

Asociación Argentina de Economía Agraria

**ANÁLISIS DE CONFLICTOS PRODUCTIVO-
AMBIENTALES EN EL SECTOR HORTÍCOLA DEL
PARTIDO DE GENERAL PUEYRREDÓN A TRAVÉS
DEL ENFOQUE MULTICRITERIO**

Autores

**MANCHADO, Juan Carlos; NATINZON, Paula;
ADLERCREUTZ, Enrique y BORRACCI, Sebastian**

**Institución a la que pertenecen los autores
INTA**

**Lugar de Trabajo
EEA Balcarce
Ruta 226 – Km 73, 5
TE 02266 439105
Balcarce – Provincia de Buenos Aires**

Correos electrónicos
manchado.juan@inta.gob.ar
natinzon.paula@inta.gob.ar
adlercreutz.enrique@inta.gob.ar
borracci.sebastian@inta.gob.ar

Categoría: Trabajo de Investigación

Análisis de conflictos productivo-ambientales en el sector hortícola del Partido de General Pueyrredón a través del enfoque multicriterio

Resumen

Las prácticas de cultivo predominantes en la horticultura comercial del Partido de General Pueyrredón se han puesto en tela de juicio debido a las consecuencias sobre la sustentabilidad de los sistemas de producción y sobre la calidad del medio ambiente.

Teniendo como premisa sostener el beneficio económico de corto plazo, los productores buscan mejorar los rendimientos y la seguridad de cosecha y obtener buena calidad comercial de sus productos, a través de un uso intensivo del suelo y de plaguicidas comerciales. Esta estrategia entra en conflicto con el punto de vista de los pobladores urbanos y peri urbanos, que desearían prácticas de manejo que privilegien la preservación del medio ambiente y la salud humana.

Utilizando como unidad de análisis a un modelo hipotético de sistema de producción hortícola, utilizando el enfoque del análisis multicriterio, se evalúan los efectos que causaría mutar del Manejo Convencional (frecuente en la zona) a la aplicación de protocolos de Producción Integrada, que permitirían cierta compatibilidad entre estos diferentes puntos de vista. Los atributos que se consideran en el análisis son el margen bruto global, los balances de nutrientes (N y P) y el índice de contaminación EIQ. En tal sentido, la implementación de la PI tiene como objetivo *per se* optimizar los balances de nutrientes (es decir que tiendan a cero) por lo que no se consideran conflictivos con el MBG. Al evaluar el *trade off* entre optimizar EIQ y el resultado económico, el nivel de conflicto no parece severo. Las soluciones de compromiso halladas mediante la programación por metas ponderadas, demuestran que es posible el logro simultáneo de satisfacción “razonable” de todos los atributos considerados.

Como en trabajos similares anteriores, si bien hay contradicciones entre planteos que optimizan el resultado económico y otros atributos, ellas no aparecen como insalvables. Los resultados obtenidos podrían constituir la base para estrategias productivas más amigables con el ambiente y la salud humana.

Palabras clave, sistemas hortícolas, sustentabilidad, producción integrada, objetivos múltiples.

Eje temático: Economía Ambiental y de los Recursos Naturales

Abstract

The prevailing cultivation practices in commercial horticultural operations located in General Pueyrredón (Buenos Aires, Argentina) have been questioned due to the effects on the sustainability of production systems as well as on environmental quality. Producers pursue short-term profits, through intensive use of land and pesticides, seeking to improve yields, crop stability and good commercial quality products. This behavior conflicts with the point of view of urban and peri-urban dwellers who would wish management practices that favor the preservation of the environment and human health.

In this paper, a hypothetical model of horticultural production system is analyzed through multi-criteria analysis approach. The possible impact of changing conventional, frequent horticultural management to Integrated Production protocols are analyzed, to evaluate the compatibility between different points of view. The attributes considered in the analysis are overall gross margin, nutrients balances (N and P) and EIQ, an environmental impact index.

The IP implementation aims *per se* to optimize nutrient balances (ie tending to zero) so are not considered conflicting with the MBG. When *the trade off* between EIQ and optimize economic performance is assessed, the level of conflict does not seem severe. Compromise solutions found through weighted goal programming method, show that it is possible to "reasonable" simultaneous satisfying achievement of all the attributes considered.

As in previous similar work, although there are contradictions between optimum economic performance and other attributes, they do not appear as impossible to overcome. The results could be the basis for productive strategies friendly with environment preservation and human health.

Keywords: Horticultural systems, sustainability, integrated production, multiple target.

Análisis de conflictos productivo – ambientales en el sector hortícola de Mar del Plata a través del enfoque multicriterio *

1. Introducción

El modelo de producción que predomina en la zona hortícola del Partido de General Pueyrredón ha está siendo cuestionado a raíz de las percepciones sobre impactos negativos en el medio ambiente y los riesgos reales y potenciales sobre la salud del ser humano. Las prácticas de cultivo que llevan adelante los productores en la horticultura comercial intensiva, tienden a incrementar los rendimientos y la seguridad de cosecha, controlar las plagas y mejorar la calidad comercial de sus productos, pero a su vez parecen estar poniendo en riesgo la calidad del medio ambiente así como generando una mayor vulnerabilidad de los propios sistemas de producción.

Los pobladores urbanos y peri urbanos consideran que el modo en que se desarrollan las actividades hortícolas –principalmente el uso intensivo de agroquímicos- afecta la preservación de la salud, y este punto de vista entra en conflicto con el de los productores, que no parecen estar suficientemente concientizados acerca de los posibles efectos negativos por el uso intensivo de pesticidas y la sobreexplotación del suelo.

