Capítulo II

La agricultura y las malezas: Pasado, presente y perspectivas

Eduardo S. Leguizamón[a]

[a] Departamento de Sistemas de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, S2125ZAA, Zavalla, Pcia. Santa Fe, Argentina
* Correo electrónico: esleguizamon1946@gmail.com

Sinopsis previa

- La revolución neolítica se inició hace unos 11.000 años.
- A través de un largo proceso de adaptación y evolución recurrente y flujo de genes entre cultivos y sus antecesores existe todo un *continuum* entre la típica planta ancestral silvestre y los cultivos elite de la actualidad.
- Simultáneamente con la evolución de los cultivos, otras formas se adaptaron al nuevo ambiente, constituido por los campos bajo cultivo, también llamado agro-ecosistemas[1], dando lugar así a la aparición de malezas.
- En la Argentina, recién durante la segunda mitad del siglo XX se produjeron avances tecnológicos que permitieron revertir un generalizado atraso: desarrollo de nuevas variedades, cultivares e híbridos, control de las malezas y capacidad de la maquinaria para cultivar y cosechar.
- En las últimas cuatro décadas se observa un crecimiento exponencial en el desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías.
- A pesar del enorme bagaje tecnológico desarrollado, los problemas de malezas siguen siendo importantes, ya que los procesos de adaptación y evolución de las poblaciones espontáneas son múltiples y complejos; los programas de manejo sustentables deben considerar esta cuestión fundamental.

[1] La aplicación de la ecología al estudio de agroecosistemas deriva en el término "agroecología", que consiste en la aplicación de los conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de sistemas agropecuarios sustentables.

Introducción: definiciones y conceptos

Agricultura (del latín *ager* = campo + *cultura* = cultivar) es el arte o ciencia de cultivar el suelo, incluyendo la cosecha de cultivos y la cría y manejo de ganado. También se la define como el conjunto de técnicas y conocimientos necesarios para cultivar la tierra, transformando el medio ambiente natural (Solbrig & Solbrig, 1996).

Las actividades relacionadas con la agricultura, integran el llamado "sector agrícola" y tienen su fundamento en la explotación de los recursos disponibles en un particular ambiente con el propósito de cultivar alimentos vegetales (cereales, frutas, hortalizas) y pastos, forrajes, fibras y tubérculos para la alimentación de todo tipo de animales. En las últimas décadas, la lista de actividades y subproductos relacionados con la agricultura se ha ampliado ostensiblemente, como por ejemplo, la obtención de bio-combustibles. Es una actividad de gran importancia estratégica y base fundamental para el desarrollo autosuficiente y la riqueza de las naciones.

Agricultura y medio ambiente

En las últimas décadas algunos aspectos de la agricultura intensiva o industrial despiertan cada vez más polémica. Algunos problemas derivados de la intensificación de la agricultura y especialmente del uso inapropiado de los recursos tecnológicos, están causando muchos problemas, entre ellos eutroficación de vías y cursos navegables, contaminación de napas y fuentes de agua, descenso de los niveles de fertilidad de los suelos, salinización, aparición de metabolitos tóxicos en diversas cadenas alimentarias, deforestación-desertificación, etc.

Si bien la agricultura puede tener un gran impacto en el medio ambiente, sus efectos pueden ser notablemente disminuidos si se tienen en cuenta las bases aportadas por la teoría ecológica, que brinda un cuerpo significativo de conocimientos para llevarla adelante desde un punto de vista sustentable.

El origen de la agricultura

La revolución neolítica, llamada también "transición demográfica neolítica", a menudo llamada "revolución agrícola" fue la primera revolución, históricamente verificable en la agricultura[1].

Los registros arqueológicos parecen indicar (Ver Caja Conceptual Nº 1) que la domesticación de varias formas de plantas y animales evolucionó en distintas regiones del planeta, comenzando hace unos 12.000 años (10.000-5.000 AC) (Barker, 2006). La revolución neolítica involucró mucho más que la sola adopción de un grupo de técnicas para producir alimento, ya que durante el Neolítico temprano, los pequeños grupos nómades de recolectores-cazadores se transformarían paulatinamente en sociedades sedentarias, primero reunidas en villorrios y pueblos y luego modificando radicalmente el medio natural por medio de la instalación de cultivos, sistemas de riego y de almacenaje, generando y conservando excedentes de alimentos. El hecho no sólo de producir alimentos, sino de conservar los excedentes para años posteriores creó las bases para que los pueblos crecieran y se convirtieran, gradualmente, en ciudades con alta densidad de habitantes. En ellas, la mano de obra se diversificó, se inventaron los sistemas comerciales y de intercambio y se desarrolló notablemente el arte, la arquitectura y la cultura. También se crearon administraciones centralizadas y estructuras políticas y un sistema despersonalizado del conocimiento (con regímenes de propiedad y de escritura). El ejemplo más nítido de este proceso puede comprobarse en las ciudades sumerias del oriente medio (ca 3.500 AC), una región que comprende el oeste de Asia y una parte del noreste de Africa, centrada en la península arábica.

El advenimiento y el desarrollo de la agricultura, mencionada para el Neolítico, su secuencia de aparición y las relaciones em-

[1] Varias teorías se han propuesto para arrojar luz sobre el origen y la historia de la Agricultura. Hasta el momento, se han descripto seis: *Teoría del Oasis, Hilly flanks, Feasting Model, Teoría Demográfica, De la evolución o la intencionalidad y Demografíticas.*

Caja Conceptual Nº 1

¿Fue el inicio de la agricultura durante al Neolítico?

Hasta años recientes, se ha considerado cierta la versión sobre la historia del origen de la agricultura según la cual el cultivo de las plantas comestibles apareció en forma más o menos repentina, en Oriente Próximo hace unos 10.000 años y de allí se extendió con rapidez hacia Europa. En un principio, la genética parecía apoyar esta versión, pero recientemente han comenzado a aparecer nuevas evidencias que han puesto en duda la certidumbre en torno a este modelo, es decir el establecimiento repentino de una agricultura eficiente basada en la selección artificial capaz de predominar con facilidad sobre la selección natural de las especies vegetales. Según esta teoría (Vavilov, 1926), la mayoría de los cultivos habían llegado de una única región geográfica, muy diversificada y surgieron a partir de un único evento de domesticación. Un modelo desarrollado por R. Allaby (Universidad de Warwick, Inglaterra), sugiere que la agricultura comenzó en realidad mucho antes de lo que se creía: hay evidencias arqueológicas en el yacimiento Ohalo II en Siria, en donde más de 90.000 fragmentos de DNA de plantas de hace 23.000 años demuestran que los cereales silvestres habían sido cosechados unos 10.000 años antes de la fecha que se consideraba como la más antigua en la historia de la agricultura, antes incluso del último máximo glacial (entre 18.000 y 15.000 años de antigüedad).

