

## PROYECTO EN CURSO

<b>Universidad</b>	Universidad Tecnológica de Pereira
<b>Programa Académico</b>	Administración Ambiental
<b>Nombre del Semillero</b>	Planificación Socioecológica del Paisaje
<b>Nombre del Grupo de Investigación (si aplica)</b>	Gestión en Agroecosistemas Tropicales Andinos- GATA
<b>Línea de Investigación (si aplica)</b>	Gestión Ambiental Rural
<b>Nombre del Tutor del Semillero</b>	Alexander Feijoo Martínez
<b>Email Tutor</b>	afeijoo@utp.edu.co
<b>Título del Proyecto</b>	Interacciones, compensaciones y sinergias entre servicios ecosistémicos, Eje Cafetero Colombiano
<b>Autores del Proyecto</b>	Luis Fernando Zuluaga Zabaleta
<b>Ponente (1)</b>	Luis Fernando Zuluaga Zabaleta
<b>Documento de Identidad</b>	10888322272 de Pereira
<b>Email</b>	<a href="mailto:lufezuluaga@utp.edu.co">lufezuluaga@utp.edu.co</a>
<b>Ponente (2)</b>	
<b>Documento de Identidad</b>	
<b>Email</b>	
<b>Teléfonos de Contacto</b>	+57 314 7779143
<b>Nivel de formación de los estudiantes ponentes (Semestre)</b>	Décimo
<b>MODALIDAD</b> (seleccionar una- Marque con una x)	<b>PONENCIA</b> <input type="checkbox"/> Investigación en Curso X <input type="checkbox"/> Investigación Terminada
<b>Área de la investigación</b> (seleccionar una- Marque con una x)	<input type="checkbox"/> Ciencias Naturales X
	<input type="checkbox"/> Ingenierías y Tecnologías
	<input type="checkbox"/> Ciencias Médicas y de la Salud.
	<input type="checkbox"/> Ciencias Agrícolas
	<input type="checkbox"/> Ciencias Sociales
	<input type="checkbox"/> Humanidades
	<input type="checkbox"/> Artes, arquitectura y diseño

# INTERACCIONES, COMPENSACIONES Y SINERGIAS ENTRE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS, EJE CAFETERO COLOMBIANO

Luis Fernando Zuluaga Zabaleta<sup>1</sup>

## RESUMEN

Los ecosistemas han sufrido constantes alteraciones y modificaciones desde que el hombre hace uso de los servicios que estos sistemas proveen. Las acciones de gestión y manejo de los recursos han sido enfocadas principalmente hacia el incremento de la provisión de bienes y recursos tangibles que ofrecen los ecosistemas para abastecer las necesidades del mercado. Sin embargo, las decisiones que se toman en torno al manejo de los servicios ecosistémicos en la mayoría de casos no tienen en cuenta las múltiples interacciones que se dan entre servicios. En el presente estudio se documentarán las interacciones, compensaciones y sinergias entre los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento y regulación generados en los arreglos de cultivos de plátano (*Musa paradisiaca*) en 33 fincas ubicadas en los municipios de Armenia (28), Circasia (3) y Calarcá (2), Quindío. Los SE serán evaluados a partir de indicadores claves procesados mediante Análisis de Correlación y Análisis de Componentes Principales (ACP) para determinar el tipo de interacción según tres categorías: compensación, sinergia y neutral. Con este trabajo se lograrán comprender las variaciones en el tipo de interacciones entre SE de acuerdo con cuatro arreglos de cultivo i) Tradicional arbóreo, ii) Asociado con Aguacate y Frutales, iii) Asociado con café y iv) monocultivo, en aras de construir conjuntamente con los agricultores, estrategias de manejo orientadas al incremento de las sinergias y a reducir el impacto de las compensaciones entre servicios.

Palabras clave: Indicadores, *M. paradisiaca*, servicios aprovisionamiento, servicios regulación.

## INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo las sociedades humanas han desarrollado nuevas formas de obtener bienes y servicios de la naturaleza. Estos beneficios que el hombre recibe de su entorno son los Servicios Ecosistémicos (SE), entendidos como procesos de los ecosistemas los cuales además de proveer alimento y madera también regulan la calidad del agua y del aire (Ehrlich y Ehrlich, 1992 citado en Jopke *et. al* , 2014, p. 46) y son utilizados de manera activa o pasiva para el bienestar de las poblaciones (Fisher *et al.*, 2009).

