

UTN CDU

Concepción del Uruguay

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY
ESCUELA DE POSGRADO
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL**

TRABAJO FINAL

**“Análisis de alternativas de manejo para disminuir el uso de
fitosanitarios en las zonas productivas periurbanas”**

DOCENTE: Esp. Ing. Fernando Carlos Raffo

ALUMNA: Ing. Agr. Gabriela Fernanda Pretto

2019

Índice

1. Introducción	3
2. Diagnóstico	4
Contexto socio-económico-demográfico	4
Topografía	5
Clima	5
Actividades económicas	5
3. Problema	6
4. Objetivos	8
Objetivo General	8
Objetivos Específicos	8
5. Antecedentes	8
Fitosanitarios	8
Glifosato	8
Buenas Prácticas Agrícolas	11
Agroecología	12
Transición	14
6. Alternativas	15
Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)	15
Certificación Orgánica	16
Transición de sistemas convencionales a agroecología	17
Producción agroecológica (AE)	18
Producción convencional	19
7. Matriz de análisis de factibilidad	19
Matriz de Comparación FODA	19
Elección de alternativa	20
8. Desarrollo	22
Caso testigo	22
9. Conclusiones	25
10. Bibliografía	25

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY
INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO FINAL DE ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL

**Análisis de alternativas de manejo para disminuir el uso de fitosanitarios en las zonas
productivas periurbanas**

Docente: EIA Ingeniero Fernando Raffo

Autor: Ingeniera Agrónoma Gabriela Fernanda Pretto

Resumen

Si bien en la provincia de Entre Ríos existe legislación sobre el uso correcto de fitosanitarios, Ley Nº 6.599/80 y sus decretos reglamentarios, el Órgano de Aplicación, que actualmente es la Dirección de Agricultura y Apicultura, dependientes de la Secretaría de Producción Primaria de Entre Ríos, no ha podido realizar las tareas de fiscalización necesarias y adecuadas en cuanto a las prácticas de aplicación de fitosanitarios tanto terrestres como aéreas. Esto ha llevado a depender del buen criterio técnico de los productores e ingenieros agrónomos y en varios casos, no se han realizado las correspondientes Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). A su vez el uso incorrecto de fitosanitarios, ha llevado a que se encuentren residuos de los mismos tanto en alimentos de consumo humano y animal, como en suelos, aguas subterráneas, superficiales y en el aire. A medida que avanza la urbanización sin una verdadera planificación urbana, la población se va expandiendo hacia zonas cada vez más cercanas a las fincas de producciones fruti-hortícolas de los cinturones periurbanos de las ciudades. Particularmente en la ciudad de San José, al igual que en otras localidades de la provincia, han ocurrido conflictos ambientales vinculados directamente con las aplicaciones incorrectas de fitosanitarios. El objetivo del presente trabajo es analizar distintas alternativas disponibles para los productores, en especial los horticultores, sin la utilización de fitosanitarios en las zonas periurbanas, de manera de poder continuar con su actividad productiva sin afectar al ambiente o a la población circundante y poder obtener rendimientos adecuados.

1. Introducción

Soy Gabriela Fernanda Pretto, Ingeniera Agrónoma egresada de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) de la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER). Actualmente me desempeño como promotora facilitadora grupal del Grupo de Abastecimiento Local de Colón, Entre Ríos, que depende del Ministerio de Desarrollo Social, trabajando en conjunto con la Agencia de Extensión Rural de INTA Colón. Paralelamente y complementariamente, trabajo en el área ambiental de la Municipalidad de San José, donde me desempeño actualmente como asesora técnica para la fiscalización de buenas prácticas en el manejo de fitosanitarios en la jurisdicción de San José, con el objetivo de minimizar los riesgos a la salud ambiental y de la población asociados a la aplicación de productos fitosanitarios y enfocada principalmente en promover técnicas de producción agropecuaria agroecológicas, acompañando a los productores agrícolas en el periodo de transición.

El presente trabajo aborda una problemática que es cada vez más común en las ciudades, especialmente en las zonas periurbanas, que son los efectos de la utilización inadecuada de fitosanitarios en los sistemas productivos, que terminan ocasionando daños en

la salud de las poblaciones, deterioro en la calidad de aire, suelos y cursos de agua, además de posibles residuos de fitosanitarios en los alimentos especialmente de consumo fresco, por no tener seguridad en que se respeten los tiempos de carencia establecidos para cada fitosanitario aplicado.

Esos efectos, al igual que en otras localidades de la provincia de Entre Ríos, han cobrado importancia debido al avance de la línea de urbanización hacia las zonas que originalmente fueron productivas y se encontraban alejadas del área urbana y actualmente se encuentran asentamientos urbanos y emprendimientos de turismo rural. El desafío se presenta en la forma de adaptar los sistemas productivos de manera de minimizar los potenciales riesgos a la salud y al ambiente en todos sus aspectos y conseguir rendimientos rentables económicamente de manera de lograr que todos puedan convivir armoniosamente.

En este estudio se analizarán distintas alternativas productivas para solucionar cuestiones vinculadas con las prácticas productivas y poder reemplazar gradualmente los productos fitosanitarios de síntesis química con algún grado de toxicidad por prácticas integrales sin el empleo de los mismos en el mediano y largo plazo, evaluando la utilización de bioinsumos como EM^R en el periodo de transición para lograr, en el largo plazo, eximir a los productores de la dependencia de utilización de insumos externos con altos costos, lo que en definitiva termina disminuyendo sus márgenes netos.

Se analizarán las actividades actuales desarrolladas desde las distintas áreas municipales en busca de una solución a la problemática y se propondrá diferentes combinaciones para que cada zona pueda llegar a una solución definitiva al problema planteado, considerando que el accionar actual no es suficiente para llegar a una solución sostenida en el tiempo, pensando en cuidar los recursos para las generaciones futuras.

2. Diagnóstico

Contexto socioeconómico-demográfico

Si bien en la provincia de Entre Ríos existe legislación sobre el uso correcto de fitosanitarios, Ley Nº 6.599/80 y sus decretos reglamentarios, el Órgano de Aplicación, que actualmente es la Dirección de Agricultura y Apicultura, dependientes de la Secretaría de Producción Primaria de Entre Ríos, no ha podido realizar las tareas de fiscalización necesarias y adecuadas en cuanto a las prácticas de aplicación de fitosanitarios tanto terrestres como aéreas. Esto ha llevado a depender del buen criterio técnico de los productores e ingenieros agrónomos y en varios casos, no se han realizado las correspondientes Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), que incluyen registros de pulverizadoras a nivel provincial, capacitaciones de los aplicadores y obtención de carnets habilitantes, prescripción y posteriormente presentación de recetas agronómicas a los vecinos más cercanos, control de las distancias a cursos de agua, establecimientos agropecuarios en general y educativos y control de velocidad y dirección del viento al momento de realizar la aplicación, de manera de minimizar riesgos por derivas de fitosanitarios. Otro factor que debe tenerse en cuenta es la probabilidad de precipitaciones al momento de realizar la aplicación, debido al lavado y posterior escorrentía arrastrando los remanentes no absorbidos por los vegetales o por la especie objeto de control, que terminan depositándose en los cursos de agua.

El reiterado uso incorrecto de fitosanitarios, comentado anteriormente ha llevado a que se encuentren residuos de los mismos tanto en alimentos de consumo humano y animal, en suelos, aguas subterráneas, superficiales y en el aire.

Colón es uno de los 17 Departamentos que conforman la provincia. Limita al oeste con los Departamentos San Salvador y Villaguay, al norte con el Departamento Concordia, al sur con el Departamento Uruguay y al este con la República Oriental del Uruguay. El mismo tiene una superficie de 2.893 Km² y es el séptimo más poblado de la provincia, con 62.160 habitantes según el censo de INDEC de 2010, de los que 18.708 corresponden a la ciudad de San José, donde se llevará a cabo el presente trabajo. La ciudad fue fundada el 2 de julio de 1857 como Colonia San José, al este de la provincia y comprende actualmente a las anteriores localidades de El Brillante y El Colorado y una zona rural. Su superficie es de 106 Km² (10.600 hectáreas).

Topografía

La ciudad de San José al igual que el resto del departamento Colón se encuentra en el área perteneciente a las terrazas arenosas antiguas onduladas a suavemente onduladas del Río Uruguay. Corresponde a la zona ecológica 2, zona costera del río Uruguay.

Se encuentra situada entre los 27,5 y 32,5 m.s.n.m., comprendida en la Asociación Campo Nuevo, Serie Campo Nuevo, perteneciente a la familia “fina montmorillonítica, neutra, térmica” de los Cromudertes argiudólicos (vertisoles de color claro, epipedón mólico y B22 textural, denso), con características vérticas aunque tenga presencia de arena y canto rodado en todo el perfil (Carta de Suelos Departamento Colón Entre Ríos, 2002).