Hasta ahora, a falta de un debate basado en buena información y de una legislación eficaz, la maximización y seguridad de beneficios en el corto plazo han prevalecido como criterio de decisión en las huertas comerciales, lo que ha provocado serias controversias entre parte de la ciudadanía y de los productores hortícolas. Esta disputa parece haber comenzado a encauzarse, con la promulgación en mayo de 2013 de la Ordenanza Municipal N° 21296, por la que se crea el Programa de Desarrollo Rural Sustentable, con la finalidad de “mejorar la sostenibilidad social, ambiental, cultural y económica de la producción agropecuaria del Partido de General Pueyrredón”. De la misma se transcriben a continuación los dos primeros objetivos:

“a.- Generar acciones que permitan conocer, estudiar, evitar, disminuir y enmendar los efectos negativos causados por las externalidades que genera la actividad agropecuaria, haciendo énfasis en la preservación del patrimonio natural y cultural y la salud de la comunidad.

b.- Promover la generación de planteos tecnológicos integrales y participativos que permitan la transición hacia sistemas sustentables, disminuyendo paulatinamente las externalidades negativas que genera la actividad productiva haciendo hincapié, en una primera etapa, en la Franja Transicional Periurbana.”

En línea con esta situación, los extensionistas de la Agencia de Mar del Plata del INTA vienen trabajando en conjunto con otras organizaciones estatales y no gubernamentales y con un grupo de asesores privados en la concientización en estas problemática, y han tenido una activa participación en la elaboración de la mencionada ordenanza.. Una de

* **Los autores agradecen los valiosos aportes y sugerencias de la Ing. Agr. Mirna Mosciaro.**

las alternativas que se plantea es la Producción Integrada (PI), una forma de producción que permite la utilización restringida de productos agroquímicos de síntesis, y contempla labores del suelo y análisis de balances de nutrientes, idealmente regidas por Normas Técnicas o Protocolos de producción específicos para cada cultivo.

En líneas generales, se puede decir que la PI es un tipo de producción intermedia entre la agricultura convencional industrial y la agricultura ecológica. Tiene su origen en el desarrollo del control integrado de plagas. La Organización Internacional de la Lucha Biológica e Integrada (OLIB) (citado en Sczesny et al., 2013) define la PI como «*Un sistema agrícola de producción de alimentos que utiliza al máximo los recursos y los mecanismos de regulación naturales y asegura, a largo plazo, una agricultura viable y sostenible. En ella los métodos biológicos, las técnicas de cultivo y los procesos químicos son escogidos con esmero, buscando un equilibrio entre el medio ambiente, la rentabilidad y las exigencias sociales*».

2. Marco propuesto para el análisis del Problema

Los distintos actores económicos (entre ellos, los productores agropecuarios, los propietarios de los factores de producción, las autoridades municipales o provinciales) suelen tener algunos objetivos enfrentados. En general, diferentes criterios de decisión coexisten en un contexto caracterizado por información incompleta y asimétrica, y por conflictos de intereses o visiones en base a los cuales los agentes económicos desarrollan sus actividades (Manchado et al., 2013). Tal es así que - condicionados por restricciones e incentivos – cada actor social puede privilegiar un determinado objetivo, buscando adecuar sus propias metas según sus propios niveles de aspiración.

Frente a esta situación, queda en claro que lograr una solución obtenida en base a un solo criterio, por más predominante que sea, no alcanza. El desafío es obtener un compromiso racional y razonable entre distintos objetivos.

En los procesos presentes a nivel territorial existen interacciones en una escala superior a la de las unidades productivas. Aun bajo esta consideración es relevante efectuar un análisis a escala de un sistema de producción, tomando en cuenta algunos de los múltiples criterios de decisión, y así contribuir a generar una visión más amplia de los problemas a resolver al menos en dicha escala.

A tal efecto se puede explorar cómo lograr

- a. la maximización del resultado económico.
- b. la minimización de la pérdida de calidad de los recursos naturales (en particular el suelo) que determinan la capacidad productiva de los mismos.
- c. la minimización de externalidades negativas, tales como la contaminación difusa del ambiente que conlleva el uso intensivo en agroquímicos.

En el trabajo que se desarrolla a continuación se analizan estos criterios con el fin de contribuir a generar estrategias productivas plausibles para estos sistemas de producción, que permitan lograr la competitividad de los sistemas de producción a la vez que sean más amigables con el ambiente y que preserven la salud humana. La imposibilidad de obtener una solución que optimice al mismo tiempo varios atributos, a los que uno o varios tomadores de decisiones contraponen en un determinado problema decisional, se pretende resolver a través del Análisis Multicriterio (AMC), (Romero, 1993).

3. Antecedentes

El problema del desbalance de nutrientes en el suelo ha sido abordado por un conjunto de autores. Por un lado, se ha alertado acerca de los costos ocultos que implican la insuficiente reposición de nutrientes (Manchado, 2010). Pero además, en la caracterización ambiental de los sistemas de producción de diversas regiones del mundo, los balances de nutrientes son considerados indicadores claves, principalmente en respuesta a la preocupación de que excesos de nutrientes puedan generar contaminación de aguas superficiales y profundas (Berge et al., 2000).

Asimismo, las consecuencias derivadas por el uso intensivo de plaguicidas, en zonas rurales y periurbanas, son foco de atención de un importante número de trabajos. Entre ellos cabe mencionar a Souza (2011) que analiza el proceso de utilización de agrotóxicos en las actividades agrícolas desarrolladas en el área periurbana de Buenos Aires, su impacto en el ambiente como así también las acciones desarrolladas por las comunidades a fin de morigerar la situación. Por otro lado, este tema ha sido estudiado a partir del análisis de la percepción de la sociedad y la valoración que la misma realiza, sobre los cambios que ha provocado la intensificación de la producción agropecuaria (especialmente el uso de agroquímicos) en el ambiente, y sus consecuencias sobre el bienestar humano (Manchado et al., 2013).

Por su parte, a partir de la aplicación del enfoque AMC, se han desarrollado importantes estudios que aportan a la resolución de una variedad de conflictos derivados de la interacción de la actividad agropecuaria con el medio ambiente (en la gestión del riego, gestión de montes forestales, usos del suelo, reducción de la contaminación, manejo de humedales, etc.). Los conflictos inherentes a este tipo de problemas han sido abordados por diferentes autores mediante análisis de decisiones multicriterio, a través de matrices de pago y/o compensaciones entre atributos (Meyer-Aurich, 2005; deVoil et al, 2006; Geneletti, 2007; Díaz – Balteiro et al, 2009).

