

Labranza cero y fertirriego por goteo en la producción de zapallo anquito: análisis de la eficiencia en el uso de los principales recursos

Juan Pablo D'Amico; Patricio Varela; María Carolina Bellacomo
EEA Hilario Ascasubi. INTA

Informe técnico de la E. E. A. Hilario Ascasubi N° 49
ISSN 0328-3399



INFORME TECNICO N° 49

ISSN 0328-3399

Labranza cero y fertirriego por goteo en la producción de zapallo *anquito*: análisis de la eficiencia en el uso de los principales recursos

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Estación Experimental Hilario Ascasubi

Ruta Nac. N° 3 Km 794

(8142) Hilario Ascasubi.

Buenos Aires. Argentina

Mayo 2016

<http://inta.gob.ar/ascasubi>

Labranza cero y fertirriego por goteo en la producción de zapallo *anquito*: Análisis comparativo del rendimiento y la eficiencia en el uso de los principales recursos

D´Amico, J.P; Varela, P; Bellacomo. M.C.

Resumen

La tecnología para el cultivo de cucurbitáceas en la Argentina está constituida por una alta proporción labores de labranza. La diversidad de objetivos a cumplir implica una alta frecuencia e intensidad de laboreo, y la ejecución de labores manuales complementarias.

En las regiones productoras argentinas, el manejo del cultivo puede involucrar diversa cantidad de recursos en función de las particularidades agroecológicas y niveles de rendimiento esperados. Pero no se evidencia diferencias sustanciales en el nivel tecnológico adoptado en cada caso. Los sistemas conservacionistas muy difundidos para la producción extensiva de granos no se han desarrollado aún en la producción de hortalizas como zapallo, y otras cucurbitáceas en Argentina.

El experimento consistió en analizar comparativamente dos situaciones típicas de la zona respecto del cultivo de zapallo anquito en labranza cero L0 + fertirriego por goteo.

Las condiciones y rendimientos obtenidos en las dos situaciones típicas se estimaron en función de la información regional del valle bonaerense del río Colorado y la bibliografía. El cultivo bajo condiciones de L0 + fertirriego se llevó a cabo durante un ciclo productivo, registrando las labores realizadas, los aportes de agua y nitrógeno, la cantidad de jornales y el consumo de combustible.

Respecto de la mejor condición productiva de la zona, el cultivo bajo L0 + fertirriego demandó sólo el 35% de las labores, el 25% del aporte de agua de riego, el 80% del gasto de combustible y el 85% los jornales. El rendimiento del cultivo bajo L0 + fertirriego fue de 51.000 kg/ha, valor que duplicó los mejores niveles de la zona y fue cuatro veces superior al promedio.

Considerando la cantidad de producto comercial cosechado por cada unidad de recurso insumido, la tecnología de L0 + fertirriego por goteo permitió duplicar la eficiencia del uso del combustible y de la mano de obra, y hacer ocho veces más eficiente el uso del agua.

Introducción y antecedentes

La tecnología de cultivo de cucurbitáceas aplicada en la Argentina está constituida por una alta proporción labores de labranza. De acuerdo a Lusto et al. (2013), existen ciertas diferencias en las prácticas adoptadas en cada una de las regiones productivas del país. Pero en todos los casos el laboreo del suelo está dedicado a la remoción de la capa arable, la preparación de la cama de siembra, el control de malezas a lo largo del ciclo del cultivo y la sistematización del terreno necesaria para la conducción del agua de riego.

La diversidad de objetivos a cumplir implica una alta frecuencia e intensidad de laboreo, diversidad en el parque de maquinaria a utilizar y la ejecución de labores manuales complementarias a las tracto-mecanizadas.

De acuerdo con Lusto et al. (2013), la secuencia de labores para preparación de suelos franco arenosos consiste en una arada, dos pasadas de rastra de disco, una labor de surcado, una labor de incorporación de estiércol y fertilizante incorporado en la línea de siembra y la posterior conformación de la cama de siembra. Posteriormente se realiza la siembra en forma mecánica o manual. Bezic y Dall'Armellina (2013) sostienen que si bien las labores de preparación del suelo eliminan la vegetación emergida, también tienen un efecto contrastante sobre el control, al promover la germinación de semillas.

Dentro de las labores culturales que involucran una intervención mecánica sobre el suelo, los mismos autores mencionan que la práctica habitual requiere al menos dos labores de aporcado para ajustar la distancia entre el surco de riego y la línea de siembra, y al menos dos o tres labores de desmalezado manual y/o tracto-mecanizado.

De acuerdo a lo informado por Rodriguez et al. (2013) la fertilización requiere al menos una aplicación de fertilizante nitrogenado además de la realizada durante las tareas de preparación del terreno y abonado. Usualmente la labor se realiza distribuyendo fertilizante granulado al voleo sobre toda la superficie o localizado al lado de la línea de cultivo.

En la Argentina el riego del zapallo se realiza mayoritariamente por surco (Lusto et al. 2013) con una baja eficiencia en el uso del agua respecto a sistemas presurizados como el riego por goteo (Varela et al. 2014). Mediante esta técnica Sanchez (2013) informa que en el valle bonaerense del río Colorado el cultivo de zapallo requiere el aporte de 420 mm de lámina de agua distribuido en 5 riegos lo largo del ciclo del cultivo. Este autor también informa que la lámina aplicada es de 84 mm por cada riego.