Estudios del genoma de cultivos como la cebada, cuyo origen se había estimado en el pasado dentro de una estrecha área geográfica y que apoyaba la hipótesis de un rápido establecimiento de la agricultura, han entrado en conflicto con otros estudios genéticos, ya que existen nuevas y amplias evidencias que apuntan a la teoría basada en la existenica de más de un ancestro común en su desarrollo. A la luz de estos hallazgos, el desarrollo de la agricultura parece haber sido mucho más lento de lo que se ha venido creyendo y no se basó en unas pocas especies específicas que fueron domesticadas, sino en un número más elevado, con combinaciones posteriores entre ellas, todo lo cual muestran que el surgimiento de las especies cultivadas es un proceso mucho más complejo.

píricas con otros sitios durante ese periodo, constituyen motivo de debate académico, ya que la aparición de la agricultura varía entre lugar y lugar. Más aún, cierta evidencia sugiere que el proceso no siguió la ley universal de "evolución social" (Caja Conceptual Nº 2). En la Figura 1 se observa un mapa del "Creciente Fértil" en el momento de su máxima expansión. La Figura 2 Ilustra tareas inherentes a la Agricultura en dibujos de la tumba de Nakht (18º Dinastía) en Egipto, mientras que la Figura 3 exhibe los centros de origen de la agricultura[2] y su difusión durante la prehistoria: el Creciente fértil (11.000 AC), las cuencas de los ríos Yangtze y Amarillo en China (11.000-9.000 AC), las mesetas altas de Guinea (9.000-6.000 AC), Méjico central (11.000-4.000 AC), noroeste de Sudamérica (10.000-4.000 AC), Africa subsahariano-alto Egipto (1.500-4.000 AC) y el este de Norteamérica (9.000-3.000 AC), entre otras. La Figura 4 ilustra tareas de recolección de cereal en Europa, durante la Edad media.

Origen y difusión de las plantas cultivadas

Mientras la agricultura se fue consolidando, la actividad de los humanos se concentró en el mejoramiento por selección de caracteres de interés: las plantas que poseían característi-

[2] Ver Caja Nº 4

Caja Conceptual Nº 2

¿Por qué una sociedad nómade se convierte en una sedentaria?

Hasta décadas recientes, la transición de nómades a sedentarios-agricultores era visualizada como una cuestión inherente al progreso: los seres humanos aprendieron a sembrar semillas y obtener cultivos, con lo cual se generaban excedentes alimentarios que permitían sostener poblaciones más numerosas. Esta forma sedentaria fue la base de ciudades, generándose más tiempo libre y más especialización; en definitiva la agricultura fue el meollo de la civilización que hoy conocemos. Existen evidencias sin embargo que la agricultura se adoptó a pesar de ciertas desventajas en el estilo de vida. Estudios paleo-patológicos comparativos muestran que la salud se deterioró en las poblaciones que adoptaron la agricultura basada en cereales, un retraso que sólo se revirtió en el siglo pasado. Esto fue debido, al menos en parte, a la difusión de las infecciones en las ciudades hacinadas y en parte debido a la declinación en la calidad dietaria que acompañó a una agricultura intensiva, basada sólo en cereales. En varias regiones del mundo, existen pueblos que han permanecido como cazadores recolectores hasta épocas recientes, aún cuando tenían conocimiento de la existencia y de los métodos utilizados en la agricultura, los que sin embargo, no adoptaron. Cohen (1977) resume el problema mediante la siguiente pregunta: Si la agricultura no provee de una dieta superior, ni ésta es confiable ni fácil de obtener y por el contrario la misma tiene mayores costos de mano de obra, ¿por qué una persona debiera convertirse en agricultor ?. Muchas respuestas intentan responder la pregunta ¿por qué razón muchas civilizaciones adoptaron la agricultura? Y la mayoría de ellas se centran en dos cuestiones: la presión ambiental y el aumento del tamaño de las poblaciones. Sin embargo, cada una de ellas ha recibido críticas; hasta el momento no hay una única explicación que -aceptada en forma general- brinde las razones que explique el nacimiento de la agricultura.

cas particulares como por ejemplo semillas pequeñas o con un gusto amargo, probablemente no eran seleccionadas como deseables, en cambio aquellas que tenían un gusto más agradable, se las conservaba. Del mismo modo, aquellas plantas que no retenían las semillas al momento de madurar, tendían a no ser cosechadas, de manera que no quedaban a almacenadas para el siguiente año. De este modo, aparecen muchas especies pioneras (llamadas también "del Neolitico fundacional") como por ejemplo los cereales, el lino, la arveja y la vicia.

Un análisis genético de plantas domesticadas sugiere la ocurrencia de un muy reducido grupo de eventos de domesticación de cada taxa, los que se difundieron desde el corredor levantino[3], alrededor del creciente fértil y más tarde hacia Europa (Cajas Nº 3 y 4). Este proceso parece haber ocurrido rápidamente (entre 20 y 200 años). El centeno sin embargo es un caso de lenta evolución, ya que no fue

[3] El "corredor Levantino" es un término geográfico y cultural que refiere a una franja relativamente estrecha entre el Mediterráneo (Egipto) en el noroeste y los desiertos en el sudeste (Anatolia), conectando Africa con Eurasia. En la actualidad comprende Líbano, Siria, Jordania, Israel, Palestina, Chipre, la provincia turca de Hatay, Iraq y la península del Sinaí. Este corredor ha sido históricamente una ruta de migraciones de animales y plantas entre Eurasia y Africa. En particular, se cree que los homínidos primitivos se dispersaron durante el Paleolítico y Mesolítico desde Africa a Asia y Europa por esta vía y también por el "Cuerno de Africa", una península en el este de Africa que se proyecta sobre el Mar Arábigo.

Figura 1. La "media luna" de las tierras fértiles. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Map_of_fertile_cresent.svg

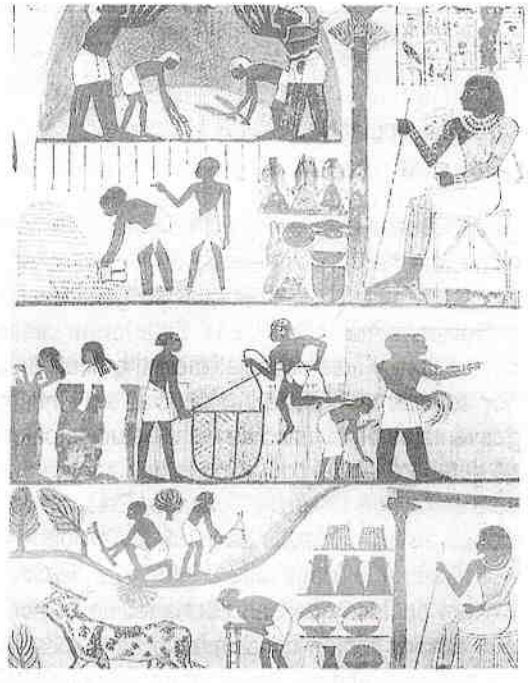

Figura 2. Ilustraciones de tareas agrícolas en tumbas egipcias. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tomb_of_Nakht_(2).jpg

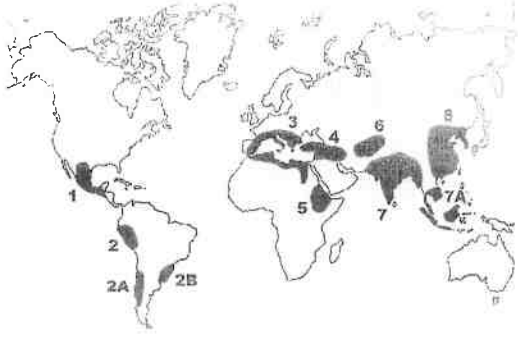

Figura 3. Centros de origen de la agicultura: (véase Caja Conceptual Nº 4). http://en.wikipedia.org/wiki/File:Vavilov-center.jpg

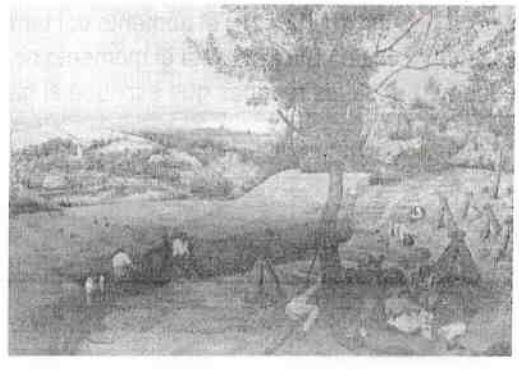

Figura 4. Tareas agrícolas en Flandes. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pieter_Bruegel_the_Elder-The_Harvesters-_Google_Art_Project.jpg (1565).

Caja Conceptual Nº 3

La difusión del modelo agrícola

La hipótesis de una dispersión temprana puntualiza que la difusión de la agricultura, es decir la dependencia del hombre para alimentarse de plantas y animales domesticados, se logró en la mayoría de los casos, por la dispersión de las poblaciones humanas fuera de sus tierras nativas. Estas migraciones, argumenta el arqueólogo P. Bellwood, ocurrieron cuando las personas ya eran dependientes de la agricultura para la mayor parte de sus necesidades de subsistencia y por lo tanto poseían el conocimiento para establecer y desarrollar esas técnicas en el nuevo ambiente.

fácilmente adoptado como cultivo: a través de la Anatolia, inició su camino hacia Europa como maleza, hasta que fue domesticado en Europa, miles de años más tarde. La lenteja exhibió un desafío diferente, ya que la mayoría de los ancestros silvestres no germinan durante el primer año, al presentar dormición. La primera evidencia de su domesticación, es decir el de lograr la germinación de la semilla durante el primer año, fue encontrada en el Neolítico temprano en la región de la actual Siria; las formas mejoradas se extendieron rápidamente hacia el valle del Jordán (Oregon State University, 2010)

Estos ejemplos de domesticación son válidos para demostrar los avances en la siembra de cultivos más adaptados y de siembra y cosecha más sencilla y más dependientes de un almacenaje, en definitiva más útiles para la población humana. En la mayoría de los casos, los procesos mencionados no fueron lineales, sino que significaron muchos fracasos y éxitos a lo largo del tiempo por parte de diferentes poblaciones, en diferentes regiones. Las plantas cultivadas surgieron por lo tanto a partir especies silvestres, en el transcurso de varios procesos yuxtapuestos: domesticación, adaptación, cultivo y uso por parte de los seres humanos (Zeder y otros., 2006). A través de este largo proceso, la continua adaptación de cultivos a nuevos ambientes, nuevos usos y prácticas, la evolución constante de las poblaciones silvestres y el flujo de genes entre cultivos y sus parientes silvestres ha creado un *continuum* entre la típica planta ancestral silvestre y los cultivos elite de la actualidad (Baker, 1974; Barnaud y otros., 2009; Harlan, 1971). Simultáneamente, algunas plantas relacionadas con los cultivos se adaptaron al nuevo ambiente (sin que el hombre lo deseara): el constituido por los campos bajo cultivo, también llamado agro-ecosistema[4], dando lugar así a la aparición de malezas (Arnold, 2004), las que constituyen el motivo central de esta Obra.

[4] La aplicación de la ecología al estudio de agroecosistemas deriva en el término "agroecología", que consiste en la aplicación de los conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de sistemas agropecuarios sustentables.

Cambios sociales

Suele argumentarse que la agricultura brindó a los seres humanos mayor control sobre la provisión de alimento, pero este concepto ha sido cuestionado por otros estudios que demuestran que los estándares nutricionales de las poblaciones del Neolítico fueron generalmente inferiores al de las poblaciones de cazadores-recolectores, con una esperanza de vida más corta probablemente debido a las enfermedades. El promedio de altura por ejemplo, disminuyó tanto en hombres como en mujeres y recién durante el siglo pasado volvió al nivel del exhibido por las poblaciones del pre-Neolítico. La gran modificación que supuso la agricultura, al permitir ciudades con poblaciones densas y sedentarias y la especialización de la labor manual condujo a un desarrollo de diferentes formas de la toma de decisión y de la organización gubernamental. La generación de excedentes de alimentos, hizo posible el desarrollo de una élite social no ya relacionada con la agricultura, sino con la industria o el comercio y a veces dominada por grupos monopólicos.

Síntesis cronológica de las etapas de desarrollo de la agricultura

Agricultura prehistórica:
se inicia hacia 15.000 AC.

Agricultura antigua:
se inicia hacia 5.000 AC.

Agricultura medieval:
se inicia hacia 1.500 AC.

Agricultura moderna:
se inicia hace unos 200 años.

Agricultura contemporánea:
se inicia hace unos 60 años.

Los aportes significativos de la agricultura moderna y contemporánea a la producción mundial de alimentos, fibras (y combustibles)

Caja Conceptual Nº 4

Centros de origen de los cultivos

Nicolai Vavilov (1887-1943) fue un científico ruso que lideró la Academia de Ciencias de la Unión Soviética en San Petersburgo desde 1920 hasta 1940. Creó 400 institutos de investigación que emplearon 20.000 personas, con el propósito de coleccionar todo el germoplasma que tuviese potencial para la URSS, en un gigantesco plan nacional de mejoramiento genético. En 1926 publicó "Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas", concluyendo que cada cultivo tenía un centro primario de elevada diversidad, el cual era su centro de origen. En un principio propuso 8 áreas y subáreas de domesticación de los principales cultivos (China, India, Indochina, Asia central, cercano Oriente, Mediterráneo, Etiopía, sur de México y Mesoamérica, noreste de Sud América, Bolivia, Ecuador, Perú y Chile), los que posteriormente fueron ampliados ("centros secundarios de diversidad").

En los años recientes, estudios genéticos de fracciones de DNA y otras aproximaciones no han confirmado la teoría de Vavilov: se han identificado centros de elevada diversidad, pero suelen no coincidir con los centros de origen, es decir para muchos cultivos, existe muy débil conexión entre la fuente de sus antecesores silvestres, las áreas de domesticación y de su diversificación evolutiva. Una especie puede por tanto haberse originado en una región geográfica determinada pero domesticada en otra; más aún, algunos cultivos no tienen siquiera centros de diversidad.

En 1971, Harlan describió sus propias visiones acerca de los inicios de la agricultura y propuso tres sistemas independientes, cada uno de los cuales tenía un centro y un "no centro", es decir un área mucho más grande y difusa en la cual se puede imaginar que allí pudo ocurrir la domesticación: a) Oriente cercano + Africa, b) China + SE de Asia y c) Mesoamérica + Sudamérica.

La evidencia que surge luego de esa propuesta es que estos centros pueden ser aún más difusos que los imaginados originalmente y luego de la fase inicial de evolución, las especies se dispersan a áreas grandes e indefinidas. Esto probablemente sea debido a que los cultivos viajaron con el hombre y fueron evolucionando a lo largo de sus viajes. Claramente, la hipótesis de que han habido múltiples áreas regionales, constituyen un modelo superador respecto de la idea de un único centro de origen, localizado.

pueden resumirse en los cinco siguientes: a) la mecanización, b) los pesticidas, c) los fertilizantes, d) el mejoramiento genético y e) la ingeniería genética (Lockart y otros, 1990; Labrada y otros, 1996). Se muestran resultados concretos de este proceso para trigo (Figura 5) y maíz (Figura 6), (Reed, 1977).

La agricultura y las malezas en el continente americano

Muy pronto luego de los viajes de Cristóbal Colón, se inició una migración de plantas cultivadas de América hacia el viejo mundo y existe fuerte evidencia que una gran cantidad de especies de malezas de origen americano se movilizaron junto con las especies cultivadas. Sin embargo desde mediados del siglo XIX el flujo neto se revirtió, no sólo en los países de clima templado sino también en los de clima tropical. Y en ambas regiones, ha tenido una gran influencia el transporte de animales de pastoreo domesticados desde Europa y Africa hacia las extensas praderas de Norte, Centro y Sudamérica, para ese momento nunca antes expuestas a una presión de pastoreo (Parsons,1970).

