

RENDIMIENTO EN GRANOS Y EFICIENCIA DE UNA ASOCIACIÓN MAÍZ (*Zea mays*) Y QUINCHONCHO (*Cajanus cajan*) CON O SIN FERTILIZACIÓN

Ana Isabel Quiroz¹ y Douglas Marín²

RESUMEN

Con la finalidad de determinar el rendimiento en granos y la eficiencia de una asociación maíz (CENIAP PB8) y quinchoncho (var. ICPL 87119) se estableció un experimento aditivo con 62.500 plantas/ha del cereal y 50.000 p/ha de la leguminosa, con siembra escalonada y dos niveles de fertilización. El maíz no fue afectado por la competencia con la leguminosa a pesar del retardo de 20 días en su siembra y produjo 6938 y 7665 kg/ha en parcelas de monocultivo no fertilizadas y fertilizadas, respectivamente, mientras que en las asociadas los valores correspondientes fueron 7030 y 7507 kg/ha. Tampoco hubo diferencias significativas en el rendimiento de la leguminosa asociada, aunque el ciclo en este último caso se prolongó por 18 días. El quinchoncho rindió 3437 y 3464 kg/ha en monocultivo no fertilizado y fertilizado, respectivamente, en tanto que en las parcelas asociadas los valores fueron 3064 y 3277 kg/ha. No se detectó efecto significativo por la aplicación del fertilizante. La eficiencia de uso de los recursos por la asociación se estimó mediante los índices de relación de equivalencia de la tierra (RET), relación de equivalencia de área y tiempo (REAT) y la relación de equivalencia de área y cosecha (REAC), que evidenciaron ventajas significativas de las parcelas asociadas respecto a los monocultivos de referencia.

Palabras clave adicionales: Asociación de cultivos, cereales, leguminosas, RET, REAT, REAC

ABSTRACT

Grain yield and efficiency of a maize-pigeon pea intercropping system with and without fertilization

Grain yield and efficiency of a maize-pigeon pea intercropping system were compared in an additive experiment with 62.500 plants/ha sole cropped maize (CENIAP PB8), 50.000 plants/ha sole cropped pigeonpea (ICPL 87119) and 112.500 plants/ha in intercropping plots. Two fertilization levels were applied. Maize was planted 20 days after pigeonpea. Grain yields of maize were 6938 and 7665 kg/ha in not fertilized and fertilized monoculture plots, and 7030 and 7507 kg/ha in not fertilized and fertilized intercropped plots, respectively. No statistical differences were found in pigeonpea, with grain yields of 3437 and 3464 kg/ha in not fertilized and fertilized sole cropped plots, and 3064 and 3277 kg/ha in not fertilized and fertilized intercropped plots. Efficiency indexes land equivalent ratio (LER), area-time equivalency ratio (ATER) and area-harvest equivalency ratio (AHER) showed advantages of intercropping in relation to monocultures.

Additional key words: Intercropping, cereals, legumes, LER, ATER, AHER

INTRODUCCIÓN

Los cultivos asociados representan una forma de incrementar la variedad de productos cosechados por unidad de superficie y son ampliamente utilizada en medios tropicales y subtropicales ya que proporcionan un ingreso adicional al agricultor en la misma unidad de terreno. Entre los beneficios que sustentan el empleo de asociación de cultivos, se encuentra una mayor eficiencia en el uso de los recursos

edáficos y climáticos, así como ventajas relativas a la distribución temporal del trabajo de mantenimiento, en función de los requerimientos particulares de las especies asociadas (Willey, 1979). La combinación de especies con distinto ciclo y diferentes requerimientos hídricos, lumínicos y nutricionales, mejora los rendimientos a través de un mejor uso de los recursos disponibles en tiempo y espacio, aunque el manejo del sistema es más complejo con limitaciones para la mecanización de las labores (Vandermeer,

Recibido: Junio 5, 2002

Aceptado: Marzo 10, 2003

¹ INIA. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. Apdo. 592. Barquisimeto. Venezuela.

² Instituto de Botánica Agrícola. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela (UCV). Apdo. 4379. Maracay. Venezuela.