De acuerdo con Bezic y Dall'Armellina (2013); Lusto et al. (2013) Rodriguez et al. (2013); Sanchez (2013) el manejo del cultivo puede involucrar diversa cantidad de recursos apuntando a distintos niveles de rendimiento. Pero no se evidencia diferencias sustanciales en el nivel tecnológico adoptado en cada caso.

Una diversidad de cultivos son llevados a cabo en Argentina bajo técnicas conservacionistas con una gran preponderancia de la siembra directa o labranza cero. Esta tecnología está difundida desde hace más de una década para la producción de diferentes variedades de zapallo y otras cucurbitáceas en distintos países (Hoyts et al. 1994, Walters et al. 2008, Walters 2011).

El cultivo sin remoción del suelo, permite lograr una cobertura con restos vegetales de cosechas anteriores, o de cultivos de cobertura no incorporados. El material en superficie permite prevenir la ocurrencia de fenómenos de erosión al disminuir la

energía con la que el viento y las gotas de lluvia inciden sobre los agregados superficiales de suelo (Hoyt et al. 2004).

La cobertura vegetal también tiene una gran incidencia sobre la economía del agua al reducir las pérdidas por evaporación (Blevins et al. 1971 y Aparicio et al. 2002).

De acuerdo con Walters (2011) la labranza cero reduce los costos en general de la producción, por una disminución de la cantidad e intensidad de las labores a lo largo del ciclo productivo.

Hoyt et al. (1994) encontraron que la preparación de suelo con labranza previa insume hasta cuatro veces más energía que un sistema de siembra directa. Estos autores sostienen que la cuantificación de consumo energético de la labranza ha permitido llevar a la conciencia de los productores la idea de que las buenas prácticas agrícolas no se logran con la excesiva preparación del suelo. De acuerdo con Lanca et al. (2005) y Paneque et al. (2005) la reducción sustancial en la demanda energética observada en los sistemas de siembra directa, se debe a la menor cantidad de intervenciones mecánicas sobre el suelo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la performance productiva de un cultivo de zapallo anquito, manejado en condiciones de siembra directa y fertirriego por goteo, en comparación con las situaciones de manejo tradicionales del valle bonaerense del río Colorado.

Para llevar a cabo el experimento se consideraron algunos aspectos metodológicos en relación al control de malezas, mencionado por Walters et al. (2008) como el principal condicionante de la siembra directa de zapallos.

El uso de herbicidas resulta necesario dado que la cobertura puede retrasar la proliferación de malezas en las primeras cuatro a seis semanas, pero no logra un adecuado control a lo largo de todo el ciclo del cultivo, (Walters et al. 2008). En estados tempranos, las malezas de hoja ancha constituyen el mayor problema (Rapp et al. 2004).

Rutledge (1999) sostiene que es fundamental realizar un control adecuado sobre las malezas perennes, iniciando las aplicaciones de herbicida incluso antes de la siembra de la cobertura si es necesario.

Los cereales de invierno (centeno, trigo o cebada) son los más difundidos como cultivos de cobertura en la siembra directa de hortalizas (Morse 2001, Harrelson 2004). El control de malezas logrado por efecto del cultivo de cobertura está dado por la competencia, la modificación del ambiente, (Teasdale 1991) y la liberación de sustancias aleloquímicas (Weston 1996, Rutledge 1999 y Walters 2011).

Una vez iniciado el ciclo del cultivo, Sindel (2011) consideran que el control de malezas de hoja ancha puede realizarse eficazmente mediante la aplicación de herbicidas no específicos (glifosato o paraquat) en la entrelínea, previo a que el cultivo extienda las guías. Para ello, las máquinas pulverizadoras son equipadas con pantallas que evitan la deriva de las gotas hacia las hojas del cultivo.

Materiales y métodos

El trabajo consistió en analizar comparativamente dos situaciones típicas de la zona respecto de un cultivo de zapallo anquito en SD y fertirriego por goteo.

Para las dos primeras situaciones, se elaboró un modelo representativo de un manejo que permite obtener el rendimiento promedio (Situación I) y otro de un manejo compatible con los máximos rendimientos (Situación II). La información sobre la secuencia de labores, el aporte de agua de riego, la dosis de fertilización y el rendimiento del cultivo fue obtenida de la revisión bibliográfica y las consultas realizadas a los especialistas del INTA (Pedro Della Gaspera y Carolina Bellacomo, comunicación personal)

La información de la Situación III fue registrada de una experiencia llevada a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi (EEA H. Ascasubi) entre los años 2015 y 2016 cuyas particularidades se detallan a continuación.

En el mes de Junio se realizó la siembra de centeno sobre un suelo laboreado con el fin de generar la cobertura vegetal. El lote contaba hasta el momento con una historia siembra de verdeos para el pastoreo directo. El 16 de octubre se aplicó glifosato para secar el cultivo.

El día 4 de Noviembre de se realizó la colocación de las cintas de riego por goteo a 0,2 m de profundidad y a una equidistancia de 0,7 m en el plano horizontal. Las cintas de riego empleada cuenta con emisores de 1 l/h de capacidad, equidistanciados a 0,3m.

El 5 de Noviembre se realizó siembra del zapallo (*Cucurbita moschata* Duch.) variedad Frontera INTA, empleando para tal fin una sembradora con dosificación neumática por succión, y tren de siembra compuesto por cuchilla turbo, abresurco doble disco, doble rueda limitadora de profundidad, contactador semilla suelo tipo "cola de castor", y doble rueda conformadora de surco con disco escotado (Figura 1 Izq y Der). El poder germinativo de la semilla fue de 95% (laboratorio de semillas INTA H. Ascasubi).



