

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA**

**CARRERA DE POSGRADO
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS**

Tema: Producción agrícola sustentable.

Autora: María Lourdes César.

Directora: Mónica De Nicola.

Fecha: 23 de mayo de 2023

Resumen

Las actividades agrícolas han tenido graves impactos en el medio ambiente como la degradación de suelos, pérdida de biodiversidad y contaminación por la creciente utilización de agroquímicos. Así como crece la crisis ecológica de la región, el rendimiento de la producción agrícola disminuye por más que se aumente la aplicación de insumos externos. El modelo actual de agricultura convencional, trae aparejadas externalidades que son precisas de internalizar e informar para poder tomar decisiones de producción y de política económica. Se plantea como alternativa para lograr la sustentabilidad y sostenibilidad en el tiempo de la agricultura, la adopción de un nuevo modelo de producción mediante la incorporación de los principios de la agroecología. Este sistema de producción, se basa en emular las funcionalidades biológicas del medio ambiente, explotando y optimizando sus interdependencias y complementariedades.

Palabras claves: *“agricultura industrial”, “agricultura sustentable”, “producción sostenible”, “agroecología”, “sistemas agrícolas sustentables”, “degradación de suelos”, “cultivos de cobertura”, “rotación de cultivos”.*

Tabla de contenido

1. Introducción	4
2. Agricultura Industrial	5
2.1. Impactos ecológicos	8
2.1.1. Degradación de suelos.....	8
2.1.2. Pérdida de biodiversidad.....	10
2.1.3. Contaminación Química	11
2.2. Costos sociales.....	12
2.3. Medición de externalidades	13
2.4. Pérdida de soberanía alimentaria	14
2.5. Nuevo orden agroalimentario.....	16
3. Agricultura Sostenible	17
3.1. Insostenibilidad del agroecosistema	17
3.2. Agroecología.....	19
4. Conclusiones prácticas	21
4.1. Estrategias productivas	21
4.1.1 Cultivos de Cobertura	23
4.1.2. Rotación de cultivos.....	24
4.2. Políticas públicas	25
4.3. Estrategias de mercado	26
4. Reflexiones finales	27
5. Referencias bibliográficas	30

1. Introducción

La agricultura se caracteriza por ser una actividad económica que depende del medio natural para generar su producción. Actualmente, con el agotamiento de los recursos naturales potenciado por las actividades agrícolas, crece la crisis ecológica y disminuye la soberanía alimentaria del país.

Surge la necesidad de un cambio de paradigma, de uno en concordancia con los principios de la “revolución verde” que considera a los recursos ecológicos como inagotables y plenamente reemplazables por tecnología (Toro Mújica et al., 2011), a uno nuevo donde se tenga en cuenta la finitud de los mismos. Es preciso implementar un nuevo sistema de producción agrícola, que tenga en cuenta tanto elementos ambientales como humanos para poder evitar la degradación completa e irreversible de los primeros.

Frente a este escenario, ¿es posible cambiar a una agricultura sustentable y sostenible para generaciones futuras? Se plantea la agroecología como alternativa a las técnicas productivas convencionales de la agricultura industrial, donde se integren las relaciones entre todos sus componentes y procesos biológicos.

Para poder mejorar la sustentabilidad de la producción agrícola se presentan estrategias productivas que buscan alcanzar la mayor eficiencia del uso de recursos e insumos, haciendo hincapié en conocimientos y tecnologías de procesos, para poder reducir el impacto ambiental y estrategias de mercado para optimizar ganancias de los productores sin comprometer producción real.

El objetivo de este trabajo es, a través de la metodología de investigación de la revisión bibliográfica de fuentes primarias y secundarias, dar cuenta de los efectos

negativos en el ambiente que están generando los sistemas de producción agrícolas convencionales, y por otro lado, evidenciar la existencia de una alternativa de producción agroecológica que permita obtener beneficios socio-económicos para la sociedad, de una manera sostenible y sin comprometer producciones futuras.

Tanto los conceptos de “sustentabilidad” como de “sostenibilidad” de la agricultura serán utilizados como sinónimos a efectos de abordar la utilización de los recursos naturales sin comprometer a generaciones futuras. El “desarrollo sostenible” busca un desarrollo social que contribuya a mejorar la calidad de vida de todas las personas, el cual no sería posible sin el manejo racional de los recursos, evitando la degradación del medio natural.

2. Agricultura industrial

El modelo de producción industrializado, es un sistema productivo con alta dependencia a insumos agroquímicos y energéticos, en búsqueda permanente de mayor productividad (Aradas Díaz et al., 2017). Este mismo, se corresponde con un modelo de agricultura convencional derivado de la implementación de los principios de la revolución verde caracterizado por el predominio del monocultivo, el uso de variedades con alto potencial de rendimiento, un elevado nivel de mecanización y un uso intensivo de insumos agrícolas externos (Andrade et al., 2017).

Desde el punto de vista de la agricultura convencional, la eficiencia productiva va atada al uso intensivo del capital y es dependiente de tecnologías externas, buscando lograr un aumento en las cantidades producidas, lo que a su vez conlleva un continuo

aumento de escala dado sus elevados costes. Sólo se miden los costos económicos sin tener en cuenta costos sociales ni ecológicos (Martinez Castillo, 2009).

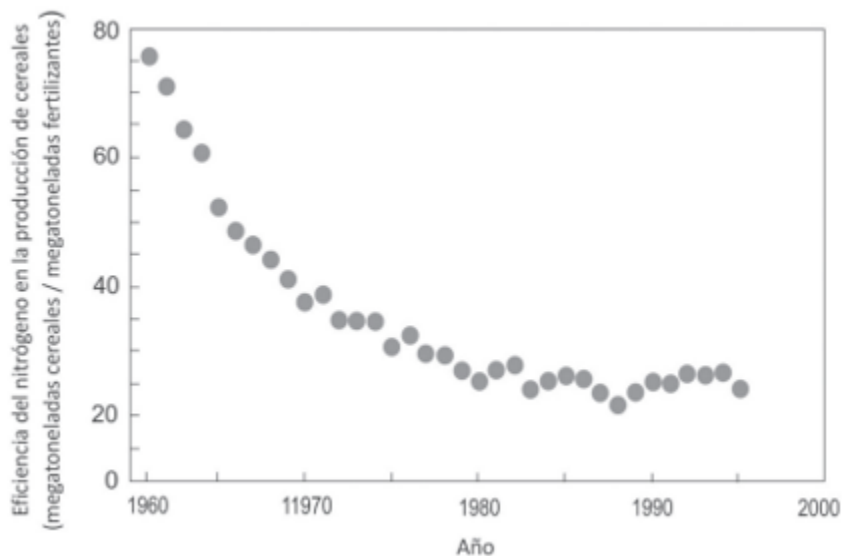
La agricultura genera una extralimitación en el uso de los recursos naturales y de la capacidad bioproductiva del planeta, quedando los aumentos de producción asociados a procesos de degradación de suelos, pérdida de hábitats y contaminación elevada (Andrade et al., 2017).

Altieri y Nicholls (2012), afirmaron que *“La revolución verde no solo falló en proveer alimentos para la población mundial, sino que fue creada bajo premisas no válidas: agua y energía abundante y barata, y un clima no cambiante. En algunas de la regiones cerealistas, la tasa de incremento de rendimientos está declinando a pesar del mayor uso de agroquímicos, en la medida que los cultivos alcanzan el punto de los rendimientos decrecientes”* (p. 65).

Altieri y Nicholls (2012), han evaluado y evidenciado que por un lado, ha disminuido la eficiencia del nitrógeno (aplicado como fertilizante) por tonelada de cereal (Figura 1), y por otro lado, ha aumentado la resistencia a pesticidas desarrollada por insectos, patógenos y malezas.

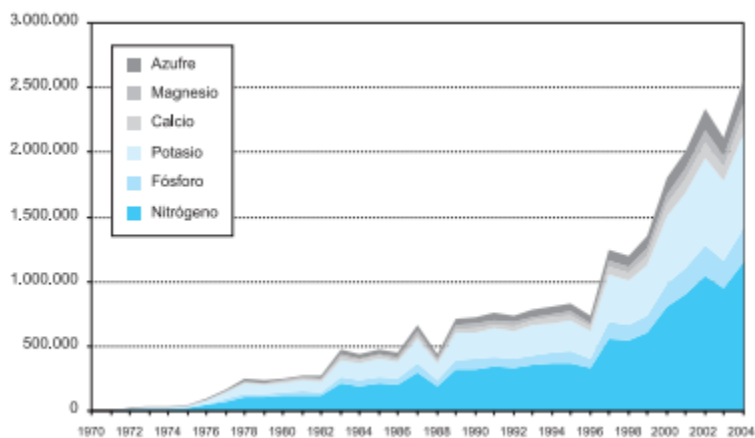
Pengue (2010), demuestra el desbalance que se produce en términos de nutrientes perdidos, nitrógeno y fósforo, acompañando un fuerte pico de extracción de los mismos el desplazamiento hacia el monocultivo de soja (Figura 2).

Figura 1. Ley de rendimientos decrecientes: más insumos, menos rendimientos.



Fuente: Altieri y Nicholls (2012), p. 67.

Figura 2. Extracción estimada en toneladas de los principales seis nutrientes para las campañas 1970/71 a 2004/05 de soja en Argentina.



Fuente: Pengue (2010), p. 141.

El modelo actual de agricultura industrial es un modelo agotado (Altieri y Nicholls, 2012); los recursos que se agotan no pueden ser sustituidos ilimitadamente

por tecnología, pasando a ser factor limitante, ya no el capital humano (riqueza, tecnología, personal capacitado), sino el capital natural (Toro Mújica et al., 2011).

El modelo de monocultivos transgénicos supone un mayor uso de agrotóxicos y efectos nocivos sobre la fertilidad de suelo y calidad de agua, con rendimientos que tienden a equipararse con los de los cultivos no alterados genéticamente, cuando no están por debajo (Delgado Cabeza, M.,2010).

La expansión de técnicas de producción agro-industriales convencionales está provocando una profunda crisis ecológica y poniendo en riesgo la posibilidad de lograr una soberanía alimentaria.

2.1. Impactos ecológicos

La producción agropecuaria global es responsable de buena parte del impacto ambiental que las actividades antropogénicas tienen sobre los ecosistemas (Andrade, 2016).

2.1.1. Degradación de suelos

La intensificación de la agricultura ocasiona paralelamente un deterioro en la calidad de los suelos, como la degradación de los mismos.

La tierra cultivable es sobreexplotada con modelos de producción insostenibles, disminuyendo la calidad de la tierra día a día, que se agota por procesos cada vez más erosivos (Pengue, 2010, p. 131).

Uno de los procesos de degradación de suelos es la erosión. Por un lado, la **erosión hídrica** es la pérdida de la materia orgánica mediante desmontes, pérdida de la estabilidad estructural por la menor infiltración y mayor escurrimiento de agua por la superficie. Por otro lado, la **erosión eólica** se produce por la acción del viento sobre

superficies con una pobre cobertura vegetal, que puede ocasionarse por ejemplo por el sobrepastoreo o por la escasez de rastrojos (Andrade et al., 2017).

Los bosques constituyen barreras geográficas fundamentales que previenen la erosión hídrica, eólica e inundaciones. A partir de la deforestación, tras perderse las barreras naturales, estas zonas podrían desertificarse aceleradamente al ser eliminada la protección que aseguraba el monte (Enciso, 2021).

