

**ESTIMACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ EN LOS
MUNICIPIOS DE BARICHARA, CURITI, ARATOCA, Y SAN GIL COMO
ALMACENAMIENTO DE CARBONO.**

LUIS ALFONSO PEÑARANDA MALLUNGO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUIMICA
ESPECIALIZACION INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2014**

**ESTIMACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ EN LOS
MUNICIPIOS DE BARICHARA, CURITI, ARATOCA, Y SAN GIL COMO
ALMACENAMIENTO DE CARBONO.**

LUIS ALFONSO PEÑARANDA MALLUNGO

**Trabajo de grado para optar a el grado de Especialización en Ingeniería
Ambiental.**

Director

Ms.c Luis Mariano Idarraga Bernal

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUIMICA
ESPECIALIZACION INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2014**

DEDICATORIA

A mis hijos, mis viejos y a la naturaleza y la vida como madre de todo.

AGRADECIMIENTO

A los agricultores de la zona y en especial para quienes fueron pioneros en esas zonas “secas y marginales para café” y que después de 1992 como producto de su constancia han modificado el panorama regional y han hecho un ejemplo de su labor y constancia. A los técnicos del servicio de extensión del Comité de Cafeteros señores Moises Abril, Guillermo Farfan ya pensionados y en uso de buen retiro, Fernando Almonacid, Luis Hernan Torres. Al colega y agricultor Victor Anibal Rueda, a los señores Rodrigo Acevedo, Angel Maria Ortiz, Francisco Ortiz, Alejandro Reyes Bernal, Sofia de Zambrano, Carlos Rueda Neira, Salomon Carreño, Rosendo Wandurraga, Antonio Sierra , Santiago Salazar, Alvaro Ramirez y a todos esos amigos que en estos últimos 25 años hemos compartido el amor por el café y por nuestra cultura y conocimiento.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS.....	17
1.1 OBJETIVO GENERAL	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	18
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	19
3.1. CAMBIO CLIMÁTICO Y CONVENCIÓN MARCO PK.....	19
3.2 MERCADOS DE CARBONO	20
3.3 CAFETALES Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS.	26
3.4 EVOLUCIÓN CAFETERA EN SANTANDER.....	30
3.5 ZONA DE ESTUDIO.	32
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
5.1 ANALISIS DE LA INFORMACION CENSAL PARA LOS MUNICIPIOS DE ARATOCA, BARICHARA CURITI Y SAN GIL.	39
5.1.1 Fincas Cafeteras.....	41
5.1.2 Diversidad del componente arbóreo.	42
5.1.4 Almacenamiento de carbono en árboles, café y majada.	47
5.1.5 Carbono en los SAF regionales para los mercados de carbono.....	51
5.1.6 Compensaciones de carbono en los mercados voluntarios	52
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA.....	56
ANEXOS	60

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración.1 paisaje de la región.....	16
Ilustración 2 Intensidad lumínica.....	34
Ilustración 3 nuevas zonas de café en la región	36
Ilustración 4 observaciones en la zona	38
Ilustración 5 Diversidad del componente arbóreo	42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 comparación de áreas de café	31
Tabla 2: Aspectos actuales de la caficultura en Santander	32
Tabla 3 Determinación majada en cafetales	49

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Zona de estudio.....	32
GRÁFICA 2 Crecimiento de las áreas de siembra.....	40
Gráfica 3 importancia de la especie arbórea	44
Gráfica 4 Promedio de especies por lote/índice de Mergalef.....	45
Gráfica 5 Análisis conglomerado entre veredas.....	46
Gráfica 6 Densidades promedio por lote.....	48

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Especie preponderante por lote	60
Anexo B Índice de similitud por veredas	63
Anexo C Majada por lote	66

RESUMEN

TITULO: ESTIMACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ EN LOS MUNICIPIOS DE BARICHARA, CURITI, ARATOCA, Y SAN GIL COMO ALMACENAMIENTO DE CARBONO.*

AUTOR: LUIS ALFONSO PEÑARANDA M.**

PALABRAS CLAVE:

Café, Sistemas agroforestales, almacenamiento de carbono, diversidad, Mercados de Carbono, Cambio climático, Convención marco, Servicios eco sistémicos, censos cafeteros, Índices de similaridad.

DESCRIPCION:

El propósito de este proyecto de investigación es estimar el almacenamiento de carbono en los SAF de café en los municipios de Barichara, Curití, Aratoca y San Gil. Para este fin se hizo una revisión histórica de las áreas en café de acuerdo a los censos cafeteros y a la información consolidada en el SICA, se relacionaron aspectos descriptivos de paisaje, se contrastaron las secuencias de áreas determinadas mediante fotografías aéreas y las descripciones de agricultores y ex técnicos al respecto de los paisajes y su cambio se plasmaron en entrevistas informales.

Los cambios de cobertura y almacenamiento de carbono de las zonas de sabana hacia SAF de café se estimaron mediante mediciones de biomasa total en árboles y en cafetos, midiendo las plantas, empleando modelos de biomasa y densidad e indagando a los agricultores y técnicos sobre las edades de cafetales, poblaciones, especies arbóreas.

Dada la diversidad de los componentes arbóreos en cuanto a especies, tallas, alturas y número de individuos por hectárea, se establecieron índices de similaridad y se estimaron las acumulaciones de biomasa de los componentes arbóreos; para el café se determinó su biomasa mediante mediciones y pesajes en lotes zoqueados, contrastando estas cifras frente a modelos establecidos en trabajos de estimación de modelos halométricos.

Con las cuantificaciones de biomasa del café y el componente arbóreo, se hicieron proyecciones de acuerdo a las áreas y zonas productoras en estos municipios.

*Trabajo de Grado, Especialización en Ingeniería Ambiental

**Facultad de Ingeniería Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química.

Director M.Sc Luis Mariano Idarraga Bernal

ABSTRACT

TITLE: ESTIMATION OF CARBON STORAGE BY AGROFORESTRY COFFEE SYSTEMS IN THE MUNICIPALITIES OF BARICHARA, ARATOCA, CURITI AND SAN GIL.

AUTHOR: LUIS ALFONSO PEÑARANDA M.

KEYWORDS:

Cafe, agroforestry systems, carbon storage, diversity, Carbon Markets, Climate Change Framework Convention, ecosystem services, coffee census Similarity Indices.

DESCRIPTION:

The purpose of this research project is to estimate carbon storage in SAF coffee in the municipalities of Barichara, Curiti, Aratoca and San Gil. To this end it became a historical review of the areas in cafe coffee according to census and consolidated in the SICA, descriptive aspects of landscape information were related, the sequences of certain areas using aerial photographs and descriptions of farmers and contrasted ex technicians about the landscape and its change were reflected in informal interviews.

Changes in coverage and carbon storage areas into savanna SAF coffee were estimated by measurements of Total biomes trees and coffee trees, measuring plants using biomass and density models and asking farmers and technicians over the ages coffee plantations, towns, tree species.

Given the diversity of tree species in terms of components, sizes, heights and number of individuals per hectare, similarity indices were established and the accumulation of biomass of tree components were estimated; Coffee determine their biomass by measurement and weighing in "zoqueados" lots, contrasting these figures against established models work halometric estimation models.

With biomass quantifications coffee and tree component, projections according to the areas and production areas in these municipalities were made.

*Project of grade, Ambiental engineering specialization

**Faculty of chemical-Mechanical Engineering. School of chemical engineering.

Director M.Sc Luis Mariano Idarraga Bernal

INTRODUCCIÓN

El cultivo de café es todo un estilo de vida y ha representado para las zonas de San Gil, Barichara, Curiti, y Aratoca un aumento del área sembrada durante los últimos cuarenta años, lo que contrasta con la reducción en área que a nivel departamental y nacional se ha dado durante este tiempo.