De acuerdo a la bibliografía, el AMC ha sido utilizado con el propósito de resolver principalmente dos tipos de problemas. El primero, la preferencia temporal de optimizar el resultado económico de corto plazo, sin considerar la preservación de la capacidad productiva en el largo plazo. El segundo, el detrimento en la provisión de servicios ecosistémicos que frecuentemente se presenta como consecuencia de la intensificación en el uso de los recursos naturales por tal tipo de objetivo económico.

En un trabajo previo de Manchado et al. (2012) se ha efectuado una revisión exhaustiva de estudios publicados en los que se han aplicado metodologías AMC, que tienen como unidad de análisis a sistemas de producción agropecuaria en nuestro país.

Entre otros, se destacan los trabajos de de Prada (2008;); Angeli et al (20011); Cisneros et al (2011)¹; Manchado et al., (op cit) y Manchado et al., (2014) donde se han efectuado planteos con el fin de encontrar un equilibrio entre objetivos de distintos grupos de interés, expresando en forma explícita indicadores económicos, ambientales y sociales, analizando posibles conflictos entre estos indicadores y explorando soluciones de compromiso que permitan el logro simultáneo de niveles razonables de distintos objetivos.

4. Objetivos

Los objetivos del presente trabajo son:

- Evidenciar los conflictos que se presentan en los sistemas de producción hortícola intensiva al considerar distintos criterios de decisión (económicos, técnicos y ambientales)
- Analizar los cambios que se producirían al pasar del manejo convencional a la producción integrada, y sus efectos en la integración de actividades y/o en distintos parámetros en dichos sistemas,
- Explorar soluciones de compromiso que permitan alcanzar algún grado de compatibilidad en el logro de atributos antagónicos.

Entre los propósitos que se derivan de este estudio cabe mencionar:

- Generar información y elementos de juicio para los decisores en los sistemas de producción
- Promover un espacio de reflexión y discusión en los ámbitos profesionales, tanto en el sector público encargado de la generar y difundir tecnología, como en el de los asesores privados;
- Aproximar criterios a considerar en el diseño de incentivos o regulaciones que contribuyan a lograr sustentabilidad.

5. Metodología

5.1. Objeto de estudio: Sistema hortícola bajo análisis.

¹ En una escala de área y decisión mayor, Cisneros et al. (Op cit) utilizan AMC para analizar alternativas de ordenamiento territorial de una Cuenca, contemplando modelos hidrológicos y de erosión; simulando diferentes preferencias de distintos decisores, desarrollan propuestas definiendo previamente los criterios y los pesos relativos.

La unidad de análisis es un modelo que representa un sistema hortícola hipotético de una superficie total operada de 15 ha en tierra propia, con suelos de aptitud de uso agrícola, sin limitantes para el desarrollo de las modalidades más frecuentes de cultivos. Se trata de un sistema hortícola no especializado, en el que se plantea la posibilidad de combinación de cuatro cultivos desarrollados a cielo abierto muy frecuentes en la zona: zapallo anco y maíz dulce para choclo (cuyos manejos los desarrollan en su totalidad el productor con mano de obra asalariada temporaria) y lechuga y brócoli (desarrollado bajo mediería parcial). El laboreo del suelo y la aplicación de agroquímicos son mecanizadas. La siembra puede ser mecánica o manual según el cultivo. Los planteos técnicos (tecnología aplicada, insumos utilizados y dosis de aplicación), así como la estimación de los rendimientos fueron consultados a informantes calificados.

5.2. Materiales y métodos

En primer lugar, se evalúan los cambios que originaría en distintos parámetros la implementación de la PI en el modelo descrito en el punto anterior. En un segundo paso, mediante el AMC se consideran alternativas de decisión, evaluadas a través del cumplimiento de objetivos que representan direcciones de mejora de distintos tipos de atributos, los que *a priori* se entiende que presentan algún grado de conflicto entre sí.

5.3. Atributos considerados

El concepto de atributo es central en los modelos multicriterio. Los atributos son variables que el decisor quiere considerar en la toma de decisiones, que puedan medirse de forma objetiva y expresarse como una función de las variables del modelo.

Los atributos considerados relevantes fueron divididos en tres grupos: desde el punto de vista económico (Margen Bruto Global (MBG)), técnico (balances de N y P) y ambiental (nivel de contaminación por uso de plaguicidas).

5.3.1. Descripción

i) Económico

Se mide a través del Margen Bruto Global (MBG), que representa el resultado anual entre ingresos (para cuyo cálculo se consideraron precios promedio de los productos entre 2010 y 2013, fuente Mercado Central de Buenos Aires (MCBA) indexados a moneda constante² de julio de 2014 y los Costos Directos (a precios de los insumos a valores de julio de 2014) del sistema hortícola representativo.

ii) Técnicos

Se consideraron los Balances de Nitrógeno y Fósforo (BN y BP, respectivamente) en el suelo. Miden la diferencia entre los nutrientes que se extraen por los productos

² Se utilizó el índice de precios internos al por mayor (IPIM) (www.indec.mecon.ar)

hortícolas cosechados (exportación de nutrientes del sistema) y los que se aportan al sistema mediante la fertilización inorgánica (urea, fosfato diamónico y/o foliar con varios nutrientes) y orgánica (cama de pollo). Como ya se planteó anteriormente, en el balance de nutrientes es tan importante tener en cuenta el balance negativo de nutrientes que puedan generar los cultivos si no se repone lo correcto, como la contaminación de que podrían generar nutrientes agregados en exceso en el agua (en cursos superficiales o agua subterránea. Las exportaciones de nutrientes de cada cultivo fueron calculadas en base a la concentración de los nutrientes en los productos hortícolas, reportada por el IPNI (García y Correndo, 2010) y ajustadas por un asesor de la actividad privada especialista en suelos³ (2014, comunicación personal). Las diversas dosis de fertilizantes utilizadas para cada cultivo fueron reportadas por informantes calificados zonales.