Otro proceso que se da es la **pérdida de nutrientes**, donde se retorna escasa cantidad de residuos y hay a la vez menor persistencia de los mismos, disminuyendo el nitrógeno del suelo. Se genera un déficit de aplicación/remoción tanto de macro como micronutrientes, lo que contribuye a la pérdida de la fertilidad y el aumento de la compactación de los suelos (Andrade et al., 2017).

Los cambios en el uso de la tierra han profundizado este problema, dándose la “agriculturización”, para más adelante dar paso a una “sojización”, eliminándose la rotación agrícola-ganadera y concentrándose la producción en el cultivo de soja. También ha avanzado una “pampeanización”, donde se da la aplicación del modelo rural, económico, financiero y agronómico de La Pampa, a otras regiones que no son similares como lo es el Norte de la Argentina. Estos procesos son impulsados por los cultivos transgénicos y por las nuevas demandas de agrocombustibles (Pengue, 2010).

La actual tendencia al monocultivo de soja ha empeorado la degradación de los suelos ya que es un cultivo que provee escasa cantidad de rastrojos postcosecha, de rápida descomposición, quedando el suelo expuesto a la acción erosiva de la lluvia y el viento. Por estas causas, con los años de monocultivo de soja, el balance de la materia orgánica del suelo es negativo así como el de la fertilidad del suelo (Castilla, 2013).

Además, se ha visto un avance notable de la **salinización** en secano de los suelos. Con el avance de la frontera agropecuaria se ha producido el avance de la agricultura hacia zonas con riesgo hídrico, desmontes y el reemplazo de vegetación perenne por cultivos. Esto ha llevado a una disminución del agua evapotranspirada que desencadena en excesos hídricos y ascenso de napas freáticas con sales, y en definitiva, a la salinización superficial (Andrade et al.,2017).

2.1.2. Pérdida de Biodiversidad

Una de las consecuencias de la expansión de técnicas agro-productivas convencionales es la pérdida de biodiversidad.

Según Altieri y Nicholls (2012), a partir de la contaminación genética de los cultivos transgénicos, se compromete la diversidad de los cultivos quedando muy vulnerables a plagas y cambio climático. Debido a homogeneidad genética y a la ausencia de **mecanismos de regulación ecológica**, los monocultivos son altamente dependientes de pesticidas y fertilizantes. Como consecuencia del aumento acelerado de las llamadas “super malezas” y especies de plagas resistentes, se apunta a un aumento de los primeros. Los pesticidas tienen altos impactos negativos sobre el medioambiente como en los enemigos naturales, los polinizadores, la calidad del agua, la fauna silvestre, la fauna del suelo, y perturban procesos claves naturales como reciclaje de nutrientes del suelo.

Mecanismos para mejorar **inmunidad** son el aumento de la diversidad genética de especies en tiempo y espacio, el mejoramiento de la biodiversidad funcional (por ejemplo, que haya enemigos naturales promueve la regulación de plagas), mejorar la

materia orgánica del suelo y la actividad biológica, el aumento de la cobertura del suelo y la eliminación de insumos tóxicos y sus residuos (Altieri, 2002).

La diversidad ecológica, biológica, genética y el equilibrio de flujos de materia y energía, se logra a través de una distribución equitativa de las áreas dedicadas a la agricultura, ganadería y producción forestal, contrario a la producción especializada o monocultivo (Martínez Castillo, 2009).

2.1.3. Contaminación Química

Ante el riesgo de productividad de los cultivos por la incidencia de distintos tipos de plagas, se ha multiplicado el uso de **plaguicidas** para evitar pérdidas en la producción y combatir malezas, artrópodos y enfermedades.

Los plaguicidas son sustancias químicas sólidas y líquidas con efectos tóxicos para combatir las plagas, que quedan presentes en el aire, suelo, agua superficial y subterránea, y son la principal fuente de contaminación no puntual del medioambiente. Debido a esta amplia presencia en matrices ambientales, son un riesgo para la salud humana y animal, los insectos benéficos y las comunidades microbianas del ambiente.

La aparición de malezas resistentes ha reforzado el aumento en las dosis de glifosato y mezclas de productos. El herbicida glifosato, que es el compuesto más utilizado, asociado con la práctica de la siembra directa (barbecho químico y ausencia de control mecánico) y la utilización de cultivos RR, principalmente soja y también maíz, en adición a otros herbicidas que en un principio debía reemplazar, ha aumentado el volumen de plaguicidas por unidad de superficie.

Dado el planteo agrícola de monocultivo de soja con dosis excesivamente elevadas, crece el riesgo que aparezcan restos en granos y en aguas. Sumado a esto, la

cercanía a los centros poblados hace que sea de especial interés social las aplicaciones de estos insumos, clasificando algunos estudios recientes al glifosato como probablemente cancerígeno.

Según Pengue (2010), *“los sistemas de monoproducción agrícola, conllevan una extracción selectiva de nutrientes del suelo, que lo agotan y fuerzan una reposición vía **fertilizantes** minerales que actúan por un lado recuperando la fertilidad actual pero arrastran crecientes niveles de contaminación y eutrofización a la par de generar una mayor dependencia externa, al verse obligado los países a importar crecientes cantidades de fertilizantes minerales a valor dólar”* (p.132).

Además, este sistema de agricultura mecanizado, dependiente de agroquímicos, es **altamente dependiente a combustibles fósiles**, cada vez más caros y escasos. Además, *“la agricultura industrial contribuye con cerca del 25-30% de las emisiones de gases efecto invernadero, modificando tendencias climáticas y comprometiendo así la capacidad del mundo para producir alimento en el futuro”*, señalan Altieri y Nicholls (2012, p. 66).

2.2. Costos sociales

Los intentos por la “conquista de lo natural” han traído aparejado **costos sociales**: por un lado, expulsión de pequeños productores que no pueden adaptarse al paquete tecnológico demandado, y por otro lado, consecuencias a la salud humana como nuevas enfermedades crónicas o envenenamiento, a causa de agrotóxicos utilizados

2.3. Medición de externalidades

El modelo de agricultura actual conlleva una gran cantidad de externalidades negativas con consecuencias que afectan el medio ambiente sin tenerse en cuenta en los costos de producción.

