

Contaminación agrícola

René Farrera

Investigador INIA. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Táchira.
Bramón, Táchira. rfarrera@inia.gob.ve

Cuando se establecieron las primeras civilizaciones, hace más de 10.000 años y el hombre cambió su vida nómada y recolectora por una sedentaria, caracterizada por la domesticación de plantas y animales, se inició la actividad agrícola como estrategia de vital importancia para la supervivencia. Esto conlleva a que los sistemas biológicos pasen de su condición natural a ser sistemas intervenidos o desplazados, con el propósito de satisfacer las necesidades materiales y espirituales del hombre, con sus respectivas innovaciones tecnológicas, socioculturales y el impacto ambiental correspondiente.

El impacto ambiental en la agricultura

La agricultura, entendida como un proceso mediante el cual el hombre pone bajo explotación una porción deliberada de tierra, en la que siembra especies vegetales y cría animales con el objetivo de obtener alimentos, fibra y casi todos los otros elementos necesarios para la vida, pone de manifiesto una serie de actividades que, en menor o mayor grado, causan alteraciones y daños a los elementos básicos del ambiente, como suelo, agua, aire, flora y fauna, y al estado de salud del hombre.

Como cualquier otra actividad, la agricultura ha tenido que adaptarse a los factores naturales que definen el clima, a las posibilidades tecnológicas de cada momento histórico y las demandas de mercado, entre otros aspectos, los cuales ejercen una presión constante sobre su desarrollo. Así por ejemplo, la necesidad imperante de producir alimentos en cantidad suficiente, se ha convertido en el segundo problema de interés para la humanidad, después del problema relacionado con la disponibilidad de agua potable.

Desarrollo agrícola vs. impacto ambiental

En la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo en su programa

21 (CNUMAD 1992), se menciona la dificultad de garantizar un suministro suficiente de alimentos para el siglo XXI. Esta situación ha repercutido de alguna manera en las prácticas agrícolas en todo el mundo, tales como el desarrollo de monocultivos, el incremento del riego, la expansión hacia tierras marginales y la utilización cada vez mayor de agroquímicos, como fertilizantes y plaguicidas, con el propósito de aumentar los rendimientos.

En las décadas recientes, los modelos de desarrollo agrícola predominantes como el movimiento "Revolución Verde" durante la época de los años 60 y 70, han impuesto la aplicación de técnicas de explotación que involucran el uso de tecnología de avanzada, desde el punto de vista químico (uso de plaguicidas y fertilizantes), biológico (mejoramiento genético), físico (sistemas de riego, ambientes controlados) y mecánico (preparación de tierras, recolección de cosechas, preservación de productos). Este desarrollo tecnológico, unido al agresivo y cada vez más amplio proceso de ocupación de áreas naturales, ha convertido a la agricultura en una actividad con un alto potencial de daño contra los elementos fundamentales del medio natural.

La mayor parte de los sistemas actuales de producción no son más que la consecuencia de unos esquemas de desarrollo, orientados fundamentalmente por enfoques productivos a partir del crecimiento económico. Las cantidades y la apariencia de lo que se debe producir se consideran más importantes que la calidad real del producto y los costos ambientales que implique. Entonces, se hace necesario cambiar este tipo de esquema, teniendo en cuenta que la labor agrícola es una de las actividades socioeconómicas básicas para la supervivencia humana y que existe la posibilidad de armonizar la explotación de los recursos naturales sin riesgos de deterioro o pérdida; razón por la cual podemos buscar alternativas de desarrollo que causen el menor impacto posible al ambiente.

te, más aún si consideramos que los sistemas biológicos naturales son la culminación de miles de años de evolución y mantienen los procesos ecológicos, sin costo material para nosotros.

Responsabilidad social

Los humanos somos los responsables de la destrucción de hábitat y de la degradación ambiental, y estamos causando pérdidas de los recursos biológicos, ya sea por la disminución de especies que antes eran comunes, por la extinción local o global o por la ruptura de los ecosistemas. La destrucción acelerada de la biodiversidad mundial, especialmente en los países menos desarrollados, está amenazando la capacidad de la tierra para sostener la vida humana.