Clima

El departamento Colón está comprendido dentro del clima templado húmedo de llanura. El área se caracteriza por su condición de planicie abierta sin restricciones a la influencia de los vientos húmedos del nordeste, al accionar de los vientos secos y refrigerantes del sudoeste (causantes de los cambios repentinos en el estado del tiempo) y los vientos del sudeste (aire frío saturado de humedad), que dan lugar a semanas enteras de cielo cubierto, lluvias y temperaturas estables.

Con respecto a los vientos, la velocidad media anual es de 11,5 km/hora, que indica un régimen de vientos leves, con una máxima de 13,7 km/h en septiembre y una mínima de 9,4 km/h en abril.

El valor promedio anual de precipitaciones es de 1200 mm, con gran variabilidad interanual. El periodo que presenta la mayor Humedad Relativa (HR) es entre abril y agosto, cuyo promedio anual es de 77% y los meses de noviembre a febrero tienen promedio de HR inferior a 70%.

Actividades económicas

La ciudad cuenta con dos empresas avícolas de importancia económica que integran toda la cadena productiva. Entre las dos empresas dan empleo directa e indirectamente a 6000 personas aproximadamente. A su vez también cuenta con un frigorífico vacuno de importancia regional, dando empleo a 500 personas. Se encuentran además productores no integrados de pollos parrilleros y de huevos. También en la zona se cuenta con desarrollo de agroindustria con una planta de extracción de aceite de soja y expeller, además de fabricación de biodiesel.

Otras actividades de importancia en la zona son el turismo, ya que San José cuenta con termas, complejos de bungalows y un balneario municipal.

Con respecto a actividades agropecuarias de importancia, hay forestaciones de *Eucalyptus grandis* y *Pinus taeda* y *P. elliottii*, cultivos extensivos como soja, maíz, trigo, sorgo, pasturas para producción de carne vacuna y leche, producción de carne de cerdos, agroindustrias (aceite de soja, expeller y biodiesel). Dentro de la producción fruti-hortícola, se incluye la producción de nueces pecán, cultivos hortícolas a campo como batatas, zapallitos de tronco, calabazas, anco, berenjenas, vegetales de hoja (acelga, espinaca, lechugas, apio, perejil, albahaca), aromáticas, frutillas, melones, sandías y bajo cubierta principalmente tomates, pimientos, lechuga y rúcula, finalmente la actividad apícola con producción de mieles, propóleos y jalea real.

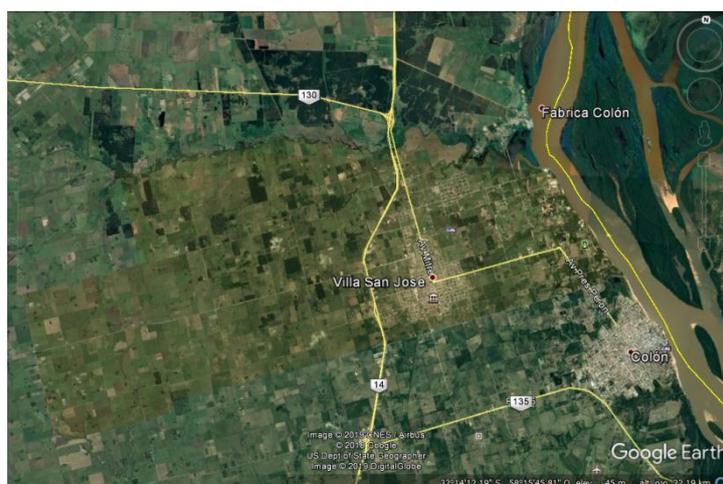


Figura 1. Jurisdicción de San José (polígono verde oscuro), superficie de 10.600 hectáreas.

3. Problema.

A medida que avanza la urbanización sin una verdadera planificación urbana, la población se va expandiendo hacia zonas cada vez más cercanas a las fincas de producciones fruti-hortícolas de los cinturones periurbanos de las ciudades. Particularmente en la ciudad de San José, al igual que en otras localidades de la provincia, han ocurrido conflictos vinculados directamente con las aplicaciones incorrectas de fitosanitarios. En el ejido de la ciudad, llamado “zona de transición” según la Ordenanza Municipal 10-2011, puntualmente en el Barrio Perucho Verne, se encuentra una escuela primaria de doble turno y a 300 metros de la misma, se halla una explotación agropecuaria que en el año 2017 arrendaba la zona de menor altitud (inundable) a un productor agropecuario, que sembraba *Oryza sativa* (arroz) como principal cultivo. A su vez en el mismo establecimiento se cultiva *Carya illinoensis* (nuez pecán) desde el año 2005. El productor arrocero realizaba aplicaciones de fitosanitarios, según necesidades del cultivo, sin respetar ningún punto vinculado a la legislación provincial (6.599/80), como la distancia a la escuela y a los barrios circundantes, sin tener registrada la pulverizadora en la Dirección General de Agricultura y Apicultura, no presentaba receta agronómica, no poseían carnet de aplicadores los operarios, entre otras infracciones a la normativa. Realizó estas prácticas durante varios años, hasta que en el año 2018 los directivos de la escuela comenzaron a denunciar hechos de intoxicaciones con plaguicidas.

A raíz de esto, el municipio tomó la decisión de ocuparse de un problema que consideraba ajeno, es decir, que no tenía participación en la resolución del mismo visto desde el punto de vista del control o inspección, por tratarse de conflictos relacionados a una legislación provincial. Debido a que se debe gobernar para todos los ciudadanos es que se debe trabajar en acuerdos de convivencia para que los habitantes puedan vivir sanamente, como lo indica el artículo 41º de la Constitución Nacional que establece que *“Todos los habitantes gozan de un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo...”*.

Desde el municipio primero se comenzó a trabajar en acercar las partes de manera de resolver el conflicto, se realizaron reuniones con mediadoras de la provincia y paralelamente se trabajó en la creación de una Ordenanza que regule el uso adecuado de los productos fitosanitarios y además se propuso una transición en la forma de producir de manera tradicional a comenzar a utilizar prácticas agroecológicas. Las mismas incluyen rotaciones de cultivos, reemplazo de fitosanitarios por bioinsumos (ya sea elaborados por los productores o formulados comerciales), promoción de corredores biológicos para que se propaguen los controladores naturales (insectos benéficos) y todas las acciones tendientes a proteger los suelos de manera de regenerar las poblaciones microbianas, responsables de la mineralización de los nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos. Como corolario se logró sancionar la Ordenanza Municipal 19/2018 y su decreto reglamentario, que dan poder de policía al municipio y mejora algunos puntos de la Ley Provincial Nº 6.599, como por ejemplo la distancia mínima a establecimientos educativos, cursos de agua y otras producciones agropecuarias, velocidades máximas de viento y su dirección, presentación de receta agronómica con resolución favorable o no del Órgano de Aplicación de la misma, aviso fehaciente a los vecinos, entre otras cuestiones y principalmente se trabaja activamente en la promoción de prácticas agroecológicas, con demostraciones a campo y capacitaciones a los productores agropecuarios. Ha sido fundamental el acompañamiento a los productores, ya que varios de ellos estaban dependiendo altamente de los fitosanitarios y no realizaban otras prácticas agronómicas que complementen el proceso productivo en general.

En este contexto se aplican los principios de producción agroecológica que se detallarán a lo largo del presente trabajo, de manera de que los productores agropecuarios puedan continuar con su actividad productiva, abasteciendo de alimentos a la población y realizando cambios graduales de manejo en sus sistemas productivos por otras formas más “amigables” con el ambiente.

Estos temas no son exclusivos de la ciudad de San José, sino que son problemas sociales que viene sucediendo cada vez en mayor cantidad de ciudades y no necesariamente se aborda adecuadamente. El presente trabajo propone realizar actividades locales que puedan ser extrapolables, con su correspondiente adaptación local, a otras ciudades que presenten el mismo tipo de conflictos ambientales.

4. Objetivos

Objetivo General

- Analizar diferentes prácticas de manejo de cultivos para mejorar la calidad de la producción fruti - hortícola en zonas periurbanas, atendiendo a la calidad del aire, de cursos de agua superficial, subterránea, de los suelos y a la salud de la población, manteniendo la rentabilidad de los productores agropecuarios.

Objetivos Específicos

- Analizar alternativas locales de producciones agroecológicas en cultivos comerciales de algunas hortalizas.
- Evaluar la calidad nutricional de cultivos producidos bajo sistema tradicional en comparación con cultivos producidos de forma agroecológica.

5. Antecedentes.

Fitosanitarios

Los productos fitosanitarios, también llamados agroquímicos, son sustancias que protegen en general la sanidad de las plantas. Pueden ser de origen biológico o de síntesis química. Son utilizados como una herramienta más en los sistemas productivos con el objetivo de minimizar o impedir el daño que las plagas pueden causar a los cultivos, y por lo tanto, afectar el rendimiento y la calidad de la producción de los alimentos. Según la plaga que controlen pueden ser básicamente acaricidas, fungicidas, insecticidas y herbicidas, según controlen ácaros, hongos, insectos o malezas, respectivamente. El organismo que se encarga de aprobar su utilización en la República Argentina es el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). Los fitosanitarios representan potenciales fuentes de contaminación ambiental.