iii) Ambiental

Para representar la “suma de contaminación en el sistema de producción por aplicación de pesticidas”, se utiliza para cada alternativa productiva planteada el Índice de Contaminación Ambiental: *Environmental Impact Quotient* (EIQ) (Kovach et al, 1992). Éste es un índice complejo de toxicidad, proporcional a las dosis y concentraciones de principios activos presentes en cada pesticida, que incluye al trabajador, al consumidor y la biota no humana (peces, pájaros, abejas, flora del suelo)

5.3.2. Metas deseadas para cada atributo

Para cada uno de los atributos mencionados en el punto anterior, se consideraron las siguientes metas:

- para el MBG, “más del atributo, mejor”
- Para BN y BP, “que el valor del atributo se aproxime más a cero”
- para el índice EIQ “menos del atributo, mejor”

En el Anexo 1 del presente trabajo se exponen las matrices decisionales en las que se hallan los coeficientes técnicos referidos a estos atributos para cada una de las actividades planteadas para el MC y para PI.

5.3.3. Comparación del Manejo Convencional vs Producción Integrada

El punto de partida lo constituye la cuantificación del óptimo económico en términos de Margen Bruto Global (MBG) sujeto a las disponibilidad de recursos y restricciones técnico biológicas a través de un planteo convencional de Programación Lineal (PL), herramienta que es utilizada no con fines normativos sino exploratorios. Se elaboraron dos matrices decisionales en forma paralela: una para el planteo de los cultivos bajo

³ Los autores agradecen los valiosos aportes realizados por el Ing. Agr. Enrique Manzo (Asesor Técnico de la Cooperativa de Horticultores de Mar del Plata).

“manejo convencional” (MC) y la otra para la modalidad de PI⁴. En ambos casos se contó con la colaboración de especialistas en horticultura de la zona. Para los cultivos de maíz dulce, lechuga y brócoli se consideraron dos ciclos escalonados de ocupación del suelo, como frecuentemente realizan los productores para extender su período de oferta al mercado. Como restricción obligatoria para diversificación asociada a disminuir riesgos, se impuso un límite de expansión de cualquier cultivo a no más del 50% de la superficie total. El planteo de ambas matrices permite identificar y cuantificar en cada solución hallada los recursos que son atributos críticos a optimizar (MBG, BN, BP, EIQ) como otros que no se optimizan pero se consideran relevantes (como el consumo anual de fertilizante, y la cuantificación de la mano de obra contratada anualmente en el sistema de producción)

Como se indicó anteriormente, a partir de estos dos planteos se optimiza el resultado económico (MBG), tanto para el sistema de producción bajo MC como para PI, a efectos de efectuar un análisis comparativo de integración de actividades y de resultados de atributos.

5.3.4. Análisis Multicriterio

Para esta parte del análisis se toma solamente el planteo del sistema que contiene todos los cultivos posibles bajo PI. La razón es que sería técnicamente incongruente que un mismo sistema de producción contenga cultivos bajo modalidades convencionales e integradas.

Dado que la PI tiene como objetivo que los BN y BP tiendan a cero, las prácticas de manejo de cada cultivo deben considerar fertilizar estrictamente lo que se precisa para cada producción. En este sentido, en el planteo de alternativas con PI, la obtención del MBG máximo, va a estar condicionada a la obtención de balances cero.

Interesa, en cambio, conocer el grado de conflicto entre resultado económico y el nivel de contaminación. Por ello se efectúa un análisis exploratorio que optimiza el EIQ reduciendo el MBGO en un 5%, 10%, 20%, 25% y 40%. Con estos resultados se analiza el *trade off* entre ambos atributos mediante la representa gráfica “curva de transformación”.

Por último, mediante la programación por metas se busca obtener situaciones “satisfacientes”, persiguiendo integrar más de un objetivo al mismo tiempo. Específicamente se recurre a la Programación por Metas Ponderadas (Romero, 1993), en la que es preciso establecer la importancia relativa (pesos) y los niveles de aspiración a lograr (los valores deseados de los atributos) para buscar una “negociación” entre preferencias para distintos atributos, en este caso el MBG y el EIQ

⁴ Para ambos casos, se plantearon los cuatro cultivos (zapallo anco, maíz dulce, lechuga y brócoli) presentados en el sistema hipotético descrito en el punto 5.1

Con tal fin, para cada uno de ellos se establece una función de logro, planteándose como objetivo minimizar las desviaciones indeseadas respecto del nivel de aspiración de los atributos considerados. Formalmente se establece en la siguiente ecuación:

$$Z = \sum_{i=1}^2 w_i * (n_i + p_i) / r_i$$

Sujeto a las restricciones:

$$\sum_{j=1}^n c_{ij} x_j + n_i - p_i = r_i \quad \text{Nivel de aspiración}$$

$$\sum_{j=1}^n a_{zj} x_j \leq b_z \quad \text{Habituales restricciones agronómicas "duras"}$$

$$x_j, n_i, p_i \geq 0$$

donde

w_i = importancia relativa (peso) asignada al atributo i éximo.

p_i = desviaciones positivas.

n_i = desviaciones negativas.

r_i = factor de normalización (nivel de aspiración)

c_{ij} : aporte al atributo i de la actividad j

x_j : dimensión de cada j éxima actividad

b_z : cantidad del recurso z disponible

a_{zj} : cantidad del recurso z aportado/requerido por actividad j éxima

La función objetivo Z representa la minimización de los desvíos absolutos (negativos (n_i) y positivos (p_i)), respecto de los niveles de aspiración (r_i), que a su vez son ponderados por un factor de peso relativo w_i (que el tomador de decisión le asigna a ese objetivo) y normalizadas por r_i (para corregir el efecto de las distintas magnitudes y unidades de medida en la que se expresan los objetivos).⁵ En las matrices decisionales (Anexo 1) se hallan los valores de los z recursos disponibles.