En muchos países, el crecimiento demográfico durante los últimos años ha sido superior al de la producción alimentaria. El Fondo de Población de las Naciones Unidas señala, que entre 1990 y 1997, la cosecha mundial de cereales aumentó 1% anual, proporción inferior a la tasa media de crecimiento de la población de 1,6% en el mundo en desarrollo (FNUAP 2001). Según el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (INPRI), para el año 2020 los agricultores deberán producir 40% más de cereales que en 1999. La mayor parte de estos aumentos deberán lograrse mediante aumentos del rendimiento de las tierras existentes y no mediante el cultivo de nuevas tierras.

Tecnologías inadecuadas

La escasez de tierras cultivables, el menor tamaño de los establecimientos agrícolas familiares, la degradación de los suelos y la escasez de agua, entre otros, son unas de las limitaciones que debemos enfrentar en los próximos años. Muchos países con economías débiles, enfrentan la carencia de un modelo de producción bajo el cual se puedan obtener cantidades suficientes de productos agrícolas de alta calidad, que garanticen niveles satisfactorios de rentabilidad, condiciones de vida adecuadas a un alto desarrollo sociocultural y menores alteraciones al patrimonio ecológico.

Los agricultores frecuentemente sólo cuentan con los paquetes tecnológicos de producción agrícola

que ofrece el comercio relacionado con la agricultura, los cuales están basados en la utilización intensiva de agroquímicos, cuya utilización prácticamente obligada por parte de ellos, afecta los recursos naturales, la salud humana, e incrementa substancialmente los costos de producción, limitando el acceso de sus productos a las clases más desfavorecidas económicamente.

La agricultura sostenible y el papel del Estado

Un modelo de agricultura sostenible constituye uno de los mayores desafíos para las próximas generaciones. La definición del desarrollo sostenible adoptada por la FAO en 1990, entendida como "Manejo y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional, de tal manera que se asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras". Este desarrollo sostenible (en los sectores agrícolas, forestal y pesquero) conserva la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales, no degrada el medio ambiente y es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable, podría ser una alternativa para minimizar el impacto de la agricultura moderna. Para ello es necesario que todos los sectores que participan en la actividad agrícola, tanto internacionales como nacionales, se integren de manera efectiva hacia este nuevo paradigma.

En cada país en particular se hace imperiosa la necesidad de que el Estado, a través de sus organismos encargados de la administración del ambiente y el fomento de la actividad agrícola, así como las instituciones de investigación y extensión, junto a los actores sociales claves de los medios de producción rural y los consumidores, lidericen sistemas que permitan la coordinación interinstitucional y comunitaria con la intención de hacer viables y efectivos los procesos de aprovechamiento agrícola sustentable de los recursos naturales.

Los planes de ordenamiento territorial y ambiental, las técnicas de aprovechamiento agrícola, orientadas a garantizar la obtención de los productos con la menor alteración de los recursos naturales, programas educativos, sistemas de información rápida y oportuna, mecanismos de participación comunitaria en los diferentes eslabones de las cadenas

agroalimentarias, fortalecimiento y/o creación de servicios de asistencia técnica y de empresas campesinas, son algunas de las acciones que podrían ser consideradas para un desarrollo agrícola sostenible.

Por último, desde el punto de vista personal, debemos erradicar nuestros sentimientos de superioridad sobre el resto del mundo natural y desarrollar, tal como lo expuso el teólogo Martín Buber, una "relación yo - tu" con el ambiente, más que una "relación yo - eso".

La contaminación de los recursos agua, suelo y aire

Las actividades agrícolas conllevan un costo ambiental en términos de la contaminación, la erosión, la sedimentación y la disminución de la calidad y cantidad de agua, la biodiversidad y la salud humana, entre otros, por lo que estos elementos deben ser considerados dentro de cualquier planteamiento relacionado con la temática del desarrollo sostenible.

