

EFFECTO DE CULTIVOS ANTECESORES Y ABONOS VERDES SOBRE LOS RENDIMIENTOS, CONTENIDO DE NUTRIENTES, ANTOCIANINAS, FENOLES, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y PARAMETROS EDAFICOS EN BATATA ORGANICA.

GONZALEZ, J.¹; MARTI, H. R.¹; CORBINO, G. B.¹; SANCHEZ, G.¹ y ANDRIULO, A.²

¹EEA San Pedro - ²EEA Pergamino

jgonzalez@correo.inta.gov.ar - andriulo@pergamino.inta.gov.ar

Palabras claves: *Ipomoea batatas*, secuencias de cultivos,

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto de distintas sucesiones agrícolas sobre los rendimientos, concentración foliar de nutrientes, fenoles, antocianinas, y capacidad antioxidante de batata orgánica, y sobre características del suelo. El ensayo se implantó en la EEA San Pedro INTA, en un suelo serie Ramallo, Argiudol vertico. El diseño estadístico fue bloques al azar con cuatro repeticiones y los siguientes tratamientos: 1. **soja** -avena/vicia - batata, avena/vicia-**soja**-avena/vicia-batata; 2. **maíz**-avena/vicia-batata-avena/vicia-**maíz** -avena/vicia-batata; 3. **sorgo de escobas**-avena/vicia-batata-avena/vicia-**sorgo de escobas**-avena/vicia-batata; 4. **trigo**-avena/vicia-batata-avena/vicia-**trigo**-avena/vicia-batata; 5. **moha**-avena/vicia-batata-avena/vicia-**moha**-avena/vicia-batata. Se registraron los rendimientos de los cultivos, peso promedio raíces y peso de raíces por planta de batata, y se determinó el contenido foliar de N, P, y K. Se realizó el análisis de la varianza y las medias de tratamientos se compararon por test de Duncan 5 %. En muestras de suelo (Ap) se determinó pH potenciométrico; materia orgánica; N total, Ca, Mg y K intercambiables, P disponible y estabilidad estructural. Los rendimientos de batata comercial del tratamiento 5 fueron superiores estadísticamente a los del tratamiento 4 en el primer ciclo. En el segundo cultivo de batata

no hubo diferencias significativas de rendimiento, contenido foliar de minerales, o peso medio de raíces entre tratamientos. Tampoco hubo diferencias entre tratamientos en las propiedades del suelo. La capacidad antioxidante, y el contenido de fenoles, de la piel fueron significativamente más altos cuando los antecesores fueron los cultivos de verano (soja, maíz o sorgo de escobas) que cuando el antecesor fue trigo. El contenido de antocianinas de la piel también fue menor cuando el antecesor fue trigo que cuando fue maíz o soja. Los resultados de este experimento no permiten llegar a una conclusión definitiva sobre el efecto del cultivo antecesor sobre las variables analizadas. Es necesario proseguir con los ensayos anuales para determinar si se confirma la tendencia detectada luego de varias campañas.

INTRODUCCIÓN

La batata es una especie cultivada tradicionalmente en el nordeste de la Provincia de Buenos Aires, ocupando una superficie que varía



REFERENCIA

Trabajo presentado para la edición actual

de 3000 a 4000 ha anuales. En Argentina se plantan unas 22000 ha (FAO, 2007). Es una hortaliza de producción extensiva y alterna con cultivos agrícolas tradicionales como trigo, soja, maíz, o industriales como sorgo de escobas. Se intercala también con producción de plantas y montes frutales conformando la diversidad de cultivos que se realizan en la zona. La superficie más frecuente de producción es de 20 ha, no obstante existen productores que poseen mayor escala.

