

DISEÑO Y MANEJO DE LOS AGROECOSISTEMAS DE BASE AGROECOLÓGICA

Diseño de cultivos de batata y maíz en consociación como herramienta de diversificación productiva en pequeñas explotaciones agrícolas.

Ullé, Jorge.¹

REDAE ; INTA San Pedro; ; ulle.jorge@inta.gob.ar

Resumen

La diversificación productiva y ecológica son requisitos básicos en los sistemas agroecológicos. Los productores familiares necesitan disponer formas y diseños de cultivos alternativos, que optimicen su diversidad productiva; las pequeñas superficies de laboreo y los rendimientos agronómicos. El objetivo del trabajo fue analizar en un experimento de los años 2011 a 2018 (EEA INTA San Pedro), el comportamiento del cultivo de batata *cv Arapey*, el de maíces criollos; variedades INTA e híbridos no OGM y leguminosas, en diferentes formas de consorcio. El rendimiento en batata y maíz fueron expresados como porcentaje del monocultivo y a su vez se calculó el Índice Equivalente Área. Se corroboró una mayor plasticidad en la consociación de batata, sin afectar su potencial de rendimiento comparada con maíz. Los maíces criollos y variedades de INTA se adaptaron bien al consorcio con leguminosas (*Canavalia ensiformis*), pero en relación a batata presentaron menores rendimientos que en el monocultivo.

Palabras-claves: diversificación productiva; prácticas agroecológicas; cultivos consociados.

Abstract

Productive and ecological diversification are basic requirements in agroecological systems. Family farmers need to have forms and designs of alternative crops that optimize their productive diversity; the small tillage areas and the agronomic yields. The objective of the work was to analyze in an trials of the years 2011 to 2018 (EEA INTA San Pedro), the behavior of the cultivation of sweet potato *cv Arapey*, that of native corn ; INTA varieties and non-GMO hybrids and legumes, in different forms of consortium. The yield in sweet potato and maize were expressed as a percentage of the monoculture and in turn the Equivalent Area Index was calculated. Greater plasticity was confirmed in the sweet potato consociation, without affecting its yield potential compared to corn. The native maize and INTA varieties adapted well to the consortium with legumes (*Canavalia ensiformis*), but in relation to sweet potatoes they presented lower yields than in monoculture.

Keywords: crop diversification; agroecological practices; intercropping

Introducción

La diversificación productiva y ecológica son dos requisitos básicos para el establecimiento de sistemas agroecológicos que puedan permanecer en el tiempo. La batata (*Ipomoea batatas* (L.) es un cultivo importante en las economías regionales de Argentina como en el NEA y NOA, debido a su gran capacidad de producción de raíces por unidad de área, su gran valor nutritivo