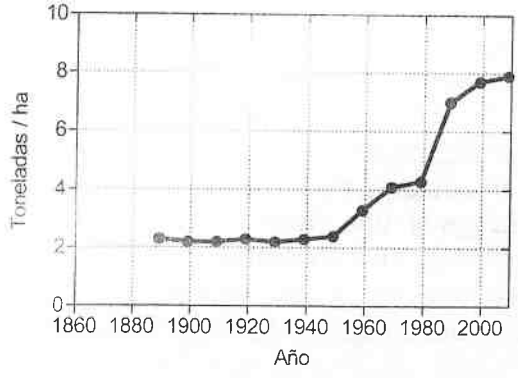

Figura 5. Evolución del rendimiento de trigo en el Reino Unido (redibujado de Spink y otros, 2009)

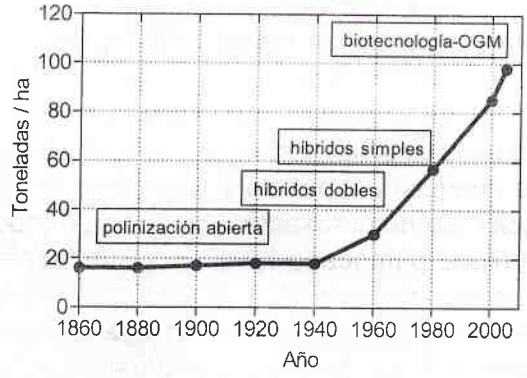

Figura 6. Evolución del rendimiento de Maíz en EE.UU (redibujado de http://www.plantsciences.ucdavis.edu/gepts/pb143/Lec13/528fig1.jpeg)

La agricultura en la Argentina desde la época colonial hasta principios del siglo XX

La agricultura ha tenido una importancia crítica en toda la historia de Argentina ya que en gran parte del área pampeana central suelos profundos y ricos, clima templado, precipitaciones adecuadas y buen acceso al transporte marítimo dotan al país de un potencial excepcional para la producción agrícola, en las últimas décadas ampliado a límites mucho más amplios (Moscatelli y Pazos, 2000). La contribución de la agricultura a la economía nacional es muy importante y supera el 50 % de las exportaciones totales de bienes, generando más del 10 % del PIB. Los cultivos representan el aporte más grande (65 % del total) (Schneider y Caballero, 2006).

La historia agrícola de la Argentina no difiere de la ocurrida en otros puntos del planeta, aunque exhibe una longevidad mucho menor. A los fines de esta reseña, podría dividirse en dos grandes períodos: el primero, hasta mediados del siglo XIX y el segundo, desde entonces hasta nuestros días.

El periodo inicial está caracterizado por sociedades agrícolas de tribus nativas con diferente nivel de desarrollo, principalmente fuera de la región pampeana y cuya producción estaba fundamentalmente orientada a su subsistencia. Los primeros asentamientos españoles introdujeron cultivos como el algodón y la caña de azúcar en Tucumán y la vid, desde la Capitanía General de Chile a Mendoza, a fines del siglo XVI. En la región pampeana, hacia 1580 se inició el reparto de solares que permitía delimitar las ciudades y separar áreas urbanas de las destinadas a sembradíos y pastoreo de animales. La tarea se hizo siguiendo las leyes de Indias, con trazados geométricos que delimitaban áreas rectangulares separadas, al comienzo, por zanjas y cercos y más tarde, por alambrados y caminos aún hoy visibles. Las especies utilizadas para delimitar los predios fueron el Añapindá (*Acacia bonariensis*), el Tala (*Celtis tala*) o la Cina-cina (*Parkingsonia* sp.), los primeros árboles plantados en el ambiente pampeano (Martínez-Ghersa y Ghersa, 2005). Esas introducciones de especies leñosas se fueron extendiendo con los asentamientos coloniales y con el avance de la frontera en territorio indígena. Las especies de los cercos, muchas nativas de zonas aledañas, como las estepas arbustivas y el bosque xerófilo que rodean los pastizales pampeanos, provocaron la lenta llegada y el gradual asentamiento de aves, las que a su vez, reforzaron la difusión de los árboles; este proceso ha continuado hasta el presente, como es el caso del Ligustro (*Ligustrum lucidum)*. La dispersión de especies arbóreas fue promovida por los incendios, el pastoreo y la dispersión de semillas por parte de los animales domésticos. Los flujos comerciales entre colonos e indígenas y el crecimiento del área ocupada por animales traídos de Europa también promo-

vieron la dispersión de especies espontáneas de otros continentes. Hacia 1880, el tendido de las líneas de ferrocarril promovió significativamente el desarrollo agrícola, dando impulso a los cultivos existentes desde la época de la conquista española y promoviendo la creación de numerosas poblaciones en todo el territorio pampeano húmedo y sub-húmedo. Un trazado radial de vías convergentes a los puertos quedó superpuesto a la división ortogonal de las tierras. La gradual desaparición de los latifundios, el control de los malones y la fuerte inmigración europea crearon las condiciones para que en la región pampeana se produjera un nuevo cambio estructural durante el final del siglo XIX y principios del XX: se intensificó el uso de la tierra y se extendió el área agrícola, diseminada desde los enclaves que constituyeron las colonias agrícolas del centro (e.g. Esperanza, Figura 7) y sur de Santa Fe (e.g. Casilda), gracias al tendido de nuevas líneas ferroviarias y el empuje emprendedor de inmigrantes (Caja N° 5) y "criollos". Los ferrocarriles crearon nuevas vías de diseminación de especies no nativas o exóticas, entre ellas, algunos pastos como el gramón (*Cynodon dactylon*) muy probablemente introducido por el ferrocarril para consolidar los taludes de suelos sueltos en el sur de Santa Fe y el noroeste de Buenos Aires, sitios de cruce de las líneas Rosario-Puerto Belgrano[5] del Ferrocarril Francés y Buenos Aires-sur de Mendoza del Ferrocarril Oeste de Buenos Aires.

Durante este período de expansión, el paisaje rural consistía en manchas de campo natural, es decir, pastizales prístinos con escasa o nula historia agrícola, que se alternaban con potreros recientemente delimitados con el fin sembrar cultivos de verano (maíz, el girasol o el sorgo) y de invierno (trigo, lino, avena y centeno). Los alfalfares también eran un componente importante del paisaje y se usaban principalmente para alimentar animales de trabajo, que impulsaban a la mayoría de los medios de transporte y también a los implementos agrícolas. Así, durante la primera mitad del siglo XX, la pampa húmeda quedó estructurada como un paisaje de mosaico, con sectores dedicados a la agricultura, imbricados en una trama de pastizales y una red urbana y de transportes y caminos. Este mosaico no era tan evidente en la llamada pampa deprimida, (cuenca del río Salado en la provincia de Buenos Aires) ni en cuencas más pequeñas de la pampa ondulada o del oeste de la pampa deprimida. Los animales silvestres y muchas de las especies perennes del pastizal original se ubicaron, principalmente, en refugios constituidos por lugares menos perturbados, como los bordes de los caminos o vías férreas, en los bosquecillos plantados para protección del ganado o montes y cascos de estancias y áreas no agrícolas, incluyendo taperas.

A medida que el mosaico agrícola se consolidaba y extendía, las especies anuales comenzaron a ser dominantes en la cobertura vegetal de la región y frecuentemente pasaron a ser malezas agresivas fuertemente competitivas con las especies cultivadas, especialmente las del subsistema agrícola. Algunas de ellas fueron introducidas con propósito forrajero, como fue el caso del Sorgo de Alepo* (*Sorghum halepense),* una especie originaria de Siria (Aleppo) e introducida al país hacia 1910 desde los EE.UU, país donde había sido importada por agricultores del estado de Arkansas, hacia 1860, con el mismo propósito.

[5] Otro ejemplo de la contribución del Ferrocarril a la diseminación de malezas ha sido el de *Diplotaxis tenuifolia* Brassicaceae perenne de utilización melífera, que desde la región de Bahía Blanca (Darregueira) se expandió en una extensa zona del área pampeana.

* El sorgo de Alepo es uno de los casos interesantes de introgresión: según de Wet (1987), la incorporación de genes de sorgos cultivados de origen africano en el sorgo de Alepo original confirió al ecotipo americano sus características de invasora agresiva y con notorias capacidades para la competencia y la perpetuación.

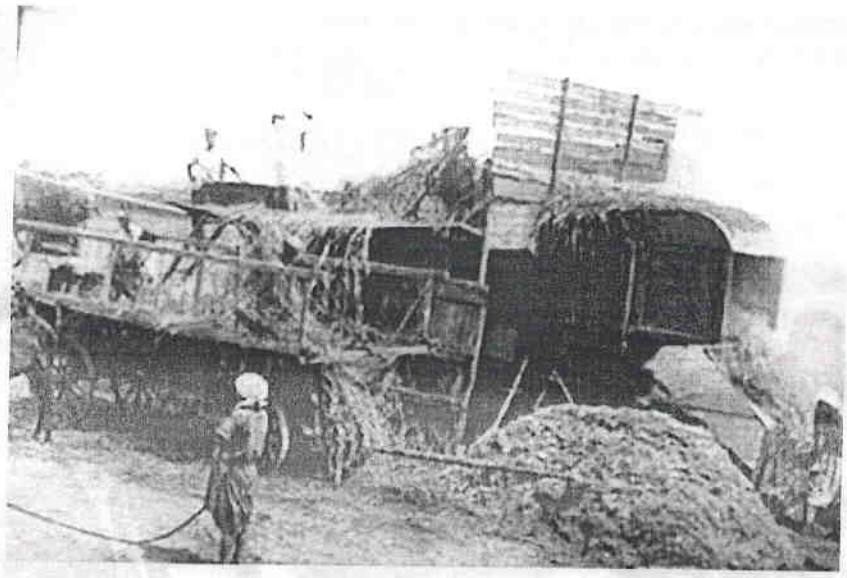

Figura 7. Tareas de trilla en la Colonia Agrícola de Esperanza, hacia 1915. Foto: Museo de la Colonización (Esperanza).

Hacia 1930, los cultivos se ampliaron y diversificaron, incorporándose los de destino industrial, como es el caso de los textiles (lino y algodón), los frutales[6] y las hortalizas, que antes se importaban y que en conjunto con introducciones previas (caña de azúcar y vid), modelaron no sólo la estructura agrícola sino también la organización social de tales regiones.

Sólo en la segunda mitad del siglo XX se produjeron avances tecnológicos que permitieron revertir un generalizado atraso, mediante el desarrollo de nuevas variedades, cultivares e híbridos, el control de las malezas y la potencia y capacidad de la maquinaria para cultivar el suelo. La intensificación de la agricultura potenció la aparición de problemas nuevos, como los debidos a las excesivas labores del suelo, que agudizaron la erosión y/o modificando la dinámica de almacenaje y utilización del agua. Hacia mediados de 1970 se generalizaron y mejoraron desde el punto de vista tecnológico todas las actividades agrícolas. El principal problema que se presentaba durante ese periodo era la propagación y abundancia de malezas gramíneas perennes, como sorgo de Alepo y gramón, además de evidenciarse un fuerte incremento en los procesos de erosión. Los campos invadidos con sorgo de Alepo valían menos y atentaban contra la realización de rotaciones adecuadas, dado que los cultivos de verano como el maíz sufrían severamente su competencia. La realización de labores mecánicas para disminuir las poblaciones de estas malezas durante barbechos de primavera y verano constituían la práctica más difundida antes de la disponibilidad de herbicidas para su control y la difusión del cultivo de soja, el cual inició su notable expansión en los comienzos de la década de 1970. En este sentido, resulta muy importante destacar la estupenda tarea de investigación y extensión de los técnicos del INTA en el sur de Santa Fe (especialmente de las Agencias de Extensión de Casilda y Roldán), en el norte de Buenos Aires (Pergamino y San Pedro) y en el este entrerriano (Paraná). Hacia finales de la década del 70 se adoptó en forma gradual la práctica de sembrarla inmediatamente de la cosecha de trigo (soja de segunda ocupación), generalizándose el doble cultivo trigo-soja potenciado por la disponibilidad de variedades más adaptadas, mejor maquinaria de siembra cosecha y pul-

[6] Nuevamente, merece destacarse la visión de las empresas ferroviarias: la compañía que unió la pampa húmeda con Mendoza, no sólo promovió el turismo, construyendo varios hoteles de montaña, sino también la difusión e implantación de cultivos de frutales a través de la creación de Estaciones Experimentales de Junín y Rama Caída, contribuyendo a desarrollar la agricultura intensiva en la región.

Figura 8. Vista parcial de organizadores y conferencistas de la primera reunión de "Cultivos sin labranzas" realizada en Marcos Juárez en 1977 (Foto gentileza del Ing. Marelli).

verización y el desarrollo de nuevos herbicidas[7] y/o formas de aplicación. Contemporáneamente con la difusión de la soja aparece en el escenario de la investigación tecnológica el sistema de labranza cero, desarrollado en Inglaterra y cuya adaptación fue decididamente encarada por los técnicos de la Estación Experimental INTA Marcos Juárez con el apoyo de ICI (Imperial Chemical Industries) y empresas de maquinarias locales. Las principales limitantes para la adopción de esta tecnología, era la ausencia de sembradoras aptas para depositar la semilla en un suelo sin remoción con residuos en superficie y la falta de herbicidas eficaces y/o de costo accesible[8] para el control de malezas. La alta frecuencia de malezas perennes constituía una limitante adicional, dado que como se ha dicho, era el control mecánico el método disponible más efectivo por esos años, una práctica incompatible con los fundamentos de la siembra directa (Leguizamón, 2004). La práctica de "siembra directa" -inicialmente llamada "labranza cero"- y promovida principalmente desde la EEA INTA Marcos Juárez (Figura 8) y las agencias de extensión de Corral de Bustos, Ucacha y Casilda entre otras, fue rápidamente adoptada al avanzar la década del 80 por un número significativo de productores, a medida que el precio del glifosato iba descendiendo y las máquinas sembradoras se perfeccionaban. La eficaz difusión motorizó un cambio paradigmático en los sistemas de producción extensivos, especialmente a partir de la disponibilidad de soja RR durante la campaña 1996/97: aunque en 1975 sólo unas 5000 hectáreas se cultivaban con este sistema, en la actualidad más del 90 % de los cultivos anuales en más de 26 millones de has, se cultivan bajo el sistema de siembra directa.

En forma paralela con esta formidable transformación técnica, se produjo un cambio en la empresa agrícola: entre mediados de la década del 50 y mediados de la del 70, los productores eran, esencialmente, los propie-

[7] No se puede soslayar en esta reseña, la excelente tarea de desarrollo tecnológico de herbicidas que impulsó desde la EEA INTA San Pedro el Ing. Agr. Agustín Mitidieri, por su significativo aporte al manejo racional de malezas en cultivos extensivos e intensivos y su contribución a la formación de toda una generación de investigadores y tecnólogos en todo el país.