Se reitera que en este caso, el planteo de cada actividad bajo PI ya tiene como condición que los BN y BP se aproxime lo más posible a cero para cada una de ellas, por lo que el atributo no entra en conflicto con el MBG para el sistema de producción en su conjunto. Por ello el AMC se aplica especialmente para buscar soluciones de compromiso que permitan compatibilizar un logro simultáneo de satisfacción "razonable" de los atributos MBG y EIQ.

⁵ Los valores de los factores de normalización r_i son para MBG 1.150.000 \$/año; para EIQ 900 unidades.

6. Resultados y Discusión

6.1. Óptimo económico: Producción convencional Vs. Producción Integrada

El paso inicial fue conocer la integración de actividades que hace posible el óptimo MBG anual bajo MC y PI, respectivamente, y estimar el valor que adquieren los otros atributos (los balances de N y P y el EIQ). En la Tabla N° 1 se observa que, el valor del Margen Bruto Global Óptimo (MBGO) en \$/año para MC y PI es muy similar. Ello es producto de que las actividades que integran las dos “soluciones” son las mismas: maíz dulce para venta en marzo, brócoli venta en agosto y lechuga para venta en diciembre. Estos cultivos son los que tienen mejor MB /ha y su ocupación del suelo permite combinarlos de modo tal que en una unidad productiva de 15 has se realicen 22, 5 has de cultivo por año.

Tabla N°1: Integración de actividades y valor de los atributos técnicos y ambientales para el Modelo, bajo MC y PI

		MC	PI
MB global \$/año		1.176.783	1.189.455
		Valor	Valor
Cultivo	Zapallo anco	0,0	0,0
	Maíz Dulce 1 (ha)	0	0
	Maíz Dulce 2 (ha)	7,5	7,5
	Brócoli 1 (ha)	7,5	7,5
	Brócoli 2 (ha)	0	0
	Lechuga 1 (ha)	7,5	7,5
	Lechuga 2 (ha)	0	0
Uso de fertilizantes	Urea (kg)	3240	2350
	Foliar (kg)	45	45
	Cama de pollo (kg)	75000	17250
	Fosfato diamónico (kg)	1875	1238
Mano de obra empleada	Jornales/año	135	135
Balance de Nutrientes	Nitrógeno	1654	51
	Fosforo	783	134
Indice contaminación	EIQ	2816	1264

El planteo de PI propuesto para todos los cultivos no provoca ningún cambio en la integración. Es más, la fertilización ajustada a requerimientos y la aplicación más moderada de plaguicidas, bajo condición de monitoreo de cultivos supervisada por profesional, permitiría reducir levemente los Costos Directos. A ello debe sumarse que algunos plaguicidas de toxicidad moderada son reemplazados por productos de “banda verde” sin incrementar los costos. Vale aclarar que los informantes calificados de la región que fueron consultados, indicaron que no habría cambios en la productividad ante los cambios en las modalidades de producción propuestas. Por otro lado, es

importante tener en cuenta que la PI implica un mayor tiempo de dedicación del productor en el seguimiento del desarrollo de las actividades del sistema. Dado que este aspecto no se incluye en el cálculo del MB, esta una variable no se ha analizado en el presente trabajo y que, posiblemente influya en el tomador de decisiones sobre la selección del tipo de manejo a realizar en su sistema.

En cuanto a los otros atributos:

- Los BN y BP - en base a una importante reducción de uso de fertilizantes - se reducen significativamente, aunque no se han ajustado al extremo de resultar iguales a cero como margen de seguridad por ineficiencia de aplicación.
- El EIQ por su parte se reduce en un 55% en razón del uso más moderado de plaguicidas (menor cantidad de aplicaciones) a lo que debe sumarse que algunos plaguicidas de toxicidad moderada son reemplazados por productos de “banda verde”, sin incrementar los costos.

6.2. Curva de transformación

A continuación se presentan el resultado obtenido al buscar reducir el EIQ en la medida que se acepta renunciar al 5, 10, 20, 25 y 40% del MBG en sucesivas parametrizaciones.

La gráfica representa la curva de transformación, el *trade off* entre el resultado económico (MBG) en el eje de las abscisas, y el EIQ, en el eje de las ordenadas. Las magnitudes de los ejes se presentan en porcentaje, y constituyen el nivel de logro relativo de cada objetivo en relación al rango entre el mejor y peor valor alcanzado para cada uno de ellos en las parametrizaciones.

Gráfico 1: Curva de transformación. Compensaciones entre el resultado económico y el EIQ.

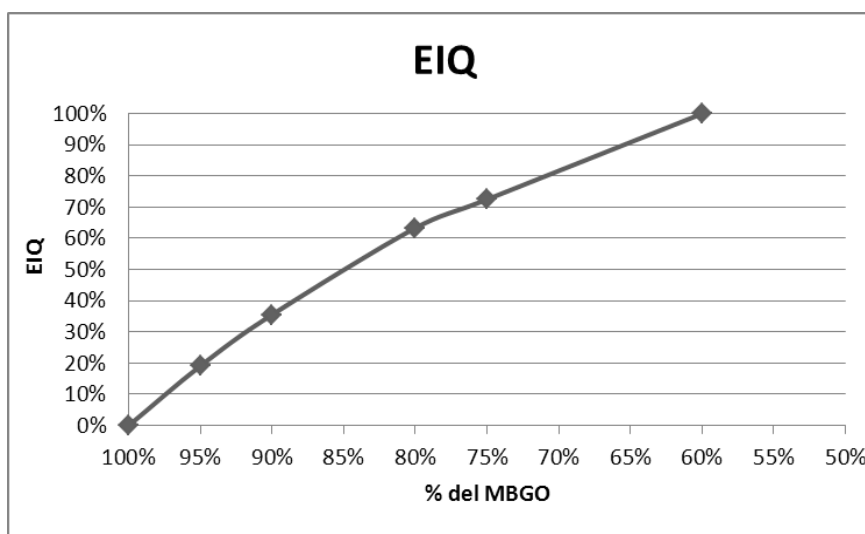


Tabla N° 2: Incremento de logro de EIQ a medida que se reduce MBG

	MBG	EIQ
MBG Optimo relativo	100%	0%
Reducción del 5% del MBG	95%	19%
Reducción del 10% del MBG	90%	36%
Reducción del 20% del MBG	80%	63%
Reducción del 25% del MBG	75%	72%
Reducción del 40% del MBG	60%	100%

