



Sustentabilidad de los sistemas hortícolas del Valle Inferior del río Negro

La sustentabilidad para una sociedad significa la existencia de condiciones económicas, ecológicas, sociales y políticas que permitan su funcionamiento de forma armónica a lo largo del tiempo y del espacio. En el tiempo, la armonía debe darse entre las generaciones actuales y las venideras.

Proyecto de Investigación 04-V105 2017-2018

Caracterización de la horticultura diversificada en el Valle Inferior del Río Negro en base a indicadores de sustentabilidad ambiental

Autora

Lucrecia María Avilés
Directora CURZA-UNCo

Omar Ariel Gajardo Codirector CURZA-UNCo

Integrantes del equipo:

Silvia Liliana Cañón CURZA-UNCo
Norma Mercedes Cifone CURZA-UNCo
Silvina Iribarne CURZA-UNCo
Ángel Franco Mamani CURZA-UNCo
Mónica Añazgo CURZA-UNCo
Laura Inés Navarro CURZA-UNCo
Armando Dall Armellina Colaborador
Carlos Rubén Bezic Colaborador

RESUMEN

La agricultura sustentable se apoya en un sistema de producción que puede mantener su productividad y ser útil a la sociedad a largo plazo, abasteciéndola de alimentos a precios razonables y con rentabilidad como para competir con la agricultura convencional preservando el potencial de los recursos naturales productivos. El estado del sistema agrícola se diagnostica mediante indicadores de sustentabilidad que permiten conocer las necesidades de manejo de cada sistema. Nos proponemos analizar el impacto ambiental de la producción hortícola local mediante el diseño de indicadores regionales adecuados. Para ello, se evalúa el efecto que las prácticas culturales de los diferentes sistemas hortícolas causan sobre la diversidad de malezas e insectos, así como la actividad y comunidad microbiana del suelo y de las aguas de drenaje que vuelven al cauce del río Negro. El diseño de indicadores y el análisis de los mismos permitirían evaluar los sistemas productivos y facilitarían la toma de decisiones respecto a la necesidad o no de modificar el manejo de las producciones hortícolas en el VIRN.

Palabras clave: Indicadores; Agroquímicos; Malezas; Insectos; Microorganismos del suelo; Agricultura responsable.





Introducción

La agricultura siempre ha supuesto un impacto ambiental fuerte. Hay que talar bosques para tener suelo apto para el cultivo, hacer embalses de agua para regar, canalizar ríos, etc. La agricultura moderna ha multiplicado los impactos negativos sobre el ambiente. La destrucción y salinización del suelo, la contaminación por plaguicidas y fertilizantes, la deforestación o la pérdida de diversidad genética, son problemas muy importantes a los que hay que hacer frente para poder seguir disfrutando de las ventajas que la revolución verde nos ha traído.

En particular la horticultura tiene el desafío de producir alimentos en cantidad y calidad suficiente para cubrir las demandas de los mercados y consumidores, minimizando los riesgos de esta actividad sobre el medio ambiente y la salud humana. Para lograr estos objetivos surge la necesidad de rediseñar los sistemas de producción hortícola tradicionales a aquellos que basan la producción en la sustentabilidad ambiental, económica y social.

La respuesta a esta problemática es implementar una agricultura sustentable, la cual estimule un aumento sostenido y ecológicamente viable de la producción agrícola, tratando a la vez de detener el agotamiento y la destrucción de los recursos naturales.

Desarrollar sistemas de manejo sustentables no siempre es sencillo debido a que es necesario compatibilizar varios aspectos. Estos sistemas deben satisfacer los requerimientos de la población humana, a su vez hacer un uso eficiente de los recursos y por último deben mantener un equilibrio con el medio que sea favorable tanto para los seres humanos como para la mayoría de las otras especies.

