



Instituto
Nacional de
Investigación
Agropecuaria

URUGUAY 

**JORNADA SOBRE AVANCES DEL
PROYECTO FPTA 160**

**VALIDACION DE ALTERNATIVAS
TECNOLOGICAS PARA LA PRODUCCION
HORTICOLA SOSTENIBLE EN LA REGION SUR**

Programa Nacional de Horticultura
Serie de Actividades de Difusión N°. 468

Agosto 3, 2006

Organiza: INIA Las Brujas, CNFR, Facultad de Agronomía



LAS BRUJAS



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., PhD. Pablo Chilibroste - Presidente

Ing. Agr., Dr. Mario García - Vicepresidente



Ing. Agr. Eduardo Urioste

Ing. Aparicio Hirschy



Ing. Agr. Juan Daniel Vago

Ing. Agr. Mario Costa



‘Diseño, implementación y evaluación de sistemas de producción hortícolas sustentables’

Dogliotti, Santiago¹; Laura Yaniré González¹; Sebastián Peluffo² y Luis Aldabe¹

¹ Facultad de Agronomía – Centro Regional Sur

² Comisión Nacional de Fomento Rural

1. Introducción

Durante las últimas décadas la horticultura uruguaya ha seguido un camino de intensificación y especialización creciente en respuesta a retornos económicos decrecientes. Este proceso ha expulsado a muchas familias de horticultores de la producción y ha puesto en peligro la conservación y calidad de recursos naturales como el suelo, el agua y la Biodiversidad. De 1990 a 1998 la producción de hortalizas aumentó 24%, el rendimiento de los cultivos aumentó 29% y el área sembrada disminuyó 9% (DIEA-PREDEG, 1999). La producción de hortalizas llegó en el año 2000 a superar las 350 mil toneladas. Este incremento en la producción y en la productividad, unido al incremento en las importaciones debido a la apertura comercial, resultó en una caída de los precios promedio de frutas y hortalizas del 34% en el Mercado Modelo en el período 1992-2001 (precios constantes con base en 1992, CAMM, 2002), y de 15% más en el período 2001-2004 (precios constantes con base en diciembre de 1996, CAMM, 2005). Entre 1990 y 2000 el número de productores especializados en horticultura disminuyó 20% (DIEA, 2001) y los que siguieron en la producción debieron producir más para mantener el mismo ingreso familiar. La estrategia elegida por la mayoría de los productores fue intensificar y especializar sus sistemas de producción. Esta intensificación aumentó la presión sobre suelos con calidad física y biológica ya deteriorada y sobre recursos de capital y mano de obra limitantes. La intensificación y especialización de los sistemas de producción sin una adecuada planificación ha provocado un desequilibrio en la organización de los establecimientos hortícolas, resultando en un uso ineficiente de los recursos productivos, en una mayor dependencia de insumos externos y en un mayor impacto sobre el ambiente. Estos graves problemas de sustentabilidad de los sistemas de producción hortícola no pueden ser solucionados con ajustes o modificaciones en algún componente del sistema. Los cambios ocurridos en el ambiente socio-económico y en la calidad y disponibilidad de recursos productivos obligan a la adaptación de los sistemas de producción como un todo. Esto requiere del re-diseño de los sistemas de producción a nivel estratégico con un enfoque sistémico, interdisciplinario y participativo. Particularmente la participación de los tomadores de decisiones es de fundamental importancia ya que todo cambio importante e intencional en los sistemas de producción es resultado de un cambio en la conducta humana y por lo tanto requiere de un proceso de aprendizaje individual y colectivo (Leeuwis, 1999).

2. Objetivos

Diseñar, implementar y evaluar propuestas tecnológicas para la sustentabilidad de los sistemas de producción hortícola en la Zona Sur del país.

Específicamente se busca:

- Adaptar y evaluar las tecnologías disponibles para el uso sostenible del recurso suelo en un contexto real de producción.
- Adaptar y evaluar una metodología participativa de diagnóstico global y diseño de sistemas de producción sustentables que permita adaptarse a los objetivos y a la disponibilidad de recursos de cada productor.

3. Métodos

3.1 Definición de sustentabilidad y sistema de producción en el marco de este proyecto.

La sustentabilidad la entendemos como un concepto dinámico, relativo y pluridimensional. Dinámico, porque debe ser re-definido permanentemente por los actores involucrados en un proceso de desarrollo, y relativo porque siempre se define en comparación. Es decir, la sustentabilidad nunca se alcanza, solo podemos aspirar a una situación más sustentable que la anterior. Finalmente, es pluridimensional porque siempre involucra objetivos sociales, económicos y ambientales. Dentro del alcance limitado de este proyecto simplificamos la evaluación de la sostenibilidad a tres aspectos del sistema de producción:

- Incrementar el ingreso de las familias de horticultores
- Mantener o mejorar la calidad del suelo
- Disminuir el impacto en el ambiente y en la salud humana de las actividades de producción

Los límites del sistema de producción son los del propio predio (Figura 1). Es decir que las condiciones impuestas por el funcionamiento del mercado, las políticas agropecuarias, la infraestructura y recursos regionales, etc. se consideran como dadas y no influenciadas por la acción del productor. Este proyecto se concentra por lo tanto en las decisiones que el productor puede tomar hoy para mejorar el funcionamiento de su sistema de producción en el marco de situación actual. Esto no implica desconocer que las posibilidades de desarrollo sostenible del sector dependen en gran medida de acciones colectivas por parte de los productores y de políticas regionales y nacionales adecuadas.

