INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN AGROECOSISTEMAS HORTÍCOLAS EN CERRO PUNTA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ

SUSTAINABILITY INDICATORS IN HORTICULTURAL AGROECOSYSTEMS IN CERRO PUNTA, CHIRIQUÍ, PANAMA

Rubén D. Collantes González
Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP),, Panamá
rdcg31@hotmail.comhttps

Rito Herrera
Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), , Panamá
rito.herrera@up.ac.pa

Martín A. Caballero Espinosa
Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Panamá
maxel797@hotmail.com

Javier E. Pittí Caballero
Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Panamá
pittjavier28@hotmail.com

Revista Investigaciones Agropecuarias
vol. 5, núm. 1, p. 85 - 92, 2022
Universidad de Panamá, Panamá
ISSN-E: 2644-3856
Periodicidad: Semestral
reinaldo.dearmas@up.ac.pa

Recepción: 14 Septiembre 2022
Aprobación: 19 Octubre 2022

URL: https://portal.amelica.org/ameli/journal/222/2225117009/

Resumen: Cerro Punta es una de las principales zonas productoras de hortalizas frescas en Panamá; responsable del abastecimiento de más del 80% de estos rubros en el país. Recientemente, se realizó una caracterización de dichos sistemas productivos, la cual reflejó que la actividad agrícola es la principal fuente de ingresos de la comunidad, pero dependen en gran medida del uso de plaguicidas de síntesis. El objetivo del presente estudio fue evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas hortícolas en Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. Para ello, se realizó de manera preliminar, un análisis de conglomerado de K medias, en el cual se tomó en consideración el área cultivada (ha) y el costo productivo (USD por ha). Seguidamente, se seleccionó al azar una finca por conglomerado y se definieron, en una escala de 1 – 5, diez indicadores de sostenibilidad, correspondientes a las dimensiones social (2), económica (4) y técnico-ambiental (4); siendo requerido para que una finca se considere sostenible lograr como mínimo un promedio de 3 por dimensión y que el índice de sostenibilidad general (ISG), sea igual o mayor que 3. De acuerdo con los resultados, solamente el conglomerado 4 resultó ser sostenible, con *ISG* de 3.9. Sin embargo, los cinco tipos de finca resultaron ser sostenibles en la dimensión social, gracias a la satisfacción de servicios básicos. Se requieren mejoras en cuanto al rendimiento, la diversificación de cultivos y otras actividades económicas; además de fomentar el manejo integrado de plagas. En conclusión, los agroecosistemas hortícolas en Cerro Punta podrían ser sostenibles.

Palabras clave: Agroecosistemas, fincas hortícolas, Indicadores de sostenibilidad, Tierras Altas.

Abstract: Cerro Punta is one of the main producing areas of fresh vegetables in Panama; responsible for the supply of more than 80% of these items in the country. Recently, a characterization of these productive systems was carried out, which reflected that agricultural activity is the main source of income for the community, but they are very dependent on the

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

use of synthetic pesticides. The aim of this study was to evaluate the sustainability of horticultural agroecosystems in Cerro Punta, Chiriquí, Panama. For this, a K means cluster analysis was carried out in a preliminary manner, in which the cultivated area (ha) and the productive cost (USD per ha) were taken into consideration. Next, one farm per conglomerate was randomly selected and ten sustainability indicators were defined on a scale of 1-5, corresponding to the social (2), economic (4) and technical-environmental (4) dimensions; being required for a farm to be considered sustainable to achieve at least an average of 3 per dimension and the general sustainability index (*ISG*), must be 3 or superior. According to the results, only cluster 4 turned was sustainable, with an *ISG* of 3.9. However, the five types of farm turned out to be sustainable in the social dimension, due to the satisfaction of basic services. Yield improvements, crop diversification and other economic activities are required; in addition to promoting Integrated Pest Management. In conclusion, horticultural agroecosystems in Cerro Punta could be sustainable.

Keywords: Agroecosystems, horticultural farms, sustainability indicators, Tierras Altas.

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

INTRODUCCIÓN

Cerro Punta es una de las principales zonas productoras de hortalizas del país; destacando rubros como papa, zanahoria, cebolla, repollo y lechuga, los cuales representan la principal actividad económica del lugar (Herrera et al., 2021). Ubicado a 2000 m s. n. m., es considerado también un atractivo turístico para nacionales y extranjeros, por su clima fresco y su paisaje de montañas y cultivos. Además, se ofrece venta de artesanías, recuerdos, bebidas y dulces caseros; lo cual ha contribuido con la economía de la localidad (Saldaña, 2022).

Si bien este panorama resulta alentador y se cuenta con avances importantes en investigación, innovación y desarrollo, aún persisten retos para poder lograr una agricultura sostenible, en especial en materia ambiental, económica y social; además de contar con mecanismos de evaluación objetivos y funcionales (Rizo-Mustelier et al., 2017). Frente a ello, existen 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que están integrados, porque se reconoce que la acción en un área afectará los resultados en otras y el desarrollo sostenible debe ser equilibrado en las dimensiones social, económica y ambiental (PNUD, 2022).

En Panamá, se realizó un análisis de sostenibilidad en el cultivo de café robusta en la Provincia de Colón; encontrando que la dimensión ambiental es sostenible, dado que una de las principales razones para cultivar este rubro fue la protección de la cuenca del Canal de Panamá. Sin embargo, el estudio reflejó que hace falta mayor dominio técnico e inversión económica por parte de los productores, sumado a la insatisfacción sentida de los servicios básicos (Collantes et al., 2021a).

Para realizar estudios más detallados, siempre es recomendable realizar una caracterización del agroecosistema a intervenir (Malagón y Prager, 2001). En este sentido, Herrera et al. (2021), caracterizaron fincas hortícolas en Cerro Punta, encontrando que el 55% de los productores están en una transición entre el manejo convencional y el manejo ecológico; el 77% utiliza gallinaza sin tratar; se emplean más de 36 ingredientes activos diferentes; además de detectarse residuos de plaguicidas en el suelo de hasta más de 19 ingredientes activos diferentes en una parcela. Considerando todo lo señalado previamente, el objetivo de la presente investigación es evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas hortícolas productivos en Cerro Punta, Chiriquí, Panamá.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en Cerro Punta, Distrito de Tierras Altas, Provincia de Chiriquí, República de Panamá (8°52’24” N 82°35’00” O, 1927 m s. n. m.) (Figura 1A). Tomando como base la investigación de Herrera et al. (2021), en la cual se caracterizaron 31 fincas con cultivos estratégicos (Figuras 1B y 1C); mediante el programa PSPP, se realizó un análisis de conglomerados de K medias, para formar grupos de fincas, según el área cultivada y el costo productivo. Se escogió al azar una finca representativa por cada grupo y se elaboró una propuesta de indicadores de sostenibilidad, similar a la de Márquez y Julca (2015) y Collantes et al. (2021a); con una escala de 1 – 5 y una ponderación por indicador, según criterio de expertos (Tablas 1 – 3).

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Figura 1.
Desarrollo del estudio en Cerro Punta, Chiriquí: A) Localidades (Google Earth, 2022); B) Cebolla; C) Papa.

Tabla 1.
Indicadores sociales y escala propuesta.

Dimensión	Indicador	Valor	Detalle
Social	S_1 Servicios básicos Ponderación = 2	5	Agua, luz, teléfono, salud y educación
		4	Agua, luz, teléfono y salud
		3	Agua, luz y teléfono
		2	Agua y luz
		1	No posee
	S_2 Participación en organizaciones Ponderación = 1	5	Participa proactivamente
		4	Participa frecuentemente
		3	Participa regularmente
		2	Participa muy poco
		1	No participa

Tabla 2.
Indicadores económicos y escala propuesta.

Dimensión	Indicador	Valor	Detalle
Económica	E_1 Costo productivo por hectárea (USD) Ponderación = 2	5	> 10 000
		4	7501 - 10 000
		3	5001 - 7500
		2	2500 - 5000
		1	< 2500
	E_2 Cría animal Ponderación = 1	5	Cría más de tres especies
		4	Cría tres especies
		3	Cría dos especies
		2	Cría una especie
		1	No tiene
	E_3 Otros ingresos Ponderación = 1	5	Más de dos permanentes
		4	Dos permanentes
		3	Uno permanente
		2	Uno eventual
		1	No tiene
	E_4 Rendimiento del cultivo principal (qq/ha) Ponderación = 2	5	> 750
		4	601 - 750
		3	451 - 600
		2	300 - 450
		1	< 300

Tabla 3.
Indicadores técnico-ambientales y escala propuesta.

Dimensión	Indicador	Valor	Detalle
Técnico-Ambiental	TA_1 Diversificación de cultivos Ponderación = 2	5	Más de cuatro cultivos
		4	Cuatro cultivos
		3	Tres cultivos
		2	Dos cultivos
		1	Un solo cultivo
	TA_2 Uso de fertilizantes orgánicos Ponderación = 1	5	Aplica gallinaza tratada y otros abonos
		4	Aplica gallinaza tratada
		3	Aplica gallinaza sin tratar
		2	Aplica eventualmente
		1	No aplica
	TA_3 Manejo Agronómico Ponderación = 2	5	Manejo Agroecológico
		4	MIP, BPA, Manejo y Conservación de Suelo
		3	Manejo en transición y algunas BPA
		2	Manejo convencional
		1	No tiene manejo
	TA_4 Lavado de los equipos Ponderación = 1	5	Triple lavado en lugar designado apartado
		4	Aplica triple lavado en lugar designado
		3	Aplica triple lavado en campo
		2	No aplica triple lavado
		1	No lava

Para el cálculo de los índices de sostenibilidad social (Is), económico (Ik), técnico-ambiental (Iamb) y el índice de sostenibilidad general (ISG), se aplicaron fórmulas similares a las utilizadas por Collantes et al. (2021a, b); tomando en cuenta las ponderaciones, detalladas a continuación:

$$Is = \frac{2S_1 + S_2}{3}$$

$$Ik = \frac{2E_1 + E_2 + E_3 + 2E_4}{6}$$

$$Iamb = \frac{2TA_1 + TA_2 + 2TA_3 + TA_4}{6}$$

$$ISG = \frac{Is + Ik + Iamb}{3}$$

Los requisitos de sostenibilidad son que los índices por dimensión sean de por lo menos 3 y que el ISG sea de 3 o superior. Los resultados fueron tabulados mediante el programa Microsoft Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Conglomerados de K medias

Se conformaron cinco grupos de fincas (Tabla 4); destacando el cuarto con pequeños productores de 2.6 – 5 ha cultivadas y con un costo productivo de USD 10,000.00 por hectárea. Cuatro conglomerados, que constituyen el 74.2% de las fincas, poseen menos de 5 ha de cultivo; lo cual

puede estar relacionado con limitantes del relieve montañoso de Cerro Punta. Las fincas seleccionadas al azar para continuar con el análisis de sostenibilidad fueron la 4 (Conglomerado 2), 14 (Conglomerado 5), 18 (Conglomerado 4), 27 (Conglomerado 1) y 30 (Conglomerado 3).

Tabla 4.
Conformación de conglomerados de fincas hortícolas en Cerro Punta.

Conglomerado	No. fincas	Detalle
1	3	Pequeño productor con menos de 1 ha cultivada e invierte entre USD 5,001.00 y USD 7,500.00 por hectárea.
2	5	Pequeño productor con 1 – 2.5 ha cultivadas e invierte entre USD 7,501.00 y USD 10,000.00 por hectárea.
3	7	Pequeño productor con 2.6 – 5 ha cultivadas e invierte entre USD 2,500.00 y USD 5,000.00 por hectárea.
4	8	Pequeño productor con 2.6 – 5 ha cultivadas e invierte más de USD 10,000.00 por hectárea.
5	8	Productor pequeño a mediano con más de 5 ha cultivadas e invierte entre USD 2,500.00 y USD 5,000.00.

Análisis de Sostenibilidad

De acuerdo con los resultados (Tabla 5), en la dimensión social, todas las fincas resultaron ser sostenibles; lo cual guarda relación mayormente con la satisfacción parcial o total de los servicios básicos. En la dimensión económica, solamente los Conglomerados 1 y 4 fueron sostenibles, como consecuencia principalmente del costo productivo por hectárea, que se traduce en una mayor inversión en tecnología e insumos de calidad; sumado al hecho de que cuentan con mejores rendimientos. En la dimensión técnico-ambiental, solamente los Conglomerados 4 y 5 resultaron ser sostenibles, debido a que son fincas en las cuales el manejo agronómico está en transición hacia una agricultura más amigable con el ambiente, menos dependiente de plaguicidas sintéticos.

Tabla 5.
Resultados del análisis de sostenibilidad.

Conglomerado	Dimensión social			Dimensión económica					Dimensión Técnico-Ambiental					*ISG*
	S_1	S_2	*Is*	E_1	E_2	E_3	E_4	*Ik*	TA_1	TA_2	TA_3	TA_4	I_{amb}	
1	2	5	**3**	3	2	1	5	**3.2**	3	3	2	3	**2.7**	**2.9**
2	5	2	**4**	4	1	1	3	**2.7**	3	3	2	3	**2.7**	**3.1**
3	4	1	**3**	2	1	1	2	**1.7**	3	3	2	3	**2.7**	**2.4**
4	3	3	**3**	5	5	3	5	**4.7**	5	4	3	4	**4**	**3.9**
5	3	3	**3**	2	1	1	2	**1.7**	3	3	3	3	**3**	**2.6**

Si bien el análisis de Collantes et al. (2021a), contempló la pendiente como sub-indicador de riesgo de erosión; al ser una condición compartida por todas las fincas situadas en Cerro Punta, el indicador técnico-ambiental de manejo agronómico (TA3), también considera el desarrollo de prácticas de manejo y conservación del suelo, como el uso de curvas de nivel, la incorporación de materia orgánica, rotación de cultivos, entre otras. Adicionalmente, se requiere mejorar tanto el rendimiento como la diversificación productiva, para poder garantizar la sostenibilidad de estos medios de vida. En este sentido, Fortín y González (2022), afirmaron que, una producción diversificada es más resiliente, al integrar elementos de biodiversidad y funcionalidad presentes en el ecosistema natural, con lo cual también se podrían aprovechar servicios ecosistémicos.

En cuanto al ISG, los Conglomerados 2 y 4 obtuvieron un valor de 3.1 y 3.9 respectivamente; sin embargo, se determinó que, solamente el Conglomerado 4 cumple con todos los criterios para ser considerada sostenible, dado que en las tres dimensiones y en el ISG, obtuvo un valor igual o superior a 3. Esto corresponde a lo recomendado por Sarandón et al. (2006), quienes afirmaron que, el desarrollo de indicadores es apropiado para detectar los puntos críticos a la sostenibilidad; lo cual permite establecer sus posibles causas y sugerir alternativas de solución a mediano plazo. Adicionalmente, estos resultados son próximos a lo observado por Collantes y Rodríguez (2015) y Collantes et al. (2021b), en los cuales por lo menos uno de los grupos de fincas cumplió con los requisitos de sostenibilidad.

Entre los principales factores que condiciona que los agroecosistemas productivos de Tierras Altas sean sostenibles, está la predominancia del manejo convencional (Herrera et al., 2021); situación compartida con otros rubros estratégicos en el territorio nacional (Jaén et al., 2022; Miranda et al., 2022), para lo cual surge la necesidad de continuar fomentando alternativas de manejo integrado de plagas, que sean económicamente viables, social y ambientalmente responsables (Barraza y Chavarría, 2020; Castillo y Montenegro, 2022).

CONCLUSIÓN

En conclusión, los agroecosistemas hortícolas de Cerro Punta, Tierras Altas – Chiriquí, Panamá, tienen potencial de alcanzar la sostenibilidad. Sin embargo, se deben mejorar aspectos sociales, como la satisfacción de servicios básicos y fomentar la participación en organizaciones de productores; económicos, como incrementar la inversión en las fincas, traducido en mayores oportunidades de empleos y mejoras agrotecnológicas; y técnico-ambientales, como la diversificación productiva y la implementación de un manejo agronómico más orientado hacia la conservación del suelo, el manejo integrado de plagas, entre otras alternativas agroecológicas que contribuyan a que estos medios de vida logren perdurar y futuras generaciones puedan aprovechar todo el potencial que esta región del país tiene para ofrecer.

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Agradecimientos

A los agricultores de Cerro Punta, en especial a la memoria de Don Henry Ledezma (Q. E. P. D.), amigo y productor que colaboró con el desarrollo de la presente investigación. Al director general del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Dr. Arnulfo Gutiérrez, por el apoyo brindado para la realización de estos estudios. A la Magister Maricsa Jerkovic, por ayudar a contactar productores que facilitaron parte de la información levantada durante la investigación de campo.

REFERENCIAS

Barraza, E., y Chavarría, S. (2020). Evaluación de la eficiencia de diferentes tipos de trampas de pseudotallo, para la captura del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar, 1824), en la provincia de Darién, República de Panamá. *Scientia, 30*(1), 53-59. https://doi.org/10.48204/j.scientia.v30n1a4

Castillo, H., y Montenegro, G. (2022). Evaluación de cuatro tipos de trampas para monitoreo y control de *Cosmopolites sordidus* . *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) en cultivos de plátano en Bocas del Toro, Panamá. *Semilla del Este, 3*(1), 161-170. https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/3211

Collantes, R., Lezcano, J., y Marquínez, L. (2021a). Sostenibilidad del agroecosistema de café robusta en la Provincia de Colón, Panamá. *Ciencia Agropecuaria,* (32), 38-50. http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia- agropecuaria/article/view/418

Collantes, R., y Rodríguez, A. (2015). Sustentabilidad de agroecosistemas de palto (Persea americana Mill.) y mandarina (Citrus spp.) en Cañete, Lima – Perú. Tecnología & Desarrollo, 13(1), 27-34. https://www.researchgate.net/publication/304580657_Sustentabilidad_de_agroecosistemas_de_palto_Persea_americana_Mill_y_mandarina_Citrus_spp_en_Canete_Lima_-_Peru

Collantes, R., Rodríguez, A., y Beyer, A. (2021b). Sustentabilidad de agroecosistemas de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) en Cañete, Lima, Perú. *Tecnociencia, 23*(2), 244-256. https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/2280

Fortín, M., y González, M. (2022). Manual de capacitación 2: Diversificación productiva. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) – San José, CR. https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/20744/BVE22088367.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20diversificaci%C3%B3n%20productiva%20es%20una,gran%20escala%20(Diverfarming%202020).

Google Earth. (2022). *Localidades de estudio, Cerro Punta*. https://earth.google.com/web/@8.84800583,-82.56154626,2135.27629016a,16545.53808679d,35y,0.15696286h,9.21394393t,0r

Jaén, A., Samaniego, L., y Villarreal, A. (2022). Aspectos socioeconómicos y factores que limitan la producción de sandía en Alanje y Progreso, Chiriquí, Panamá. *Semilla del Este, 3*(1), 144-150. https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/3209

Miranda, N., Sánchez, D., y Sicilia, K. (2022). Manejo de envases vacíos de agroquímicos en la producción de arroz en el Distrito de Alanje, Provincia de Chiriquí. *Semilla del Este, 3*(1), 151-160. https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/3210

Herrera, R., Collantes, R., Caballero, M., y Pittí, J. (2021). Caracterización de fincas hortícolas en Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. *Revista de Investigaciones Altoandinas, 23*(4), 200-209. https://doi.org/10.18271/ria.2021.329

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Malagón, R., y Prager, M. (2001). *El Enfoque de Sistemas: Una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola*. Universidad Nacional de Colombia. http://hdl.handle.net/20.500.12324/12595

Márquez, F., y Julca, A. (2015). Indicadores para evaluar la sustentabilidad en fincas cafetaleras en Quillabamba, Cusco, Perú. *Saber y Hacer, 2*(1), 128-137. http://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/45

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). (2022). *Los ODS en acción*. https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals

Rizo-Mustelier, M., Vuelta-Lorenzo, D. R., y Lorenzo-García, A. M. (2017). Agricultura, desarrollo sostenible, medioambiente, saber campesino y universidad. *Ciencia en su PC,* (2), 106-120. https://www.redalyc.org/pdf/1813/181351615008.pdf

Saldaña, J. (2022). *Turistas incrementan economía en Tierras Altas*. https://www.ecotvpanama.com/telemetro-reporta-chiriqui/programas/turistas- incrementan-economia-tierras-altas-n5643505

Sarandón, S. J., Zuluaga, M. S., Cieza, R., Janjetic, L., y Negrete, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología, 1*, 19–28. https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/14

AmeliCA

Disponible en:
https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/222/2225117009/2225117009.pdf

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

Rubén D. Collantes González, Rito Herrera,
Martín A. Caballero Espinosa, Javier E. Pittí Caballero

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN AGROECOSISTEMAS HORTÍCOLAS EN CERRO PUNTA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ

SUSTAINABILITY INDICATORS IN HORTICULTURAL AGROECOSYSTEMS IN CERRO PUNTA, CHIRIQUÍ, PANAMA

Revista Investigaciones Agropecuarias
vol. 5, núm. 1, p. 85 - 92, 2022
Universidad de Panamá, Panamá
reinaldo.dearmas@up.ac.pa

ISSN-E: 2644-3856

CC BY-NC-SA 4.0 LEGAL CODE
Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.