

Nota de Investigación

DENSIDAD DE PLANTACIÓN DE PAPAYA-PLÁTANO INTERCALADO Y SU EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO DE FRUTOS^{1,2}

*Astrid Racancoj-Coyoy³, Elide Valencia-Chin⁴, Rebecca Tirado-Corbalá⁵
y Angela Linares-Ramírez⁶*

J. Agric. Univ. P.R. 102(1-2):101-106 (2018)

En países de Latinoamérica, así como en otros países en vías de desarrollo, mejorar la producción agrícola es una meta inmediata para evitar la escasez de alimento y contribuir al mejoramiento de la vida rural. La producción bajo el sistema de cultivos intercalados busca maximizar los rendimientos de dos o más cultivos que crecen de forma simultánea en la misma área de producción (Hauggaard et al., 2003; Maruchi et al., 2008). La siembra en sistemas de cultivos intercalados presenta ventajas con relación a los monocultivos: aumenta la interacción interespecífica de crecimiento, promueve la absorción de nutrientes, mejora el control de malezas, aumenta la diversificación de los productos, disminuye las plagas y permite aumentar la rentabilidad del sistema (Olubode et al., 2012). La presente investigación evaluó dos densidades de siembra de papaya 'Red Lady' bajo el sistema de cultivo intercalado con plátano (*Musa acuminata* × *M. balbisiana* AAB) para determinar el rendimiento de frutos y el índice de uso equivalente de terreno (UET).

El experimento se estableció en diciembre del año 2016 en la Subestación Experimental Agrícola de Isabela de la Universidad de Puerto Rico. El suelo del predio experimental pertenece al orden Oxisol, serie Coto (muy fino, caolínico, isohipertérmico Típico Hapludox) (Muñoz et al., 2018) con un pH de 5.83 y una conductividad eléctrica de 462 µS/cm. Las papayas se trasplantaron bajo un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) en parcelas divididas con cuatro repeticiones. La superficie por parcela fue de 156 m² (12 × 13 m), y la superficie total del experimento fue de 728 m². En la parcela completa se tenían las dos densidades de siembra: la siembra en hilera simple con distanciamiento de 2 × 1.40 m y la siembra en doble hilera con distanciamientos de 4 × 1 × 1.40 m. La presencia/ausencia de plátano se asignó a la sub-parcela (Figura 1). Un mes después del trasplante de las papayas se realizó el trasplante manual de los cormos de plátano (clon tipo falso-cuerno Maricongo). Los cormos se sembraron distanciados a

¹Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 22 de mayo de 2018.

²Este trabajo fue financiado por el Instituto Nacional de Alimentos y Agricultura (NIFA, por sus siglas en inglés) del Departamento de Agricultura Federal, Proyecto HATCH 465 de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.

³Exestudiante graduada, Departamento de Ciencias Agroambientales.

⁴Catedrático, Departamento de Ciencias Agroambientales, Box 9000, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, PR 00681. *Autor para correspondencia, Tel.: 787-951-6444, E-mail: elide.valencia@upr.edu

⁵Catedrática Asociada, Departamento de Ciencias Agroambientales.

⁶Catedrática Asociada, Departamento de Ciencias Agroambientales.