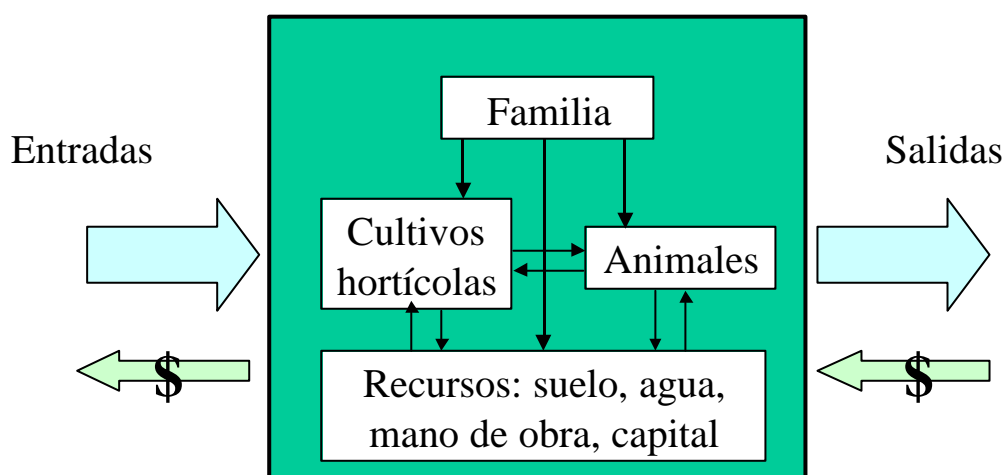


Figura 1.

3.2 Herramientas para la mejora de la sustentabilidad de predios hortícolas

Las principales herramientas propuestas en el marco de este proyecto son:

- Rotaciones de cultivos, con el fin de incrementar los rendimientos a través de disminuir la presión de malezas, enfermedades y plagas y optimizar las fechas de preparación de suelos e instalación de cultivos.
- Actividades entre cultivos como: abonos verdes de invierno y verano, cultivos forrajeros, y aplicaciones de abono orgánico, con el objetivo de mejorar la calidad del suelo y disminuir la erosión.

- Sistematización de suelos, con el objetivo de hacer viable la implementación de rotaciones, disminuir la erosión y el impacto de los excesos de agua en los cultivos
- Diversificación de rubros, principalmente integración con producción animal
- Planificación del uso de los recursos disponibles y del manejo de los cultivos.

3.3 Etapas del proyecto

La investigación se realiza a través del estudio de casos y sigue cinco pasos fundamentales:

- Selección de productores participantes
- Diagnóstico
- Diseño
- Implementación y evaluación
- Difusión

Se trató de elegir predios ubicados en zonas con características agro-ecológicas distintas, diversos en la disponibilidad de recursos y en la organización del sistema de producción, y que demostraran interés y disposición para discutir decisiones estratégicas respecto a sus predios y capacidad para implementar los cambios acordados.

En la etapa de diagnóstico se establecieron los objetivos y prioridades de los productores, y se identificaron los problemas principales causados por los sistemas actuales. Esta fase terminó con una discusión de las fortalezas y debilidades del predio con cada productor y con un acuerdo sobre cuales eran los problemas principales a mejorar con el diseño de cambios en el sistema de producción.

En la etapa de diseño se combinaron las herramientas propuestas en la sección 3.2, comenzando por la planificación del uso del suelo a través del diseño de una o varias rotaciones de cultivos por predio. El plan de uso del suelo incluye la reorganización de los cuadros producto de la sistematización y la asignación de cuadros a distintos usos a lo largo del año de acuerdo a una (o más de una) rotación meta, durante los tres años del proyecto. Las rotaciones meta se eligen, en discusión con el productor, de un grupo de alternativas diseñadas utilizando el programa ROTAT (Dogliotti et al., 2003). Este software es capaz de diseñar todas las rotaciones posibles de una lista de cultivos en base a una serie de criterios agronómicos definidos por el usuario. Se respetaron la selección de cultivos y áreas que realizaba el productor, salvo en algunos casos en los que se acordó algún cambio de cultivo o área como resultado del diagnóstico. Una vez definida la rotación, se planifica las actividades a realizar en los períodos entre cultivos. Cuando el tiempo es suficiente, siempre se realiza un abono verde con avena, trigo o moha, dependiendo de las fechas de siembra. Como aporte externo de materia orgánica se utilizó en todos los casos cama de pollo fresca. Esta se aplicó entre 30 y 60 días antes de la plantación de los cultivos a dosis entre 10 y 20 Mg ha⁻¹. En algunos casos la aplicación se dividió en dos, una parte previa a la siembra del abono verde y otra al enterrarlo.

En todos los predios se detectaron en algunos cuadros problemas de malezas anuales y perennes como corrigüela, gamba rusa, rábano, mastuerzo, etc. Se planificaron a lo largo de la rotación aplicaciones estratégicas de herbicidas previo a la plantación o luego de la cosecha de los cultivos y durante el ciclo de los abonos verdes para disminuir el banco de semillas y estructuras de reserva de las malezas.

En la fase de implementación y evaluación se aplicó el diseño acordado en cada predio y se estableció un sistema de registro semanal de actividades, ingresos y salidas inicia un nuevo ciclo de evaluación. Es importante en este punto evaluar la "aplicabilidad" del diseño o el grado de dificultad que implica para el productor llevarlo adelante. Normalmente, de la evaluación surgen dificultades o resultados no previstos en la etapa de diseño. Estas deben

discutirse y hacerse los cambios necesarios en el diseño para resolverlas. Por lo tanto se conforman ciclos continuos de diseño o mejora e implementación y evaluación (etapas 2 y 3) de duración aproximadamente anual.