[8] El rango de principios activos disponibles para realizar controlar las malezas emergidas era muy limitado: esencialmente 2,4-D; Paraquat y algunos preemergentes como Metribuzin. El glifosato, cuya difusión se inició a mediados de la década del 70, tenía un costo cercano a los 30 dólares por litro.

tarios de la tierra. Hoy, el tamaño medio de las explotaciones ha aumentado considerablemente y muchas forman parte de empresas que reúnen capital para cultivar grandes extensiones y/o firman contratos de alquiler o uso temporal de los campos. La innovación ha reducido la heterogeneidad de los sistemas productivos, permitiendo economías de escala y empleo de tecnologías de última generación, generalmente no accesibles a las empresas relativamente más pequeñas.

Además de soja genéticamente modificada, una serie de eventos están siendo patentados o se encuentran en distintas fases de desarrollo. Hasta el momento, no hay evidencias que los cultivos transgénicos sean distintos de los tradicionales en cuanto a su efecto sobre la biodiversidad vegetal.

Desde el punto de vista de las poblaciones y comunidades de malezas, la transformación del sistema de labranza convencional a siembra directa y el control químico de malezas liderado por glifosato (Leguizamón, 2001; Leguizamón y otros, 2006; Puricelli y Tuesca, 2005, Tuesca y otros, 2001; Leguizamón y otros, 2011; Vitta y otros, 2004) se ha caracterizado por:

a) Una disminución generalizada de la abundancia de malezas a medida que el sistema "progresa" en el sistema de "labranza cero".

b) Una disminución de la dominancia (= aumento de la equitatividad).

c) Modificaciones en el listado florístico y consecuentemente en la frecuencia específica (enmarcados en un proceso denominado "desplazamiento de flora"o "*weed shifts*"), que puede sintetizarse de la siguiente manera:

1) Aumento de Poáceas anuales de ciclo estival (*Digitaria sanguinalis, Eleusine indica, Brachiaria (=Urochloa) extensa (=platyphylla)* y *Setaria geniculata.*

2) Aumento de Asteráceas con dispersión anemófila, tanto anuales (*Conyza bonariensis, Carduus acanthoides, Taraxacum officinale, Sonchus oleraceus*) como perennes (*Senecio grisebachii, Senecio brasiliensis*).

3) Aumento de dicotiledóneas anuales de ciclo otoño-estival que exhiben tolerancia a dosis usuales glifosato (2.5 a 3 l/ha): *Bowlesia incana, Lamium amplexicaule.*

4) Disminución de especies que requieren de estímulos de irradiancia y/o alternancia térmica para desbloquearse, como por ej. *Datura ferox.*

5) Disminución de dicotiledóneas sensibles al glifosato, como por ej. *Amaranthus quitensis.*

6) Niveles aproximadamente estables de dicotiledóneas estivales de difícil control con glifosato a las dosis normales de uso ("tolerantes") como por ej. *Portulaca oleracea* y *Anoda cristata.*

7) Tendencias variables, en algunos casos hacia el aumento de monocotiledóneas (*Cynodon dactylon, Cyperus* spp), que requieren dosis más elevadas de glifosato que las utilizadas usualmente.

8) Invasión de las mal llamadas "malezas nuevas", preadaptadas y antes confinadas a alambrados, banquinas y relictos y/ o suelos bajos, que en general exhiben una fuerte tolerancia a glifosato, tanto monocotiledóneas y herbáceas (*Commelina erecta, Chloris* spp, *Parietaria debilis, Verbena* spp, *Oenothera* spp, *Hybanthus pauciflorus, Veronica peregrina),* semiperennes como *Baccharis* spp y leñosas y arbustivas como *Gleditsia triacanthos*[9].

9) Generación de biotipos resistentes. Hasta el presente existen tres casos documentados en la Argentina: *Amaranthus quitensis* (resistente a imidazolinonas –imazetapyr- y a sulfonilureas – clorimuron), *Sorghum halepense* (resistente a glifosato) y *Lolium* spp. en varias regiones[10].

A pesar de la existencia de opiniones agore-

9 Un caso paradigmático es el de Trébol blanco (*Trifolium repens*), una leguminosa perenne de gran calidad forrajera, de resiembra natural y beneficiosa en los sistemas de producción mixtos: en el esquema de agricultura continua basada exclusivamente en glifosato constituye "un problema" pues requiere de herbicidas especificos.

10 Y están en el umbral de esta situación otras especies frecuentes en barbechos como por ejemplo *Conyza bonariensis* y en cultivos de verano, como *Eleusine indica* ya declaradas resistentes a glifosato en Europa y Asia, respectivamente.

ras y visiones catastróficas, ni la soja transgénica ni la agricultura continuada constituyen un problema en sí mismo. El peligro subyace en el hecho de que el monocultivo de soja abarque ininterrumpidamente un área significativa (es decir una gran ausencia de "parches" sin cultivo o con otros cultivos) y que las opciones de control estén tan estrechamente concentradas a unos pocos principios activos, en general usados en forma masiva, sin la debida consideración de su impacto ambiental. Este sistema muy simplificado y relativamente sencillo de implementar desde el punto de vista empresarial, exhibe peligros desde el punto de vista de la ecología de paisaje: baja conectancia y disminución del flujo de genes de materia y de información; un sistema con redes muy debilitadas y que resulta más sensible a eventos de tipo catastrófico y más vulnerable a la aparición de nuevas adversidades o a la resurgencia de las ya existentes. Un paisaje agrícola con una adecuada distribución de "parches" y con provisión de biomasa verde (el pilar de la cadena trófica), a todo lo largo del año, constituye el basamento sobre el cual se tejen relaciones y flujos vitales perdurables (Forman, 1998) entre todos los actores del ecosistema. Un estudio reciente muestra que la riqueza de especies de la red trófica es mayor cuanto mayor es el contraste entre los bordes y márgenes y el cultivo agrícola del contenido (De la Fuente y otros, 2006). En tal sentido, la tendencia dominante hacia la eliminación completa de la vegetación de bordes y alambrados, asociados a barbechos absolutamente exentos de vegetación alguna durante varios meses, es un elemento que desde el punto de vista de manejo "simplifica" los potenciales problemas de malezas pero tiene un impacto negativo importante en la estabilidad y en la biodiversidad del agroecosistema, cuyos efectos recién han comenzado a percibirse.

Prospectiva

La superficie y el rendimiento de los cultivos extensivos actuales siguen su marcha ascendente en la actualidad, con un fuerte predominio de la soja, en el marco de sistemas aparentemente cada vez más simplificados y con uso masivo de fitosanitarios concentrados a unos pocos principios activos. La prospectiva exhibe una clara tendencia al aumento y a la difusión de cultivos genéticamente modificados (maíz, algodón, trigo, girasol, alfalfa), con incorporación creciente de resistencia a varios herbicidas y a otras adversidades, entre otros atributos de gran importancia. El futuro de estos sistemas tanto desde el punto de vista estrictamente productivo como desde el punto de vista de la sustentabilidad y específicamente desde la situación de malezas, se aborda en diferentes ecosistemas y desde diferentes enfoques en los distintos capítulos que conforman este Tomo. No debe olvidarse sin embargo que los procesos de adaptación y evolución de las malezas son múltiples y complejos y que -acuñados a lo largo de 11.000 años- modulan respuestas acordes a las señales ambientales y de manejo, en un marco de gran resiliencia. Ha llegado el momento de modificar sustancialmente tanto nuestro enfoque como nuestra actitud acerca de las malezas, que debe enmarcarse en una visión amplia, tanto en el marco temporal como espacial (Leguizamón, 2005) y que atienda a una maximización de retornos compatible con la preservación del ambiente y del ecosistema.