Los ambientes acuáticos son sistemas vulnerables, receptores naturales de las sustancias emitidas por las actividades agrícolas e industriales (Manahan, 2007). Los impactos generados por las prácticas agrícolas sobre la calidad del agua, provienen fundamentalmente del aporte difuso de las fugas de agroquímicos por deriva, escurrimiento o erosión, y del aporte puntual debido a prácticas mal implementadas. Entre estas pueden señalarse las pulverizaciones sobre las nacientes de arroyos, la carga y el lavado de equipos aplicadores y la acumulación de envases vacíos en cursos de agua (Sasal et al., 2012a; Di Fiori et al., 2012).

En Entre Ríos, las características naturales de topografía ondulada así como la baja capacidad de infiltración de sus suelos y las precipitaciones intensas en primavera, verano y otoño predisponen a gran parte de la superficie provincial a procesos de degradación de suelos, especialmente por erosión hídrica (Scotta y Paparotti, 1990), y a su vez incrementan el riesgo de contaminación de los cursos de agua por escurrimiento desde agroecosistemas.

Glifosato

Particularmente el glifosato, por ser el fitosanitario de mayor volumen de comercialización y utilización tanto en zonas rurales como dentro de las ciudades para

controlar malezas en general, es que se analizará brevemente su situación actual. Su nombre técnico de IUPAC es isopropilaminio N-(fosfonometil) glicinato, cuyo N° de CAS es 38641-94-0, su fórmula química: $C_6H_{17}N_2O_5P$, y su clasificación corresponde a Fosfonometilglicina. El mismo es comercializado en Argentina como herbicida no selectivo, utilizado en diversos sistemas productivos y cada vez en mayor volumen para controlar malezas que son cada vez más resistentes. Ello ha llevado a que se comiencen a encontrar residuos de dicha molécula o de su metabolito intermedio, ácido amino metil fosfónico (AMPA) en diversos ambientes. Se ha demostrado el impacto ambiental de la utilización de glifosato en varios estudios realizados. En el suelo, es adsorbido mediante uniones fosfato y degradado por microorganismos, lo que determina una escasa movilidad tanto del glifosato como de su principal metabolito, el AMPA.

Sterren et al, 2019 evaluaron el efecto inmediato de la aplicación de glifosato sobre variables microbiológicas, en un suelo Vertisol y otro Molisol de Entre Ríos con diferentes prácticas de manejo. Para cada tipo de suelo, evaluaron dos secuencias de cultivos: soja continua (pobre práctica de manejo) y Trigo/Soja-Maíz (buena práctica de manejo). Los tratamientos estuvieron definidos por el tipo de suelo, práctica de manejo y aplicación de Glifosato. Las variables evaluadas a los 2 días de aplicación fueron: residualidad de Glifosato y ácido aminometilfosfónico (AMPA), Carbono de biomasa microbiana (CBM), actividad respiratoria (AR), cociente metabólico (qCO_2) e hidrólisis del diacetato de fluoresceína (FDA). A los 2 días, la residualidad de Glifosato en las buenas prácticas fue menor respecto de las pobres prácticas y se asoció a mayores contenidos de AMPA. La AR durante las 48 horas posteriores a la aplicación disminuyó cuando se aplicó Glifosato excepto para el Vertisol con buenas prácticas. El CBM disminuyó significativamente en todos los suelos y manejos con aplicación de Glifosato, excepto en el Vertisol con pobres prácticas. Los mayores valores de qCO_2 fueron para el Molisol con pobres prácticas y Vertisol con buenas prácticas y se asociaron a menores contenidos de CBM lo que muestra que las poblaciones microbianas son diferentes al igual que su respuesta fisiológica a la aplicación de Glifosato. No se registraron efectos de Glifosato sobre la FDA en los distintos suelos y manejos. Los resultados mostraron que en los suelos con buenas prácticas de manejo la desaparición de Glifosato es más rápida que en los suelos con pobres prácticas de manejo. El efecto germicida inmediato del herbicida sobre la biomasa microbiana podría derivar en cambios en la proporción de grupos funcionales a consecuencia del mismo.

Hace 20 años en Argentina se usaban 3 litros de glifosato por hectárea por año. En la actualidad, el promedio es de 15 litros de glifosato por hectárea por año, cifra que ubica a la Argentina en el primer puesto con respecto al volumen utilizado a nivel mundial. Existen relevamientos en niños en zonas donde se aplican plaguicidas que han mostrado daño genético respecto a un grupo control, el que ha sido asociado con la exposición a plaguicidas. Particularmente, el glifosato ha sido asociado a Linfoma no Hodgkin (LNH es un cáncer del tejido linfático, este tejido se encuentra en los ganglios linfáticos, el bazo y otros órganos del sistema inmunitario. Los glóbulos blancos, llamados linfocitos, se encuentran en el tejido linfático. Esta afección ocurre cuando el cuerpo produce demasiados linfocitos anormales), en aplicadores en Estados Unidos. El glifosato es una molécula muy pequeña que tiene la función de ser un herbicida no selectivo (controla las poblaciones de malezas de hoja ancha y angosta) a excepción de malezas que presentan resistencia y organismos genéticamente modificados (OGM) como *Glycine max* (soja), *Zea mays* (maíz) o *Gossypium hirsutum* (algodón). Con el

tiempo, algunas especies, después de 20 años del uso de este compuesto, comenzaron a hacerse resistentes, motivo por el cual debió aumentarse la cantidad del químico por hectárea. En los últimos 10 años ingresaron más de 1000 millones de litros de glifosato al país. Este número pone a la Argentina en el primer puesto a nivel mundial en la cantidad de uso de plaguicidas por habitante por año (44,27 millones de habitantes en 2017, calculan 10 litros de plaguicidas por habitante por año). En las distintas muestras ambientales que se tomaron en nuestro país, se puede ver que el glifosato ocupa entre el 80 o 90 % de la carga másica total de plaguicidas de la muestra. El modelo productivo se trata de un modelo de base química, el exceso en los volúmenes utilizados de glifosato está destruyendo los distintos ecosistemas, produciendo una pérdida de la biodiversidad, ya que al eliminar determinada planta también se elimina la especie animal que depositaba sus huevos en ella, consecuentemente a la especie que se alimentaba de ese animal, lo que provoca la destrucción de las cadenas tróficas y en consecuencia la flora y fauna autóctonas (NoticiaUno, publicado el 5/6/19).

El glifosato es un contaminante pseudopersistente en suelos, es decir que el ambiente no ha logrado degradar la cantidad que ingresa, y se acumula a razón de un miligramo por kilogramo por año. Se han encontrado hasta 8 miligramos por kilogramo (considerando el glifosato y su metabolito AMPA), en los sedimentos de distintos ríos y arroyos que desembocan en el Río Paraná, una concentración de glifosato en el fondo de los ríos entre 2 y 4 veces superior al que se encuentra en promedio en un suelo cultivado con soja. El compuesto llega al sedimento por dos procesos luego de una precipitación: escorrentía y lavado de la atmósfera.

Dentro de las prácticas necesarias para minimizar pérdidas de glifosato y eventualmente de otros fitosanitarios por escurrimiento, se encuentran la implementación de rotaciones de cultivos y los cultivos de cobertura (CC), especialmente en cultivos extensivos. Por un lado, estudios realizados por Sasal et al 2012b, durante 5 años a escala de parcela han revelado que en años con precipitaciones normales (1000 mm), el monocultivo de soja perdió por escurrimiento aproximadamente 4 veces más agua que la rotación con maíz y trigo y aproximadamente 8 veces más que una pastura. Por otro lado, la inclusión de un CC en el monocultivo de soja permitió una reducción de 45% de escurrimiento. El CC redujo la concentración media de glifosato y AMPA en el agua escurrida, resultando 27 y 35% inferior al monocultivo, respectivamente, sin reducción de rendimiento. Como norma general, cualquier monocultivo es excluido como buena práctica agrícola, ya que impacta sobre la sustentabilidad del sistema en el largo plazo. En particular, la minimización del escurrimiento a partir de la diversificación en la secuencia tiene efecto directo sobre la reducción en las pérdidas de glifosato hacia cursos de agua superficiales (Sasal, et al. 2016). El distanciamiento entre momento de pulverización y eventos de precipitaciones constituye otra de las estrategias de minimización de pérdidas de plaguicidas. En lisímetros y parcelas de escorrentía (Sasal et al., 2010) se comprobó que lluvias inmediatamente posteriores a las pulverizaciones (1 a 3 días) pueden generar pérdidas de glifosato por lixiviación y escurrimiento. Otra de las prácticas identificada es la implementación de prácticas de conservación de suelo, tales como la sistematización de tierras y la siembra directa. La primera permite controlar la velocidad del escurrimiento del agua de lluvia. Por su parte, la protección de la superficie del suelo con rastrojos, así como la ausencia de labores de remoción del suelo, hace de la siembra directa una herramienta para minimizar la erosión hídrica y las pérdidas de nutrientes y plaguicidas

asociadas. Finalmente se cita el distanciamiento temporal entre el momento de pulverización con glifosato y el de fertilización fosforada, como otra estrategia de manejo que también contribuye a minimizar pérdidas de glifosato. Se ha demostrado que el fósforo compite con el glifosato en el proceso de adsorción al suelo, favoreciendo el arrastre por escurrimiento. Así, la combinación de la fertilización fosforada y la aplicación de glifosato aumentan las pérdidas del herbicida por escurrimiento, incrementándose cuando ocurre un evento de precipitación próximo a la pulverización. Se han determinado pérdidas en el agua de escurrimiento del orden del 28% del glifosato aplicado a causa de la aplicación conjunta de fertilización fosforada y pulverización. Estas pérdidas resultaron 2,5 veces inferiores cuando solo se aplicó glifosato, reduciéndose aún más a medida que transcurrieron los días entre la aplicación y la lluvia (Sasal et al., 2015). Por esto, no es recomendable combinar la fertilización con fósforo y la aplicación de glifosato en la misma jornada.