Resulta interesante esta dinámica, pues se ha dado en zonas con una menor oferta ambiental y en áreas con una pobre vegetación, de sabanas y en áreas que con la excepción de San Gil, eran exiguas. De los años 40 a la actualidad los cambios en el paisaje generados por la agricultura en estos municipios ha generado un aumento en las coberturas vegetales, se han incorporado a la economía unas áreas que no eran aprovechables (3000 ha en fríjol y unas 2600 ha en café) se ha dado un mejoramiento en la calidad de vida y en la distribución de la propiedad.

En el caso del café se va dando una diferenciación en la cual el productor ya tiene el carácter de propietario. El modelo de manejo arranca con la experiencia de los campesinos, el uso de gallinaza, la siembra de fríjol, maíz, las siembras de plátano y árboles de sombrío para el establecimiento del café. Desde el punto de vista de ellos han venido mejorando los suelos y desarrollado una dinámica que ha mejorado la oferta de bienes y servicios. El tipo de caficultora a la sombra (SAF) y más marcadamente en estas zonas genera un aumento en términos de biomasa neta generada y en el almacenamiento de carbono que deben traducirse en términos de un servicio eco-sistémico hacia los mercados por PSA.

Es oportuno incluir la apreciación de uno de los cronistas de la época de la conquista acerca de las condiciones de las tierras y los asentamientos. Juan de Castellanos afirmó de este territorio.

...del cual hacia la parte del oriente viva peña bajada la rodea, a quien llamamos cingla¹ comúnmente, que corre Norte Sur algo torcida más espacio que dura la provincia: pero por la frontera de los guanés rió de Sogamoso la divide, y corre furioso por sus tierras, donde se junta con el de Suárez y otro que chalala tiene por nombre. Cuyas corrientes van encaminadas al rió grande de la magdalena, de suerte que por debajo de la cingla al ocaso tenían su asiento estos guanés, y encima de la cingla sabanas rasas hay, pero desiertas excepto la que tienen más a mano que llamamos la mesa de xerida².

Lo anterior es relevante pues por lo menos 500 años después estas tierras seguían en buena parte siendo sabanas y zonas con una vegetación xerofítica hacia los denominados cinchos con zonas altas cubiertas de rastrojos, helechales y sabanas en donde la vegetación va siendo más pobre hacia las márgenes de los ríos Chicamocha y en su confluencia con el Suárez.

Ilustración.1 paisaje de la región



Fuente: autor

¹ *cingla* f. Accidente orográfico que tiene un lado en pendiente montañosa y el otro en llanuras escalonadas. En la zona el término ha derivado en la palabra cincho.

² RESTREPO, L. De las elegías de varones ilustres de indias. Editorial javeriana: Bogotá. (1998).P. 342.

Los cambios en la agricultura y el paisaje han pasado en estos pueblos a desplazar o reducir la cultura del fique (cultivo y elaboración de sacos) por café. En mención al respecto es interesante el liderazgo que desde la administración de Aratoca se dio por intermedio de la umata y la alcaldía entre los años de 1998 a 2000 y del 2002 al 2005.

Las zonas cafeteras de estos municipios se caracterizan por sus bajas precipitaciones, su alta intensidad lumínica y la gran capacidad, tesón y trabajo de sus nobles gentes.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el almacenamiento de carbono en los SAF de café en la zona cafetera de Barichara, Curití, Aratoca y San Gil.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar un análisis con la información censal y de reportes acerca del crecimiento de las siembras de café en la zona de estudio.

Determinar la diversidad del componente arbóreo en los SAF de café en esta zona.

Estimar la acumulación de carbono por los SAF de café.

2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la diferencia en términos de área y de las coberturas vegetales que conformaba el paisaje de la región?

¿Qué relación existe entre la diversidad del componente arbóreo y la acumulación de carbono?

¿Qué cambios perciben los agricultores frente a los SAF de café y su condición de vida hace 40 años?

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. CAMBIO CLIMÁTICO Y CONVENCIÓN MARCO PK.

El modelo de desarrollo y el crecimiento económico y humano orientado hacia el consumo y las economías de mercado, generan que el denominado “progreso y modernidad” tenga consecuencias contrarias a las aspiraciones de calidad de vida de las personas y así mismo hacia la sobrevivencia de las diferentes formas de vida y de los ecosistemas. Este dilema se ha pretendido subsanar y han surgido propuestas que han impreso una monetización a las responsabilidades y compromisos.

Con los conocimientos actuales sobre los impactos globales de los gases de efecto invernadero, el cambio climático es considerado un problema complejo que afecta y compromete la existencia de la vida en el planeta³. En la cumbre de la tierra en el año de 1992 se acordó el texto de la convención marco de Naciones Unidas sobre el cambio climático (UNFCCC), cuyo objetivo es la estabilización de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera a un nivel que permita evitar interferencias antropogénicas en el sistema climático⁴.

De esta forma el UNFCCC se constituye en la “ESTRATEGIA INTERNACIONAL DE MITIGACION DEL CAMBIO CLIMATICO”. En 1997 se acordó el protocolo de Kyoto en el cual se suscribieron compromisos cuantitativos de reducción de GEI EN UN 5.2% para el periodo de 2008 a 2012 con respecto a las emisiones

³ MARTÍNEZ J y FERNÁNDEZ, A Cambio Climático. México: Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. 2004.P. 30

⁴ Red de dinamizadoras de consumo responsable y alimentación ecológica. El protocolo de Kioto. Disponible en: <http://www.reddinamizadoras.com/index.php/kyoto-ipcc-y-estrategias>. Consultado en: mayo 2014.

agregadas en el año de 1990 por el denominado Anexo B el cual es conformado por un grupo de los países desarrollados. Para permitir a los países del Anexo B cumplir con sus compromisos se crearon mecanismos de flexibilidad que posibilitan la compensación de este faltante mediante la compra de certificados en los que se acredita la reducción o remoción de GHG en países en desarrollo.

3.2 MERCADOS DE CARBONO

Al respecto de los aspectos comerciales ligados a los mercados de carbono, se han creado Mercados de Desarrollo Limpio (MDL), Mercados Voluntarios.

“Los mecanismos de comercio de emisiones y compensación representan un enfoque reduccionista del cambio climático, un enfoque que niega unas variables muy complejas y que prioriza la rentabilidad por encima de todo”⁵ (CO\$). Con la entrada en vigencia del KP en febrero del 2005, se dio un gran impulso al desarrollo de los mercados mundiales de certificados de reducción de emisiones (CER) conocidos como el “MERCADO DE CARBONO”.

Por la dinámica de negocio que representa el mercado de cers, se han generado otros mercados de carbono voluntario no circunscritos al KP (el cual es regulado, obligatorio y contempla solamente proyectos de forestación y reforestación). Sin embargo las actividades de AFOLU que reducen o remueven emisiones de GEI podrían incluirse en los futuros acuerdos para el periodo posterior al año 2012 y que en parte ya se permiten en el mercado voluntario. Los sistemas agroforestales y en particular el de café representan debido a su manejo un potencial sector captador de GHG.

En Colombia existen aproximadamente 339140 Ha de café bajo sombra y 239786 Ha en semisombra⁶. Asimismo de la información disponible en red de fedecafe se

5 El comercio de emisiones. Grupo Durban por la justicia climática. Foro permanente para las cuestiones indígenas de la ONU. Abril de 2008.

6 Cardona D, Siavosh S, Avance Técnico 335 Bogotá: Cenicafe. 2005. P. 20

estima que para el departamento de Santander en el año 2008 de un área de 42700 ha, el 90.6% se cultiva en sistemas de sombra y semisombra⁷.