La posibilidad de producir batata orgánica abre una interesante alternativa comercial para un producto que frecuentemente tiene problemas de precios poco competitivos. Se prevé que la demanda de alimentos saludables crezca en los próximos 5 años en EEUU y Europa (Nutra Ingredients.com, 2006), y la batata puede cubrir las expectativas de ese segmento del mercado por sus propiedades funcionales (Yamakawa & Yoshimoto, 2001) y por ser un cultivo “amistoso” para el medio ambiente (Scout et al., 2000).

Hay muy pocos trabajos sobre el comportamiento de la batata en distintas rotaciones o sobre los efectos de cultivos antecesores en el rendimiento. En Japón se halló que el rendimiento de batata fue mayor cuando el cultivo antecesor fue raygrass que cuando fue papa, repollo, rábano (*Raphanus sativus*), pasto Guinea (*Urochloa maxima* (Jacq.) R. Webster) o maní; y el efecto se atribuyó al mayor contenido de potasio que tenía el suelo (Hideyuki and Toru, 1996). Guertal et. al (1997) hallaron que el mayor rendimiento de batata fue luego de dos años con pasto horqueta (*Paspalum notatum* Flugge), comparado con rotaciones con soja ó maíz dulce. No se hallaron trabajos sobre el efecto de cultivos antecesores o rotaciones sobre la calidad de la batata.

El objetivo de este trabajo es conocer el efecto de diferentes sucesiones agrícolas sobre los rendimientos, la composición de nutrientes a nivel foliar, y la capacidad antioxidante de la batata, y sobre las condiciones químicas y físicas del suelo. Aquí se presentan los resultados de dos años de batata y dos años de cultivos antecesores, de un ensayo planeado a más largo plazo.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en un lote de la EEA San Pedro INTA conducido bajo producción orgánica desde hace veinte años. El suelo corresponde a la serie Ramallo (Ra), Argiudol vértico, profundo, de textura superficial franco arcillo limoso con buen contenido de materia orgánica. Presenta un horizonte B textural que se extiende de 0,35 m a 1,20 m con 56 % de contenido de arcilla, lo que le confiere una importante capacidad de reserva de agua y moderadamente lenta permeabilidad. El ensayo se implantó en el ciclo agrícola 2002/03 con diseño estadístico en bloques al azar con cuatro repeticiones en parcelas de 12 m x 20 m, con los siguientes tratamientos: 1. **soja-avena/vicia- batata-avena/vicia-soja-avena/vicia-batata**; 2. **maiz-avena/vicia-batata-avena/vicia-maiz-avena/vicia-batata**; 3. **sorgo de escobas-avena/vicia- batata-avena/vicia-sorgo de escobas-avena/vicia-batata**; 4. **trigo-avena/vicia-batata-avena/vicia-trigo-avena/vicia-batata**; 5. **moha-avena/vicia-batata-avena/vicia-moha-avena/vicia-batata**. Los cultivares utilizados fueron: soja Joketa orgánica; una población local de maíz semidentado el primer cultivo y Prozea 32 R 3 el segundo; sorgo de escobas pobla-

Cuadro 1: Rendimientos de dos ciclos de cultivos antecesores, abonos verdes, y batata cultivados en forma orgánica.

Antecesor	Primer Ciclo			Segundo Ciclo			
	Cultivos	Avena/vicia	Batata	Avena/vicia	Cultivos	Avena/vicia	Batata
1. Soja	2.884	2.778	22.457 ab	7.472	2.240	1.194	20.328 ns
2. Maiz	5.486	6.178	23.602 ab	7.472	3.512	9.085	25.457 ns
3. Sorgo de escobas	91	6.178	21.898 ab	7.472	95	9.085	25.238 ns
4. Trigo	2.159	6.178	19.082 a	2.021	2.600	9.085	21.758 ns
5. Abonos verdes	Moha 10.232	6.178	25.113 b	7.872	Moha 5.483	9.085	24.223 ns

*Cultivo y abonos verdes en Kg/ha. Sorgo de escobas en número a todos ha⁻¹

ción Americana en ambos cultivos; moha Colorada Gigante; avena Cristal, una población local de Vicia (*Vicia villosa*); y batata Morada INTA.

