

Apéndice I

Rol de la biodiversidad en la generación de servicios ecosistémicos

Para entender el concepto de servicio ecosistémico, primero debemos establecer el concepto de ecosistema, que teniendo en cuenta lo establecido en la Convención sobre la Biodiversidad de la ONU celebrada en 1992, se define como ecosistema a un conjunto de organismos vivientes (incluyendo al ser humano) que interactúan entre sí y con el medio abiótico en un sitio específico, y de acuerdo a su estado de conservación y características ecológicas dependerán la cantidad y calidad de los servicios ecosistémicos que pueda ofrecer.

Una de las características más importantes de un ecosistema; por no decir la más importante, es la biodiversidad. La biodiversidad muestra tanto el nivel de conservación como la composición y estructura de un ecosistema, además, de ser responsable de manera directa o indirecta en la generación de la mayor parte de los servicios ecosistémicos (Altieri, 1991; Moonen y Bàrberi, 2008; Swift *et al.*, 2004); la influencia de la biodiversidad en el flujo de servicios ecosistémicos será explicada posteriormente.

Actualmente no se logra tener un conocimiento preciso del funcionamiento de los ecosistemas, sin embargo, hay un consenso científico acerca que la biodiversidad guarda una relación estrecha con las funciones ecosistémicas y por consiguiente con la provisión de bienes y servicios a la sociedad (Altieri, 1999; Levin, 2000; Moonen y Bàrberi, 2008). La biodiversidad puede ser definida como la totalidad de especies de organismos ya sean invertebrados, vertebrados y plantas, además, éstos organismos mediante procesos biofísicos y bioquímicos permiten el funcionamiento de un ecosistema (Swift *et al.*, 2004). Diferentes especies cumplen diferentes funciones en un ecosistema, y existen organismos que tienen efectos similares en un proceso, estos organismos al ser agrupados forman lo que se conoce como un grupo funcional (Altieri, 1999).

Los procesos ecosistémicos son la expresión de los procesos necesarios para la vida de diversos organismos, puesto que estos organismos interactúan entre ellos y con el medio abiótico en la búsqueda de fuentes energéticas para su subsistencia. Debido a que estos procesos son efecto de la existencia de diversos organismos, la biodiversidad juega un papel importante en las diversas funciones de un ecosistema, la relación entre los procesos y algunas funciones de importancia para los servicios ecosistémicos se muestra en la tabla A-1.

Tabla A- 1 Relación de los procesos ecosistémicos con las funciones de un ecosistema

Funciones ecosistémicas	Procesos ecosistémicos
Producción primaria	Fotosíntesis
	Transformación de nutrientes (plantas)
Descomposición	Respiración microbiana
	Dinámica trófica en el suelo y sedimentos
Ciclo del nitrógeno	Nitrificación
	Desnitrificación
	Fijación del nitrógeno
Ciclo del agua	Respiración de las plantas
	Respiración microbiana
Formación de suelo	Mineralización
	Sucesión vegetal
	Respiración microbiana
Control de plagas	Interacciones tróficas

Fuente: TEEB,2010

Como se ha mencionado, la clasificación de comunidades de organismos en grupos funcionales, permite un mejor entendimiento de un ecosistema y puede hacer una aproximación de cómo se comportaría bajo diferentes condiciones. De acuerdo a Swift *et al.*, 2004, desde una perspectiva de los servicios ecosistémicos son cuatro los principales grupos funcionales (tabla A-2).

Tabla A- 2 Organismos que componen los grupos funcionales en un ecosistema

Grupo funcional	Organismos que componen el grupo funcional
Productores primarios: <i>Aquellos organismos autótrofos que producen materia orgánica a partir de procesos fotosintéticos o quimiosintéticos</i>	Biodiversidad vegetal
Procesadores del suelo: <i>Comunidad de organismos muy diversa involucrada en la descomposición de la materia orgánica, síntesis de suelo y reciclaje de nutrientes</i>	Descomponedores: <i>los principales taxones involucrados son bacterias, hongos e invertebrados que tienen roles funcionales en la ruptura y mineralización de materiales orgánicos provenientes de plantas o animales</i>
	Sintetizadores: <i>Cambian la estructura y porosidad del suelo mediante excavación, transporte de partículas de suelo a través de los horizontes, formación de agregados. Algunas de estas especies contribuyen a la descomposición</i>
	Transformadores: <i>Bacterias autótrofas que juegan un rol importante en el ciclo de nutrientes transformando diferentes elementos</i>
Reguladores primarios: <i>Organismos con un fuerte efecto regulatorio en la producción primaria</i>	Polinizadores: <i>Taxonómicamente variados, principalmente grupos de insectos y vertebrados tales como aves y murciélagos</i>
	Herbívoros: <i>En esta clasificación solo se contemplan los vertebrados, el balance de efectos de diferentes tipos de herbivoría puede influenciar la estructura de la cobertura de las plantas</i>
	Parásitos: <i>microbios y hongos causantes de infecciones y enfermedades en otros organismos y limitan la producción primaria</i>
	Micro-simbiontes: <i>Asociaciones mutualistas plantas-microorganismo</i>
Reguladores secundarios	Hiper parásitos y predadores: <i>parásitos microbianos, predadores vertebrados e invertebrados que se alimentan de organismos en otros grupos y otros niveles tróficos</i>

Fuente: Swift *et al.*, 2004.

Una alta productividad de un ecosistema se relaciona directamente con altos niveles de biodiversidad, Balvanera *et al.* (2006) menciona como efectos positivos de la biodiversidad en la productividad lo siguiente:

- Diversidad vegetal aparenta mejorar el estrato herbáceo y la biomasa microbiana
- Diversidad vegetal tiene un efecto positivo en la actividad y diversidad de descomponedores, y la diversidad de plantas y micorrizas aumenta el almacenamiento de nutrientes en plantas
- Aumentar la diversidad de productores primarios aumenta la diversidad de consumidores primarios
- Aumento de la diversidad vegetal disminuye el daño a plantas por plagas
- Abundancia, supervivencia, fertilidad y diversidad de especies invasivas son reducidas al aumentar la diversidad vegetal

No todas las especies tienen el mismo peso a pesar de tener el mismo rol en un proceso (redundancia), y por tanto existen especies que controlan mayoritariamente el funcionamiento del ecosistema. El dominio de una especie u otra en un proceso o función depende de las características ambientales en las que se encuentre el ecosistema, puesto que factores como la temperatura, carga de nutrientes o hidrología puede favorecer a una u otra especie. La redundancia es una característica que le confiere al ecosistema una mayor capacidad para asimilar alteraciones permitiendo continuar con su funcionamiento, puesto que mientras una especie es afectada otros organismos con el mismo rol adquieren importancia en el funcionamiento del ecosistema (Hooper *et al.*, 2005; Winfree y Kremen, 2009).

La resiliencia es la capacidad de un ecosistema de resistir a perturbaciones sin perder ninguna de sus propiedades funcionales, esto es posible debido a que ciertas especies toman importancia en el funcionamiento de un ecosistema cuando una especie o conjunto de organismos son afectadas, lo anterior es conocido como diversidad de respuesta, y es esta diversidad de respuesta crucial en conferir resiliencia a un ecosistema (Elmqvist *et al.*, 2003; Gunderson y Holling; 2002).

Si bien un aumento de la diversidad le otorga mayor capacidad de carga a un ecosistema, siguen existiendo umbrales que al ser rebasados pueden ocasionar alteraciones de tal magnitud que se pase a un estado alternativo (cambio de régimen), un ejemplo de esto es la eutrofización de un lago donde la carga de nutrientes rebaza el umbral de tal manera que proliferan exponencialmente las algas, y por consiguiente este cambio de régimen lleva consigo una alteración en los servicios ecosistémicos (Folke *et al.*, 2004).

Apéndice II
Agroecosistemas y servicios ecosistémicos

La obtención de diversos productos de la agricultura como comida, fibras y/o combustibles son de gran importancia tanto para la subsistencia de los agricultores como para la satisfacción de la demanda de diversos productos a diferentes escalas en el mercado, sin embargo, la transformación de ecosistemas para ser destinados a la agricultura es una de las mayores amenazas de los ecosistemas naturales. (Foley *et al.*, 2005). La agricultura es el uso de suelo predominante en la tierra con un 40% de la superficie terrestre total (FAO, 2009).

Actualmente son reconocidos como agroecosistemas a aquellos ecosistemas que han sido transformados permanentemente para llevarse a cabo prácticas agrícolas, estos sistemas mantienen el carácter de ecosistema y algunas de las características y servicios ecosistémicos del ecosistema original que fue simplificado (EM, 2005; Swinton *et al.*, 2007). Éstos ecosistemas son los que tienen un mayor grado de manejo por el hombre con el objeto de cumplir las metas de producción (servicios de suministro) lo que les confiere la característica de no solo ser una fuente de servicios ecosistémicos sino también un consumidor de servicios ecosistémicos ya sea de forma directa (provenientes de ecosistemas aledaños) o indirecta, al ser suministrados por el hombre (Power, 2010).

Para analizar la relación de un agroecosistema y los servicios ecosistémicos se requiere una perspectiva a escala de paisaje, debido a que éste interactúa con los ecosistemas o usos de suelo aledaños ya sea como consumidor o como generador de servicios ecosistémicos, además, de ser una fuente potencial de impactos negativos a diferentes escalas conocidos como *dis-services* de acuerdo a Zhang *et al.* (2007). Considerando lo anterior, un agroecosistema se encuentra en una matriz de ecosistemas y/o usos de suelo donde se tiene un flujo constante de materia y energía y en la cual la biodiversidad juega un rol muy importante en el funcionamiento, la provisión de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad de este sistema (Altieri, 1999; Moonen y Bàrberi, 2008; Swift *et al.*, 2004).

La persistencia de diferentes procesos como el reciclaje de nutrientes, el control del microclima, regulación de procesos hidrológicos, regulación de organismos indeseados y la asimilación de contaminantes, entre otros, dependen de la biodiversidad. Si bien los agroecosistemas han simplificado la diversidad de ciertas áreas, éstos continúan teniendo una composición y estructura de organismos que soportan el funcionamiento de diversos

procesos ecosistémicos y por tanto la provisión de servicios ecosistémicos (Altieri, 1999; Moonen y Bàrberi, 2008; Swift *et al.*, 2004).

La productividad de un agroecosistema depende de una serie de servicios ecosistémicos clasificados como servicios de base y regulación de acuerdo a la clasificación de la Evaluación del Milenio, estos servicios son el control de plagas, polinización y la fertilidad del suelo, entre otros (Tscharntke *et al.*, 2005). Estos servicios pueden tener o no un manejo por parte de los productores, puesto que por una parte pueden ser provistos por ecosistemas aledaños o pueden ser generados dentro del mismo cultivo mediante la aplicación de fertilizantes o plaguicidas o mediante algún tipo de manejo que el agricultor realice en el cultivo (Swinton *et al.*, 2007).

Por otra parte, los agroecosistemas también reciben servicios ecosistémicos que merman la producción, este tipo de servicios ecosistémicos que generan un impacto negativo se conocen como *dis-services*, estos pueden ser plagas y competencia por recursos dentro del cultivo o a escala de paisaje (Zhang *et al.*, 2007). El flujo de servicios ecosistémicos y *dis-services* depende en parte del manejo del agroecosistema y de la composición, diversidad y funcionamiento de los ecosistemas y usos de suelo aledaños, lo cual hace necesario un enfoque paisajístico al analizar los servicios ecosistémicos en un sistema agroforestal (Tilman, 1999; Tscharntke *et al.*, 2005).

El manejo y prácticas agrícolas influyen fuertemente el flujo de servicios ecosistémicos que recibe y provee un agroecosistema (Dale y Polasky, 2007), lo que influye fuertemente en la provisión de alimento, fibras y demás productos derivados de la agricultura. Si bien los servicios de suministro son el principal objetivo de conservar un sistema agroforestal, actualmente se reconoce la provisión de servicios de regulación y culturales por parte de la agricultura (EM, 2005; Swinton *et al.*, 2007). En la tabla A-3 se enlistan diversos servicios ecosistémicos provistos por los agroecosistemas siguiendo la clasificación de la Evaluación del Milenio.

Tabla A- 3 Principales servicios ecosistémicos provistos por los agroecosistemas

Servicios de suministro	Servicios de regulación	Servicios culturales
<ul style="list-style-type: none"> • Alimento • Forraje • Fibras • Bioenergéticos • Productos farmacéuticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Control de inundaciones • Control calidad y suministro del agua • Almacenamiento de carbono y regulación de GEI • Regulación del clima y cambio climático • Control de enfermedades • Tratamiento de residuos (nutrientes, pesticidas) • Pérdida de suelos 	<ul style="list-style-type: none"> • Paisajes rurales y belleza escénica • Educación • Recreación • Turismo • Patrimonio cultural y rituales tradicionales • Conservación de la biodiversidad • Estilo de vida rural • Uso tradicional • Cacería
Servicios de base		
Fertilidad del suelo, polinización, control de plagas, diversidad genética, retención de suelo, reciclaje de nutrientes		

Fuente: Swift *et al.*, 2004

Es importante tener en cuenta que además de los servicios ecosistémicos generados de la agricultura, también son generados dis-services (externalidades negativas), entre los que se encuentran pérdida de hábitat y biodiversidad, contaminación de cuerpos de agua con agroquímicos y/o sedimentos, envenenamiento involuntario con pesticidas, emisión de gases contaminantes y de efecto invernadero (Power, 2010).

La minimización y mitigación de los impactos generados por la agricultura van de la mano con el manejo dentro y fuera del cultivo así como de los diversos usos de suelo y ecosistemas aledaños, puesto que de ellos depende en gran parte la magnitud de servicios ecosistémicos que recibe el cultivo, además de servir en ocasiones como zonas de mitigación de impactos, por lo cual la sustentabilidad a largo plazo de los ecosistemas y sus servicios dependen de la conservación de la biodiversidad a escala de paisaje (Tscharrntke *et al.*, 2005).

Una vez definidas las diferentes interacciones entre la agricultura, el hombre y el paisaje, éstas se muestran simplificadas en la figura A-1, en la cual se observa el flujo de servicios ecosistémicos entre agroecosistemas y paisaje, lo que permite la producción de diversos servicios ecosistémicos que son aprovechados por el ser humano, éste último mediante el manejo que dé al paisaje y/o al agroecosistema puede promover su funcionamiento así como generar diversos impactos ambientales conocidos como dis-services.