La producción santandereana y especialmente la generada en los municipios de San Gil, Curiti, Barichara, Aratoca se adelanta bajo esquemas de sombrío dadas las condiciones de baja oferta hídrica, altas intensidades lumínicas. (En la zona el café a la sombra y semisombra corresponde al 99.5%. El crecimiento en las áreas de café en esta zona es diametralmente opuesto a la dinámica del departamento en los últimos 40 años. Un tema interesante es el contraste que se dio entre las zonas con un clima más proclive, de mayor tecnificación y producción en donde se redujo bastante el área y el incremento que se ha dado en la provincia en especial en Aratoca, Barichara y Curiti, zonas en las cuales con unos componentes más bajos de producción y tecnología, una menor oferta ambiental, la dinámica en cuanto a siembras ha mantenido un crecimiento.

En los años 1950s, los especialistas de suelo Irusta y Fortoul (1961) realizaron un amplio estudio de suelo en las zonas tabacaleras de Santander, hoy zona frijolera de “San Gil” (Barichara, San Gil, Villanueva, Curiti), ellos llegaron a la conclusión de que los suelos de esta zona no eran aptos para el uso agrícola y recomendaron el uso forestal y solamente en pequeñas manchas un uso agrícola con medidas de conservación de suelo.

- *La evolución posterior del uso de suelo:* 30 años después, los habitantes de la zona establecieron un sistema de producción basado en el cultivo de frijol, bajo la modalidad de monocultivo, con uso de tractores (arado de vertedera) y la aplicación de **gallinaza** (entre 2 y 3 t/ha, en ambas siembras del año).

Varios especialistas quienes han visitado la zona ya en su época frijolera, diagnosticaron que los fenómenos erosivos presentes en la zona (cárcavas, erosión laminar) eran consecuencia del actual mal manejo del suelo por los

⁷ Federación NACIONAL DE cafeteros. Disponible en <http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/areacultivadaconcafesegunexposicionsolar.xls>. Consultado en abril de 2014

agricultores y pronosticaron la desaparición del cultivo en algunos años, debido a que los productores estaban comprometiendo la sostenibilidad del sistema.

Mientras tanto, la región experimentaba un crecimiento económico sin precedentes, el valor de la producción total de frijol alcanzaba y superaba los US\$3 millones por año (resultado económico del trabajo de aproximadamente 2,500 familias). La consolidación de dos cooperativas agrícolas estuvo ligada estrechamente a este fenómeno y se ha generado empleo rural en una escala significativa para la región.

- *La visión de los campesinos:* En la experiencia de los campesinos, los suelos donde hoy siembran frijol y se han establecido cafetales, antes no tenían utilidad, ya que en la época de la producción de caña, bajo esquemas semi-feudales, y en la siguiente época de producción de tabaco, bajo esquemas agroindustriales – la caña y el tabaco tuvieron que ser sembrados en las vegas – tierras planas a los lados de los ríos – o en suelos fértiles en las pendientes entre la meseta de suelos infértiles y los ríos Chicamocha, Suárez y Fonce.

La innovación campesina de utilizar la gallinaza en el cultivo de frijol (el cual fue impulsado por un comerciante local) permitió valorizar el recurso suelo y cultivar unas 3,000 hectáreas nuevas, antes nunca cultivadas.

Desde el punto de vista de los campesinos, estaban – lejos de estar degradando los suelos - “arreglando estas tierras⁸”, hecho que se reflejaba también en un incremento exponencial del valor de la tierra. La experiencia, sin embargo, motivaba a varios agricultores a desarrollar **modelos locales de un futuro uso de suelo**, procurando de mantener la recién ganada productividad del mismo⁹

⁸ Las condiciones en aspectos tales como los niveles de fósforo han tenido incrementos considerables. Los cambios en cuanto a fotointerpretación de 1950 a las actuales, en las cuales se observa el cambio en la vegetación.

⁹ MAÎTRE, A BENTLEY J. y FISCHLER, M, ¿Que es más urgente el manejo integrado de plagas o el manejo sostenible de suelos? Debate N° 1. ASOCAM. COSUDE. Quito marzo de 2003 P. 18

Además, iniciaron trabajos locales para evitar el arrastre por lluvia de suelo, semillas y gallinaza, mediante zanjas de desviación, no para “combatir la erosión” sino para evitar pérdidas económicas a corto plazo¹⁰.

Es preciso mencionar que muchos de los cafetales se han establecido durante los últimos 30 años haciendo un cambio en el uso del suelo, pasando de sabanas, rastrojos, helechales, potreros y zonas agrícolas con frijol, fique a SAF con café.

Con los conocimientos actuales sobre los impactos globales de los gases de efecto invernadero, en particular las graves consecuencias del cambio climático, se ha identificado la importancia de centrar esfuerzos en la formulación y ejecución de un programa de reconocimiento, o pago de servicios ambientales para los cafetales con potencial para la fijación de carbono libre de la atmósfera mediante los mercados voluntarios de carbono (y/o) atenuantes de los efectos de climáticos adversos.

Las orientaciones hacia cafés especiales han generado planteamientos tales como que:

Toda decisión por parte de un caficultor para transformar y enriquecer los sombríos de sus cafetales requiere incentivos económicos y culturales, que pueden ser generados por instituciones como las certificadoras y la Federación Nacional de Cafeteros. Estos procesos no dependen únicamente del contexto biológico y socioeconómico de cada localidad, también de fuerzas externas como las preferencias de los consumidores internacionales de café y las dinámicas mundiales de mercado”¹¹

Esta agricultura “tradicional” y que aumento la biodiversidad es anterior a los sostenido en el trabajo del profesor Gulh De Que “el servicio de Extensión de la

¹⁰ Ibid. P. 19

¹¹ ARCILA P., J.; FARFÁN V., F.; MORENO B., A.; SALAZAR G., L.F.; HINCAPIÉ G., E. Cafés especiales. In: Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 2007. P. 233

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia ha desarrollado un procedimiento para nuevas siembras de café en zonas degradadas que permite recuperar esas tierras”¹² estas labores se iniciaron por interés y protagonismo de los agricultores y contaron posteriormente con la colaboración de la federación de cafeteros.

El área de que hacemos mención cubre en café unas 4500 Ha en los municipios de San Gil, Barichara, Curiti, y Aratoca, los cuales por la dinámica de los últimos 30 años han incrementado las áreas y han incorporado a la agricultura y a los SAF unos esquemas de manejo “especiales” en donde con la incorporación de gallinaza y manejo de las sombras se ha jalonado un incremento sustancial en la producción. Este comportamiento contrasta con la reducción en el área en el departamento la cual paso de 63035 ha en 1970 a 37881ha en 1997. Así mismo se hace evidente un aumento en las áreas manejadas por pequeños productores. Para esta región un 77% del área total se ha sembrado durante los últimos 20 años,(un 90% en los últimos 30 años) de las estadísticas de federación en cuanto al tipo de los cafetales, estos para el departamento son de un 10.3% de cafetales tradicionales, un 19.7% de cafetales tecnificados envejecidos y un 70% tecnificados¹³

Los cambios que se han presentado en la caficultura en los últimos 40 años resultado de la existencia de opciones tecnológicas atractivas, y de diversos cambios en la economía mundial han transformado la estructura socioeconómica del país. La comparación de los resultados obtenidos en los censos cafeteros realizados entre 1970 y 1993-97, confirman que el patrón de comportamiento agrícola se caracterizó, no solo por el rápido cambio tecnológico y la modernización de la estructura de los cultivos, sino también porque las transformaciones en la estructura de tenencia llevaron a un proceso de reducción

¹² Ibid . P. 234

¹³ Federación de cafeteros. Disponible en:

<http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/areascultivadassegunniveldetecnificacion.xls>. Consultado en abril 2014

del tamaño de las unidades más pequeñas (*minifundización*) y de concentración del suelo en las explotaciones más grandes¹⁴.