El cultivo de batata se realizó en surcos distanciados a 0.80 m con una densidad de 35.000 pl/ha, cumpliendo su ciclo de 150 días de trasplante a cosecha. Como única labor cultural se realizó control de malezas por métodos mecánicos.

Se evaluaron los rendimientos de los cultivos antecesores a batata. Se analizaron estadísticamente los rendimientos de batata de raíces comerciales o “recibo”, rendimientos por planta y pesos promedio por unidad. Se realizó el análisis de la varianza, y las medias de tratamientos se compararon por el test de Tukey 5 %. Se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 1987).

En el segundo cultivo de batata se muestrearon hojas a los 60 días desde el trasplante para la determinación de N total por microkjeldalsh; P total por colorimetría, mediante el método del metavanadato (Malavolta et al, 1989); y K por digestión ácida y espectrofotometría de emisión (Malavolta et al, 1989). Se hizo el análisis de la varianza de los datos utilizando el paquete estadístico SAS (SAS, 1989). Los promedios se separaron por el test de Duncan (5%). En muestras de suelo superficial (0 – 12 cm), al inicio del ensayo y al momento del trasplante del segundo cultivo de batata, se realizaron las siguientes determinaciones: pH potenciométrico, relación suelo:agua 1:2.5 (INTA, 1989); C orgánico, por el método de Walkley y Black (INTA, 1989); P disponible, por el método de método Bray Kurtz 1 (INTA, 1989); N total, por semi-microkjeldalsh (INTA, 1989); Ca y Mg intercambiables, por desplazamiento con solución de acetato de amonio 1N y valoración con espectrofotómetro de absorción atómica (INTA, 1989); K por fotometría de llama (INTA, 1989) y estabilidad estructural por el método de Douglas y Goss (INTA, 1998).

Se midió la capacidad antioxidante, y los contenidos de antocianinas y fenoles totales de la batata del segundo ciclo. Las determinaciones se hicieron en los extrac-

tos metanólicos de cada una de 8 batatas elegidas al azar dentro de cada bloque (total 32 batatas). La capacidad antioxidante se midió por el método del DPPH (Brand-Williams, Cuvelier & Berset, 1995), y se expresó como equivalentes de ácido ascórbico y equivalentes Trolox. Los fenoles totales se determinaron por el método de Folin-Cicolteau (Swain and Hillis, 1959), y se expresaron como equivalentes de ácido clorogénico. El contenido de antocianinas se determinó por el método del pH1 (Fuleki y Francis, 1968), y los resultados se expresaron como equivalentes de cianidina 3-glucósido.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento de cultivos antecesores. Los rendimientos de los cultivos antecesores, conducidos bajo normativas orgánicas y a los que no se aplicó ningún agroquímico, se consideran satisfactorios (Cuadro Nº 1). Los valores de materia seca de los abonos verdes (avena/vicia) que suceden a soja fueron inferiores debido a que la fecha de siembra fue posterior a la de los otros tratamientos. En el caso de los abonos verdes que anteceden al cultivo de trigo, la incorporación de los mismos

Cuadro 2: Pesos promedios de raíces tuberosas de batata (gr/unidad) Morada INTA en dos ciclos de cultivo orgánico con distintos cultivos antecesores.

Antecesores	Primer ciclo	Segundo ciclo
1. Soja	258	302
2. Maiz	265	292
3. Sorgo de escobas	257	302
4. Trigo	249	294
5. Moha	250	294
Tukey 5 %	n.s	n.s
C.V. %	7.8	3.9

Cuadro 3: Peso promedio de raíces por planta de batata (gr/planta). 1er cultivo.