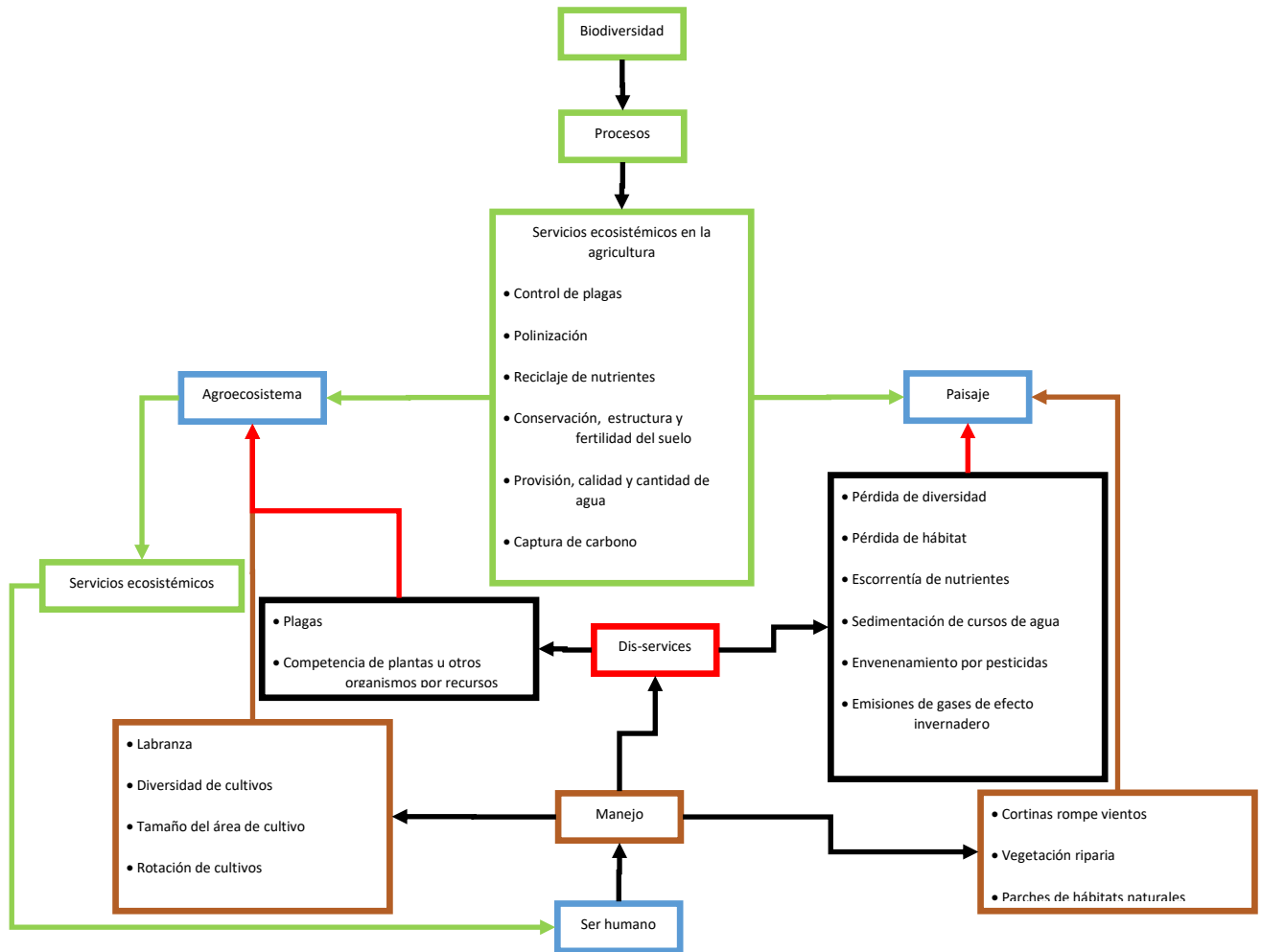


Figura A- 1 Interacción de los agroecosistemas con el hombre y el paisaje **Fuente:** modificado de Power, 2010

Apéndice III

Servicios ecosistémicos en la planeación y toma de decisiones

Diversas herramientas se han empleado para la toma de decisiones relacionadas con el manejo de recursos naturales, un ejemplo de ello es el estudio de impacto ambiental, sin embargo, no se han contemplado sino hasta hace poco el enfoque de los servicios ecosistémicos en el manejo de recursos naturales, por lo que paisajes multifuncionales y productivos terminan simplificándose reduciendo el flujo de servicios ecosistémicos y por ende el bienestar humano (De Groot, 2006).

Farber *et al.* (2006) pone como ejemplo de la falta de la integración de los servicios ecosistémicos en la toma de decisiones las consecuencias del huracán Katrina en la costa de Nueva Orleans, donde claramente las políticas y decisiones de manejo de la costa no involucraron los servicios ecosistémicos como el de la protección a tormentas que proveen los humedales lo que finalmente los impactos del huracán fueron de mayor magnitud.

Un manejo basado en los servicios ecosistémicos involucra el análisis de las contraprestaciones (*trade-offs*) a través de los servicios y entre periodos de tiempo de diversas opciones de manejo de un ecosistema o paisaje (Farber *et al.* 2006), además es importante mencionar que de acuerdo a Scheleusner (1994) las escalas espaciales de manejo son a nivel sitio (4-200 ha), escala de paisaje (200-4000 ha) y escala regional (miles de km²).

De acuerdo al enfoque de Daily *et al.* (2009), la valoración de los servicios ecosistémicos debe ser información base para la creación y repartición de incentivos para el manejo de los ecosistemas, en la figura A-2 se presenta de manera simplificada el esquema de la integración de los servicios ecosistémicos en la toma de decisiones, es importante mencionar que en este modelo no se toma en cuenta aspectos como lo es el tipo de propiedad ya que de esto depende el tipo de responsable en la toma de decisiones y por ende las preferencias del mismo ya sea para la conservación o aprovechamiento.

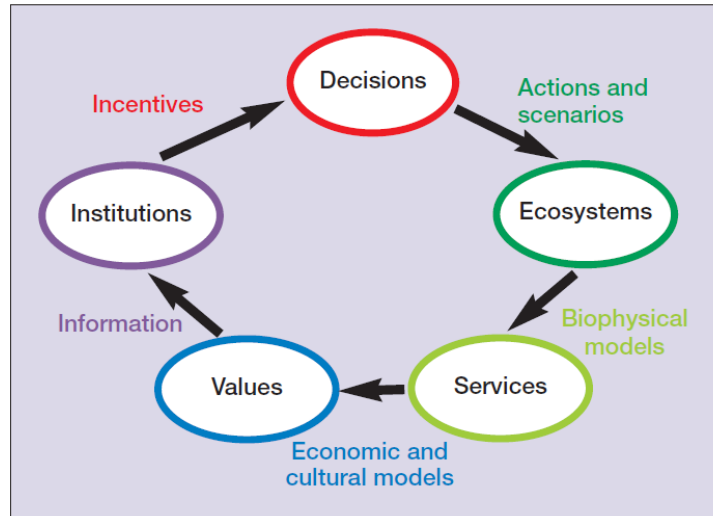


Figura A- 2 Integración de los servicios ecosistémicos en la toma de decisiones **Fuente:** Daily *et al.*, 1997

Si bien es importante saber los límites de los ecosistemas, también es necesario conocer los factores que provocan alteraciones y cambios en los ecosistemas y los servicios que estos prestan. Cualquier factor que altere algún aspecto de un ecosistema es un impulsor de cambio y una distinción entre los impulsores de cambio es de acuerdo a su influencia, pueden ser directos o indirectos (tabla A-4), los impulsores directos son aquellos que influyen en los procesos del ecosistema y los indirectos generalmente uno o más impulsores directos de cambio (EM, 2003).

Tabla A- 4 Impulsores de cambio en los ecosistemas

Impulsores directos	Impulsores indirectos
<ul style="list-style-type: none"> • Negativos – destrucción de hábitats, uso intensivo de recursos, • Neutrales – Cambio de uso de suelo (signo depende del contexto y manejo), intensificación e industrialización de la agricultura • Positivos – Conservación, restauración, tecnologías amigables 	Demografía, innovaciones tecnológicas, desarrollo económico, marcos de referencia legales e institucionales, pérdida constante de sabiduría tradicional y diversidad cultural

Fuente: EM, 2003

También es importante conocer a los responsables en la toma de decisiones, puesto que generalmente estas personas tienen una influencia directa en el manejo y por tanto en la transformación de los ecosistemas y generalmente las decisiones son tomadas a tres niveles organizacionales:

- Personas y pequeños grupos a nivel local

- Responsables públicos y privados de la toma de decisiones a nivel municipal, provincial y nacional
- Responsables públicos y privados de la toma de decisiones a nivel internacional

Cualquier decisión puede tener consecuencias externas al marco en el que se toma la decisión, dichas consecuencias son conocidas como externalidades ya que no forman parte del cálculo de la toma de decisiones y pueden ser negativas o positivas.

Pueden existir dos tipos de responsables en la toma de decisiones en el manejo de recursos naturales y ecosistemas los cuales pueden ser públicos o privados, estos responsables plantean un plan de acción de acuerdo a las características biofísicas y económicas con el fin de obtener los mayores beneficios. El carácter de privado o público marca una tendencia hacia donde se dirigen las acciones o el objeto de las mismas puesto que, por un lado, un responsable público generalmente busca la conservación y preservación de ecosistemas, y por el otro un responsable privado se enfoca generalmente en los beneficios económicos de sus acciones (Prato, 2000).

De Groot (2006) crea un marco de referencia para la planeación sustentable empleando la valoración de servicios ecosistémicos, dicha propuesta se presenta en la figura A-3. La valoración de los servicios ecosistémicos se basa en la definición del ecosistema en funciones ecosistémicas (capacidad de los procesos naturales y componentes para proveer bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas de forma directa o indirecta), para posteriormente emplear esa información en un proceso de toma de decisiones que no sólo integre un análisis de costo – beneficio, sino también considere la opinión y por tanto las necesidades de los involucrados para finalmente llevar a acciones encaminadas al manejo sustentable de los ecosistemas y los recursos naturales.

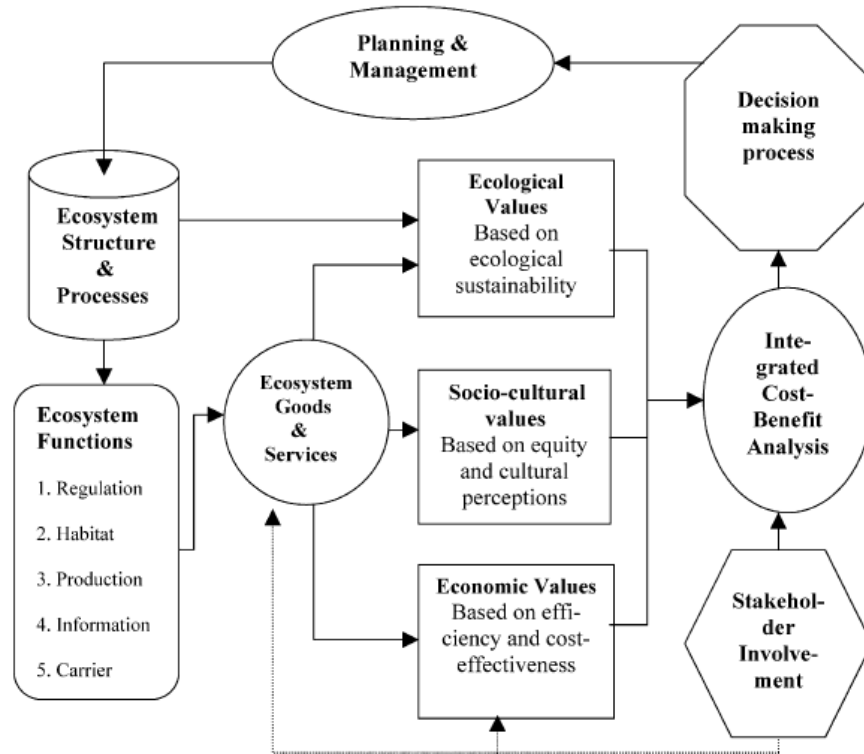


Figura A- 3 Marco de referencia para la planeación sustentable empleando la valoración de servicios ecosistémicos **Fuente:** De Groot, 2006

Apéndice IV

Coffea arabica L. condiciones óptimas de cultivo y principales variedades cultivadas en México

El cultivo de *Coffea arabica* L. ha tenido una gran adaptación medioambiental en América debido a que ha encontrado condiciones medioambientales buenas para su proliferación. Entre los factores ambientales que determinan la productividad y crecimiento óptimo del café se encuentran la altitud, la precipitación pluvial, la temperatura, el tipo de suelo, las pendientes, la luminosidad, la humedad ambiental y los vientos (tabla A-5). Además, el clima ha favorecido el cultivo debido a que la planta del café requiere periodos de sequía relativa de dos o tres meses mientras se encuentra en un periodo de reposo vegetativo (Segrove, 2003).

Tabla A- 5 Condiciones óptimas de cultivo de *C. arabica* L.

Factor	Condiciones para potencial cultivo		
	Muy bueno	Mediano	No apto
Suelo	Andosol mólico Andosol húmico Andosol ócrico Acrisol húmico Feozem háplico Feozem calcárico	Acrisol órtico Feozem lúvico Fluvisol calcárico Fluvisol eútrico Lluvisol cálcico Lluvisol álbico Lluvisol órtico Lluvisol crómico	
Altitud (msnm)	900-1300	600-900	<600->1300
Precipitación media anual (mm)	1800-2500	1500-1800 2500-3000	<1500->3000
Temperatura media anual	17-23	14-17 23-27	<14->27

Fuente: Segrove, 2003

Las principales variedades de *Coffea arabica* cultivadas en México se presentan en la tabla A-6.