Figura 1 Izq: Vista general de la labor de siembra. **Der:** Imagen del tren de siembra precedido por el órgano de fertilización lateral.

La densidad de siembra fue de 11.904,67 pl/ha con un distanciamiento de 2,8 m entre líneas y 0,60 m entre golpes de 2 semillas separadas a 0,05 m entre sí. Simultáneamente a esta labor, se realizó la fertilización incorporada lateral a la línea de siembra, con 100 kg de fosfato di-amónico.



Figura 2: Emergencia del cultivo

La secuencia de labores posteriores a la siembra fue la siguiente:

- Aplicación de graminicida Haloxyfop-p-metil (Galant) en cobertura total para controlar gramón. Fecha de la labor: 10 de Diciembre.
- Aplicación de herbicida total Glifosato (Panzer), localizado en la entrelinea, mediante el uso de pantalla tipo túnel que cubrió el cultivo. Fecha de la labor: 28 de Diciembre.
- Cosecha manual y apilado: 29 de Marzo.



Figura 3 Izq: Imagen del cultivo al momento de la aplicación del graminicida **Der:** Imagen del cultivo luego de 7 días de la aplicación de glifosato en la entrelinea.

Fertirriego

Para la realización del fertirriego se emplearon las cintas ubicadas a ambos lados de la línea de siembra. De esta manera se adecuó el distanciamiento de las cintas operativas a la separación entre hileras del cultivo, evitando regar y fertilizar la entre-hilera.

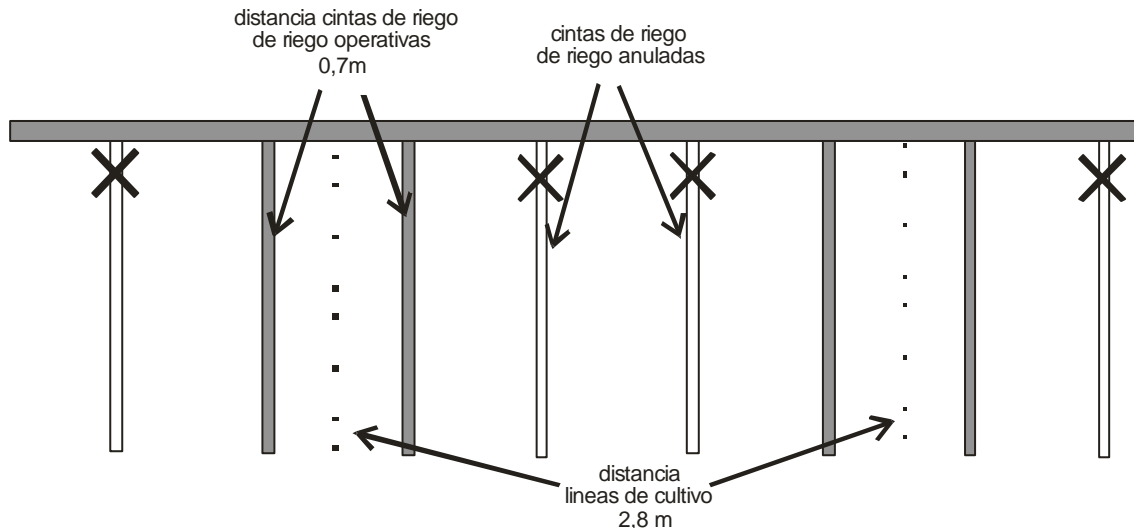


Figura 4: Arreglo espacial de las cintas de riego por goteo apareadas a las líneas de cultivo.

En una hectárea, el arreglo espacial quedó definido como se muestra en la Figura 4, con 7.143,85 metros de cinta de riego operativa, que portan 23.809,49 emisores con la capacidad de erogar una lámina de 2,38 mm por hora. A lo largo del ciclo del cultivo se aplicó una lámina total de 43,87 mm distribuidos en 10 riegos. El criterio de aplicación se realizó en base a los requerimientos hídricos de cultivo informados por Sanchez (2013) adaptados de la metodología propuesta por Allen et al. (2006) y la información meteorológica de la EEA H. Ascasubi (Cepeda 2015).

El análisis comparativo se realizó en base las siguientes variables:

Cantidad de labores (nLab): Numero de labores manuales y tractomecanizadas involucradas en la preparación del terreno, la protección del cultivo y el riego.

Lámina de riego aportada (Lam): Altura de la lámina de agua de riego aportada expresada en mm. estimada para las situaciones I y II, y registrada en la situación III de acuerdo a la cantidad de riegos y al aporte de cada uno según Sanchez (2012).

Combustible demandado en las labores (CombL): Volumen de combustible gasoil insumido en las labores tractomecanizadas expresado l/ha. Para cada labor de las secuencias establecidas, y en base a la información reportada por Donato (1988) Tesouro et al. (2009) y Tesouro et al. (2011), se estimó el esfuerzo tractivo, la velocidad de trabajo y la energía demandada. Luego, el combustible demandado se calculó considerando una eficiencia tractiva global (η_{Tg}) de 50%, un consumo específico (CE) de 0,338 kg/KWh y una densidad para el gas oil de 0,832 Kg/l.

Combustible demandado el riego (CombR): Volumen de combustible gasoil insumido en la presurización del sistema de riego por goteo considerado una altura manométrica total de 22 m, una eficiencia de la bomba (η_b) de 45% un consumo específico (CE) de 0,338 kg/KWh y una densidad para el gas oil de 0,832 Kg/l.