Si bien el glifosato no es tan utilizado en la actividad hortícola, se suele emplear entre cultivos, como barbechos químicos antes de un nuevo cultivo, como es el caso de batatas o calabazas. Se analiza porque hay suficiente bibliografía como para tomar ejemplos de lo que ocurre en el ambiente en general, en todas las matrices. En el caso de las hortalizas, otro tema importante a tener en cuenta es que se respeten los tiempos de carencia (tiempo mínimo que debe transcurrir desde la aplicación del fitosanitario y la cosecha del cultivo, de manera de asegurar que los niveles de residuos sean los permitidos por la legislación dictada por SENASA, Límites Máximos de Residuos admisibles, LMR), que se deben respetar antes de la cosecha para consumo humano o elaboración de otros productos. Para asegurar estas prácticas adecuadas, en algunos rubros como los hortícolas y frutícolas, será obligatorio certificar Buenas Prácticas Agrícolas por técnicos habilitados en el futuro cercano, 2020 para establecimientos frutícolas y 2021 para hortícolas (BPA, Resolución conjunta 5/2018: Secretaría de Regulación y Gestión Sanitaria y Secretaría de Alimentos y Bioeconomía).

Buenas Prácticas Agrícolas

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), -GAP por sus siglas en inglés (Good Agriculture Practices), son las acciones involucradas en la producción, procesamiento y transporte de productos de origen agropecuario, orientadas a asegurar la inocuidad del producto, la protección del medio ambiente y del personal que trabaja en la explotación. En el caso de los productos pecuarios involucra también el bienestar animal. Las Buenas Prácticas Agrícolas se basan en tres pilares fundamentales: la higiene e inocuidad de los alimentos, que toma en cuenta aspectos relacionados a la disminución de los peligros microbiológicos, físicos y químicos que se producen en el proceso de producción; la protección y conservación del medio ambiente, mediante prácticas agrícolas que contemplen un bajo impacto y ayuden a conservar y mejorar el medio que rodea al cultivo y la seguridad de las personas, tanto en lo referente a la salud de los trabajadores agrícolas, la población circundante a la explotación, como la de los consumidores.

Además de las dos normas a nivel mundial (que son de adhesión voluntaria), guía de la FDA en Estados Unidos y Global GAP (EUREPGAP) en Europa, en Argentina se encuentran disponibles otros documentos de buenas prácticas agrícolas. Se citan a continuación:

- Resolución SENASA 71/99 - Guía de Buenas Prácticas de Higiene y Agrícolas para la producción primaria (cultivo-cosecha), empaçado, almacenamiento y transporte de hortalizas frescas.

- Resolución SENASA 510/2002 - Guía de Buenas Prácticas de Higiene, Agrícolas y de Manufactura para la producción primaria (cultivo-cosecha), acondicionamiento, empaque, almacenamiento y transporte de frutas frescas.
- Resolución SENASA 530/2001 - Buenas Prácticas de Higiene y Agrícolas para la producción primaria (cultivo-cosecha), acondicionamiento, almacenamiento y transporte de productos aromáticos.
- Norma IRAM 14110-1 -Buenas prácticas agrícolas. Requisitos y recomendaciones para frutas y vegetales frescos.
- Agricultura Certificada (AC) de AAPRESID.
- Estándar RTRS (Round Table on Responsible Soy Association).

En el uso de BPA, no hay restricciones en el uso de fitosanitarios, se pueden emplear siempre y cuando se lo realice de manera adecuada. Existen otras formas, donde hay restricciones del tipo de fitosanitarios que se pueden emplear, pero no hay problemas en realizar una sustitución de insumos por otros permitidos. Es el caso de las Certificaciones de Producciones Orgánicas, donde se certifica por producto, no a nivel de establecimiento.

En nuestro país se certifican las normas GlobalGap, Tesco Nature's Choice, IRAM 14110-1 mayormente para frutas y hortalizas. En todos los casos mencionados, tanto públicos como privados, cabe mencionar que se trata de esquemas de adopción voluntaria y que en la actualidad aún no existe normativa de BPA de carácter obligatorio.

Agroecología

Como se planteó en el problema, en el contexto del uso excesivo de fitosanitarios, se comienzan a buscar alternativas productivas que no dependan de los insumos externos para poder producir cultivos de manera rentable. La Agroecología pretende ir más allá de las prácticas agrícolas alternativas y desarrollar agroecosistemas con una mínima dependencia de agroquímicos e insumos de energía. La agroecología es tanto una ciencia como un conjunto de prácticas. Como ciencia se basa en la "aplicación de la ciencia ecológica al estudio, diseño y manejo de agroecosistemas sustentables" (Altieri 2002). Lo anterior conlleva la diversificación agrícola intencionalmente dirigida a promover interacciones biológicas y sinergias benéficas entre los componentes del agroecosistema, de tal manera que permitan la regeneración de la fertilidad del suelo y el mantenimiento de la productividad y la protección de los cultivos (Altieri 2002). Los principios básicos de la agroecología incluyen: el reciclaje de nutrientes y energía, la sustitución de insumos externos; el mejoramiento de la materia orgánica y la actividad biológica del suelo; la diversificación de las especies de plantas y los recursos genéticos de los agroecosistemas en tiempo y espacio; la integración de los cultivos con la ganadería, y la optimización de las interacciones y la productividad del sistema agrícola en su totalidad, en lugar de los rendimientos aislados de las distintas especies (Gliessman 1998). La sustentabilidad y la resiliencia se logran por medio de la diversidad y la complejidad de los sistemas agrícolas a través de policultivos, rotaciones, agrosilvicultura, uso de semillas nativas y de razas locales de ganado, control natural de plagas, uso de compost y abono verde y un aumento de la materia orgánica del suelo, lo que mejora la actividad biológica y la capacidad de retención de agua. La Agroecología comienza a tomar importancia en respuesta a los problemas ambientales que se han presentado en torno al uso indebido de fitosanitarios.

Una evaluación de varias iniciativas latinoamericanas, muestra que la aplicación del paradigma agroecológico puede traer beneficios ambientales, económicos y políticos a pequeños productores y a comunidades rurales, así como a la población urbana. La Agroecología tiene un gran potencial para promover cambios sociales y agrarios trascendentes encaminados a la sustentabilidad a partir de proyectos, iniciativas y movimientos de inspiración agroecológica como ha ocurrido en Brasil, la región Andina, México, Centroamérica y Cuba. Con base en la triple “revolución agroecológica”, epistemológica, técnica y social, se están generando cambios nuevos e imprevistos encaminados a restaurar la autosuficiencia local, a conservar y a regenerar la agrobiodiversidad, a producir alimentos sanos con bajos insumos y a empoderar a las organizaciones campesinas. Estos cambios abren nuevos derroteros políticos para las sociedades agrarias de Latinoamérica y conforman una alternativa totalmente opuesta a las políticas neoliberales basadas en la agroindustria y en las agroexportaciones (Altieri y Toledo, 2011).

La agroecología está aportando las bases científicas, metodológicas y técnicas para una nueva “revolución agraria” a escala mundial (Altieri 2009, Ferguson and Morales 2010, Wezel and Soldat 2009, Wezel et al. 2009). Los sistemas de producción agroecológicos son biodiversos, resilientes, eficientes energéticamente, socialmente justos y constituyen la base de una estrategia energética y productiva fuertemente vinculada a la soberanía alimentaria (Altieri 1995, Gliessman 1998).