Tabla A- 6 Principales variedades de *C. arabica* cultivadas en México

Especie	Variedad	Descripción
<i>C. arabica</i>	var. caturra	nativa de Brasil traída a México en 1952, procedente de Colombia. Tiene una estructura cilíndrica, una altura de 2 a 3 m. con ramas < 65°, entrenudos cortos, tiene la tendencia de producir ramas secundarias y terciarias. Cuenta con hojas verdes oscuras, cuando son jóvenes presentan color verde claro, soportan la insolación, viento y frío y es muy exigente en agua y nutrientes, produce de en promedio de 4 a 5 kg. por árbol
	var. typica	originaria de Etiopía, traída a México a fines del siglo XVIII; alcanza una altura de 4 a 5 m., su tallo ligeramente cónico y flexible, entrenudos largos, flores blancas, hojas de color verde oscuro, frutos color rojo liso y cubiertos de una película plateada, sensible a la insolación, vientos, produce entre 4.5 kg. por árbol
	var. bourbon	Originaria de la Isla Reunión en el sur de África, fue introducida a México por Chiapas procedente de Guatemala, tiene una altura de menor que la variedad típica, tallo robusto con entrenudos cortos. Las ramas laterales primarias forman un ángulo de 50°, con ramas secundarias y terciarias abundantes. Hojas de color verde oscuro, elíptico, nervaduras bien notorias, margen ondulado. Los frutos más pequeños, cortos, más redondos, que los de la variedad typica, se adapta cualquier altura, y tiene un mayor rendimiento de 5.5 kg. por árbol
	var. mundo novo	Originaria de Brasil, siendo del cruzamiento de la variedad typica y el bourbon, llegó a México en 1951; tiene gran soporte y mucho vigor, el tallo es redondo fuerte y entrenudos cortos largos, hojas de color verde oscuro, fruto semejante a la typica aunque con maduración tardía, tolera la sequía, produce de 6 kg
	var. garnica	Originaria de México, cruzamiento del mundo novo, 15 % color rojo y caturra amarillo con un 13 % en el año de 1961, tallo fuerte con entrenudos cortos de tamaño mediano, ramas fuertes, largas, y tendencia a ramificar, hojas color oscuro y jóvenes de color verde claro, frutos rojos semejantes al mundo novo, produce de 6.5 kg

Fuente: Escamilla, 1993.

Apéndice V
Sistemas de cultivo de *Coffea arabica* en México

Sistema rústico o de montaña

En este modelo de cultivo de café bajo sombra, se aprovecha el estrato arbóreo de diversos tipos de vegetación natural (selvas y bosques), sustituyendo los estratos inferiores, constituidos por hierbas y arbustos, para sembrar café de la especie *Coffea arabica* L. por lo que se podría definir a este sistema como un “bosque natural aclarado para dar lugar al café” (Moguel y Toledo 1998).

En México, debido a las diversas condiciones ambientales donde se produce café bajo sistema de montaña, es posible identificar los siguientes tipos de vegetación natural: selva mediana o alta subperennifolia, bosque caducifolio (también conocido como bosque de niebla), selva alta perennifolia, selva baja caducifolia, encinares y bosque de pino-encino. Dentro de estos tipos, el más extendido en el área cafetalera, es la selva mediana o alta subperennifolia. También se ha desarrollado en áreas de vegetación secundaria, denominados acahuales (Escamilla, 1993).

La variedad predominante en estos sistemas es *Typica* (criolla), con edades de plantas entre 30 a 80 años y una densidad desde 800 hasta 1200 cafetos por hectárea. No existe manejo agroquímico en los sistemas rústicos y solo se realiza control de arvenses y ocasionalmente la poda de cafetos (Moguel y Toledo, 1999).

Policultivo tradicional

Este sistema consiste en plantaciones de *Coffea* bajo sombra en cuya composición existe una gran diversidad de especies vegetales que incluyen elementos, tanto de vegetación natural (primaria y secundaria) como cultivada (especies nativas e introducidas). La diversidad de plantas está representada principalmente por especies arbustivas y arbóreas en donde la mayor parte de estos recursos son aprovechados por el productor, aunque en algunos casos, ciertos productos se comercializan. Entre las especies vegetales aprovechables se encuentran maderables, frutales, ornamentales, hortalizas, medicinales, entre otras (Moguel y Toledo, 1999).

Este sistema de cultivo es el de mayor distribución en las regiones cafetaleras de México, practicado por pequeños productores, y con alta participación indígena, además, es común

encontrar de 4 a 5 variedades diferentes entre las cuales se encuentran Typica, Bourbon, Mundo Novo, Pluma Hidalgo, Maragogipe, Caturra y Garnica con una densidad de plantas entre 800-1600 plantas por hectárea. Las prácticas agrícolas fundamentales son: deshierbes, fertilización, poda y regulación de sombra y menos común la fertilización, pues alrededor del 80% de los cafecultores mexicanos que tienen sistema tradicional no aplican fertilizantes químicos, solo el 20% restante pueden aplicar una o dos veces, en función de los precios del fertilizante (Escamilla, 1993).

Policultivo comercial

El sistema de policultivo comercial se distingue por la producción de café con especies asociadas que están orientadas a la comercialización, como una estrategia de diversificación productiva. Son plantaciones de café en cuya estructura se reduce la diversidad vegetal a un número de dos a cuatro especies por cafetal, ordenadas espacialmente con el propósito de un aprovechamiento intensivo del espacio para la obtención de varios productos destinados principalmente al mercado (Moguel y Toledo, 1999).

Algunos de los modelos que más comúnmente se han observado en el campo son: café-maíz, café-frijol, café-chile, café-macadamia, café-naranja Valencia, café-limón persa, café-aguacate Hass, café-cedro rojo, café-guanábana-chalahuite, café-aguacate-maíz, café-chile-frijol, café-plátano morado (para la producción de velillo)-chalahuite, café-camedor-sombra diversa, café-tepejilote-sombra diversa, café-naranja de azúcar-plátano dominico-chalahuite, entre otros (Licona et al., 1995).

El policultivo comercial busca dejar de depender de un solo cultivo, elevando la productividad de la tierra y de la mano de obra, donde es necesario que el productor tenga una capacitación adecuada para conocer los requerimientos técnicos de los cultivos; puesto que éstos varían dependiendo la combinación de cultivos en el terreno, así como tener la capacidad para comercializar los productos (Altamirano, 1998; Servín, 1997).

Monocultivo a sombra o sistema especializado

El sistema especializado es una modalidad de monocultivo, en el que solo se produce café bajo sombra y se caracteriza por utilizar leguminosas en forma dominante y casi única para

el sombreado, sobre todo las Mimosáceas normalmente en un marco de plantación. Así mismo puede emplearse sombra temporal y marginalmente algunos árboles de otras especies útiles (Moguel y Toledo, 1999).

Este sistema de cultivo fue introducido en México a partir de 1970 por las autoridades regulatorias en ese momento (INMECAFE) y para principios de los 90's representaba el 54.3% de las plantaciones cafetaleras en el centro de Veracruz, se constituyó como el sistema predominante. Sin embargo, con las crisis de bajos precios, numerosos cafetales especializados se han convertido a policultivos comerciales y tradicionales (Eakin *et al.*, 2006; Rodríguez, 1994).

Los pequeños productores adoptaron este sistema de producción a diversas condiciones, tanto ambientales como socioeconómicas, en un proceso de prueba de variedades y fertilización, según recursos y fuentes disponibles. Por su parte, el sector de medianos y grandes cafetaleros, sí adoptó el sistema especializado en gran medida. Bajo las actuales condiciones de crisis, este sistema presenta fuertes problemas en cuanto a su rentabilidad, como sucedió en la crisis del periodo 89-94 y la sombra se ha ido convirtiendo nuevamente en una vegetación diversa (Escamilla *et al.*, 1994).

Predominan en el sistema especializado cafetos de porte bajo como lo son caturra y garnica, aunque también se observan bourbon y Mundo Novoa densidades de cultivo entre las 1000 a 3000 plantas por hectárea y edades que no superan los 25 años. El manejo que reciben estos cultivos es mayor que los demás sistemas bajo sombra, sobre todo en la fertilización la cual se realiza de dos a tres veces por año (Escamilla *et al.*, 1994).

Monocultivo a sol

El sistema a sol es la modalidad más intensiva que se practica en México, la principal característica es que se cultivan los cafetos sin sombra, es decir se mantienen bajo monocultivo y a plena exposición solar. El cultivo a sol en México es el menos practicado, sin embargo, lo han adoptado los grandes productores aplicando una mayor tecnificación a los cafetales, con los objetivos de incrementar la producción y abatir los costos de producción (Moguel y Toledo, 1999).

La influencia del sol sobre el cafeto ha sido una temática sumamente proporcional a las condiciones diferentes a las del hábitat natural del cafeto, esta situación incrementa el metabolismo, crecimiento y producción de las plantas como una respuesta estratégica de sobrevivencia de la especie. Para sostener la producción bajo este sistema se requiere un alto costo energético y económico, intensificando las prácticas de cultivo (la fertilización se hace indispensable, así como el control de malezas, la poda y la protección fitosanitaria), aumentando el uso de agroquímicos, en densidades altas de cafetos y utilización de variedades mejoradas de porte bajo (Escamilla, 1993).

Los rendimientos son muy elevados entre 40 y 80 quintales por hectárea, e incluso se han tenido rendimientos que superan los 100 quintales por hectárea. Sin embargo, en México aún no se ha demostrado científicamente su viabilidad ambiental, técnica y económica, en las diferentes regiones cafetaleras de nuestro país, principalmente su impacto ecológico a corto y mediano plazo (deforestación, degradación de suelo, pérdida de biodiversidad, etc.). También son necesarias las evaluaciones sobre la calidad del café, algunos resultados, en Guatemala y Costa Rica muestran que la calidad del grano y la bebida es mayor en cafetos cultivados bajo sombra (Escamilla, 1993).

Apéndice VI
Crisis cafetalera en México

El café, considerado una mercancía de gran influencia política y económica en los países productores, cumple una función importante en la economía de países en vías de desarrollo donde éste se produce, principalmente por la contribución económica por la exportación del cultivo (Nestel, 1985). De acuerdo a la Organización Internacional del Café (ICO), en 2015 la producción global de *Coffea* spp. fue de 144.8 millones de bolsas de 60 kg de las cuales 58% fueron de la especie *C. arabica* y 42% *C. canephora*, en dicho periodo de producción México aportó 3.9 millones de quintales a la producción global (2.72%) ocupando la novena posición entre los principales productores. Actualmente los principales productores son Brasil Vietnam y Colombia, países que en 2015 aportaron alrededor del 59% de la producción global.

En México, gran parte de la importancia del cultivo de *Coffea* spp. radica en la cantidad de personas que dependen de este cultivo, de acuerdo a cifras del programa de Fomento al Café existen un total de 509 817 productores donde alrededor del 82% son productores con unidades de producción de 2 ha de superficie o menos (pequeños productores), generalmente localizados en zonas dispersas y marginadas y con alta dependencia de los ingresos generados por la comercialización de sus cultivos (Robles-Berlanga, 2011)

Históricamente el café tiene gran importancia económica en México, para el año 1986 el valor económico de las exportaciones de café ascendió a 824.5 millones de dólares; representando el 5.14 % del valor total de las exportaciones y alrededor del 50 % de las exportaciones agrícolas. Si bien la importancia económica de este cultivo ha disminuido drásticamente para la balanza económica del país (tabla A-7), sigue representando una importante fuente de ingresos para los cafecultores y tiene una participación considerable en el total de las exportaciones agropecuarias (Eakin *et al.*, 2006).

Tabla A- 7 Participación del valor de las exportaciones de café en el valor total de las exportaciones en México

Año	Exportaciones (millones de USD)			Participación (%)	
	Totales	Agropecuarias	Café	total	Agropecuarias
2000	166 424	4 262.7	1 523	0.91	35.72
2015	380 772	12 858.4	900	0.23	7

Fuente: Balanza comercial de Mercancías, INEGI, 2015.

La producción cafetalera se reparte en 12 estados cafetaleros (figura 4), donde los principales productores son los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla donde más del 95% de las unidades de producción emplean la agroforestería como método de producción, lo que le confiere relevancia ambiental por los servicios ecosistémicos que son provistos por esta técnica agrícola (Fonseca, 2006).

Actualmente, diversos factores amenazan la cafeticultura en México siendo los principales la caída drástica del precio del café en el mercado internacional, así como una disminución en los rendimientos, efectos a los que los productores han mostrado poca adaptabilidad y optan por cambiar de práctica agrícola (monocultivos) o deforestación para obtener ingresos por madera y emprender ganadería, también se ha registrado aumento en las tasas de migración las cuales van ligadas a periodos de caídas de precios del café (Fonseca, 2006; Vázquez-Aragón, 2016).

A partir de la década de los 60 México se incorpora al Acuerdo Internacional del Café, un acuerdo internacional entre productores y compradores donde se basaba en la asignación de cuotas de producción y compra, a lo cual el mercado estuvo regulado protegiendo así el precio del grano. Además de la protección del precio que el Acuerdo significaba, el café tenía gran dependencia en las instituciones gubernamentales, en aquel entonces el Instituto Mexicano del Café o por sus siglas INMECAFE (Eakin *et al.*, 2006; Nestel, 1995).

El INMECAFE era la institución que representaba al país en el ICA, buscando mejores cuotas de exportación y mantener los precios altos y estables. Además, el INMECAFE se encargaba de proporcionar crédito a productores, proporcionar tecnología y asesorías técnicas encaminadas a mejorar los rendimientos, así como a comercializar el grano, llevando a la producción de café a ser una importante actividad económica. Por otra parte, debido al gran rol de la institución, se creó gran dependencia de los productores a lo cual muchos de ellos no pudieron adaptarse a la actual crisis cafetalera y dejaron el cultivo el café (Nestel, 1995).

La caída de precios se presenta a principios de los años 90 debido a la desregularización del mercado como efecto del término del Acuerdo Internacional del Café en 1989. Sin el Acuerdo se propició un libre mercado a partir del cual se generó una sobre producción del grano, debido a la incorporación de diversos países asiáticos al mercado; principalmente Vietnam.

Por otra parte, la mejora de las tecnologías de procesamiento del grano aumentó el comercio de café de baja calidad (robusta) dejando en muy mala posición a productores de *C. arabica* como el caso de México (Eakin *et al.*, 2006; Nestel, 1995).

Como respuesta a la salida del Acuerdo Internacional del Café en 1989, por consenso con los productores y autoridades se decide eliminar el INMECAFE en 1992 para ceder la propiedad y manejo de las plantas de procesado del café a cooperativas y al sector privado, con la búsqueda de aumentar la eficiencia y poder competir en el mercado internacional (Eakin *et al.*, 2006). Krippner (1997) determinó que entre 1989 y 1993 la productividad del cultivo cayó en una tercera parte y los ingresos de los productores sufrieron un decremento del 70%.

Actualmente la respuesta gubernamental a la crisis cafetalera es mediante una serie de programas de apoyo y fomento al cultivo de café, en donde se ha buscado el aumento del rendimiento de producción mediante la entrega de créditos y la difusión de tecnología de producción mediante asesoramiento técnico, sin embargo, los rendimientos de los cultivos continúan a la baja debido en gran medida a la proliferación de la roya, una plaga que mina fuertemente el rendimiento de los cafetos (Hernández-Martínez y Velázquez-Premio, 2016).