Estas externalidades o costos externos, son costos directos que el sector privado no reconoce, ya que si se incorporaran al costo de producción, este estaría por encima de los ingresos. Las compañías solo tienen en cuenta sus propios costos y beneficios privados, por lo que en definitiva, quien crea la externalidad, no incorpora sus efectos en sus propios cálculos (Pengue, 2010).

Si sólo se tienen en cuenta los beneficios económicos y privados producidos, se genera una distorsión entre el verdadero aporte de la actividad económica.

Osorio y Correa Restrepo (2004), afirman que *“la ausencia de la valoración de estos recursos puede llevar a que las acciones y actividades económicas conduzcan a un uso inadecuado o a una sobre explotación de los mismos, provocando así un cambio negativo en la condición de los recursos afectados”* (p. 159).

Si bien es de pleno conocimiento la importancia de los bienes y servicios ambientales, esto no basta para garantizar su uso racional. Como carecen de un mercado donde intercambiarse, se desconoce su precio (Osorio et al., 2004).

La economía ambiental busca la internalización de las externalidades dándole una valoración monetaria al medio ambiente. Sigue la teoría neoclásica, donde los bienes escasos son considerados bienes económicos, por lo que una vez internalizado, el medio ambiente pasa a ser un bien económico (Chang, M.Y., 2005).

En otra arista, se encuentra la economía ecológica que también tiene en cuenta incorporación de externalidades pero desde un enfoque más amplio, no sólo teniendo en cuenta consideraciones económicas sino también cuestiones como el metabolismo social, los indicadores biofísicos, las tendencias de consumo de energía, la degradación natural y la contaminación (Pengue, 2010), con independencia de que tengan o no valores de cambio (Naredo, J. M., 1994).

Podría lograrse una valoración del recurso natural si se incorporasen métodos de medición como los propuestos por la economía ambiental o la economía ecológica, tanto para lograr un uso racional del patrimonio natural, como para constituir una base de información para llevar a cabo tanto decisiones de producción, como de políticas públicas.

2.4. Soberanía alimentaria

La dependencia de tecnologías externas que propone el modelo produce una expulsión de pequeños productores por no poseer la escala suficiente para cubrir los crecientes costos, socavando las economías locales y las posibilidades de lograr la soberanía alimentaria¹.

El explosivo crecimiento del cultivo de soja en Argentina ha tenido otras consecuencias socioeconómicas severas. La producción de alimentos se desplomó, en tanto que se incrementó el uso de los agroquímicos, la intoxicación humana y la contaminación del agua. La combinación de crisis económica y expulsión de los

¹ Se refiere al derecho de cada pueblo, comunidad y país a definir sus propias políticas agrícolas, pastoriles, laborales, de pesca, alimentarias y agrarias que sean ecológicas, sociales, económicas y culturalmente apropiadas a sus circunstancias exclusivas. Esto incluye el derecho real a la alimentación y a la producción de alimentos, lo que significa que todos los pueblos tienen el derecho de tener alimentos y recursos para la producción de alimentos seguros, nutritivos y culturalmente apropiados, así como la capacidad de mantenerse a sí mismos y a sus sociedades (Foro ONG/ODC, 2002).

pequeños agricultores y de los trabajadores rurales, resultante de la siembra mecanizada de soja, ha disminuido la soberanía alimentaria e incrementando la pobreza y el hambre (Dros, J., 2004).

Pegue (2004), afirma que *“La paradoja de una Argentina exitosa sojaexportadora y por otro lado, desnutrida, no es tal, ya que sólo confirma la tesis...que son muchas las naciones subdesarrolladas que han enriquecido con sus recursos a economías avanzadas, subsumiendo a sus compatriotas en el hambre más adjecto. Lo que alguna vez fuera el granero del mundo puede llegar a hipotecar sus recursos detrás de la renta económica inmediata y enfrentarse a una pérdida importante de su Soberanía Alimentaria. Pan para hoy, hambre para mañana?”*.

Enciso (2021), evidencia que, por ejemplo, la región del “Gran Chaco Argentino”, que representa la mayor área forestal del país representando el 70%, concentrando aproximadamente el 20% de población de argentinos, es una de las áreas donde la soja emerge como una de las principales actividades agrícolas y donde la situación social revela, coincidentemente, los niveles de pobreza e indigencia más altos del país.

La mayor parte de los cultivos de cereales y oleaginosas, o sus derivados, se destinan a biocombustibles o alimento para animales. Paradójicamente, la mayor parte de las personas que pasan hambre en el mundo, viven en países con excedentes de alimentos. La sobreproducción de alimentos genera subvaluación de los precios y la destrucción de la viabilidad económica de los sistemas agrícolas locales: pequeños productores locales no son capaces de vender sus productos cubriendo sus costos de producción, alimentos se pudren en los campos mientras que hay personas que pasan hambre (Altieri y Nicholls, 2012).

2.5. Nuevo orden agroalimentario

La exclusión de productores y los problemas de acceso de las poblaciones a las producciones agropecuarias, tienen su causa tanto en la disparidad en la distribución de riquezas como en la posibilidad de imponer las normas. Esto tiene que ver con una cuestión estructural: la tendencia mundial de las redes imperiales que operan globalmente y son quienes establecen las reglas de juego.

Las redes imperiales alimentarias tienden a controlar los principales puntos de entrada, salida y transformación, a través del control de propiedad de infraestructura, de propiedad legal o de facto de recursos específicos, de elementos intangibles y hasta de características incorporadas intencionalmente en productos como los OMGs². De esta manera, prácticamente controlan el flujo de commodities, sin necesidad de detentar propiedad de los medios de los medios productivos pero sí de los vínculos asociados, apropiándose del valor producido por otros (Van der Ploeg J.D., 2019).