Combustible demandado total (Comb): Volumen de combustible demandado en las labores tracto mecanizadas y el riego presurizado considerando la sumatoria de CombL y CombR.

Cantidad de jornales (Jor): Cantidad de jornadas de trabajo de ocho horas diarias involucradas en las labores expresadas en jornales/ha. Estos valores fueron estimados para las carpidas manuales y el riego gravitacional, y calculados según Donato (1988) para las labores tractomecanizadas.

Nitrógeno aportado (N): Cantidad de nitrógeno aportado expresado en KgN/ha. Para todos los casos se estimó el equivalente en Kg de N aportado por los fertilizantes incorporados a la siembra y a lo largo del productivo.

Rendimiento comercial (Rend): Peso de zapallos comercialmente aceptables por unidad de superficie expresado en Kg/ha. Para cuantificar el rendimiento de la Situación III se tomaron 10 muestras al azar de 8,4 m² (Figura 5 Izq.). Para las situaciones I y II se estimaron valores de acuerdo los rendimientos históricos de la zona.



Figura 5: Izq: delimitación de la superficie para la muestra de rendimiento. Der: Vista general del producto apilado inmediatamente luego de la cosecha.

Eficiencia del uso del agua de riego (ER): Relación ente el peso del producto comercial y el volumen de agua de riego aportado expresado en Kg/m³.

Eficiencia energética (EE): Relación ente el peso del producto comercial y la energía demandada en las labores tractomecanizadas y riego expresada en Kg/l gasoil.

Eficiencia del uso de la mano de obra (Emo): Relación ente el peso del producto comercial y la cantidad de jornales empleados en el ciclo productivo expresados en Kg/Jor

Eficiencia agronómica (EA): Relación ente el peso del producto y la cantidad de nitrógeno aportado expresado en Kg/KgN.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan la pluviometría mensual registrada durante el ciclo productivo, la Evapotranspiración del cultivo (Etc) informada por Sanchez (2013) y el balance mensual resultante de la diferencia entre esas dos variables.

Tabla 1: Valores mensuales de la ETC, las precipitaciones y el balance hídrico del cultivo.

Mes	Etc (mm)	Precipitación 2015-2016 (mm)	Balance mensual (mm)
Noviembre	28,5	64,0	35,5
Diciembre	54,9	116,5	61,6
Enero	146,7	132,5	-14,2
Febrero	128,1	74,3	-68,0
Marzo	90,6	14,5	-76,1
Total	448,8	401,8	-47,0

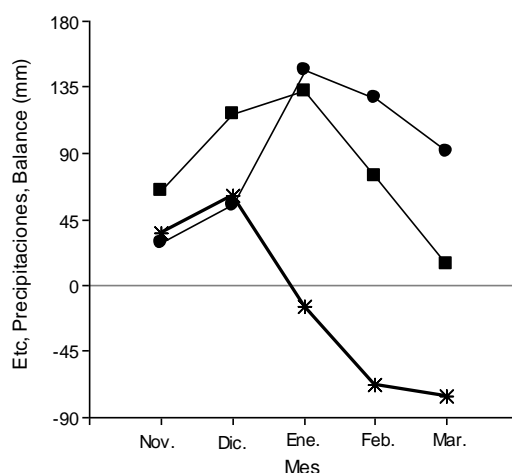


Figura 6: Evolución mensual de la Etc (círculos), las Precipitaciones (cuadrados) y el Balance hídrico (estrellas) para el ciclo del cultivo.

De acuerdo a los registros históricos, las precipitaciones medias para el periodo mencionado son de 262,5 mm, con una distribución mensual proporcionalmente similar a la presentada en 2015-2016. Esta condición particular hace prever una menor necesidad de riego que la informada por Sanchez (2013).

En la Tabla 2 se presenta la información estimada para las situaciones I y II, y registrada para la situación III respecto de las labores, los riegos y la dosis de N.

Tabla 2: Labores consideradas en el ciclo productivo de zapallo para cada situación de manejo.

Objetivo de la labor	Labor		Situación I	Situación II	Situación III
			Tradicional	Tradicional	L0+fertirriego
Laboreo del suelo	Rastreada	n	2	3	0
	Cincelada	n	1	1	0
Siembra	Siembra Directa	n	0	0	1
	Siembra Convencional	n	1	1	0
Control de Malezas	Escardillada	n	1	1	0
	Carpidas manuales	n	1	2	0
		Jornales/ha	5	8	0
	Pulverizaciones	n	1	1	3
Riego	Surcada - Aporcada para riego	n	0	2	0
	Riego	n	0	2	Goteo
		Jornales/ha	0	1	2
		Lámina	0	168 mm	44 mm
Fertilización	Fertilización al voleo	n	1	2	0
	Fertirriego	hs	0	0	20
	Dosis	Kg/ha N	41	64	110
Cosecha		n	1	1	1
		Jornales/ha	7	7	12

En las Tablas 3 y 4 se presentan los principales parámetros técnicos de las labores tractomecanizadas y de riego, por goteo en relación a diferentes componentes del gasto energético, capacidad de trabajo, consumo de combustible y tiempo operativo.

Tabla 3: Componentes del gasto energético, energía demandada, consumo de combustible y tiempo operativo insumido en las labores tracto mecanizadas para las situaciones de manejo analizadas.