Actualmente la cafecultura se caracteriza por representar bajos ingresos a los pequeños productores, donde solo una parte de los mismos recibe el apoyo de los programas gubernamentales encaminados al fomento del café, ocasionando efectos sobre la economía de los productores y una reducción de las exportaciones nacionales, otro efecto claro es el deterioro ambiental ocasionado por la transición hacia otros cultivos intensivos como el maíz o hacia la ganadería. Finalmente es importante mencionar que esta situación ha mermado fuertemente el bienestar y el tejido social, en parte por la degradación ambiental (reducción servicios ecosistémicos) y por otra, una alta tasa de emigración debido a la crisis del café, situación que se agrava en la actualidad debido a que después de la crisis inmobiliaria de 2008 muchos migrantes regresan a sus hogares a un ambiente de desempleo (Robles-Berlanga, 2011; Vázquez-Aragón S., 2016).

Apéndice VII

Importancia ecológica de los SAF de cultivo de *Coffea* spp.

La importancia ecológica del café no se debe tanto por la extensión de los cultivos, si no de la localización de los mismos, puesto que generalmente se encuentran, en América, el café es de importancia en países catalogados como megadiversos como son Brasil, Colombia y México (Mittermeier *et al.*, 1998). Otro aspecto importante, es que los cultivos se encuentran generalmente en zonas que han sido fuertemente deforestadas, por lo que los cultivos tradicionales son parte de los remanentes de bosque que se conservan, que, además de preservar la diversidad vegetal se encuentran en estos remanentes un gran número de especies animales que habitan estos ecosistemas (Perfecto *et al.*, 2005).

La complejidad vegetal y estructural de los sistemas de *Coffea*, es el factor de mayor importancia ecológica en los cultivos a microescala y a escala de paisaje, por lo cual esta característica se encuentra directamente relacionada con la preservación de la biodiversidad, el funcionamiento ecosistémico y, por ende, la provisión de servicios ecosistémicos (Moguel y Toledo, 1999).

En la figura A-5 se muestra la relación entre la diversidad y estructura vegetal en los cultivos y factores de importancia en los cultivos donde se observa que ha mayor complejidad de la vegetación empleada para sombra se tienen cultivos más amigables con el medio ambiente, esto debido a que con la eliminación del estrato arbóreo puede propiciar un ambiente menos estable físicamente por el aumento de la temperatura del suelo y el aire, menor contenido de agua en el suelo, decremento en la diversidad y abundancia de microorganismos en el suelo, menor fertilidad del suelo, además, una cobertura arbórea diversa crea más hábitats para micro y macrofauna (Nestel, 1995).



Figura A- 4 Relación entre la sombra en los SAF y diversos factores asociados al cultivo

Además de la estructura y complejidad de la vegetación, el manejo que se tiene en el sistema de cultivo afecta de diferentes maneras y magnitudes a los diversos procesos ecosistémicos como el balance hídrico, calidad del suelo, cobertura vegetal, equilibrio de carbono y diversidad biológica, motivo por el cual en las últimas dos décadas los sistemas de cultivo de *Coffea* bajo sombra han sido tema de estudios ecológicos relacionando este sistema de producción con la provisión de diversos servicios ecosistémicos como conservación de la biodiversidad, regulación del suelo, secuestro de carbono, provisión de agua, etc. (Ávalos-Sartorio, 2002; Moguel y Toledo, 1999; Perfecto *et al.*, 2005).

Una de las ventajas de los cultivos de café frente a otros sistemas manejados, es el grado de afinidad para la conservación de la biodiversidad, considerándose así a los cultivos de café como refugios de la diversidad biológica. en diversos estudios se ha observado que la composición y número de especies en los cultivos de café son muy similares a los del sistema natural del cual provino, tal es el caso de la vegetación en diferentes estratos (García-Franco y Toledo-Aceves, 2008; Mehltreter, 2008; Sánchez-Clavijo, 2007; Williams-Linera y Lopez-Gómez, 2008), artrópodos (Hernández-Ortiz *et al.*, 2008; Pineda *et al.*, 2005), Anfibios y reptiles (González-Romero y Murrieta-Galindo, 2008), aves (Greenberg *et al.*, 1997; Tejeda-Cruz y Gordon, 2008), mamíferos pequeños y medianos (Gallina *et al.*, 2008; Ramírez-Lozano, 2002). Es importante señalar, que los cultivos de café funcionan como complementos y no como sustitutos de los sistemas naturales, puesto que estos dos tipos de ecosistemas forman una matriz en el paisaje donde se complementa manteniendo la conectividad del paisaje y amortiguando las áreas protegidas (Pineda *et al.*, 2005).

Los cultivos de café bajo sombra han demostrado que reducen la erosión del suelo al ser comparados con otro tipo de cultivos, debido a la cobertura arbórea y por el aporte de hojarasca al suelo. Se ha demostrado que los factores más importantes en la prevención de la erosión del suelo son la cobertura de los cultivos y los residuos que estos desprenden, así como la capa de hojarasca en el suelo (Roose y Ndayizigiye, 1997; Sidle *et al.*, 2006). Las principales funciones que cumple la cobertura del suelo en el control de la erosión se encuentran la intercepción de la lluvia neutralizando su energía cinética, reducción de la escorrentía y de su capacidad de arrastre de materiales, el mejoramiento de la estructura del suelo aumentando el contenido de materia orgánica en el suelo (Sepúlveda y Carrillo, 2015).

A pesar de no haber información clara que determine que el secuestro de carbono mejore significativamente en cultivos de *Coffea* comparando con usos agrícolas más simples como monocultivos o ganadería, se ha demostrado que el contenido de carbono en el suelo no varía en relación con bosques y selvas naturales aledaños a los cultivos (Maximiliano-Cordova, 2013;

Noponen *et al.*, 2013). Por otra parte, el carbono secuestrado en la biomasa aérea de los cultivos es importante y presenta una alternativa a los productores, al generar un valor agregado mediante el servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono y de esta manera contribuyendo a la reducción de gases de efecto invernadero (De Jong *et al.*, 2004).

Diversos estudios demuestran el potencial de los cultivos de *Coffea* para asegurar el suministro de agua en calidad y cantidad, como el caso de Verbist *et al.*, (2010) que observó la relación del aumento de la diversidad de la cobertura arbórea en los cultivos de café, con el aumento de la recarga hídrica de la cuenca, este efecto propició la recuperación de la capacidad de generación eléctrica de una estación hidroeléctrica ubicada en las partes bajas de la cuenca. Otro servicio ecosistémico que ofrecen los cafetos bajo sombra es la regulación de flujos de agua, Cannavo *et al.*, (2011) observó que los sistemas agroforestales presentan bajos niveles de escorrentía, la cual guarda una relación opuesta a la densidad de la sombra del cultivo. Además de la provisión y regulación del agua, otro servicio hidrológico potencial de los cultivos de café es la depuración y regulación de contaminantes como fertilizantes, pesticidas o sedimentos (Gómez-Delgado, 2011).

Además de los servicios anteriormente descritos, los sistemas agroforestales proporcionan diversos servicios culturales como lo son la belleza escénica de los paisajes rurales, el estilo de vida y la identidad, tal es el caso de grupos indígenas como el de los mayas en Chiapas México (Hernández-Castillo y Nigh, 1998). Por otra, parte el estilo de vida rural de los campesinos; considerado un servicio cultural de acuerdo a de Groot (2006), depende en gran parte de los ingresos de sus cultivos y cuando estos dejan de ser rentables deben de buscar diferentes formas de supervivencia recurriendo en muchos casos a la migración y el caso de la baja rentabilidad de los cultivos de café es un ejemplo de lo anterior (Moctezuma-Pérez, 2008; Vázquez-Aragón, 2016)

Apéndice VIII

Importancia de los cultivos de *C. arabica* de la localidad de las Cañas en la conservación de la vegetación

Metodología

Se calculó también coeficiente de Sorensen (IS) con el fin de determinar la semejanza florística entre las diferentes comunidades (Zarco-Espinosa *et al.*, 2010). Éste índice se basa en la relación presencia ausencia de especies entre dos sistemas y presenta valores en porcentaje, donde significa la menor y mayor semejanza, respectivamente (Stiling, 1999). La fórmula empleada para el cálculo del coeficiente de Sorensen es la siguiente:

$$IS=2C/(A+B) \times 100$$

Donde:

A = número de especies encontradas en la comunidad A

B = número de especies encontradas en la comunidad B

C = número de especies encontradas en ambas comunidades

Este coeficiente se calculó para determinar la semejanza entre los cultivos de café, así como de cada cultivo con la vegetación de bosque tropical subcaducifolio identificada en el área de estudio con el objetivo de demostrar la relación de los cultivos de café con la conservación de especies vegetales características del bosque tropical subcaducifolio.

Resultados

A nivel área de estudio se encontró un total de 29 especies arbóreas, representando 26 géneros y 20 familias botánicas. La familia con más especies fueron Lauraceae y Rutaceae (3 cada familia), Annonaceae (2), Sapindaceae (2). Las familias restantes estuvieron representadas por una sola especie (apéndice X). De las 20 familias, 12 estuvieron presentes en los cultivos de *Coffea arabica* L., representadas por 14 especies de las cuales 11 pertenecen al tipo de vegetación de Bosque Tropical Subperennifolio (BTS), las tres especies restantes son introducidas de las cuales dos pertenecen al género *Citrus sp* y una al género *Pimenta sp*.

La riqueza de especies arbóreas varía en las unidades de muestreo, encontrándose en un rango de valores de 4 a 10 especies diferentes, que de acuerdo a Perfecto *et al.* (2005) esta riqueza de la vegetación leñosa es característica de los policultivos comerciales. La unidad de muestreo 1 la que presento un mayor grado de diversidad vegetal (considerando estrato arbóreo) y con densidades que van desde los 130 a los 710 árboles por hectárea (tabla A-8).

Tabla A- 8 Número de especies e individuos presentes en cada unidad de muestreo

	Especies	Individuos	Densidad [árboles ha ⁻¹]
UM 1	10	27	270
UM 2	5	24	240
UM 3	4	13	130
UM 4	6	71	710

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del muestreo de vegetación

En las unidades de muestreo *Cedrela odorata* L. e *Inga vera* Willd son las únicas especies que se registraron en las cuatro unidades de muestreo, además de ser las que cuentan con mayor número de individuos (72 y 24 respectivamente), la tercera especie que registro un mayor número de individuos es Inga Paterno Harms (16 individuos) aunque esta no fue registrada en la unidad de muestreo 3. La especie más representativa en los cultivos de *Coffea* spp. es *C. odorata* L. (Figura A-6), lo que demuestra que en los sistemas agroforestales se conservan los individuos de la comunidad de cedros descrita por Gutiérrez-Báez (1994), otro factor que confirma lo anterior es el volumen de los individuos de *Cedrela* spp. Que refleja una gran longevidad de los árboles, registrando una edad aproximada de hasta 300 años (apéndice XII).

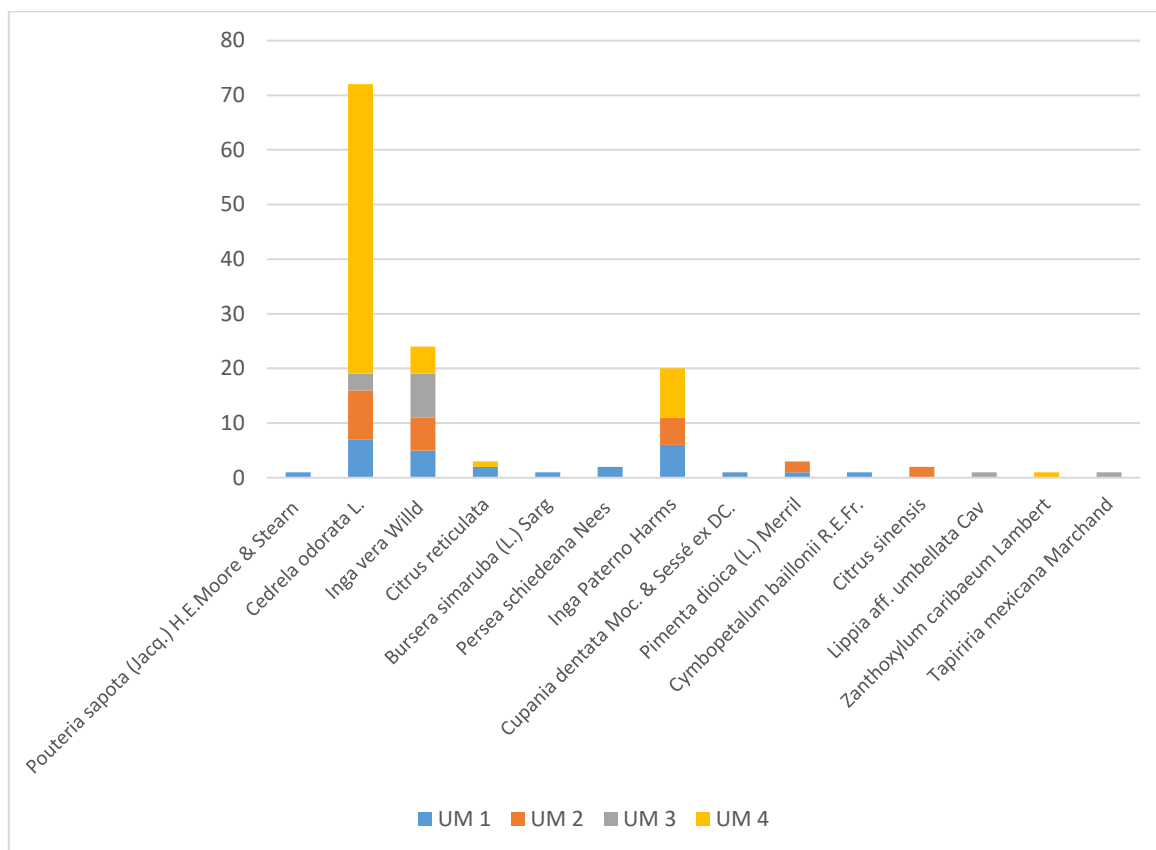


Figura A- 5 Número de individuos por especie presentes en cada unidad de muestreo. **Fuente:** Elaborado a partir de los datos del muestreo de vegetación.