La agroecología está basada en un conjunto de conocimiento y técnicas que se desarrollan a partir de los agricultores y sus procesos de experimentación. Por esta razón, la agroecología enfatiza la capacidad de las comunidades locales para experimentar, evaluar y ampliar su aptitud de innovación mediante la investigación de agricultor a agricultor y utilizando herramientas del extensionismo horizontal. Su enfoque tecnológico tiene sus bases en la diversidad, la sinergia, el reciclaje y la integración, así como en aquellos procesos sociales basados en la participación de la comunidad. El desarrollo de los recursos humanos es fundamental como estrategia dirigida a aumentar las opciones de la población rural y, especialmente, de los campesinos de escasos recursos (Holt-Gimenez 2006). También atiende las necesidades alimenticias a partir del fomento de la autosuficiencia, promoviendo la producción de cereales y otros alimentos en las comunidades. Es un enfoque que privilegia mucho lo local al estar encaminado al abastecimiento de los mercados locales que acortan los circuitos de producción y el consumo de alimentos, evitando con ello el dispendio de energía que implicaría el traslado de éstos desde lugares distantes.

La Agricultura Biodinámica y la Permacultura, son técnicas que comparten en diversos aspectos los principios de la Agroecología, es decir que también se adaptan al cambio que se busca en los sistemas productivos.

En la figura 2 se muestra una tabla comparativa de resultados de análisis de valores nutricionales de algunas hortalizas producidas de forma “convencional” con respecto a otras producidas sin el agregado de fertilizantes o fitosanitarios de síntesis química (“Biológico”).

		Ca	Mg	K+	Na	Mn	Fe	Cu
Lechuga	Biologico	40,5	60	99,7	8,6	60	227	69
	Convencional	15,5	14,8	29,1	0	2,0	10	3,0
Tomate	Biologico	71,0	49,3	176,5	12,2	169,0	516	60
	Convencional	16	13,1	53,7	0	1	9	3
Espinaca	Biologico	23	59,2	148,3	6,5	68	1938	53
	Convencional	4,5	4,5	58,6	0	1	1	0
Frijoles	Biologico	96	203,9	257	69,5	117	1585	32
	Convencional	47,5	46,9	84	0,8	0	19	5

Cifras en miliequivalentes de minerales por 100grs. Estudio realizado por Rutgers University, publicado por Restrepo Jairo en Boletín Asociación Vida Sana, verano 2002, p. 10-12. Citado por Maldonado, A. en "Re-cordar, un ejercicio saludable", p. 55

Figura 2. Valores nutricionales por cultivo en ppm (partes por millón). Se observa la diferencia en los valores nutricionales según el sistema productivo utilizado.

Se observa que todos los valores de los nutrientes son superiores en las hortalizas producidas de forma agroecológica con respecto a las producidas de forma convencional, es decir que la calidad nutricional difiere notablemente. Se deberá generar mayor información local para validar este tipo de estudios.

Transición

Para lograr este cambio de paradigma, es importante considerar la etapa de transición que implica la transformación gradual de un sistema productivo basado en la utilización de insumos químicos a otro con un manejo integral, que en el largo plazo ya no dependerá directamente del uso de insumos externos. Para transitar el camino en explotaciones agropecuarias medianas, es necesario plantear la transición como un reemplazo de insumos de síntesis química por otros bioinsumos preparados por el propio productor o formulados comerciales a base de un consorcio de microorganismos, como es la tecnología EM (Microorganismos efectivos), desarrollada por Higa, T, 1989. Se trata de inoculantes microbianos formulados con el objetivo de contribuir a mejorar la calidad de los suelos desde el punto de vista microbiológico y en consecuencia optimizar los cultivos y los rendimientos, mejorando los ingresos netos de los productores agropecuarios, particularmente de los horticultores. El uso de la Tecnología de los Microorganismos Efectivos proporciona amplios beneficios a la agricultura permitiendo mejorar los suelos, aumentar la producción y prevenir o disminuir el ataque de varias plagas y enfermedades. Los principales efectos del EM en área agrícola son los siguientes: promueve el crecimiento de las raíces y el desarrollo de las plantas; mejora la capacidad fotosintética de las plantas; ayuda a las plantas a desarrollar resistencia a plagas y enfermedades; suprime algunos patógenos que habitan en el suelo; incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante; solubiliza nutrientes en el suelo; mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos, tanto por aplicación directa de EM como a través de la incorporación de compost o bokashi y acelera la descomposición natural de los residuos de cosecha dejados en el campo.

6. Alternativas

En general las soluciones existentes para la problemática planteada en el presente trabajo, son variadas. La selección de una u otra o la combinación de diferentes técnicas, va a definirse mediante un análisis técnico-económico-ambiental y social, que se realizará para encontrar la mejor alternativa para dar solución al problema. En la Agroecología no se recomiendan los cultivos monoespecíficos o monocultivos, a diferencia de la producción de vides, otras especies frutales o forestales, con ciclos largos de cultivo, en que el enfoque productivo suele ser el principal, aunque existen alternativas de realizar cultivos asociados, como los sistemas silvopastoriles. En la actividad hortícola, suelen ser más comunes las prácticas de asociaciones de cultivos y rotaciones. En el presente trabajo se tomarán los cultivos hortícolas, que se producen en general en la zona de San José, para analizar los aspectos ambientales y productivos, porque en general son especies de consumo en fresco, con riesgo de tener residuos de fitosanitarios (por no respetar periodos de carencia), son de ciclos cortos y la mayoría de los productores locales presentan cierta diversidad de cultivos en sus fincas.

Si bien existe variada gama de alternativas y diversas combinaciones, no todas cuentan con datos publicados en trabajos científicos. Se analizarán cinco alternativas de sistemas productivos, pudiendo utilizar como testigo o control, el manejo convencional, que en definitiva es el que ha llevado a los actuales problemas ambientales, debido a no estar bajo estricto control por parte de los particulares ni del Estado:

- 1- Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).
- 2- Certificación Orgánica
- 3- Transición de sistemas convencionales a agroecología mediante uso de BPA: planteo de superficie que se va a ir incorporando al sistema agroecológico.
- 4- Producción netamente agroecológica (AE).
- 5- Producción convencional.

1- Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

El artículo 151 tris que se incorpora al Código Alimentario Argentino (CAA) establece que toda persona física o jurídica responsable de la producción de frutas y hortalizas, deberá cumplir con las BPA, cuando se realicen una o más de las actividades siguientes: producción primaria (cultivo a cosecha), almacenamiento hasta la comercialización dentro del sistema productivo, excepto los empaques. Deberán cumplir con los requisitos mínimos de higiene e inocuidad, que permiten mitigar los peligros físicos, químicos y biológicos, que puedan estar presentes en estos productos.

Se deberán cumplir con siete compromisos:

- 1- Inscripción en RENSPA
- 2- Identificación de los alimentos producidos: etiqueta/rótulo.
- 3- Uso de fertilizantes orgánicos y enmiendas, deben estar registrados con la asistencia de un técnico o profesional habilitado
- 4- Uso de fitosanitarios: se debe cumplir con las recomendaciones y restricciones de uso, como también, registro de las aplicaciones.
- 5- Agua: uso eficiente, seguro y racional de agua segura.
- 6- Impedir el ingreso de animales a áreas cultivadas y zonas de manipulación.

7- La implementación de las BPA estará a cargo de un profesional o técnico.

El RENSPA (Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios) es la identificación de productor. Establece la asociación de cada productor con la actividad que realiza y el predio donde realiza la producción, es una declaración jurada, georreferenciada. Es obligatorio para todos los productores independientemente del uso de la tierra, escala o actividad productiva y también para instituciones públicas o privadas que realicen alguna actividad agrícola o posean animales. En general se debe considerar que la elección del producto fitosanitario a aplicar por el Ingeniero agrónomo o asesor, justifique la aplicación del producto, previa identificación de la plaga y determinación de daño. Para esto es necesario realizar monitoreos (para determinar umbrales de daño); recomendar los productos de menor toxicidad, utilizar productos registrados (control de etiqueta o marbete y que no estén vencidos), prescripción de receta agronómica que es obligatoria en la Provincia de Entre Ríos, indicando dosis y principio activo registrado para la especie destino.

Ventajas:

- Trazabilidad de los productos fruti hortícolas por poseer técnico asesor y registro en cuadernos de todas las actividades realizadas en la explotación.
- Mayor oferta de asesores técnicos certificadores de BPA
- Permiso de uso de fitosanitarios bajo supervisión de técnico.

Desventajas:

- Incremento de los costos por contratación de asesor técnico.
- Dificultades en cumplimentar distancias permitidas de aplicaciones de fitosanitarios en zonas periurbanas.
- Menor oferta de mano de obra calificada para realizar aplicaciones de productos fitosanitarios.