Labor	Máquina	Esfuerzo tractivo unitario KN/m (Kg/m)	Vel. Km/h	Ancho efectivo (m)	Capacidad de trabajo teórica ha/h	Eficiencia de trabajo	Potencia demandada en la barra de tiro KW (CV)	Energía demanda en la barra de tiro MJ/ha (KWh/ha)	Consumo Gas Oil l/ha	Tiempo operativo h/ha
Primera Rastreada	Rastra de Discos de arrastre	5,00 (500)	6,5	2,5	1,62	0,75	22,44 (30,09)	49,71 (13,81)	7,76	0,82
Arada	Arado de cinceles montado	7,00 (700)	7,1	1,7	1,21	0,80	23,33 (31,29)	69,60 (19,33)	9,03	1,03
Segunda Rastreada	Rastra de Discos montada	3,50 (350)	7,5	1,7	1,27	0,75	12,32 (16,53)	34,80 (9,67)	4,26	1,05
Tercera Rastreada	Rastra de Discos montada	2,80 (280)	7,5	1,7	1,27	0,75	9,86 (13,22)	27,84 (7,73)	3,42	1,05
Siembra y fertilización	Sembradora	0,51 (50)	4,0	2,8	1,12	0,60	1,55 (2,07)	4,97 (1,31)	0,78	1,49
Siembra y fertilización	Sembradora	1,02 (100)	4,0	2,8	2,24	0,60	3,09 (4,15)	9,94 (2,72)	1,56	1,49
Escardillada entre líneas	Escardillo montado	0,56 (55)	3,5	2,8	0,98	0,75	1,49 (1,99)	4,78 (1,33)	0,75	1,36
Fertilización	Fertilizadora de discos		8,0	8,0	6,40	0,70	nc		1,40	0,22
Aporcada / Surcada	Aporcador montado	1,50 (150)	3,5	2,8	0,98	0,80	4,06 (5,44)	14,91 (4,14)	2,33	1,27
Pulverización	Pulverizadora arrastre		8,0	8,0	6,40	0,70	nc		1,00	0,22
Rastrillada de cobertura	Rastra de dientes	0,50 (50)	5,0	2,8	1,40	0,50	(1,93) 2,59	4,97 (1,38)	0,78	1,43

Tabla 4: Componentes del gasto energético, energía demandada, consumo de combustible insumido en el riego por goteo realizado en la Situación III.

Labor	Volumen aplicado (m ³ /ha)	Altura manométrica total (m)	Caudal (m ³ /h)	Energía horaria demandada (KWh/h)	Eficiencia del sistema de bombeo	Energía demanda (KWh/ha)	Consumo Gas Oil (l/ha)
Riego por goteo	440,00	22,00	23,80	1,45	0,45	59,57	24,19

Número de labores (nLab)

Para la Situación III, las labores fueron en su totalidad tractomecanizadas con excepción de la cosecha y la operación del sistema de riego. Para este caso, el manejo requirió de cuatro labores, lo que representa cerca de un 35% de las intervenciones realizadas en la Situación II (Tabla 5).

Tabla 5: Número de labores tracto mecanizadas involucradas en la secuencia de cultivo de cada situación de manejo. **Proporción %_{II}**: proporción porcentual respecto de la Situación II.

	Situación I	Situación II	Situación III
nLab	8	12	4
Proporción %_{II}	66,7	100,0	33,3

Similares diferencias en el número de intervenciones mecánicas entre sistemas de no labranza y manejos convencionales son informados por diversos autores (Donato 2007 y Rodriguez et al. 2013)

Lámina de riego aportada

La lámina de agua aportada también resultó sensiblemente afectada por el método de preparación del suelo y el sistema de riego (Tabla 6). Para la situación III se registró una lámina de agua aportada que resulta 4 veces inferior a la estimada en la Situación II. Estas diferencias representan reducciones en el gasto de agua del 75%.

Tabla 6: Lámina de riego aportada en cada situación de manejo. **Proporción %_{II}**: proporción porcentual respecto de la Situación II.

	Situación I	Situación II	Situación III
Lam (mm)	0	168	44
Proporción %_{II}	-	100,0	26,2

Varios factores pueden mencionarse como condicionantes de esta gran diferencia. El nivel de eficiencia de aplicación del agua por goteo es dos veces superior al cuantificado para las prácticas habituales de riego por surco en la zona (Varela et al. 2014). La disposición de las cintas de riego permite la localización del agua sobre la línea de cultivo, evitando aplicar agua en sitios alejados de la zona de exploración más probable. La cobertura vegetal permite una menor tasa de evaporación del agua al reducir la incidencia de la radiación solar y el viento sobre la superficie.

Combustible demandado en las labores (CombL):

De acuerdo a las labores involucradas en cada situación y al consumo de gasoil de cada una de ellas, los gastos totales por hectárea se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7: Combustible insumido en la realización de las labores tractomecanizadas en cada situación de manejo. **Proporción %_{II}:** proporción porcentual respecto de la Situación II.

	Situación I	Situación II	Situación III
CombL (l/ha)	25,8	35,2	4,6
Proporción %_{II}	73,1	100,0	12,9

El consumo de combustible de la situación III representa el 13% de la demanda estimada para un manejo con labranza convencional como el de la situación II.

Los niveles de consumo estimados para las situaciones I y II resultan equivalentes a los reportados por Donato (2007) para la producción de Soja, Sorgo y otros cereales bajo sistemas de cultivo convencionales.