En la última etapa se realizan jornadas de campo en los predios participantes y jornadas técnicas para diseminar el conocimiento obtenido entre técnicos asesores y productores. La organización de la información recabada en una base de datos y una sistematización de la metodología desarrollada durante todo el proceso de diseño permitirá la Difusión del conocimiento generado a través de cursos de grado, posgrado y actualización profesional.

El proyecto se plantea cumplir al menos tres ciclos de evaluación, diseño e implementación por lo tanto la duración propuesta es de 36 meses.

4. Avance de resultados

4.1 Selección de predios

Al comienzo del proyecto se seleccionaron 8 predios en Canelones y Montevideo, con características distintas en cuanto a ubicación respecto al mercado, disponibilidad de recursos y combinación de rubros de producción (Tabla 1). Un predio dejó el proyecto al final de la etapa de diagnóstico, por imposibilidad del productor de atender los requerimientos del proyecto de dedicación a la toma de registros. Un segundo predio abandonó el proyecto luego de la discusión de las alternativas propuestas porque no se pudo llegar a un acuerdo entre el productor y el equipo de investigación. Este productor realiza un monocultivo de cebolla y ajo en una proporción importante del área del predio. La ubicación geográfica de los 6 predios restantes del proyecto se presenta en la figura 2.

Tabla 1. Características generales de los predios seleccionados

| Predio nº | Area (ha) | Trabajadores familiares (EH) | Asalariados permanentes (EH) | Mano de obra por ha | Nº de tractores | Area regada | Distancia al mercado (km) | Producción animal |
|-----------|-----------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|-------------|---------------------------|-------------------|
| 1 | 15 | 2,5 | 2 | 880 | 3 | 5 | 15 | NO |
| 2 | 25 | 3,5 | 5 | 850 | 4 | 10 | 16 | NO |
| 3 | 5,5 | 2 | 1 | 1300 | 1 | 2,5 | 30 | NO |
| 4 | 25 | 5 | 0 | 500 | 2 | 2 | 50 | SI |
| 5 | 21,5 | 3 | 0 | 400 | 1 | 2 | 55 | NO |
| 6 | 4,4 | 2 | 0 | 1100 | 1 | 0,1 | 55 | NO |
| 7 | 50 | 2,5 | 0 | 150 | 1 | 2 | 65 | SI |
| 8 | 13 | 1,5 | 0 | 280 | 0 | 0 | 65 | SI |



Figura 2. Ubicación de los predios

4.2 Sistematización y diseño de cuadros

En varios casos se observaron problemas de drenaje superficial de cuadros y pendientes muy fuertes en el sentido de los surcos o cancheros. Para resolver los problemas de drenaje superficial se rebajaron o reubicaron caminos y se rellenaron los lugares bajos dentro de los cuadros. Para atenuar el problema de las pendientes se utilizó el sistema de terrazas paralelas (Durán, 2000). Un requisito para la implementación de rotaciones estables es la definición de un número de cuadros de área similar igual al largo de la rotación en años.

En las siguientes figuras se presentan dos ejemplos de reorganización de cuadros y caminos y sistematización de suelos.

