hacer. Lafontaine se entusiasmó inmediatamente con la idea y nos invitó a dar una charla ante la comisión de ganadería de AACREA para comenzar a trabajar.

Fuimos con Carlos. Mediante una transparencia de acetato (Figura 3), explicamos que si uno tiene una variable difícil de medir, como la productividad forrajera, pero esta variable está correlacionada con otra fácil de medir, como los datos que toman los satélites, se podría estimar la difícil a partir de la fácil. A los dos meses presentamos un proyecto con Carlos Di Bella y Esteban Jobbagy. No logramos embarcar a AACREA, pero Lafontaine nos invitó a trabajar con su grupo, el CREA Laprida. Al poco tiempo volvió José Paruelo de hacer su doctorado en Estados Unidos, donde había estado trabajando en estos temas y rápidamente formamos un equipo y el resto de lo que voy a contar lo hicimos juntos. Por el lado de los asesores, además del apoyo incondicional de Lafontaine contamos desde finales de los 90 con la ayuda de Fernando Pacín, asesor del CREA Lamadrid, quien aportó desde ideas cruciales hasta su casa para que desarrolláramos nuestro trabajo.

Estimar la productividad forrajera con datos satelitales implica un cambio de paradigma en la manera de considerar a la productividad. En lugar de intentar estimar las diferencias de biomasa en el tiempo, se debe estimar la cantidad de luz que en cada momento está absorbiendo el pasto y cómo transforma esa luz absorbida, esa energía, en pasto producido. Lo que los datos provenientes de satélites hacen bastante bien es estimar la proporción de energía solar que es absorbida por las hojas verdes de pasto. La radiación incidente es fácil de estimar. Por lo tanto, los satélites pueden decirnos mucho sobre la cantidad total de energía que absorbió una pastura o un pastizal durante un tiempo y si conocemos cómo transforma esa energía en biomasa tenemos la productividad. Como los satélites recorren la superficie terrestre de manera continua podemos tener entonces un sistema de seguimiento de la productividad forrajera. Para hacerlo realidad teníamos que hacer tres cosas: investigar, desarrollar el sistema y convencer e ilustrar a los potenciales usuarios sobre sus alcances y limitaciones. Esto último significa que el desarrollo de tecnología incluye a la extensión.

En lugar de seguir una secuencia lógica hicimos las tres cosas simultáneamente. Salimos a dar charlas antes de tener un sistema desarrollado y empezamos a pensar en el sistema antes de tener las investigaciones terminadas. Por el lado de la investigación, resolvimos en varios trabajos la forma en que distintos recursos forrajeros convierten la energía absorbida en biomasa. Por el lado del desarrollo, fuimos diseñando y poniendo en práctica distintas versiones que se fueron diferenciando fundamentalmente por la tecnología satelital sobre la que estaban basadas. En esta secuencia de mejoras fue crucial la tesis doctoral de Gonzalo Grigera y la aparición del sensor MODIS que cerró una brecha tecnológica que dificultaba mucho llegar a los productores con estimaciones a una escala espacial y temporal atractiva para ellos. También fue muy importante un subsidio de la Universidad de Buenos Aires durante el decanato de Fernando Vilella, el cual permitió la creación del Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección (Lart) que codirigimos con José Paruelo desde 2001. El Lart fue coordinado inicialmente por Juan Loreti, luego por Federico del Pino y desde 2007 por Dolores Arocena. Ellos junto a un

gran número de técnicos, pasantes y tesistas de grado y posgrado fueron haciendo crecer el proyecto. Por el lado de la transferencia, dimos decenas de charlas, escribimos varias veces lo mismo en gacetillas, libros y trabajos y nunca nos negamos a una nota periodística. En este aspecto, Fernando Pacin se convirtió en la voz más autorizada y clara para comunicar a asesores y productores las ventajas y limitaciones prácticas del seguimiento de la productividad forrajera y para crear formas de utilizarlo. En la actualidad, unos 500 productores correspondientes a un millón y medio de hectáreas cuentan con un seguimiento de la productividad forrajera de sus campos. Y todos los productores cuentan con un seguimiento regional de la productividad forrajera. Con esto termina la tercera de las historias que intentó mostrar un caso de desarrollo de tecnología aplicada a la producción agropecuaria y a la conservación de los recursos naturales.