La Millennium Assessment Ecosystem (MA) (=Evaluación de Ecosistemas del Milenio, EEM, en español) (MA, 2003) ha clasificado los SE en cuatro categorías: Servicios ecosistémicos de soporte, necesarios para la producción de otros SE; de aprovisionamiento, asociados con los recursos proveídos por los ecosistemas; de regulación, beneficios obtenidos de la regulación de los ecosistemas y los culturales, relacionados con los

---

<sup>1</sup> lufezuluaga@utp.edu.co – Semillero de Planificación Socioecológica del Paisaje- Grupo GATA. Programa de Administración Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira.

beneficios no materiales o intangibles como herencia, identidad, sentido de lugar y educativo. No obstante, el presente estudio se orienta a la documentación de los tipos de interacciones que se generan entre los servicios de aprovisionamiento asociados, a saber, con la producción de plátano, biodiversidad y actividad de macroinvertebrados y los servicios de regulación como aquellos relacionados con la calidad del agua, el suelo, balance de nutrientes, entre otros.

Dentro de la categorización de biomas antropogénicos, los sistemas productivos agrícolas cobran importancia por su capacidad de generar SE, pero además por las fuertes transformaciones del paisaje que implica su desarrollo. Entre los sistemas de producción agrícola que existen en el mundo, el cultivo del plátano ocupa el cuarto lugar en importancia por tratarse de un alimento básico y de exportación, fuente de empleo e ingresos en numerosos países del trópico y subtropical (DANE, 2014). Al respecto, el departamento del Quindío es el tercer productor de plátano en el ámbito nacional, a su vez el municipio de Armenia ocupa el primer puesto en producción a nivel departamental; condición por la que fue seleccionado como área principal para el desarrollo del presente trabajo investigativo.

El estudio partió de la premisa que los arreglos de cultivo alteran diferencialmente los servicios ecosistémicos en sinergia con el tipo, frecuencia e intensidad de las prácticas de manejo. Como ejemplo, la provisión de fruto (alimento) es un SE que ofrece el cultivo de plátano, cuya productividad se ve fuertemente influenciada por las prácticas tradicionales o agronómicas que lleven a cabo quienes están presentes en estos sistemas de producción; el productor y su familia se benefician al obtener alimento, establecen una relación de apego o arraigo por la tierra que les provee los elementos necesarios para su bienestar, SE conocido como sentido lugar; y consecuentemente, pueden favorecer los procesos relacionados con la regulación del agua, el balance de nutrientes, la regulación del clima, en la medida en que sus prácticas de manejo sean desarrolladas desde un enfoque agroecológico.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

De acuerdo con la MA (2005a) uno de los grandes problemas sobre el manejo de los SE a nivel mundial es que el 60% (16 de 24) están siendo degradados o utilizados insosteniblemente, incluyendo el abastecimiento de agua potable, provisionamiento de peces, purificación del agua y del aire, regulación del clima, entre otros. Los tomadores de decisiones a menudo desconocen e ignoran los mecanismos detrás de las sinergias y compensaciones entre servicios del ecosistema, lo que genera consecuencias poco visibles en el corto plazo pero cuyos efectos a largo plazo pueden conllevar a la degradación de los sistemas naturales, necesarios para asegurar el bienestar humano.

Algunos de los factores críticos identificados por la MA (2005a) sobre el manejo de los SE corresponden con la inapropiada gestión institucional, la presencia de corrupción y débiles sistemas de control. Sumado a lo anterior, se evidencian grandes fallas en el mercado e ineficiente aplicación de incentivos económicos que promuevan el manejo y conservación de los ecosistemas para disminuir el impacto sobre las relaciones entre servicios; falta de empoderamiento de las comunidades que dependen particularmente de los beneficios generados en los entornos (comunidades vulnerables, grupos indígenas y afrodescendientes,

mujeres) y quienes resultan afectados no solo por la degradación de estos sistemas estratégicos sino también por la pérdida de saberes y conocimientos asociados con su ambiente.

Como factor agravante, la comprensión sobre las relaciones entre servicios de los ecosistemas permanece muy tenue (Carpenter *et al.*, 2009), las decisiones que se toman en torno al manejo de los SE tanto a nivel mundial como a escala nacional, resultan en el incremento de las compensaciones y la disminución de las sinergías entre servicios, lo que finalmente genera consecuencias para el bienestar humano.

## **JUSTIFICACIÓN**

En Colombia los trabajos realizados sobre SE proveídos por los agroecosistemas y ecosistemas en general, están orientados principalmente a métodos y estrategias de valoración económica; no abarcan una visión integral de la compleja dinámica de los SE que integre las categorías propuestas por la MA (2003). Recientes estudios en la región amazónica colombiana y brasileña (Lavelle *et al.*, 2016) han hecho énfasis en demostrar la importancia de los sistemas de producción, la composición del paisaje y su estructura en los servicios ecosistémicos, particularmente relacionados con servicios del suelo y la biodiversidad con el propósito de consolidar información valiosa para la planificación y desarrollo de estrategias orientadas a revertir los impactos negativos sobre el bienestar humano y el capital natural.

El mejoramiento de las condiciones ambientales de los territorios no puede ser posible sin lograr el entendimiento adecuado sobre cómo funcionan los sistemas sociales y ecológicos para producir servicios (Bennett *et al.*, 2015). En favor de lo anterior, este estudio provee información sobre la comprensión de los tipos de interacciones y sinergias entre servicios generados por el cultivo de plátano, a fin de fortalecer los procesos de toma de decisiones desde el ámbito local y regional y así, desarrollar estrategias de planificación que contemplen los efectos sobre paisajes con sistemas multifuncionales (Lee y Lautenbach, 2016).

## **OBJETIVOS**

*Objetivo general.* Documentar las interacciones, compensaciones y sinergias entre servicios ecosistémicos generados por los arreglos de cultivo de plátano en el Eje Cafetero Colombiano.

*Objetivos específicos.* i) Establecer los servicios ecosistémicos y sus respectivos indicadores a evaluar en los arreglos de cultivo, ii) Caracterizar las interacciones entre servicios ecosistémicos de acuerdo con las categorías de compensación, sinergia y neutral. iii) Construir estrategias relacionadas con el tipo, intensidad y frecuencia de las prácticas de manejo desarrolladas en cada arreglo y las interacciones entre servicios que permitan agrupar y planificar las actividades con participación de los agricultores.

## **REFERENTE TEÓRICO**

La influencia que tiene un servicio sobre la provisión de otro es lo que se conoce como interacción, es decir, existe una relación entre servicios ecosistémicos que puede darse de diferentes maneras. Para Bennett *et al.* (2009) las interacciones suceden cuando múltiples servicios responden ante el mismo conductor de cambio (*driver*) o cuando las interacciones entre los mismos servicios causan cambios en otro al alterar su provisión. Una de las formas posibles de comprender si existe o no relación entre SE es a través de la identificación de los tipos de interacciones. Entre ellos se encuentran las *tradeoffs* (=compensaciones, en español) y suceden cuando la provisión de un servicio es incrementada al reducirse la provisión de otro. Por ejemplo, cuando se aumenta deliberadamente la productividad de un agroecosistema intensificando el uso del terreno para la obtención de alimentos (SE de aprovisionamiento), disminuye la capacidad de infiltración en el suelo y por lo tanto incrementa el nivel de escorrentía, lo que se traduce en la afectación al servicio de control de la erosión (SE de regulación).

Las *sinergias* por otra parte, ocurren cuando múltiples servicios incrementan su provisión simultáneamente, como en el caso del aumento de la productividad agrícola generado por la mayor disponibilidad de materia orgánica o de captura de carbono en el suelo. De esta forma, ambos servicios ecosistémicos se benefician ante la influencia de un conductor de cambio que puede ser por ejemplo, un periodo extenso de sequía (Bennett *et al.*, 2009). Cuando el incremento en la provisión de un servicio no afecta ni positiva ni negativamente a otro se dice que la interacción es de tipo *neutral*, por lo tanto, no se ven alterados ante la presencia de un generador de cambio.

## **METODOLOGÍA**

El área de estudio se encuentra en la zona centro-occidental de Colombia en el departamento del Quindío. Se ubica en el rango altitudinal entre los 1000 y 1650 msnm, presenta una temperatura media anual de 18 a 24° C, con régimen de lluvia bimodal y una precipitación entre los 2000 y 2200 mm/año (Feijoo *et al.*, 2014). Se evaluarán las interacciones, compensaciones y sinergias que se dan en el cultivo de plátano en 33 fincas ubicadas en los municipios de Armenia (28), Circasia (3) y Calarcá (2), Quindío, distribuidas en dos franjas altitudinales (Zona baja <1250 msnm; Zona Alta >1250 msnm) en las cuales se desarrollan diferentes tipos de arreglos. La presente investigación se realiza en el marco del proyecto titulado “Servicios ecosistémicos generados por diversos arreglos del cultivo de plátano en el Eje Cafetero Colombiano”(Feijoo *et al.*, 2014) desarrollado por el Grupo de investigación en Gestión de Agroecosistemas Tropicales Andinos (GATA) de la Universidad Tecnológica de Pereira, y financiado por COLCIENCIAS.

### ***Arreglos de cultivo y selección de las fincas***

Se ubicaron en un mapa predial las fincas registradas en los municipios de Armenia, Circasia y Calarcá. Se escogieron 33 fincas las cuales fueron clasificadas teniendo en cuenta el tipo de prácticas de manejo utilizadas al interior del sistema, considerando aspectos como el uso de fertilizantes químicos, la distribución de las plantas y si el cultivo se realiza en asocio con otras especies o no. Se clasificaron de acuerdo con los cuatro tipos de arreglo definidos por el Ministerio de Agricultura: (i) Tradicional Arbóreo (TA); (ii)

Asociado con Café (AC) manejo agronómico significativo; (iii) Asociado con Aguacate (AA) Plátano asociado con aguacate y otros frutales y (iv) Monocultivo (MONO)

**Fase 1. Servicios ecosistémicos e indicadores:** En la investigación se revisaron un total 217 indicadores relacionados con el sistema de cultivo del plátano y consolidados en la base de datos del macroproyecto (Feijoo *et al.*, 2014) a fin de seleccionar nueve (9) indicadores clave mediante métodos estadísticos para desarrollar el análisis de interacciones entre SE. Los tamaños de muestra correspondieron con seis (6) puntos de muestreo en cada finca asociada con su respectivo arreglo de cultivo y se distribuyeron así: TA (n= 60), AA (n= 48), AC ( n= 48) y MONO (n = 42).

Servicios asociados con el agua y el suelo (25): En cuanto a los servicios hidrológicos del suelo se tomaron muestras físicas en 198 cilindros metálicos de 2,5 cm para medir conductividad hidráulica y 198 cilindros de 5 cm para evaluar curvas de retención de humedad, humedades volumétrica y gravimétrica. Se midieron indicadores relacionados con los procesos de infiltración y drenaje; y parámetros asociados con fenómenos de adensamiento del suelo como densidad aparente, densidad real, microporos (<0.03 micras), mesoporos (0.003-3 micras) y macroporos (>3 micras).

Servicios asociados con la química del suelo (12): Los indicadores asociados con los servicios de balance de nutrientes del suelo se evaluaron mediante métodos analíticos estándar de 12 variables asociadas con la fertilidad del suelo. Los parámetros evaluados incluyen los contenidos de N, las concentraciones de macro y micronutrientes (Ca, K, Mg, P Bray II, B, Fe, Mn, Cu y Zn). El pH del suelo fue medido en una solución de agua 2:1.

Servicios asociados con la biodiversidad (136): En cada una de las fincas fueron seleccionados aleatoriamente seis puntos de muestreo en donde se colectaron de acuerdo con el método del Programa Fertilidad Biológica de Suelos Tropicales (TSBF) los macroinvertebrados de las comunidades biológicas presentes en el suelo.

Servicios asociados con la producción (4): Se extrajeron cinco plantas elegidas al azar en las 33 fincas distribuidas para cada tipo de arreglo de cultivo. Las plantas escogidas habían culminado su primer ciclo de producción, lo que corresponde con 16 meses aproximadamente. En el momento de la cosecha de las cinco plantas, se midieron las variables de producción.

**Fase 2. Interacciones entre Servicios Ecosistémicos:** La caracterización de las interacciones se llevará a cabo mediante la metodología de Análisis de correlación propuesta por Jopke *et al.* (2014) con el objetivo de comprender las relaciones de tipo no-lineal que se dan entre los servicios ecosistémicos. El análisis se estructura en cuatro pasos. El primero de ellos consiste en la identificación de las interacciones entre SE a nivel global y a nivel de arreglo de cultivo según tres patrones (Jopke *et al.*, 2014):

*i.* Sinergia, ocurren cuando se produce un incremento simultáneo en la provisión de ambos servicios; *ii.* Compensación, ocurren cuando la provisión de un SE se incrementa a costa de la disminución de la provisión de otro y; *iii.* Neutral, La interacción entre dos SE se ajusta a esta categoría cuando el incremento en la provisión de un servicio no causa ningún impacto (aumento o disminución) en otro.

El procedimiento consiste en determinar de acuerdo con el grado de correlación, el tipo de interacción que se presenta entre un servicio A y otro servicio B. Al respecto, se acogerá la propuesta de la literatura asociada con estudios de interacciones entre SE con los siguientes estándares para la categorización: coeficientes de correlación de Pearson entre -0.25 y 0.25 se les categorizará como “Neutral”; los coeficientes por encima de esos valores fueron considerados de acuerdo con la dirección, compensación para valores negativos (-), y sinergia para valores positivos (+).

El segundo paso está asociado con el cálculo del  $R_i$  acumulado (Jopke *et. al* , 2014) para cada servicio ecosistémico ( $SE_i$ ) considerando la clasificación por arreglos de cultivo. El valor corresponde a la suma de todos los pares de coeficientes de correlación ( $r$ ) con los que el  $SE_i$  contribuye. Respecto con el tercer paso, se aplicarán métodos de estadística multivariada conforme con el tipo de variables disponibles para determinar “bundles” (paquetes, en español) de SE que tienden a ocurrir juntos, es decir, se buscó determinar cuáles servicios ecosistémicos pueden agruparse entre sí, con el objeto de identificar variaciones entre los bundles consolidados en cada tipo de arreglo de cultivo. Finalmente, el último paso corresponde con el reconocimiento de relaciones entre las variables aquí analizadas y los factores asociados con los estilos de hacer agricultura con el propósito de encontrar, por medio de métodos de estadística multivariada (Análisis de Componentes Principales –ACP y Análisis de Co-inercia).

***Fase 3. Estrategias de planificación:*** En la mayoría de casos las estrategias de manejo del ambiente y los recursos naturales apuntan a ciertos factores u objetivos, mientras que un rango amplio de otros no son tomados en cuenta. En relación con lo anterior, el estudio partió de los resultados asociados con los tipos de interacción entre los servicios ecosistémicos evaluados por arreglo, y las agrupaciones de SE respecto con las prácticas de manejo, a fin de construir estrategias orientadas al favorecimiento de las sinergias y la disminución del impacto de las compensaciones entre servicios de acuerdo con el tipo, intensidad y frecuencia de las prácticas implementadas en cada arreglo de cultivo. Las estrategias propuestas fueron elaboradas con el objeto de direccionar los métodos de planificación en torno a las actividades desarrolladas dentro de las fincas de manera tal que se disminuya la presión sobre el agua, el suelo y la biodiversidad, se potencien y promuevan los saberes y valores culturales relacionados con el manejo de los recursos naturales y los ecosistemas.

## **RESULTADOS ESPERADOS**

La investigación aportará significativamente en los procesos de comprensión y valoración de servicios ecosistémicos desde la visión de las interacciones, compensaciones y sinergias entre los mismos. En el campo académico, el presente estudio contribuirá con la generación de nuevo conocimiento sobre la caracterización de las relaciones entre servicios ecosistémicos (aprovisionamiento y regulación) generados por los arreglos de cultivo de plátano; así como el impacto que generan los tipos de arreglos de cultivar en el comportamiento de las interacciones entre servicios, los cuales son directa e indirectamente afectados por las decisiones de manejo que se toman respecto con los usos del terreno.

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

Se recolectaron 198 datos correspondientes con seis muestreos por finca (n=33) para cada uno de los 217 indicadores agrupados en las cinco categorías de análisis y registrados en la base de datos del macroproyecto. De acuerdo con los tratamientos estadísticos y la realización de pruebas de análisis de varianza paramétrica y no paramétrica sobre los 25 indicadores asociados con servicios del agua y el suelo se encontró que nueve (9) de ellos: densidad aparente, densidad real, porosidad total, conductividad hidráulica saturada, humedad volumétrica a 0 cm, humedad volumétrica a PMP, macroporos, microporos y Agregados Estables al Agua de tamaño entre 2 y 1 mm (=AEA 2-1 mm) presentaron diferencias significativas entre los arreglos de cultivo ( $p < 0.05$ ). Entre ellos, se descartó conductividad hidráulica saturada debido a que exhibió una desviación estándar muy alta entre fincas y por tanto, los valores por arreglo se vieron afectados.

Como resultado, densidad aparente, macroporos y AEA 2-1 mm fueron seleccionados por ser indicadores ajustados para el análisis de interacciones puesto que además de mostrar diferencias significativas entre arreglos ( $p < 0.05$ ) también representan mayor sensibilidad en cuanto al efecto de las prácticas de manejo como por ejemplo la intensidad del cultivo, actividades de preparación y manejo del suelo, especialmente con factores asociados al pisoteo y las técnicas de manejo de arvenses que generan impactos sobre los servicios ecosistémicos de regulación relacionados con la disponibilidad de agua, la calidad del suelo y el control de la erosión.

Por lo que se refiere al juego de indicadores asociados con la química del suelo se encontró que seis de ellos presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ): N, M.O (Materia Orgánica), K, Ca, Fe y Mn. Los indicadores Ca, M.O y Fe fueron descartados debido a que aunque son importantes en el cultivo de la musácea, se destaca la prevalencia del N y K como elementos altamente demandados y cuya aplicación supone una prioridad por parte de los agricultores de la zona. De manera que, N, K y Mn resultan ser indicadores claves para el análisis de interacciones entre SE por su grado de necesidad para el establecimiento y mantenimiento óptimo del cultivo de plátano y, a condición de su sensibilidad en función del tipo de prácticas y actividades desarrolladas en los arreglos de cultivo, por ejemplo el uso de fertilizantes de síntesis química o de enmiendas orgánicas.

Las pruebas de varianza aplicadas al juego de indicadores para evaluar servicios asociados con la biodiversidad solo evidenciaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en cuanto a la abundancia y biomasa de miriápodos, los demás grupos evaluados no exhibieron diferencias entre arreglos, razón por la cual no serán considerados para el análisis de interacciones entre SE. Finalmente, en correspondencia con las pruebas realizadas solo se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en cuanto al peso bruto del racimo. El arreglo TA exhibió los racimos más pesados entre los cuatro arreglos (15.85 kg) en contraste con el de menor peso producido en el arreglo AC (12.36 kg).

## **CONCLUSIONES**

De manera preliminar, se han encontrado diferencias significativas en la oferta de servicios de aprovisionamiento y regulación generados por el cultivo de plátano. Los indicadores asociados con características físicas, químicas y biológicas del suelo parecen exhibir un

efecto de las prácticas de manejo sobre el estado actual del sistema de cultivo y su capacidad de proveer SE. De tal manera, la comprensión de la relación entre el estilo de hacer agricultura según cada arreglo y las variaciones en la oferta de SE resulta fundamental para proponer y desarrollar estrategias que permitan a los agricultores de la región, tomar decisiones con base en un aprovechamiento sostenible del recurso suelo y de este modo, garantizar en la medida posible que los demás servicios asociados por ejemplo con la biodiversidad, la regulación del clima y del agua, el balance de nutrientes, la generación de biomasa, la regulación de gases, entre otros, puedan mantener una oferta estable y no se altere críticamente el equilibrio ecológico de los ecosistemas.