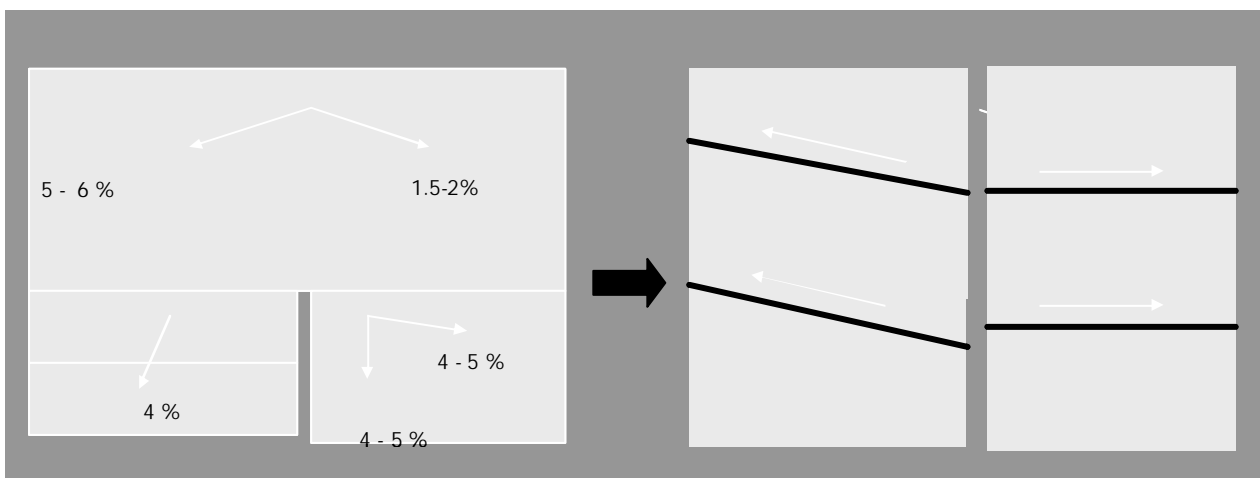
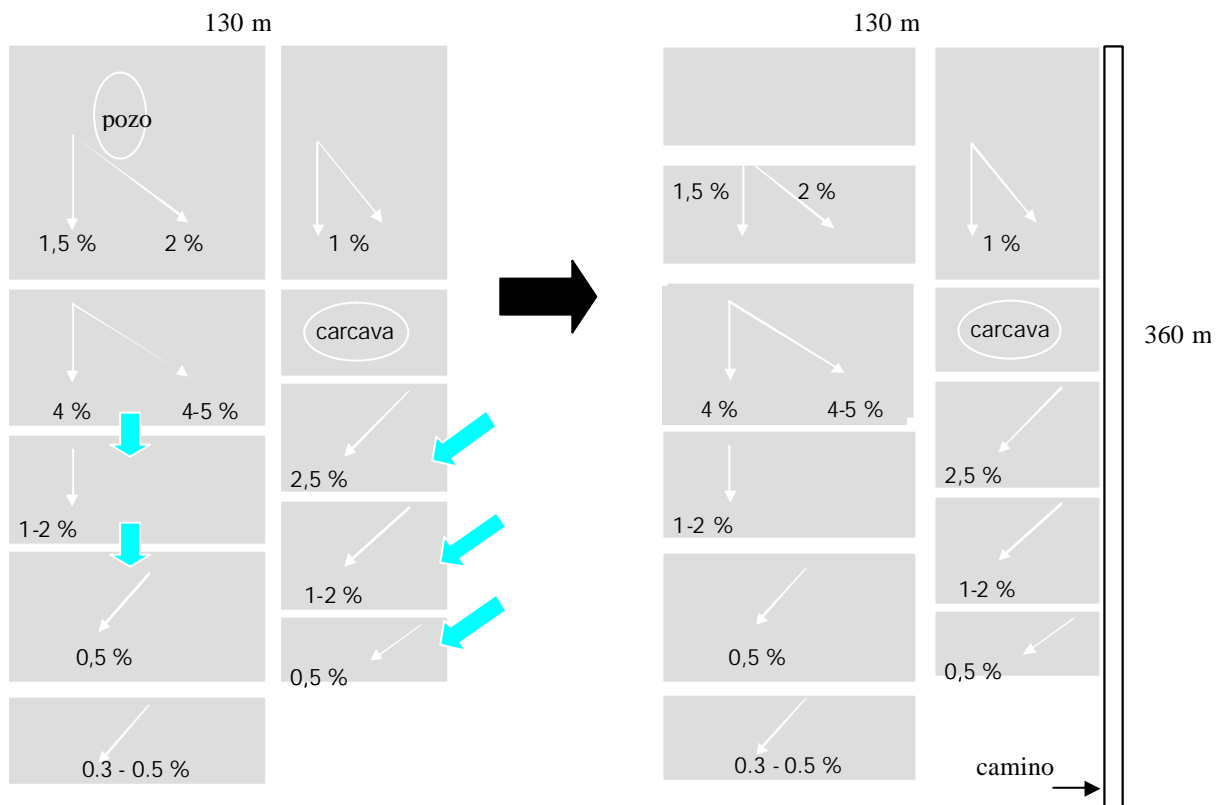


Figura 3

4.3 Rotaciones propuestas

Los criterios principales utilizados para el diseño de las rotaciones fueron los siguientes:

- frecuencia máxima de un cultivo o familia de cultivos en la rotación de 0.33 (una vez en tres años)
- nunca repetir el mismo cultivo o un cultivo de la misma familia al año siguiente
- no diseñar rotaciones muy largas o de muchos cultivos por la complejidad de su implementación
- no realizar más de un cultivo por año salvo con cultivos de ciclo corto para asegurar espacios para la instalación de abonos verdes
- respetar en lo posible las áreas de cultivos actuales del sistema de producción
- en los sistemas con producción animal (engorde de ganado) incluir pasturas en la rotación
- definir el mínimo número de rotaciones posibles en un predio de acuerdo a tipos de suelos, posibilidades de riego y requerimiento de los cultivos.

En la Tabla 2 se presentan algunos ejemplos de las rotaciones diseñadas para distintos predios. Como puede verse en algunos casos no se pudieron respetar los criterios predefinidos. Por ejemplo en la rotación 2 del productor nº 6 hay una frecuencia de 0.5 de Alliaceas (ajo y cebolla) y hay una secuencia ajo-cebolla. Las rotaciones con pasturas (productores nº 7 y 8) son obviamente largas. El caso del productor 1 el sistema es marcadamente más intensivo en el uso del suelo y debe ser acompañado por un mayor aporte externo de materia orgánica.

Tabla 2

| | | | | | | | | | Nº cultivos | Nº Abono verde | Años |
|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------|------------------|---------------|----------------|----------------------|------|
| Productor 6 | | | | | | | | | | | |
| 1 | tomate | trigo | melón | avena | cebolla | avena | arveja y haba | maíz/ moha | 3 | 3 | 3 |
| 2 | Ajo | moha | cebolla | avena | boniato | | | | 4 | 3 | 4 |
| Productor 3 | | | | | | | | | | | |
| 1 | Tomate tardío | trigo | Maíz dulce/Melón | avena | Puerro/ lechuga/ crucíferas | Avena | | | 3 | 3 | 3 |
| 2 | Tomate estación | avena | crucíferas | moha | cebolla | avena | | | 3 | 3 | 3 |
| 3 | Morrón | trigo | Maíz dulce/Melón | Arveja/haba/ crucíferas | moha | | | | 3 | 2 | 3 |
| Productor 1 | | | | | | | | | | | |
| 1 | Tomate tardío | trigo | maíz dulce | espinaca/ brócoli | zucchini | avena | maíz dulce | trigo | 5 | 3 | 4 |
| 2 | Tomate temprano | espinaca/ brócoli | maíz dulce | avena | zucchini | avena | maíz dulce | avena | 5 | 3 | 4 |
| Productor 8 | | | | | | | | | | | |
| 1 | Alfalfa | cebolla | avena | tomate/ calabacín | trigo/moha | cebolla | | | 4 | 2 | 8 |
| Productor 7 | | | | | | | | | | | |
| 1 | Pradera4 | Ajo | Zanahoria | Tomate | trigo | Melón | Cebolla | | 6 | 1 | 8 |
| 2 | Pradera4 | Cebolla | avena | Melón | Cebolla | avena | Melón | | 5 | 2 | 8 |