Con la finalidad de analizar en forma conjunta todos los aspectos de la sustentabilidad se ha intensificado el estudio de indicadores bioquímicos y biológicos. Un indicador es una variable que resume o simplifica información relevante, haciendo que un fenómeno de interés se haga perceptible. La importancia de los





indicadores de sostenibilidad en la agricultura ha sido atribuida también a la posibilidad de implementar y evaluar sistemas de manejo agrícola integrados, a fin de lograr sus objetivos agronómicos y ambientales. Varios indicadores pueden definirse a nivel de campo y finca para medir el impacto ambiental de técnicas agrícolas tales como la cobertura del suelo, rotación de cultivos, impacto de pesticidas, manejo del nitrógeno, etc.

Los indicadores biológicos y bioquímicos tienden a reaccionar de manera más rápida y sensible a los cambios producidos por el manejo del cultivo, por lo tanto, podrían constituir una señal temprana y sensible y ser de utilidad para estimar el impacto ambiental, incluso antes que las propiedades físicas y químicas que usualmente se emplean en estudios de producción agropecuaria. Por esta razón, estas variables del suelo pueden tener un rol fundamental como indicadores tempranos y sensibles de degradación o restauración de suelo como consecuencia de diferentes prácticas de manejo.

La utilización de herbicidas es una práctica corriente en la horticultura bajo riego. Por ello, es de interés para la agricultura medir la efectividad de los herbicidas en términos del grado de control de malezas, el cual depende ciertamente de las características de la comunidad objeto de control. Sin embargo, en un sistema sustentable, además interesa la persistencia de estos productos en el ambiente. Toda condición que modifique la movilidad o degradación del químico modificará su persistencia. Mientras una excesiva persistencia de los herbicidas en el medio edáfico podría condicionar las posibilidades de rotación de cultivos, una escasa persistencia limitaría su efectividad. Muchos son los factores que determinan el tiempo de permanencia del herbicida, la mayoría de ellos se puede agrupar en tres categorías: factores del suelo, condiciones climáticas y las propiedades físicas y químicas del compuesto aplicado.

La composición del suelo afecta la fitotoxicidad y la persistencia de los herbicidas, debido a que la adsorción, la percolación y la volatilización del químico en cada textura es diferente. En general, los suelos con alto contenido de arcilla, materia





orgánica o ambos tienen un mayor potencial para una alta persistencia porque aumenta la adsorción a los coloides del suelo, con su correspondiente disminución en el percolado y/o pérdidas por volatilización.

De un modo similar, los insecticidas también modifican la composición de las comunidades de insectos en el ambiente y, su persistencia o permanencia puede afectar no sólo futuras producciones sino también llegar a través de cursos de agua o por el aire a los asentamientos humanos.

Por otro lado, estimar la calidad de los suelos, es importante puesto que contribuye a establecer la sustentabilidad de los diferentes sistemas de manejo. Los suelos con máxima calidad son capaces de mantener alta productividad y causar el mínimo disturbio ambiental. Según este concepto, se considera a la función productiva del suelo como un aspecto fundamental al momento de determinar la calidad. Si aceptamos que la calidad del suelo se refiere a un adecuado funcionamiento, la degradación o la restauración de los suelos podrían ser evaluadas a través del análisis de las propiedades que determinan las principales funciones del suelo, en particular las propiedades que respondan a los cambios en el manejo.

Los microorganismos del suelo, a pesar de sus relativamente bajas cantidades, juegan un rol fundamental en el mantenimiento y dinámica de los nutrientes a través del ciclado de la materia orgánica. Las enzimas son sintetizadas y secretadas extracelularmente por bacterias u hongos, formando parte de la matriz del suelo. Por lo tanto, las actividades de estas enzimas exocelulares, pueden estar reguladas de manera indirecta a través de un aumento de la producción y secreción de microorganismos, o directamente a través de condiciones fisicoquímicas ya que pueden ser estabilizadas por medio de la unión de las enzimas a los coloides del suelo.

Por ende, las actividades enzimáticas permiten monitorear el funcionamiento del suelo, respondiendo a la necesidad de entender los efectos positivos y negativos sobre las propiedades y los procesos que suceden dentro de esta matriz y las relaciones entre estos factores, los usos y prácticas de manejo.