Caja Conceptual Nº 5
Carta del colonizador Wendel **Gietz a su hermana**[1]

"Esperanza, 30 de agosto de 1859.

Querida hermana y parientes:
Como no hemos recibido contestación a nuestras cartas creemos que las mismas no han llegado a vuestro poder.
Por este motivo aprovecharé la oportunidad que se nos presenta de que uno de los colonos vuelve a Europa por negocios, de escribirles nuevamente, encargándose él de llevar las cartas y que recibirán con seguridad.
Sobre nuestro viaje poco puedo contarles, el 9 de noviembre salimos de Dunkerke y llegamos el 2 de febrero a Santa Fe. Veníamos en un barco a vela viejo y muy lento, estuvimos ocho días en el puerto de Río de Janeiro donde cargamos agua, por lo cual se atrasó mucho el viaje.
Todos los barcos hacían generalmente el viaje en cincuenta a sesenta días. Teníamos siempre buen viento y sólo una noche hubo un temporal. Sobre el trato a bordo no nos podemos quejar, solo el desorden y suciedad entre tanta gente, era muy desagradable. La comida era algo escasa, pero era mejor así, pues se evitaban las descomposturas y enfermedades, en estos viajes largos.
Al llegar a Santa Fe, fuimos recibidos por los habitantes y bien atendidos nos ubicaron en un edificio grande, allí nos dieron de comer muy abundante, sobre todo carne.
Catorce días después de nuestra llegada viajamos a la Colonia, más o menos a seis horas de Santa Fe. Al principio no nos hallábamos, pues como todas las casas son abiertas nos picaban y molestaban los mosquitos.
El panorama del campo ofrece poco atractivo, es una llanura donde abundan los avestruces, cervatos, zorros, perdices y otros animales salvajes. Al principio cazábamos mucho pero después fueron muy perseguidos los animales por los españoles[2] *y colonos y espantados, se retiraron hacia los montes. La llanura está rodeada por grandes bosques y allí se ha instalado la Colonia.*
El río Salado en el cual pueden navegar botes pequeños, se extiende como a media hora hacia el oeste, es un pequeño río que se pierde formando lagunas cerca del Salado. Los dos ríos contienen muchos peces.
Entre los árboles que se encuentran aquí hay solamente tres tipos. Los que más abundan son los algarrobos, que son árboles con espinas; se parecen en su tipo a los frutales pues tienen un tronco corto y ramas muy extendidas. La madera es muy dura y puede pulirse con facilidad. De los otros árboles (arbustos) son más escasos, había varios en el bosque, son lindos con sus troncos derechos pero ya habían sido usados por los colonos. De otra especie, es un árbol que tiene muy grande las hojas, crece muy rápido y se planta cerca de las casas pues dan mucha sombra. Entre los frutales, son los durazneros los más vulgares pues crecen en abundancia aquí, también tenemos naranjos, higueras y otros frutales europeos.
Nosotros llegamos a la colonia en época de cosecha, por cuyo motivo tuvo el gobierno que mantenernos por un año. Nuestro contrato se cumplió al pie de la letra, y aún más, los gastos por mantención, víveres, etc., los mil francos por la casa, animales y la tierra y la tercera parte de nuestras cosechas que debíamos entregar en los cinco años, nos fue regalada por el gobierno. La primera cosecha ha sido buenísima, aunque plantamos muy poco por haber llegado tarde. La segunda hubiera sido buena si las langostas no nos hubieran invadido el campo causando bastante daño. La última cosecha fue bastante buena, aunque tuvimos que luchar con la sequía, casi permanentemente; pero cae una especie de rocío que mantiene las plantaciones.

[1] El original se encuentra el Archivo del Museo de la Colonización de la ciudad de Esperanza, provincia de Santa Fe, República Argentina.
[2] Se refiere a los santafesinos criollos y antiguos habitantes que eran vistos como si fuesen españoles por los inmigrantes.

Los productos que más hemos sembrado son: trigo, maíz, batatas, chauchas, arvejas y porotos y otras legumbres. Pero sembramos también papas, zapallos y toda clase de productos de quinta y para cocina. Todos estos productos son de precios altos.
Los animales no escasean, ganado vacuno y caballar hay en abundancia, como no dan mucho trabajo, solo cuesta cuidarlos. Los caballos los usamos para montar. El clima es en general agradable y sano. Hay días en el verano que el calor es insoportable, pero como nos quedamos descansando bajo la sombra de los árboles, desde las once a las doce horas, lo sentimos menos.
El invierno es muy variable, hay días de calor húmedo, noches muy frías y grandes heladas y generalmente los campos con escarcha. Tormentas grandes y muy seguidas que terminan en ciclones, éste es el invierno en la colonia.
Desde la declaración de la guerra entre la República Argentina y Buenos Aires[3] corren rumores de que los indios habían asaltado las estancias donde se apoderaban de los animales y saqueaban las casas. Una mañana del día Domingo habíamos ensillado nuestros caballos para ir a cazar, de repente oímos varios tiros y nos comunicaron que andaban los indios en la colonia, nos dieron orden de presentarnos, todos los hombres armados en el fortín[4] donde el gobierno tiene 50 soldados para la defensa de la frontera. Los indios se encontraban en los bosques adyacentes y no sabíamos qué cantidad había. Por el atrevimiento y audacia con que entraron en la colonia suponíamos fueran por lo menos unos cientos de indios, pero solo eran 40 a 50 hombres. Los españoles[5] se adelantaron y hicieron fuego y los indios huían perseguidos por los soldados. Sin embargo tienen los indios buenos caballos y son grandes jinetes, tal es así que los soldados no podían alcanzar los mismos, siempre son dos indios sobre un caballo y corren mucho. Los españoles seguían tirando pero la ligereza de los caballos no los alcanzaba a herir. Dos caballos y cuatro indios fueron muertos y varios heridos, dos españoles fueron heridos levemente. Los indios están armados con largas lanzas, cuchillos, lazos y bolas. Nosotros no les tememos, pues son cobardes, ellos les temen a las armas.
En general vivimos aquí contentos y tranquilos, tenemos un buen pasar; con nuestro trabajo nos defendemos y haciendo un poco de economías llegaremos a tener ahorros, lo que hubiera sido difícil viviendo en el extranjero. Aquí vivimos felices, tenemos toda la libertad que nos podemos desear, y la colonia adelanta día a día y ya está muy poblada. Ya se edificaron muchas casas lindas y nosotros pensamos próximamente hacer lo mismo.
Desde hace un año se encuentra en la colonia un padre católico. Todos estamos bien de salud y esperamos lo mismo de Uds.
Babettchen se ha casado hace un año y es muy feliz, el esposo de Babettchen se llama Joseph Maurer y es comerciante aquí, tienen ya una hijita.
Estamos esperando día a día noticias de Uds., sobre todo para saber cómo se encuentran Gerardo y Margarita que están en Norteamérica. Seguramente ya habrán escrito desde que nosotros llegamos a Argentina, en Sudamérica. Si es así envíanos una copia de la carta y la dirección.
Muchos cariñosos saludos a Uds. Y a todos los parientes y conocidos que se interesen por nosotros, de todos y especialmente de tu hermano que te quiere,

W.Gietz
Nuestra dirección es:
"COLONIA ESPERANZA"
Prov. De Santa Fé - Rep. Argentina. Sudamérica"

[3] Se refiere a la separación entre la provincia de Buenos Aires y la Confederación Argentina, desde el 11 de setiembre de 1852.
[4] Fortín Iriondo, al norte de la Colonia.
[5] Soldados del gobierno santafesino.