y a su vez su cultivo por muchos agricultores familiares. En Argentina se plantan unas 23.600 has (4) y esta amplia distribución del cultivo se efectúa en variados tipos de suelos que abarcan desde el norte de Formosa, hasta los 33° de latitud sur. En esta distribución geográfica, prevalecen distintos sistemas de rotaciones y antecesores de acuerdo a la escala de producción, tecnologías y mecanización utilizadas por los agricultores en cada ecoregión. En Brasil su cultivo, es realizado por muchos agricultores familiares en combinación con abonos verdes de especies leguminosas (3). En nuestro país se encontró que la adopción de prácticas adecuadas tales como cultivos de cobertura de invierno como avena, pueden exacerbar los beneficios de la simbiosis gracias al mantenimiento de propágulos infectivos de micorrizas capaces de colonizar las raíces de batata luego del trasplante (5). También (7) concluyó que para la región norte de Bs As, los mejores antecesores de batata fueron gramíneas como Maíz, o consociación gramíneas y leguminosas. Otro (8) observó que los biotipos de maíces criollos solos o en consorcio con leguminosas ej. Poroto sable (*Canavalia* sp), favorecieron conjuntamente una alta actividad enzimática en suelos con antecesores como maíz, pero destacó que los diseños de cultivos y sistemas radiculares en consorcio, también favorecieron la propagación y desarrollo de hongos micorrízicos nativos del suelo. La batata también puede adaptarse a diferentes formas de cultivo en hileras y consorcios con otros cultivos, reduciendo la incidencia de plagas de umbral económico y aprovechando diferentes condiciones climáticas, para manejar la fertilidad del suelo. Según (6) la batata es utilizada en diferentes sistemas de rotaciones con otros cultivos y se intercala en diferentes partes del mundo como taro, ñame, mandioca, tomate, poroto, maíz. En China, es rotada con trigo, cultivándola en verano cuando las lluvias no son suficientes para trigo. En Taiwán la batata es parte de un sistema de rotaciones con arroz, caña de azúcar y maní o soja. En India el cultivo de batata entre dos ciclos de arroz contribuye a reducir la infestación del taladrillo de la batata (*Cylas formicarius*), la plaga insectil más importante de la batata a nivel mundial. En Nigeria se determinó que la rotación con poroto mucuna (*Mucuna spp.*) aumentaba el rendimiento de batata luego de dos ciclos de mucuna. También principalmente en pequeños productores, es posible mediante cultivos intercalados aumentar la productividad y la rentabilidad, por unidad de área, aunque el rendimiento de los cultivos individuales pueda bajar, comparado con el que se obtiene cultivándolos solos. Sin embargo en diversas partes del mundo, especialmente en África, Latinoamérica y el Sudeste asiático, es común el cultivo de batata intercalado con otras especies. Estos productores necesitan disponer en el tiempo y espacio de formas y diseños de cultivos alternativos, que optimicen su diversidad productiva; las pequeñas superficies de laboreo y los rendimientos agroméricos. El análisis en términos de Índice Equivalente Área (IEA), interpreta mejor el rendimiento del cultivo consociado de a pares y la ocupación efectiva de terreno que pueden realizar pequeños agricultores como estrategia de diversificación productiva. El objetivo del trabajo fue analizar, el comportamiento agronómico de diferentes formas de consorcios de cultivos de maíz, batata y leguminosas, a través de los rendimientos por ha y la distribución de superficies mediante el Índice Equivalente Área (IEA) de cada uno de los consorcios de cultivos.

Metodología

En un ensayo de largo plazo ubicado en la EEA INTA San Pedro en el ciclo agrícola 2011-2018, con diferentes cultivos antecesores y consociaciones, fueron analizados aquellos tratamientos de batata en consorcio con maíz y leguminosas como Poroto sable (*Canavalia*). Los suelos correspondientes fueron de la serie Ramallo (Ra), y el experimento tuvo un diseño estadístico en bloques al azar, con tres repeticiones. En los años 2012-2014 hubo 3 variedades de maíces criollos; cv. *Blanco Duro* (**MZBduro**), cv. *Caiano* (**MZCaiano**), cv. *Azteca* (**MZAzteca**), y un monocultivo de batata cv. *Arapey* (**batmono**). Los consorcios fueron de batata-cv. *Blanco Duro* (**batMZBdu**), batata-cv. *Caiano* (**batMZcai**), batata-*Canavalia ensiformis* (**bat-canav**), y *Canavalia ensiformis* maíz cv. *Blanco Duro*, y cv. *Caiano* (**MZBdcana**) (**MZCaican**). En los años 2015-2016, fueron incorporadas en remplazo de los cultivares de maíces criollos, las variedades INTA de maíz, *Leales* y *Pitagua*, solas y en consorcio con batata

(**bataLeales**) (**bataPitagua**).. En 2017-2018, en remplazo de las dos variedades de maíz INTA, fueron incorporados los híbridos de maíz Rusticana Seed no OGM NT426 y NT 525, en monocultivo y en consorcio de maíz con batata (**batMZNT426**) (**batNT525**). En cada parcela de 100 m², se cosecharon y registraron los rendimientos (ha) de los tratamientos de maíz; **MZBduro**, **MZCaiano**, **MZAzteca**; **Leales**; **Pitagua**, **NT 426**; **NT 525**, y de batatas *cv Arapey*, solos en monocultivo (**batmono**) o en consorcio mutuo de ambos cultivos. Luego con los rendimientos individuales de los trataminetos con maíz y batata en monocultivo o en consorcio mutuo, fue determinado el porcentaje del rendimiento de las formas en consorcio, respecto del monocultivo. Posteriormente con estos datos fue determinado el Índice Equivalente Area (IEA) integrando la suma de los dos porcentajes de cada tratamiento. Uno fue el rendimiento del maíz con batata, con relación a su monocultivo. Otro fue el de batata en consorcio con relación a su monocultivo (9). Para cada combinación fue determinado el IEA de maíces criollos (sistema 1 y 2) , variedades INTA (sistema 4 y 5), híbridos no OGM (sistema 6 y 7) y Canavalia (sistema 3) . Para la elección de los sistemas mas aconsejables y transferibles a productores fueron seleccionados valores superiores de IEA a 1, 5 ya que en general el valor 1, puede subestimar o sobrestimar la relación de uno u otro de los consorcios respecto su monocultivo. Sin embargo valores de IEA mayores o igual a 1, 5 en general son uniformes y no enmascaran a ninguno de los consorcios respecto cada uno de los monocultivos (9). Los procedimientos estadísticos utilizados en la evaluación de resultados fueron modelos ANOVA no paramétricos y gráficos boxplot.

Resultados y discusion

En la **Tabla 1** se observa la variable, porcentaje del rendimiento de cada consociación, batata-maíz y viceversa respecto de ambos cultivos en monocultivo. Los rendimientos de batata (**prefijo bata**) no se vieron afectados por el consorcio junto a maíz en consociaciones junto a variedades INTA, algunos *cv* criollos y leguminosas *Canavalia* . Estos fueron superiores en un 36% (consorcio con **Leales** INTA), 56% (consorcio con **Pitagua** INTA) 14% (consorcio con **cv Blanco Duro**) y 16% (consorcio con **Canavalia ensiformis**) respecto del monocultivo batata solo. Sin embargo en otros trataminetos la consociación de batata junto a otros *cv* criollos fue 20% inferior (**batMZcai**) y tambien en híbridos no OGM fue 35% (**batMZNT426**), 39% (**batNT525**) menor respecto del monocultivo. Los rendimientos de maíces (**prefijo MZ**) fueron 47% superiores en asociación junto a *Canavalia ensiformis* en *cv* criollos (**MZBdcana**), pero en el resto de los tratamientos los rendiminetos junto batata disminuyeron entre 8% y 58% respecto del monocultivo. Otros autores han reportado casos de rendimientos de batata menor, igual o mayores al intercalarla con otros cultivos. Determinaron que el intercalado de maíz con batata no disminuyó el rendimiento de ninguno de los dos cultivos (1). Sin embargo aquí se demuestra, una tendencia general a corroborar una mayor plasticidad en la consociación por parte del cultivo de batata, sin afectar su potencial de rendimiento en relación al maíz e incluso un mayor rendimiento en consorcio. Esto tal vez, es debido a la combinación de diferentes estratos de canopeos, a los distintos requerimientos nutricionales y a los distintos momentos críticos de competencia frente a malezas, que en cada cultivo es diferente. La batata es rústica, de bajos requerimientos nutricionales y no presenta respuesta a nutrientes como nitrógeno y fosforo. La batata por su plasticidad y adaptación a diferentes ambientes es un cultivo rústico, poco exigente en términos de exportación de macronutrientes. Otros factores de manejo agronómico y la fertilidad natural del suelo demostraron mayor influencia en la producción de batata que la fertilización química (2). Aquí durante los 8 años de duración del experimento nunca se realizó ningún tipo de aporte externo de elementos minerales. Sin embargo durante este período las mejores respuestas de rendimientos estuvieron asociadas en forma directa, a factores de manejo como, calidad del suelo, antecesores, micorrización (5, 7, 8). Por el contrario el maíz presenta alta respuesta al nitrógeno orgánico e inorgánico y otros nutrientes. Incluso la consociación con leguminosas, es una práctica agronómica altamente utilizada por pequeños agricultores, lo cual quedo evidenciado aquí en el consorcio con **Canavalia ensiformis**. En la

Fig 1 se observa que los valores de IEA superiores o igual a 1,5 establecidos como óptimos, son los que corresponden a los sistemas de consorcios de los cv de maíces criollos, sistema 1 (**batMZBdu + MZBdubata**) leguminosas Canavalia, sistema 3 (**MZBdcana+ batcanav**), y variedades INTA sistema 4 y 5 (**bataPitagua + MZPitagbata**) (**bataLeales + MzLealesbat**) . Estos fueron superiores en IEA que los sistemas 6 y 7 con maíces no OGM (**batMZNT426 + MZNT426bat**) . De esta forma queda demostrado, que cuando se adoptan sistemas de manejo de cultivo en consorcio, no debe unicamente considerarse la variable porcentaje de rendimiento respecto del monocultivo de cada uno aisladamente. Sino tambien el valor de IEA, ya que expresa para un mismo consorcio, un valor de ponderación teniendo en cuenta ambos cultivos.

Tabla 1: Rendimientos de cultivos de batata, maíz, de diferentes tratamientos en consociación expresados como porcentaje del monocultivo de cada uno respectivamente.

Tratamientos	Relación rendimiento / monocultivo	% incremento o disminución
bataLeales	1,36	+ 36
bataPitagua	1,56	+ 56
batcanav	1,17	+ 17
batMZBdu	1,14	+ 14
MZBdcana	1,47	+47
MZNT426bat	0,92	- 8
batMZcai	0,80	- 20
batMZNT426	0,65	- 35
batNT525	0,61	- 39
MZBdubata	0,82	- 18
MZcaibata	0,59	- 41
MZCaican	0,80	- 20
MzLealesbat	0,42	- 58
MZPitagbata	0,44	- 56
MZNT525bat	0,68	- 32

Prefijos expresan: bata (rendimiento de batata) MZ (rendimiento de maíz)

Conclusiones

Fue posible establecer y validar diseños bajo formas de cultivo de manejo agroecológico de batata en consociación con maíz y leguminosas y viceversa, como respuesta a la demanda del incremento de la diversidad productiva. Dos factores fueron muy importantes a tener en cuenta con este objetivo. Por un lado el análisis de las mejores consorcios, como ej. batata, que aún en formas consociadas no disminuyó su potencial de rendimientos. Por otro, fue posible determinar aquellos cultivares de maíz , ej Criollos y var. INTA que mejor se adaptaron a la asociación sin grandes pérdidas de producción. La integración del Índice de Equivalente Area permitió seleccionar las mejores sistemas de consociación, que no afectaron los rendimientos y optimizaron el cultivo en pequeñas superficies.

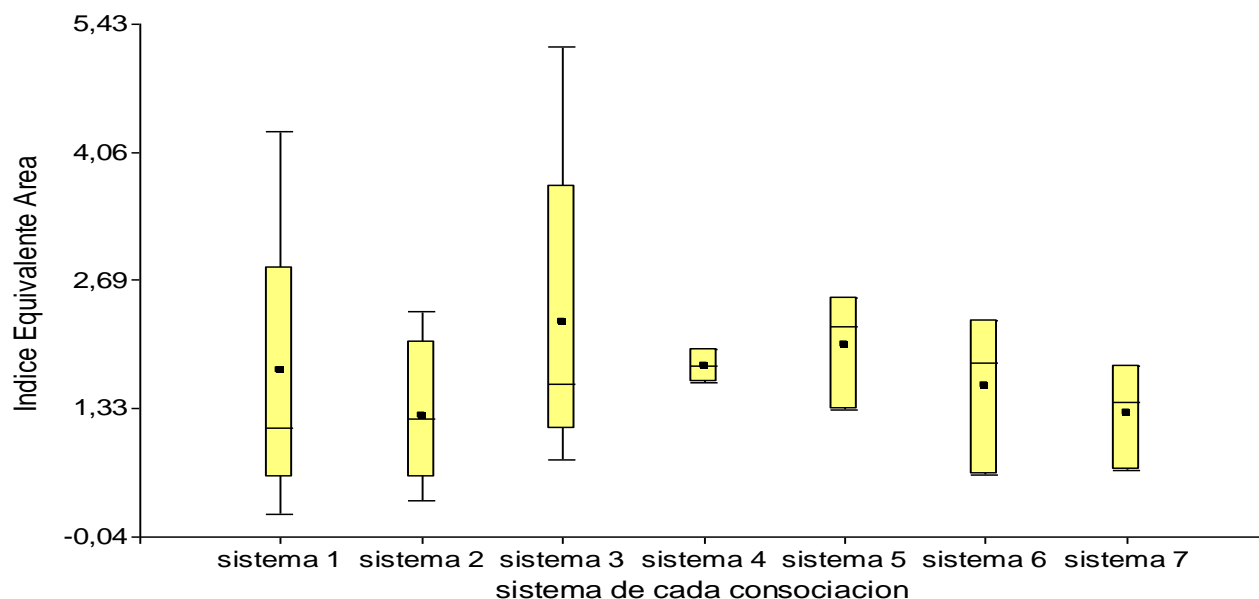


Fig1. Gráfico Boxplot expresando los IEA de cada una de los consorcios de batata con maíces criollos, variedades INTA, híbridos no OGM y leguminosas.

Referencias bibliográficas

1. BYAMUKAMA E., GIBSON R.W., MPEMBE I., KAYONGO J., MWANGA R.O.M. 2007. Effect of shade and intercropping in the management of sweetpotato virus disease in Uganda. Proceedings of the 13th ISTRC Symposium 233-239.
2. CAMARGO Pais de 1951. Adubação da batata doce em São Paulo. Parte I. Efeito da adubação mineral. *Bragantia* vol. 11, nos 1-3: 55-79.
3. ESPÍNDOLA, J.A., 1996 Influência da adubação verde sobre a simbose micorrizica e produção de batata-doce. Rio de Janeiro. UFRRJ. IA. 73 p. Dissertação mestrado.
4. FAO 2017 , <http://www.fao.org/faostat/es/?#data/QC>
5. FAGGIOLI, V. S., ULLE, J.A., MARTI, H. R. , ORTIZ, J. 2017 Las micorrizas contribuyen a la nutrición fosforada de batata incluso en suelos bien provistos de P. In: VI Congresso Latino-Americano de Agroecología, X Congresso Brasileiro de Agroecología e V Seminário de Agroecología do Distrito Federal. 12 al 15 SEPT Brasilia: <http://agroecologia2017.com/apresentacao-de-trabalhos>
6. NEDUNCHEZHIAN M, JATA S. K., AND BYJU K. 2012. Sweet potato-based cropping systems. *Fruit Vegetable and Cereal Science and Biotechnology* 6 (Special Issue 1):11-16.
7. ORTIZ, J; FAGGIOLI V.S, ULLE, J.A., MARTI, H.R. 2016. Propiedades microbiológicas de suelo Argiudol bajo cultivo de batata, relación con el monocultivo y distintos antecesores. XV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo 2016, 27 junio al 01 julio. Universidad Nacional de Rio Cuarto.
8. ULLÉ, J.; FAGGIOLI, V.S; MARTI, H.R.; AOLITA, F Propiedades biológicas de suelos Argiudoles y su relación con la producción de batata cv Arapey bajo distintos antecesores en consorcio y monocultivo. 2015 In: MEMORIAS DEL V CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGROECOLOGÍA. Archivo Digital: A1-429 descarga y online ISBN 978-950-34-1265-7, <http://memoriasocla.agro.unlp.edu.ar/> 7 al 9 OCT 2015 La Plata.
9. VIEIRA C. 1985. O feijao em cultivos consorciados. Universidade Federal Viçosa UFV). 134 p. Viçosa. Minas Gerais. Brasil