Tratamientos	gr
1. Soja	664
2. Maiz	671
3. Sorgo de escobas	618
4. Trigo	551
5. Moha	693
Tukey 5 %	n.s
C.V. %	0.1

Cuadro 4: Efecto de cultivos antecesores de la batata en cultivo orgánico sobre el contenido de N, P y K (% materia seca) de hojas de batata a los 70 días del trasplante.

Antecesores	N	P	K
1. Soja	3.46	0.28	4.00
2. Maiz	3.05	0.23	4.01
3. Sorgo de escobas	3.01	0.23	4.38
4. Trigo	3.22	0.23	4.49
5. Moha	3.13	0.23	4.30
Tukey 5 %	ns	ns	ns
C.V. %	7.8	13.6	9.6



se realiza con anterioridad a los otros tratamientos; y en los que lo preceden, la siembra se retrasa. En ambos casos los valores de materia seca incorporados son inferiores al resto de los tratamientos.

Rendimientos de batata. En el primer cultivo de batata, los rendimientos de raíces comerciales fueron superiores en el tratamiento con antecesores de abonos verdes de verano (tratamiento 5), y se diferencian estadísticamente del tratamiento que tiene como antecesor al cultivo de trigo. En el segundo cultivo de batata no hubo diferencias estadísticamente significativas de rendimientos. Tampoco se diferenciaron los pesos promedio de raíces ni la producción de raíces por planta en los tratamientos ensayados (Cuadro N° 2 y Cuadro N° 3)

Contenido de minerales en hojas. Los cultivos antecesores no afectaron los contenidos foliares de nitrógeno, fósforo y potasio de hojas de batata a los 60 días del transplante (Tabla 4). Los valores de nitrógeno y fósforo se ubicaron entre los rangos de bajo a suficiente y los de potasio dentro del rango de suficiencia (Jones et al., 1991).

Características de suelo. No se observan diferencias importantes entre tratamientos en las determinaciones analíticas de suelo realizadas (Cuadro N° 5).

Capacidad antioxidante, antocianinas y fenoles totales. Los cultivos antecesores tuvieron efecto sobre la capacidad antioxidante y contenidos de fenoles totales y antocianinas de la piel, pero no de la pulpa. La capacidad antioxidante de la piel fue significativamente más alta cuando los antecesores fueron los cultivos de verano (soja, maíz o

sorgo de escobas) que cuando el antecesor fue trigo (Cuadro N° 6). Luego de trigo, las batatas tuvieron un 24% menos de capacidad antioxidante en la piel que luego de maíz o soja. Cuando el antecesor fue abono verde de moha, la capacidad antioxidante tuvo un valor intermedio entre trigo y cultivos de verano. El contenido de fenoles, que son uno de los principales compuestos que determinan la capacidad antioxidante, también fue menor (en 14%) cuando el cultivo antecesor fue trigo que cuando fue un cultivo de verano (Cuadro N° 6). El contenido de antocianinas de la piel también fue menor (en 23%) cuando el antecesor fue trigo que cuando fue maíz o soja. Cuando fue sorgo de escobas, si bien fue superior a trigo, las diferencias no fueron significativas.

Los ensayos que incluyen distintas alternativas de cultivos deben tener una duración suficiente en el tiempo para provocar cambios en el ambiente suelo-planta. En climas templados y suelos bien desarrollados las diferencias, si existen, se manifestaran cuando los sistemas logren estabilizarse. En este ensayo, en los pocos

Cuadro 5: Análisis de suelo (0-12 cm) inicial y luego de 1 ciclo de cultivo orgánico de batata con diferentes cultivos antecesores

	pH	M.O %	N %	P Bray 1	Ca meq/ 100g	Mg int. Meq/100 gr	K int. Meq/100g	Estab. Estrut. %
Inicial	6.0	3.4	0.17	27	11.13	1.89	2.54	
Antecesor								
1. Soja	5.7	3.2	0.16	21	10.86	1.83	2.02	15
2. Maíz	5.7	3.2	0.16	27	11.85	2.01	2.01	19
3. Sorgo	5.8	3.1	0.18	24	10.76	1.85	2.46	20
4. Trigo	5.8	3.2	0.16	27	11.11	1.94	2.07	21
5. Moha	5.8	3.4	0.18	29	10.56	1.75	2.00	19

Cuadro 6: Efecto de cultivos antecesores sobre la capacidad antioxidante, el contenido de fenoles totales, y el contenido de antocianinas de la piel de raíces tuberosas de batata "Morada INTA".