1992). Otras ventajas de las asociaciones de cultivos relacionadas con la sostenibilidad ecológica y económica de los agroecosistemas son el control de la erosión, la conservación de la humedad y la disminución de la temperatura del suelo (Wahua, 1985), el control de plagas y enfermedades (Emeasor y Ezueh, 1997; Altieri, 1990), y la restricción de las malezas (Zuofa et al., 1992). En países como Nigeria, donde la presión demográfica y el crecimiento urbano disminuyen drásticamente las tierras cultivables, los agricultores emplean asociaciones con un mínimo de cuatro cultivos en sus sistemas agrícolas (Udoh y Ndaeyo, 2000).

En Venezuela, el maíz (*Zea mays* L.) se considera como un componente principal de este tipo de asociación por su significado en la producción agrícola nacional, en conjunto con algunas leguminosas que representan el cultivo complementario. Entre estas leguminosas, el quinchoncho (*Cajanus cajan* L. Millspaugh) es la tercera en importancia en el país (Gómez, 1996), y recientemente se busca ampliar la variedad de usos y productos obtenibles a partir de su cultivo (Salas et al., 2001), incluyendo la cosecha de granos tiernos para enlatado y exportación (Higuera et al., 1999).

En este trabajo se evalúa el rendimiento en granos y la eficiencia de la asociación de dos cultivos importantes en la dieta venezolana como fuentes de carbohidratos y proteínas, como son respectivamente el maíz y el quinchoncho, cultivados con y sin fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el campo experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), en Quíbor, estado Lara, Venezuela, localizado entre 9°55' N y 69°38' W, a una altura de 628 msnm en una zona donde se practica agricultura bajo riego. El clima es semiárido y durante el período experimental (200 días) la precipitación fue de 204 mm mientras que la evaporación alcanzó 1253 mm por lo cual fue necesario aplicar un riego semanal. El ensayo fue de tipo aditivo con siembra escalonada (Vandermeer, 1992) y contempló cinco repeticiones dispuestas en bloques al azar, de cada uno de los seis tratamientos siguientes: 1) monocultivo de maíz

sin fertilizar (MS), 2) monocultivo de maíz fertilizado (MF), 3) asociación maíz-quinchoncho sin fertilizar (MQS), 4) asociación maíz quinchoncho fertilizada (MQF), 5) monocultivo de quinchoncho sin fertilizar (QS) y 6) monocultivo de quinchoncho fertilizado (QF). El tamaño de la parcela experimental fue de 29 m². Los tratamientos de fertilización correspondieron a una mezcla de fosfato diamónico y urea en dos fracciones (al momento de la siembra y 35 días más tarde), que proporcionaron 120 kg/ha de N y 30 kg/ha de P, de acuerdo a la recomendación para maíz basada en análisis de suelo. Se utilizó maíz (CENIAPB-8) y quinchoncho (ICPL 87119), de crecimiento indeterminado. La siembra del quinchoncho se efectuó 20 días antes de la siembra del maíz a objeto de contrarrestar parcialmente la mayor tasa de crecimiento propia del maíz como planta C4 (Ludlow y Wilson, 1970).

El maíz, como monocultivo, tuvo una densidad de 62.500 plantas/ha y el quinchoncho 50.000 plantas/ha, de manera que las parcelas asociadas con hileras alternas de los componentes tuvieron 112.500 plantas/ha. La cosecha de granos de maíz se realizó a los 112 días desde su siembra (dds) después que las plantas habían sido dobladas a los 95-100 dds para proteger las mazorcas y favorecer el secado mientras que en el quinchoncho, por su crecimiento indeterminado, se efectuaron dos cosechas tanto en las parcelas en monocultivos como en las asociadas. En el primer caso la recolección de legumbres se hizo a los 136 y 182 dds mientras que en el segundo ocurrió a los 164 y 200 dds. La cosecha se decidió en función de la existencia de una cantidad suficientemente grande de legumbres llenas como para justificar la labor. En el maíz se evaluaron los siguientes componentes: el número de granos por mazorca (cinco mazorcas al azar por parcela en cada tratamiento), peso de granos por planta (sobre 50 plantas cosechadas por parcela en cada tratamiento), peso promedio de un grano (PPUG) con una muestra de 100 granos tomados al azar en cada parcela y tratamiento y el número de granos por metro cuadrado (NG/m²); la última variable se estimó como el producto del número de granos por mazorca multiplicado por la densidad de siembra del cultivo. En el quinchoncho se determinaron los siguientes componentes: número de legumbres y peso de granos por planta sobre

una muestra de 20 plantas/parcela, número de granos por legumbre con base en 100 legumbres/parcela y el PPUG con una muestra de 100 granos tomados al azar de cada parcela. El NG/m^2 se estimó como el producto del número de legumbres por planta multiplicado por el número de granos por legumbre y por la densidad del cultivo. El rendimiento en granos se calculó finalmente en cada tratamiento y especie como el producto del NG/m^2 y el PPUG (Meynard y David, 1992).

Con los valores del rendimiento obtenidos se calcularon tres índices de eficiencia de la asociación como son: a) relación de equivalencia de la tierra (RET), descrita en Willey (1979) y Baldy y Stigter (1993), b) relación de equivalencia de área y tiempo (REAT) propuesta por Hiebsch y Mc Collum (1987), y c) relación de equivalencia de área y cosecha (REAC) descrita por Balasubramanian y Sekayange (1990).

La RET se calculó como la suma de los rendimientos relativos de cada especie según la fórmula $\text{RET} = (\text{RMA}/\text{RMM}) + (\text{RQA}/\text{RQM})$, donde RMA representa el rendimiento del maíz asociado, RMM el monocultivo del maíz, RQA el rendimiento de quinchoncho asociado y RQM el de la leguminosa en monocultivo. La REAT, que introduce un factor de corrección al índice precedente, con los lapsos de tiempo requeridos para la cosecha de cada especie y la duración total del cultivo asociado se calculó como $\text{REAT} = (\text{RMA}/\text{RMM}) (t_1/T) + (\text{RQA}/\text{RQM}) (t_2/T)$, donde t_1 es el tiempo para la cosecha del monocultivo maíz, t_2 el correspondiente al monocultivo leguminosa (en segunda cosecha) y T la duración total de la asociación (200 días). La REAC también incorpora al factor tiempo pero bajo la forma del número de cosechas posibles de cada especie integrante del cultivo asociado que podrían haber sido obtenidos en monocultivo durante todo el lapso abarcado por la asociación. Este último índice se estimó según la ecuación $\text{REAC} = (\text{RMA}/\text{RMM} \times n_1) + (\text{RQA}/\text{RQM} \times n_2)$, donde n_1 y n_2 son respectivamente, el número de cosechas de maíz y quinchoncho en monocultivo, que podrían realizarse en el lapso que duró la asociación. En todos los casos, valores de los índices mayores que la unidad indican ventajas de la asociación respecto a los monocultivos de referencia.

Bajo el esquema experimental empleado si la

competencia interespecífica en la asociación no afecta el rendimiento del cultivo principal cualquier producción del cultivo acompañante representa un beneficio extra para el agricultor (Willey, 1979).

El tratamiento estadístico de los datos de rendimiento y sus componentes, así como a las comparaciones entre los índices antes mencionados se realizó mediante análisis de variancia y comparaciones de medias según la prueba de Duncan utilizando el programa SAS (Cary, NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 presenta los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento y sus componentes en el maíz. No hubo diferencias significativas en la variable rendimiento lo cual indica que este no fue afectado por la competencia con la leguminosa a pesar de su siembra retardada. Sin embargo, los análisis de variancia reflejaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) para el peso de granos por planta y peso promedio del grano, mostrando valores superiores en las parcelas fertilizadas tanto en el monocultivo como en la asociación el primer caso y en los tratamientos sin fertilización para el segundo caso. El rendimiento de cada uno de los tratamientos (promedio de 7285 ± 355 kg/ha) supera los 6300 kg/ha obtenidos en ensayos regionales comerciales con el mismo genotipo (FONAIAP, 1988).

Los resultados para el quinchoncho (Cuadro 2) resumen los valores totales para las dos cosechas de cada tratamiento. No hubo diferencias significativas en cuanto al rendimiento y el número de legumbres por planta, pero el PPUG resultó mayor ($P \leq 0,05$) en las parcelas asociadas mientras que el número de granos por legumbre, el peso de granos por planta y el NG/m^2 fueron mayores ($P \leq 0,05$) en plantas de parcelas en monocultivos. Estos resultados indican que la interacción con el maíz en la asociación redujo el número de granos por legumbre en el quinchoncho pero aumentó el peso promedio por grano evidenciando una menor competencia entre sumideros en el interior de los frutos, con lo cual el rendimiento total no varió de manera estadísticamente apreciable entre los tratamientos. Los valores del rendimiento en las primeras cosechas tampoco fueron diferentes en términos

estadísticos y representaron fracciones comprendidas entre 58 y 65% del rendimiento total: 2135 kg/ha en QS, 2019 kg/ha en QF; 1912 kg/ha en MQS y 2119 kg/ha en MQF. En la práctica, las plantas de quinchoncho en parcelas asociadas requirieron 28 días más para igualar el rendimiento de las parcelas en monocultivo en primera cosecha y 18 días adicionales (que fue el aumento neto de la duración del ciclo en la

asociación) para equiparar estadísticamente los de la segunda cosecha del monocultivo. El rendimiento de cada uno de los tratamientos (promedio de 3310 ± 184 kg/ha) es superior a los intervalos de 1232 y 1735 kg/ha hallados por Katyal et al. (1999) y de 2100 a 3050 kg/ha encontrados por Kumar Rao et al. (2001) en cultivares de ciclo largo sembrados bajo riego en monocultivo.

Cuadro 1. Rendimiento en granos y componentes del rendimiento de maíz en parcelas con monocultivos y en asociación con quinchoncho

Tratamientos	N° granos/mazorca	Peso de granos/planta (g)	NG/m ²	PPUG (g)	Rendimiento (kg/ha)
MS	453	113,25 b	2832	0,245 ab	6938
MF	479	124,54 a	2994	0,256 a	7665
MQS	461	112,48 b	2881	0,244 ab	7030
MQF	509	120,12 ab	3181	0,236 b	7507
Valor de F	2,74 ns	3,55 *	2,39 ns	3,96 *	1,34 ns
C.V.	7,05	5,88	7,18	4,65	8,86

ns: diferencias no significativas *: diferencias significativas para $P \leq 0,05$.

Los tratamientos con una misma letra son estadísticamente similares según la prueba de Duncan

Por otra parte, el peso promedio de granos por planta en las parcelas de quinchoncho en monocultivo fertilizado y no fertilizado, 71,88 y 71,04 g, respectivamente (Cuadro 2) supera el valor de 58,52 g encontrado por Lobo et al. (1996) con la variedad ICPL 87119, con riego complementario, 20.000 plantas/ha y cosecha a los 149 días. El PPUG y el rendimiento calculados a partir de los datos suministrados por los mismos autores (0,085 g y 1170 kg/ha respectivamente) también son inferiores a los

valores mostrados en el Cuadro 2 para los monocultivos, lo que indica que el genotipo empleado efectivamente puede producir mayores rendimientos con la densidad de siembra utilizada en este trabajo. En el trópico húmedo mexicano, Jarillo et al. (1998) compararon 24 cultivares de quinchoncho incluyendo el ICPL-87, encontrando un rendimiento promedio de 3100 ± 900 kg/ha también inferior a los obtenidos en parcelas con monocultivos en este trabajo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento en granos y componentes del rendimiento de quinchoncho en parcelas con monocultivos y en asociación con maíz

Tratamiento	N° legumbres/parcela	N° grano/legumbre	Granos/planta (g)	NG/m ²	PPUG (g)	Rendimiento (kg/ha)
QS	180,6	3,66 a	71,04 a	3305 a	0,104 b	3437
QF	198,3	3,46 b	71,88 a	3430 a	0,101 b	3464
MQS	170,1	3,08 c	61,30 b	2619 b	0,117 a	3064
MQF	187,0	3,10 c	66,23 ab	2900 ab	0,113 a	3277
Valor de F	3,16 ns	7,12 *	7,32 *	7,12 *	5,79 *	2,00 ns
C.V.	8,03	9,15	5,97	9,15	0,80	8,77

ns: diferencias no significativas; *: diferencias significativas para $P \leq 0,05$.

Los tratamientos con una misma letra son estadísticamente similares según la prueba de Duncan

El mayor peso individual de los granos de quinchoncho en las parcelas asociadas aparentemente es un efecto compensatorio posterior a la cosecha del cereal que habría sido posible debido al hábito de crecimiento indeterminado del genotipo de quinchoncho

empleado. En una combinación de quinchoncho y sorgo en siembra simultánea, Venkateswarlu y Bala (1990), encontraron que la asociación redujo significativamente el NG/m² en los dos componentes, reflejando efectos competitivos tempranos anteriores a la iniciación y desarrollo

floral. En otras asociaciones también simultáneas pero con cultivos de porte más bajo, como frijol, maní y soya, el quinchoncho no ha sido afectado por la competencia (Mahatin et al., 1979). La ausencia de efecto de la fertilización sobre el rendimiento de las especies estudiadas (Cuadro 2-), sea en monocultivo o asociados, podría explicarse por la disponibilidad de riego oportuno y las condiciones nutricionales del suelo en el área experimental (Quiroz, 1997).

Con elación a los índices de eficiencia de uso de los recursos por la asociación (Cuadro 3), la RET no presentó diferencias significativas entre los valores totales obtenidos con y sin aplicación de fertilizante, con ventajas para la asociación de 93% en el primer caso y de 90% en el segundo. Estos resultados indican que se requeriría 93% y 90% más de terreno sembrado en monocultivo para igualar el rendimiento total de una hectárea de asociación en parcelas fertilizadas y no fertilizadas, respectivamente. La participación del

maíz en la RET total de la asociación fue ligeramente superior a la de la leguminosa con 53% en las parcelas no fertilizadas y 51% en las fertilizadas. En Nigeria, Emuh y Agboola (1999) encontraron un valor de RET de 1,21 con una asociación de las mismas especies pero con siembra simultánea de 30.000 plantas/ha de maíz y 29.700 plantas/ha de quinchoncho.

Los valores de la REAT (Cuadro 3) resultaron menores que los de la RET, reduciendo las ventajas de la asociación a 38% en parcelas no fertilizadas y 41% en las fertilizadas; este índice presenta una estimación más realista de la eficiencia de la asociación por cuanto considera que la cosecha de las especies no fue simultánea. En todo caso, tanto en las parcelas fertilizadas como en las no fertilizadas, la REAT fue mayor que la unidad indicando ventaja de las asociaciones en el empleo de los recursos respecto a los monocultivos de referencia.

Cuadro 3. Valores de los índices RET y REAT en la asociación maíz-quinchoncho con siembra escalonada, en función de la aplicación de fertilizante.

Asociación	Relación de equivalencia de la tierra (RET)		
	Quinchoncho	Maíz	Total
Sin fertilizar	0,89 ± 0,15	1,01 ± 0,24	1,90 ± 0,25
Fertilizada	0,95 ± 0,10	0,98 ± 0,07	1,93 ± 0,17
Valor de F	0,00 ns	2,19 ns	1,32 ns
Asociación	Relación de equivalencia de área y tiempo (REAT)		
	Quinchoncho	Maíz	Total
Sin fertilizar	0,81 ± 0,14	0,57 ± 0,13	1,38 ± 0,16
Fertilizada	0,86 ± 0,09	0,55 ± 0,04	1,41 ± 0,13
Valor de F	0,00 ns	2,54 ns	1,21 ns
Asociación	Relación de equivalencia de área y cosecha (REAC)		
	Quinchoncho	Maíz	Total
Sin fertilizar	0,89 ± 0,15	0,51 ± 0,14	1,40 ± 0,16
Fertilizada	0,95 ± 0,10	0,49 ± 0,05	1,44 ± 0,13
Valor de F	0,00 ns	2,21 ns	0,94 ns

Los valores de F se refieren a las comparaciones entre parcelas fertilizadas y no fertilizadas en cada componente y en la asociación. ns: diferencias no significativas

En el cálculo de la REAC se consideró que dada la disponibilidad de riego habría sido posible obtener dos cosechas de maíz en monocultivo en los 200 días que duró el ensayo ($n_1 = 2$) mientras que en el quinchoncho sólo podría lograrse una debido a que la segunda cosecha de legumbres en monocultivo ocurrió a los 182 dds ($n_2 = 1$). Es por ello que los valores parciales obtenidos para este índice en el maíz resultaron ser la mitad de los correspondientes a la RET mientras que los de la leguminosa fueron iguales a los de ésta, por lo cual los valores totales del índice REAC

resultaron intermedios respecto a los antes analizados (Cuadro 3). En todo caso, tampoco hubo diferencia significativa atribuible a la aplicación de fertilizantes entre los valores de la REAC y las ventajas de las parcelas asociadas fluctuaron entre 40 y 44% en parcelas no fertilizadas y fertilizadas, respectivamente.

Es interesante destacar los cambios en la participación relativa de las especies en los valores de los índices. A diferencia de la RET, en la REAT la leguminosa aportó fracciones superiores a las del maíz tanto en parcelas no

fertilizadas (59%) como en las fertilizadas (61%). Ello se explica porque en el cálculo del último índice el rendimiento relativo del maíz se multiplica por un factor de 0,56 (112 días/200 días) mientras que el del quinchoncho se multiplica por 0,91 (182 días/200 días). En cuanto a la REAC como se planteó anteriormente, los índices del maíz se redujeron a la mitad mientras que los de la leguminosa no fueron afectados.

Los valores totales de la RET y de la REAT calculados en este trabajo, son mayores que los publicados por Allen y Obura (1983) para una asociación de maíz y frijol con diferentes proporciones de los componentes y densidad total de 148.000 plantas/ha, en un suelo fértil y bien regado en Alabama, USA. Los autores encontraron ventajas significativas para las asociaciones, con índices de RET comprendidos entre 1,26 y 1,32 y de REAT entre 1,18 y 1,25. Asimismo, los valores de la RET total de la asociación maíz-quinchoncho son superiores al intervalo de 1,59 a 1,67 de la asociación sorgo-quinchoncho estudiada por Natarajan y Willey (1980).

A pesar de que el maíz es un competidor muy fuerte en relación con el quinchoncho, los índices de eficiencia mayores que la unidad encontrados en este trabajo permiten deducir que el retardo de 20 días en la siembra del cereal fue una práctica positiva que se tradujo en ventajas de 38 y 41% sin y con aplicación de fertilizante considerando la REAT que para nuestro caso parece ser un índice más preciso. La práctica de doblar las plantas de maíz a los 95 días de su siembra a una altura superior a la mazorca también debió reducir parcialmente la competencia para el quinchoncho, aunque las hojas bajas del cereal permanecieron verdes durante varios días después. Marín (1996) también encontró resultados favorables en la asociación canavalia-sorgo utilizando un retardo de 16 días en la siembra de la gramínea al igual que Ifenkwe et al. (1989) quienes afirman que el retardo de 3 a 4 semanas en la siembra del maíz en asociaciones con papa se traduce en un mejor funcionamiento de la asociación sin reducir significativamente el rendimiento de la gramínea.

El éxito productivo de la asociación maíz-quinchoncho encierra también una ventaja en la estabilidad económica para el agricultor, por cuanto dispone de dos fuentes de ingreso para una misma unidad de terreno. La reducción del riesgo

en las asociaciones que involucran el quinchoncho se relaciona con la duración de su ciclo, su adaptabilidad a diferentes arreglos espaciales (Patel y Parmar, 1988), la posibilidad de recuperación una vez que cesa la interacción con el cultivo acompañante y el beneficio que puede brindar al cultivo asociado en términos de la protección contra patógenos (Aponte, 1995).

La compatibilidad del quinchoncho para su empleo en cultivos asociados ha sido demostrada en combinaciones con sorgo, ajonjolí, maní, maíz, arroz, tártago, batata y frijol chino (Dhole et al., 1991; Aponte, 1995; Patel y Parmar, 1988). En el caso particular tratado en este estudio, la puesta en práctica del sistema por parte de los agricultores restringiría la mecanización a la preparación del terreno a la vez que sería necesaria una estimación previa de los costos de producción incluyendo el riego que es un factor indispensable en la agricultura de la zona.

CONCLUSIONES

El rendimiento en granos del maíz no fue afectado por la competencia con el quinchoncho en las parcelas asociadas mientras que la leguminosa manifestó un retardo en su desarrollo.

No hubo efecto de la fertilización sobre el rendimiento en parcelas de monocultivos o asociadas.

Los tres índices utilizados para estimar la eficiencia de uso de los recursos por las parcelas asociadas evidenciaron ventajas respecto a los monocultivos de referencia. En el caso de la RET las ventajas fueron de 90 y 93% en parcelas no fertilizadas y fertilizadas, respectivamente, con la REAT fueron de 38 y 41% y con la REAC de 40 y 44%, en el mismo orden.

LITERATURA CITADA

1. Allen, J. R y R. Obura. 1983. Yield of corn, cowpea and soybean under different intercropping systems. *Agron. J.* 75: 1005-1009.
2. Altieri, M. 1990. Sistemas agroecológicos alternativos para la producción campesina. Primer encuentro Agroecológico de América Latina y el Caribe. Cochabamba, Bolivia. pp. 4-36.

3. Aponte, A. 1995. Producción de grano y semilla de quinchoncho. FONAIAP. Programa Cooperativo de Investigación de la Zona Andina. Serie C, N° 40. 64 p.
4. Balasubramanian, V y L. Sekayange. 1990. Area harvest equivalency Ratio for measuring efficiency in multiseason intercropping. *Agron. J.* 82: 519-522.
5. Baldy, C y C. J. Stigter. 1993. *Agrométéorologie des cultures multiples en régions chaudes*. INRA editions. Paris.
6. Dhole, M. V., V. Balgar y C. Jones. 1991. Studies on comparative performance of different intercropping systems under dryland conditions. *Indian J. of Agronomy* 35(4): 346-352.
7. Emeanson, K. C y M. I. Ezueh. 1997. The influence of companion crops in the control of insect pests of cowpea in intercropping systems. *Trop. Agric.* 74(4): 285-288.
8. Emuh, F. N y A. Agboola. 1999. Effect of intercropping sweet potato (*Ipomoea batatas*) with pigeonpea (*Cajanus cajan*) and okra (*Hibiscus esculentus*) on economic yield of maize (*Zea mays*) and maximization of land use. *India J. Agric. Sci.* 69(3): 172-174.
9. FONAIAP. 1988. CENIAP PB-8, nuevo cultivar de maíz de granos blancos. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias Carta Agrícola 10 N° 2.
10. Gómez, A.F. 1996. La Agricultura Requerida. Universidad Nacional Experimental Ezequiel Zamora (UNELLEZ). Guanare, Venezuela. 41 p.
11. Hiebsch, C. K y R. E. Mc Collum. 1987. Area time equivalency ratio: a method for evaluating the productivity of intercrops. *Agron. J.* 79: 15-22.
12. Higuera, A., A. Chacín, J. Semprum y B. Bracho. 1999. Momento óptimo para la cosecha de granos verdes en cinco variedades de quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) Millsp. con fines agroindustriales. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 16 Suplemento 1: 134-145.
13. Ifenkwe, O. P., S. O. Odurukwe, J. C. Okonkwo y H. N. Nwokocha. 1989. Effects of maize and potato populations on tuber and grain yields, net income and land equivalent ratio in potato-maize intercropping. *Trop. Agric.* 66(4): 329-333.
14. Jarillo, R. J., E. Castillo, B. Valles y R. Hernández. 1998. Grain production and tanins contents on lines of *Cajanus cajan* (pigeonpea) in the humid tropic of Mexico. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 15(2): 123-134.
15. Katyal, V., K. S. Gangwar y S. K. Sharma. 1999. Grain yield and phosphorus status in pigeonpea (*Cajanus cajan*) – wheat (*Triticum aestivum*) system as influenced by levels and frequency of P application. *Indian J. Agric. Sci.* 69 (2): 84-85.
16. Kumar Rao, J. V., C. Johansen, Y. S. Chauhan, Y. S. Chahan, V.K. Jain, K. C. Jain y H.S. Talwar. 2001. An analysis of yield variation among long-duration pigeonpea genotypes in relation to season, irrigation and plant population. *J. Agric. Sci.* 136: 291-299.
17. Lobo, R., A. Higuera, J. Pabón y L. Sandoval. 1996. Comportamiento agronómico de 10 variedades de quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) Millsp. en condiciones agroecológicas de un bosque seco tropical. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 13(6): 687-696.
18. Ludlow, M. M. y G. L. Wilson. 1970. Studies on the productivity of tropical pastures, plant growth analysis, photosynthesis and respiration of 20 species of grasses and legumes in a controlled environment. *J. Agriculture Res.* 21: 183-194.
19. Mahatin, S. K., R. A. Singh, A. K. Singh y B. S. Sumitra. 1979. Effect of intercropping on growth and yield of pigeonpea. *Indian J. Agric. Sci.* 49(2): 100-104.
20. Marín, D. 1996. Crecimiento, rendimiento en

- granos e intercepción de radiación en una asociación canavalia-sorgo con siembra escalonada. *Agronomía Trop.* 46(2): 129-154.
21. Meynard, J. C y G. David. 1992. Diagnostic de l'elaboration du rendement des cultures. *Cahiers Agricultures* 1(3): 9-19.
22. Natarajan, M. y R. W. Willey. 1980. Sorghum-pigeonpea intercropping and the effects of plant population density. 1. Growth and yield. *J. Agric. Sci. Camb.* 95: 51-58.
23. Patel, J. R y M. T. Parmar. 1988. Studies on intercropping of compatible crops with pigeonpea under rainfed conditions. *Indian J. of Agronomy* 33(3): 253-256.
24. Quiroz, A. I. 1997. Evaluación ecofisiológica de una asociación de maíz (*Zea mays* L.) y quinchoncho (*Cajanus cajan* L. Millspaugh) con dos niveles de fertilización. Tesis. Universidad Central de Venezuela (UCV). Maracay. 94 p.
25. Salas, M., N. Valladares y A. Higuera. 2001. Mejoramiento genético del quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) Millsp. en Venezuela. Taller Internacional para la Formulación de un Programa Integral de Investigación en Leguminosas. Instituto de Estudios Avanzados (IDEA). Caracas.
26. Udoh, A. J y N. U. Ndaeyo. 2000. Crop productivity and land use efficiency in cassava-maize system as influenced by cowpea and melon populations. *Trop. Agric.* 77(3): 150-155.
27. Vandermeer, J. 1992. The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press. Cambridge.
28. Venkateswarlu, S. y S. Bala. 1990. Productivity of some rainfed crops in sole and intercrop systems. *Indian J. Agric. Sci.* 60(2): 106-109.
29. Wahua, T.A.T. 1985. Effects of melon (*Colocynthis vulgaris*) population density in intercropping maize (*Zea mays*) and melon. *Exp. Agric.* 21: 281-289.
30. Willey, R. W. 1979. Intercropping. Its importance and research needs part I. Competition and yield advantages. *Field Crops Abstr.* 32(1): 1-10.
31. Zuofa, K., N. M. Tariah y N. O. Isirimah. 1992. Effects of groundnut, cowpea and melon on weed control and yield of intercropped cassava and maize. *Field Crops Res.* 28: 309-314.