Contaminación

De manera general, puede definirse la contaminación como cualquier cambio en la calidad natural del medio ambiente provocado por factores químicos, físicos o incluso biológicos, y normalmente se refiere a las actividades del hombre. Un contaminante es una sustancia que aparece en el ambiente, al menos en parte, como resultado de las actividades humanas, y que tiene un efecto nocivo sobre el entorno. Lamentablemente, en la actualidad, los contaminantes son parte de nuestro medio ambiente, como resultado de las industrias y de otras actividades, entre ellas la agrícola. La contaminación que proviene de la industria y de las áreas urbanas tiene un origen puntual o localizado (tuberías, acequias, canales, conductos, pozos, contenedores, otros) y ésta se ha enfrentado con relativo éxito en muchos países, mientras avanzamos en el siglo XXI. Sin embargo, la contaminación que deriva de la actividad agrícola o de fuentes no localizadas, las cual se caracterizan por responder a las condiciones hidrológicas y presentar dificultades para su medición o el control directo a los ambientes del suelo, del agua y del aire, no

se ha tratado con el mismo nivel de éxito que la resultante de la industria.

Sedimentación

El suelo es el medio básico para la producción de la planta, es un sistema no homogéneo que tiene propiedades físicas, químicas y biológicas que varían ampliamente. Existe una simbiosis entre este recurso y el agua, ya que su manejo exitoso va a depender del buen manejo que se haga del recurso agua, y viceversa.

La sedimentación y la erosión es un problema mundial que suele estar asociado a la actividad agrícola, como causante de gran parte del aporte de sedimentos a los ríos, lagos, estuarios y, finalmente, a los océanos mundiales. La contaminación provocada por los sedimentos tiene dos dimensiones principales: la física caracterizada por la pérdida de la capa arable del suelo y la degradación de la tierra, como consecuencia de la erosión laminar y por cárcavas, que dan lugar a niveles excesivos de turbidez en aguas receptoras, y a repercusiones ecológicas y físicas en lugares alejados, en lechos de ríos y lagos donde se produjo la deposición.

La dimensión química se caracteriza porque parte de los sedimentos constituidos por limo y arcilla (< 63 μm) son transmisores primarios de productos químicos absorbidos, especialmente fósforo, plaguicidas clorados y la mayor parte de los metales que son transportados por los sedimentos al sistema acuático. La afinidad de un producto químico orgánico hacia las partículas se describe en función de sus coeficientes de partición octanol-agua (Kow). Los productos químicos con bajos valores de Kow son fácilmente solubles, mientras que los que tienen valores altos de Kow se califican como hidrofóbicos y, por consiguiente, no se analizan fácilmente en las muestras de agua debido a la muy baja solubilidad del producto químico. En los productos químicos orgánicos, el componente más importante de la carga de sedimentos es la parte de carbono orgánico, razón por la cual los científicos han desarrollado el coeficiente de partición de carbono orgánico (Koc) para describir la asociación con la parte de carbono orgánico. Por otro lado, los altos niveles de sedimentación en los ríos dan lugar a la perturbación física de las características hidráulicas del cauce. Ello puede tener graves efec-

tos en la navegación, por la reducción de la profundidad, y favorecer las inundaciones por la reducción de la capacidad del flujo de agua en las cuencas de drenaje.

Lluvias y erosión

La intensidad de las lluvias determina el agua disponible en la superficie terrestre y va a influir directamente sobre el desprendimiento de las partículas del suelo, por su impacto y su posterior arrastre por efecto de la escorrentía.

Las tormentas de gran intensidad suelen producir abundante escorrentía superficial, pues la intensidad de precipitación supera con creces la velocidad de infiltración.

La destrucción de la vegetación superficial protectora y la compactación del suelo, sobre todo en zonas tropicales, da lugar a importantes fenómenos de erosión provocados por el gran volumen de escorrentía superficial.

La velocidad de infiltración, es decir la velocidad con que el agua superficial penetra en el suelo, es uno

Efecto de las prácticas agrícolas en la calidad del agua

Actividad agrícola	Efectos	
	Aguas Superficiales	Aguas subterráneas
Labranza / arado	Sedimentos, turbidez y entarquinamiento.	
Aplicación de fertilizantes	Escorrentía de nutrientes (fósforo), eutrofización, mal gusto y olor, desoxigenación y mortandad de peces	Lixiviación de nitratos.
Aplicación de estiércol	Contaminación por agentes patógenos, metales, fósforo y nitrógeno.	Contaminación por nitrógeno (NO ₃).
Plaguicidas	Contaminación agua y biota Disfunción del sistema ecológico Problemas salud pública	Lixiviación de compuestos plaguicidas.
Granjas / parcelas engorde	Contaminación por agentes patógenos: bacterias, virus, entre otros. Problema de salud pública. Contaminación con metales.	Lixiviación del nitrógeno, nitratos y metales.
Riego	Escorrentía de sales (salinización). Escorrentía de fertilizantes y plaguicidas. Bioacumulación de especies ícticas Niveles elevados de oligoelementos.	Incremento niveles de sales y nutrientes (NO ₃).
Talas	Erosión de la tierra, contaminación de los ríos. Entarquinamiento. Perturbación y cambio del régimen hidrológico. Salud pública.	Decrece la alimentación de los acuíferos. Reducción caudal en períodos secos. Incrementa concentración contaminantes.
Silvicultura	Escorrentía plaguicidas, erosión y sedimentación.	
Acuicultura	Descarga plaguicidas (TBT*) Eutrofización (heces y piensos)	

*Tributilestaño

de los términos más comunes de las ecuaciones hidrológicas utilizadas para calcular la escorrentía superficial, que es el volumen de agua disponible en la superficie después de descontadas todas las pérdidas debidas a la evapotranspiración de las plantas, el agua que se almacena en las depresiones superficiales y la que se infiltra en el suelo.

En la figura anexa se esquematiza este movimiento del agua proveniente de las lluvias, donde se incluye el efecto del interflujo o el agua que se desplaza en los diferentes horizontes del suelo, paralelamente a la superficie terrestre y las aguas subterráneas que se alimentan del agua que atraviesa los horizontes edafológicos. El interflujo produce como especies de tuberías superficiales, que se van ensanchando hasta que se derrumban, provocando cárcavas en la superficie agrícola.

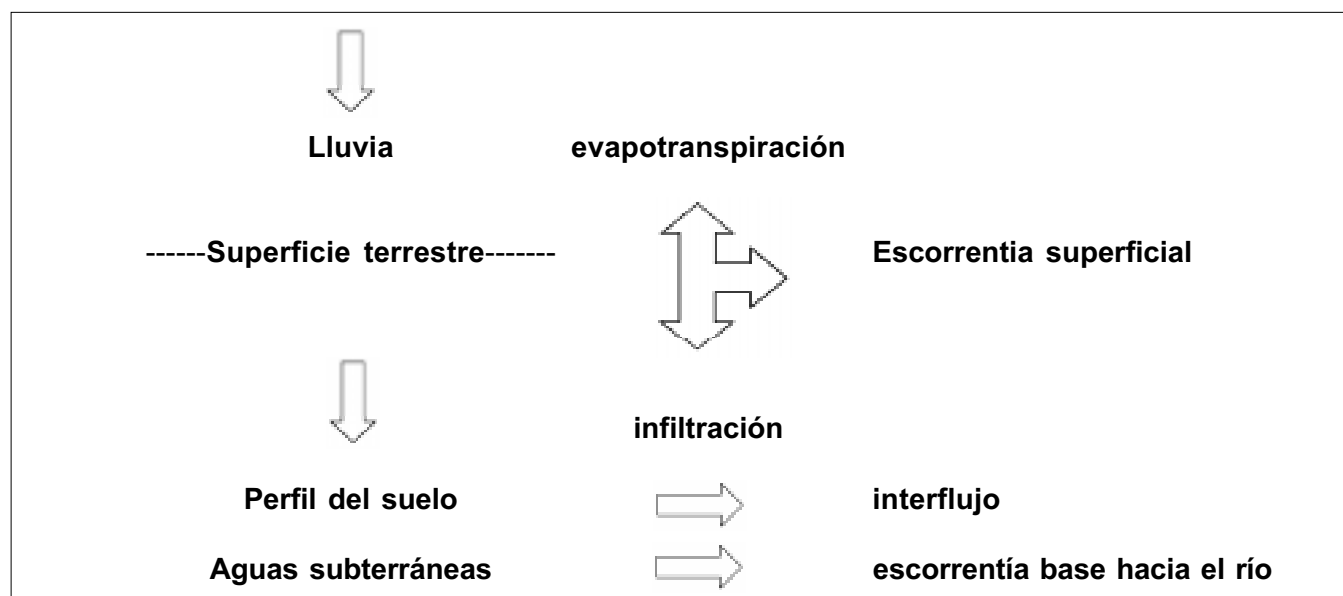
No existen soluciones aisladas para combatir la erosión de los suelos. Las medidas deben ser integrales y van a depender, en gran parte, de la situación económica del agricultor, de la mayor o menor importancia concebida por las autoridades ambientales y por el nivel de desarrollo del país. Para combatir la erosión es fundamental reconocer las escalas de tiempo y espaciales al preparar los planes de ordenación.

Los beneficios a corto plazo se manifiestan rápidamente en las aguas receptoras, pero los conta-

minantes asociados a los sedimentos que se almacenan en la cuenca fluvial pueden tardar decenios en salir finalmente de la cuenca, a pesar de los recursos destinados a combatir la erosión aguas arriba. En la agricultura de secano principalmente, la aplicación de medidas de control sólo será eficaz si el agricultor llega a convencerse de que por su propio interés económico, le conviene tomar medidas como el mantenimiento de la fertilidad del suelo y labranza mínima, entre otros. En el caso contrario, utilizar excesiva fertilización y labranza intensiva le acarrea un incremento significativo de los costos de producción. De allí la necesidad que tienen los organismos agrícolas de utilizar un enfoque integrado, al considerar los aspectos económicos de las prácticas agrícolas, más aún si se considera que no hay soluciones aisladas para combatir la erosión.

A continuación se indican las medidas clasificadas y recomendadas por el Organismo para la Protección del Ambiente de los Estados Unidos (US-EPA 1983), las cuales se utilizan en muchas partes del mundo:

- Protección de la cubierta vegetal.
- Ordenación ecológica de los cultivos.
- Labranza conservacionista.
- Cultivos en curva de nivel.
- Cultivos para cubierta y abono verde.



- Plantación en zonas más expuestas.
- Aprovechamiento de los residuos de cosecha.
- Residuos vegetales para la protección del suelo.
- Desviaciones del agua de escorrentía.
- Franjas de filtro y delimitación de fincas.
- Cursos de agua cubiertos de hierba.
- Pozas de sedimentación.
- Cultivos en franjas.
- Construcción de terrazas.
- El recurso hídrico

La agricultura es el principal usuario de los recursos de agua dulce, ya que utiliza alrededor de 70% de todos los suministros hídricos superficiales.

A la agricultura también se le considera como causa y víctima de la contaminación de los recursos hídricos (Ongley 2000). Es una causa, por la descarga de contaminantes y sedimentos en las aguas superficiales y/o subterráneas, la pérdida neta de suelo como resultado de prácticas agrícolas desafortunadas y la salinización y anegamiento de tierras de regadío. Es víctima, como consecuencia del uso de las aguas residuales y superficiales contaminadas, que a su vez contaminan a los cultivos y les transmiten enfermedades a los consumidores y trabajadores agrícolas. En el cuadro siguiente, se señalan algunos efectos de la actividad agrícola en el agua.

Entre los principales problemas a nivel ambiental y de salud pública debido al deterioro de la calidad de agua dulce en el mundo, se observan los siguientes (Ongley 2000):

- Cinco millones de defunciones anuales como consecuencia de enfermedades transmitidas por el agua.
- Disfunción del ecosistema y pérdidas de biodiversidad.
- Contaminación de los recursos de agua subterráneas.
- Contaminación mundial por contaminantes orgánicos persistentes.