Resumen

Agricultura es el arte o ciencia de cultivar el suelo, incluyendo la cosecha de cultivos y la cría y manejo de ganado. Es una actividad de gran importancia estratégica y base fundamental para el desarrollo autosuficiente y la riqueza de las naciones. Durante el curso de un largo proceso, del orden de los 11.000 años, la continua adaptación a nuevos ambientes, nuevos usos y la evolución constante de las poblaciones silvestres y el flujo de genes entre cultivos y sus parientes silvestres ha creado un *continuum* entre la típica planta ancestral silvestre y los cultivos elite de la actualidad. Simultáneamente, algunas plantas relacionadas con los cultivos se adaptaron al nuevo ambiente, el constituido por los campos bajo cultivo, también llamado agro-ecosistema, dando lugar así a la aparición de malezas. En la Argentina, el tendido de las líneas de ferrocarril promovió significativamente el desarrollo de la agricultura, dando impulso a los cultivos existentes desde la época de la conquista y creando o ampliando poblaciones en todo el territorio. La gradual desaparición de los latifundios, el control de los malones y la fuerte inmigración europea crearon las condiciones para que en la región pampeana se produjera un cambio estructural durante finales del siglo XIX y principios del XX, intensificándose y extendiéndose el uso de la tierra. Como consecuencia del portentoso aporte de la genética convencional y en las últimas décadas de la molecular y el incremento de los niveles de tecnología, liderados por la expansión del cultivo de soja, en las últimas cuatro décadas se observa un crecimiento exponencial en el desarrollo y utilización de herbicidas y en la incorporación de nuevas tecnologías en el control de malezas. A pesar del enorme bagaje tecnológico desarrollado para combatir a las malezas, los problemas derivados de éstas siguen siendo importantes. Consecuentemente, debe asumirse y comprenderse que los procesos de adaptación y evolución de las malezas son múltiples y complejos y que las poblaciones vegetales espontáneas modelan respuestas acordes a las señales ambientales y de manejo en un marco de gran resiliencia. Es sólo a partir de esta visión que es posible diseñar sistemas de cultivos con tácticas y estrategias sustentables de manejo de las malezas.

Bibliografía

Arnold, M L. 2004. Natural hybridization and the evolution of domesticated, pest and disease organisms. *Molecular Ecology* 13 (5):997-1007.

Baker H. G. 1974. The evolution of weeds. *Annual Reviews of Ecology and Systematics* 5:1-24.

Barker G. 2006 The agricultural revolution in prehistory. Oxford, UK: University of Oxford Press

Barnaud A, Deu M, Garine E, Chantereau J, Bolteu J, Koïda EO, McKey D, Joly HI. 2009 A weed-crop complex in sorghum: The dynamics of genetic diversity in a traditional farming system. *American Journal of Botany* 96(10):1869-79.

Cohen, M.N. 1977. The food crisis in prehistory. New Haven: Yale University Press.

De La Fuente, S.B, Perelman, S y C.M.Ghersa, 2006. Relación entre el diseño del mosaico agrícola de la Pampa Ondulada y la riqueza de la red trófica de Soja. Congreso Mercosoja.Rosario (Sta Fe). Actas.

De Wet J.M.J. 1987. Pearl millet (*Pennisetum glaucum*) in Africa and in India. Proceedings of the International Pearl Millet Workshop. pp 3-4. ICRISAT.India.

Forman, R.T.T. 1998. Land mosaics: The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press.

Harlan J.R. 1971. Crops, weeds and revolution.*The Scientific Monthly*, 80 (5) 299-303.

Labrada, R; C. Caseley y C. Parker.1996. Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120). http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s00.HTM#Contents.

Leguizamón E.S; Ferrari G, Lewis J.P.; Torres, P.S; Zorza, E; Daita, F, Sayago, F; Galetti, L; Tettamanti, N; Molteni, M; Ortiz, P; Agueci, D & Conti, R. 2006. Las comunidades de malezas de soja en la región pampeana argentina: monitoreo de cambios bajo el sistema de siembra directa. Congreso Mercosoja. Rosario. Sta Fe. pp. 137-141.

Leguizamón, E. 2001. Transgenic Crops in Argentina: present status & implications. *AgBiotechnet*. Vol 3. December. ABN 077.

Leguizamón. E.S. 2004. La evolución de la tecnología de herbicidas y el desarrollo de la agricultura. Capitulo XIV. En: Herbicidas: características y fundamentos de su actividad. Vitta. J.I (Editor). UNR. Editora.

Leguizamón, E.S. 2005. El manejo integrado de Plagas: visión y perspectivas. *Agromensajes* 15. 20-23. Facultad de Ciencias Agrarias. UNR.

Leguizamón, E.S., Berbery, M.T.,Cortese P., García Sampedro, C., Heit, G., Ochoa, M. del C., Sobrero, M.T., Arregui, C., Sánchez, D., Scotta, R., Lutz, A., Amuchástegui, A., Gigón,R., Marchessi, J.E., Núñez, C., Zorza, E., Rivarola, R., Scapini, E., Fernández, M., Suárez, C.E., Troiani, H. 2011. Vigilancia Fitosanitaria en Argentina: detección precoz de malezas cuarentenarias. XXXII Reunión Argentina de Botánica. Posadas.

Lockhart J.A.R, A. Samuel y M.P. Greaves. 1990. The evolution of weed control in British agriculture. In: R.J. Hance y K. Holly (Eds.). Weed Control Handbook: Principles, pp 43-74. 8th Ed. Blackwell Scientific Publications.

Martínez-Ghersa, M. A; Ghersa, C.M. 2005. Consecuencias de los recientes cambios agrícolas. Ciencia Hoy.15 (87) 37-45.

Moscatelli, G. and Pazos, M.S. 2000. Soils of Argentina: Nature and Use. International Symposium on Soil Science. 17-22 de abril, Bangkok, Tailandia. En: I. Kheoruenromne and S. Theerawong (Eds.) 2000. Proceedings of International Symposium on Soil Science: Accomplishments and Changing Paradigm towards the 21st Century, 81-92.

Oregon State University, 2010. World food crops: centers of diversity, crop adaptation. Retrieved September 1, fromhttp://oregonstate.edu/instruct/css/330/two/index.htm#content.

Parsons, J. 1970. The "Africanization" of the New World tropical grasslands.Tübinger Geographical Studies 34: 141-53.

Puricelli E. y D. Tuesca. 2005. Efecto del sistema de labranza sobre la dinámica de la comunidad de malezas en trigo y en barbechos de secuencias de cultivos resistentes a glifosato. *Agriscientia,* XXII (2): 69-78.

Reed, C. 1977.The origins of agriculture. The Hague: Mouton Publishers.

Spink, J; Street, P; Sylvester Bradley, R and Berrry,P. 2009. The potential of increasing productivity of Wheat and Oilseed Rape in the UK. http://www.commercialfarmers.co.uk/PotentialProductivity.pdf

Schneider, R & José María Caballero. 2006. Agricultura y Desarrollo Rural en Argentina: Temas Claves. Informe Nº. 32763-AR. Banco Mundial.

Solbrig, O & D. Solbrig. 1996. So Shall You Reap: Farming And Crops In Human Affairs.

Tuesca, D; Puricelli, J y Papa, J..C, 2001. A long-term study of weed flora shifts in different tiüage systems. *Weed Research*, 41: 369-382.

Vavilov, N.I. 1926. Studies on the Origin of Cultivated Plants. 248 pp. Leningrad.

Vitta J; Tuesca, D. y Puricelli, E, 2004. Widespread use of glyphosate tolerant soybean and weed community richness in Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environments* 103:621-624.

Zeder MA, Emshwiller E, Smith BD, Bradley DG. 2006. Documenting domestication: the intersection of genetics and archaeology. *Trends in Genetics* 22(3):139-55.