2- Certificación Orgánica:

En este caso se certifican los cultivos, no la finca. Estas certificaciones se realizan mediante una Agencia Certificadora, que es una empresa que cuenta con reconocimiento para garantizar, por medio del cumplimiento de normas internacionales, que la producción es orgánica. Estas agencias facilitan un sello que certifica la producción. Existen definiciones, como la incluida en la Ley Argentina de Producción Ecológica, Biológica u Orgánica (Ley 25.127): Se entiende por "orgánico", "ecológico" o "biológico", a todo sistema de producción agropecuaria, su correspondiente agroindustria, como así también a los sistemas de recolección, captura y caza, sustentables en el tiempo y que mediante el manejo racional de los recursos naturales y evitando el uso de los productos de síntesis química y otros de efecto tóxico real o potencial para la salud humana, brinde productos sanos, mantenga e incremente la fertilidad de los suelos y la diversidad biológica, conserve los recursos hídricos y presente o intensifique los ciclos biológicos del suelo para suministrar los nutrientes destinados a la vida vegetal y animal, proporcionando a los sistemas naturales, cultivos vegetales y al ganado condiciones tales que les permitan expresar las características básicas de su comportamiento innato, cubriendo las necesidades fisiológicas y ecológicas.

Ventajas:

- Trazabilidad de los productos fruti hortícolas por poseer técnico asesor y registro en cuadernos de todas las actividades realizadas en la explotación.
- Permiso de uso de fitosanitarios bajo supervisión de técnico.
- Posibilidad de acceso a mercados diferenciales por poseer sello certificador.
- Aceptación de la sociedad por considerar alimentos sanos e inocuos.
- Menores dificultades en cumplimentar distancias permitidas de aplicaciones de fitosanitarios en zonas periurbanas, por restricción de principios activos.

Desventajas:

- Incremento de los costos por contratación de Agencia Certificadora, que encarece los productos para su comercialización.
- Mayor restricción de principios activos permitidos para certificar.
- Menor oferta de mano de obra calificada para realizar aplicaciones de productos fitosanitarios.

3- Transición:

El proceso para pasar de convencional a orgánico tiene tres etapas: 1) El punto de partida: convencional. El cultivo y el suelo se encuentran “enfermos”, este término suele entenderse como con escasa a nula actividad microbiana del suelo y necesitan insumos químicos, solubles para vivir y lograr rendimientos económicos. 2) La etapa intermedia: transición. El cultivo y el suelo están en un proceso de “desintoxicación”, es decir que se está trabajando en dejar de utilizar insumos formulados para ser reemplazados por algún tipo de enmienda orgánica que incorpore sustrato y microorganismos que puedan mineralizarlo y solubilizarlo para su disponibilidad por los cultivos. Se reemplazan los insumos químicos por otros insumos naturales. Es lo que se llama la “sustitución de insumos”. Para la certificación este período dura tres años. Si el suelo donde se quiere sembrar orgánicamente tiene muchos años de no usar agroquímicos, se demuestra con documentos y esto puede reducir el tiempo de transición. 3) La meta: orgánico. El cultivo vive en un suelo y un ambiente equilibrado. El cultivo es más sano y aparte de los fertilizantes orgánicos, no necesita que se le apliquen insumos durante el ciclo de los cultivos. Será necesario un rediseño de sistema productivo para lograr esta transformación de los sistemas productivos tradicionales a otros agroecológicos: rotaciones de cultivo en cultivos hortícolas, aplicación de preparados o fermentados orgánicos, incremento de la microflora total de los suelos, mediante inoculaciones con microorganismos benéficos, como por ejemplo el formulado EM^R (EM contiene especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levaduras y en menor número bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos, todos ellos mutuamente compatibles unos con otros y coexistiendo en un medio de cultivo líquido) o inoculantes constituidos por *Trichoderma sp*, *Pseudomonas sp*, *Bacillus thuringiensis*. También pueden ser empleados los bioinsumos elaborados por los productores: “Bokashi” o fermentado orgánico, bioles (es importante que se realicen análisis microbiológicos para descartar riesgos asociados a coliformes, que podrían estar asociados con enfermedades como

gastroenteritis por ejemplo), cama de aves compostada sin agregado de microorganismos y con agregado de EM^R; Caldo sulfo cálcico, fosfitos, reproducción de microorganismos nativos de los suelos.

Ventajas:

- Trazabilidad de los productos fruti hortícolas, pero deberá certificar ya sea de modalidad Participativa, el municipio y los grupos de productores locales están trabajando para lograr certificar de esta forma.
- Aceptación de la sociedad por considerar alimentos sanos e inocuos.
- Sustitución de insumos por bioinsumos, pueden ser confeccionados por los productores.
- Disminución de costos por agro insumos y de gasoil por menor laboreo del suelo.

Desventajas:

- Dificultades para lograr un sistema de Certificación Agroecológica, si bien se está trabajando localmente para lograrlo.
- Incertidumbre del productor por lograr los rendimientos esperables.
- Menor oferta de asesores técnicos con experiencia en sistemas AE y en transición.
- Poca experiencia en preparación de bioinsumos o costo elevado de transporte desde fábricas de bioinsumos.
- Los bioinsumos confeccionados por los productores no pueden ser comercializados por no estar inscritos en SENASA.

4- Producción AE:

Es un sistema de producción que incluye varias técnicas productivas, de manera de lograr incrementar las poblaciones microbiana de los suelos con cultivos de cobertura, rotaciones de cultivos, cultivos asociados, mulching orgánicos, disminución de la erosión hídrica de los suelos, promoción de corredores para enemigos naturales, por ser reservorio de insectos benéficos y aves nativas y también implica características sociales, promoviendo el reciclaje de residuos de unas producciones y su transformación en insumos para otras.

Ventajas:

- Beneficios ambientales por el no uso de fitosanitarios ni fertilizantes.
- Aceptación de la sociedad por considerar alimentos sanos e inocuos.
- Mejor calidad nutricional de las hortalizas.
- Similares a Sistemas en Transición, pero la diferencia es que si comienzan la producción de forma agroecológica, no es necesario el tiempo de restitución de la microbiota del suelo.
- Disminución de costos por agro insumos y de gasoil por menor laboreo del suelo, mejora de los ingresos netos (esta variable debería ser medida especialmente).

Desventajas:

- Las mismas que en transición: Dificultades para lograr un sistema de Certificación Agroecológica, debe ser Participativa de Garantía, basada en la confianza mutua.
- Menor oferta de asesores técnicos con experiencia en sistemas AE.

- Poca experiencia en preparación de bioinsumos (riesgo de contaminaciones con coliformes por estar confeccionados a base de estiércol de rumiantes) o costo elevado de transporte desde fábricas de bioinsumos.
- Los bioinsumos confeccionados por los productores no pueden ser comercializados por no estar inscriptos en SENASA.

5- Producción convencional:

Es el caso más típico, el horticultor en su finca, donde va al comercio local de agroinsumos, y compra lo que le recomienda el vendedor sin tener un real seguimiento de la situación de sus cultivos. Esto depende del criterio que haya logrado el productor con su “experiencia”, probablemente sin conocer el tipo de producto que utiliza, sin tomar las medidas necesarias para su aplicación, almacenamiento y disposición final, pudiendo afectar a su familia, sus empleados, si los tuviere, la comercialización, ya que no se tiene certeza de que hubiere utilizado productos químicos para el cultivo particular, si ha respetado dosis, tiempos de carencia y finalmente el cuidado del ambiente en general, en sus matrices suelo, aire y agua.

Ventajas:

- Altos rendimientos de los cultivos y estabilidad.
- Mayor “independencia” de las condiciones climáticas.
- “Seguridad” que perciben los productores en el manejo de técnicas que continúan utilizando.
- Mayor oferta de asesores técnicos.
- Uso de fitosanitarios permitidos para el cultivo, aunque no siempre bajo supervisión de técnico.

Desventajas:

- Problemas ambientales debido a la utilización muchas veces incorrecta de productos fitosanitarios.
- Problemas en la salud humana por residuos de plaguicidas en las hortalizas y frutas, por no cumplir con los periodos de carencia.
- Dificultades en cumplimentar distancias permitidas de aplicaciones de fitosanitarios en zonas periurbanas.
- Baja oferta de mano de obra calificada para realizar aplicaciones de productos fitosanitarios.

7. Matriz de Análisis de Factibilidad

Para la justificación del método elegido se realiza un análisis por medio de una matriz FODA de cada uno de las alternativas, luego para cada punto establecido en común se establece una puntuación que varía entre (-) 6 a (-) 1 para los aspectos negativos, es decir, que impliquen debilidades o amenazas, y desde (+) 1 a (+) 6 para los positivos, es decir, los que implican fortalezas y oportunidades, de esta forma la alternativa que obtenga en su suma el mayor número, será la indicada.

Implican Aspectos No Deseados (Debilidades y Amenazas)	Alto	-6
		-5
	Medio	-4
		-3
		-2
	Bajo	-1
Implican beneficios deseados (Fortalezas y Oportunidades)	Bajo	1
		2
	Medio	3
		4
		5
	Alto	6

Tabla 1: Factor de Ponderación Matriz FODA.

De origen interno

Fortalezas

- Efectividad: se refiere a la obtención de la solución de la problemática ambiental en el corto plazo, valorizando la solución de mayor sostenibilidad y preservación de los recursos naturales en el tiempo.
- Eficiencia: Aumento de la población microbiana del suelo, responsable de la mineralización de nutrientes, del sistema elegido.

