



INDICADORES AMBIENTALES DE BIODIVERSIDAD PARA EVALUAR EL MANEJO SOSTENIBLE DE TIERRAS EN CUBA III: CALIDAD DE LA COBERTURA VEGETAL

**M. Sc. Hermen Ferrás Álvarez
Ing. Ricardo Rosa Angulo
M. Sc. Lucía Hechavarría Schwesinger
Dra. Jacqueline A. Pérez Camacho
M. Sc. Isora Baró Oviedo
M. Sc. Ana Martell García**

**Instituto de Ecología y Sistemática,
Agencia de Medio Ambiente, Cuba**



CONTENIDO

Introducción/ 1

Materiales y métodos/ 2

Descripción de áreas y sitios de intervención/ 2

Propuesta del indicador de calidad biológica de la cobertura vegetal (CCV) / 3

Muestreo y procesamiento de los componentes de la biodiversidad que integran el indicador de calidad de la cobertura vegetal / 4

Resultados y discusión/ 5

Descripción del indicador de calidad biológica de la cobertura vegetal (CCV) y escala de evaluación/ 5

Discusión/ 11

Referencias bibliográficas/ 12

INTRODUCCIÓN

La conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas son elementos esenciales en el logro de la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible de la agricultura. Se puede lograr la gestión de la biodiversidad para mantener o reforzar las funciones ecosistémicas en favor de una producción agrícola sostenible, mediante la aplicación de buenas prácticas agrícolas que respeten enfoques basados en el ecosistema, y que estén diseñadas para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción (Martínez *et al.*, 2017).

Las buenas prácticas agrícolas tienen por objeto satisfacer las necesidades de los consumidores de productos de alta calidad, inocuos y producidos de manera responsable desde el punto de vista medioambiental y social, que promuevan la producción y uso racional de bienes y servicios ecosistémicos. Diversos expertos han sugerido, por ejemplo, que el rescate de los sistemas tradicionales de manejo en combinación con el uso de estrategias agroecológicas, puede representar la única ruta viable y sólida para incrementar la productividad sostenible y la resiliencia de la producción agrícola (Lin, 2011).

En los agroecosistemas la cobertura vegetal resulta el componente más importante ya que brinda el servicio ecosistémico de apoyo o soporte sobre el cual se pueden desarrollar otros componentes de la diversidad biológica. Así, la cobertura vegetal como bioindicador puede

informar sobre el estado y la tendencia de la biodiversidad y advertir sobre el funcionamiento de estos ecosistemas (Capelli *et al.*, 2022).

La relación entre diversidad biológica y funcionamiento en los agroecosistemas suele tener un carácter exponencial, por ello un pequeño incremento de la diversidad en ecosistemas con pocas especies suele incrementar significativamente los beneficios (Cardinale *et al.*, 2012; Isbell *et al.*, 2017).

Las prácticas agroecológicas que incrementan la diversidad vegetal, tanto a nivel de especies como estructural (agroforestería, diversificación espacial y temporal de cultivos y variedades), permiten incrementar los rendimientos y obtener servicios adicionales como el control de la erosión, mejorar la fertilidad del suelo, elevar la diversidad de grupos de la fauna asociados, reducir la demanda de fertilizantes y plaguicidas, promover la polinización. (Torralba *et al.*, 2016; Albrecht *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2020; Bowles *et al.*, 2017; Blanco Canqui *et al.*, 2015; Garland *et al.*, 2021).

Este trabajo tuvo como objetivo proponer un bioindicador de calidad de la cobertura vegetal y su metodología de medición, para su aplicación en áreas bajo Manejo Sostenible de Tierras. Este indicador es resultado del trabajo del colectivo de investigadores y especialistas participantes del proyecto “Conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica en ecosistemas forestales y ganaderos bajo Manejo Sostenible de Tierras (MST)”, ejecutado entre 2017 y 2019.

MATERIALES Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DE ÁREAS Y SITIOS DE INTERVENCIÓN

El trabajo se desarrolló en cuatro áreas de intervención del Programa de Asociación de País CPP-OP15 sobre Manejo Sostenible de Tierras, las cuales fueron: Llanura Sur de Pinar del Río, Llanura Habana-Matanzas (Provincias de Artemisa y Mayabeque), Cuenca del Cauto (Provincias de Las Tunas, Holguín y Granma) y Llanura Sur de Guantánamo. Dentro de estas áreas, el estudio se ejecutó en un total de 12 sitios o fincas demostrativas y de réplica del MST, fundamentalmente de uso agrícola, forestal y agroforestal.



ÁREA LLANURA SUR DE PINAR DEL RÍO

1. Finca “Manolo”

Sitio demostrativo, perteneciente a la CCS Raúl Gómez García del municipio de Sandino, de uso agrícola y cuyo cultivo principal es el tabaco.

2. CPA “Roberto Amarán”

Sitio demostrativo en el municipio de Pinar del Río, de uso agroforestal y cultivos varios.

3. Finca “Cascajales”

Sitio de réplica, perteneciente a la CCS Lenin, del municipio de Consolación del Sur, de uso forestal.

4. Finca “Tierra Brava”

Sitio de réplica, perteneciente a la CCS Niceto Pérez del municipio de Los Palacios, de uso agroforestal, fundamentalmente frutales.

5. Finca “Pilón”

Sitio demostrativo, perteneciente a la CPA Jesús Suárez Soca del municipio de Consolación del Sur, de uso agrícola y cuyo cultivo principal es el tabaco.

ÁREA LLANURA HABANA-MATANZAS

6. Finca “San Jacobo” (Artemisa)

Sitio demostrativo, perteneciente a la CSS VietNam Heroico, de uso cultivos varios.

7. Finca “Arocha” (Mayabeque)

Sitio demostrativo de la Comunidad Regante de Güines, de uso cultivos varios y agroforestal (frutales).

ÁREA CUENCA DEL CAUTO

8. Finca “Los Velázquez” (Las Tunas)

Sitio demostrativo, perteneciente a la CCS Cuba Va, del municipio de Majibacoa, de uso agroforestal y cultivos varios.

9. Finca “Si dan doy” (Granma)

Sitio demostrativo, perteneciente a la CCS Hermes Rondón del municipio de Río Cauto, de uso cultivos varios.

10. CCS “René Muñoz” (Granma)

Sitio demostrativo de la localidad El Horno en el municipio de Bayamo, de uso cultivos varios.

ÁREA SUR DE GUANTÁNAMO

11. UBPC “Eliomar Noa”

Sitio demostrativo de la localidad Los Cerezos en el municipio de Imías, de uso agroforestal (frutales), cultivos varios y pastizales.

12. CCS “Enrique Campos”

Sitio demostrativo de la localidad La Jabilla en el municipio de Guantánamo, de uso cultivos varios.

PROPUESTA DEL INDICADOR DE CALIDAD BIOLÓGICA DE LA COBERTURA VEGETAL (CCV)

La propuesta del indicador de calidad de la cobertura vegetal (CCV) se originó a partir de la revisión de antecedentes sobre el tema (Lu *et al.*, 2000; FAO, 2005, 2013; Snapp *et al.*, 2005; Chará *et al.*, 2007; Lin, 2011; Murgueitio *et al.*, 2011; Altieri y Nicholls, 2013; Pérez y Gardey, 2014), pero principalmente de la experticia de diversos especialistas e investigadores y de resultados alcanzados en Cuba (Ricardo, 2007; Oviedo y González-Oliva, 2015; González-Torres *et al.*, 2016). Este bioindicador integró diferentes evaluadores de las características de la flora y vegetación, que permitieron resumir gran cantidad de información en forma sencilla e interpretable (cobertura forestal, calidad de la flora nativa, nivel de invasión de especies vegetales, complejidad estructural y funcional de la vegetación, presencia de parches de vegetación típica de la zona, diversificación de cultivos y variedades, y riqueza de especies nativas para la sombra de cultivos y áreas de pastoreo) (Ramírez, 2002). La selección de los verificadores utilizados y sus escalas de valoración fueron producto del trabajo colectivo de los participantes en el proyecto arriba mencionado (Hechavarría, 2019).

El indicador de calidad de la cobertura vegetal, al igual que el resto de los indicadores ambientales de biodi-

versidad creados para evaluar el Manejo Sostenible de Tierras, se basaron en ordenar e integrar una serie de índices biológicos para monitorear varios recursos naturales en los agroecosistemas, según la Estrategia para el Uso, Manejo, Conservación y Desarrollo Sostenible del Bosque, Suelo y Agua, aplicada actualmente por el MINAG.



MUESTREO Y PROCESAMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LA BIODIVERSIDAD QUE INTEGRAN EL INDICADOR DE CALIDAD DE LA COBERTURA VEGETAL

Los resultados que se muestran sobre la flora y vegetación corresponden con el momento de diagnóstico a las diferentes fincas estudiadas bajo MST. Este diagnóstico se llevó a cabo en los períodos estacionales lluvioso (pll) y poco lluvioso (ppll), desarrollado fundamentalmente en el año 2018. La evaluación durante el pll se efectuó en los meses de junio a octubre en todas las fincas y el muestreo del ppll en los meses de febrero a abril en las fincas Tierra Brava, Roberto Amarán, Cascajales, Manolo, Pílon, Los Velázquez, Hermes Rondón y El Horno.

La determinación de los diferentes componentes del indicador de calidad de la cobertura vegetal se realizó a partir del inventario florístico, mediante la observación directa en transectos en cada sitio de intervención. Este inventario se dirigió principalmente a las

plantas angiospermas, de cualquier uso dentro de la finca de estudio (medicinal, forestal, cultivada, natural u otro). En el inventario se tuvo en cuenta: el nombre vulgar de la especie y tipo de uso (Roig, 1974), categoría según origen biogeográfico (exótica, nativa, endémica), comportamiento (invasora, ruderal, expansiva) y estado de conservación en Cuba (solo para especies nativas y endémicas) (Oviedo y González-Oliva, 2015; González-Torres *et al.*, 2016). Este levantamiento además incluyó el nombre científico de las especies, para cuya actualización nomenclatural se siguieron los criterios de Greuter y Rankin (2017). En el caso de los parches de vegetación “natural” dentro de los sitios estudiados, se efectuó un inventario específico para conocer las especies como fuente de semillas de plantas nativas que podrían enriquecer las fincas.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DESCRIPCIÓN DEL BIOINDICADOR DE CALIDAD DE LA COBERTURA VEGETAL (CCV) Y ESCALA DE EVALUACIÓN



El bioindicador Calidad de la Cobertura Vegetal (**CCV**) se formuló con la participación de siete verificadores en total: cobertura forestal (**VCCV₁**), calidad de la flora nativa (**VCCV₂**), nivel de invasión de especies vegetales (**VCCV₃**), complejidad estructural y funcional de la vegetación (**VCCV₄**), presencia de parches de vegetación típica de la zona (**VCCV₅**), diversificación de cultivos y variedades (**VCCV₆**), y riqueza de especies nativas para la sombra de cultivos y áreas de pastoreo (**VCCV₇**). Al igual que para los otros bioindicadores diseñados de calidad del suelo y del agua, los verificadores y el bioindicador respondieron a una escala de evaluación de cuatro clases o categorías: muy bien (clase 4), bien (clase 3), regular (clase 2) y mal (clase 1) (Sarandon y Flores, 2009). Para las diferentes categorías de evaluación se estableció un rango de valores otorgado a cada verificador y al bioindicador. En el caso del bioindicador, este rango de valores se adquirió a partir de la sumatoria de las clases otorgadas a cada verificador. A continuación, se exponen la fórmula integrada, la descripción de los verificadores y escalas de evaluación (**Tabla 1**).

$$\text{CCV} = \text{VCCV}_1 + \text{VCCV}_2 + \text{VCCV}_3 + \text{VCCV}_4 + \text{VCCV}_5 + \text{VCCV}_6 + \text{VCCV}_7$$

CCV: Calidad de la Cobertura Vegetal.

VCCV₁: Cobertura forestal, basado en el porcentaje de uso de tierra de la finca dedicado a la actividad agroforestal o de pastos y cultivos.

VCCV₂: Calidad de la flora nativa, establecido a partir del porcentaje de especies vegetales nativas, considerando también especies endémicas, amenazadas y focales.

VCCV₃: Nivel de invasión de especies vegetales, sustentado con la presencia de especies exóticas invasoras.

VCCV₄: Complejidad estructural y funcional de la vegetación, originado en función de la complejidad o cantidad de estratos de la vegetación.

VCCV₅: Presencia de parches de vegetación típica de la zona, fundamentado por la presencia/ausencia de vegetación natural.

VCCV₆: Diversificación de cultivos y variedades, consistente en la cantidad de tipos de cultivos y variedades.

VCCV₇: Riqueza de especies nativas para la sombra de cultivos y áreas de pastoreo, apoyado en el porcentaje de especies nativas aprovechadas en áreas de pastoreo y otros cultivos.

Tabla 1. Escalas de evaluación de verificadores y del bioindicador de Calidad de la Cobertura Vegetal (CCV).

VERIFICADORES Y BIOINDICADOR CCV	ESCALA	CLASIFICACIÓN	CLASES
VCCV₁: Cobertura forestal			
<i>Actividad agroforestal</i>	≥ 75% con cobertura forestal	MUY BIEN	4
	50-74%	BIEN	3
	30-49%	REGULAR	2
	< 30%	MAL	1
<i>Actividad de pastos y cultivos</i>	≥ 25% con cobertura forestal	MUY BIEN	4
	20-24%	BIEN	3
	10-19%	REGULAR	2
	< 10%	MAL	1
VCCV₂: Calidad de la flora nativa			
	≥ 50% de especies nativas representadas por endémicas, amenazadas y focales	MUY BIEN	4
	≥ 50% de especies nativas	BIEN	3
	10-49%	REGULAR	2
	< 10%	MAL	1
VCCV₃: Nivel de invasión de especies vegetales			
	No presencia de especies invasoras	MUY BIEN	4
	Presencia de especies potencialmente invasoras	BIEN	3
	Presencia de especies invasoras	REGULAR	2
	Superficie transformada por invasión	MAL	1
VCCV₄: Complejidad estructural y funcional de la vegetación			
	Presencia de estratos típicos de la vegetación del área	MUY BIEN	4
	Presencia de los tres estratos (Herbáceo, Arbustivo, Arbóreo) + especies trepadoras y epífitas + madurez del bosque	BIEN	3
	Presencia de dos estratos	REGULAR	2
	Presencia de un estrato	MAL	1
VCCV₅: Presencia de parches de vegetación típica de la zona			
	Presencia de parches de vegetación natural	MUY BIEN	4

VERIFICADORES Y BIOINDICADOR CCV	ESCALA	CLASIFICACIÓN	CLASES
VCCV₁: Cobertura forestal			
	Presencia de árboles de vegetación natural en cercas vivas, cortinas rompevientos	BIEN	3
	Presencia de árboles aislados	REGULAR	2
	Ausencia de vegetación natural	MAL	1
VCCV₆: Diversificación de cultivos y variedades			
	Policultivo con variedades (al menos 4 tipos de cultivos)	MUY BIEN	4
	Policultivo (al menos 3 tipos de cultivos)	BIEN	3
	Monocultivo con diferentes variedades	REGULAR	2
	Monocultivo	MAL	1
VCCV₇: Riqueza de especies nativas para la sombra de cultivos y áreas de pastoreo			
<i>Áreas de pastoreo</i>	100% de sombra con especies nativas típicas de la zona	MUY BIEN	4
	Sombra con $\geq 50\%$ especies nativas	BIEN	3
	Sombra hasta un 50% especies exóticas	REGULAR	2
	No hay sombra	MAL	1
<i>Café y cacao</i>	100 % de sombra diversificada con especies nativas, incluyendo frutales	MUY BIEN	4
	Sombra diversificada con especies nativas y exóticas (50 % de cada una)	BIEN	3
	Sombra monoespecífica con especie nativa	REGULAR	2
	Sombra monoespecífica o diversificada con especies exóticas	MAL	1
<i>Bioindicador CCV</i>	28	MUY BIEN	
	20-27	BIEN	
	14-19	REGULAR	
	7-13	MAL	

Los resultados de la evaluación de los verificadores en los diferentes sitios de intervención se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Indicador Calidad de la Cobertura Vegetal (CCV) por sitio de intervención y época del año. Verificadores: VCCV1: Cobertura forestal, VCCV2: Calidad de la flora nativa, VCCV3: Nivel de invasión de especies vegetales, VCCV4: Complejidad estructural y funcional de la vegetación, VCCV5: Presencia de parches de vegetación típica de la zona, VCCV6: Diversificación de cultivos y variedades, VCCV7: Riqueza de especies nativas para la sombra de cultivos y áreas de pastoreo. (Categorías o Clases): (1)= mal, (2)= regular, (3)= bien, (4)= muy bien. CCV: 7-13= mal, 14-19= regular, 20-27= bien, 28= muy bien.

SITIO/ AÑO	USO DE LA TIERRA	VERIFICADORES							CV
		VCCV ₁	VCCV ₂	VCCV ₃	VCCV ₄	VCCV ₅	VCCV ₆	VCCV ₇	
<i>Tierra Brava</i>									
Poco lluvioso	Frutales	<30% (mal) 1	≥ 50% (bien) 3	(regular) 2	(bien) 3	(bien) 3	(muy bien) 4	(regular) 2	18 (regular)
Lluvioso		30-49% (regular) 2	≥ 50% (bien) 3	(regular) 2	(bien) 3	(muy bien) 4	(muy bien) 4	(regular) 2	20 (bien)
<i>Roberto Amarán</i>									
Poco lluvioso	Frutales	30-49% (regular) 2	≥ 50% endemis- mos (muy bien) 4	(regular) 2	(muy bien) 4	(bien) 3	(muy bien) 4	(bien) 3	20 (bien)
Lluvioso		30-49% (regular) 2	≥ 50% endemis- mos (muy bien) 4	(regular) 2	(muy bien) 4	(muy bien) 4	(muy bien) 4	(bien) 3	21 (bien)
<i>Cascajales</i>									
Poco lluvioso	Forestal	30-49% (regular) 2	≥ 50% (bien) 3	(regular) 2	(bien) 3	(bien) 3	(bien) 3	(bien) 3	19 (regular)
Lluvioso		30-49% (regular) 2	≥ 50% (bien) 3	(regular) 2	(bien) 3	(bien) 3	(bien) 3	(bien) 3	19 (regular)
<i>Finca de Manolo</i>									
Poco lluvioso	Tabaco	20-24% (bien) 3	≥ 50% (bien) 3	(regular) 2	(regular) 2	(regular) 2	(regular) 2	(regular) 2	16 (regular)
Lluvioso		20-24% (bien) 3	≥ 50% (bien) 3	(regular) 2	(regular) 2	(regular) 2	(regular) 2	(regular) 2	16 (regular)

SITIO/ AÑO	USO DE LA TIERRA	VERIFICADORES							CV
		VCCV ₁	VCCV ₂	VCCV ₃	VCCV ₄	VCCV ₅	VCCV ₆	VCCV ₇	
<i>Finca Pilón</i>									
Poco lluvioso	Tabaco	20-24% (bien) 3	≥ 50% (bien) 3	(regular) 2	(bien) 3	(bien) 3	(regular) 2	(regular) 2	18 (regular)
Lluvioso		20-24% (bien) 3	≥ 50% (bien) 3	(regular) 2	(bien) 3	(bien) 3	(regular) 2	(regular) 2	18 (regular)
<i>San Jacobo</i>									
Lluvioso	Cultivos varios	10-19% (regular) 2	≥ 50% (bien) 3	(regular) 2	(regular) 2	(bien) 3	(regular) 2	No procede	15 (regular)
Arocha Lluvioso		20-24% (bien) 3	≥ 50% (bien) 3	(regular) 2	(regular) 2	(bien) 3	(regular) 2	No procede	16 (regular)
<i>Los Velázquez (Cuba Va)</i>									
Poco lluvioso	Cultivos varios	≥ 25% (muy bien) 4	≥ 50% endemis- mos (muy bien) 4	(regular) 2	(regular) 2	(bien) 3	(bien) 3	(regular) 2	20 (bien)
Lluvioso		≥ 25% (muy bien) 4	≥ 50% endemis- mos (muy bien) 4	(regular) 2	(regular) 2	(bien) 3	(bien) 3	(regular) 2	20 (bien)
<i>Si dan doy Hermes Rondón</i>									
Poco lluvioso	Cultivos varios	10-19% (regular)	≥ 50% endemis- mos (muy bien) 4	(regular) 2	(regular) 2	(regular) 2	(regular) 2	(regular) 2	16 (regular)
Lluvioso		10-19% (regular) 2	≥ 50% endemis- mos (muy bien) 4	(regular) 2	(regular) 2	(regular) 2	(regular) 2	(regular) 2	16 (regular)

SITIO/ AÑO	USO DE LA TIERRA	VERIFICADORES							CV
		VCCV ₁	VCCV ₂	VCCV ₃	VCCV ₄	VCCV ₅	VCCV ₆	VCCV ₇	
<i>René Muñoz El Horno</i>									
Poco lluvioso	Cultivos varios	10-19% (regular) 2	≥ 50% endemis- mos (muy bien) 4	(regular) 2	(regular) 2	(bien) 3	(regular) 2	(regular) 2	17 (regular)
Lluvioso		10-19% (regular) 2	≥ 50% endemis- mos (muy bien) 4	(regular) 2	(regular) 2	(bien) 3	(regular) 2	(regular) 2	17 (regular)
<i>Eliomar Noas</i>									
Lluvioso	Frutales	30-49% (regular) 2	≥ 50% endemis- mos (muy bien) 4	(regular) 2	(bien) 3	(bien) 3	(bien) 3	(regular) 2	16 (regular)
<i>Enrique Campos</i>									
Lluvioso	Cultivos varios	10-19% (regular) 2	≥ 50% endemis- mos (muy bien) 4	(regular) 2	(regular) 2	(bien) 3	(regular) 2	(regular) 2	15 (regular)





DISCUSIÓN

En general la calidad de la cobertura vegetal es valorada de REGULAR en la mayoría de las fincas, excepto en las fincas declaradas como Iniciadas en MST, donde este bioindicador alcanza los valores de BIEN, en el Polígono de Agua, Suelo y Bosque Roberto Amarán, y BIEN en las otras fincas iniciadas. En el resto de las fincas, la flora y la vegetación nativas asociadas a campos de cultivo es escasa, con valores de cobertura elemental muy bajos. Las especies nativas más comunes son aquellas resistentes a alteraciones drásticas del entorno o más utilizadas por la comunidad, como *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (almácigo) y *Cordia gerascanthus* L. (baría). En el estrato arbóreo predominan las especies exóticas invasoras como *Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn. y *Albizia lebbbeck* (L.) Benth., en el arbustivo predomina *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn. y en el herbáceo las especies exóticas y ruderales como varias gramíneas y asteráceas. Los acuatorios están cubiertos por especies exóticas invasoras como *Myriophyllum pinnatum* (Walter) Britton & al. y *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. En especial las fincas de la Llanura sur de Guantánamo, zona semidesértica de Cuba, no poseen valores óptimos de este indicador de cobertura vegetal. Son tierras con tendencia a la degradación y desertificación, por lo que se hace necesario cambiar su uso con el fin de convertirlas en tierras forestales.

La pobre cobertura vegetal en la mayoría de las fincas estudiadas obedece a múltiples causas, entre ellas se pueden citar como las más importantes el uso de las cercas vivas monoespecíficas con potencial invasor y no estratificadas, quema intencional y accidental periódica, suelos altamente compactados, erosionados y con claras evidencias de salinización, fragmentación del paisaje y falta de conectividad entre los pocos parches de vegetación existente. En estas fincas es necesario incrementar la implementación de prácticas de manejo sostenible de tierras o prácticas agroecológicas para potenciar y promover la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Se recomienda restaurar los terrenos baldíos entre zonas de cultivos, de forma tal que sean parches de bosques que conecten el paisaje agrícola de la región, erradicar la quema y vertimiento de basura, controlar la compactación del suelo, y remplazar las especies exóticas por nativas. Además, se sugiere remplazar las actuales cercas vivas por otras compuestas por varias especies nativas. Por otro lado, se sugiere que las plantaciones de frutales no sean monoespecíficas, y pasar paulatinamente a aplicar los métodos de la agricultura de conservación con el objetivo de optimizar el uso de los recursos naturales escasos como el suelo y el agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albrecht, M., M. Kleijn, N.M. Williams, M. Tshumi, B.R. Blaauw, R. Bommarco, A.J. Campbell, M. Dainese, F. A. Drummond, M. H. Entling, D. Ganser, G. A. de Groot, D. Goulson, H. Grab, H. Hamilton, F. Herzog, R. Isaacs, K. Jacot, P. Jeanneret, M. Jonsson, E. Knop, C. Kremen, D. A. Landis, G. M. Loeb, L. Marini, M. McKerchar, L. Morandin, S. C. Pfister, S. G. Potts, M. Rundlöf, H. Sardiñas, A. Sciligo, C. Thies, T. Tscharntke, E. Venturini, E. Veromann, I. M.G. Vollhardt, F. Wäckers, K. Ward, D. B. Westbury, A. Wilby, M. Woltz, S. Wratten & L. Sutter. 2020. The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecol. Lett.* 23: 1488-1498.
- Altieri M. A. y C. I. Nicholls. 2013. Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología* 8: 7-20.
- Blanco-Canqui, H.T., M. Shaver, J. Lindquist, C.A. Shapiro, R. W. Elmore, C.A. Francis, G. W. Hergert. 2015. Cover crops and ecosystem services: insights from Studies in temperate soils. *Agron. J.* 107: 2449-2474.
- Bowles, T.M. L. E. Jackson, M. Loeher, T. R. Cavagnaro. 2017. Ecological intensification and arbuscular mycorrhizas: a meta-analysis of tillage and cover crop effects. *J. Appl. Ecol.* 54: 1785-1793.
- Capelli, S.L., L.A. Domeignoz-Horta, V. Loaiza & A.I. Laineo. 2022. Plant biodiversity promotes sustainable agriculture directly and via belowground effects. *Trends in plant Science* Vol. 27 N° 7, 674-687.
- Cardinale, B.J., J. E. Duffy, A. Gonzalez, D. U. Hooper, C. Perrings, P. Venail, A. Narwani, G. M. Mace, D. Tilman, D. A. Wardle, A. P. Kinzig, G. C. Daily, M. Loreau, J. B. Grace, A. Larigauderie, D. S. Srivastava & S. Naeem . 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486: 59-67.
- Chará, J. D., G. Pedraza, L. P. Giraldo, D. Hincapié. 2007. Efecto de los corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia. *Revista Agroforestería de las Américas* No. 45.
- FAO. 2005. Manual de agricultura de conservación para Nicaragua. Adaptado del Manual de la FAO sobre Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible. 47 pp.
- FAO. 2013. Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. ISBN 978-92-5-307580-5 (edición impresa). E-ISBN 978-92-5-307581-2 (Pdf). 265 pp.
- Garland, G., A. Edlinger, S. Banerjee, F. Degrunne, P. García-Palacios, D. S. Pescador, C. Herzog, S. Romdhane, A. Saghai, A. Spor, C. Wagg, S. Hallin, F. T. Maestre, L. Philippot, M. C. Rillig & M. G. A. van der Heijden. 2021. Crop cover is more important than rotational diversity for soil multifunctionality and cereal yields in European cropping systems. *Nat. Food* 2: 28-37.
- González Torres, L.R., A. Palmarola, L. González Oliva, E. Bécquer, E. Testé, & D. Barrios (Eds.) 2016. Lista roja de la flora de Cuba. *Bissea* 10 (número especial 1): 1-352pp.
- Greuter, W. & R. Rankin. 2017. The Spermatophyta of Cuba. A preliminary checklist. *Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Berlin.*
- Hechavarría L., (J. de Proyecto). 2019. Conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica en ecosistemas forestales y ganaderos bajo Manejo Sostenible de Tierras (MST). Informe Final de Proyecto. PRCT “Uso sostenible de los componentes de la Diversidad Biológica en Cuba”. Agencia de Medio Ambiente. 158 pp.
- Isbell, F., P. R. Adler, N Eisenhauer, D. Fornara, K. Kimmel, C. Kremen, D. K. Letourneau, M. Liebman, H. W. Polley, S. Quijas, M. Scherer-Lorenzen. 2017. Benefits of increasing plant diversity in sustainable agroecosystems. *Ecol.* 105: 871-879.

- Li, C., E. Hoffland, T. W. Kuyper, Y. Yu, C. Zhang, H. Li, F. Zhang & W. van der Werf . 2020. Syndromes of production in intercropping impact yield gains. *Nat. Plants* 6: 653- 660.
- Lin B.B. 2011. Resilience in Agriculture through crop diversification: Adaptive Management for environmental change. *BioScience* 61: 183-193.
- Lu Y. C., K. B. Watkins, J. R. Teasdale y Abdul-Baki. 2000. Cubiertas vegetales en producción sostenible de alimentos. *Food International* 16: 121-157.
- Martínez-Rodríguez, M.R., Viguera, B., Donatti, C.I., Harvey, C.A. y Alpízar, F. 2017. La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE). 40 pp.
- Murgueitio E., Z. Calle, F. Uribea, A. Calle & B. Solorio. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261: 1654-1663.
- Oviedo Prieto, R. y L. González-Oliva. 2015. Lista nacional de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba. *Biseca* 9 (número especial 2): 1-96.
- Pérez J. y A. Gardey. 2014. Actualizado: 2016. Definición de rotación de cultivos. Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental (<https://definicion.de/rotacion-de-cultivos/>).
- Ramírez, L. 2002. Indicadores ambientales, situación actual y perspectivas. Serie Técnica, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 306pp.
- Ricardo, N. 2007. Sinantropización como indicador de la salud del bosque siempreverde de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario. *Acta Botánica Cubana*. 197: 28-37.
- Roig J.T. 1974. Plantas medicinales aromáticas o venenosas de Cuba. Inst. Cub. del Libro, La Habana, 949 pp.
- Sarandon S. y C.C. Flores. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología* 4: 19-28.
- Snapp, S.S., S.M. Swinton, R. Labarta, D. Mutch, J.R. Negro, R. Leep, J. Nyiraneza y K. O'Neil. 2005. La evaluación de los cultivos de cobertura para los beneficios, costos y el rendimiento dentro de los nichos sistema de cultivo. *Agron. J.* 97: 1-11.
- Torralba, M.N. Fagerholm, P.J. Burgess, G. Moreno, T. Plieninger. 2016. Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta- analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 230: 150—161.