El gasto de gasoil estimado para la situación III resultó menor al informado por Donato (2007) para cultivos como maíz o girasol en siembra directa. Estas diferencias pueden explicarse porque el cultivo de zapallo se lleva adelante con un distanciamiento entre líneas cuatro veces superior al de los cultivos mencionados. En ausencia de labores de cobertura total como son la labranza con cincel o rastra de discos, la variación de la distancia entre líneas de cultivo tiene una mayor incidencia en la demanda energética y el consumo de combustible por unidad de superficie.

El uso adicional de combustible destinado al riego presurizado en la situación III resultó compensado por la gran reducción en la cantidad de labores tractomecanizadas de alta demanda energética. Considerando el gasto total del combustible insumido para la realización de las labores y el riego, la Situación III demandó el 80% de lo requerido por la Situación II y un volumen levemente superior al de la Situación I (Tabla 8).

Tabla 8: Combustible insumido en la realización de las labores tractomecanizadas y el riego presurizado en cada situación de manejo. **Proporción %_{II}:** proporción porcentual respecto de la Situación II.

	Situación I	Situación II	Situación III
Comb (l/ha)	25,8	35,2	28,8
Proporción %_{II}	73,1	100,0	81,6

Jornales (Jor)

La cantidad de jornales de ocho horas de trabajo computando las labores manuales, los riegos y las labores tracto mecanizadas se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9: Jornales insumidos en la realización de las labores tractomecanizadas y el riego presurizado en cada situación de manejo. **%_{II}:** proporción porcentual respecto de la Situación II.

	Situación I	Situación II	Situación III
Jor	13,0	17,4	14,6
Proporción % _{II}	74,3	100,0	83,5

La cantidad de jornales involucrados en todo el proceso productivo no presentó diferencias tan sustanciales como las observadas en la cantidad de labores realizadas (nLab). Esta respuesta puede explicarse por el alto impacto que representa la cosecha manual en la Situación III. El alto rendimiento obtenido requiere una mayor cantidad de jornales para realizar el corte, la recolección y el apilado.

Nitrógeno aportado (N):

La dosis de nitrógeno fue superior en la Situación III dado que fue posible cumplir con una adecuada partición, mediante la inyección de Urea diluida en la línea de riego (Tabla 10). El aporte de nitrógeno se realizó de acuerdo a lo informado por Rodriguez et al. (2013).

Tabla 10: Dosis de nitrógeno aplicado a lo largo de todo el ciclo en cada situación de manejo. **Proporción %_{II}:** proporción porcentual respecto de la Situación II.

	Situación I	Situación II	Situación III
N (Kg/ha)	41,0	64,0	110,0
Proporción % _{II}	64,1	100,0	171,9

endimiento

El rendimiento total del cultivo registrado en la Situación III fue de 56.053,57 kg/ha con un porcentaje de descarte de 9,23%. El rendimiento comercial obtenido luego de la separación del descarte fue de 51.000,00 Kg/ha. El peso medio de los frutos fue de 1,32 Kg. (Tabla 11).

Tabla 11: Estadística descriptiva del Rendimiento registrada en la Situación III.

Variable	Rendimiento (Kg/ha)
Media	51.003,6
DST	8.068,1
CV (%)	15,8
Máx.	65.833,3
Mínimo	40.571,4

La performance productiva del cultivo llevado adelante en las condiciones de la Situación III duplicó los mejores rendimientos (Situación II) y fue cuatro veces superior al promedio registrado en el valle bonaerense del río Colorado representado por la Situación I (Tabla 12).

En esta experiencia se obtuvieron rendimientos inferiores a los reportados por Bellacomo et al. (2009) que trabajaron en condiciones controladas de ensayo y con densidades cercanas a las 6.250 pl/ha. Las diferencias con los valores informados por estos autores pueden explicarse en la mayor cantidad de frutos obtenidos por hectárea y en el mayor peso promedio de los mismos.

Tabla 12: Rendimiento del cultivo en cada situación de manejo. **Proporción %_{II}**: proporción porcentual respecto de la Situación II.

	Situación I	Situación II	Situación III
Rend (Kg/ha)	12.500	25.000	51.004
Proporción %_{II}	50,0	100,0	204,0

En la Tabla 13 se presentan los valores alcanzados por los niveles de eficiencia en el uso del agua de riego (ER), eficiencia energética (EE), eficiencia del uso de la mano de obra Emo, y eficiencia agronómica (EA).

Tabla 13: Eficiencia del uso de los recursos. ER: Eficiencia del usos del agua de riego, EE: Eficiencia energética, Emo: Eficiencia del uso de la mano de obra, EA: eficiencia agronómica. Valores entre () corresponde a la proporción del valor en relación al registrado para la Situación II.

	Situación I	Situación II	Situación III
ER Kg/m³	-	14,88 (1,00)	115,99 (7,79)
EE Kg/lgasoil	485,25 (0,68)	709,42 (1,00)	1.785,21 (2,52)
Emo Kg/Jor	965,06 (0,67)	1434,41 (1,00)	3.500,88 (2,44)
EA Kg/KgN	304,87 (0,78)	390,62 (1,00)	463,66 (1,19)

En términos porcentuales, la Situación I demandó alrededor el 70% de los recursos involucrados en la Situación II, pero sólo alcanzó para obtener la mitad del rendimiento. La relación entre estos valores permite explicar la baja eficiencia de los sistemas productivos considerados promedio para la zona.

Con excepción del nitrógeno, los aportes estimados para un manejo como el de la situación II resultaron superiores a los realizados en la Situación III que permitió duplicar la producción por unidad de superficie.