Las primeras plantaciones de café fueron establecidas bajo condiciones de sombrío, en asocio con árboles de mayor altura con el fin de simular el hábitat natural del cafeto. Sin embargo, en muchas situaciones, las plantaciones de café a plena exposición presentan una productividad mayor que aquellas bajo sombrío; como consecuencia, el sombrío ha sido abandonado como una práctica cultural regular en muchas regiones productoras.

Proceso que se dio en el eje cafetero en donde la colonización antioqueña a punta de tala y quema incorpora áreas baldías a la producción y luego incorporo el café bajo sombra, esquema que luego llevo a esquemas de café sin sombra aprovechando las altas precipitaciones, la baja intensidad lumínica¹⁵.

El proceso de intensificación de la producción cafetera, también conocido con el nombre de tecnificación, consiste en la transformación de los cafetales tradicionales, caracterizados por densidades de siembra bajas, variedades de porte alto, árboles de sombrío, condiciones agroecológicas menos exigentes, baja productividad y un ciclo productivo largo, para sustituirlos por cafetales intensivos, caracterizados por densidades de siembra altas, variedades de porte bajo, reducción o eliminación de la sombra, condiciones agroecológicas más estrictas, una mayor exigencia nutricional, alta productividad y un ciclo productivo corto (7, 8, 22, 23, 24, 30).

¹⁴ GARCÍA, J. Evolución de la distribución de las fincas cafeteras. Hacia una regionalización de la Caficultura Colombiana. 2004.

¹⁵ ERRAZURIS, M. Cafeteros y cafetales del Líbano. Cambio tecnológico y diferenciación social en una zona cafetera. Empresa editorial UN 1984.

En el trabajo “*Estructura, diversidad y potencial para conservación de los sombríos en cafetales de tres localidades de Colombia*”¹⁶ se precisan aspectos que destacan a los SAF de Santander por tener sombríos más densos, diversos y heterogéneos y que cumplen con la mayoría de requisitos para acceder a certificaciones ambientales.

Las características del paisaje cafetero en determinación hecha entre los municipios de Socorro, Pinchote y El Páramo en las zonas surorientales denotan una gran biodiversidad¹⁷. Este trabajo se orientó a los habitats de rastrojos altos, cafetales con sombra, cercas vivas, potreros arbolados y potreros con rastrojo, en lo correspondiente a la valoración de especies vegetales, aves y hormigas y su aporte a la diversidad y conservación.

3.3 CAFETALES Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS.

Los cafetos son plantas leñosas y como tales fijan y mantienen retenida una importante cantidad de carbono, los sistemas de siembra permiten una cobertura y amarre significativo del suelo. Sin embargo la mayor expresión y magnificación de los servicios ambientales se logra cuando la producción de café se desarrolla en sistemas asociados con árboles (SAF).

Los servicios ecosistémicos que prestan los SAF en café son:

- Regulación de gases;
- Regulación del clima;
- Regulación hídrica (oferta de agua);
- Control de erosión (retención de sedimentos);

¹⁶ SÁNCHEZ C., L.M.; BOTERO E., J.E.; VÉLEZ, J.G. Estructura, diversidad y potencial para conservación de los sombríos en cafetales de tres localidades de Colombia. *Cenicafé* 58(4).2007. P. 304-323.

¹⁷ SANCHEZ C, L. M; VELEZ, JC DURAN, S. M. GARCIA R; BOTERO, Estudio regional de la biodiversidad en los paisajes cafeteros de Santander. Boletín técnico N° 31. Cenicafe, 2008.

- Formación de suelos;
- Reciclaje de nutrientes;
- Polinización;
- Control biológico;
- Mantenimiento de biodiversidad;
- Belleza escénica, paisaje, territorio.

Las determinaciones de indicadores agroecológicos en SAF de café, las determinaciones de biodiversidad son elementos que han demostrado la importancia de estos sistemas para la conservación de avifauna.¹⁸

Para la valoración de los servicios ambientales en sistemas agroforestales cafetaleros se han establecido guías y metodologías prácticas de valoración y cuantificación (Chamba et al, 2002; FHIA, 2004; Anacafé, 2006; Corrales Castillo, 2006; CEDECO, 2007). Estos trabajos son coincidentes en los criterios, o aspectos a considerar en la evaluación, para ofertar servicios ambientales en sistemas de café con un manejo agroforestal como son: conservación del agua, fijación de carbono, biodiversidad, y conservación del suelo.

Las determinaciones de fijación de carbono por los SAF de café y los servicios ambientales que prestan son trabajos que se han implementado hacia México,

¹⁸ BERMÚDEZ et al. Determinación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales y de medios de vida de fincas cafeteras de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Biodiversidad Santander SAF café.

Nicaragua, Honduras, Costa Rica y Ecuador. Para el país la literatura al respecto es pobre.

Los SAF han sido reconocidos como parte de los sumideros de carbono, pero aún no se conoce mucho sobre su potencial (Ávila *et al.* 2001). Ortiz-Ceballos (2004), Peña del Valle *et al.* (2006), Soto-Pinto *et al.* (2006), Suárez *et al.* (2002), Corral *et al.* (2006) demostraron que los agroecosistemas cafetaleros, con sombra diversificada, son sistemas potenciales en la captura de carbono en este último caso se determinó que a los 6.5 años los sistemas agroforestales en base del cultivo de café, tienen un potencial de fijación de carbono de 187,5 t/ha (carbono del suelo + carbono de biomasa aérea).

Estos sistemas representan una opción para los productores de café, no solamente para proporcionar un valor ecológico agregado, al propiciar la captación de carbono sino también para contar con una fuente económica adicional que les permita integrarse al desarrollo sustentable del país. Las opciones económicas adicionales a la producción de café que ofrecen dichos ecosistemas es a través del pago de bonos por captura de carbono o por medio de la producción de madera y leña (Peeters *et al.* 2003). El pago de servicios ambientales por fijación y almacenamiento de C representa una opción para dar valor agregado a la producción, que podría tener un gran potencial e importancia para los productores (Ávila *et al.* 2001, Chomitz, *et al.* 2007), y en consecuencia, representa una estrategia que debe ser considerada, diseñada e implementada a corto plazo (Pineda-López *et al.* 2005). Ante los aspectos de cambio climático, la

implementación de modelos de producción de café se presenta como una estrategia de mitigación y un beneficio adicional.

Los fuertes cambios generados en el paisaje están asociados con la agricultura y la dinámica económica. Los cambios generados por la agricultura y la dinámica de la revolución verde no son ajenos al que hacer regional.

Las anteriores estrategias que se manejaban hacia las zonas de “tierra caliente” mijo, maíz, tabaco, frijol, algodón, arroz, cultivados en relevos y asociación, preparaciones de suelos con labranza reducida, los remanentes de caña, café y fique hacia las zonas más altas se manejan dentro de lo que actualmente se denominan agroecología, ecoagricultura y agroforestería. La dinámica económica y la situación de violencia de los años cincuenta dieron pie a toda una modificación en la estructura agraria regional tanto de predios como de actividades. Las fronteras agrícolas se llevaron hacia las zonas “altas” y se fue dando una mayor dinámica ligada inicialmente a la agricultura de tabaco y frijol y posteriormente con café. En el caso del café para los municipios en mención la caficultora que se soporta debe ser a la sombra y los cambios que se han dado han sido hacia el aumento de áreas y con materiales de porte alto a porte bajo. Los aumentos en área de café han generado el aumento de vegetación arbórea y una mayor riqueza de biomasa en el ambiente. El aumento en café ha representado el hacer más heterogéneo el paisaje.