De la observación del gráfico y cuadro anterior se infiere que la dimensión ambiental del sistema de producción bajo estudio, es al menos parcialmente antagonica con el mejor resultado económico. No obstante pareciera que el conflicto no es grave, lo que hace presumir que sería factible hallar una solución de compromiso con los dos atributos simultáneamente, al asignar un nivel de aspiración “razonable” para cada uno de ellos, lo que se explora en la siguiente sección.

6.3. Simulación de distintas preferencias de los decisores en relación a los atributos MBG y EIQ

Para explorar soluciones de compromiso entre los dos atributos, el económico y el ambiental, es posible plantear distintas preferencias de los decisores en relación a más de un criterio, otorgando distintos “pesos” a niveles de aspiración “razonables” para estos dos atributos que aparecen antagonicos. Considerar estas distintas *ponderaciones de importancia relativa para dos metas*, surge de una previa inferencia de que existen distintos intereses o puntos de vista de distintos decisores, y ayuda a cierta negociación de conflictos que se le presentan a un mismo decisor, que estaría a cargo del sistema hipotético que constituye la unidad de análisis del presente estudio.

El planteo de preferencias sería para tres situaciones:

- quien privilegia una meta de resultado económico, representado por el MBG
- quien tiene el mismo grado de interés en alcanzar metas razonables de MBG y reducir contaminación (cuantificado por el EIQ)
- quien (aun considerando el MBG como atributo importante) busca minimizar el EIQ.

La comparación de los resultados de dichos escenarios se presenta en la Tabla N°3.

Tabla N° 3: Resultados obtenidos en la simulación de escenarios mediante MPP

Combinación de preferencias	70%MBG 30% EIQ	50%MBG 50% EIQ	30%MBG 70% EIQ
MBG (U\$S/año)	1.122.483	994.874	994.874
EIQ total en el sistema	1124	900	900
Cultivos (ha/año)			
Zapallo	7.5	0.4	0.4
Lechuga 1	7.5	7.5	7.5
Brócoli 1	7.5	7.5	7.5
Utilización anual de fertilizantes			
Urea (kg)	750	464	464
Fertilizante Foliar (kg)	45	45	45
Cama de Pollo (kg)	17.250	17.250	17.250
Fosfato diamónico (kg)	863	505	505
Empleo de mano de obra	165	65	65

Los principales rasgos distintivos en la integración de actividades, y en logro de objetivos propuestos, son los dos siguientes:

- a) Para la preferencia de lograr un buen nivel de aspiración del MBG por sobre minimizar el EIQ.

Es menester recalcar que mantener un nivel de preferencia del resultado económico no implica el objetivo de maximizarlo. Por ello la integración de actividades es diferente a la obtenida para PI en 6.1. En esta estrategia entra el cultivo de zapallo, en reemplazo del maíz. Ambos son cultivos que compiten por el uso del suelo en la misma época del año.

En cuanto al uso de agroquímicos, resulta de especial utilidad mencionar que con solo declinar una parte menor del beneficio ya se obtendría un EIQ menor en el sistema, precisamente por este cambio muy parcial en la integración de actividades.

Y en cuanto a uso de fertilizantes, la implementación de la PI genera *per se* un cambio en la reposición de nutrientes del suelo para cada cultivo (fertilización sobre cálculo de requerimientos) pero además el zapallo requiere menos nutrientes que el maíz.

- b) Para un mismo nivel de preferencia entre aspirar a obtener un buen MBG y un mínimo “razonable” del EIQ.

En este escenario, la preferencia de obtener una reducción en el índice EIQ es similar a la aspiración de obtener un muy buen resultado económico. En primer lugar, debe señalarse que - con respecto al primer escenario de este análisis multicriterio - se logra una reducción del 20% del EIQ con sólo aceptar reducir un 11% el MBG. Ello se logra en base a una simplificación del sistema, en cuanto a manejo general, con sólo dos cultivos – lechuga y brócoli- que si bien ocupan el 100% de la superficie útil, dejan del

suelo ocioso en parte del año. La ventaja es que habría que contratar un 61% menos de mano de obra, ya que dichos cultivos se realizan bajo aparcería parcial. La diferencia en uso de fertilizante es menor: sólo se requeriría menos urea.

c) Para la preferencia de lograr un buen nivel de aspiración de reducción del EIQ por sobre el MBG

Los resultados de este escenario, que privilegia conseguir reducir aún más el EIQ en detrimento del resultado económico, no arrojarían diferencias con respecto al anterior escenario descrito en (b). Aparece aquí como limitante el reducido número de cultivos alternativos a combinar - tal como se ha considerado en este estudio - sumado a que algunos de ellos son sólo parcialmente competitivos en la época de uso del suelo. En síntesis, las similitudes en modalidades de cultivo y en resultados económicos no ofrecen variantes a destacar.

Es importante remarcar que en general, al considerar estos atributos, con sus niveles de aspiración y preferencias, ha sido factible arribar a dos soluciones de compromiso que son diferentes, aunque no diametralmente opuestas, con las que se lograría el objetivo de hacer compatibles dos criterios de decisión.