Cierre

Estas tres actividades, ciencia, docencia y desarrollo de tecnología pueden competir por nuestra atención, nuestro tiempo. Es claro que dedicar un excesivo tiempo a la ciencia puede atentar, por ejemplo, contra preparar correctamente las clases o contra la prevalencia del proceso formativo sobre el productivo en una relación director-dirigido. Similares efectos negativos pueden observarse si cualquiera de los tres elementos atrae la mayor parte de la atención. Pero esta competencia tan sufrida por todos nos hace pasar por alto una zona de interacciones positivas entre las tres actividades. Hacer ciencia nos hace mejores docentes y nos pone en la posición ideal para llevar adelante adelantos tecnológicos. De la misma manera, dar clase nos hace mejores científicos porque nos obliga a mantener una visión amplia que evita el encasillamiento disciplinario y porque nos entrena para comunicarnos mejor. El desarrollo de tecnología alimenta a la ciencia de problemas y de respuestas y hace a la docencia mucho más rica en ejemplos y vivencias prácticas que tanto atraen a los alumnos. La ciencia de las hojas muertas se transformó en docencia en el momento en que un estudiante la tomó entre sus manos. Se puede transformar en tecnología en el momento que un fitomejorador empiece a buscar variabilidad en ese carácter como un medio de aumentar la palatabilidad de ciertas forrajeras. La docencia de Larry Wolf se transformó en la ciencia de las hojas muertas y la docencia de 40 años de vida de lo que hoy llamamos Ifeva cambió radicalmente la ciencia de la ecología de pastizales en la Argentina. La ciencia de las respuestas de las hojas a la luz y de las variaciones de eficiencia en el uso de la radiación se transformó en la tecnología del seguimiento de la productividad forrajera. Éste se transforma en docencia cada vez que un alumno de forrajes ve una curva de productividad generada por el sistema. Y el seguimiento de la productividad forrajera se transforma en investigación cuando lo usamos para responder preguntas sobre la variación espacial y temporal de la productividad. Sí, las tres actividades pueden llegar a competir y generar aberraciones, pero también pueden entrar en una especie de danza, en una armonía muy provechosa para las tres.

He buscado permanentemente un equilibrio entre estas tres actividades. Las tres son entretenidas, apasionantes. Las tres brindan grandes satisfacciones personales. De las inmediatas y de las más profundas. Pero por sobre todas las cosas las tres son críticamente necesarias para un país que depende tanto de sus recursos naturales y que necesita desesperadamente que crezca su capacidad de generar conocimiento y de operar con él sobre la realidad.

Bibliografía

Antonelli, A., A. M. Humphreys, W. G. Lee, and H. P. Linder. 2011. Absence of mammals and the evolution of New Zealand grasses. *Proc R Soc B* 278:695-701.

Mingo, A. and M. Oesterheld. 2009. Retention of dead leaves by grasses as a defense against herbivores. A test on the palatable grass *Paspalum dilatatum*. *Oikos* 118:753-757.

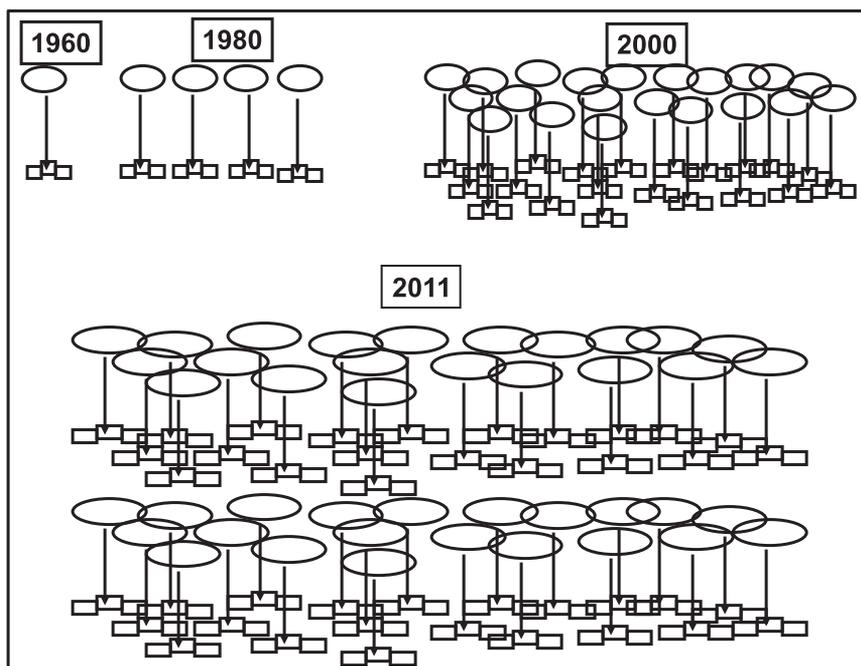


Figura 1. Crecimiento del grupo de investigadores que actualmente se denomina Ifeva. Las elipses representan investigadores formados, los rectángulos representan estudiantes de grado y posgrado. El número de investigadores es exacto, mientras que el de estudiantes es solo orientativo.