3.4 EVOLUCIÓN CAFETERA EN SANTANDER

El crecimiento cafetero santandereano no guardó las proporciones que se dieron hacia el hoy denominado “eje cafetero” por la colonización antioqueña. El departamento de Santander pasó a un lugar secundario y la escasa dinámica en los años cincuenta a setenta se hizo bastante notorio hacia las zonas de San Vicente y Rionegro. Como puede apreciarse en el periodo de 1932 y 1947 las áreas de Los municipios de Aratoca, Barichara y Curiti apenas alcanzaban 75 ha. Para la década de 1970 el departamento solo representaba el 5.9% del área nacional y estos municipios alcanzaban 914 ha.

Los vaivenes del mercado generaron que entre el período 1970-1997 el área sembrada en café se redujo a nivel nacional, producto de las crisis que el sector cafetero ha experimentado (en el 92-93 programas de eliminación de cafetales y la de comienzos de la década del 2000 tuvo su principal causa en la sobreoferta de cerca de 10 millones de sacos de 60 Kg., lo cual incremento casi tres veces los inventarios de los países importadores¹⁹ y generó en el sector caficultor una disminución de los ingresos, limitando la inversión en insumos y labores de cultivo, mantenimiento y renovación de plantaciones y en muchos casos hasta el abandono de cafetales, esto ha llevado a un cambio en la distribución de las producciones y considerando la importancia estratégica del café colombiano la federación Nacional de Cafeteros ha orientado la caficultura hacia un esquema

¹⁹ FONSECA, S. El café de sombra: Un ejemplo de pago por servicios ambientales para proteger la biodiversidad. Gaceta ecológica N° 80.: Instituto Nacional de ecología. México DF: México. 2006.

sostenible y de diferenciación hacia productos de origen, estimulando sistemas productivos ambiental y socialmente compatibles.

Los cambios que ha generado esta dinámica se han traducido en modificaciones en el paisaje y en los patrones de crecimiento de áreas entre municipios en los cuales para el caso de Santander se contrasta la reducción de las áreas en San Vicente, Betulia, Rionegro y los aumentos en Curiti, Aratoca y Barichara. (Censos cafeteros).

El crecimiento en estos municipios los ha llevado a aumentar su participación en el porcentaje departamental del 3.9% al 14% del área. Y para Aratoca, Barichara y Curiti al pasar del 0.35% al 6% entre los años de 1947 a 2008.

Se ha venido dando un aumento en el número de fincas cafeteras y estas tienen una menor área.

Tabla 1 comparación de áreas de café

AREAS EN CAFÉ EN ESTOS MUNICIPIOS EN COMPARACION CON EL DEPARTAMENTO.(ha)						
Municipio	1932	1947	1970	1980-1981	1997	2009
ARATOCA	32	21	423	408	743	1171
BARICHARA	13	32	165	429	469	522
CURITI	20	22	326	394	654	956
PINCHOTE	185	277	931	1246	1163	1291
SAN GIL	478	524	1372	1262	1552	1863
VILLANUEVA	0	0	7	38	56	43
SANTANDER	18660	21586	63033	56233	37882	42700
SAN VICENTE		4815	14919	14367	4498	
RIONEGRO		7755	11845	5872	2168	

Tomado de encuesta nacional cafetera, censos cafeteros y geografía económica de Santander tomo viii-Santander. 1947. contraloría general de la republica

Los aspectos relativos al tipo de caficultura en Santander, reportan para el año 2009 unas 42746 ha, lo que representa una reducción del 32.5% en comparación con el año 1970. El café cultivado a la sombra con sombrero parcial es del 91% y los cafetales tecnificados corresponden al 70%, los tecnificados envejecidos al 20% y los tradicionales a un 10%. Las áreas promedio por caficultor están en 1.31 ha.

Tabla 2: Aspectos actuales de la caficultura en Santander

ASPECTOS ACTUALES DE LA CAFICULTURA SANTANDEREANA.

Sol(%)			Sombra o sombra parcial(%)			Total ha		
2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
9%	9%	9%	91%	91%	91%	41,097	41,480	42,746
Tradicional /1 (%)			Tecnificado envejecido /2(%)			Tecnificado /3(%)		
14%	13%	10%	27%	27%	20%	59%	60%	70%
Area promedio por caficultor.(ha)								
1.34	1.33	1.31						

tomado de: <http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/>

(1) Tradicional: Típica sin trazo o típica con densidad menor a 2500 árboles.

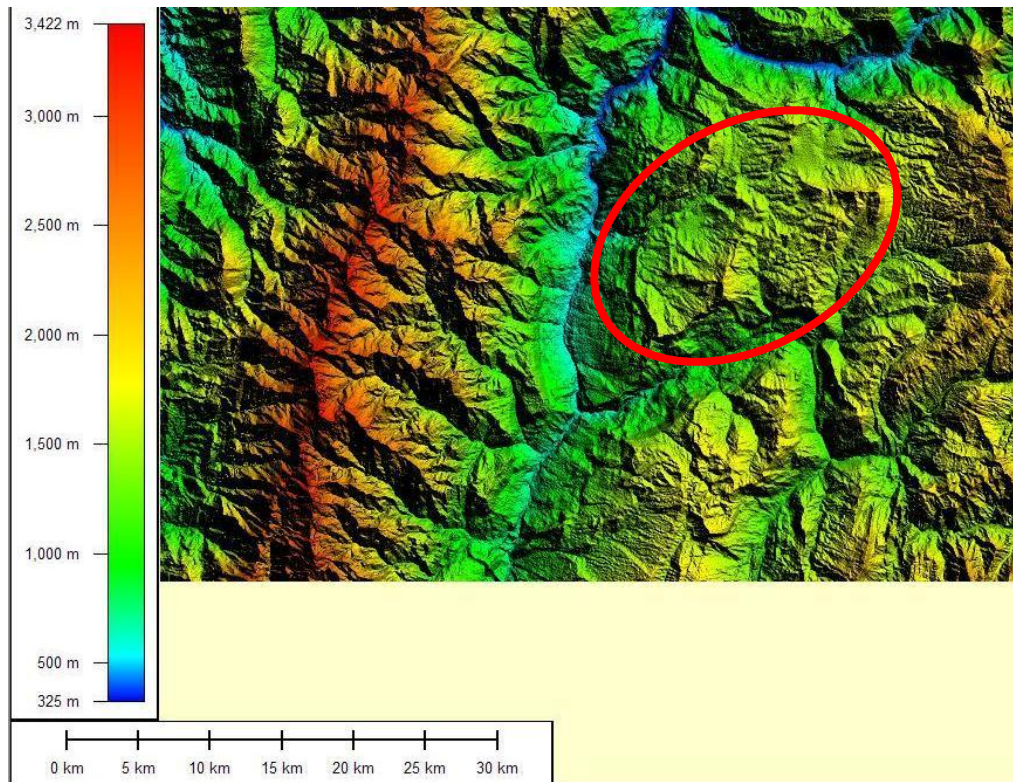
(2) Tecnificado Envejecido: Cultivos al sol mayores a 9 años, o cultivos a la sombra total o parcial mayores a 12 años

(3) Tecnificado: Cultivos al sol menores o iguales a 9 años, o cultivos a la sombra total o parcial menores o iguales a 12 años

3.5 ZONA DE ESTUDIO.

Los municipios de Aratoca, Barichara, Curiti, y San Gil se encuentran ubicados en el departamento de Santander y forman parte de la provincia Guanentina, sus áreas están delimitadas por los ríos Chicamocha, Suárez, Fonce y Mogoticos. El área de estos municipios alcanza las 74600 ha, de las cuales en café se encuentran 4500ha.

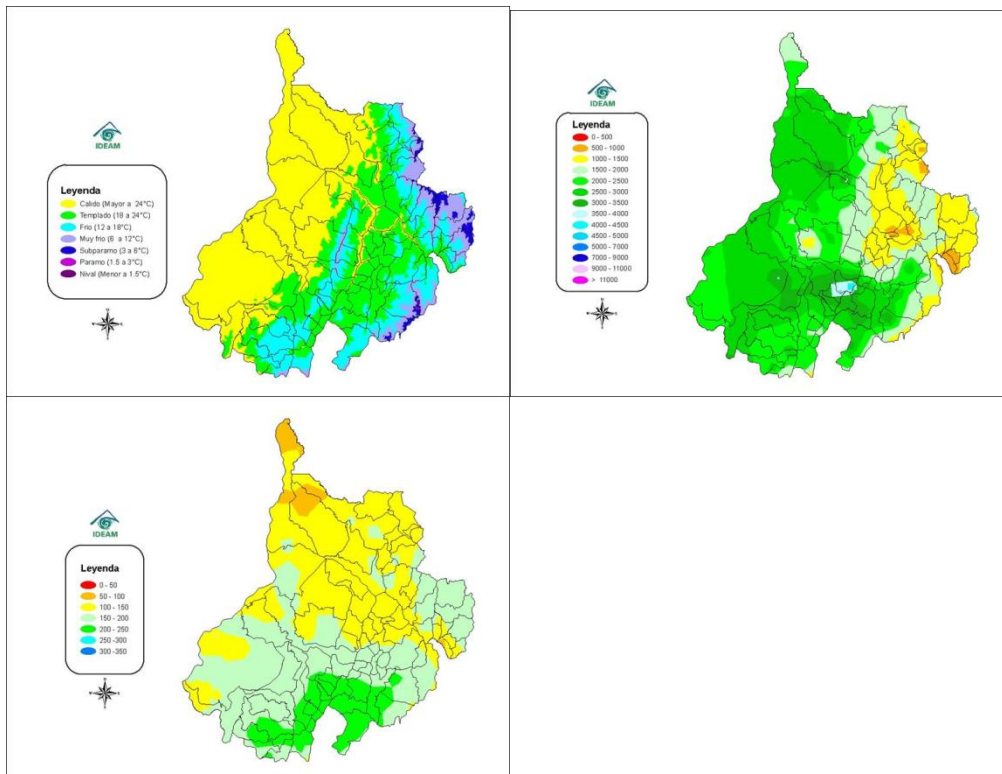
Gráfica 1 Zona de estudio



Las zonas más bajas se encuentran precisamente hacia las orillas de estos ríos
 Chicamocha 500 msnm. Suárez en la confluencia con el Chicamocha 400 msnm,
 Fonce en la desembocadura al Suárez 650 msnm, del Mogoticos en la
 desembocadura al Fonce 1100msnm. Los puntos más altos corresponde a la
 Mesa de San Pedro, el Alto de Aratoca, el alto de Guarigua y Palocortado a nivel
 de los 2000 a 2200 msnm. Los niveles de precipitación disminuyen de las zonas
 más altas y centrales hacia las orillas de los ríos, las precipitaciones fluctúan entre
 los 1400mm a los 500 mm y la intensidades lumínicas se encuentran por encima

de las 2000 horas²⁰). Las temperaturas en lo amplio del territorio dependen de la altitud y fluctúan entre los 16° C y los 26°C. El paisaje corresponde a montañoso y de lomerío.

Ilustración 2 Intensidad lumínica



Tomado de: Anuario meteorológico cafetero-Cenicafe 2006

Las formaciones vegetales secas caracterizan la zona, los límites más secos se encuentran hacia los ríos Chicamocha, Suárez y Fonce en las zonas más bajas y

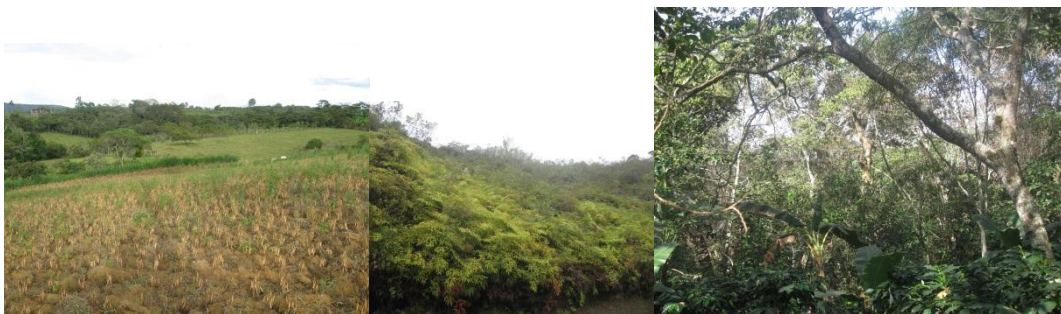
²⁰ CENICAFÉ . Anuario meteorológico cafetero. 2006

hacia la centro y sur occidental se encuentran las en las zonas más altas y húmedas.

4. METODOLOGÍA

El trabajo se inició haciendo una breve entrevista a técnicos ya pensionados, a agricultores de más tradición y edad, a fin de determinar desde su percepción la dinámica que se ha dado en la región en los últimos 50 años. Con esta información y la identificación de las zonas en las cuales se dio una mayor dinámica por la incorporación de áreas nuevas en café en zonas de Sabanas, helechales y rastrojos, se procedió a identificar los agricultores y áreas. El trabajo se realizó en campo y se contrastó con aerofotografías a fin de precisar que esas zonas realmente correspondían a este tipo de vegetación. Figura nuevas zonas de café en la región

Ilustración 3 nuevas zonas de café en la región



Fuente: el autor

Se revisaron archivos y se ubicaron crónicas de viajeros y descriptores de la zona, en ese sentido las obras de Juan de Castellanos son bastante claras al referirse al paisaje y vegetación de zona.

Se completó la información sobre la dinámica cafetera con la información de los censos cafeteros (1932, 1970), la encuesta nacional cafetera (1993-1997) y la geografía económica de Santander (1947). Los estudios adelantados se realizaron en las fincas de 16 productores (112 lotes) de los municipios de Aratoca, Barichara Curiti y San Gil.

La información se inició con un recuento de las especies arbóreas presentes en los lotes, la información acerca de sus cafetales (variedad, población, edad, especies de árboles) los conteos de árboles y especies se relacionaron mediante el índice de Mergalef y posteriormente mediante el índice de Sorensen and Dice se determinó su semejanza o afinidad haciendo uso de los software INDICE Y Infostat.

Posteriormente en 26 lotes se procedió a la determinación de las especies arbóreas, su medición en lo relativo a diámetros y alturas en un área de 100 metros cuadrados por lote y a la toma de una muestra de majada en un área de 1mt cuadrado para su pesaje y determinación de humedad. Los lotes se posicionaron, algunos se midieron con GPS, las determinaciones en campo fueron no destructivas y para la estimación de biomasa se relacionaron los volúmenes determinados con las tablas de densidades reportadas por Reyes et al. 1992.

“*Wood Densities of Tropical Tree Species. USDA*” que son base para las cuantificaciones del Ippc. y Acero Luis E. “Árboles de la zona cafetera colombiana”.

Las determinaciones de diámetros y alturas de café para su determinación de peso se relacionó tanto con los pesos determinados al momento del zoqueo de los cafetales en el mes de enero del 2009, como con las ecuaciones establecidas por Segura, Kanninenn et al. a fin de encontrar el mejor ajuste. Las fincas representan las estructuras y manejos regionales de café. Ilustración observaciones en la zona

Ilustración 4 observaciones en la zona



Fuente: el autor

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 ANALISIS DE LA INFORMACION CENSAL PARA LOS MUNICIPIOS DE ARATOCA, BARICHARA CURITI Y SAN GIL.