Debilidades

- Costos Operativos: corresponde a los gastos asociados a las operaciones necesarias luego de la puesta en marcha y una vez en funcionamiento, por ejemplo consumo de energía del sistema elegido, eléctrica, gasoil, agro insumos, asesoramiento.
- Modificación en el sistema productivo, incertidumbre por el potencial “fracaso” logrando rendimientos muy por debajo del promedio.
- Disponibilidad: se refiere a la posibilidad de adquirir los bienes de uso, consumo y servicios en un tiempo prudencial a fin de comenzar a implementar la alternativa escogida, por ejemplo disponibilidad de bioinsumos en la zona, en el mediano plazo, incrementando los costos. Dependencia de insumos externos. Recursos humanos (técnicos y empleados rurales) con poca experiencia en sistemas AE.

De origen externo

Oportunidades

- Beneficio Ambiental: se refiere a la mejora ambiental del entorno afectado, impacto visual, calidad del aire, del agua, suelo, calidad nutricional de los cultivos.
- Condiciones edafo-climáticas favorables para producciones AE.
- Beneficios indirectos: se refiere a los beneficios que en el corto plazo van a comenzar a generarse, disminución de volúmenes utilizados de fitosanitarios y fertilizantes, incremento en los microorganismos del suelo, disminución de malos olores por mejora en el compostaje de las enmiendas orgánicas a base de cama de aves.

Amenazas

- Riesgos asociados: se refiere a la evaluación de los riesgos reales y potenciales que pudieran generarse por la implementación y desarrollo de la alternativa escogida,

como por ejemplo riesgo microbiológico por no utilizar abonos fermentados bien logrados.

- Cumplimiento Normativa Ambiental: corresponde al control y cumplimiento de los requerimientos en la normativa nacional, provincial y municipal con respecto a residuos de fitosanitarios en los vegetales y el modo de aplicación de fitosanitarios.
- Falta de políticas públicas asociadas al desarrollo de horticultura orgánica en general (financiamiento) en el corto y mediano plazo.

Elección de Alternativa

Como se observa en la presentación de los diferentes sistemas de manejo de cultivos previamente seleccionados para dar solución a la problemática planteada, se describieron cinco tipos de sistemas productivos de hortalizas, los cuales tienen un objetivo productivo común, pero difieren notablemente en varias cuestiones operativas. Cada uno con sus ventajas y desventajas, para la realización de la matriz de comparación, se eligió el sistema de producción Agroecológica, por tener la ventaja de presentar el menor impacto ambiental. Esto es posible si se comenzara un sistema productivo desde el inicio, pero no es aplicable sin un periodo de transición en aquellos sistemas productivos convencionales. Se compararan entonces los cinco sistemas presentados anteriormente.

Matriz de Comparación FODA

Variable/Sistema productivo	1- BPA	2- Certificación Orgánica	3- Transición	4- AE	5-Convencional
Fortalezas					
Efectividad	4	5	5	6	1
Eficiencia	1	4	5	6	1
Oportunidades					
Beneficio Ambiental	3	3	4	6	1
Condiciones edafo climáticas	4	4	3	5	1
Beneficios Indirectos	4	4	4	6	1
Debilidades					
Costos operativos	-2	-3	-3	-2	-5
Cambio de sist. productivo	-3	-3	-4	-3	-1
Disponibilidad	-3	-3	-3	-3	-1
Amenazas					
Riesgos Asociados	-2	-2	-3	-3	-1
Cumplimiento Normativa Ambiental	-3	-3	-2	-1	-6
Falta de políticas públicas	-2	-2	-3	-3	-2
Total acumulado	1	4	3	14	-11
Mejor Alternativa: Agroecología					

Tabla 2: Análisis ponderado de Alternativas Productivas.

8. Desarrollo.

Debido a la necesidad de realizar un cambio radical en el sistema productivo imperante, la agroecología emerge como una disciplina que provee los principios ecológicos básicos sobre cómo estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que sean productivos y a su vez conservadores de los recursos naturales y que además, sean culturalmente sensibles y socioeconómicamente viables (Altieri 2010). El rediseño predial intenta transformar la estructura y función del agroecosistema al promover sistemas diversificados que optimizan los procesos claves, ya que, según Power (1990), la investigación ha demostrado que: (1) Una mayor diversidad en el sistema agrícola conlleva a una mayor diversidad de biota asociada; (2) la biodiversidad asegura una mejor polinización y una mayor regulación de plagas, enfermedades y malezas; (3) la biodiversidad mejora el reciclaje de nutrientes y energía; (4) los sistemas complejos y multispecíficos tienden a tener mayor productividad total.

Precisamente, por la necesidad de contribuir a una mayor eficiencia de la biodiversidad, en el presente trabajo se aborda una experiencia concreta, que pueda servir como experiencia práctica para el rediseño y manejo de los sistemas agrícolas urbanos y suburbanos, bajo la perspectiva de que la reconversión es un proceso continuo, cuyos efectos se aprecian a mediano y largo plazo.

La conversión se logra enfatizando dos pilares agroecológicos claves: la mejora de la calidad del suelo y la diversificación del agroecosistema, ya que la integridad del agroecosistema depende de las sinergias entre la diversidad de plantas y el funcionamiento continuo de la comunidad microbiana del suelo, sustentada por un suelo rico en materia orgánica (Phelan et al. 1995).

Los diseños agroecológicos son específicos del sitio, y lo que se puede replicar en otro sistema no son las técnicas, sino las interacciones ecológicas y sinergias que gobiernan la sostenibilidad. No tiene sentido transferir tecnologías o prácticas de un sistema a otro, si estas no son capaces de replicar las interacciones ecológicas asociadas con esas prácticas.

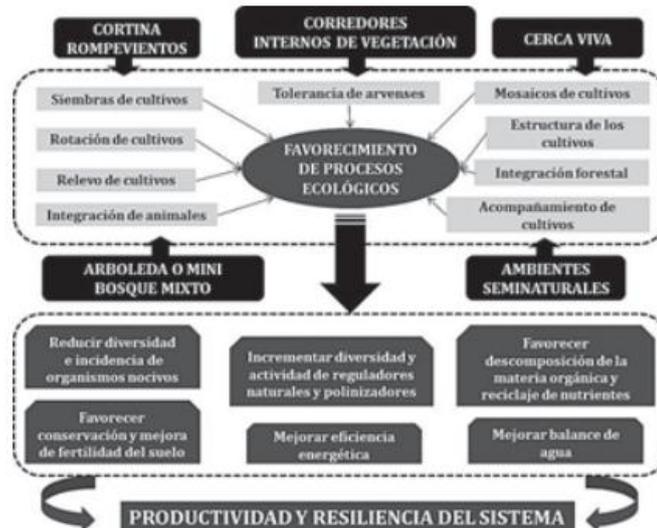


Figura 2. Representación de los principales elementos y manejos de la vegetación que favorecen procesos ecológicos en el sistema de producción

Figura 3. Esquema citado en Vázquez Moreno et al. 2012.

Caso Testigo

Se analizará el caso concreto de un productor hortícola, que inicialmente se encontraba en el periurbano, pero debido a que la ciudad fue creciendo, en la actualidad se encuentra dentro de la zona urbana de San José. La superficie productiva es de 2 hectáreas, de las cuales 1,5 has son de chacra (a campo) y 0,5 has se encuentran bajo cubierta. Cuenta con 4 invernaderos tipo capilla, dos de 7,20 m de ancho por 32 m de largo y dos de 16 m de largo por el mismo ancho, lo que en total suma una superficie de 691,2 m² cubiertos. Es un caso donde la única alternativa de continuar produciendo, debido a la escasa distancia a la población, es sin la utilización de fitosanitarios. Es por ello que aplicando los fundamentos de las producciones agroecológicas, podría lograr dicho objetivo de obtener rendimientos adecuados para cada cultivo, sin ver disminuidos sus ingresos netos.



Figura 4. Ubicación geográfica de la finca hortícola que ha quedado dentro de la ciudad.

El suelo pertenece a la familia “franco gruesa, sobre arcillosa fina, somera, térmica” de los Hapludoles fluvénticos (suelos arenosos pardos o “mestizos”, con subsuelo denso), Serie Mandisoví. Son suelos moderados a imperfectamente drenados, de textura areno-franca sobre materiales gleizados a 40-50 cm muy densos y poco permeables, franco arcillo arenosos y franco arcillosos a francos (Carta de Suelos del Departamento Colón, Plan Mapa de Suelos INTA 2002). La Serie Mandisoví es típica de las partes más altas de los brazos del Río Uruguay y vecinos a las peniplanicies suavemente onduladas de los Vertisoles en los Departamentos Colón, Federación, Concordia, Uruguay y Gualaguaychú. El lote se encuentra entre los 32 m y los 27 m de altura, con pendientes del 3% en promedio.

Los cultivos en la parte de chacra son según la estación del año: batatas, cebolla de verdeo y calabazas y dentro de los 4 invernaderos (tipo capilla sin abertura cenital) cultiva acelga, lechuga morada, mantecosa, criolla, rúcula y tomate. La fertilización es con cama de aves, 10 Kg/m².año, que compra en la zona o bien con estiércol vacuno, incorporado con un rotocultivador que posee. Los fitosanitarios que emplea son eventualmente para control de orugas defoliadoras en acelga (piretroides), según su criterio, ya que actualmente no tiene asesor técnico. No tiene registros claros sobre los rendimientos, fechas de siembras o plantación, superficies, ni labores culturales en general. Deberá comenzar, como primeras medidas, a registrar todas las prácticas y los rendimientos de manera de obtener datos reales y una línea de base para tomar de referencia antes de comenzar a realizar el manejo agroecológico de su finca. Los rendimientos promedio en la zona de algunas hortalizas son zapallito de tronco 1,6 kg/m²; calabazas 0,6 Kg/m²; perejil: 3 Kg/m²; rúcula 1 Kg/m²; lechuga 2

kg/m²; acelga 3 kg/m²; tomates 12 Kg/m² y batatas: 1 kg/m² por año. La superficie destinada a cultivos hortícolas en San José es alrededor de 120 has (a campo y bajo cubierta).

En este contexto, se desarrollarán los pasos que podría seguir el horticultor, de manera de mantener sus rendimientos, reemplazar los insumos formulados por bioinsumos y en el mediano plazo, lograr la no dependencia de insumos externos, por haber podido restablecer las comunidades microbianas del suelo, que en definitiva son los mineralizadores de nutrientes, transformándolos en biodisponibles para los cultivos.

Asimismo deberá comenzar a trabajar el suelo de manera de disminuir los efectos de la erosión hídrica, realizar rotaciones de cultivos adecuadas (rotar diferentes grupos de cultivos, gramíneas y leguminosas por ejemplo), utilizar las asociaciones de cultivos que se adecuen a sus características edafo climáticas, utilizar cultivos de cobertura, sin dejar el suelo desnudo durante largos periodos, comenzar a elaborar sus bioinsumos como bokashi y bioles o utilizar el formulado comercial EM en diferentes dosis, para restablecer la microbiota del suelo. Además sería recomendable intercalar cultivos trampa de insectos de manera de optimizar las poblaciones de los benéficos e implementar cercos vivos para delimitar el establecimiento con el exterior.

Como fue expresado anteriormente, el primer paso sería comenzar a registrar todas las acciones que se lleven a cabo en el establecimiento. Evaluar la eficiencia de recursos, relevar la maquinaria disponible y el personal con que cuenta. Evaluar el sistema de riego utilizado, el tipo de suelo, y estimar rendimientos reales y potenciales. Se deberá capacitar al productor en las prácticas recomendadas y su fundamento, de manera de que las lleve a cabo a conciencia, entendiendo los procesos biológicos que ayudarán a que se incrementen sus rendimientos, como una consecuencia del manejo.

Paralelo a los registros dentro del establecimiento, deberá obtener su RENSPA (Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios) en SENASA, ya que es la identidad de los sistemas productivos (explicado anteriormente en la alternativa BPA).



Figuras 5, 6 y 7. Producción de lechuga, rúcula, acelga y perejil bajo cubierta.

9. Conclusiones.

El uso indebido de fitosanitarios en general, ha contribuido a los problemas ambientales actuales con respecto a los residuos de plaguicidas encontrados en las diferentes matrices, suelo, aire, agua y en la composición de los alimentos que ingerimos. En la mayoría de las ciudades cercanas a las zonas productivas, se ha comenzado a detectar problemas de salud de la población, contaminación de aguas, aire y suelos, además de que en muestreos de diferentes alimentos, se han detectado residuos de plaguicidas superiores a los valores máximos admisibles.

Según la matriz FODA realizada, la alternativa más interesante para trabajar en este contexto es la Agroecología, lo cual no implica que las otras alternativas no puedan ser aplicables en el primer paso de la transformación de los sistemas productivos, siempre que se cuiden los principios básicos de los cuidados ambientales en general. La transformación implica un cambio de paradigma en los conceptos productivos, es decir que para lograr realmente este cambio, los técnicos en primer lugar deberán capacitarse, con mayor énfasis, en prácticas agroecológicas para poder adaptar los sistemas productivos en cuestión. Se deberá acompañar y enseñar a los productores esta forma diferente (que en realidad no es nuevo, ya que los primeros agricultores utilizaban estos principios, en definitiva es un rescate de saberes adaptado a las necesidades actuales). Además de los cambios, se deberá restablecer la confianza en la población y en las instituciones para que se pueda certificar de forma transparente y trazable (agencias certificadoras de productos orgánicos, certificaciones participativas de sistemas agroecológicos y/o técnicos certificadores de BPA), que esos productos son realmente logrados sin el agregado de plaguicidas, son inocuos desde el punto de vista físico, químico y microbiológico o que se han producido respetando las BPA. Para poder producir de manera rentable, sin utilizar fitosanitarios en general, es necesario adaptar el sistema productivo, de manera de que ya no sea necesario su uso, es decir, que se logren sistemas que sean biodiversos, cultivos asociados, suelos con cultivos de cobertura, mulching orgánicos, incrementar las poblaciones microbianas en los suelos, estimular propagación de insectos benéficos y aportar, siempre que sea necesario, enmiendas orgánicas al suelo, especialmente cuando se está en el periodo de transición.

10. Bibliografía.

- Altieri MA. El estado del arte de la agroecología: revisando avances y desafíos. p. 77-104. En: T León y MA Altieri (eds.). IDEAS No. 21. Instituto de Estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2010.
- Altieri, M. A. y Toledo, V.M. La revolución agroecológica en Latinoamérica. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). 2011.
- Carta de Suelos de la República Argentina. Departamento Colón, Provincia de Entre Ríos. Plan mapa de suelos convenio INTA - Gobierno de Entre Ríos. 2002.
- Constitución de la Nación Argentina.
- Gregorich, E.G.; Carter, D.; Angers, C. y Ellert, B. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Can. J. Soil Sci. 74: 367-385. 1994.
- Ley Provincial N° 6.599/80 y decretos reglamentarios (Digesto, 2013).
- Ley 25.127/99.

- Manahan, S. Introducción a la Química Ambiental. Ed. Reverté. Barcelona, España. p 725. 2007
- Ordenanza Municipalidad de San José 10/2011.
- Ordenanza Municipalidad de San José 19/2018.
- Phelan PL, JF Mason, BR Stinner. 1995. Soil fertility management and host preference by european corn borer, *Ostrinia nubilalis*, on Zea mays: a comparison of organic and conventional chemical farming. *Agric. Ecosyst. Environ.* 56: 1-8.
- Power AG. 1990. Cropping systems, insect movement and spread of insect transmitted diseases in crops. p. 47-69. In SR Gliessman (ed.). *Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture*, New York.
- Sasal, M.C.; Wilson, M.G.; Sione, S.M.; Beghetto, S.M.; Gabioud, E.A.; Oszust, J.D.; Paravani, E.V.; Demonte, L.; Repetti, M.R.; Bedendo, D.J.; Medero, S.L.; Goette, J.J.; Pautasso, N. y Schulz, G.A. Monitoreo de glifosato en agua superficial en Entre Ríos. La investigación acción participativa como metodología de abordaje. RIA Publicado online 23 de agosto de 2017.
- Resolución 608/12 SENASA.
- Sterren, M.; Benintende, S.; Uhrich, W.; Barbagelata, P. Efecto de la aplicación de glifosato sobre los microorganismos del suelo en distintas prácticas de manejo. *AACS Ciencia del Suelo (Argentina)* 37 (1): 66-76, 2019.
- Vázquez Moreno, L.L.; Matienzo Brito, Y.; Alfonso Simonetti, J.; Veitía Rubio, M; Paredes Rodríguez, E.; y Fernández González, E. Contribución al diseño agroecológico de sistemas de producción urbanos y suburbanos para favorecer procesos ecológicos. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). *Agricultura Orgánica*, año 18, número 3. 2012.
- Viglizzo, E. La sustentabilidad en agricultura ¿cómo evaluar y medir? *RIA* 26 (1): 1 a 15 INTA, Argentina. 1996.

Links

- <http://reduas.com.ar/efectos-teratogenicos-del-glifosato-dr-andres-carrasco/>
- <https://cna2018.indec.gob.ar/resultados-preliminares.html>
- <http://www.senasa.gob.ar/informacion/prod-vet-fito-y-fertilizantes/prod-fitosanitarios-y-fertili/registro-nacional-de-terapeutica-vegetal>
- http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000000341cnt-14-Plaguicidas_Argentina.pdf
- <https://www.casafe.org/pdf/2018/ESTADISTICAS/Informe-Mercado-Fitosanitarios-2016.pdf>
- http://www.exactas.unlp.edu.ar/articulo/2015/10/21/encuentran_glifosato_en_algodon_gasas_hisopos_toallitas_y_tampones