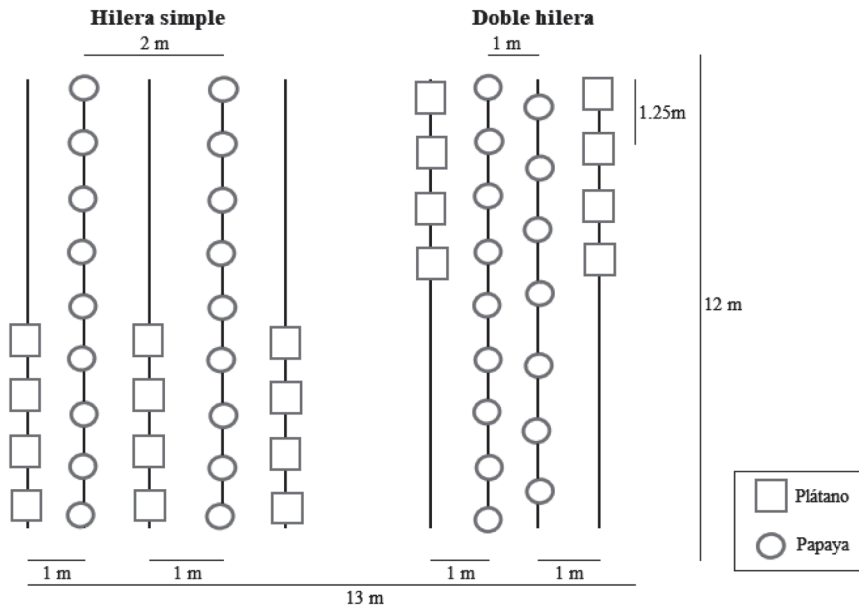


FIGURA 1. Densidad de siembra de papaya 'Red Lady' y plátano intercalado en la Subestación Experimental Agrícola de Isabela, Puerto Rico.

un metro de las hileras de papaya y 1.25 m entre cada uno. En el experimento se utilizó un sistema de riego por goteo.

A las ocho semanas después de trasplantar (SDT) las plantas de papaya, se aplicó Fusilade® DX⁷ a 1.5 L/ha para el control de pasto Johnson (*Sorghum halepense*). Durante el experimento se realizaron cinco controles mecánicos para la limpieza de malezas: a las 8, 12, 25, 31 y 40 SDT. Se aplicó 120 kg/ha de N y 141 kg/ha de K, utilizando sulfato de amonio (21% de N) y sulfato de potasio (45% de K₂O) como fuentes de N y K, respectivamente. Las aplicaciones se realizaron mensualmente, aplicando los fertilizantes en una circunferencia a 20 cm del tallo de las plantas.

Cada seis semanas se tomaron medidas de crecimiento vegetativo (altura y diámetro del tallo) únicamente de las plantas de papaya. Las medidas de altura se evaluaron desde la base de la planta hasta el meristemo apical. En los primeros tres meses el diámetro del tallo se determinó a 10 cm de altura, posteriormente a 30 cm de altura sobre el nivel del suelo.

La primera cosecha se realizó nueve meses después del trasplante una vez los frutos alcanzaron madurez fisiológica (frutos mercadeables que tenían ≥ 7 cm). En el área efectiva de cada unidad experimental se seleccionaron cuatro plantas y se cosecharon todos los frutos que en ese momento tenían un diámetro ≥ 7 cm; se les determinó el diámetro y longitud. Este estudio contemplaba tres cosechas adicionales (cada dos

⁷Los nombres de compañías y de marcas registradas solo se utilizan para proveer información específica y su uso no constituye garantía por parte de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, ni endoso sobre otros productos o equipo que no se mencionan.

CUADRO 1.—*Altura (m) de las plantas de papaya en las diferentes semanas del cultivo según el sistema de siembra, en la Subestación Experimental Agrícola, Isabela, Puerto Rico.*

Sistema de siembra	Semanas después de trasplante					
	6	12	18	24	30	36
	----- m -----					
Monocultivo papaya	0.36	0.45	0.70	1.02	1.21	1.40
Papaya + plátano	0.38	0.51	0.74	1.12	1.43	1.59
Pr >F	0.799	0.601	0.757	0.366	0.066	0.101

semanas) de frutos mercadeables; sin embargo, esto no fue posible debido a que los huracanes Irma y María destruyeron la siembra de papaya y de plátano. El UET parcial de papaya se estableció según la densidad de siembra; se dividió la producción del sistema intercalado (papaya + plátano) entre la producción del monocultivo de papaya. El UET del plátano no se presenta porque al momento de la cosecha de la papaya estas no estaban en producción.

Se utilizó el PROC GLIMMIX del paquete estadístico ‘Statistical Analysis System’, versión 9.4® (SAS, 2009) mediante un análisis de varianza (ANOVA) para el análisis de los datos. Cuando existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) se realizó una separación de medias utilizando los cuadrados mínimos (LSMEANS) ajustados según Tukey. Las variables de crecimiento vegetativo se analizaron bajo un arreglo de medidas repetidas en el tiempo. Los parámetros de producción se analizaron mediante contrastes ortogonales de densidad y sistema de producción.

Para las variables de crecimiento, no se encontró interacción ($p > 0.05$) entre densidad de siembra por sistema de siembra. Entre los sistemas de siembra convencional y siembra intercalada no se encontró diferencia significativa ($p > 0.05$) para altura y diámetro de las plantas (Cuadro 1; Cuadro 2). A las 36 SDT se reportó una altura de 1.40 y 1.59 m para el monocultivo y el sistema intercalado, respectivamente. Estos valores difieren de lo reportado en el estudio realizado en el municipio de Guánica, Puerto Rico, en donde se reportaron valores de 2.83 m de altura a los nueve meses de realizada la siembra de papaya ‘Red Lady’ en sistema de producción de monocultivo con manejo convencional (Figueroa, 2016).

Contrastes ortogonales (hilera simple versus doble hilera) mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en rendimiento y número de frutos (Cuadro 3). La siembra en

CUADRO 2.—*Diámetro (cm) de las plantas de papaya en las diferentes semanas del cultivo según el sistema de siembra, en la Subestación Experimental Agrícola, Isabela, Puerto Rico*

Sistema de siembra	Semanas después de trasplante					
	6	12	18	24	30	36
	----- cm -----					
Monocultivo papaya	0.80	1.24	2.71	4.36	5.51	6.42
Papaya + plátano	0.81	1.39	2.86	5.10	6.46	7.50
Pr >F	0.991	0.850	0.845	0.348	0.231	0.174

CUADRO 3.—Producción de las plantas de papaya según densidad de siembra, en la Subestación Experimental Agrícola, Isabela, Puerto Rico.

Densidad	Por hectárea		Por planta			
	Producción (kg/ha)	No. fruto	Producción (kg)	No. fruto	Largo fruto (cm)	Diámetro fruto (cm)
Hilera simple	63,545 a	57,820 a	17.8 a ¹	16 a	19.1 a	11.3 a
Hilera doble	51,994 b	36,509 b	10.9 b	10 b	18.8 a	11.0 a
Pr >F	<0.001	<0.001	0.033	0.035	0.227	0.802

¹Valores dentro de la misma columna seguidos por letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

hilera doble (4,761 plantas por ha) mostró rendimiento de 51,994 kg/ha (52 toneladas métricas) con un total de 36,509 frutos. Mientras que en hilera simple (3,571 plantas por ha) se obtuvo un rendimiento de 63,545 kg/ha (63 toneladas métricas) y 57,820 frutos. Estos valores de producción son menores a los reportados en estudios realizados en diferentes municipios de la Isla. Estudios con papaya 'Red Lady' bajo manejo convencional en los municipios de Isabela (suelo Oxisol) y Corozal (suelo Ultisol), mostraron rendimientos promedio de 135 ton/ha y 75 ton/ha, respectivamente (Goenaga e Irizarry, 2001). Mientras, Figueroa (2016) reportó un rendimiento promedio de 114 ton/ha en cuatro periodos de cosecha para papaya 'Red Lady' en el municipio de Guánica. La diferencia entre esos valores y los valores de rendimiento recopilados en el presente estudio se atribuye a que únicamente se pudo realizar una cosecha de frutos mercadeables debido a los desastres naturales mencionados anteriormente. Contrastes ortogonales (monocultivo versus sistema intercalado) no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en rendimiento y número de frutos; las plantas de papaya tanto bajo el sistema de cultivo intercalado como en monocultivo muestran una producción neta de 13 frutos (Cuadro 4). La siembra de papaya intercalada con plátano no afectó la cantidad, diámetro ni largo de los frutos.

La siembra de varios cultivos que difieren en altura, desarrollo radicular y requerimientos de luz, permite un uso más eficiente de energía solar, agua y nutrientes (Olubode et al., 2016). En Nigeria, la papaya se cultiva en sistemas intercalados con plantas superiores como palma aceitera (*Elaeis guineensis*), plantas intermedias como cítricos y hortalizas de porte pequeño (Agboola, 2000; Olubode et al., 2012). En este estudio se obtuvo un UET parcial para el cultivo de papaya de 0.93 y 0.89 en hilera simple y doble hilera, respectivamente. La diferencia del UET parcial de papaya entre densidad de siembra es similar a la reportada en el estudio realizado en la Universidad de Ghana, en donde se evaluó el crecimiento y rendimiento de pepino (*Cucumis sativus*) y quimbombó ('okra') (*Abelmoschus esculentus*) cultivados en un sistema intercalado. Ofuso y Limbani (2007) reportaron un UET ligeramente superior para la siembra en hilera simple de 2.4 mientras que en doble hilera fue de 2.2. En los intercultivos la productividad absoluta por área es menor que la producción de los monocultivos, debido a las altas densidades de las plantas. Sin embargo, al realizar una sumatoria de los rendimientos relativos de cada cultivo en los sistemas intercalados siempre hay mayor ventaja económica. En Ibadán, en el sudoeste de Nigeria, plantas de papaya fueron intercaladas con quimbombó ('okra'), sandía (*Citrullus lanatus*) y batata o camote (*Ipomoea batata*). Los UET para papaya intercalada con quimbombó ('okra'), sandía y batata (camote) fueron de 3.86, 3.13, 2.06, respectivamente. Estos resultados indican que todas las combinaciones fueron más ventajosas que el monocultivo de papaya (Olubode et al., 2012).

En conclusión, la siembra en doble hilera no incrementó la producción a pesar de tener más plantas por unidad de área; la producción neta por planta en doble hilera fue menor que en la siembra de hilera simple. La presencia de plantas de plátano no afectó

CUADRO 4.—Producción de las plantas de papaya según sistema de siembra, en la Sub-estación Experimental Agrícola de Isabela, Puerto Rico.

Sistema de siembra	Producción (kg)	No. fruto	Largo fruto (cm)	Diámetro fruto (cm)
Monocultivo	15.0 a	13 a	19.5 a	11.0 a
Papaya + plátano	13.8 a	13 a	18.5 a	11.0 a
Pr >F	0.687	0.64	0.367	0.802

la cantidad, diámetro ni el largo de los frutos de papaya. El UET parcial de la papaya demuestra que es compatible intercalar esta con plátano.

LITERATURA CITADA

- Agboola, A., 2000. Farming System in Nigeria. *En*: Akoroda, M.O.A. (Eds) *Agronomy in Nigeria*, published by University of Ibadan, Nigeria, pp. 24 - 34.
- Figueroa, G., 2016. Integración de leguminosas como cultivo de cobertura en papaya (*Carica papaya*) y plátano (*Musa acuminata x balbisiana*) en dos agro ecosistemas de Puerto Rico. Tesis MSc. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. Mayagüez, Puerto Rico. 88 p.
- Gliessman, S. R., 1998. *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Ann Arbor Press, Michigan.
- Goenaga, R. y H. Irizarry, 2001. Yield and fruit quality of papaya cultivars grown at two locations in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R.* 85: 127-134.
- Hauggaard, N., H. Ambus y P. Jensen, 2003. The comparison of Nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 65: 289-300.
- Maruchi, A., T. Quintana, R. Ramos, E. Armenteros, M. González y D. Rodríguez, 2008. Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. *Agricultura Técnica en México* 34(3): 333-339.
- Muñoz, M. A., W. I. Lugo, C. Santiago, M. Matos, S. Ríos y J. Lugo, 2018. Taxonomic Classification of the Soils of Puerto Rico, 2017. University of Puerto Rico, Mayagüez Campus. College of Agricultural Sciences, Agricultural Experiment Station. San Juan, Puerto Rico. Bulletin 313. 73 p.
- Ofosu, J. y N. Limbani, 2007. Effect of intercropping on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and okra (*Abelmoschus esculentus* L.) Moench. *International Journal of Agriculture & Biology* 9(4): 594-597.
- Olubode, O., I. Aiyelaagbe y J. Bodunde, 2012. Responses of 'Sunrise-solo' pawpaw, okra and cucumber components of pawpaw-based cropping system to time of intercropping. *Scientia Horticulturae* 139: 71-78.
- Olubode, O., O. Motunrayo y I. Olatokunbo, 2016. Influence of environmental factors and production practices on the growth and productivity of pawpaw (*Carica papaya* L.) in south western Nigeria. *Fruits* 71(6): 341-361.
- SAS, 2009. SAS User Guide. Statistical Analysis Institute Inc. Cary, NC.