En la tabla A-9 se presentan los resultados del cálculo del Índice de Sorensen, la semejanza de las unidades de muestreo en relación a los fragmentos de bosque tropical subcaducifolio en el área de estudio varían entre 19.04% (UM 2) y 46.15 % (UM 1). Al comparar la semejanza entre los cultivos de *C. arabica*, se observan índices IS más altos, donde la menor semejanza la presentan las unidades de muestreo 1 y 3 (28.57%), y las unidades 1 y 4 las que tienen una mayor similitud en riqueza (62.50%). Por otra parte, al analizar la semejanza entre el conjunto de especies que se encuentran en los cultivos de *Coffea arabica* L. y la vegetación de BTS presente en el área de estudio se observa porcentaje de similitud del 80 %. Como se ha discutido anteriormente en el apéndice II, los agroecosistemas reflejan los servicios ecosistémicos a nivel paisaje, en este estudio se confirma esto puesto que a nivel paisaje los cultivos comparten un alto porcentaje de las especies arbóreas presentes en los fragmentos de vegetación de Bosque Tropical Subcaducifolio.

Tabla A- 9 Resultados de similitud de las unidades de muestreo y la vegetación de bosque tropical subcaducifolio

A	B	Especies en A	Especies en B	Especies compartidas	Coefficiente de semejanza [%]
UM 1	UM 2	10	5	4	53.33
	UM 3	10	4	2	28.57
	UM 4	10	6	5	62.50
	BTS	10	16	6	46.15
UM 2	UM 3	5	4	2	44.44
	UM 4	5	6	3	54.54
	BTS	5	16	2	19.04
UM 3	UM 4	4	6	2	40.00
	BTS	4	16	4	40.00
UM 4	BTS	6	16	3	27.27
Cultivo de <i>Coffea arábica</i> L.	BTS	14	16	12	80.00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del muestreo de vegetación

Apéndice IX
Delimitación del área de estudio

Las principales fuentes de información para la delimitación del área de estudio fueron:

- Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0), un producto cartográfico del INEGI que presenta las elevaciones del relieve continental de México en formato TIFF para su utilización en ArcGis, publicado en el año 2013 tiene una resolución de 15x15.
- Información cartográfica de las divisiones administrativas en México, marco geo estadístico nacional INEGI
- Visitas de campo para corroborar la información de la cartografía

Las escalas en las que se trabajó fueron dos, dependiendo de la proporción de terreno de terreno de análisis siendo estas escalas 1:12500 cuando se trata del municipio de Yecuatla y 1:25000 para el caso del área de estudio.

Los orígenes del centro urbano de Yecuatla datan del XVI, cuando un pueblo totonaco que habitaba los márgenes del río Colipa sufre una inundación lo que los orilla a migrar a la actual localidad de Yecuatla (Anaya-Correa, 1983), su localización se puede observar en la figura A-7. A pesar que la población indígena en el municipio ha disminuido gradualmente, el resto de la población ha sido influenciada por el pensamiento, conocimiento, así como la tradición agrícola de este pueblo prehispánico. En 2010 se contabilizaron un total de 161 personas hablantes de una lengua indígena (tononaco), lo que representa el 1.49% de la población (INEGI, 2010).

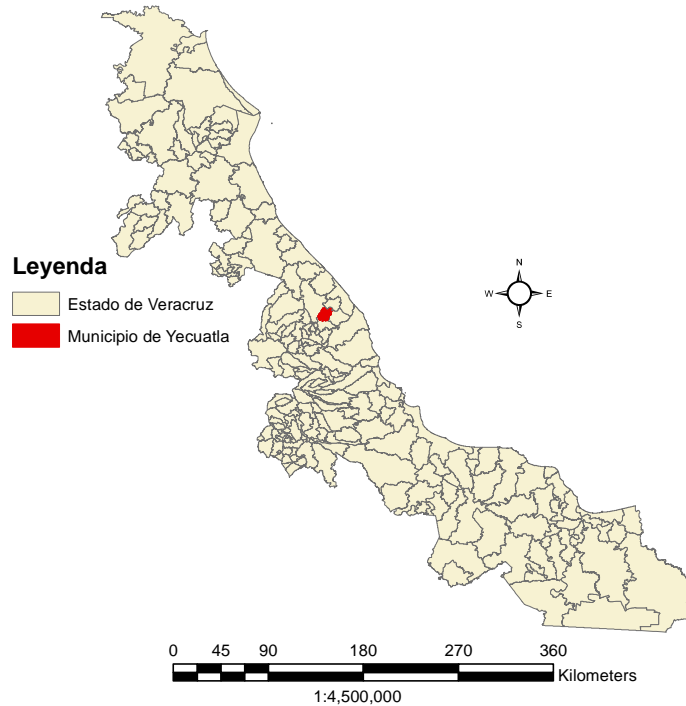


Figura A- 6 Localización del municipio de Yecuatla

Una de las peculiaridades del municipio es su orografía, la cual ha influenciado significativamente las actividades económicas que se desarrollan en el municipio, así como los diferentes usos de suelo y vegetación. El municipio de Yecuatla presenta condiciones topográficas variables, constituyéndose principalmente de dos partes: la sierra y la planicie (figura A-8); la sierra se encuentra al sur con alturas que van de los 500 a los 1700 msnm formada por un arreglo de cañadas y barrancas, por otra parte, al noreste se encuentra la planicie la cual esta interrumpida por pequeños salientes suaves entre los 280 y los 400 msnm (Gutiérrez-Báez, 1994; Zamora-Crescencio y Avendaño-Reyes, 1998).

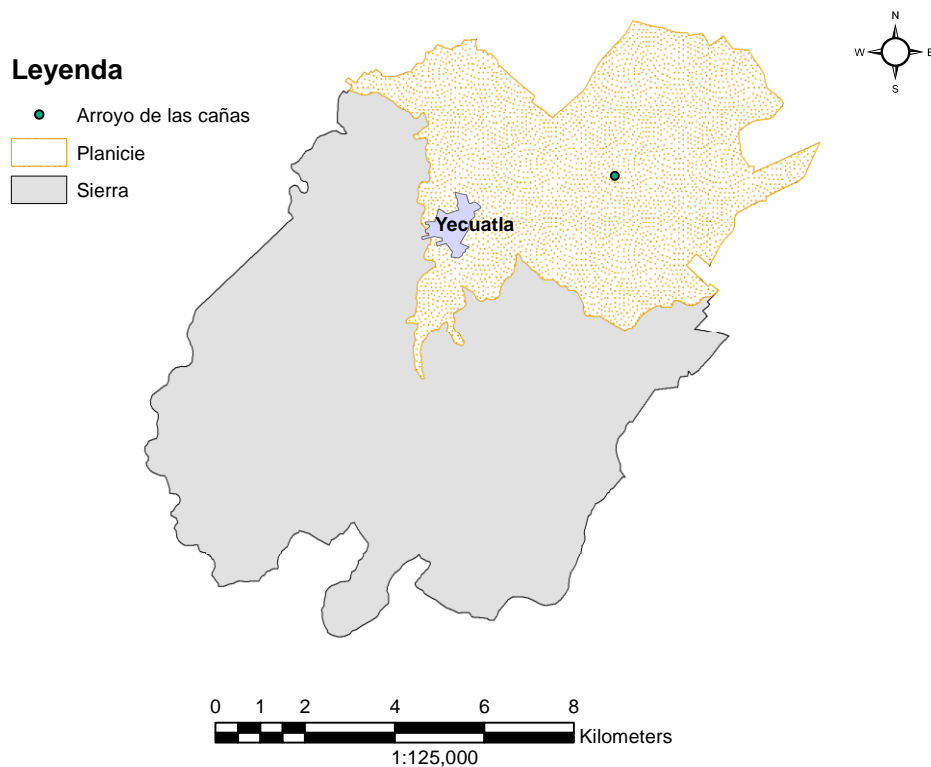


Figura A- 7 Planicie y sierra del municipio de Yecuatla

La agricultura y ganadería son y han sido los principales motores económicos en el municipio, refleja la importancia en la conservación y conocimiento de los recursos naturales (Gutiérrez-Báez, 1994). El 51.7% de la población económicamente activa se encuentra dentro del sector primario, 33.2% en el sector terciario y 14.9% en el secundario (INEGI, 2010). Por una parte, en las zonas altas con pendientes pronunciadas la principal actividad económica es el cultivo de café mientras que la planicie se concentra más en la cría de ganado, aunque también gran parte de la población se dedica al cultivo de café. El relieve y las actividades económicas han influenciado fuertemente el paisaje del municipio, donde el uso de suelo predominante es aquel destinado a actividades agropecuarias ocupando un 45% de la superficie total, seguido de vegetación primaria o secundaria con un 44% (INEGI, 2005).

La agricultura y ganadería son y han sido los principales motores económicos en el municipio, refleja la importancia en la conservación y conocimiento de los recursos naturales (Gutiérrez-Báez, 1994). El 51.7% de la población económicamente activa se encuentra dentro del sector primario, 33.2% en el sector terciario y 14.9% en el secundario (INEGI, 2010). Los principales cultivos en el municipio son café, el maíz y el frijol mientras que el principal

ganado es el bovino y porcino, en la tabla A-10 se presenta el valor de la producción agropecuaria en el año 2011 en el municipio, donde se observa que la principal fuente de ingresos es el cultivo de café, seguido de la cría de ganado bovino.

Tabla A- 10 Valor de la producción agropecuaria en el municipio de Yecuatla, 2011

Producto	Volumen (Ton)	Valor (miles de pesos)
Café cereza	4947	33763.3
Ganado bovino	212.1	5668.0
Maíz	755.3	2718.9
Ganado porcino	75.8	2038.7
Frijol	22	330.0

Fuente: INEGI 2010

Para llevar a cabo la delimitación del área de estudio, se consideró como principal factor la orografía del municipio, debido a que guarda estrecha relación con las actividades económicas y el paisaje del municipio, a lo cual se delimitó la sección del territorio que oscila entre los 195 a 350 m.s.n.m., puesto que considerar la totalidad de la planicie implica incluir a la localidad de Yecuatla, además, este rango de elevación corresponde a la planicie del municipio y guarda homogeneidad en el uso de suelo y vegetación (Figura A-9).

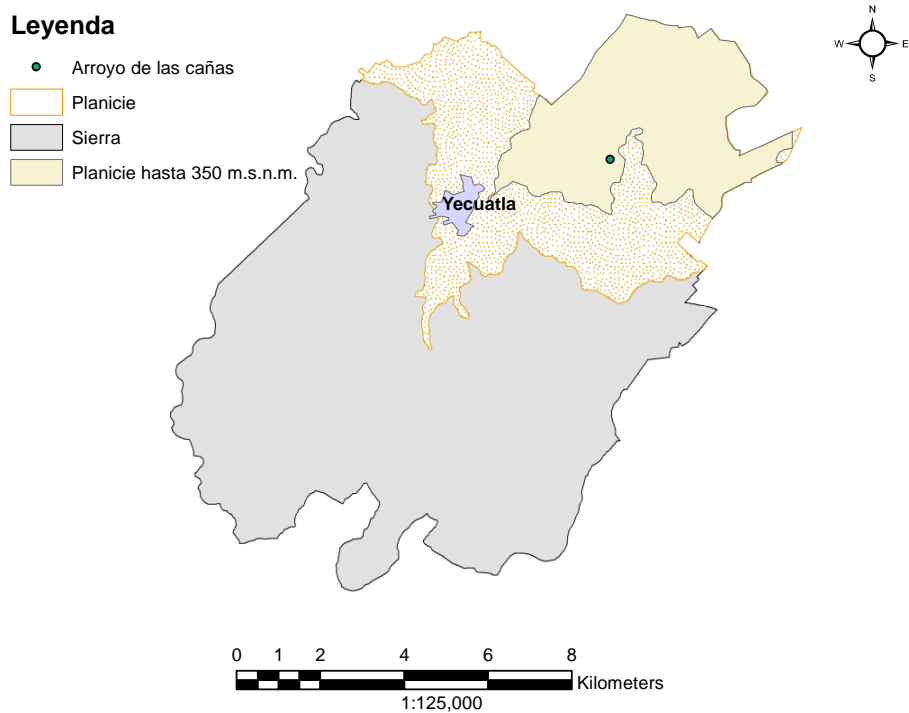


Figura A- 8 Delimitación de la altimetría a considerar

El empleo de cuencas hidrográficas es una práctica usual para la delimitación de áreas de análisis en proyectos medioambientales debido a la facilidad de manejo y a que éstas guardan cierta homogeneidad en el entorno natural (Walker *et al.*, 2002). Debido a lo anterior una segunda delimitación se realizó en base a la generación de cuencas hidrográficas considerando como límite la altura de 350 m.s.n.m., y finalmente se realizó un ajuste por practicidad del estudio para que el límite del área de estudio coincidiera con los límites del río Colipa. El área de estudio se muestra en la figura A-9, cuenta con un área de 454,34 Ha de las 11.246,83 Ha que componen la totalidad del territorio del municipio.