Estos resultados, que implican la posibilidad cierta de alcanzar congruencia entre sustentabilidad ambiental y competitividad, son consistentes con encontrados en trabajos anteriores (de Prada et al., 2008; Ghida Daza, 2010; Angeli et al., 2011; Manchado et al., 2014)

7. Conclusiones

En el análisis efectuado en este trabajo se han puesto en evidencia los conflictos que se presentan en los sistemas de producción hortícola intensiva en el Partido de Gral Pueyrredón, como consecuencia de que los criterios de decisión de los productores son parcialmente antagónicos con los puntos de vista del resto de la población.

Se han analizado los cambios que se producirían al implementar protocolos de Producción Integrada de los cultivos, que darían lugar a reducir el índice de contaminación y una fertilización más racional, decidida en función de diagnóstico de suelo y requerimientos de los cultivos. En tal sentido, la PI tiene como objetivo per se que los BN y BP tiendan a cero. Si es indiscutible que la PI debe ser implementada, los balances de nutrientes son atributos que no generan conflicto con el MBG.

En cambio, se presenta el conflicto de que optimizar el EIQ y el MBG es antagónico. Por tal razón fue preciso conocer el *trade off* para el logro de ambos. Sin embargo el nivel del conflicto no es severo, lo que hace posible hallar cierto grado de compromiso en obtener un nivel de logro “razonable” para ambos atributos, simultáneamente.

En tal sentido es que se consideraron tres combinaciones de distintas *ponderaciones de importancia relativa para dos metas*, para explorar soluciones de compromiso que

permitan alcanzar algún grado de compatibilidad en el logro de atributos antagónicos (económico y ambiental).

Se demuestra que con sólo declinar una parte menor del beneficio ya se obtendría un EIQ menor en el sistema, no sólo por la propuesta de uso racional de agroquímicos que postula la PI, sino por un cambio parcial en la combinación de cultivos en el sistema de producción.

No obstante los cambios en la combinación de actividades fueron limitados, porque se contemplaron sólo los cultivos predominantes, que constituye una escasa variedad y que además son parcialmente competitivos en el tiempo de uso del suelo.

De cualquier forma, se ha puesto en evidencia que conviene resignar la obtención del óptimo económico en el corto plazo, en valores no muy drásticos, y lograr de tal modo positivas consecuencias tanto para el suelo, como para el ambiente y la comunidad en general.

La posibilidad de alcanzar un cierto equilibrio entre sustentabilidad ambiental y competitividad, son consistentes con encontrados en trabajos anteriores, citados en la discusión de resultados.

Las próximas metas serían incorporar en este tipo de AMC otras variables de interés que influyen de manera significativa en las tomas de decisión de los productores, como por ejemplo la cuestión del tiempo de dedicación a las actividades.

Bibliografía

- Angeli, A; J.D. de Prada, J; y J. Cisneros. 2011. Evolución del conflicto: economía - ambiente en dos establecimientos agrarios del sur de Córdoba, 1997 y 2006. En: XXIV Encuentro Nacional de Docentes en Investigación Operativa, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
- Berge, H. F. M., M. K. V. Ittersum y W. A. H. Rossing (2000) "Farming Options for The Netherlands Explored by Multi-objective Modelling" *European Journal of Agronomy*, 13: 263-277.
- Cisneros, J.M.; J.B. Grau, J. M. Antón, J.D. de Prada, A. J. Degioanni, A. Cantero, y H. Gil. 2011. Evaluación multicriterio de alternativas de ordenamiento territorial utilizando modelos hidrológicos y de erosión para una cuenca representativa del sur de Córdoba. ", p. 553-580, In Littera, P., et al., eds. Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. INTA, Buenos Aires, Argentina.
- de Prada et al. 2008. Análisis multicriterio de la conservación de suelo: Aplicación a una cuenca representativa del centro argentino. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol. 9: 45-59. ISSN 13902776
- deVoil, P., W.A.H. Rossing, y G.L. Hammer. 2006. Exploring profit - Sustainability trade-offs in cropping systems using evolutionary algorithms. *Environmental Modelling & Software* 21: pp. 1368-1374.
- Diaz-Balteiro, L; Gonzalez-Pachon, J; and Romero, C 2009. Forest management with multiple criteria and multiple stakeholders: An application to two public forests in Spain. *Scandinavian Journal of Forest Research*,24:1,87-93. En <http://dx.doi.org/10.1080/02827580802687440>

García, F y Correndo, A. Cálculo de Requerimientos Nutricionales - Versión 2010. International Plant Nutrition Institute, Programa Latinoamérica Cono Sur. En <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>

Geneletti, D. 2007. An approach based on spatial multicriteria analysis to map the nature conservation value of agricultural land. *Journal of Environmental Management* 83: 228-235.

- Ghida Daza, C. 2010. Toma de decisiones, variación del resultado óptimo según criterios del decisor. En XLI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. ISSN 1666 – 0285.
- Kovach, J., C. Petzoldt, J. Degni and J. Tette. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*. NYS Agricul. Exp. Sta. Cornell University, Geneva, NY.
- Manchado, JC. 2010 La sustentabilidad en la agricultura pampeana: Valoración económica del balance de nutrientes para las principales actividades agropecuarias extensivas en la Región Centro Sur de la Provincia de Buenos Aires”. Publicado en *Revista Argentina de Economía Agraria*. Nueva Serie Volumen XII Número 2. Primavera 2010. ISSN 0327-3318; pags 51-66.
- Manchado, JC; Natinzon, P; Mosciaro, M y Tosi, JC. Aplicación del análisis multicriterio al estudio de la sustentabilidad en sistemas de producción agropecuarios en el sudeste bonaerense. En *Actas de la XLIII Reunión Anual AAEA - Corrientes*, Octubre del 2012. Pags. 86 a 108
- Manchado, JC; Cabrini, S; Natinzon, P y Calcaterra, P. 2014. Análisis multicriterio: aplicación al estudio de la sustentabilidad en sistemas de producción agropecuarios en la región pampeana. Publicaciones INTA. En prensa.
- Manchado, JC; Natinzon, P; Murillo, N; Auer, A. Valoración económica y social en la población del partido de Balcarce sobre la pérdida de servicios ecosistémicos. En *Actas de la XLIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria (AAEA)*. San Juan. Octubre 2013. Pags 1/20
- Meyer-Aurich, A. 2005. Economic and environmental analysis of sustainable farming practices - a Bavarian case study. *Agricultural Systems* 86: pp. 190-206.
- Romero, C. 1993. *Teoría de la Decisión Multicriterio*. Conceptos técnicas y aplicaciones. Madrid, Alianza Editorial.
- Sczesny, A; Carmona, D; Melegrai, A (editores) 2013. *Protocolo preliminar para la producción integrada de lechuga en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires*. Ediciones INTA, ISBN 978-987-679-289-9.
- Souza Casadinho, J. (2011) *Agrotóxicos y transición a la agroecología*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria PNHFA 063411 2008-2011 Obtención de tecnologías y gestión de conocimientos para un desarrollo sustentable de la Horticultura en los espacios urbanos y periurbanos.

