

Manejo Sustentable en la Producción Hortícola Intensiva



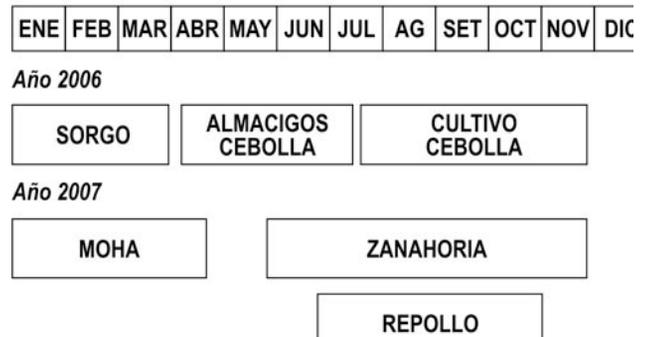
Ing. Agr. (PhD) Jorge Arboleya
Ing. Agr. (MSc) Juan C. Gilsanz
Ing. Agr. (MSc) Carolina Leoni

Programa Nacional de Producción Hortícola
y Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad
Ambiental

table que ha incluido la utilización de abonos verdes en cobertura sobre el suelo y la utilización de mínimo laboreo. En ambos casos se utilizan para la aplicación de productos químicos las recomendaciones de las normas de producción integrada para cada cultivo elaboradas por INIA-DIGEGRA-FAGRO-AHPI.

En el siguiente esquema se detallan las secuencias de los abonos verdes y de los cultivos hortícolas entre diciembre de 2005 y noviembre de 2007.

Esquema de abonos verdes y cultivos hortícolas en los dos primeros años



Introducción

A través del proyecto FPTA 160 "Validación de Alternativas tecnológicas para la Producción Hortícola Sostenible", ejecutado por CNFR junto a la Facultad de Agronomía e INIA, se instaló en INIA Las Brujas el Módulo de Investigación Comprobatoria (MIC) en diciembre de 2005.

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

La reducción o eliminación del laboreo es una de las medidas en las que se basa la producción sustentable. De este modo se evita disminuir el deterioro de las propiedades físicas y de la estructura del suelo.

Otro aspecto fundamental es el uso de abonos verdes de invierno y/o de verano de modo que existan residuos vegetales (al menos 30% en el suelo), que aporten al sistema productivo materia orgánica. A través de su uso se protege el suelo de la erosión, se mejora la infiltración, ahorran agua, controlan malezas y enfermedades, haciendo al sistema más sustentable.

En el módulo instalado se ha comparado un sistema convencional de preparación de tierra, pero sin el uso de arado de rejas o de discos, con un sistema susten-

CICLO 2005-2007

El módulo de investigación comprobatoria se instaló sobre una pradera de alfalfa de tres años. La preparación del suelo consistió en pasadas de cincel y excéntrica en los primeros días de diciembre de 2005.

Primer Ciclo de Abono Verde y de Cultivo Hortícola 2005-2006

En el Sistema Convencional se levantaron los canteros en febrero, aplicando glifosato para el control de malezas cuando fue necesario.

En el Sistema Sustentable se levantaron los canteros en diciembre y sobre los mismos se plantó sorgo Sudanense como abono verde (30 kg/ha). Se realizaron dos riegos para asegurar la implantación del abono verde.

Se realizó un primer corte del sorgo con un picador de martillo a unos 20-25 cm de altura al momento de la floración. Se estimó el volumen de materia seca producida en las fajas con sorgo y dejada en superficie, que fue de 7.150 kg. en promedio con una relación carbono nitrógeno (C/N) de las mismas de 27/1 (Figura 1). Una relación C/N mayor de 30/1 podría provocar una falta de nitrógeno por secuestro de los microorganismos del suelo. Si la relación C/N fuera menor de 20/1, se podría producir una degradación muy rápida de los residuos y se perdería el efecto buscado de cubrir el suelo y protegerlo del impacto de la lluvia y una rápida liberación de nitrógeno con el peligro de su lavado.

La altura de corte a 20-25 cm. permitió que el sorgo creciera nuevamente, por lo que se volvió a cortar hacia fines de abril. En ese segundo corte se produjeron 7.800 kg. de materia seca, con una relación C/N de 26/1. Considerando los dos cortes, el total de materia seca producida fue de 14.950 kg/ha los que quedaron en la superficie de los canteros y en los entresurcos.

En ambos sistemas se cultivó cebolla, cultivar INIA Casera, la que se transplantó en junio de 2006. Previo al transplante, en el sistema convencional se pasó una rastra de dientes sobre los canteros y en el caso del sistema sustentable se pasó el cultivador para laboreo mínimo sobre los residuos del sorgo.

Los análisis de respiración, que es una medida utilizada como indicador de la actividad biológica del suelo, realizados en junio de 2006, mostraron que la actividad biológica fue mayor en el suelo con el abono verde de sorgo, aunque apenas fuera la primera temporada (Figura 2). Esto reafirma la importancia del uso de los abonos verdes en sistemas sustentables intensivos ya



Figura 1 - Abono de verde de sorgo luego del primer corte.

ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL SUELO -
DESPRENDIMIENTO DE CO₂ -
INIA Las Brujas Junio 2006

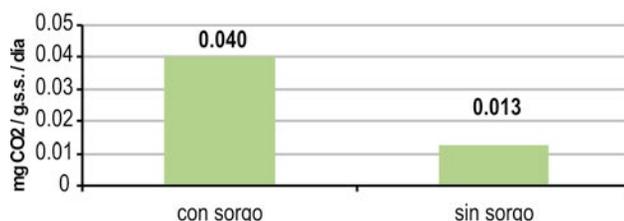


Figura 2 - Actividad biológica del suelo evaluada a través del desprendimiento de anhídrido carbónico (CO₂).

que además de las ventajas de la protección del suelo contra el impacto de las gotas de lluvia, de mejorar la materia orgánica del suelo y sus propiedades físicas, también tiene un efecto favorable, como lo demuestran estos datos, en la presencia y actividad de los microorganismos del suelo.

Fertilidad del Suelo

A los 60 días después del transplante se realizó un análisis de nitrato a nivel de suelo, observándose un mayor contenido de nitratos en el sistema sustentable. Esto podría ser debido, entre otras causas, a una menor pérdida por lavado en el sistema conservacionista y al proceso de mineralización de los restos del sorgo en ese sistema, que estarían “devolviendo” nutrientes al suelo.

En base a este resultado del contenido de nitratos se decidió hacer una aplicación de 60 kg de N/ha.

A los 90 días del transplante el contenido de nitratos en el suelo seguía siendo superior en el tratamiento de mínimo laboreo (Cuadro 1).

Cuadro 1 - Resultados del análisis de nitratos realizado 90 días después del transplante.

Sistema	Nitratos (ppm)	N kg/ha*
S. Sustentable	69	173
S. Convencional	59	148

* La estimación del contenido de N se obtiene multiplicando el valor de nitratos por 2.5

Parámetros de Física de Suelo

Se realizaron muestreos de suelo para la determinación de la densidad aparente y la porosidad del suelo en ambos sistemas con la finalidad de determinar el efecto del uso de los residuos de los abonos verdes y del laboreo en las propiedades físicas del suelo. La densidad aparente es un indicador del grado de compactación del suelo, mientras que la porosidad es un indicativo de la



Figura 3 - Cultivo de cebolla INIA Casera en el manejo conservacionista de mínimo laboreo con el uso de abonos verdes.

soltura de ese suelo. A mayor valor de densidad aparente más compactado está el suelo y a mayor valor de la porosidad más suelto está el suelo.

Los valores de densidad aparente y porosidad relevados a la profundidad de 0-10 cm. previo al transplante de la cebolla (mayo de 2006) se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2 - Densidad aparente (Da) y porosidad, antes de transplantar la cebolla.

Tratamiento	Da	Porosidad Total %	Porosidad Aire %	Porosidad Agua %
S. Sustentable	1.15	56	28	28
S. Convencional	1.05	60	30	30

Al momento de la instalación del cultivo de cebolla los canteros sobre los que había crecido el sorgo como abono verde se encontraban con mayor densidad aparente y menor porosidad total.

Luego de la cosecha de la cebolla los valores observados de 0-10 cm. de profundidad fueron los que se observan en el Cuadro 3.

Cuadro 3 - Densidad aparente (Da) y porosidad, luego de la cosecha de la cebolla (diciembre de 2006).

Tratamiento	Da	Porosidad Total %	Porosidad Aire %	Porosidad Agua %
S. Sustentable	1.01	62	54	8
S. Convencional	1.15	56	49	7

Los canteros de laboreo convencional presentaron una mayor densidad aparente y menor porosidad. Se observó por lo tanto una mejora en aquellos canteros de laboreo conservacionista debido a la descomposición de los residuos, lo que favoreció las propiedades físicas.

Rendimiento de la Cebolla

En noviembre de 2006 los bulbos se cosecharon y se descolaron directamente en el campo. Una vez "curados" se clasificaron en tres categorías chicos (menores a 5 cm de diámetro ecuatorial), medianos (entre 5 y 7.5 cm) y grandes (mayores a 7.5 cm). Los rendimientos obtenidos se aprecian en el Cuadro 4.

Cuadro 4 - Rendimiento total y comercial del cultivar INIA-Casera

INIA Casera		
Tratamientos	Rendimiento total en t/ha	Rendimiento comercial t/ha*
S. Sustentable	28.2	24.7
S. Convencional	25.5	23.7

* Bulbos mayores a 5 cm. de diámetro ecuatorial.

Segundo Ciclo de Abono Verde y de Cultivos Hortícolas

En el verano de 2007 se instaló un cultivo de moha (*Setaria italica*) como abono verde (30 kg/ha) y se picó al momento de la floración (a mediados de marzo) produciendo 7.684 kg/ha de materia seca.

En mayo de 2007 se sembró zanahoria, (cultivar Flam) en una parte del módulo, mientras que en la otra se transplantó repollo (cultivar Gloria) en junio de 2007. A la parte correspondiente al laboreo conservacionista se le pasó el cultivador de mínimo laboreo y en el caso del convencional se pasó una rastra y luego se sembró la zanahoria mecánicamente con una sembradora de chorrillo. El repollo se transplantó manualmente.

Densidad Aparente y Porosidad

Se realizó otro muestreo de suelo y se analizó la parte física del mismo. Los resultados del análisis de este muestreo correspondieron a un período en el que hubo dos cultivos de abono verde: 2005-2006 y 2006-2007 (Cuadro 5).

Es de hacer notar que el muestreo se realizó hacia fines de abril, con posterioridad a un período de grandes lluvias.

Cuadro 5 - Densidad aparente (Da) y porosidad, abril de 2007

Tratamiento	Da	Porosidad Total %	Porosidad Aire %	Porosidad Agua %
S. Sustentable	1.03	61	36	25
S. Convencional	1.12	57	34	23

Las diferencias planteadas entre los dos tratamientos podrían estar basadas en el beneficioso cubrimiento del suelo desarrollado por el rastreo de moha y por el efecto acumulativo del segundo ciclo de abonos verdes en las parcelas.

Grado de Enmalezamiento

Se realizó una evaluación del grado de enmalezamiento del sistema sustentable y del convencional tanto en el cultivo de zanahoria (100 días después de la siembra) como en el de repollo (72 días después del trasplante). Se contabilizó el número de malezas en un cuadro de 0.50 x 0.50 m. para obtener la cantidad de malezas por metro cuadrado.

Los resultados de la evaluación de malezas tanto para repollo (Figura 4) como para zanahoria mostraron que en los tratamientos de mínimo laboreo (en donde se habían realizado un cultivo de abono verde de verano en 2005-2006 y otro de moha en el verano 2006-2007) tuvieron un menor porcentaje de malezas en relación al sistema convencional que no incluyó el uso de abonos verdes. Estos resultados se visualizan en el Cuadro 6.

Cuadro 6 - Resultado de la evaluación de malezas en el Sistema Convencional y en el Sustentable en repollo y zanahoria.

CULTIVO	Tratamiento	Número malezas/m2	(%)
Repollo	Sist Convencional	532	100
	Sist. Sustentable	356	70
Zanahoria	Sist Convencional	346	100
	Sist. Sustentable	200	58

Rendimiento de Repollo y Zanahoria

Dadas las condiciones climáticas de intenso frío, y luego de periodos con temperaturas algo elevadas ocurridas en el 2007, las plantas de repollo se florecieron. De todos modos se realizó una evaluación del número de plantas no florecidas, no existiendo diferencias entre el tratamiento convencional y el de mínimo laboreo.



Figura 4 - Evaluación del grado de enmalezamiento en repollo, tratamiento convencional (izquierda), tratamiento conservacionista (derecha).

Además se realizó una evaluación en cada una de las fajas en cada tratamiento (Sist. Sustentable y Convencional) y se tomaron muestras para el cálculo de materia seca producida (Cuadro 7).

Cuadro 7 - Materia seca producida en el tratamiento de mínimo laboreo y tratamiento convencional en el cultivo de repollo.

Tratamientos	Materia seca (kg/ha)
Sist. Sustentable	3.637
Sist. Convencional	3.567

En noviembre de 2007 se realizó la cosecha de la zanahoria (Cuadro 8).

Cuadro 8 - Resultados de la evaluación de la cosecha de la zanahoria.

Tratamientos	Total (kg/ha)	Comercial (kg/ha)
Sist. Sustentable	43.467	37.104
Sist. Convencional	41.000	33.703

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en este módulo demostrativo en el período 2005/2007, podemos afirmar que los rendimientos de cebolla, de repollo y de zanahoria obtenidos han sido satisfactorios y similares a los rendimientos del Sistema convencional mejorado (sin uso de arados de reja o de discos o rotovador), lo que confirma lo obtenido en los trabajos de investigación realizados junto a la Universidad de Carolina del Norte (NCSU) entre 1999 y 2004, con cultivos de ajo, boniato y zanahoria.

Desde el punto de vista de la calidad del suelo se ha apreciado en este corto período una tendencia al mantenimiento de algunas de sus propiedades en el Sistema Sustentable (con uso de mínimo laboreo y abonos verdes) como han sido la densidad aparente y la porosidad. A su vez se ha observado una diferencia positiva del punto de vista biológico, expresado por los valores de respiración obtenidos en el tratamiento de mínimo laboreo. En el caso de los cultivos de repollo y zanahoria se ha constatado una reducción de más del 30% en el número de malezas por metro cuadrado, mediante el uso de los abonos verdes.

Las tendencias observadas en la mejora de la calidad del suelo en este breve lapso demuestran la factibilidad de sistemas sustentables en la producción hortícola intensiva. De todos modos las tendencias y resultados obtenidos hasta el presente deben seguirse en más años de cultivo para observar las mismas, tanto en el mediano como en el largo plazo, trabajos que se están realizando actualmente en INIA Las Brujas dentro del Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental.