

Indicadores de la sostenibilidad agrícola nacional cerealera. Caso de estudio: Venezuela

Sustainability indicators on national cereal production. Case of study: Venezuela

J. L. Berroterán¹ y J. A. Zinck²

Resumen

El objetivo del presente estudio fue diagnosticar y evaluar los indicadores de la sostenibilidad agrícola cerealera en los llanos venezolanos. Se incluyeron los criterios de agrodiversidad, eficiencia de los agrosistemas, uso del recurso tierra y seguridad alimentaria. La agrodiversidad se evaluó con el índice de superficie porcentual de los cultivos (ISPC) el factor de agrodiversidad regional de cultivos (FAC), la eficiencia del agrosistema mediante el rendimiento de los cultivos, relación ingreso/costo y producción experimental/producción comercial. En la evaluación del uso de la tierra se consideraron disponibilidad de tierra agrícola/demanda de tierra, uso de tierra/demanda de tierra, superficie de tierra cultivada/habitante, tierra irrigada y suelos degradados. La seguridad alimentaria se evaluó a través del índice de producción per-capita de cereales, población agrícola/población total y el abastecimiento alimentario. Los valores de porcentaje de población agrícola, índice relativo de producción per capita de cereales, rendimiento de cereales, producción total de alimentos, superficie agrícola y superficie agrícola por habitante constituyeron los índices parciales con más de 20 años que permitieron conformar un índice agregado de sostenibilidad, que se logró al promediar los valores con relación a la máxima probabilidad de uno. El ISPC y el FAC tienen valores para Venezuela de 0,06 y 0,24, respectivamente. El rendimiento de los principales cereales aumentó entre 25-50%, aunque el desnivel entre la producción experimental y la de campo estuvo entre 0,43-0,60. La relación ingreso/costo presentó una eficiencia de 10 a 28%. Los índices de producción per cápita de cereales no incrementaron con la población. La disponibilidad de tierras aptas para la producción representó 2,4 veces la superficie requerida, sin embargo se detectó un déficit de 1.493.100 ha en las tierras usadas en cultivos anuales con relación

Recibido el 24-03-1999 ● Aceptado el 15-12-1999

1. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Instituto de Zoología Tropical, Apartado 47058. Caracas, Venezuela. Email. Jberr@strix.ciens.ucv.ve. Fax 58 2 6052204

2. International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC), Land Resource and Urban Sciences, Enschede, The Netherlands. Fax 31 (0)53 487 4400

a la demanda. Únicamente 0,09 de la población es agrícola. Una baja proporción de los suelos cultivados (0,24) no son afectados por degradación y solamente un 0,7% de la superficie nacional es regada. El índice agregado de sostenibilidad (0,61) sugiere que la agricultura de Venezuela es débilmente sostenible.

Palabras claves: indicadores, criterios, sostenibilidad, Venezuela, agricultura, agrodiversidad, cereales.

Abstract

The objective of this study was to evaluate indicators of cereals sustainability in Venezuela. The following criteria were included: agrodiversity, agrosystem efficiency, use of land resources and food security. Agrodiversity was evaluated using the crop surface index and the regional agrodiversity factor. Agrosystem efficiency included yields of the main cereal crops, experimental production/field production and the benefit-cost ratio. Use of land resource was evaluated using land availability for food production/land demanded, land used/land demanded, land degradation, land use/habitant and land irrigated. Food security included the cereal productivity index per capita, agricultural population to the total population and food disponibility. The agricultural population, the cereal productivity index per capita, yields of the main crops, total food production, agricultural area and agricultural area/habitant were combined in a sustainability index, after computing the average values with maximum probability of 1. The crop surface index and the regional agrodiversity factor showed values of 0.06 and 0.24, respectively. Yields of main cereals increased between 25% and 50% times during last 30 years, although the gap between experimental and field production was between 0.43 to 0.6. The benefit-cost ratio showed efficiency of 10 to 28%. The cereal productivity index per capita did not increase with population. Land availability for food production represented 2.4 times the required surface, but the land used for annual crops was 1.493.100 ha lower than demanded. The proportion of the agricultural population to the total population is 0.09. A low proportion of cultivated land (24%) is not degraded, and only 0.7% of the national surface is irrigated. The sustainability aggregated index (0.61) suggests that Venezuelan agriculture is only slightly sustainable.

Key words: indicators, criteria, sustainability, Venezuela, agriculture, agrodiversity, cereals.

Introducción

El concepto de agricultura sostenible (AS) implica establecer: mantenimiento a largo plazo de los sistemas naturales, producción agrícola óptima con baja cantidad de

insumos, ingresos económicos adecuados por unidad de producción, satisfacción de las necesidades humanas de alimentos e ingresos y suministros a las necesidades de las

familias y comunidades rurales (18,21,37). Las definiciones de AS promueven la armonía ambiental, económica y social en una nación, como esfuerzo por alcanzar el significado de la sostenibilidad. Actualmente el problema más relevante es diseñar las tecnologías apropiadas, así como las estrategias compatibles sociales, económicas y ecológicas, que produzcan los cambios conductuales necesarios para alcanzar los objetivos de una AS.

Sostenibilidad es un concepto y no puede ser medido directamente. Deben ser seleccionados indicadores apropiados para determinar niveles y duración de la sostenibilidad (37). Un indicador de sostenibilidad es una variable que dirige su comportamiento hacia procesos, estado y tendencia de los sistemas en el ámbito de finca, región, nación o todo el mundo. Liverman y otros (18) señalan que un indicador de sostenibilidad debe ser sensitivo a cambios temporales y espaciales, predecible, medible e interactivo. Glave y Escobal (11) indican que deben ser verificables y replicables y proponen para la Región Andina indicadores de recursos naturales, de estructura ecológica y económica y de beneficios ecológicos, económicos y sociales. Munasinghe y McNeely (27) señalan como

indicadores importantes el índice de sostenibilidad biofísica, conservación de suelos y aguas, eficiencia de uso de fertilizantes, eficiencia de uso de energía y permanencia productiva del bosque. Ramakrishnan (30) incluye prácticas de manejo, biodiversidad y ciclo de nutrimentos. Harrington y otros (15) los clasifica en cuantitativos y cualitativos y dirigen su atención a procesos, estados o tendencias asociadas con la sostenibilidad. Smyth y Dumanski (33) han señalado que debe ser medible y cuantificable y que definen que un indicador es un estadístico ambiental que mide o refleja el estado ambiental o cambio en su condición. Para el presente trabajo se amplía el concepto de indicador a estadístico del sistema que mide o refleja el estado del sistema agrícola o cambio en su comportamiento. Los indicadores se seleccionan sobre la base de criterios diagnósticos que permiten escoger los factores y las relaciones causa-efecto en el sistema. Estos criterios se pueden considerar como factores o normas que controlan la condición del sistema. El objetivo del presente estudio es diagnosticar y evaluar los indicadores de la sostenibilidad agrícola vegetal en el ámbito de Venezuela, con énfasis en el sector cerealero.

Materiales y métodos

Los indicadores fueron seleccionados de acuerdo a la disponibilidad de datos, sensibilidad a cambios temporales y a la capacidad de ser cuantificados en el ámbito nacional. Los indicadores se agrupan

sobre la base de los cuatros criterios que condicionan el comportamiento del sistema agrícola: agrodiversidad, eficiencia del agrosistema, uso del recurso tierra y seguridad alimentaria (cuadro 1).

Agrodiversidad. Para evaluar la agrodiversidad se utilizó el índice de superficie porcentual de los cultivos (ISPC) y el factor de agrodiversidad regional de cultivos (FAC). El primero se expresa por la relación entre el número de cultivos que representan el 50% de la superficie sembrada y el número de cultivos comercialmente sembrados. El factor de agrodiversidad regional de cultivos (FAC) viene dado por la relación entre los cultivos de importancia en una región y los agroecológicamente aptos para esas condiciones regionales y el sistema actual de manejo.

Eficiencia del agrosistema.

El rendimiento de los cultivos es un indicador de la eficiencia del sistema con relación a su potencialidad genética, condiciones ecológicas, manejo, uso del capital y trabajo. Expresa el producto de la biomasa por

unidad de tiempo, en años, meses, días o ciclo de producción del cultivo. En el presente trabajo se considera un criterio de sostenibilidad a través de la cuantificación de la producción/ha y de la diferencia entre la producción experimental y la de campo. La información sobre rendimientos de cultivos y superficie sembrada por cultivo se obtuvo a partir de los datos disponibles en los Anuarios Estadísticos del Ministerio de Agricultura y Cría de Venezuela (22) y en AGROPLAN (2).

La relación ingreso/costo es un índice económico usado por Lynam y Herdt (21) y Tisdell (34) para evaluar la sostenibilidad de cultivos en el ámbito de unidades de producción. Expresa la factibilidad económica del proceso agrícola tomando en cuenta el cultivo, sistema de producción, región, nación o continente. Se realizó una

Cuadro 1. Criterios e indicadores de sostenibilidad agrícola.

Criterio	Indicadores
Agrodiversidad	Índice de superficie porcentual de cultivos (ISPC) Factor regional de agrodiversidad de cultivos (FAC)
Eficiencia del Agrosistema	Producción Producción experimental/producción de campo
Relación ingreso-costo	
Uso del recurso tierra	Disponibilidad de tierra agrícola/ demanda de tierra
Uso de tierra/demanda de tierra	Superficie de tierra cultivada por habitante
Tierra irrigada/tierra irrigable	
Suelo degradado	
Seguridad alimentaria	Índice de producción per-cápita
Población agrícola/población total	
Producción de alimento/alimento consumido	

evaluación de los costos y niveles de producción de cereales en la región de los Llanos venezolanos para los años 1995-96. Se realizaron 25 encuestas para cada cereal (maíz, sorgo, arroz) en cada año, considerando unidades de producción de secano de los Llanos Centrales y Occidentales en el caso del maíz y el sorgo y bajo riego en el arroz. Los rendimientos se determinaron en áreas de 2 m² con dos repeticiones en las siembras de cada unidad de producción.

Uso del recurso tierra. Este criterio se evaluó a través de la disponibilidad de tierra agrícola/demanda de tierra, demanda de tierra/uso de tierra, superficie de tierra cultivada/habitante, tierra irrigada/tierra irrigable y suelos degradados. La adaptabilidad de las tierras a un uso específico se generó sobre la base de los estudios hechos por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (24) y Marín (23), usando la clasificación de adaptabilidad para agricultura de secano de la FAO (4) y considerando la clasificación de capacidad de uso de las tierras de Klingebiel y Montgomery (16) modificada por Comerma y Arias (3). La superficie de tierra cultivada por habitante se tomó de los anuarios estadísticos de FAO (5,8).

La relación tierra irrigada/tierra irrigable se estimó de los datos de López y Zerpa (19) y López y otros (20). Las limitaciones de las tierras bajo uso agrícola se obtuvieron de la determinación de áreas de los mapas, generados por análisis directo de agropaisajes de los estudios de MARNR (24) y análisis del uso actual de la tierra para 1996.

Seguridad alimentaria. Se evaluó a través del índice de producción per-capita de cereales, población agrícola/población total y el abastecimiento alimentario. Los índices relativos de producción per cápita para los principales cereales (maíz y arroz) se calcularon tomando como referencia el año 1965. Las tasas de incremento se estimaron en forma instantánea con relación al año o quinquenio anterior. La población agrícola e índices de producción de cereales se obtuvieron de los anuarios de la FAO (5, 8)

El abastecimiento alimentario viene expresado por la suma de dos componentes, el primero se compone de la producción nacional menos las exportaciones y el segundo componente es la importación. Se puede expresar por la relación producción/abastecimiento. Para generarla se usó la información disponible en Abreu y otros (1) usando el año 1970 como punto de comparación.

Índice agregado de sostenibilidad. Los índices parciales con más de 20 años de información, permitieron generar un índice agregado. Los valores de porcentaje de población agrícola, índice relativo de producción per capita de cereales, rendimiento de cereales, producción total de alimentos, superficie agrícola y superficie agrícola por habitante constituyeron los índices parciales. Estos se estandarizaron para cada variable entre 1 y 0 en forma relativa al máximo valor y la media de ellos conforman el índice agregado de sostenibilidad para un tiempo dado, el cual fue representado gráficamente, al igual que Hansen y Jones (14) para sistemas de producción, considerando

la evolución de la sostenibilidad a través del tiempo. Los datos fueron ordenados y ajustados a modelos polinomiales de regresión, lo cual permitió mostrar la tendencia de los índices parciales de sostenibilidad por el ajuste de modelos de regresión, que permite visualizar su comportamiento con relación a la máxima probabilidad.

Resultados y discusión

Agrodiversidad

En el caso de Venezuela, un total de 64 cultivos equivalen a un 98% de la superficie agrícola nacional, lo cual representa una baja diversidad de especies comerciales cultivadas, en un país que tiene alta cantidad de especies vegetales (14000-15000 especies) reportadas para utilidad del hombre (25). El FAC para ecoregiones al Norte del Río Orinoco es de 0,24, lo cual indica que se está considerando solamente una cuarta parte de las especies potenciales para las regiones. Los cereales maíz, *Zea mays*, sorgo, *Sorghum vulgare* y arroz, *Oriza sativa*, constituyen el 45,4% de la superficie agrícola (figura 1), los cuales se siembran mayoritariamente como monocultivos. Para el caso de estudio de Venezuela el ISPC es muy bajo (0,063). Este patrón de predominancia de pocos cultivos y especialmente de cereales es observado en muchos países con sistemas de producción de monocultivos, como Estados Unidos de Norteamérica, Irán, Dinamarca entre otros (7, 8). Estos índices reflejan una baja probabilidad de sostenibilidad ante ataques epidémicos de

Este período de 20 años se ajusta a los períodos largos de sostenibilidad (>25 años) de Smyth y Dumanski, (33) y es intermedio a los señalados por Lal y otros (17) para productividad agronómica (5-10 años) y características ambientales (50-100 años).

plagas y enfermedades, adaptabilidad a cambios ambientales y estrategias de producción.

Eficiencia del agrosistema

Rendimiento de cereales.

En el caso de Venezuela el rendimiento de los cereales más importantes aumentó desde 1970-75, cuando el estado impulsó el alto uso de insumos con híbridos o variedades más productivas, exigentes en nutrimentos y poco resistentes a muchas plagas y enfermedades generadas por el monocultivo. Los rendimientos del arroz (50%), maíz (50%) y sorgo (25%) han aumentado desde 1970, mostrando un incremento marcado a partir de inicios de los 80 (figura 2). Actualmente son más altos que los reportados por FAO (5, 7, 8) en arroz (2800 kg/ha), maíz (1800 kg/ha) y sorgo (1000) para los países en desarrollo. Sin embargo, son considerados bajos para la cantidad de insumos usados, por ejemplo en Estados Unidos con uso similar de insumos el rendimiento promedio de maíz para 1995 es de 6000 kg/ha (28), el cual es 2,5 veces mayor al de Venezuela.

Los niveles actuales de rendimiento del arroz (4500 kg/ha),

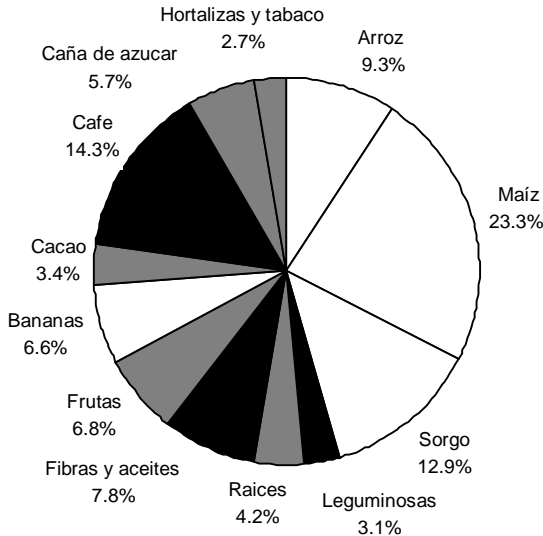


Figura 1. Area de cultivos (%) en 1995 (2, 22).

maíz (2600 kg/ha) y sorgo (2300 kg/ha) están muy por debajo del potencial de los híbridos usados en Venezuela. Así por ejemplo los niveles experimentales de producción de maíz bajo riego en el ámbito de Venezuela está por encima de 4.500 kg/ha (13; 31, 9, 10), es decir el rendimiento de campo reportado en el ámbito nacional disminuye 43%. En Kenia, bajo producción con lluvia, se observó una disminución (25-38%) de los rendimientos de campo con relación a los experimentales (35), mientras que en USA la producción de maíz con uso de riego tiene una disminución con relación a los experimentales de 33% (28).

Relación ingresos/costos. Se realizó una evaluación de los costos y niveles de producción de cereales en la Región de los Llanos venezolanos para los años 1995-96, la cual produce más

del 80% de cereales en el ámbito nacional. En ella se evidencia que la participación de trabajo por labores humanas es muy baja, con costos relativos entre 2,1-4,5% del total (cuadro 2), mientras que las labores mecanizadas están entre 31.9-38.9% del total, lo cual indica que la producción de estos cultivos está basada en alta participación de maquinarias y muy poco uso de labores humanas. Siguiendo el patrón agrícola de países industrializados (32), con limitada agrodiversidad y alto uso de energía fósil.

La relación ingresos/costos es de 1,10 para el sorgo, 1,26 para el arroz y 1,28 para el maíz (cuadro 2). Este factor de productividad mayor de 1 indica que el sistema es sostenible (21). Para fines del trabajo un índice menor de 1,3 indica una baja eficiencia económica en estos sistemas, ya que

Berroterán y Zinck

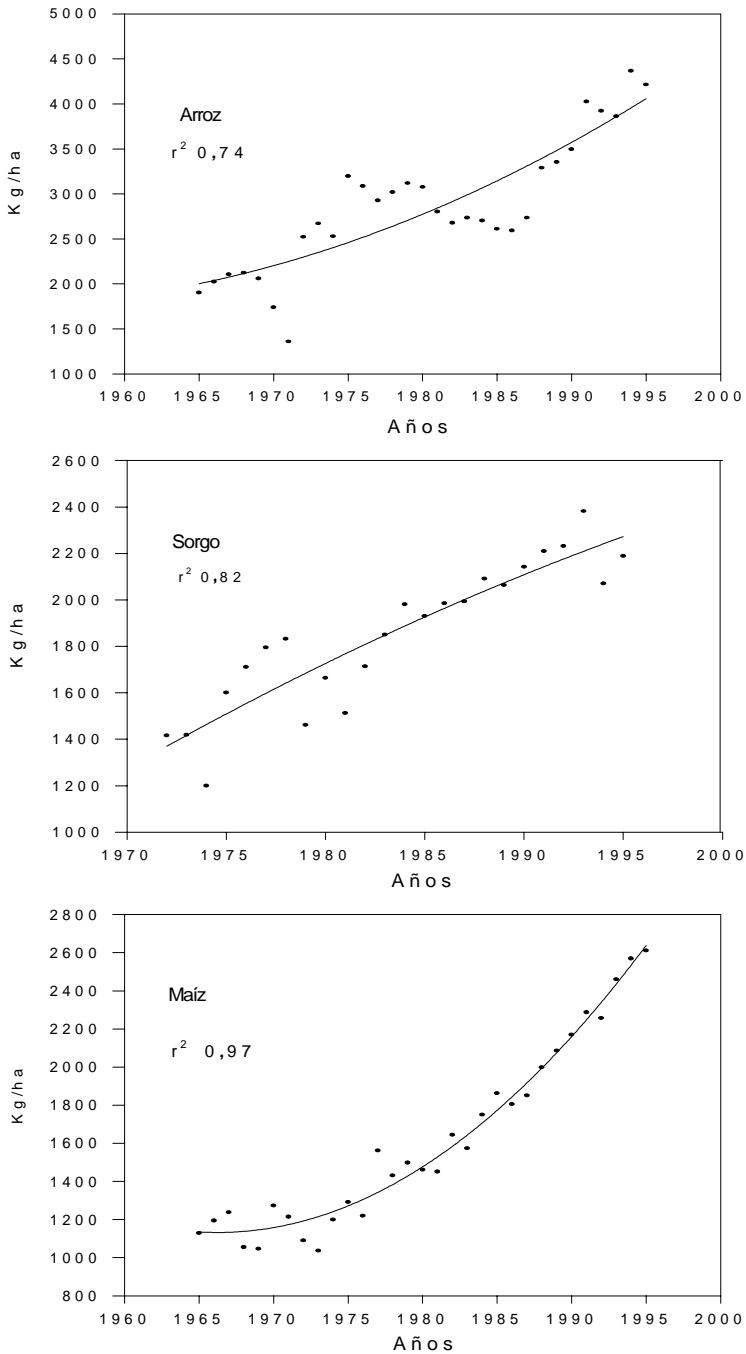


Figura 2. Producción de cereales en Venezuela (2, 22).

Cuadro 2. Análisis de ingresos-costos para los principales cereales de Venezuela (1995-1996).

	Maiz US\$	Sorgo US\$	Arroz US\$
Costo/ha			
Labranza	76,60	76,60	113,40
Aplicación de semillas, fertilizantes,	89,36	110,64	127,66
Cosecha mecanizada	42,55	34,04	85,11
Transporte (insumos y productos)	51,06	46,81	74,47
Semilla	37,45	35,32	53,19
Fertilizantes(NPK)	67,66	67,66	85,11
Herbicidas	31,49	31,49	63,83
Pesticidas	17,45	17,45	74,47
Labor humana	25,53	17,02	22,28
Renta de la tierra	12,77	12,77	21,28
Irrigación			85,11
Imprevistos	45,19	44,98	81,49
Intereses (30% anual)	74,57	74,21	134,45
Total	571,67	568,98	1021,83
	Producción/ha		
Grano	704,68	585,53	1249,47
Residuos de campo	29,79	38,30	38,55
Total	734,47	623,83	1288,02
Producción/Costo	1,28	1,10	1,26
Eficiencia (%)	28,48	9,64	26,05

es menor a las tasas estimadas de intereses del capital (30%) para el nivel de Venezuela.

Uso del recurso tierra

Disponibilidad, demanda y uso de la tierra. En el ámbito nacional se puede usar como índice de sostenibilidad la relación superficie de tierras disponibles/demanda de tierras, demanda de tierras agrícolas/tierras usadas y superficie cosechada por habitante. Cuando estos índices sean menores de 1, indican limitaciones para la sostenibilidad agrícola nacional.

Para la evaluación de adaptabilidad de uso específico de las tierras, los cultivos pueden ser agrupados en anuales mecanizados y asociados (cereales, leguminosas de

granos, oleaginosas, raíces y tubérculos), plantaciones de piso alto (café) y bajo (cacao, caña de azúcar, coco, palma africana, piña, banana), frutas y hortalizas. Para cada grupo de cultivo, la disponibilidad de tierras es mayor que la necesaria para suplir la demanda de consumo de la población de 1992 (figura 3). En Venezuela, la disponibilidad de tierras para la producción de cultivos alimenticios y textiles (7.909.200 ha) es 2,4 veces la superficie requerida (3.287.200 ha) para satisfacer la demanda de la población (24, 23). Sin embargo, el uso actual de tierras para cultivos mecanizados y asociados es deficiente en 1.493.100 ha y el de plantaciones permanentes de altitudes bajas como la caña de azúcar y cacao tienen déficit

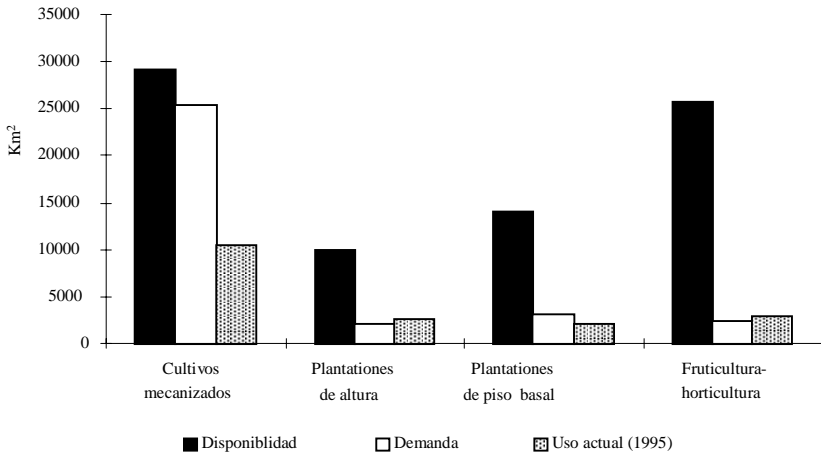


Figura 3. Disponibilidad, demanda y uso de la tierra (23, 24).

en 100.400 ha, mientras que la superficie de producción de café, frutas y hortalizas garantizan el abastecimiento de la demanda y hasta la exportación.

La superficie cosechada por habitante ha disminuido a 800 m²/

habitante (figura 4), ubicándose entre las más bajas del mundo, como es el caso de Rwanda, se considera más baja que la de Colombia, República Dominicana, El Salvador, Kenia, Indonesia y Egipto (8). Esto indica pocas posibilidades de suplir la demanda de

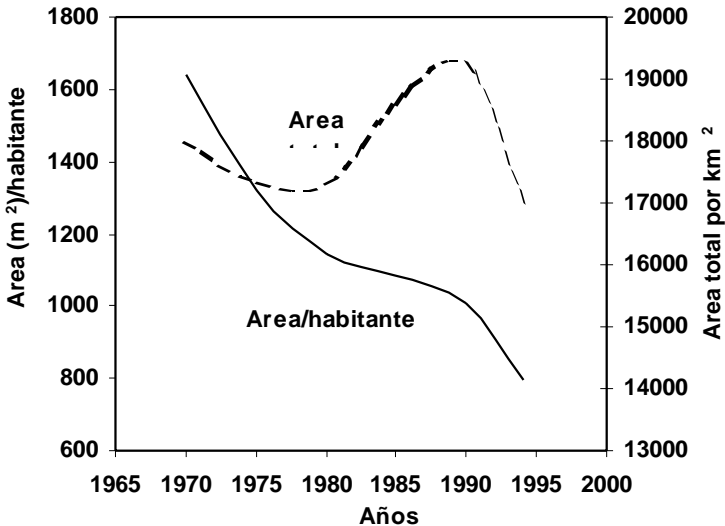


Figura 4. Area cultivada total y por habitante (22).

alimentos, con los niveles de producción/ha anteriormente reportados. Se plantea la conveniencia de aumentar la superficie agrícola nacional de cultivos mecanizados y plantaciones para suplir la demanda de alimentos ya que solamente está bajo uso el 22% del total de las tierras disponibles para la producción de cultivos.

Uso y conservación de agua en la agricultura. La disponibilidad de tierras regables en Venezuela sobre la base de la convergencia de suelos aptos y el suministro viable de aguas superficiales y subterráneas alcanzaron para 1980 la superficie de 1.450.400 ha (19), sin embargo en el año 1961 fueron solamente regadas 211.800 ha y para 1980 unas 387.500 ha (20) y según el Banco Mundial (36) se mantiene esta superficie en la década del 90. Actualmente se riegan en Venezuela un 0,7% de su superficie total (36), lo cual representa un bajo porcentaje en comparación con Latino América, que tiene 9,3%. Los embalses construidos por el estado, en pleno funcionamiento en 1982, tenían una capacidad real de regar 104.300 ha, sin embargo, solamente se regaban el 48,3% de la superficie (20), también existían embalses de sistemas de riegos parcialmente equipados con 68.600 ha de áreas ociosas, que actualmente tampoco se riegan. Esto evidencia una subutilización de la infraestructura construida con fines de riego.

Degradación de suelos. En el presente trabajo se estimó que para 1996 se usaron las tierras con las siguientes limitaciones: 350.000 ha de suelos con limitaciones de fertilidad,

en ellos ha habido un excesivo uso de maquinaria y pérdida de estructura por compactación y sellado. 420.000 ha de tierras altamente susceptibles a la erosión hídrica. Suelos bajo agricultura de riego (90.000 ha) en las zonas áridas, que presentan problemas de salinidad y algunas veces sodicidad. Suelos sulfato ácidos del Delta del Orinoco que han sido drenados, con una superficie aproximada a 20.000 ha (24). En esta zona se presentan también problemas de destrucción de suelos turbosos por quema de materia orgánica en áreas que han sido drenadas.

Según Pla (29) para 1988 solamente un 23,5% de los suelos cultivados no estaban afectados por la degradación, un 26% sufrían erosión incipiente o avanzada, 30% tenían problemas de incipiente y 10% avanzada, 6% presentaban alto contenido de sodio y 4,5% salinidad. Se evidencia que la degradación de suelos es una gran limitante para la sostenibilidad agrícola de Venezuela. Posteriormente no se han realizado este tipo de estudios en el país.

Seguridad alimentaria

Abastecimiento alimentario.

La dependencia de insumos importados para el funcionamiento del sistema alimentario, es una medida de sostenibilidad. La relación de consumo/producción nacional menor de 0,5 a partir de 1976 (figura 5) indica una alta dependencia de las importaciones para lograr el abastecimiento nacional. Se evidencia alta variabilidad interanual en la relación abastecimiento/producción, lo cual se explica más por la variación en los niveles de importación que por la

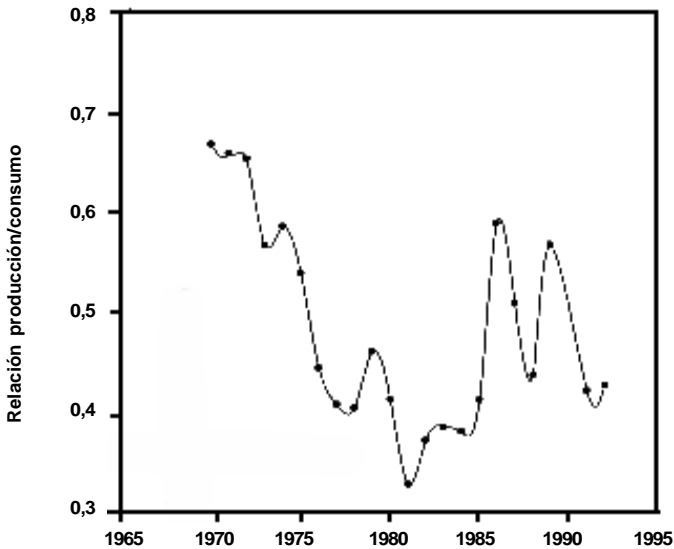


Figura 5. Relación producción/consumo de alimentos a nivel nacional (1).

producción nacional (1). La relación importación/producción de los cereales, leguminosas de granos y textiles-oleaginosas, es de 2, 3 y 0,75 respectivamente. En el resto de los renglones agrícolas las importaciones no son muy significativas (22). Según Gómez (12), para llegar a un nivel de consumo de 2400 cal/día/persona, es necesario importar 2 calorías por cada caloría producida en el país. Se evidencia la alta dependencia y riesgo del abastecimiento alimentario nacional.

Índices de producción y población agrícola. En Venezuela la tasa de crecimiento de la población (2,27%) no es compensada con el incremento de los índices de producción per capita de los principales cereales en el ámbito nacional (figura 6), así se tiene que el índice relativo de

producción de maíz ha disminuido a menos de 80 en los últimos años, el cual es menor al de cereales (85-108) en Sur América (7) y en el caso del arroz ha sido mayor de 120 a partir de 1991, el cual se considera un índice alto, en comparación con los reportados por FAO (7) para países en desarrollo. El arroz tiene un coeficiente de variación de 0,31 y el maíz de 0,30, los máximos índices relativos de maíz coinciden con los años de aumento de la superficie agrícola nacional. Esta variación de los índices relativos sobre la base de la superficie sembrada, indica inestabilidad del proceso productivo y su disminución a niveles inferiores de 100 por períodos intermitentes expresa poca estabilidad del abastecimiento del producto en el ámbito nacional.

El porcentaje de población agrícola con relación al total ha

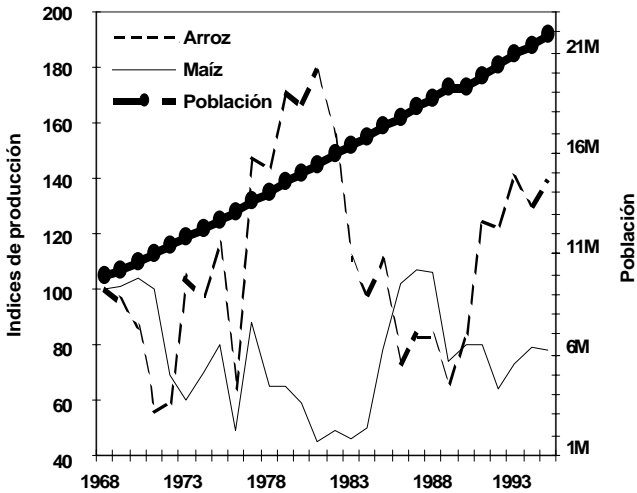


Figura 6. Población e índices de producción per capita de principales cereales en Venezuela (5, 8).

disminuido de 35% en 1960 a 9% en 1994 (figura 7), lo cual se explica por el éxodo a las ciudades, debido a la mayor pobreza en las áreas rurales y

al poco apoyo del estado a la actividad agropecuaria (12). El porcentaje de población agrícola de Venezuela es muy cercano a la de países desarrollados

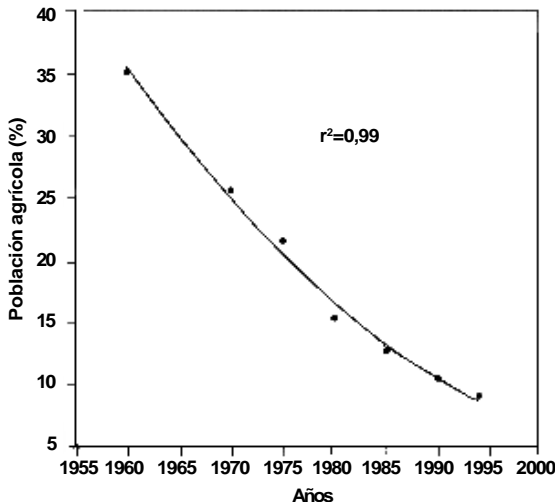


Figura 7. Población agrícola en Venezuela (5, 8).

como Suecia, Austria y Alemania (7-9%) y muy por debajo a la de países en vías de desarrollo como Colombia (33%), Gabón (53%), Siria (36%), Irán (39%) Indonesia (55%) México (28%) y Ecuador (33%) (6,8). Esta situación limita la fuerza de trabajo en las labores agrícolas, genera mayor dependencia de la mecanización, del uso de energía fósil y estimula a una expansión del monocultivo.

Índice agregado de sostenibilidad. Los valores de porcentaje de población agrícola, índice relativo de producción per capita de cereales, rendimiento de cereales, producción total de alimentos, superficie agrícola y superficie agrícola por habitante constituyen los índices parciales con más de 20 años de registro y la media normalizada de ellos conforman el

índice agregado de sostenibilidad. El índice de sostenibilidad (IS) cada 5 años se ajusta a una regresión lineal ($IS = 13,8583 - 6,657968 \text{ año}$), con pendiente negativa a través de los años (figura 8). Este índice de sostenibilidad puede expresarse en las clases: fuertemente sostenible ($>0,70$), débilmente sostenible ($0,59-0,70$) y no sostenible ($<0,59$). Si se asumen estos rangos, la sostenibilidad en Venezuela se considera fuerte hasta mediados de 1975 y luego es débilmente sostenible, con tendencia a disminuir en el tiempo, si se mantiene: el patrón tecnológico de predominancia del monocultivo, abandono de tierras deforestadas por deterioro de suelos, baja eficiencia económica y niveles de producción bajos, con relación a la potencialidad de los cultivos a pesar del alto uso de

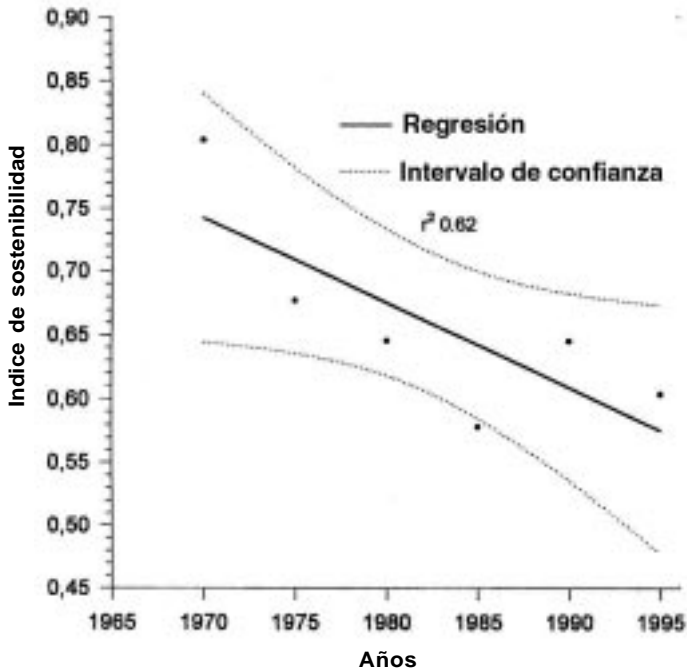


Figura 8. Índice agregado de sostenibilidad.

Conclusiones

La sostenibilidad agrícola actual de los llanos venezolanos presenta un bajo índice porcentual de los cereales (0,06), bajo factor de agrodiversidad (0,24), incremento de rendimiento/ha (0,25-0,5), bajos rendimientos relativos (0,43) con relación a su potencial, relación ingresos/costos (1,1-1,28) por debajo de la tasa de interés del capital en Venezuela.

La relación tierras disponibles/demanda de tierras (2,4) es alta y hay deficientes tierras bajo uso agrícola para suplir la demanda de alimentos, baja superficie cosechada por habitante

(0,08 ha/habitante), baja proporción de tierras regadas sobre la base de las regables (0,22), alta degradación de los suelos bajo cultivo (0,76), insuficiente producción de alimentos con relación al abastecimiento (<0,5), baja estabilidad de los índices de producción per capita de cereales y baja proporción de población agrícola (0,09). Estos indicadores parciales permiten afirmar que la producción de cereales en Venezuela posee un bajo índice agregado de sostenibilidad, ubicándose en el rango de la clase débilmente sostenible.

Literatura citada

1. Abreu., E., A. Gutiérrez, H. Fontana, R. Cartay, L. Molina, A. van Kesteren, y M. Guillory, .1993. La agricultura, componente básico del sistema alimentario venezolano. Fundación Polar. Area economía Agroalimentaria. Primera edición. Caracas. Venezuela.
2. AGROPLAN. 1995. Base de datos en "Excel" de anuarios estadísticos del Ministerio de Agricultura y Cria. Caracas. Venezuela.
3. Comerma, J. y L. Arias. 1971. Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos en Venezuela. COPLANARH. Maracay. Venezuela.
4. FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1985. Directivas: Evaluación de tierras para agricultura en secano.- Boletín de Suelos 52. FAO. Rome. Italy
5. FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1982. Production yearbooks on agriculture. Statistical series 47. Vol. 36. Rome. Italy.
6. FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1992. Sustainable development and the environment. FAO policies and actions, Stockholm 1972-Rio 1992. Rome. Italy.
7. FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1994. Production yearbooks on agriculture. Statistical series 125. Vol. 48. Rome. Italy.
8. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1995. World Agriculture: Towards 2010 An Study. Edited by Nikos Alexandratos. Rome. Italy.
9. FONAIAP. 1994. Ensayos Regionales de Rendimientos de Maíz. Maracay. Venezuela.
10. FONAIAP. 1997. Ensayos Regionales de Sorgo Granífero 96. Maracay. Venezuela.
11. Glave, M. y J. Escobal. 1995. Indicadores de sostenibilidad para la agricultura andina. Debate Agrario. 23:89 - 112.
12. Gómez, F. 1996. La agricultura requerida. Refolit CA. Venezuela. Caracas.
13. Guillen, J. 1982. El modelo agrofísico en un estudio de fertilidad con maíz.

- Trabajo especial de grado Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.
14. Hansen, J. y J. Jones. 1996. A systems framework for characterizing farm sustainability agricultural systems 51: 185-201
 15. Harrington, L., P. Jones y M. Winograd. 1995 Operacionalización del concepto de sostenibilidad: un método basado en la productividad total. En Operacionalización del concepto de sistemas de producción sostenibles. Editado por Berdegué, J. y E. Ramírez. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción - RIMISP. pp 11 - 38. Santiago de Chile. Chile.
 16. Klingebiel, A. y P. Montgomery. 1961. Land capability classification. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 210. Washington. USA.
 17. Lal, R, B. Ghuman and W, Shearer. 1990. Sustainability of different agricultural production systems for a rainforest zone of southern Nigeria. 14 th Int. Congr. Soil Sci., Vol. 6. pp. 186-191. Kyoto, Japan.
 18. Liverman, D., M. Hanson, B. Brown y R. Merideth. 1988. Global Sustainability: toward measurement. Environmental management. 12 (2): 133-143.
 19. López, J. y M. Zerpa. 1984. Estimación del potencial nacional de riego en función de las características edafoclimáticas y disponibilidades de agua. Serie: Agua y Agricultura. Aprovechamiento de los recursos hidráulicos. Actualización del Plan Nacional. Caracas. Venezuela.
 20. López, J., J. Rodríguez, J. y M. Zerpa. 1984. Areas regadas y áreas regables. Serie: Agua y Agricultura. Aprovechamiento de los recursos hidráulicos, Actualización del Plan Nacional. Caracas. Venezuela.
 21. Lynam, J. y R. Herdt. 1989. Sense and sustainability as an objective in international agricultural research. Agricultural Economics, 3: 381-398. Elsevier Science Publishers B.V.
 22. MAC. (Ministerio de Agricultura y Cría). 1992. Anuario Estadístico Agropecuario (1965-1988) y hojas mimeografiadas 1989-1995. Caracas. Venezuela.
 23. Marín, R. 1990. Evaluación del potencial de tierras agrícolas en el ámbito nacional como instrumento para la planificación. Palmaven S.A. Caracas.
 24. MARNR (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables). 1983. Balance de tierras agrícolas. Sistemas Ambientales Venezolanos. Caracas. Venezuela.
 25. Mazzani, E. 1996. Los recursos fitogenéticos en el FONAIAP. Fonaiap Divulga. 51:34-36
 26. Merrick, L. 1990. Crop genetic diversity and its conservation in traditional agroecosystems. In Altieri, M. y Hecht, S (eds.), Agroecology and small farm development. CRC Press. Boca Raton. USA. pp. 3-11
 27. Munasinghe, M. y J. McNeely. 1995. Key concepts terminology of sustainable development. In Defining and measuring sustainability. The Biogeophysical Foundations. Editado por Minasinghe, M y W. Shearer. The United Nations University (UNU) y The World Bank, pp 20 - 56. Washington, D.C. USA.
 28. NCGA (National Corn Growers Association). 1996. The world of corn. Pioneer and NCGA. St. Louis. USA.
 29. Pla, I. 1990. La degradación y el desarrollo agrícola de Venezuela. Agronomía Tropical. 40 (1-3): 7-27.
 30. Ramakrisnan, P. 1995. Currencies for measuring sustainability: Case studies from Asian highlands. In Defining and measuring sustainability. The biogeophysical foundations. Edited by Minasinghe, M. y W. Shearer. The United Nations University (UNU) y The World Bank, pp 193 - 206. Washington, D.C. USA.
 31. Requena, C. 1982. Determinación del momento óptimo de reabono con nitrógeno en maíz, *Zea mays* L. Trabajo especial de grado. Facultad de Agronomía, UCV. Maracay. Venezuela.

32. Schroll, H. 1994. Energy-flow and ecological sustainability in Danish agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 51: 301-310. Elsevier Editors.
33. Smyth, A. y J. Dumanski. 1993. FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management. Land and Water Development Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Soil Resources Reports 73. Rome. Italy.
34. Tisdell, C. 1996. Economic indicators to assess the sustainability of conservation farming projects: An evaluation. *Agriculture, ecosystems and environment* 57: 117-131. Elsevier Editors.
35. Wokabi, S. 1994. Quantified land evaluation for maize yield gap analysis. ITC. Publication number 26. Enschede. The Netherlands.
36. World Bank. 1996. Social Indicators of Development. The Johns Hopkins University Press Baltimore, U.S.A.
37. Zinck J y A. Farshad. 1995. Issues of sustainability and sustainable land management. *Canadian J. Soil Sci.* (75): 407-412.