Los niveles de eficiencia calculados para la situación III resultaron sensiblemente superiores a los estimados para las situaciones con riego gravitacional e intenso laboreo del suelo. Estas diferencias se hicieron más notables en la eficiencia del uso del agua de riego y la eficiencia energética.

Respecto del uso del agua de riego, para la Situación III se registró un rendimiento de 116 kg/ha por cada m³ de agua de riego aportada. Este nivel de eficiencia resulta prácticamente ocho veces superior al estimado para las mejores performances productivas de la zona.

Dado que no se estimaron diferencias de tanta magnitud en la cantidad de jornales ocupados, las diferencias en el nivel de eficiencia del uso de la mano de obra (Emo) se asoció a las diferencias de rendimiento observadas entre las situaciones.

La EA fue la variable con menor variación reflejando una cierta linealidad en la respuesta del rendimiento a las dosis de nitrógeno aportadas en la fertilización.

Conclusiones

La performance productiva del cultivo conducido bajo condiciones de labranza cero y fertirriego por goteo, duplicó los mejores rendimientos registrados la zona del Valle bonaerense del río Colorado, evidenciando el potencial productivo que esta tecnología puede desarrollar en la producción de cucurbitáceas.

Con excepción del nitrógeno, todos los aportes realizados en la situación bajo estudio fueron menores que los realizados bajo las prácticas habituales de producción en la zona.

El aumento de rendimiento se obtuvo merced a un incremento sustancial de la eficiencia en el uso del agua, la energía, la mano de obra, el nitrógeno y la superficie utilizada.

El presente trabajo se realizó sobre el módulo demostrativo y de experimentación establecido en la EEA H. Ascasubi en el marco del convenio de asistencia técnica y colaboración que lleva adelante el INTA con **Netafim Argentina** y **Agro Luro Srl**.

Bibliografía

Allen R.G., L.S. Pereira, D. Raes y M. Smith. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje N° 56, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Roma, 298 pp.

Aparicio V; Costa, J.L.; Echeverría, H.E; Caviglia. O. 2002. Evaluación de propiedades edáficas y crecimiento del maíz bajo. Diferentes sistemas de labranza en cuatro sitios del sudeste Bonaerense. Revista de Investigaciones Agropecuarias, V: 31 (3) p: 55-71.

Bellacomo, C; Perez Pizarro, J; García, D; Ayastuy, M.; Miglierina, A; Rodríguez, R; Hernández L. 2009. Rendimiento y calidad de zapallos anquito y tetsukabuto en el Valle Bonaerense del Río Colorado. Congreso de la Asociación Argentina de Horticultura. 2009. San Miguel de Tucumán. Tucumán.

Bezic, C; Dall'Armellina, A. 2013. Control de malezas en el cultivo de zapallo. En: Della Gaspera, P. (Ed) Manual del cultivo de zapallo anquito (Cucurbita moschata Duch.) (p: 125 - 157) La Consulta. Mendoza. Ediciones INTA.

Blevins, R. L., D. Cook, S. H. Phillips, and R. E. Phillips. 1971. Influence of no-tillage on soil moisture. Agron. J 63:593-596.

Cepeda, J. 2015. Boletines Agrometeorológicos. Disponibles web: <http://inta.gob.ar/documentos/informes-meteorologicos>

Donato L. 2007. Estimación del consumo potencial de gasoil para las tareas agrícolas, transporte y secado de granos en el sector agropecuario" IX Congreso Argentino de Ingeniería Rural y I del MERCOSUR – CADIR 2007. Editado en CD. 19 al 22 de setiembre.

Donato, L. 1998. Selección y dimensionamiento de la maquinaria agrícola en función de la potencia y condiciones de trabajo. Oficina regional de la FAO para América Latina. Santiago, Chile.

Harrelson, E. R. 2004. No-Till Pumpkin Production. Thesis on digital repository NCSU. Disponible web: <http://repository.lib.ncsu.edu/ir/bitstream/1840.16/2727/1/etd.pdf>

Hoyt, G.D; Monks, D. W; Monaco, T.J. 1994. Conservation tillage for vegetable production. HortTechnology 1994 4 (2).

Hoyt, G.D; Waggoner, M.G; Crozier, C.R; Ranells, N.N. 2004. Winter annual cover crops. AGW439-58. 10 Mar. 2007. . Disponible web: http://www.soil.ncsu.edu/publications/Soilfacts/AGW-439-8/AGW_439_58.pdf.

Lancar, R. 2005. Demanda energética de sistemas de manejo do solo na cultura da soja (Glycine max L.). 2005. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

Lusto, J; Pérez Pizarro, J; Martínez, R; Della Gaspera, P. 2013. Manejo del cultivo en diversas regiones del país Preparación del suelo, Riego, Polinización, Cosecha y recolección. En: Della Gaspera, P. (Ed) Manual del cultivo de zapallo anquito (Cucurbita moschata Duch.) (p: 113 - 125) La Consulta. Mendoza. Ediciones INTA.

Masiunas, J.B. (1998). Production of vegetables using cover crop and living mulches – a review. J. Veg. Crop Prod. 4(1), 11-31.

Morse, R. 2001. No-herbicide, no-till summer broccoli-quantity of rye and hairy vetch mulch on weed suppression and crop yield. In: Proc. 24th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, J.H. Stiegler (Ed.), Oklahoma City, Oklahoma, USA, 9-11 July, 85-94.