De persistir la situación, las consecuencias a nivel mundial pueden ser las siguientes:

- Descenso de los recursos alimentarios sostenibles debido a la contaminación.
- Efecto acumulado de decisiones desacertadas de ordenación de los recursos hídricos, como consecuencia de la falta de datos sobre la calidad y manejo del agua en numerosos países.
- Muchos países no podrán ya controlar la contaminación mediante dilución, lo que incrementaría los niveles de contaminación acuática.
- Altos incrementos en los costos de las medidas correctoras y posible pérdida de solvencia o pérdida de oportunidades económicas (en la actualidad, las instituciones financieras tienen en cuenta el costo de las medidas correctoras con relación a los beneficios económicos).

Como medidas de acción para reducir el efecto de contaminación de las aguas, Sagardoy (FAO 1993) recomienda:

- Establecimiento y operación de sistemas eficaces en función de los costos que permitan supervisar la calidad del agua destinadas a usos agrícolas.
- Prevención de los efectos negativos de las actividades agrícolas sobre la calidad del agua utilizada en otras actividades sociales y económicas, y sobre las tierras húmedas, entre otros medios, mediante la reducción, en la medida de lo posible, del uso de insumos en actividades agrícolas.
- Establecimiento de criterios biológicos, físicos y químicos de calidad de agua para los usuarios agrícolas de los recursos hídricos y para los sistemas marinos y fluviales.
- Prevención de la escorrentía de los suelos y la sedimentación.
- Eliminación adecuada de las aguas residuales procedentes de asentamientos humanos y del abono producido por una ganadería intensiva.
- Reducción de los efectos negativos de los productos químicos agrícolas mediante la utilización de manejo integrado de plagas.

- Educación de las comunidades en lo relativo a los efectos contaminantes del uso de fertilizantes y productos químicos sobre la calidad del agua y la higiene de los alimentos.

Bibliografía

- CNUMAD. 1992. Programa 21 de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo. Organización de las Naciones Unidas, Nueva York.
- Cunningham, W.; Saigo, W. 1990. Environmental science, W. C. Brown, New York.
- FAO. 1990. Agua y desarrollo agrícola sostenible. Una estrategia para la aplicación del plan de acción de Mar del Plata para el decenio de 1990. FAO, Roma.
- FAO/CEPE. 1991. Legislation and Measures for solving of Environmental Problems Resulting from Agricultural Practices. Comisión Económica de la Naciones Unidas.
- FAO 1993. Field measurement of soil erosion and runoff. N. W. Hudson. Boletines de suelos de la FAO. num. 68. FAO, Roma.
- FNUAP. 2001. El estado de la población mundial [en línea]. Disponible en: www.unfpa.org/swp/2001/espamol/.
- Gerard, K. 1999. Ingeniería ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. McGraw Hill. 409 p. (vol.I).
- Moriarty, F. 1990. Ecotoxicology: A study of pollutants in ecosystems. 2nd Ed, Academic Press. London.
- OMS. 1992. Consecuencias sanitarias del empleo de plaguicidas en la agricultura. Ginebra, Organización Mundial de la salud.
- OMS. 1993. Guías para la calidad del agua potable. Volumen 1: recomendaciones. 2nd edición, Ginebra.
- Ongley, E. 2000. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos Hídricos [en línea]. Estudio FAO Riego y Drenaje. núm. 55. Burlington, Canadá. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/w2598s/00.htm>.
- Reiff, F. 1987. Health aspects of waste-water reuse for irrigation of crops. En : Proceeding of the interregional seminar on non-conventional water resources use in developing countries, 22-28 april 1985, serie 22. Naciones Unidas. N. Y. p 245-259.
- Sandia, L.; Cabeza, M.; Arandia, J.; Bianchi, G. 2000. Agricultura, salud y ambiente. SIDITA, Fundación POLAR. Venezuela. 243 p.
- US-EPA. 1983. National engineering handbook: sedimentation. United States Department of Agriculture (USDA), Soil Conservation Service, 2nd Ed.