Estos municipios han presentado un aumento en sus áreas de siembra, que contrasta con la tendencia del departamento. De igual forma la dinámica anual de siembras y renovaciones han tenido sus picos en los años 1991 y en año 2000. Las condiciones de mercado propiciaron que posterior a estos años se redujeran estos crecimientos.

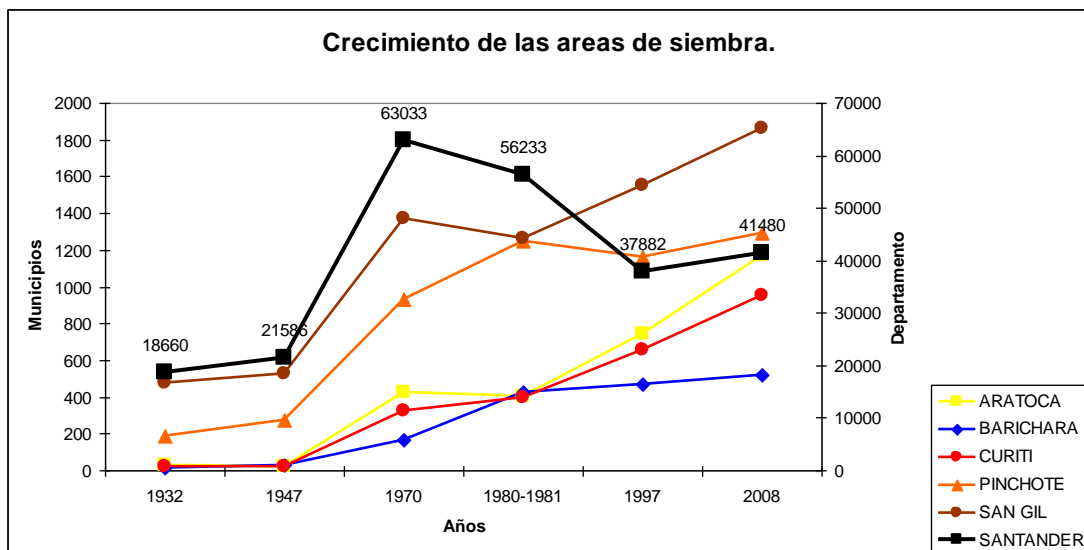
Un aspecto desafortunado que no debería repetirse y ni siquiera pensarse es la de los programas de eliminación y reducción de áreas con café (1992), la cual por las condiciones de sombrío se convertiría en un ecocidio. Aunque al margen, resulta contradictorio e interesante que los hoy cafés especiales de Aratoca, Barichara y Curiti fueron para el año 1992 estigmatizados por provenir de zonas secas y fueron de las zonas que se pretendían reconvertir.

El dilema y la discusión de lo inconveniente y poco práctico de la medida hacia estas zonas fue un punto que se trató a nivel del seccional San Gil. Esta es una de las grandes razones por las cuales la poca cobertura arbórea que se ha logrado establecer debe mantenerse y se les debe procurar a los productores el pago por ese vital servicio que prestan. Las modificaciones en el paisaje se pueden contrastar al visualizar las aerofotografías de esas zonas y los levantamientos actuales.

Al analizar la información proveniente de los censos cafeteros, se puede ver una mayor dinámica para los municipios de Aratocha, Barichara y Curiti, cuyas áreas pasaron de las 75Ha que sumaban en 1947 a las 1866 Ha reportadas en el censo de 1997 y en la actualidad según los datos de la oficina seccional del comité de cafeteros se cuenta con 2649 ha para el año 2009 al mes de octubre. La dinámica para San Gil y Pinchote, muestra un incremento un poco menor y en este último municipio se ha estabilizado el área al nivel alcanzado en el periodo 1980-1981.

La incorporación de estas nuevas áreas representó el establecimiento de sombríos y una ganancia neta en términos de almacenamiento de carbono, pues la vegetación existente correspondía a sabanas, rastrojos y helechales y zonas de pobre vegetación.

Gráfica 2 Crecimiento de las áreas de siembra



Fuente el autor

5.1.1 Fincas Cafeteras.

La dinámica cafetera ha llevado hacia la reducción en el área de café sembrada por productor en promedio, esto debido al aumento de las áreas representadas por pequeños productores que han entrado al negocio.

El reporte del documento Evolución de la distribución de las fincas cafeteras “Hacia una regionalización de la caficultura colombiana” de Julián García - investigador Economista FNC²¹ menciona en su obra que en el periodo de 1970 a 1997 se manifestó un cambio en el cual fueron las pequeñas propiedades las que más aumentaron su participación en el número total de predios. El estudio demuestra que la participación de los predios menores a cinco hectáreas se incrementó en un 27%, de manera que en 1997 constituían el 80% del total. En cuanto a las categorías mayores a 10 hectáreas, su participación paso del 30% en 1970 al 11% en 1997. Para la región, el 49% de los productores tienen siembras menores a 1Ha de café y representan el 12.5% del área sembrada. De ahí la importancia y la sensibilidad que tiene la producción cafetera en la región ya que soporta un gran componente de almacenamiento de carbono. Las áreas cafeteras en estos municipios se concentra en las veredas de Clavellinas, San Antonio y San Pedro(72%) en Aratoca; Paramito, Santa Helena y San José(78%) en Barichara; Cuchicute y Paloblanco(57%) en Curiti; La Rehoya, El Bosque Garcés y Llano Grande(85%) en Pinchote; San José, Santa Rita, Versalles, Resumidero,

²¹ GARCÍA, Julián. Hacia una regionalización de la caficultura colombiana. Bogotá. Federación Nacional de Cafeteros.

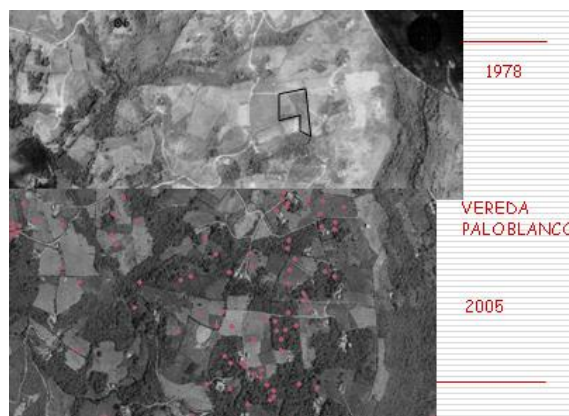
Cañaveral (45%) en San Gil. En cuanto a las variedades de café la variedad Colombia ocupa el 67% del área, la típica el 21% y el restante es Caturra. El sistema es totalmente bajo sombra. El 85% del área se encuentra entre los 1500 a los 1800 msnm.