Murray J.R; Tullberg J. N; Basnet B. B. 2006. *Planters and Their Components*. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. ACIAR Monograph No. 121. Australia.

Paneque, P. (2005). Ahorro de combustible en tractores usando sistemas de la agricultura de conservación. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias: La Habana, v.15, n.2, p.29-32.

Rapp, H; Bellinder, R.R; Chris Wien, H; Vermeylen, F. 2004. Reduced Tillage, Rye Residues, and Herbicides Influence Weed Suppression and Yield of Pumpkins. Weed Technology: v: 18, n 4, pp. 953-961.

- Rodríguez, R. 2013. Fertilización y abonado del zapallo anquito. En: Della Gaspera, P. (Ed) Manual del cultivo de zapallo anquito (Cucurbita moschata Duch.) (p: 125 - 157) La Consulta. Mendoza. Ediciones INTA.
- Rodriguez, Y; Fernandes, H; Brito, J; Carneiro, J; Loureiro, D. 2013. Demanda de potencia y energía de un tractor agrícola en función de las marchas de trabajo y el manejo del suelo. Rev Eng 21 (3) 253-260.
- Rutledge, A. 1999. Experiences with conservation tillage vegetables in Tennessee. Hort Technology. 9 (3) 366- 372.
- Sanchez, R. 2012. Estimación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos en el valle bonaerense del río Colorado. Informe Técnico 40. ISSN: 0328-3399. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ediciones INTA. Disponible web: <http://inta.gob.ar/documentos/estimacion-de-los-requerimientos-hidricos-de-loscultivos-en-el-valle-bonaerense-del-rio-colorado>.
- Sindel, B. 2011. Scoping study for sustainable broadleaf weed control in cucurbit crops. Final report. University of New England. ISBN 0 7341 2821 5. Horticulture Australia Ltd.
- Teasdale, J.R; Beste, C.E; Potts, W.E. 1991. Response of weeds to tillage and cover crop residue. Weed Sci. 39, 195-199.
- Tesouro, O; D´Amico, J; Roba, M; Romito, A; Herrero, G. 2009. Ensayo de tracción de un equipo compuesto por un tractor New Hollan TM 180 y una sembradora Giorgi Precisa 8000. Informe Técnico de Siembra 6. ISSN 1852-3080. Ediciones INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Tesouro, O; Roba, M; Fernandez Ulivarri, E; Donato, L; Romito, A; Vallejo, Juan; D´Amico, J. 2011. Energía demandada por las labores y efecto sobre las propiedades físicas del suelo del sistema de cultivo predominante en caña azúcar. Informe Técnico de Siembra 17. ISSN 1852-3080. Ediciones INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Varela, P; Bongiovanni, M; Arbizu, S; Sánchez, R. 2014. Evaluación de la eficiencia del riego gravitacional en el cultivo de cebolla. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Bahía Blanca. 5 al 9 de mayo de 2014.
- Walters, S.A; 2011. Weed management systems for no-till vegetable production. INTECH open acces. Publisher 2011. Disponible web: <http://cdn.intechopen.com/pdfs/13132.pdf>
- Walters, S.A; Young, B.G; Krausz, R.F. 2008. Influence of tillage, cover crop, and preemergence herbicides on weed control and pumpkin yield. Inter. J. Veg. Sci. 14(2), 148-161.
- Weston, L. A. 1996. Utilization of Allelopathy for Weed Management in Agroecosystems. Agr. J. v:88 n: 6.

La tecnología para el cultivo de cucurbitáceas en la Argentina está constituida por una alta proporción labores de labranza. La diversidad de objetivos a cumplir implica una alta frecuencia e intensidad de laboreo, y la ejecución de labores manuales complementarias.

En las regiones productoras argentinas, el manejo del cultivo puede involucrar diversa cantidad de recursos en función de las particularidades agroecológicas y niveles de rendimiento esperados. Pero no se evidencia diferencias sustanciales en el nivel tecnológico adoptado en cada caso. Los sistemas conservacionistas muy difundidos para la producción extensiva de granos no se han desarrollado aún en la producción de hortalizas como zapallo, y otras cucurbitáceas en Argentina.

El experimento consistió en analizar comparativamente dos situaciones típicas de la zona respecto del cultivo de zapallo anquito en labranza cero L0 + fertirriego por goteo.

Las condiciones y rendimientos obtenidos en las dos situaciones típicas se estimaron en función de la información regional del valle bonaerense del río Colorado y la bibliografía. El cultivo bajo condiciones de L0 + fertirriego se llevó a cabo durante un ciclo productivo, registrando las labores realizadas, los aportes de agua y nitrógeno, la cantidad de jornales y el consumo de combustible.

Respecto de la mejor condición productiva de la zona, el cultivo bajo L0 + fertirriego demandó sólo el 35% de las labores, el 25% del aporte de agua de riego, el 80% del gasto de combustible y el 85% los jornales. El rendimiento del cultivo bajo L0 + fertirriego fue de 51.000 kg/ha, valor que duplicó los mejores niveles de la zona y fue cuatro veces superior al promedio.

Considerando la cantidad de producto comercial cosechado por cada unidad de recurso insumido, la tecnología de L0 + fertirriego por goteo permitió duplicar la eficiencia del uso del combustible y de la mano de obra, y hacer ocho veces más eficiente el uso del agua.

Informe técnico de la E. E. A. Hilario Ascasubi N° 49
ISSN 0328-3399



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación