



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Evaluación del policultivo maíz, poroto y boniato

Evaluation of maize, cowpea and sweet potato polyculture

AGUIRRE, Sergio¹; GALVÁN, Guillermo²

¹Universidad de la República (UdelaR), saguirre@unorte.edu.uy;

²Universidad de la República (UdelaR), ggalvanv@gmail.com

Tema Gerador: Manejo de Agroecossistemas e Agricultura Orgânica

Resumen

Enfocado en el rediseño de los agroecosistemas hortícolas en Salto, este trabajo tuvo como objetivo evaluar los potenciales beneficios del policultivo de maíz (*Zea mays* L.), poroto Tape (*Vigna unguiculata* L.) y boniato (*Ipomoea batatas* L.). El ensayo fue realizado con un productor en su predio en dos años sucesivos. Se evaluaron cada especie en monocultivo y el policultivo de las tres especies, con un diseño de tres bloques completos al azar. En el primer año se lograron rendimientos de maíz (5411 y 12049 kg/ha en poli y monocultivo respectivamente), poroto tape (1467 y 2439 kg/ha en poli y monocultivo respectivamente) y boniato (16125 kg/ha), superiores a los promedios de la zona. El policultivo tuvo un UET superior a 1 y un ingreso bruto 11,5% superior al de los monocultivos. En el segundo año los rendimientos fueron menores, pero el policultivo obtuvo un UET superior a 1.

Palabras clave: cultivo consociado, *Ipomoea batatas*, *Vigna unguiculata*, *Zea mays*.

Abstract

Focused on the redesign of horticultural agro-ecosystems in Salto, this study aimed at evaluating the potential benefits of polyculture of maize (*Zea mays* L.), cowpea or “tape” beans (*Vigna unguiculata* L.) and sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). The test was conducted with a producer on his farm in two successive years. Each species in monoculture and a polyculture of the three crops were evaluated, in a three complete randomized blocks design. In the first year yields for maize (5411 and 12049 kg/ha in poly and monoculture respectively), “tape” beans (1467 and 2439 kg/ha in poly and monoculture respectively) and sweet potato (16125 kg/ha) were higher than the average for the area. LER was above 1.0 for polyculture, and gross income was 11.5% higher than that of monocultures. The crop yields were lower for the second year, but polyculture had LER above 1.0.

Keywords: intercropping, *Ipomoea batatas*, *Vigna unguiculata*, *Zea mays*

Introducción

Dentro de los policultivos estivales, en las combinaciones de maíz (*Zea mays* L.) con distintas leguminosas (*Vigna unguiculata* entre otras) y boniato (*Ipomoea batatas*) hay múltiples interacciones positivas. El maíz mejora las condiciones para el crecimiento de los cultivos intercalados, al reducir la incidencia de la radiación solar, atenuar los vientos y la temperatura, y aumentar la humedad relativa (Vázquez, 2011). También se ha constatado una menor ocurrencia de *Spodoptera frugiperda* en el maíz, reducción en



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



la incidencia de *Cylas formicarius* en el boniato y de *Empoasca kraemeri* en los frijoles. La reducción del daño provocado por estas plagas estuvo relacionada al incremento de las poblaciones de sus enemigos naturales (Vázquez, 2011).

Junto al maíz el frijol tiene mayor competencia por los nutrientes del suelo, y como consecuencia nodula más. Esos nódulos son más activos para fijar nitrógeno (Boucher y Espinosa, 1982), el cual estaría parcialmente disponible para el maíz, a través de las micorrizas de ambas especies (Bethlenfalvay et al., 1991). Además el policultivo aumenta la radiación interceptada, genera una biomasa mayor que en monocultivos, disminuye la erosión del suelo y el crecimiento de malezas (Eskandari y Kazemi 2011).

En las condiciones de horticultores de Salto (Uruguay), el trabajo tuvo como objetivo evaluar los potenciales beneficios del policultivo de maíz, poroto Tape y boniato, comparado con los monocultivos de las tres especies.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó mediante investigación participativa, durante dos años sucesivos, en un predio familiar con un manejo orgánico. El suelo era un Argisol con un horizonte A arenoso-franco de 30 a 40 cm. La temperatura media mensual durante ambos años en el ensayo fue similar: 24 °C con medias mínimas de 15 °C y máximas de 29 °C. La precipitación mensual promedio fue de 132 mm, con déficits hídricos en diciembre y enero (primer año) y en febrero y marzo (segundo año).

El área del ensayo fue de 270 m², en 5 canteros de 35 m divididos en 3 bloques completos al azar con 4 repeticiones. Cada parcela tuvo 4 x 4,5 m, con 1 m de espacio entre parcelas. Los tratamientos evaluados fueron el policultivo maíz-poroto-boniato, y maíz, poroto y boniato en monocultivo. En el primer año se sembró el 24/12/2013, con las variedades “Diente de caballo” (maíz), “Tape” (poroto) y “Cuabé” (boniato). Para separar las parcelas, se sembró poroto de cerdo (*Canavalia ensiformis*). En el maíz y el poroto, la densidad fue de 44.444 pl/ha en monocultivo y 22.222 pl/ha en policultivos (27 y 13 pl/parcela respectivamente). En el boniato 22.222 pl/ha en monocultivo y 7.407 pl/ha en policultivo (13 pl/parcela).

Se regó en las primeras semanas, de acuerdo con las necesidades estimadas por el productor, hasta mediados de enero cuando se suspendió el riego por lluvias regulares. En la tercera semana se controló manualmente las malezas sobre los canteros, dejando crecer la vegetación espontánea en los caminos. Previo a la siembra se aplicó estiércol de vaca fermentado (63 t/ha) y se complementó con cuatro aplicaciones, sobre el follaje de biofertilizante diluido al 5% en agua.



A los 60 días de la siembra, se evaluó el ataque de plagas. En el maíz y el poroto se estimó el porcentaje de plantas dañadas por parcela. En el boniato se estimó el porcentaje de área foliar consumida por insectos, en tres puntos al azar de cada parcela sobre un área de 0,25 m². A los 93 días se cosecharon tres plantas al azar de maíz y poroto en cada parcela. Se estimó biomasa total (kg/ha) y rendimiento de productos cosechables (kg/ha). Se tomaron muestras de planta y grano para analizar: materia seca (MS), cenizas (C), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y lignina detergente ácido (LIA). Se sacaron muestras de suelo de los canteros con maíz y/o poroto, y se evaluó pH, materia orgánica (%), fósforo, potasio y calcio.

El 15/4 se cosechó maíz y poroto de sus parcelas y se estimó el rendimiento total de productos cosechables (choclos y porotos en kg/ha) y el Uso Equivalente de la Tierra (UET). Por error del productor, los rendimientos de boniato del policultivo y monocultivo no fueron evaluados separadamente. Se consideró el rendimiento promedio de las dos fechas de cosecha para estimar y comparar el ingreso bruto por unidad de superficie, con base en los precios en el mercado convencional en ese momento.

En el segundo año se sembró el 19/12/2014, se utilizaron los mismos tratamientos, variedades y densidades de siembra, pero el tamaño de parcela fue el doble (8 x 4,5 m), y se dejaron tres metros sin cultivar entre los bloques. Ese año no se fertilizó. Para estimar el rendimiento se tomaron al azar dos subparcelas de dos metros lineales en cada parcela. Esas subparcelas se cosecharon en el boniato el 6/3/2015, y los choclos y porotos de acuerdo a su grado de madurez (el 6, 13 y 20 de marzo). Se pesó también la biomasa aérea residual (tallos y hojas).

La incidencia de problemas sanitarios se evaluó a través del Test paramétrico de hipótesis de diferencia de proporciones (o test Z). La evaluación de la productividad se trabajó con un Diseño de Bloques Completos (DBCA), y como el efecto de los bloques no resultó significativo se ajustaron los modelos a través de un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA). Para analizar los datos se utilizó el software SPSS (Statistical Package from Social Science).

Resultados y discusión

En el **primer año**, el maíz presentó daños de lagarta (*Spodoptera frugiperda*) en el 34% de las plantas en policultivo y en el 43% de las plantas en monocultivo. Esta diferencia sólo fue significativa en el bloque 3 ($p=0,049$), donde también se observaron pulgones en varias plantas de poroto posiblemente por excesos de N. En boniato se observó menos del 10% de defoliación debida a insectos pero no se observaron diferencias



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



significativas. Los suelos presentaron valores de pH, materia orgánica y nutrientes (en especial fósforo) por encima de los suelos de la región. Esto se debe a que el productor aplicaba más de 100 ton/ha/año de estiércol de su ganado y acumulaba el abono en el bloque 3 para luego distribuir al resto del área.

En la primera cosecha, los choclos estaban en estado de grano lechoso y los porotos culminaban el llenado de granos. En biomasa aérea rindió proporcionalmente más el policultivo (48780 kg/ha de maíz y poroto) que los monocultivos (41590 y 37500 kg/ha respectivamente), con un UET de 1,24. En los productos cosechables se encontró un UET de 1,16, a pesar de la mayor productividad de los monocultivos separados (tabla 1). Estos Resultados fueron relativamente similares a los obtenidos en Brasil por Veiga Silva (2008), quien halló valores de UET de 1,16 y 1,39, en productos cosechables y biomasa aérea residual.

En el segundo momento de cosecha, por la pérdida del contenido de humedad en el grano debido al avance en la madurez, el rendimiento del poroto tape se redujo con respecto a la primera fecha (tabla 1). Se mantuvo la tendencia y relación favorable para el policultivo (0,60). En el maíz hubo una caída en el rendimiento por la misma causa y disminuyó la relación de rendimientos del policultivo con el del monocultivo (0,45). Este valor explica la caída del UET en este momento de cosecha, que aunque fue superior a 1 (1,05), las ventajas del policultivo fueron menos evidentes. A pesar de las diferencias en productividad y en el UET (tabla 1) no se detectaron diferencias significativas, probablemente por el bajo tamaño de muestra y la ausencia de repeticiones (un solo dato de rendimiento por parcela en cada bloque). El boniato tuvo un rendimiento medio de 16.125 kg/ha entre el monocultivo y el policultivo. El boniato y el maíz tuvieron un rendimiento superior al promedio de la zona norte del Uruguay en el mismo año: 14.500 kg/ha el boniato y 5.200 kg/ha el maíz dulce (DIEA 2014). El rendimiento del poroto fue superior al de varios ensayos reportados en el país por Arboleya y Ubilla (1994), que rindieron de 450 a 3810 kg/ha según variedad, con manejo convencional de agroquímicos.



Tabla 1: Rendimiento promedio estimado de productos cosechables (choclos de maíz y granos de poroto), relación (rendimiento policultivo/rendimiento monocultivo de cada especie), y Uso Equivalente de la Tierra (UET), en dos momentos de cosecha.

	Primera cosecha (29/3/2014)			Segunda cosecha (15/4/2014)		
	Choclos y Granos (kg/ha)	Relación	UET	Choclos y Granos (kg/ha)	Relación	UET
Maíz (P)	9664	0,55	1,16	5411	0,45	1,05
Maíz (M)	17723			12049		
Poroto (P)	2301	1467				
Poroto (M)	3748	0,61	2439	0,60		

UET: de Choclos y Granos del policultivo maíz/poroto, sin considerar el boniato.

En el análisis químico de las muestras de planta y granos no se encontraron diferencias significativas, con algunas tendencias resaltables: 1) se encontró menor porcentaje de fibra y materia seca en los granos de maíz y poroto en el policultivo, que podría indicar un retraso del ciclo reproductivo en esas condiciones de reducción de la incidencia de la radiación solar, menor temperatura y velocidad del viento, y aumento de la humedad relativa (Vázquez 2011). 2) Las plantas de poroto tuvieron 2,5% más proteína en el policultivo, que podría deberse (Boucher y Espinosa 1982) a una mayor eficiencia de la FBN en esas condiciones.

Con los precios promedio de choclo y poroto tape (15 \$/kg y 71 \$/kg) y el rendimiento promedio de las dos fechas de cosecha, se comparó el ingreso bruto de ambos productos en monocultivo y policultivo. Se estimaron 218.827 \$/ha (9.947 US\$) con el maíz en monocultivo, 219.638 \$/ha (9.983 US\$) con el poroto en monocultivo y 244.566 \$/ha (11.117 US\$) con el policultivo de ambos. El policultivo obtendría así un ingreso bruto por hectárea 11,5% superior.

Segundo año

Los rendimientos (tabla 2) fueron notoriamente inferiores a los del primer año.



Tabla 2: Rendimiento promedio de choclos de maíz, granos de poroto y raíces de boniato (P. cosechables), biomasa aérea, Relación (rendimiento policultivo/rendimiento monocultivo), y Uso Equivalente de la Tierra (UET), cosecha marzo de 2015.

	P. cosecha- bles (kg/ha)	Relación	UET (1)	Biomasa aé- rea (kg/ha)	Relación	UET (2)
Maíz (P)	2819			12834		
Maíz (M)	6674	0,42		22592		
Poroto (P)	452			Junto a maíz	0,67	
Poroto (M)	1408	0,32	1,16	15520		1,26
Boniato (P)	5421			14307		
Boniato (M)	13044	0,41		24490	0,58	

UET(1): de choclos, granos y raíces, UET(2): de biomasa residual.

Este resultado pudo deberse a la ausencia de fertilización en el segundo año y, en el caso del boniato, a que su ciclo de crecimiento fue 45 días más corto. El resultado del UET en los productos cosechables (1,16), aunque sin diferencias significativas, reiteró la tendencia ventajosa del policultivo sobre el monocultivo. En cuanto al UET de la biomasa residual, el valor de 1,26 señala una ventaja más clara del policultivo, en este caso con diferencias significativas (test Chi-cuadrado, $p < 0.001$).

Conclusiones

Con un manejo agroecológico en el primer año se lograron rendimientos superiores a los promedios de la zona y del país. El tamaño de parcela y la cercanía entre parcelas pueden haber influido en el resultado positivo del UET, en la primera cosecha del primer año de maíz y poroto en policultivo, mientras que esa ventaja se atenuó en la segunda fecha. Además, la alta fertilidad del suelo en el ensayo (incluyendo el nitrógeno), posiblemente atenúe los efectos de FBN y facilitación entre el maíz y leguminosas en policultivo.

El comportamiento sanitario relativamente similar entre policultivo y monocultivo, podría explicarse por la poca distancia entre parcelas y el efecto de la vegetación espontánea como barrera biológica y/o refugio de enemigos naturales. De acuerdo con Smith y McSorley (2000), toda el área del ensayo puede haber funcionado como un gran policultivo, lo que ejercería efectos sanitarios benéficos generales.

El policultivo generó un ingreso bruto superior, al cual se debería agregar el excedente de biomasa con alto valor económico en estos sistemas hortícola-ganaderos. En el segundo año, el mejor desempeño del policultivo se expresó también en esa biomasa



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



aérea residual, apreciada en el sistema productivo como alimento para el ganado y abono verde. Estos Resultados abren un camino promisorio para la implementación de este policultivo, con diseños más biodiversos e integrados dentro de los sistemas productivos familiares de esta zona de Uruguay.

Referencias bibliográficas

ARBOLEYA, J.; UBILLA J. 1994. Evaluación de variedades de poroto. INIA, Serie Técnica N° 46, Uruguay. 28p.

BOUCHER D.; ESPINOSA J. 1982. Cropping system and growth and nodulation responses of beans to nitrogen in Tabasco, Mexico. *Tropical Agriculture*, Vol. 59, n°4: 279-282

BETHLENFALVAY, G.; REYES-SOLIS, M.; CAMEL, S; FERRERA-CERRATO, R. 1991. Nutrient transfer between the root zones of soybean and maize plants connected by a common mycorrhizal mycelium. - *Physiol. Plant.* 82: 423-432

ESKANDARI, H.; KAZEMI, K. Weed Control in Maize-Cowpea Intercropping System Related to Environmental Resources Consumption. *Notulae Scientia Biologicae*, 2011. Vol. 3(1):57-60

ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS (DIEA). 2014. Resultados de la Encuesta Hortícola "Litoral Norte 2014". 4p.

SMITH H, MCSORLEY R. 2000. Intercropping and pest management: a review of major concepts. *American entomologist*. Vol. 46, n° 3: 154-161

VÁZQUEZ, L. L. 2011. Supresión de poblaciones de plagas en la finca mediante prácticas agroecológicas. Preguntas y respuestas para facilitar el manejo sostenible de tierras. INISAV-CIGEA-FAO-GEF-PNUD. 233p.

VEIGA SILVA, J. C. B. 2008. Avaliação do desempenho de mono e policultivos orgânicos no rendimento das culturas e nos aspectos operacional e econômico. Mestre em Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. 99p.