Cultivo antecesor	Capacidad antioxidante (umoles Eq. Trolox. g ⁻¹)	Fenoles totales (umoles Eq. ácido clorogénico g ⁻¹)	Antocianinas (mg Eq Cyandin g ⁻¹)
Maíz	74,0	41,0	0,4
Soja	73,2	42,1	0,4
Sorgo de Escobas	65,8	39,6	0,3
Moha	63,9	38,7	0,4
Trigo	56,1	34,5	0,3

casos en que hubo efectos estadísticamente significativos de los cultivos antecesores, las diferencias fueron de alguno de los cultivos de verano frente al cultivo de invierno (trigo), lo que sugiere que el barbecho más largo luego del trigo puede tener un efecto. Esta tendencia deberá verificarse en las siguientes campañas.

CONCLUSIONES

Los resultados de este experimento no permiten llegar a una conclusión definitiva sobre el efecto del cultivo antecesor sobre las variables analizadas. Es necesario proseguir con los ensayos anuales para determinar si se confirma la tendencia detectada luego de varias campañas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Brand-Williamns, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science Technology 28:25-30.
- FAO, 2007. FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/>
- Guertal, E.A., Bauske, E.M., Edwards, J.H. 1997. Crop rotation effects on sweet potato yield and quality. Journal of Production Agriculture 10(1):70-73.
- Hideyuki, M., and Toru, K. 1996. Response of edible sweetpotato to cropping systems. Sweetpotato Research Front N°3 (<http://ss.knaes.affrc.go.jp/sporf/no03/contents.html>).
- Jackson, M.L. 1964. Análisis Químico de Suelos. Ediciones Omega, 78.
- INTA . 1989. Análisis químico de suelos y aguas. CIRN. Castelar 104 pp.
- INTA EEA Pergamino. 1998. V Curso de Física de Suelos. Técnicas de Laboratorio.19.
- JONES, B.J.; WOLF, B AND MILLS, H.A . 1991. Plant analysis handbook. Ed. Micro Macro Publishing, Inc. Georgia.USA.213pp.
- Malavolta, E.; Vitti, G. G. and Oliveira, S.A. 1989. Avaliacao do estado nutricional das plantas: principios e aplicacoes. En: Asociacao Brasileira pra Pesquisa da Potasa e do Fosfato Ed. Piracicaba. Brasil.
- Nutra Ingredients. 2007. <http://www.nutraingredients.com/news/news-ng.asp?n=61970-mega-trends-convenience>
- Owen, C. 1988. Plant Análisis Handbook for Georgia Coop. Ext. Service University of Georgia.USA.
- SAS INSTITUTE INC, 1989. Sas/Stat User's guide, versión 6, fourth edition, vol.1. Cary, NC, 949 pp.
- Scout, G. J., R. Best, M. Rosegrant, and M. Bokanga. 2000. Roots and tubers in the global food system. A vision statement for the year 2020. CIP, Lima (Perú).
- Swain, T.; Hillis, W. E. 1959. The phenolic constituents of Prunus domestica. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. J. Sci. Food Agric. 10:63-68
- Yamakawa, O., and Yoshimoto, M. 2002. Sweetpotato as food material with physiological functions. In: Ames, T. (Editor). Proceedings of the First International Conference on Sweetpotato Food and Health for the Future. Acta Horticulturae Ner 583:179-186