En el suelo se ha detectado la actividad de enzimas del grupo de las hidrolasas, transferasas, oxidoreductasas y liasas que están directamente relacionadas con los ciclos del C, N, P y S. Las enzimas del suelo son consideradas “sensores”, ya que entregan información sobre el estado y condiciones fisicoquímicas del mismo, de esta forma los cambios provocados en la actividad de las enzimas no solo dependen de las variaciones de la expresión génica, sino también de factores ambientales que afectan a la actividad.

En los últimos años nos hemos abocado al estudio de la persistencia de herbicidas de uso hortícola en el suelo, su efecto sobre los microorganismos responsables del ciclado de los nutrientes (Cañón *et al* 2015, Avilés *et al.* 2016 y Muñoz *et al* 2016). Esta temática nos ha llevado a replantear la necesidad de evaluar el efecto de las prácticas agrícolas actuales sobre la sustentabilidad de los diferentes sistemas hortícolas del VIRN para los que aún deberían estudiarse y construirse los índices más adecuados.

En este sentido, hemos implementado el uso de índices de diversidad de malezas para la comparación de tratamientos herbicidas y sistemas de riego que nos permitió analizar cuantitativamente el comportamiento de las malezas en escenarios agrícolas (Bezic *et al* 2010, Avilés *et al* 2015, Gajardo *et al* 2016, Avilés *et al* 2016(2)). Sin embargo, aún deberíamos incursionar en la implementación de índices para la evaluación de insectos plaga en los sistemas hortícolas locales.

La demanda actual de prácticas sustentables requiere de evaluaciones que puedan cuantificar el impacto que cada una imparte al ambiente. El diseño de indicadores y su análisis permitirían dar respuesta a la necesidad actual de evaluar los sistemas productivos y facilitarían la toma de decisiones respecto a la necesidad o no de modificar el manejo que se realiza en las producciones hortícolas en el VIRN.

El objetivo del presente trabajo es evaluar una serie de parámetros físicos, químicos, bioquímicos y biológicos en los sistemas de producción hortícola del Valle Inferior de Río Negro para proponer índices de sustentabilidad ambiental regionales.





Objetivo General

Proponer indicadores de sustentabilidad para analizar el impacto ambiental provocado por el manejo de agroquímicos en el sistema hortícola del Valle Inferior de Río Negro.

Objetivos Específicos

Analizar la composición y la dinámica de las comunidades de malezas en lotes hortícolas del VIRN: Impacto sobre la diversidad de especies vegetales.

Analizar la composición y la dinámica de las comunidades de insectos en lotes hortícolas del VIRN: Impacto sobre la diversidad de insectos.

Evaluar el efecto de los distintos manejos de agroquímicos sobre la microflora del suelo: Impacto sobre los microorganismos del suelo.

Evaluar el efecto de las diferentes prácticas culturales sobre la calidad de los suelos: Impacto sobre el suelo.

Evidenciar la presencia de agroquímicos en los sistemas de drenaje en las proximidades a lotes hortícolas: Impacto sobre los cauces de agua.

Diseñar y proponer índices de sustentabilidad ambiental para los principales cultivos hortícolas de la zona.





Metodología

Estudios del Impacto sobre las comunidades de malezas:

El trabajo se realiza en chacras de productores con cultivos hortícolas: invernales y estivales, bajo cubierta (invernadero) o a cielo abierto; con el manejo de herbicidas recomendado de acuerdo con la composición florística del lote y al cultivo a producir.

En cada lote se mide la biomasa y el número de plantas de malezas por especie y del cultivo en distintas fechas propuestas de acuerdo con el ciclo de cada cultivo y a la aplicación de herbicidas que cada productor realice.

Con esta información se calculan índices de diversidad (Shannon Weaver, Riqueza, etc.) y de abundancia (frecuencia, densidad de plantas, etc.). Los datos se analizan, previa transformación estadística cuando es necesario, mediante ANOVA y test de comparación de medias (ej. Tukey). Así se evalúa el impacto por la aplicación de los herbicidas (una fecha) y en el tiempo, el impacto por la práctica de manejo (dinámica de los índices).

Estudios del Impacto sobre las comunidades de insectos:

En las mismas chacras de los productores con cultivos hortícolas, se colocan trampas a distintas alturas de acuerdo con el cultivo para la recolección de insectos. Luego se identifican en el laboratorio según la subclase y orden correspondiente, para cada momento de muestreo. Las muestras son recolectadas en diferentes fechas, según la estación del año, el ciclo del cultivo y la aplicación de insecticidas.

De manera similar a lo propuesto en el estudio sobre malezas, se calculan índices de diversidad (Shannon Weaver, Riqueza, etc.) y de abundancia (frecuencia, densidad de insectos, etc.). Los datos se analizan, previa transformación estadística





cuando es necesaria, mediante ANOVA y test de comparación de medias (ej. Tukey). Así se evalúa el impacto por la aplicación de los insecticidas (una fecha) y en el tiempo, el impacto por la práctica de manejo (dinámica de los índices).

Estudios del Impacto sobre las comunidades microbianas del suelo:

Los estudios de impacto sobre las comunidades microbianas del suelo se realizarán en dos niveles:

1) efecto sobre las actividades microbianas como la respuesta a la aplicación de agroquímicos de las enzimas presentes en el suelo.

2) efecto sobre la composición de las comunidades de microorganismos como respuesta a la aplicación de agroquímicos de las distintas especies presentes en el suelo.

Para estos ensayos se extrae suelo de los primeros 5 cm de cada lote productivo y sobre estas muestras se analiza:

1) Enzimas: actividad deshidrogenas por hidrólisis de TTC (Casida *et al*, 1964), actividad esterasas por hidrólisis de FDA (Alef, 1995) y actividad ureasa por hidrólisis de la urea (Tabatabai y Bremner, 1972).

2) Microorganismos: respiración del suelo por reacción con NaOH y aislamientos específicos a partir de diluciones suelo: medio líquido (10^{-1} a 10^{-10}) sembradas en placas con sustratos específicos (Félix *et al*, 1996). Luego pruebas bioquímicas para confirmar las colonias caracterizadas.

Estudios del Impacto sobre la calidad del suelo:

Se toman muestras de suelo (0-10 y 10-20 cm) donde se determina la calidad fisicoquímica al comienzo y al final de cada ciclo productivo: pH, conductividad eléctrica, RAS, textura, carbono oxidable, nitrógeno, nitratos, fósforo y potasio.





Además, se realizan bioensayos en el invernáculo del CURZA con los suelos provenientes de los primeros centímetros de los experimentos anteriores. Éstos consisten en evaluar la fitotoxicidad sobre semillas de *ray grass*, maíz, trigo o lechuga según el mecanismo de acción de cada herbicida aplicado. Se estudia la persistencia del principio activo en distintos momentos, evaluando el poder germinativo y la elongación de radículas.

Estudios del Impacto sobre la calidad del agua de drenaje (línea aún no comenzada):

Se tomarán muestras de agua de los drenes próximos a las chacras donde se estén realizando los cultivos hortícolas con posterioridad a los riegos y eventos de lluvia. En cada muestra se determinarán variables fisicoquímicas como: temperatura, pH, conductividad eléctrica, sodio, calcio, cloruros, carbonatos, sulfatos, DQO y DBO.

Además, se prevé estudiar la factibilidad de eliminar las sales solubles por diálisis para poder determinar indirectamente la presencia de agroquímicos en las muestras de agua, regando semillas de lechuga en cajas de Petri y así evaluar el efecto sobre el poder germinativo y la elongación de raíces.

Diseño de indicadores:

Con los resultados de los ensayos anteriores se pretende recopilar diversa y variada información que nos permita, mediante las evaluaciones estadísticas correspondientes, proponer índices de calidad ambiental para los cultivos hortícolas del Valle Inferior de Río Negro.

Se espera que el producto de este proyecto sea útil a los productores y técnicos en la toma de decisiones sobre el manejo de los cultivos hortícolas. Así como también para organizaciones preocupadas por la sustentabilidad ambiental en la región.





Como esta investigación se realizará en chacra de productores del VIRN se asume naturalmente un proceso de transferencia de los avances y resultados del proyecto. La presencia de investigadores en los lotes productivos estimula la participación y fomenta el compromiso de los productores con las buenas prácticas agrícolas sin que éstas sean impuestas o reglamentadas. El diálogo frecuente y el simple hecho de autorizar a los investigadores a recolectar muestras en sus parcelas crea un vínculo de confianza que va más allá de lo estrictamente científico para concluir, en la mayoría de los casos en cambios de actitudes que mejoran la calidad de sus producciones, así como también de su vida.

Por otro lado, y dado la alta proporción de docentes que integran este grupo, los resultados alcanzados podrán ser puestos a disposición de los estudiantes de la universidad, que naturalmente se interesan por cuidar su entorno y que pronto se convertirán en profesionales con responsabilidades no sólo de producción sino sobre el legado a generaciones futuras.





Lecturas sugeridas

1. Avilés, L.M.; O.A. Gajardo, S. Cañón, L. Navarro y A. Dall´Armellina. 2015. Efectividad del *fluroxipir* sobre el control de malezas en el cultivo de cebolla bajo diferentes sistemas de riego. Actas de XXII Congreso Latinoamericano de Malezas.
2. Avilés, L.M.; S. Cañón, O.A. Gajardo, L. Navarro, A. Mamani, y A. Dall´Armellina. 2016 (1). Primeros estudios del impacto sobre los microorganismos del suelo por herbicidas pre emergentes en lotes de cebolla en el Valle Inferior de Río Negro. Actas XXIII Congreso Latinoamericano de Microbiología.
3. Avilés, L.; S. Cañón, A. Gajardo, T. Doñate, A. Alarcón, P. Baffoni, C. Bezic, y B. Sidoti Hartman. 2016 (2). Influencia de diferentes antecesores sobre la comunidad de malezas en el cultivo de cebolla en el Valle Inferior del río Negro. Actas 38º Congreso Argentino de Horticultura.
4. Bezic, C.R.; O.A. Gajardo; S. Cañón; L. Avilés; W. Esquercia; A. Dall´Armellina y S. Martinez. 2010. Índice de malezas basado en diversidad, frecuencia y ciclo de vida para la caracterización de prácticas sustentables en agroecosistemas. *Processing Ambiental*. pp9
5. Casida, L.E., Klein, D.A., Santoro, T. 1964. Soil dehydrogenase activity. *Soil Science*. 98, 371-376.
6. Cañón, S., L. Avilés, O. Gajardo, L. Navarro, y A. Dall´Armellina. 2015. Persistencia en el suelo de herbicidas aplicados sobre el cultivo de cebolla. Actas 38º Congreso Argentino de Horticultura.
7. Ferraras, L.; Toresani, S.; Bonel, B.; Fernández, E.; Bacigaluppo, S.; Faggioli, V. y Beltrán, C. 2009. Parámetros químicos y biológicos como indicadores de calidad del suelo en diferentes manejos. *Cs. Suelo* 27(1): 103-114.





8. Gajardo, A.; L. Avilés; S. Cañón; A. Mamani y A. Dall´Armellina. 2016. Relevamiento de malezas persistentes al control preemergente en cultivo de cebolla. Actas V Jornadas de Investigación y Extensión del CURZA.
9. Muñoz, S; L. Avilés; L. Navarro; S. Cañón; A. Gajardo y A. Dall´Armellina. (2016). Incidencia de un herbicida preemergente sobre la actividad microbiana de suelos hortícolas. Actas V Jornadas de investigación y extensión del CURZA.
10. Tabatabai, M.A., Bremner, J.M. 1972. Assay of urease activity in soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 4, 479–487.