Van der Ploeg J.D., afirma que *“los imperios alimentarios vinculan los lugares donde hay pobreza (donde se ubica la producción) con los lugares donde hay riqueza (donde se produce el consumo). Al pagar precios bajos en los primeros (o al imponer costos adicionales a los productores por el derecho de acceso a los puntos de entrada) y al cobrar precios relativamente altos en los segundos, los imperios alimentarios pueden concentrar una enorme -y creciente- proporción del valor agregado en las cadenas de suministro de alimentos”...“los precios pagados a los agricultores están estancados (cuando no disminuyen) mientras que los costos de adquisición de los insumos necesarios (controlados cada vez más por los mismos imperios alimentarios) siguen aumentando”, (2019, p.168-169).*

² Organismos Modificados Genéticamente

En políticas agrícolas y alimentarias de los países periféricos se consigue desmantelar un alto grado de autoabastecimiento alimentario a partir de políticas de ajuste estructural impuesta por organismos como el Banco Mundial y el FMI, pasando a ser imprescindible la contención del gasto público y la obtención de divisas, esta última apoyada en cultivos de exportación (Delgado Cabeza, 2010).

En este contexto, surge un nuevo orden agroalimentario financiero-energético propagando la llamada “crisis alimentaria”. Esta debilidad alimentaria posibilita la financiarización o bursatilización de la agricultura. Los alimentos se han convertido en un objeto más de especulación bursátil, cuyos precios se modifican y aumentan, no en función de los mercados locales o las necesidades de los consumidores, sino en función de los jaloneos especulativos. Existe un alza de precios sin vinculación real con lo productivo, donde solamente se benefician unos cuantos capitales que controlan la producción y comercialización de bienes básicos (Rubio, 2008).

3. Agricultura sostenible

3.1. Insostenibilidad del agroecosistema

Al tomar cuenta de la crisis ecológica, la creciente dependencia a insumos agroquímicos y energéticos, y dada expansión de las técnicas agro-productivas convencionales, surgen cuestionamientos sobre la verdadera sostenibilidad medioambiental, económica y social de las mismas.

La percepción del concepto de sustentabilidad ha sufrido un proceso de transformación, pasando de una visión exclusiva del deterioro medioambiental a otra más global, en la que también son trascendentes otros aspectos, como los vinculados

con la calidad de vida del ser humano. Se ha pasado de una visión de sustentabilidad débil que postula la posibilidad total de sustitución del recurso capital natural por el de capital humano, a una de sustentabilidad fuerte donde esto no es posible y se busca el equilibrio de los elementos sociales, económicos y ambientales (Toro Mújica, et al., 2011).

América Latina es fuente productora y proveedora de materias primas, pero sin oportunidades reales para alcanzar su desarrollo sostenible. La expansión del sistema de agroexportación y su concentración, implica la ampliación de las fronteras agrícolas abarcando cada vez más tierras para sostener la escala, y el desplazamiento de los sistemas de producción tradicional hacia tierras más frágiles y marginales. Se da una creciente pérdida de soberanía alimentaria y un debilitamiento de los sistemas de desarrollo local endógeno, resultando el proceso de “agroculturización” monoprodutiva en un síndrome de **insostenibilidad** (Martínez Castillo, 2009).

A fines de satisfacer las necesidades crecientes de la población mundial, es preciso hacer ajustes en la agricultura argentina, haciendo un uso rentable, eficiente y seguro de los recursos naturales e insumos externos, de manera que se aseguren los servicios ecosistémicos para las generaciones presentes y futuras, contribuyendo a la equidad social y al desarrollo equilibrado de todos los territorios (Andrade et al., 2017).

Toro Mújica et al.(2011) señalan que *“la sustentabilidad global, resulta imposible a menos que la población humana y el nivel de demanda de recursos, como máximo, se equiparen con la capacidad de carga de la tierra”* (p.18).

Pensando en el mediano y largo plazo, la sostenibilidad agrícola solo se puede garantizar con los sistemas diversificados en tanto preservan el ambiente en general y

el suelo en particular, en una forma notablemente superior al caso de los monocultivos (Pengue, 2010).

La ciencia se enfrenta a nuevos retos, como la necesidad de evaluar y buscar la eficiencia de la producción real, en términos agroecológicos y desde una perspectiva de sostenibilidad (Altieri y Nicholls, 2012). Se han propuesto soluciones a problemas ambientales creados por los sistemas agrícolas intensivos en capital y tecnología, basándose en investigaciones con el fin de evaluar sistemas alternativos (Altieri, 2002).

La agricultura sostenible se refiere a un tipo de agricultura que intenta proporcionar un rendimiento sostenido a largo plazo mediante gestión de tecnologías ecológicamente racionales, sin enfocarse en un alto rendimiento de un producto en particular, sino optimizando el sistema en su conjunto, tomando una visión de agroecosistema (Toro-Mujica et al., 2011).

Una de las principales características de un agroecosistema sustentable es la resiliencia, asociada tanto a la estabilidad económica como a la social. Esta debe ser determinante en la continuidad o discontinuidad de los sistemas, evaluando la conveniencia ya no en conceptos antropocéntricos, sino manteniendo una concepción global de los sistemas de la producción (Toro-Mujica et al., 2011).

3.2. Agroecología

En un polo opuesto a la agricultura convencional se encuentra el modelo de producción agroecológico, que tiene una dependencia mínima de altos insumos agroquímicos y energéticos, siendo fundamentales los componentes biológicos que fomenten la propia fertilidad (Aradas Díaz et al., 2017).

La agroecología puede definirse como la aplicación de conceptos y principios ecológicos para diseñar agroecosistemas sustentables (Altieri, 2002). Es el estudio desde un enfoque holístico de los agroecosistemas, integrando tanto los elementos sociales como los ambientales.

Altieri (2002) señala que *“Un campo, es visto como un sistema complejo en el cual los procesos ecológicos que se encuentran en forma natural pueden ocurrir, por ejemplo: ciclaje de nutrientes, interacciones predador-presa, competencia, simbiosis y cambios sucesionales. Una idea implícita en las investigaciones agroecológicas es que, entendiendo estas relaciones y procesos ecológicos, los agroecosistemas pueden ser manejados para mejorar la producción de forma más sustentable, con menores impactos negativos ambientales y sociales y un menor uso de insumos externos”, (p. 29).*

El objetivo es ir más allá del uso de prácticas alternativas e integrar los componentes de manera tal de aumentar la eficiencia biológica general, y mantener la capacidad productiva y autosuficiente del agroecosistema, con una dependencia mínima de agroquímicos y subsidios de energía. En estos sistemas agrícolas complejos, se pone en relieve las interacciones ecológicas y sinergismos entre sus componentes biológicos, que proveen los mecanismos para subsidiar la fertilidad de su suelo, la productividad y la protección de los cultivos (Altieri, 2002).

El diseño de sistemas de cultivo que imiten a la naturaleza puede resultar en un uso óptimo de la luz solar, agua de lluvia, y de las propiedades del suelo. La agroecología debe optimizar procesos agroecológicos como el fortalecimiento de la

inmunidad agroecológica, la función metabólica, los sistemas regulatorios, el aumento de la biodiversidad y la regeneración de los recursos del suelo y agua (Altieri, 2002).

4. Conclusiones prácticas

4.1. Estrategias de producción

Los aumentos de la producción no pueden basarse únicamente en la expansión de la superficie cultivada como sucedió en el pasado, ni tampoco en el incremento en el uso de insumos externos por unidad de superficie, ya que esto resulta en pérdida de biodiversidad, contaminación química y degradación de suelos. Por lo tanto, los esfuerzos para sostener e incrementar la producción deben venir dados por una intensificación que provenga de tecnologías de procesos y mayores conocimientos para detener y revertir la degradación del medio natural, y ayuden a hacer un uso más responsable y eficiente de los recursos.

Para lograr la gestión sostenible de los suelos la FAO ha desarrollado las Directrices voluntarias para la Gestión Sostenible de los Suelos (2017), en las cuales brindan una orientación a las partes interesadas sobre cómo poner en prácticas las siguientes gestiones del suelo: reducción de la erosión, incremento del contenido de la materia orgánica, equilibrio de ciclos de nutrientes, reducción y mitigación de la salinización y alcalinización, reducción de la contaminación, acidificación y sellado de los mismos, mejoramiento de la biodiversidad, prevención y reducción al máximo la compactación, y mejoramiento de la gestión del agua.

Algunos de los mecanismos para lograr la **inmunidad** son el aumento de la diversidad genética de especies en tiempo y espacio, el mejoramiento de la

biodiversidad funcional (por ejemplo, que haya enemigos naturales promueve la regulación de plagas), mejorar la materia orgánica del suelo y la actividad biológica, el aumento de la cobertura del suelo y la eliminación de insumos tóxicos y sus residuos (Altieri, 2002).

La diversidad ecológica, biológica, genética y el equilibrio de flujos de materia y energía, se logra a través de una distribución equitativa de las áreas dedicadas a la agricultura, ganadería y producción forestal, contrario a la producción especializada o monocultivo (Martínez Castillo, 2009).

Para lograr la **diversificación** logrando la sustentabilidad, algunos métodos válidos son:

- Policultivos: se da una complementariedad biológica de varias especies plantadas en proximidad espacial, mejorando la estabilidad en el rendimiento de los cultivos.
- Rotaciones de cultivos: mediante la diversidad temporal se proveen nutrientes para el cultivo e interrumpen ciclos de plagas, malezas y enfermedades.
- Agroforestería: ayuda a mantener las cadenas tróficas complejas del suelo, mejoran fertilidad del suelo, contribuyen a la fijación de nitrógeno.
- Cobertura y mulch: reduce la erosión del suelo, las fluctuaciones de humedad y temperatura del mismo y mejora la eliminación de malezas.
- Integración animal: La producción animal que integra arbustos forrajeros, árboles maderables y pastos altamente productivos, en un sistema que

pueda ser pastoreado por ganado, facilita el óptimo reciclaje de nutrientes sin necesidad de insumos externos (Altieri y Nicholls, 2012; Altieri, 2002).

4.1.1. Cultivos de Cobertura

Actualmente en Argentina la mayor parte de los cultivos se implantan bajo el sistema de siembra directa. A su vez, los sistemas agrícolas actuales se caracterizan por largos períodos de barbecho en secuencias de cultivos con predominio de soja de primera como una única cosecha anual. Esto puede repercutir negativamente sobre la calidad del suelo (Castiglioni et al., 2013).

El predominio del cultivo de soja en los sistemas agrícolas actuales genera un balance negativo de la materia orgánica, con consecuencias sobre la disponibilidad de nutrientes, y procesos erosivos por falta de cobertura del suelo. Entonces, los cultivos de cobertura (CC) surgen como alternativa para incrementar el aporte de carbono al sistema, reducir la erosión del suelo y evitar la lixiviación de nutrientes (Duval M. et al., 2018).

La inclusión de un cultivo de cobertura durante el período entre la cosecha de soja en otoño hasta la implantación de la soja sucesora, a mediados de la primavera siguiente, permite mantener el suelo cubierto y producir un nuevo ingreso de residuos de cosecha al sistema. La fitomasa aérea producida por el CC permanece entera y anclada al suelo a través de sus raíces y de esta forma no es arrastrada por los escurrimientos superficiales, como sucede con los residuos de la soja, los cuales son trozados y esparcidos por la cosechadora (Capurro y Montico, 2020).