4.4 Avances en la sostenibilidad del recurso suelo

En todos los casos en estudio el manejo de suelos previo al inicio del proyecto era tradicional. El único aporte de materia orgánica al suelo era el realizado por los rastrojos de cultivos hortícolas. En los períodos entre cultivos en general el suelo se mantenía en

barbecho laboreado. En la Tabla 3 se presentan los cultivos realizados en cada cuadro previo al inicio del proyecto y en el primer año del proyecto y el aporte de materia orgánica (base seca) realizado por cuadro. En la Tabla 4 se presentan los resultados de análisis de suelo a diciembre de 2004 y 2005 en los mismos cuadros, y la pérdida estimada de materia orgánica sin aportes al suelo. Finalmente en la Tabla 5 se presentan las variaciones estimadas en el contenido de materia orgánica de los mismos cuadros en base a los análisis de suelo y los aportes de materia orgánica realizados en el 2005. A pesar de que en los aportes no se tiene en cuenta los rastrojos de cultivos, las diferencias son demasiado importantes para ser explicadas por estos.

Tabla 3

| Productor | Cuadro | 2003-2004 | 2004-2005 | 2005-2006 | Aplicaciones de cama de pollo (m3/ha) (KgMS/ha) | | | Aportes abono verde (kg MS /ha) | | Aporte MO total (kg/ha) |
|-----------|--------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|---|------|------|---------------------------------|------|-------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| 3 | 7 | Morrón | Morrón | Trigo-barbecho-Arveja-Haba | | 0 | 0 | 01/11/05 | 4598 | 4598 |
| 1 | 1 | Tomate | Arveja-Apio-Trigo | Tomate-Trigo | 27/06/05 | 24.5 | 3673 | 13/10/05 | 8263 | 11936 |
| 1 | 2 | Tomate-Bróccoli | Zapallito-Trigo | Tomate-Bróccoli | 21/05/05 | 24.5 | 3673 | 14/09/05 | 5102 | 8775 |
| 6 | 5 y 6 | cebolla tardía (2004) | Trigo | Boniato - Trigo (6) y Arveja (5) | 13/05/05 | 20 | 3000 | 07/10/05 | 4149 | 7149 |
| 6 | 4 | Ajo y Arveja (2004) | cebolla tardía (2005) | Avena - Boniato (2006-2007) | 25/05/05 | 20 | 3000 | | | 3000 |

Tabla 4

| Productor | Cuadro | Análisis Dic-04 | | | Análisis Dic-05 | | | Perdidas anuales de materia orgánica estimadas a partir del contenido 2004 y una DA = 1.2 | |
|-----------|--------|-----------------|--------|-------|-----------------|--------|-------|---|--------------------------------|
| | | MO% | PH H2O | Pbray | MO% | PH H2O | Pbray | Cont MO (Mg ha-1) | Mineralización Anual (kg ha-1) |
| 3 | 7 | 1.7 | 5.5 | >60 | 2.0 | 6.0 | 81.1 | 40.8 | 816 |
| 1 | 1 | 1.0 | 6.8 | >60 | 1.2 | 6.7 | 84.9 | 24.0 | 480 |
| 1 | 2 | 1.3 | 5.9 | >60 | 1.4 | 6.7 | 81.6 | 31.2 | 624 |
| 6 | 5 y 6 | 1.0 | 6.5 | 52 | 1.7 | 7.7 | 55.1 | 24.0 | 480 |
| 6 | 4 | 1.9 | 7.7 | 47 | 2.4 | 7.5 | 71.4 | 45.6 | 912 |

Tabla 5

| Productor | Cuadro | Variación del contenido de MO según análisis de suelo (kg ha-1) | MO aplicada en 2005 (kg MS ha-1) |
|-----------|--------|---|----------------------------------|
| 3 | 7 | 7200 | 4598 |
| 1 | 1 | 4800 | 11936 |
| 1 | 2 | 2400 | 8775 |
| 6 | 5 y 6 | 16800 | 7149 |
| 6 | 4 | 12000 | 3000 |

La erosión promedio anual estimada con la ecuación RUSLE (Renard et al., 1997) en las áreas con horticultura y en base a los sistemas de producción previos al inicio del proyecto

para los productores n° 6, 7 y 8 fueron de 31.4, 30.4 y 13.1 Mg ha⁻¹, respectivamente. Utilizando el mismo procedimiento para estimar la erosión asumiendo la aplicación estable de las rotaciones propuestas resultó en valores de 11.3, 9.1 y 6.8 Mg ha⁻¹ para estos mismos productores.

4.5 Resultados económicos

Es imposible sacar ninguna conclusión sobre posibles mejoras en la sostenibilidad económica de los sistemas de producción comparando los balances económicos de solo dos años (1 antes y 1 después del inicio del proyecto). Lamentablemente tampoco tenemos información de varios años anteriores al proyecto para promediar los resultados económicos de una serie. En la Tabla 6 presentamos los balances 2004 y 2005 de dos predios. En horticultura, el efecto del factor año en el resultado económico, dado por el efecto del clima en los rendimientos de los cultivos y los precios en el mercado, es muchas veces más importante que las diferencias en el manejo del sistema productivo. En la Tabla 7 se presentan los rendimientos obtenidos en 2004 y 2005 por los mismos productores en dos de sus cultivos principales, tomate y cebolla.

Tabla 6

| Productor | Período | Producto Bruto (US\$) | Costos directos (US\$) | Margen Bruto (US\$) | Ingreso Familiar (US\$) | IF mensual (US\$ mes-1) |
|-----------|------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| 3 | 2004 | 14192 | 9802 | 4390 | 4689 | 391 |
| | 1/7/05 - 30/5/06 | 12474 | 8254 | 4219 | 5297 | 441 |
| 6 | 2004 | 8410 | 4802 | 3607 | 4844 | 404 |
| | 1/7/05 - 30/5/06 | 13744 | 8167 | 5577 | 7518 | 626 |

Tabla 7

| Productor | Año | Cebolla (kg ha-1) | Tomate (kg ha-1) |
|-----------|------|-------------------|------------------|
| 3 | 2004 | 20017 | 22015 |
| | 2005 | 33300 | 58152 |
| 6 | 2004 | 13400 | 40800 |
| | 2005 | 21900 | 80089 |

Referencias

- CAMM, 2002, 2004. Comisión administradora del Mercado Modelo. <http://>
- DIEA, 2001. Censo General Agropecuario 2000. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Montevideo, Uruguay.
- DIEA-PREDEG, 1999. La horticultura en el Uruguay. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Montevideo, Uruguay.
- Dogliotti, S., Rossing, W.A.H., Van Ittersum, M.K., 2003. ROTAT, a tool for systematically generating crop rotations. *European Journal of Agronomy* 19, 239-250.
- Duran, J., 2000. An alternative model for soil systematisation. *Agrociencia* 4, 111-123.
- Leeuwis, C., 1999. Integral design: innovation in agriculture and resource management. *Mansholt Studies Series*, no. 15, Mansholt Institute / Backhuys Publishers, 277 p.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., Mc Cool, D.K., Yoder, D.C., 1997. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). *Agriculture Handbook* n° 703, USDA.

Validación de Alternativas Tecnológicas para la Producción hortícola sostenible

Módulo de Investigación Comprobatoria

Juan C. Gilsanz¹ y Jorge Arboleya²

Introducción

La producción de hortalizas se basa normalmente en el uso intensivo del suelo, con el objetivo de combatir las malezas, lograr camas de siembra que faciliten el contacto entre las semillas o los platines y el suelo.

El manejo tradicional en el laboreo del suelo incluye el uso de arados de vertedera o de discos, rotovalor, implementos que causan un gran deterioro de las propiedades físicas del suelo. Estas herramientas contribuyen a disminuir la infiltración, aumentar el encostramiento (**al afinar el suelo en forma excesiva**) o formar una suela de arada. En áreas de fuerte pendiente se incrementa la erosión y el lavado de los nutrientes como el nitrógeno.

La mayoría de los cultivos hortícolas son de alto valor económico y de ciclo corto por lo que requieren de un intenso control de las malezas al igual que de enfermedades y plagas para no afectar los rendimientos y la calidad

El cultivo de hortalizas en suelos deteriorados produce un menor desarrollo y vigor de las mismas por lo que se ven expuestas más fácilmente al ataque de insectos y de enfermedades. Es así que para mantener el nivel productivo de esos predios se hace necesario un mayor uso de agroquímicos, lo que va en desmedro del medio ambiente, en una mayor dependencia de ellos y consecuentemente en una pérdida en la sustentabilidad de la producción conjuntamente con un incremento en los costos de producción.

La manera de comenzar a revertir el deterioro del sistema productivo es acercarnos a prácticas culturales como las priorizadas por la Producción Integrada, que se define como “un sistema de manejo de los predios para la producción de alimentos de calidad, con altos rendimientos, priorizando los métodos de producción ecológicamente seguros y económicamente viables, minimizando los efectos indeseables de los agroquímicos”, Es en este tipo de sistemas que aquellas prácticas de manejo como el laboreo vertical (eliminando el arado de rejas y el de discos), la incorporación de abonos verdes y un adecuado manejo de la fertilización son recomendados para mejorar la calidad del suelo y lograr una producción sustentable.

Laboreo Conservacionista

El laboreo conservacionista de suelo se define como aquel que deja en el suelo como mínimo un 30 % de residuos vegetales. El laboreo conservacionista no solo implica el tipo de herramientas usadas o la frecuencia de uso de estas sino además la utilización de **Abonos verdes** y el manejo que de estos se debe hacer para que el sistema

¹ Ing. Agr. MSc. Programa Horticultura INIA Las Brujas

² Ing. Agr. Ph.D. Programa Horticultura INIA Las Brujas

sea sustentable. En el laboreo conservacionista existen una series de variantes: **Siembra Directa, Mínimo Laboreo, Laboreo en el Surco, Laboreo en zona, Laboreo en franjas.** Todos estos sistemas tienen como objetivo principal mejorar la calidad del suelo.

Con este tipo de sistemas se logra:

- **Controlar la Erosión**
- **Control de Malezas (Alelopatía, sombreado)**
- **Promover el control de insectos por fauna benéfica**
- **Mejorar la Infiltración**
- **Reciclar nutrientes haciendo disponibles aquellos fuera del alcance de las plantas**
- **Evitar el lavado de nutrientes**
- **Incrementar la Porosidad del suelo**
- **Soportar la vida microbiana en los suelos**

Además se pueden lograr beneficios adicionales en aspectos como

- **Menores Costos Operacionales**
- **Flexibilidad en el Manejo**
- **Mayor Contenido de Materia Orgánica**

La tecnología del laboreo conservacionista utilizada en los cultivos extensivos, no es directamente aplicable a la producción de hortalizas y debe ser modificada o adaptada. Esas modificaciones requieren de un fuerte conocimiento en el manejo del cultivo y del uso de los agroquímicos.

El grado de avance en las mejoras y beneficios dependerá del diseño del sistema a utilizar, la elección de las herramientas y de los abonos verdes así como el manejo que se haga de estos. En todos los casos las mejoras no serán inmediatas, el sistema necesita de un período de transición para luego alcanzar su estabilidad. El tiempo demandado dependerá de la intensidad de cultivos, de la cantidad y tipo de residuos agregados al sistema.

Las desventajas del laboreo conservacionista en horticultura son las bajas temperaturas del suelo en la primavera, como resultado de la cobertura del mismo por la masa de residuos en especial para siembra directa, el sombreado del residuo del cultivo de cobertura y la potencial invernación de insectos plaga en los residuos de los cultivos anteriores esto puede darse hasta que el sistema se equilibre, actuando luego las poblaciones de enemigos naturales. Sin embargo la reducción de la temperatura de suelo no debería afectar adversamente a las hortalizas de clima fresco como las Brásicas (repollo, coliflor, repollito de Bruselas, etc.), papas, algunas hortalizas de hoja, pero podría reducir el crecimiento temprano de cultivos de clima templado como tomate, choclo, chauchas, zapallo plantados temprano en la primavera.

La reducción en la frecuencia del laboreo del suelo trae como consecuencia una acumulación neta de la materia orgánica del mismo, indicador físico y químico de la calidad del suelo. Además de la acumulación de la materia orgánica debemos tener en cuenta que los abonos de cobertura a través de la acción de las raíces de los mismos y junto a la mesofauna, además de los cambios de temperatura y humedad, harán que el sistema de agregados y canales responsables de la estructura del suelo sean reconstruidos.

No es posible la eliminación total del laboreo en sistemas hortícolas en cultivos como boniato, cebolla o zanahoria. De todos modos, es posible obtener beneficios si se reducen el número de labores y se limita la profundidad de laboreo a la mínima necesaria. El manejo del suelo asociado con el establecimiento de los cultivos de cobertura incorporará restos de los mismos y adicionará materiales poco móviles como el fósforo, calcio y posiblemente potasio.

Antecedentes de Investigación Nacional en Mínimo Laboreo para Horticultura Intensiva

INIA Las Brujas junto a la Universidad del Estado de Carolina del Norte (NCSU) a través de un proyecto del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA), investigó desde 1999 a 2004 sobre laboreo reducido en horticultura intensiva. En esta investigación participaron técnicos de INIA Las Brujas, de INIA La Estanzuela (evaluación de mesofauna), del laboratorio de Microbiología de Suelos del MGAP y técnicos de NCSU.

Para este trabajo y en base a planos de maquinaria de mínimo laboreo utilizada en el estado de Carolina del Norte, USA, se construyó en la zona de El Colorado, departamento de Canelones, una máquina para los trabajos de investigación en mínimo laboreo, con el financiamiento de dicho proyecto. En los trabajos desarrollados en el período mencionado se utilizaron cultivos de cobertura de invierno y de verano con el objetivo de incorporar materia orgánica, tener el suelo cubierto y reducir los riesgos de erosión y cortar los ciclos biológicos de plagas y enfermedades.

La aplicación de nitrógeno para la producción hortícola trae aparejado el riesgo de excesos si no se siguen las recomendaciones de cuanto necesita el cultivo para la producción que se espera obtener y lo que aporta el suelo, dato que se obtiene a través de un análisis de suelo. En el caso de realizar aplicaciones mayores a las recomendadas existe el riesgo de la pérdida de ese nutriente y la posible contaminación con nitratos. El uso de cultivos de cobertura ayuda a que los nutrientes sean tomados por ese cultivo y sean devueltos al suelo posteriormente para su posterior utilización por el cultivo siguiente. De los análisis del contenido de nitratos en el perfil del suelo se constató que los mismos fue menor en los tratamientos con mínimo y cero laboreo

Durante la temporada 2005-2006 se ha trabajado en los departamentos de San José y Canelones en predios de productores con la finalidad de hacer extensivo los resultados obtenidos e ir ajustando dicha tecnología in situ. Debemos resaltar la importancia de las propiedades del cultivo de cobertura y de la posibilidad de bajar la población de malezas de hoja ancha en ese momento a través del control que se puede realizar al estar instalada una gramínea, con el consiguiente beneficio en el cultivo siguiente al existir una menor competencia entre el cultivo y las malezas, además de las otras ventajas ya mencionadas anteriormente del cultivo de cobertura.

Es posible por lo tanto realizar mínimo laboreo aproximándose a los rendimientos de los sistemas convencionales para ciertos cultivos hortícolas, con las ventajas de lograr una mejora en la calidad del suelo y la sustentabilidad de la producción.

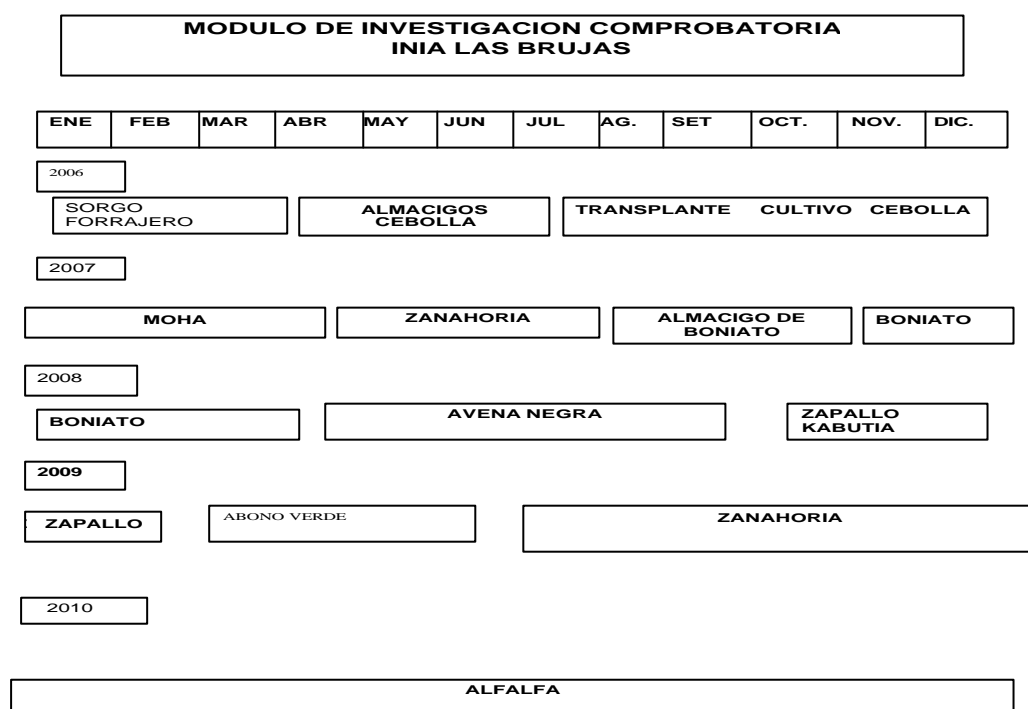
Módulo de Investigación Comprobatoria

En el proyecto FPTA 160 "Validación de Alternativas tecnológicas para la Producción Hortícola Sostenible", ejecutado por CNFR junto a la Facultad de Agronomía e INIA Las Brujas, se instaló en INIA Las Brujas el Módulo de Investigación Comprobatoria (MIC).

El objetivo es “implementar, validar y ajustar tecnologías para las sostenibilidad de los sistemas de producción hortícola en la zona sur del país.

En este módulo se compara el sistema convencional de preparación de tierra y manejo de cultivo contra un sistema conservacionista que incluye la utilización de abonos verdes y el sistema de mínimo laboreo.

En el Cuadro 1 se detallan los cultivos hortícolas (cebolla, zanahoria, boniato y zapallo) y los abonos verdes (sorgo forrajero, moha, avena negra) que se prevén realizar en este trabajo.



Cuadro 1. Descripción de la secuencia de cultivos hortícolas y abonos verdes en el Módulo de Investigación Comprobatoria de INIA Las Brujas.

Los cultivos hortícolas fueron seleccionados en base a la importancia relativa de los mismos en los sistemas de producción predominantes y a las capacidades de INIA.

Actividades Realizadas en el Período Diciembre 2005 a Julio de 2006 en el Módulo de Investigación Comprobatoria

Sobre una pradera de alfalfa de tres años se preparó el suelo en base a pasadas de cincel y excéntrica en los primeros días de diciembre de 2005. Posteriormente se levantaron canteros en la mitad del cuadro y sobre ellos se plantó sorgo forrajero (30 Kg. /ha) como abono verde. Se regó para asegurarse la germinación y luego se suspendieron los riegos. El

resto del cuadro permaneció sin mover hasta febrero donde se levantaron canteros y luego se le aplicó glifosato para eliminar las malezas.

Previo al primer corte del sorgo, que se realizó el 2 de marzo de 2006, se tomaron muestras para determinar el volumen de materia seca producidos hasta ese momento. Además se sacaron muestras de suelo para realizar análisis químico y biológico (respiración). El sorgo se cortó a unos 10-15 cm. de la superficie con la finalidad de que rebrotara y realizarle un nuevo corte posteriormente. Con el objetivo de ir disminuyendo el banco de malezas, el 8 de febrero se le aplicó MCPA al sorgo. El segundo corte del sorgo se realizó a fines de abril y también se tomaron muestras para la determinación de la materia seca producida. El 9 de mayo se le aplicó glifosato para evitar el rebrotado dadas las condiciones climáticas favorables y también se lo aplicó en los canteros convencionales para eliminar las malezas presentes.

Se sembraran almácigos de cebolla con el cultivar Casera INIA el día 5 de abril, y del cultivar Pantanoso del Sauce CRS el 19 de abril.

A mediados de junio se transplantó el cultivar INIA Casera tanto en el sistema convencional como en el de mínimo laboreo.

El **sistema convencional** consistió en levantar los canteros en febrero, controlar las malezas con glifosato y pasar rastra de dientes previo al transplante. En el **sistema de mínimo laboreo** se levantaron los canteros en diciembre, sobre los que se plantó sorgo forrajero como abono verde.

Luego del transplante del cultivar INIA Casera, en el sistema convencional, a los 25 días después del transplante, se realizó una aplicación de goal (100 cc/ha) y afalón (1kg/ha) para el control de las malezas.

A partir del 19 de julio se comenzó con el transplante del cultivar Pantanoso del Sauce CRS.