Figura A-9 Área de estudio en referencia al municipio de Yecuatla

Apéndice X
Muestreo de vegetación

Nombre Científico	Genero	Especie	Tipo de Vegetación	Nombre Local
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E.Moore & Stearn	Pouteria	sapota	Bosque tropical subcaducifolio	mamey
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedrela	odorata	Bosque tropical subcaducifolio	Cedro
<i>Inga vera</i> Willd	Inga	vera	Bosque tropical subcaducifolio	Chalahuite
<i>Citrus reticulata</i>	Citrus	reticulata	Introducido	Mandarina
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	Bursera	simaruba	Bosque tropical subcaducifolio	Mulato
<i>Persea schiedeana</i> Nees	Persea	schiedeana	selva de lauraceas	Chinini, pagua
<i>Inga Paterno</i> Harms	Inga	Paterno	Café	Jinicuil
<i>Cupania dentata</i> Moc. & Sessé ex DC.	Cupania	dentata	Bosque tropical subcaducifolio	Agua de ojo blanco, guacamayo
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	Pimenta	dioica	Introducido	Pimienta
<i>Cymbopetalum baillonii</i> R.E.Fr.	Cymbopetalum	baillonii		
<i>Citrus sinensis</i>	Citrus	sinensis	Introducido	Naranja
<i>Lippia aff. umbellata</i> Cav	Lippia	umbellata	Bosque tropical subcaducifolio	Hierba de mula, nacare, salvia, tabaquillo, topozana
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lambert	Zanthoxylum	caribaeum	Bosque tropical subcaducifolio	Limonaria, zorrillo
<i>Tapiriria mexicana</i> Marchand	Tapiriria	mexicana	Bosque tropical subcaducifolio	Bienvenido
<i>Cymbopetalum baillonii</i> R.E.Fr.	Cymbopetalum	baillonii	Bosque tropical subcaducifolio	Platanillo
<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H.Rob.	Vernonanthura	patens	Vegetación secundaria	Santamaría
<i>Perrottetia longistylis</i> Rose	Perrottetia	longistylis	Bosque tropical subcaducifolio	
<i>Quercus oleoides</i>	Quercus	oleoides	Encinar	Encino blanco

<i>Cinnamomu effusum</i> (meisn.) Kosterm	Cinnamomu n	effusum	Bosque de Galería	Aguacatillo
<i>Licaria capitata</i> (Cham. & Schldl.) Kosterm.	Licaria	capitata	Bosque tropical subcaducifolio	
<i>Quararibea funebris</i> (La Llave) Vischer	Quararibea	funebris	Bosque tropical subcaducifolio	
<i>Trichospermum mexicanum</i> (DC.) Baill.	Trichosperm un	mexicanu m	Vegetación secundaria	
<i>Hampea integerrima</i> Schtdl.	Hampea	integerr ma	Vegetación secundaria	
<i>Picramnia antidesma</i> Sw.	Picramnia	antidesm a	Bosque de Galería	
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Guadua	angustifol ia	Bosque de Galería	Tarro
<i>Xylosma panamensis</i> Turcz.	Xylosma	panamens is	Bosque de Galería	
<i>Cupania dentata</i> Moc. & Sessé ex DC.	Cupania	dentata	Cafetal	Guacamayo
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindus	saponaria	Bosque tropical subcaducifolio	Chololote
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Griseb.	Urera	caracasana	Bosque tropical subcaducifolio	Mal hombre

Apéndice XI

Medidas dasométricas y cálculo de madera presente en los cultivos de *Coffea arabica*

Nombre científico	DAP	AB	H	d	Ángulo	Radianes	C.F.	Volumen
UM 1								
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E.Moore & Stearn	113	1.00287726	16.9568688	17	42	0.73303829	0.5	8.50282904
<i>Cedrela odorata</i> L.	133	1.38929406	39.2645293	20	62	1.08210414	0.3601	19.6434468
<i>Inga vera</i> Willd	35	0.0962115	5.48864035	10	21	0.36651914	0.28	0.14785969
<i>Inga vera</i> Willd	32	0.08042496	13.9989716	10	51	0.89011792	0.28	0.31524268
<i>Cedrela odorata</i> L.	250	4.90875	20.1734573	15	51	0.89011792	0.3601	35.6594278
<i>Citrus reticulata</i>	22	0.03801336	3.95868191	10	13	0.2268928	0.5	0.0752414
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	252	4.98760416	13.3692844	15	38	0.66322512	0.35	23.3382445
<i>Cedrela odorata</i> L.	99	0.76977054	18.9055261	15	49	0.85521133	0.3601	5.24050543
<i>Cedrela odorata</i> L.	40	0.125664	9.1855405	10	37	0.64577182	0.3601	0.41566046
<i>Cedrela odorata</i> L.	80	0.502656	14.9204482	10	53	0.9250245	0.3601	2.700697
<i>Persea schiedeana</i> Nees	131	1.34782494	10.3428674	10	41	0.71558499	0.5	6.9701873
<i>Inga Paterno</i> Harms	48	0.18095616	12.0053031	10	46	0.80285146	0.28	0.6082814
<i>Inga vera</i> Willd	57	0.25517646	10.9751509	10	43	0.75049158	0.28	0.78416804
<i>Inga Paterno</i> Harms	65	0.3318315	14.4494163	10	52	0.90757121	0.28	1.34253602
<i>Cedrela odorata</i> L.	44	0.15205344	9.46285627	10	38	0.66322512	0.3601	0.51813343
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	125	1.2271875	15.1560607	15	42	0.73303829	0.35	6.50976487
<i>Inga vera</i> Willd	56	0.24630144	13.5675359	10	50	0.87266463	0.28	0.93567702
<i>Inga vera</i> Willd	30	0.070686	6.10228685	10	24	0.41887902	0.28	0.12077695
<i>Cedrela odorata</i> L.	42	0.13854456	8.39508517	10	34	0.59341195	0.3601	0.41882993
<i>Cupania dentata</i> Moc. & Sessé ex DC.	98	0.75429816	8.39508517	10	34	0.59341195	0.5	3.16619865
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merril	48	0.18095616	7.89869352	10	32	0.55850536	0.5	0.71465862
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	78	0.47783736	8.39508517	10	34	0.59341195	0.35	1.40401987
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	140	1.539384	11.3068877	10	44	0.76794487	0.35	6.09197473
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	167	2.19040206	9.46285627	10	38	0.66322512	0.35	7.25461095
<i>Citrus reticulata</i>	43	0.14522046	4.89919696	10	18	0.31415927	0.5	0.35573182
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	120	1.130976	9.46285627	10	38	0.66322512	0.35	3.74579216

<i>Cymbopetalum baillonii</i> R.E.Fr.	49	0.18857454	7.42350269	10	30	0.52359878	0.5	0.6999418
UM 2								
<i>Inga vera</i> Willd	90	0.636174	8.39508517	10	34	0.59341195	0.28	1.49540578
<i>Inga Paterno</i> Harms	58	0.26420856	9.46285627	10	38	0.66322512	0.28	0.70004694
<i>Inga Paterno</i> Harms	22	0.03801336	6.96709432	10	28	0.48869219	0.28	0.07415595
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merril	47	0.17349486	4.89919696	10	18	0.31415927	0.5	0.42499275
<i>Inga vera</i> Willd	42	0.13854456	4.51745386	10	16	0.27925268	0.28	0.17524322
<i>Cedrela odorata</i> L.	254	5.06708664	12.5481379	15	36	0.62831853	0.3601	22.896059
<i>Inga vera</i> Willd	112	0.98520576	9.62564147	15	28	0.48869219	0.28	2.65530648
<i>Citrus sinensis</i>	39	0.11945934	4.51745386	10	16	0.27925268	0.5	0.26982603
<i>Cedrela odorata</i> L.	57	0.25517646	7.42350269	10	30	0.52359878	0.3601	0.68213856
<i>Inga vera</i> Willd	102	0.81713016	5.28970234	10	20	0.34906585	0.28	1.21026509
<i>Citrus sinensis</i>	96	0.72382464	5.28970234	10	20	0.34906585	0.5	1.91440845
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merril	29	0.06605214	4.51745386	10	16	0.27925268	0.5	0.14919375
<i>Cedrela odorata</i> L.	194	2.95593144	16.4756097	10	56	0.97738438	0.3601	17.5371482
<i>Inga vera</i> Willd	90	0.636174	10.0409963	10	40	0.6981317	0.28	1.78858982
<i>Inga Paterno</i> Harms	52	0.21237216	6.52732589	10	26	0.45378561	0.28	0.38814224
<i>Cedrela odorata</i> L.	107	0.89920446	12.0053031	10	46	0.80285146	0.3601	3.88735949
<i>Cedrela odorata</i> L.	103	0.83323086	11.3068877	10	44	0.76794487	0.3601	3.39259133
<i>Inga Paterno</i> Harms	32	0.08042496	5.69026226	10	22	0.38397244	0.28	0.12813895
<i>Cedrela odorata</i> L.	60	0.282744	9.46285627	10	38	0.66322512	0.3601	0.96347126
<i>Cedrela odorata</i> L.	64	0.32169984	10.6540404	10	42	0.73303829	0.3601	1.23420786
<i>Cedrela odorata</i> L.	95	0.7088235	8.91542528	10	36	0.62831853	0.3601	2.27563861
<i>Inga vera</i> Willd	90	0.636174	12.0053031	10	46	0.80285146	0.28	2.13848928
<i>Inga Paterno</i> Harms	59	0.27339774	10.6540404	10	42	0.73303829	0.28	0.81558136
<i>Cedrela odorata</i> L.	56	0.24630144	14.4494163	10	52	0.90757121	0.3601	1.28156423
UM 3								
<i>Cedrela odorata</i> L.	205	3.3006435	12.5481379	15	36	0.62831853	0.3601	14.9142364

<i>Inga vera Willd</i>	87	0.59446926	6.10228685	10	24	0.41887902	0.28	1.01573415
<i>Inga vera Willd</i>	169	2.24318094	9.46285627	10	38	0.66322512	0.28	5.94353167
<i>Inga vera Willd</i>	74	0.43008504	8.91542528	10	36	0.62831853	0.28	1.07362949
<i>Cedrela odorata L.</i>	139	1.51747134	10.6540404	10	42	0.73303829	0.3601	5.82180909
<i>Inga vera Willd</i>	85	0.5674515	6.52732589	10	26	0.45378561	0.28	1.03710344
<i>Lippia aff. umbellata Cav</i>	32	0.08042496	7.42350269	10	30	0.52359878	0.5	0.29851745
<i>Inga vera Willd</i>	132	1.36848096	7.89869352	10	32	0.55850536	0.28	3.02657927
<i>Inga vera Willd</i>	118	1.09359096	7.71039339	15	22	0.38397244	0.28	2.36096462
<i>Cedrela odorata L.</i>	54	0.22902264	7.42350269	10	30	0.52359878	0.3601	0.61222408
<i>Inga vera Willd</i>	166	2.16424824	9.46285627	10	38	0.66322512	0.28	5.7343916
<i>Inga vera Willd</i>	94	0.69397944	10.0409963	10	40	0.6981317	0.28	1.9511086
<i>Tapiriria mexicana Marchand</i>	87	0.59446926	15.1560607	15	42	0.73303829	0.5	4.50490608
UM 4								
<i>Inga Paterno Harms</i>	71	0.39592014	9.21888765	17	24	0.41887902	0.28	1.02198412
<i>Cedrela odorata L.</i>	41	0.13202574	9.94145401	17	26	0.45378561	0.3601	0.47264127
<i>Cedrela odorata L.</i>	27	0.05725566	10.7106056	14.5	32	0.55850536	0.3601	0.22082873
<i>Cedrela odorata L.</i>	34	0.09079224	5.83565769	11.5	20	0.34906585	0.3601	0.19079266
<i>Cedrela odorata L.</i>	39	0.11945934	8.56222261	13	28	0.48869219	0.3601	0.36832377
<i>Cedrela odorata L.</i>	35	0.0962115	5.54903635	12	18	0.31415927	0.3601	0.19225059
<i>Cedrela odorata L.</i>	26	0.05309304	7.49880375	11	28	0.48869219	0.3601	0.14336816
<i>Cedrela odorata L.</i>	52	0.21237216	7.42350269	10	30	0.52359878	0.3601	0.56771396
<i>Cedrela odorata L.</i>	24	0.04523904	7.42350269	10	30	0.52359878	0.3601	0.12093315
<i>Cedrela odorata L.</i>	21	0.03463614	6.10228685	10	24	0.41887902	0.3601	0.07611061
<i>Cedrela odorata L.</i>	30	0.070686	6.49831471	12	22	0.38397244	0.3601	0.16540829
<i>Cedrela odorata L.</i>	22	0.03801336	6.54751554	11	24	0.41887902	0.3601	0.08962639
<i>Pimenta dioica (L.) Merril</i>	37	0.10752126	4.47123169	16	10	0.17453293	0.5	0.24037623
<i>Cedrela odorata L.</i>	37	0.10752126	7.71039339	15	22	0.38397244	0.3601	0.29853414
<i>Cedrela odorata L.</i>	22	0.03801336	5.05090499	16	12	0.20943951	0.3601	0.06913987

<i>Cedrela odorata L.</i>	28	0.06157536	6.52379544	15	18	0.31415927	0.3601	0.14465399
<i>Cedrela odorata L.</i>	20	0.031416	4.89126404	13	14	0.2443461	0.3601	0.05533439
<i>Cedrela odorata L.</i>	21	0.03463614	4.4132353	13	12	0.20943951	0.3601	0.05504396
<i>Cedrela odorata L.</i>	137	1.47411726	10.3981709	14	32	0.55850536	0.3601	5.51965718
<i>Cedrela odorata L.</i>	33	0.08553006	5.65367258	11	20	0.34906585	0.3601	0.17412958
<i>Cedrela odorata L.</i>	32	0.08042496	5.28970234	10	20	0.34906585	0.3601	0.15319522
<i>Cedrela odorata L.</i>	19	0.02835294	3.41326981	10	10	0.17453293	0.3601	0.03484912
<i>Cedrela odorata L.</i>	30	0.070686	4.51745386	10	16	0.27925268	0.3601	0.1149874
<i>Cedrela odorata L.</i>	146	1.67415864	19.6580809	20	42	0.73303829	0.3601	11.8511596
<i>Cedrela odorata L.</i>	17	0.02269806	3.61757169	14	8	0.13962634	0.3601	0.02956848
<i>Cedrela odorata L.</i>	27	0.05725566	9.73052452	20	22	0.38397244	0.3601	0.20062165
<i>Cedrela odorata L.</i>	27	0.05725566	5.22411666	11	18	0.31415927	0.3601	0.1077096
<i>Inga vera Willd</i>	27	0.05725566	5.37769001	13	16	0.27925268	0.28	0.08621289
<i>Pimenta dioica (L.) Merril</i>	17	0.02269806	4.62579186	14	12	0.20943951	0.5	0.05249825
<i>Inga vera Willd</i>	51	0.20428254	5.54903635	12	18	0.31415927	0.28	0.31739995
<i>Inga Paterno Harms</i>	17	0.02269806	4.64755867	17	10	0.17453293	0.28	0.02953736
<i>Inga Paterno Harms</i>	31	0.07547694	5.14059204	14	14	0.2443461	0.28	0.10863892
<i>Cedrela odorata L.</i>	124	1.20763104	17.2757125	20	38	0.66322512	0.3601	7.51265348
<i>Cedrela odorata L.</i>	84	0.55417824	11.4046518	20	26	0.45378561	0.3601	2.27590757
<i>Cedrela odorata L.</i>	136	1.45267584	12.2841886	20	28	0.48869219	0.3601	6.42596435
<i>Cedrela odorata L.</i>	228	4.08282336	10.310254	15	30	0.52359878	0.3601	15.1583901
<i>Inga Paterno Harms</i>	36	0.10178784	8.47825624	14	26	0.45378561	0.28	0.24163535
<i>Inga vera Willd</i>	66	0.34212024	11.6479096	16	32	0.55850536	0.28	1.11579598
<i>Inga vera Willd</i>	48	0.18095616	11.6479096	16	32	0.55850536	0.28	0.59017308
<i>Inga Paterno Harms</i>	55	0.2375835	8.14839392	20	18	0.31415927	0.28	0.54205871
<i>Inga Paterno Harms</i>	19	0.02835294	4.83834843	15	12	0.20943951	0.28	0.03841079
<i>Inga Paterno Harms</i>	62	0.30190776	12.8976483	18	32	0.55850536	0.28	1.09029203
<i>Cedrela odorata L.</i>	105	0.8659035	9.94145401	17	26	0.45378561	0.3601	3.09986317