## **IMPACTOS**

Entender la contribución de los arreglos de cultivo en las interacciones entre servicios que modifican su provisión ante la presencia de un conductor de cambio, asociados con las decisiones que se toman en el ámbito económico, social, político y ambiental de los territorios permitirá definir nuevas estrategias que estén orientadas a incrementar las sinergias entre servicios y disminuir las acciones deliberadas para aumentar la provisión de un servicio en específico desconociendo su impacto en los demás con los que éste interactúa. Por tanto, en los ecosistemas que han sufrido modificaciones por las actividades económico-productivas del hombre se podrán desarrollar acciones que propendan por su recuperación y la adecuación gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, en aras de garantizar su estabilidad y la provisión de los mismos para las generaciones futuras. Así mismo, los agricultores vinculados con el proyecto desarrollarán capacidades y conocimientos asociados con los SE como estrategias para la conservación y la preservación del ambiente, sin afectar sus posibilidades de generar ingresos, empleo y desarrollo a través de la actividad agrícola. Los resultados del estudio serán difundidos en un artículo científico en una revista del alto impacto con miras a la generación de nuevas investigaciones asociadas con la evaluación, valoración y mapeo de servicios ecosistémicos en Colombia como soporte para la gestión integral de la biodiversidad de un territorio categorizado como “megadiverso”.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Bennett, E.M., Peterson, G.D., Gordon, L.J. (2009). Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecol. Lett.* 12 (12), 1394–1404. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1461-0248.2009.01387.x/epdf>
- Bennett, E.M., Cramer, W., Begossi, A., Cundill, G., Díaz, S., Egoh, B.N., Geijzendorffer, I.R., Krug, C.B., Lavorel, S., Lazos, E., Lebel, L., Martín-López, B., Meyfroidt, P., Mooney, H., a Nel, J.L., Pascual, U., Payet, K., Harguindeguy, N.P., Peterson, G.D., Prieur-Richard, A.-H., Reyers, B., Roebeling, P., Seppelt, R., Solan, M., Tschakert, P., Tschakert, T., Turner, B., Verburg, P.H., Viglizzo, E.F., White, P.C., Woodward, G. (2015). Linking biodiversity, ecosystem services, and human well-being: three challenges for designing research for sustainability. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 14, 76–85. Elsevier. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2015.03.007>

- Carpenter, S.R., Mooney, H.A., Agard, J., Capistrano, D., Defries, R.S., Diaz, S. et al. (2009). Science for managing ecosystem services: beyond the millennium ecosystem assessment. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 106, 1305–1312. Recuperado de <http://www.pnas.org/content/106/5/1305.full.pdf>
- DANE. (2014). *Insumos y factores de producción de plátano*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos factores de produccion abr 2014.pdf>
- Ehrlich, P., Ehrlich, A.. (1992). The Value of Biodiversity, 21. AMBIO, Stockholm, pp.219–226 3. En Jopke, C., Kreyling, J., Maes J. & Koellner, T. (2015). Interactions among ecosystem services across Europe: Bagplots and cumulative correlation coefficients reveal synergies, trade-offs, and regional patterns. *Ecological Indicators*, 49, 46–52. Elsevier. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.037>
- Feijoo, M. A. Castaño, J.M., Rivas, G.A., Lavelle, P., Zúñiga, M.C., Quintero, V. H., Murillo, B.E. y Molina, L.J. (2014). Servicios ecosistémicos generados por diversos arreglos de cultivo de plátano en el Eje Cafetero Colombiano. Proyecto de Investigación financiado por COLCIENCIAS. Grupo de investigación en Gestión en Agroecosistemas Tropicales Andinos. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Fisher, B., Turner, R.K., Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecol. Econ.*, 68 (3), 643–653. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800908004424>
- Jopke, C., Kreyling, J., Maes J. & Koellner, T. (2015). Interactions among ecosystem services across Europe: Bagplots and cumulative correlation coefficients reveal synergies, trade-offs, and regional patterns. *Ecological Indicators* 49, 46–52. Elsevier. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.037>
- Lavelle, P., Dolédec, S., de Sartre, X. A., Decaëns, T., Gond, V., Grimaldi, M., ... & de Souza, S. (2016). Unsustainable landscapes of deforested Amazonia: An analysis of the relationships among landscapes and the social, economic and environmental profiles of farms at different ages following deforestation. *Global Environmental Change*, 40, 137-155. Elsevier. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.04.009>
- Millennium Ecosystem Assessment (MA). (2003). *Ecosystems and their services. Chapter 2 in Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Millennium Ecosystem Assessment (MA). (2005a). *Ecosystems and human well-being: multiscale assessments*. Island Press, Washington, D.C., USA.