Anexo: Matriz decisional Manejo Convencional

	Zapallo Anco (ha)	Maíz Dulce CP1 (ha)	Maíz Dulce CP2 (ha)	Brócoli CP1 (ha)	Brócoli CP2 (ha)	Lechuga CP1 (ha)	Lechuga CP2 (ha)	Fert. Urea (kg)	Fert. Foliar (kg)	Camas de pollo (kg)	Fert. PDA (kg)	Mano de obra (jornal)		RHS
Rinde (Tn)	20	22,1	19,625	15	12	20	16							
Precio	1,74	3,26	3,62	9,5	6,87	6,34	3,15							
Valor de la FO	13.402	25.371	26.105	69.222	26.293	61.577	11.612							
N extracción (kg/tn producto)	1,25	6,9	6,9	2,5	2,5	2	2							
P extracción (kg/tn producto)	0,3	1	1	0,6	0,6	0,4	0,4							
Balance de N	85,0	-19,5	-2,4	82,0	89,5	141,0	149,0							
Balance de P	14,2	-1,9	0,6	21,5	23,3	82,3	83,9							
EQ Total	83,2	131,1	131,1	107,1	107,1	137,2	137,2							
Sup pro ene (ha)	1	1	1		1	1							<=	15
Sup pro feb (ha)	1	1	1		1								<=	15
Sup pro mar (ha)	1	1			1								<=	15
Sup pro abr (ha)				1	1								<=	15
Sup pro may (ha)				1									<=	15
Sup pro jun (ha)				1			1						<=	15
Sup pro jul (ha)				1			1						<=	15
Sup pro ago (ha)				1			1						<=	15
sup pro sep (ha)	1		1				1						<=	15
sup pro oct (ha)	1	1	1			1	1						<=	15
sup pro nov (ha)	1	1	1			1							<=	15
sup pro dic (ha)	1	1	1		1	1							<=	15
Límites Lechuga						1	1						<=	7,5
Límites Brócoli				1	1								<=	7,5
Límites Maíz		1	1										<=	7,5
Límites Zapallo	1												<=	7,5
Mano de obra	14	10	10			8	8					-1	<=	
Fert. Foliar (Lt)				2	2	4	4		-1				<=	
Camas de Pollo (kg)						10000	10000			-1			<=	
PDA (kg)	100	100	100	150	150						-1		<=	
Urea (kg)	200	250	250	200	200			-1					<=	

Matriz Decisional Producción Integrada

	Zapallo Anco (ha)	Maíz Dulce CP1 (ha)	Maíz Dulce CP2 (ha)	Brócoli CP1 (ha)	Brócoli CP2 (ha)	Lechuga CP1 (ha)	Lechuga CP2 (ha)	Fert. Urea (kg)	Fert. Foliar (kg)	Cama de pollo (kg)	Fert. PDA (kg)	Mano de obra (jornal)	MBG n	MBG p	EIQ n	EIQ p		RHS
Rinde (Tn)	20	22,1	19,625	15	12	20	16											
Precio	1,74	3,26	3,62	9,5	6,87	6,34	3,15											
Valor de la FO	17.868	25.507	26.798	69.690	26.795	62.106	12.184						1,00	-1,00				
N extracción (kg/tn producto)	1,25	6,9	6,9	2,5	2,5	2	2											
P extracción (kg/tn producto)	0,3	1	1	0,6	0,6	0,4	0,4											
Balance de N	2,4	1,1	2,2	2,3	4,3	2,4	1,4											
Balance de P	4,1	3,2	0,6	4,3	5,1	13,0	10,1											
EIQ Total	31,4	50,1	50,1	56,1	56,1	62,4	62,4								1	-1		
Sup pro ene (ha)	1	1	1		1	1												<= 15
Sup pro feb (ha)	1	1	1		1													<= 15
Sup pro mar (ha)	1	1			1													<= 15
Sup pro abr (ha)				1	1													<= 15
Sup pro may (ha)				1														<= 15
Sup pro jun (ha)				1			1											<= 15
Sup pro jul (ha)				1			1											<= 15
Sup pro ago (ha)				1			1											<= 15
sup pro sep (ha)	1		1				1											<= 15
sup pro oct (ha)	1	1	1			1	1											<= 15
sup pro nov (ha)	1	1	1			1												<= 15
sup pro dic (ha)	1	1	1		1	1												<= 15
Limites Lechuga						1	1											<= 7,5
Limites Brócoli				1	1													<= 7,5
Limites Maíz		1	1															<= 7,5
Limites Zapallo	1																	<= 7,5
Mano de obra	14	10	10			8	8					-1						<=
Fert. Foliar (Lt)				2	2	4	4		-1									<=
Cama de Pollo (kg)						2300	1800			-1								<=
PDA (kg)	50	125	100	65	60						-1							<=
Urea (kg)	40	285	260	60	50			-1										<=