<i>Cedrela odorata L.</i>	79	0.49016814	9.73052452	20	22	0.38397244	0.3601	1.71753048
<i>Cedrela odorata L.</i>	141	1.56145374	18.4319926	20	40	0.6981317	0.3601	10.3639314
<i>Inga vera Willd</i>	107	0.89920446	7.49855453	18	18	0.31415927	0.28	1.88796543
<i>Citrus reticulata</i>	39	0.11945934	4.89919696	10	18	0.31415927	0.5	0.29262742
<i>Cedrela odorata L.</i>	52	0.21237216	7.10955351	15	20	0.34906585	0.3601	0.54370463
<i>Cedrela odorata L.</i>	48	0.18095616	7.71039339	15	22	0.38397244	0.3601	0.50242707
<i>Inga Paterno Harms</i>	54	0.22902264	8.32843028	15	24	0.41887902	0.28	0.53407175
<i>Inga Paterno Harms</i>	32	0.08042496	7.10955351	15	20	0.34906585	0.28	0.16009996
<i>Cedrela odorata L.</i>	44	0.15205344	8.51844584	17	22	0.38397244	0.3601	0.46642276
<i>Cedrela odorata L.</i>	36	0.10178784	6.84871514	16	18	0.31415927	0.3601	0.25103144
<i>Cedrela odorata L.</i>	26	0.05309304	6.52379544	15	18	0.31415927	0.3601	0.12472716
<i>Cedrela odorata L.</i>	27	0.05725566	7.10955351	15	20	0.34906585	0.3601	0.14658309
<i>Zanthoxylum caribaeum Lambert</i>	78	0.47783736	7.71039339	15	22	0.38397244	0.5	1.84215701
<i>Cedrela odorata L.</i>	25	0.0490875	5.65367258	11	20	0.34906585	0.3601	0.09993663
<i>Cedrela odorata L.</i>	16	0.02010624	5.22411666	11	18	0.31415927	0.3601	0.03782395
<i>Cedrela odorata L.</i>	18	0.02544696	3.19594918	11	8	0.13962634	0.3601	0.02928592
<i>Cedrela odorata L.</i>	21	0.03463614	7.10955351	15	20	0.34906585	0.3601	0.08867372
<i>Cedrela odorata L.</i>	30	0.070686	6.19887575	14	18	0.31415927	0.3601	0.15778636
<i>Cedrela odorata L.</i>	31	0.07547694	9.09393204	14	28	0.48869219	0.3601	0.24716622
<i>Cedrela odorata L.</i>	29	0.06605214	7.47352375	16	20	0.34906585	0.3601	0.17776057
<i>Cedrela odorata L.</i>	37	0.10752126	7.10955351	15	20	0.34906585	0.3601	0.27527058
<i>Cedrela odorata L.</i>	41	0.13202574	7.10955351	15	20	0.34906585	0.3601	0.33800573
<i>Cedrela odorata L.</i>	37	0.10752126	6.01764281	12	20	0.34906585	0.3601	0.23299354
<i>Cedrela odorata L.</i>	54	0.22902264	9.14843222	12	32	0.55850536	0.3601	0.75448084
<i>Cedrela odorata L.</i>	32	0.08042496	4.89919696	10	18	0.31415927	0.3601	0.14188578
<i>Cedrela odorata L.</i>	39	0.11945934	5.54903635	12	18	0.31415927	0.3601	0.23870461
<i>Cedrela odorata L.</i>	30	0.070686	5.28970234	10	20	0.34906585	0.3601	0.13464423
<i>Cedrela odorata L.</i>	34	0.09079224	7.10955351	15	20	0.34906585	0.3601	0.23244177

Apéndice XII

Memoria de cálculo del almacenamiento de carbono en los cultivos de *C. arabica*

Nombre científico	Madera [m³/0.1Ha]	Madera [m³/Ha]	Densidad [Ton/m³]	Biomasa [Ton/Ha]	Biomasa con raíces [Ton/Ha]	C (biomasa) [tC/Ha]	C (biomasa y raíz) [tC/Ha]
UM1							
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E.Moore & Stearn	8.50282904	85.0282904	0.81	68.8729152	89.5347898	30.9928118	40.2906554
<i>Cedrela odorata</i> L.	64.5967009	645.967009	0.34	219.628783	285.517418	98.8329524	128.482838
<i>Inga vera</i> Willd	2.30372438	23.0372438	0.49	11.2882495	14.6747243	5.07971226	6.60362594
<i>Citrus reticulata</i>	0.43097322	4.30973219	0.6	2.58583931	3.3615911	1.16362769	1.512716
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	48.344407	483.44407	0.32	154.702103	201.112733	69.6159461	90.50073
<i>Persea schiedeana</i> Nees	6.9701873	69.701873	0.6	41.8211238	54.367461	18.8195057	24.4653574
<i>Inga Paterno</i> Harms	1.95081741	19.5081741	0.49	9.55900533	12.4267069	4.3015524	5.59201812
<i>Cupania dentata</i> Moc. & Sessé ex DC.	3.16619865	31.6619865	0.38	12.0315549	15.6410213	5.41419969	7.03845959
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	0.71465862	7.14658624	0.6	4.28795174	5.57433727	1.92957829	2.50845177
<i>Cymbopetalum baillonii</i> R.E.Fr.	0.6999418	6.99941803	0.6	4.19965082	5.45954606	1.88984287	2.45679573
Total		1376.80438		528.977176	687.670329	238.039729	309.451648
UM2							
<i>Inga vera</i> Willd	9.46329967	94.6329967	0.49	46.3701684	60.2812189	20.8665758	27.1265485
<i>Inga Paterno</i> Harms	2.10606544	21.0606544	0.49	10.3197207	13.4156368	4.64387429	6.03703658
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	0.57418649	5.74186493	0.6	3.44511896	4.47865464	1.55030353	2.01539459
<i>Cedrela odorata</i> L.	54.1501785	541.501785	0.34	184.110607	239.343789	82.8497732	107.704705
<i>Citrus sinensis</i>	2.18423448	21.8423448	0.6	13.1054069	17.0370289	5.89743308	7.66666301
Total		684.779646		257.351022	334.556328	115.80796	150.550348
UM3							
<i>Cedrela odorata</i> L.	21.3482696	213.482696	0.34	72.5841167	94.3593517	32.6628525	42.4617083
<i>Inga vera</i> Willd	22.1430428	221.430428	0.49	108.50091	141.051183	48.8254095	63.4730323
<i>Lippia aff. umbellata</i> Cav	0.29851745	2.98517454	0.6	1.79110472	2.32843614	0.80599712	1.04779626
<i>Tapiriria mexicana</i> Marchand	4.50490608	45.0490608	0.6	27.0294365	35.1382675	12.1632464	15.8122204

Total		482.94736		209.905568	272.877238	94.4575055	122.794757
UM4							
<i>Inga Paterno Harms</i>	3.6285527	36.285527	0.49	17.7799082	23.1138807	8.00095871	10.4012463
<i>Cedrela odorata L.</i>	73.1925789	731.925789	0.34	248.854768	323.511199	111.984646	145.580039
<i>Pimenta dioica (L.) Merrill</i>	0.29287448	2.92874483	0.6	1.7572469	2.28442097	0.7907611	1.02798944
<i>Inga vera Willd</i>	3.99754733	39.9754733	0.49	19.5879819	25.4643765	8.81459186	11.4589694
<i>Citrus reticulata</i>	0.29262742	2.92627418	0.6	1.75576451	2.28249386	0.79009403	1.02712224
<i>Zanthoxylum caribaeum Lambert</i>	1.84215701	18.4215701	0.97	17.868923	23.2295999	8.04101535	10.45332
Total		832.463379		307.604593	399.885971	138.422067	179.948687
Muestreo generalizado							
<i>Bursera simaruba (L.) Sarg</i>	48.344407	120.861018	0.32	38.6755256	50.2781833	17.4039865	22.6251825
<i>Cedrela odorata L.</i>	213.287728	533.21932	0.34	181.294569	235.682939	81.582556	106.057323
<i>Citrus reticulata</i>	0.72360064	1.80900159	0.6	1.08540095	1.41102124	0.48843043	0.63495956
<i>Citrus sinensis</i>	2.18423448	5.46058619	0.6	3.27635171	4.25925723	1.47435827	1.91666575
<i>Cymbopetalum baillonii R.E.Fr.</i>	0.6999418	1.74985451	0.6	1.0499127	1.36488652	0.47246072	0.61419893
<i>Cupania dentata Moc. & Sessé ex DC.</i>	3.16619865	7.91549662	0.38	3.00788872	3.91025533	1.35354992	1.7596149
<i>Inga Paterno Harms</i>	7.68543555	19.2135889	0.49	9.41465855	12.2390561	4.23659635	5.50757525
<i>Inga vera Willd</i>	37.9076142	94.7690356	0.49	46.4368274	60.3678757	20.8965723	27.165544
<i>Lippia aff. umbellata Cav</i>	0.29851745	0.74629363	0.6	0.44777618	0.58210903	0.20149928	0.26194907
<i>Persea schiedeana Nees</i>	6.9701873	17.4254683	0.6	10.455281	13.5918652	4.70487643	6.11633936
<i>Pimenta dioica (L.) Merrill</i>	1.5817196	3.954299	0.6	2.3725794	3.08435322	1.06766073	1.38795895
<i>Pouteria sapota (Jacq.) H.E.Moore & Stearn</i>	8.50282904	21.2570726	0.81	17.2182288	22.3836974	7.74820296	10.0726638
<i>Tapiriria mexicana Marchand</i>	4.50490608	11.2622652	0.6	6.75735913	8.78456686	3.04081161	3.95305509
<i>Zanthoxylum caribaeum Lambert</i>	1.84215701	4.60539253	0.97	4.46723075	5.80739998	2.01025384	2.61332999
Total		844.248692		325.95959	423.747467	146.681815	190.68636

Tasa de almacenamiento de carbono en los cultivos

Nombre científico	DAP [cm]	Volumen [m ³]	Densidad [Ton/m ³]	Biomasa [Ton]	Biomasa con raíz [Ton]	C almacenado [tC]	Edad [años]	Tasa de fijación de C [tC/año]
UM 1								
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E.Moore & Stearn	113	8.50282904	0.6	5.10169742	6.63220665	2.98449299	197	0.01514971
<i>Cedrela odorata</i> L.	133	19.6434468	0.34	6.67877193	8.6824035	3.90708158	183	0.02135017
<i>Inga vera</i> Willd	35	0.14785969	0.49	0.07245125	0.09418662	0.04238398	14	0.00302743
<i>Inga vera</i> Willd	32	0.31524268	0.49	0.15446892	0.20080959	0.09036432	13	0.0069511
<i>Cedrela odorata</i> L.	250	35.6594278	0.34	12.1242055	15.7614671	7.09266019	300	0.0236422
<i>Citrus reticulata</i>	22	0.0752414	0.6	0.04514484	0.05868829	0.02640973	20	0.00132049
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	252	23.3382445	0.32	7.46823823	9.7087097	4.36891936	68	0.06424881
<i>Cedrela odorata</i> L.	99	5.24050543	0.34	1.78177185	2.3163034	1.04233653	149	0.00699555
<i>Cedrela odorata</i> L.	40	0.41566046	0.34	0.14132456	0.18372192	0.08267487	54	0.00153102
<i>Cedrela odorata</i> L.	80	2.700697	0.34	0.91823698	1.19370807	0.53716863	130	0.00413207
<i>Persea schiedeana</i> Nees	131	6.9701873	0.6	4.18211238	5.4367461	2.44653574	163	0.01500942
<i>Inga Paterno</i> Harms	48	0.6082814	0.49	0.29805788	0.38747525	0.17436386	19	0.00917705
<i>Inga vera</i> Willd	57	0.78416804	0.49	0.38424234	0.49951504	0.22478177	23	0.00977312
<i>Inga Paterno</i> Harms	65	1.34253602	0.49	0.65784265	0.85519544	0.38483795	26	0.01480146
<i>Cedrela odorata</i> L.	44	0.51813343	0.34	0.17616537	0.22901498	0.10305674	58	0.00177684
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	125	6.50976487	0.32	2.08312476	2.70806219	1.21862798	34	0.035842
<i>Inga vera</i> Willd	56	0.93567702	0.49	0.45848174	0.59602626	0.26821182	22	0.01219145
<i>Inga vera</i> Willd	30	0.12077695	0.49	0.05918071	0.07693492	0.03462071	12	0.00288506
<i>Cedrela odorata</i> L.	42	0.41882993	0.34	0.14240217	0.18512283	0.08330527	56	0.00148759
<i>Cupania dentata</i> Moc. & Sessé ex DC.	98	3.16619865	0.38	1.20315549	1.56410213	0.70384596	130	0.0054142
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	48	0.71465862	0.81	0.57887349	0.75253553	0.33864099	20	0.01693205

<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	78	1.40401987	0.32	0.44928636	0.58407226	0.26283252	21	0.01251583
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	140	6.09197473	0.32	1.94943191	2.53426149	1.14041767	38	0.03001099
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	167	7.25461095	0.32	2.3214755	3.01791816	1.35806317	45	0.03017918
<i>Citrus reticulata</i>	43	0.35573182	0.6	0.21343909	0.27747082	0.12486187	20	0.00624309
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	120	3.74579216	0.32	1.19865349	1.55824954	0.70121229	32	0.02191288
<i>Cymbopetalum baillonii</i> R.E.Fr.	49	0.6999418	0.6	0.41996508	0.54595461	0.24567957	81	0.00303308
		137.680438			66.6408624	29.9883881	71.4	0.37753384
UM 2								
<i>Inga vera</i> Willd	90	1.49540578	0.49	0.73274883	0.95257348	0.42865807	36	0.01190717
<i>Inga Paterno</i> Harms	58	0.70004694	0.49	0.343023	0.4459299	0.20066845	23	0.00872472
<i>Inga Paterno</i> Harms	22	0.07415595	0.49	0.03633641	0.04723734	0.0212568	9	0.00236187
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	47	0.42499275	0.6	0.25499565	0.33149434	0.14917245	20	0.00745862
<i>Inga vera</i> Willd	42	0.17524322	0.49	0.08586918	0.11162993	0.05023347	17	0.00295491
<i>Cedrela odorata</i> L.	254	22.896059	0.34	7.78466005	10.1200581	4.55402613	304	0.01498035
<i>Inga vera</i> Willd	112	2.65530648	0.49	1.30110017	1.69143023	0.7611436	45	0.0169143
<i>Citrus sinensis</i>	39	0.26982603	0.6	0.16189562	0.2104643	0.09470894	20	0.00473545
<i>Cedrela odorata</i> L.	57	0.68213856	0.34	0.23192711	0.30150524	0.13567736	107	0.00126801
<i>Inga vera</i> Willd	102	1.21026509	0.49	0.59302989	0.77093886	0.34692249	41	0.00846152
<i>Citrus sinensis</i>	96	1.91440845	0.6	1.14864507	1.49323859	0.67195736	20	0.03359787
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	29	0.14919375	0.6	0.08951625	0.11637112	0.05236701	20	0.00261835
<i>Cedrela odorata</i> L.	194	17.5371482	0.34	5.9626304	7.75141952	3.48813878	244	0.01429565
<i>Inga vera</i> Willd	90	1.78858982	0.49	0.87640901	1.13933172	0.51269927	36	0.01424165
<i>Inga Paterno</i> Harms	52	0.38814224	0.49	0.1901897	0.24724661	0.11126097	21	0.00529814
<i>Cedrela odorata</i> L.	107	3.88735949	0.34	1.32170223	1.71821289	0.7731958	157	0.00492481
<i>Cedrela odorata</i> L.	103	3.39259133	0.34	1.15348105	1.49952537	0.67478642	153	0.00441037
<i>Inga Paterno</i> Harms	32	0.12813895	0.49	0.06278809	0.08162451	0.03673103	13	0.00282546
<i>Cedrela odorata</i> L.	60	0.96347126	0.34	0.32758023	0.4258543	0.19163443	110	0.00174213
<i>Cedrela odorata</i> L.	64	1.23420786	0.34	0.41963067	0.54551987	0.24548394	114	0.00215337

<i>Cedrela odorata</i> L.	95	2.27563861	0.34	0.77371713	1.00583227	0.45262452	145	0.00312155
<i>Inga vera</i> Willd	90	2.13848928	0.49	1.04785975	1.36221767	0.61299795	36	0.01702772
<i>Inga Paterno</i> Harms	59	0.81558136	0.49	0.39963487	0.51952533	0.2337864	24	0.0097411
<i>Cedrela odorata</i> L.	56	1.28156423	0.34	0.43573184	0.56645139	0.25490312	106	0.00240475
		68.4779646			33.4556328	15.0550348	75.875	0.19816984
UM 3								
<i>Cedrela odorata</i> L.	205	14.9142364	0.34	5.07084039	6.59209251	2.96644163	255	0.0116331
<i>Inga vera</i> Willd	87	1.01573415	0.49	0.49770973	0.64702265	0.29116019	35	0.00831886
<i>Inga vera</i> Willd	169	5.94353167	0.49	2.91233052	3.78602967	1.70371335	68	0.02505461
<i>Inga vera</i> Willd	74	1.07362949	0.49	0.52607845	0.68390199	0.30775589	30	0.01025853
<i>Cedrela odorata</i> L.	139	5.82180909	0.34	1.97941509	2.57323962	1.15795783	189	0.00612676
<i>Inga vera</i> Willd	85	1.03710344	0.49	0.50818069	0.66063489	0.2972857	34	0.0087437
<i>Lippia aff. umbellata</i> Cav	32	0.29851745	0.6	0.17911047	0.23284361	0.10477963	64	0.00163718
<i>Inga vera</i> Willd	132	3.02657927	0.49	1.48302384	1.927931	0.86756895	53	0.01636923
<i>Inga vera</i> Willd	118	2.36096462	0.49	1.15687266	1.50393446	0.67677051	47	0.01439937
<i>Cedrela odorata</i> L.	54	0.61222408	0.34	0.20815619	0.27060304	0.12177137	104	0.00117088
<i>Inga vera</i> Willd	166	5.7343916	0.49	2.80985189	3.65280745	1.64376335	66	0.02490551
<i>Inga vera</i> Willd	94	1.9511086	0.49	0.95604321	1.24285618	0.55928528	38	0.01471803
<i>Tapiriria mexicana</i> Marchand	87	4.50490608	0.6	2.70294365	3.51382675	1.58122204	119	0.01328758
		48.294736			27.2877238	12.2794757	84.76	0.15662334
UM 4								
<i>Inga Paterno</i> Harms	71	1.02198412	0.49	0.50077222	0.65100389	0.29295175	28	0.01046256
<i>Cedrela odorata</i> L.	41	0.47264127	0.6	0.28358476	0.36866019	0.16589709	55	0.00301631
<i>Cedrela odorata</i> L.	27	0.22082873	0.34	0.07508177	0.0976063	0.04392283	41	0.00107129
<i>Cedrela odorata</i> L.	34	0.19079266	0.34	0.0648695	0.08433036	0.03794866	48	0.0007906
<i>Cedrela odorata</i> L.	39	0.36832377	0.34	0.12523008	0.16279911	0.0732596	53	0.00138226
<i>Cedrela odorata</i> L.	35	0.19225059	0.34	0.0653652	0.08497476	0.03823864	49	0.00078038
<i>Cedrela odorata</i> L.	26	0.14336816	0.34	0.04874517	0.06336873	0.02851593	40	0.0007129

<i>Cedrela odorata</i> L.	52	0.56771396	0.34	0.19302275	0.25092957	0.11291831	66	0.00171088
<i>Cedrela odorata</i> L.	24	0.12093315	0.34	0.04111727	0.05345245	0.0240536	38	0.00063299
<i>Cedrela odorata</i> L.	21	0.07611061	0.34	0.02587761	0.03364089	0.0151384	35	0.00043253
<i>Cedrela odorata</i> L.	30	0.16540829	0.34	0.05623882	0.07311046	0.03289971	44	0.00074772
<i>Cedrela odorata</i> L.	22	0.08962639	0.34	0.03047297	0.03961487	0.01782669	36	0.00049519
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	37	0.24037623	0.6	0.14422574	0.18749346	0.08437206	20	0.0042186
<i>Cedrela odorata</i> L.	37	0.29853414	0.34	0.10150161	0.13195209	0.05937844	51	0.00116428
<i>Cedrela odorata</i> L.	22	0.06913987	0.34	0.02350756	0.03055982	0.01375192	36	0.000382
<i>Cedrela odorata</i> L.	28	0.14465399	0.34	0.04918236	0.06393706	0.02877168	42	0.00068504
<i>Cedrela odorata</i> L.	20	0.05533439	0.34	0.01881369	0.0244578	0.01100601	34	0.00032371
<i>Cedrela odorata</i> L.	21	0.05504396	0.34	0.01871495	0.02432943	0.01094824	35	0.00031281
<i>Cedrela odorata</i> L.	137	5.51965718	0.34	1.87668344	2.43968847	1.09785981	187	0.00587091
<i>Cedrela odorata</i> L.	33	0.17412958	0.34	0.05920406	0.07696527	0.03463437	47	0.0007369
<i>Cedrela odorata</i> L.	32	0.15319522	0.34	0.05208637	0.06771229	0.03047053	46	0.0006624
<i>Cedrela odorata</i> L.	19	0.03484912	0.34	0.0118487	0.01540331	0.00693149	33	0.00021005
<i>Cedrela odorata</i> L.	30	0.1149874	0.34	0.03909572	0.05082443	0.02287099	44	0.0005198
<i>Cedrela odorata</i> L.	146	11.8511596	0.34	4.02939427	5.23821255	2.35719565	196	0.01202651
<i>Cedrela odorata</i> L.	17	0.02956848	0.34	0.01005328	0.01306927	0.00588117	31	0.00018972
<i>Cedrela odorata</i> L.	27	0.20062165	0.34	0.06821136	0.08867477	0.03990365	41	0.00097326
<i>Cedrela odorata</i> L.	27	0.1077096	0.34	0.03662126	0.04760764	0.02142344	41	0.00052252
<i>Inga vera</i> Willd	27	0.08621289	0.49	0.04224432	0.05491761	0.02471293	11	0.00224663
<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	17	0.05249825	0.6	0.03149895	0.04094864	0.01842689	20	0.00092134
<i>Inga vera</i> Willd	51	0.31739995	0.49	0.15552597	0.20218377	0.09098269	20	0.00454913
<i>Inga Paterno</i> Harms	17	0.02953736	0.49	0.01447331	0.0188153	0.00846688	7	0.00120955
<i>Inga Paterno</i> Harms	31	0.10863892	0.49	0.05323307	0.06920299	0.03114135	12	0.00259511
<i>Cedrela odorata</i> L.	124	7.51265348	0.34	2.55430218	3.32059284	1.49426678	174	0.00858774
<i>Cedrela odorata</i> L.	84	2.27590757	0.34	0.77380857	1.00595114	0.45267801	134	0.00337819
<i>Cedrela odorata</i> L.	136	6.42596435	0.34	2.18482788	2.84027624	1.27812431	186	0.00687164

<i>Cedrela odorata</i> L.	228	15.1583901	0.34	5.15385262	6.70000841	3.01500378	278	0.01084534
<i>Inga Paterno</i> Harms	36	0.24163535	0.49	0.11840132	0.15392172	0.06926477	14	0.00494748
<i>Inga vera</i> Willd	66	1.11579598	0.49	0.54674003	0.71076204	0.31984292	26	0.01230165
<i>Inga vera</i> Willd	48	0.59017308	0.49	0.28918481	0.37594025	0.16917311	19	0.00890385
<i>Inga Paterno</i> Harms	55	0.54205871	0.49	0.26560877	0.3452914	0.15538113	22	0.00706278
<i>Inga Paterno</i> Harms	19	0.03841079	0.49	0.01882129	0.02446767	0.01101045	8	0.00137631
<i>Inga Paterno</i> Harms	62	1.09029203	0.49	0.5342431	0.69451603	0.31253221	25	0.01250129
<i>Cedrela odorata</i> L.	105	3.09986317	0.34	1.05395348	1.37013952	0.61656278	155	0.00397782
<i>Cedrela odorata</i> L.	79	1.71753048	0.34	0.58396036	0.75914847	0.34161681	129	0.00264819
<i>Cedrela odorata</i> L.	141	10.3639314	0.34	3.52373669	4.5808577	2.06138596	191	0.0107926
<i>Inga vera</i> Willd	107	1.88796543	0.49	0.92510306	1.20263398	0.54118529	43	0.0125857
<i>Citrus reticulata</i>	39	0.29262742	0.6	0.17557645	0.22824939	0.10271222	20	0.00513561
<i>Cedrela odorata</i> L.	52	0.54370463	0.34	0.18485957	0.24031745	0.10814285	66	0.00163853
<i>Cedrela odorata</i> L.	48	0.50242707	0.34	0.1708252	0.22207276	0.09993274	62	0.00161182
<i>Inga Paterno</i> Harms	54	0.53407175	0.49	0.26169516	0.3402037	0.15309167	22	0.00695871
<i>Inga Paterno</i> Harms	32	0.16009996	0.49	0.07844898	0.10198367	0.04589265	13	0.0035302
<i>Cedrela odorata</i> L.	44	0.46642276	0.34	0.15858374	0.20615886	0.09277149	58	0.00159951
<i>Cedrela odorata</i> L.	36	0.25103144	0.34	0.08535069	0.1109559	0.04993015	50	0.0009986
<i>Cedrela odorata</i> L.	26	0.12472716	0.34	0.04240724	0.05512941	0.02480823	40	0.00062021
<i>Cedrela odorata</i> L.	27	0.14658309	0.34	0.04983825	0.06478973	0.02915538	41	0.00071111
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lambert	78	1.84215701	0.97	1.7868923	2.32295999	1.045332	110	0.00950302
<i>Cedrela odorata</i> L.	25	0.09993663	0.34	0.03397845	0.04417199	0.0198774	39	0.00050968
<i>Cedrela odorata</i> L.	16	0.03782395	0.34	0.01286014	0.01671818	0.00752318	30	0.00025077
<i>Cedrela odorata</i> L.	18	0.02928592	0.34	0.00995721	0.01294438	0.00582497	32	0.00018203
<i>Cedrela odorata</i> L.	21	0.08867372	0.34	0.03014907	0.03919378	0.0176372	35	0.00050392
<i>Cedrela odorata</i> L.	30	0.15778636	0.34	0.05364736	0.06974157	0.03138371	44	0.00071327
<i>Cedrela odorata</i> L.	31	0.24716622	0.34	0.08403651	0.10924747	0.04916136	45	0.00109247
<i>Cedrela odorata</i> L.	29	0.17776057	0.34	0.06043859	0.07857017	0.03535658	43	0.00082225

<i>Cedrela odorata</i> L.	37	0.27527058	0.34	0.093592	0.1216696	0.05475132	51	0.00107356
<i>Cedrela odorata</i> L.	41	0.33800573	0.34	0.11492195	0.14939853	0.06722934	55	0.00122235
<i>Cedrela odorata</i> L.	37	0.23299354	0.34	0.0792178	0.10298314	0.04634241	51	0.00090867
<i>Cedrela odorata</i> L.	54	0.75448084	0.34	0.25652348	0.33348053	0.15006624	68	0.00220686
<i>Cedrela odorata</i> L.	32	0.14188578	0.34	0.04824117	0.06271352	0.02822108	46	0.0006135
<i>Cedrela odorata</i> L.	39	0.23870461	0.34	0.08115957	0.10550744	0.04747835	53	0.00089582
<i>Cedrela odorata</i> L.	30	0.13464423	0.34	0.04577904	0.05951275	0.02678074	44	0.00060865
<i>Cedrela odorata</i> L.	34	0.23244177	0.34	0.0790302	0.10273926	0.04623267	48	0.00096318
		83.3845142			40.2363681	18.1063657	57.1	0.21421075

Resultados por hectárea					
	Volumen [m3]	Biomasa con raíz [Ton]	C almacenado [tC]	Tasa de fijación de C [tC/año]	Tasa de fijación de C [KgC/año]
UM 1	1376.80438	666.408624	299.883881	3.77533844	3775.33844
UM2	684.779646	334.556328	150.550348	1.98169837	1981.69837
UM3	482.94736	272.877238	122.794757	1.5662334	1566.2334
UM4	833.845142	402.363681	181.063657	2.14210747	2142.10747
Suma	844.594133	419.051468	188.573161	2.36634442	2366.34442