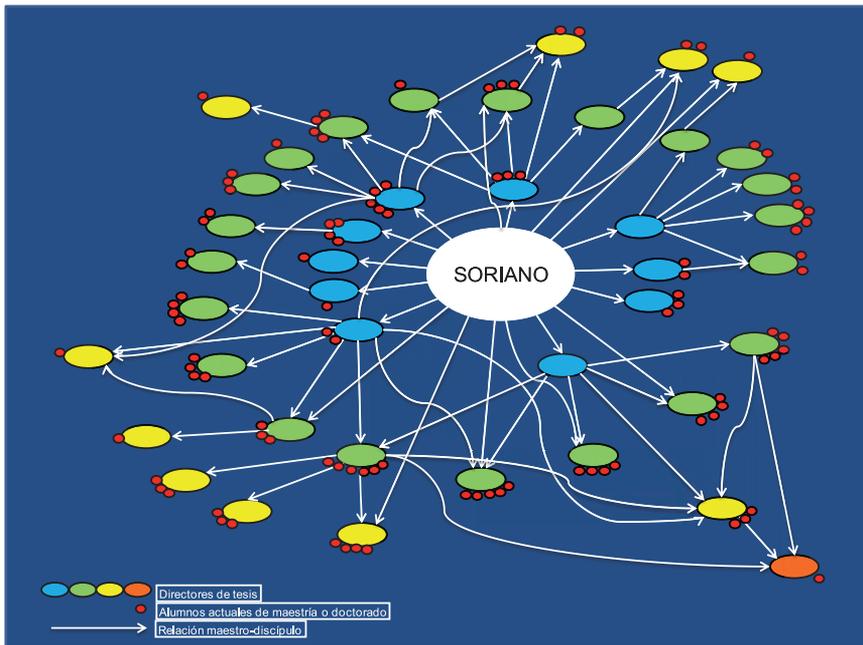


Figura 2. Incompleto linaje académico de Alberto Soriano. Los círculos rojos representan a los estudiantes de maestría y doctorado de la Escuela para Graduados de la Facultad de Agronomía, UBA, en octubre de 2008, cuyos directores de tesis fueron discípulos de Soriano o de alguno de sus discípulos. Los óvalos representan directores de tesis o «maestros» de distintas generaciones (colores) definidas por la condición de que un discípulo no puede pertenecer a la misma generación que su maestro. Las flechas indican relación maestro-discípulo determinada en la gran mayoría de los casos por los dichos de los discípulos y en unos pocos casos por conocimiento del autor. El linaje es incompleto porque solo se basa en una instantánea de los alumnos de la Escuela en un momento determinado. No incluye los muchos discípulos de Soriano que están en otros países o que, estando en la Argentina, no trabajaban en ese momento en relación con tesis de la Escuela para Graduados.

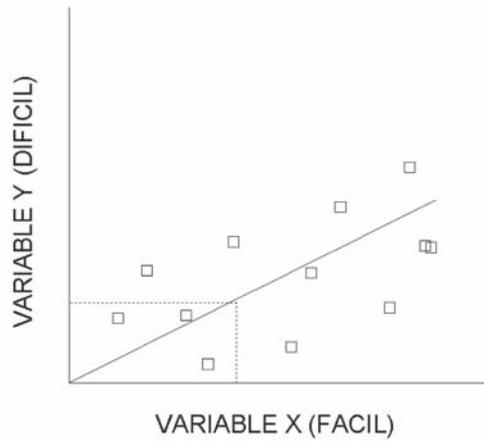


Figura 3. Transparencia original mostrada en la primera reunión en la que se presentó a AACREA en 1994 la idea de estimar la productividad forrajera a partir de datos satelitales. La figura muestra que con una adecuada calibración, una variable difícil de estimar directamente, como la productividad forrajera, puede ser estimada a partir de otra más fácil de estimar (como la radiación absorbida basada en sensores remotos). M. Oosterheld y C. Di Bella.