La intensificación de la secuencia de cultivos mediante la inclusión de alternativas invernales mejoraría muchos aspectos de los actuales sistemas agrícolas

permitiendo una producción sostenible, eficiente y rentable. En este sentido, los CC invernales serían una alternativa promisoría para aportar residuos ricos en carbono y promover al desarrollo y mantenimiento de la cobertura de los suelos, además de otros beneficios sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas edáficas (Duval M. et al., 2018).

Según los especialistas, incorporar cultivos de cobertura en planteos con largos periodos de barbecho, entre cultivos de renta, contribuye a mejorar las propiedades de los suelos degradados y compactados.

4.1.2. Rotación de Cultivos

Una alternativa al monocultivo sería la inclusión de gramíneas en la rotación que aporten una mayor masa de residuos. Varias gramíneas de invierno tales como centeno (*Secale cereale* L.), avena (*Avena sativa* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), triticale (x *Triticosecale* Wittmack) y raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.) son utilizadas como CC logrando un importante aporte de carbono entre cultivos consecutivos de soja, manteniendo o mejorando los niveles de COS³ (Álvarez et al., 2006).

Con esta problemática como eje, un equipo de investigación del INTA realizó un ensayo de larga duración en el que, durante 10 años, se comparó al monocultivo con las rotaciones y demostró que alternar la soja con gramíneas tiene efectos positivos sobre el cultivo y el suelo.

³ COS: carbono orgánico total

En la Argentina, los principales cultivos extraen unos 4 millones de toneladas de nutrientes por año y sólo se reponen 1,4 millones por fertilización. Castilla (2013) indica que “ese balance negativo afecta los rendimientos productivos ya que por cada tonelada de soja que cosechamos extraemos siete kilos de nutrientes y, si el nitrógeno no se toma de la atmósfera o no lo produce el suelo por mineralización, hay que reponerlo con fertilizantes”, p.121.

Además, afirma que “con rotaciones adecuadas y una densa cobertura superficial de residuos vegetales se logran mayores rendimientos de los fertilizantes que son favorecidos por la cantidad del agua que circula por infiltración, una condición que le devuelve al suelo sus aptitudes naturales para filtrar y regular los ciclos y los nutrientes”, Castilla, 2013, p.122.

Recopilando resultados de un estudio realizado por INTA Paraná, se demuestra que al incluir gramíneas en la rotación de cultivos, estando el suelo cubierto por cultivos con raíces vivas la mayor parte del año, hay mejoras en la conservación de la biodiversidad, de la amortiguación de impactos de los rodados de maquinarias agrícolas, y hay menores pérdidas por escurrimiento, lo que a su vez lleva a una menor pérdida de nutrientes y plaguicidas (Castilla, 2013).

4.2. Políticas públicas

El rol de políticas de Estado alineadas con el propósito de fomentar la práctica agroecológica resulta fundamental. Las tecnologías de procesos y conocimientos técnicos precisan mayores conocimientos para su aplicación, por lo que se precisan acciones de formación y capacitación de los actores involucrados como los productores y asesores (Andrade et al., 2017).

Además, sería necesario políticas que faciliten y aseguren un mercado local de la producción. Como ejemplo, hoy en día existen gobiernos locales que articulan sistemas de bolsones verdes, ferias francas y sistemas de tickets para empleados para fomentar estos espacios.

Para promover la adopción de tecnologías de producción sostenible, podrían establecerse barreras paraarancelarias en el comercio mundial, para la agricultura que no contemple las externalidades negativas (Andrade et al., 2017).

4.3. Estrategias de mercado

Ante los riesgos financieros que toma un productor agropecuario, el mercado de capitales provee alternativas para cubrirse de los mismos con distintas herramientas. Cabe aclarar que dependerá de la estructura del productor agrario y de su conocimiento o asesoría que pueda obtener, la posibilidad de acceso a estas opciones, siendo probablemente de más difícil acceso para un productor pequeño que vende su producción sólo a nivel local.

Una de las opciones para cubrirse de estos riesgos, son los llamados contratos OTC (Over the Counter), productos estructurados hechos a medida que contienen condiciones comerciales donde hay un contrato por mercadería y un derivado, buscando la mejor relación riesgo/rentabilidad.

Si un productor por ejemplo, no tiene la intención de sembrar soja en todo el año, pero sí tiene sus costos asociados a dicho commodity como suelen ser los arrendamientos de los campos, puede cubrirse del riesgo de que suban los precios del mismo, por ejemplo, mediante un forward a fijar por relación de precios.

También, ante la incertidumbre de evolución de precios, podría asegurarse cubrir

los costos de producción, utilizando una estrategia de precios mínimos mediante la puts (opciones de venta) que permite generar pisos de venta.

Respecto a alternativas comerciales, el productor agropecuario puede buscar estrategias que le permitan aumentar su competitividad en el mercado. Si elige vender commodities, la única estrategia posible es disminuir costos, ya que el precio viene dado por el mercado, es tomador de precios. Si, en cambio, busca la diferenciación de su producto o servicio, aumenta su poder de negociación, y puede pasar a la condición de formador de precio, alcanzando mayores márgenes de ganancia.

5. Reflexiones finales

Si bien la agricultura argentina presenta ventajas por sus condiciones naturales frente a otros sistemas de producción en el mundo, el agotamiento del suelo, la pérdida de biodiversidad, el crecimiento de los gases de efecto invernadero, los excesos hídricos y la contaminación por el uso de agrotóxicos, no sólo da cuenta de un sistema de producción no sustentable, sino que resulta un riesgo para la salud animal y de la población.

Los aumentos de la producción no pueden basarse únicamente en la expansión de la superficie cultivada ni tampoco en el incremento en el uso de insumos externos por unidad de superficie, dada la consecuente degradación del patrimonio natural que obstaculiza las posibilidades de lograr una soberanía alimentaria a la vez de reforzar la concentración de capital en pocas manos y el desplazamiento social.

Por lo tanto, los esfuerzos para sostener e incrementar la producción deben venir dados por una intensificación que provenga de tecnologías de procesos y

mayores conocimientos para detener y revertir la degradación del medio natural, y ayuden a hacer un uso más responsable y eficiente de los recursos.

Se hace evidente e imperativa la necesidad de cambios en este sistema de producción agrícola, de modificar la visión antropocéntrica a una holística, donde se tenga en cuenta al ambiente natural y social como un sistema en conjunto, y donde no sólo se busque mejorar el rendimiento de un componente sino optimizar el funcionamiento de todos.

En esta búsqueda por una agricultura sustentable y sostenible en el tiempo, la ciencia de la agroecología postula que esto es posible mediante la explotación de los sinergismos y funcionalidades de cada agroecosistema, teniendo en cuenta las complementariedades e interdependencias de cada uno.

Es preciso combinar los conocimientos técnicos con responsabilidad social ambiental, intentando potenciar el rendimiento de la actividad productiva a través de prácticas y alternativas que minimicen su impacto ambiental, con el objetivo de posibilitar la continuidad y sostenibilidad de la actividad agrícola a largo plazo sin socavar las posibilidades de futuras generaciones.

Para poder llegar a la transición de un modelo a otro, cobra importancia la utilidad de herramientas para medir las externalidades negativas que el sistema agropecuario actual genera, y así generar información que sirva para la toma de decisiones, tanto privadas como públicas. Se debe tener en cuenta tanto la subvaluación como la sobreexplotación de los recursos naturales, no sólo a nivel de la empresa individual, sino a nivel macroeconómico.

Además, este nuevo modelo necesita de políticas de Estado que lo promuevan y faciliten, tanto para la expansión de conocimientos técnicos a productores como para la adopción de tecnologías acordes, y para la organización en la vinculación con consumidores locales, que resulta clave para traccionarlo y asegurar su continuidad.

6. Referencias bibliográficas

- Andrade, F. H., Taboada, M. A., Lema, R. D., Maceira, N. O., Echeverria, H. E., Posse Beaulieu, G., Gamundi J.C, Trumper E., Frana J. Perotti E., Fava F., y Mastrangelo, M. E. (2017). *Los desafíos de la agricultura argentina: satisfacer las futuras demandas y reducir el impacto ambiental*. INTA.
- Altieri, M. A. & Moreno, J. L. (1995). *Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables*. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*, 7(2), pág 65-83.
- Altieri, M. A. (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. *SARANDON, SJ Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*. Buenos Aires–La Plata, pág 49-56.
- Capurro, J., & Montico, S. (2020). *Efecto de los cultivos de cobertura sobre las pérdidas de agua y suelo por erosión hídrica*. INTA.
- Carpintero, O. R. (2006). Biocombustibles y uso energético de la biomasa: un análisis crítico. *El ecologista*, (49), 20-26.
- Castilla, F. (2013). La elegida para conservar el suelo: Una decisión agronómica que combina rotación de cultivos, fertilizantes y agricultura de precisión para aumentar la producción y preservar los recursos naturales. Adoptada en forma masiva en la Argentina, es una de las claves para evitar pérdidas del suelo por erosión. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 39(2), 118-123.

- Castiglioni, M. G., Behrends Kraemer, F., & María Morras, H. J. (2013). Efecto de la secuencia de cultivos bajo siembra directa sobre la calidad de algunos suelos de la región Pampeana. *Ciencia del suelo*, 31(1), pág 93-105.
- Chang, M. Y. (2005). La economía ambiental. *Sustentabilidad*, pág 165-178.
- Delgado Cabeza, M. (2010). El sistema agroalimentario globalizado: imperios alimentarios y degradación social y ecológica. *Economía crítica*, 10, pág 32-61.
- Dros, J. (2004). Manejo del boom de la soya: Dos escenarios sobre la expansión de la producción de la soya en América del Sur. *Amsterdam: AIDEnvironment*.
- Duval, M., Galantini, J. A., Capurro, J., & Martínez, J. M. (2018). *Cultivos de cobertura en el monocultivo de soja: producción de biomasa y aporte de nutrientes*.
- Enciso, A. N. (2021). La “pampeanización” Argentina, el avance de las fronteras agrícolas en el NOA (Noroeste argentino) y la pérdida de biodiversidad territorial. *Diversidad*, (21), pág 67-83.
- FAO (2016). *Directrices voluntarias para la gestión sostenible de los suelos* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. <https://www.fao.org>.
- Martínez-Castillo, R. (2009). Sistemas de producción agrícola sostenible. *Revista tecnología en Marcha*, 22(2), pág 23-39.
- Naredo, J. M. (1994). Fundamentos de la economía ecológica. *De la economía ambiental a la economía ecológica*, pág 373-399.
- Osorio Múnera, J. D., Correa Restrepo F (2004). Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación. *Semestre económico*, pág 159-193.

- Pengue, W.A. (2010). Agricultura mundial, suelo virtual y agrocombustibles. *Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible (CUIDES)*, (4), pág 125 – 158.
- Pengue, W.A. *Soja. ¿El grano de la discordia?* <https://www.ecoportat.net/>, 18 de febrero de 2004, pág 1-7.
- Rubio, B. (2008). La crisis alimentaria y el nuevo orden agroalimentario financiero energético mundial. *Mundo siglo XXI*, (13), pág 43-51.
- Toro-Mújica, P., García, A., Gómez-Castro, A. G., Acero, R., Perea, J., & Rodríguez Estévez, V. (2011). Sustentabilidad de agroecosistemas. *Archivos de Zootecnia*, 60(232), pág 15-39.
- Van der Ploeg J.D., 2019. Imperios alimentarios, soberanía alimentaria y luchas sociales. *Revista Latinoamericana de Estudios Rurales*, 2019, vol.4 n°7.