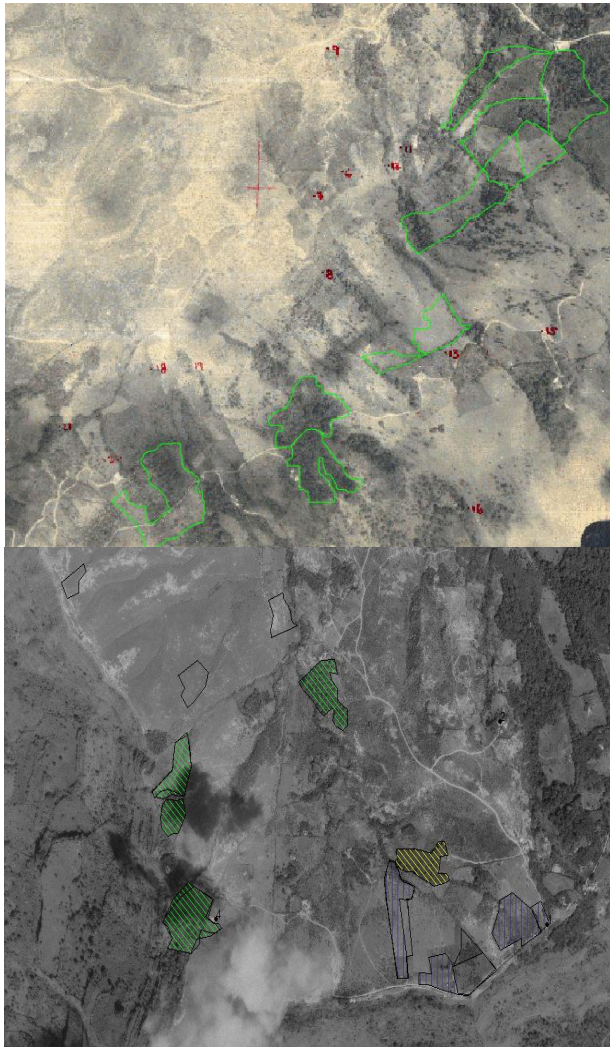
5.1.2 Diversidad del componente arbóreo.

El número total de especies presentes en los lotes muestreados en estas zonas correspondió a 69. Las consideraciones al respecto de los SAF de café son que la distribución y la riqueza de especies están influidas por el factor antropogénico, el cual posiblemente puede inducir a que los estimadores de riqueza tengan un comportamiento errático y por supuesto diferente al que manifiestan los sistemas naturales. En la pregunta acerca de las otras especies presentes y que no plantaron al establecer el sombrío en el lote, un grupo de agricultores lo asociaba a diseminación de semillas por murciélagos, factor que asociaron con el plátano.

Lo anterior resulta interesante pues una muy buena parte de los cafetales se han establecido en zonas de sabanas, potreros, y en arreglos en los cuales no existía componente arbóreo, como se muestra en las aerofotografías de la zona de Resumidero, Paloblanco y Santa Helena.

Ilustración 5 Diversidad del componente arbóreo



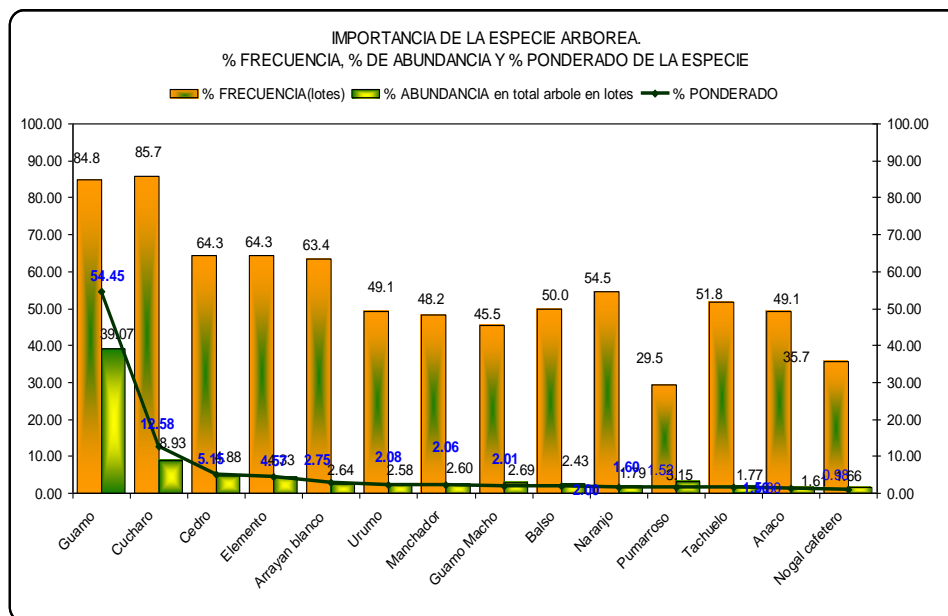


Fuente: IGAC C2384 F000047, C2377 F000095, FEDERACAFEANDINA 211 F23 025, F22 028.

Como puede apreciarse en los lotes determinados, el enriquecimiento arbóreo se ha hecho gracias al café. Este mismo patrón se dio por ejemplo en las zonas veredales de Clavellinas, Paloblancos, Cañaveral, Cantabara, San José, Guarigua. Muchos de los cafetales se han establecido durante los últimos 30 años haciendo un cambio en el uso del suelo, pasando de sabanas, rastrojos, helechales y zonas agrícolas con frijol a SAF con café.

Las especies determinadas en los lotes evaluados mostraron la predominancia del guamo en un 55% de los lotes, y en los lotes su población estuvo entre un 17% a 96% del total de árboles., la segunda especie predominante fue el cucharo el cual alcanzo el 15% de los lotes, sus poblaciones están entre un 15% a un 80%. Para los lotes se logró determinar que fueron 16 especies las que predominaron.

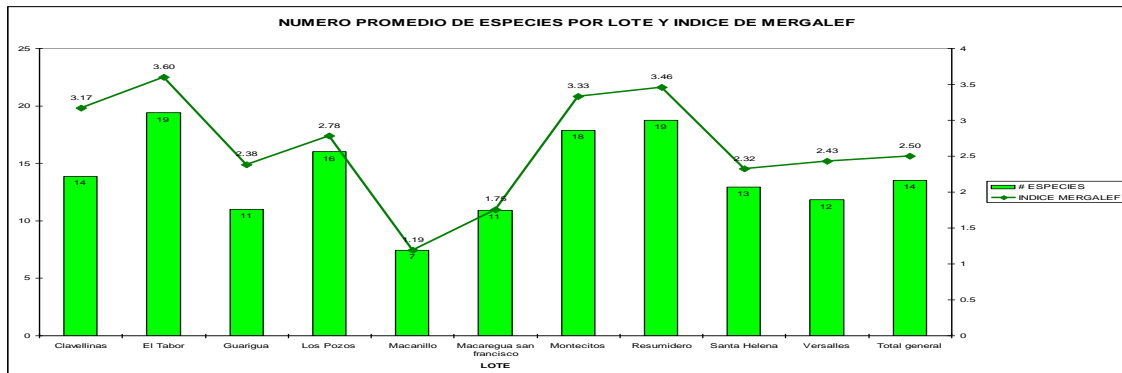
Gráfica 3 importancia de la especie arborea



Fuente. El Autor

En el análisis global las especies guamo, cucharo, elemento y arrayán estaban presentes en el 85%, 84%, 64% y 63% de los lotes y como cantidad de árboles determinados el guamo alcanzó el 40% del total de árboles contabilizados, el cucharo el 9%, el elemento el 4% y el arrayán con un 2.6%. Para las demás especies las poblaciones por lote son bastante bajas, es decir se presenta una gran diversidad con bajas poblaciones.

Gráfica 4 Promedio de especies por lote/índice de Mergalef



Al analizar mediante el *Índice de Margalef*, o *índice de biodiversidad de Margalef*²², se observa que el 1.78% de los lotes se pueden considerar con una alta diversidad, estos lotes se ubicaron en la vereda el tabor(LFU), como diversidad media se determinaron el 67.85% de los lotes y con baja diversidad los restantes. En lo relativo a la semejanza o afinidad de las comunidades arbóreas entre los SAF, no es suficiente con saber cuántas y que tipo de especies están en cada uno de estos lotes, también es interesante comparar su composición, es decir que tanto se parecen los SAF.

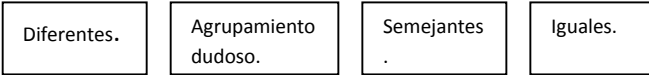
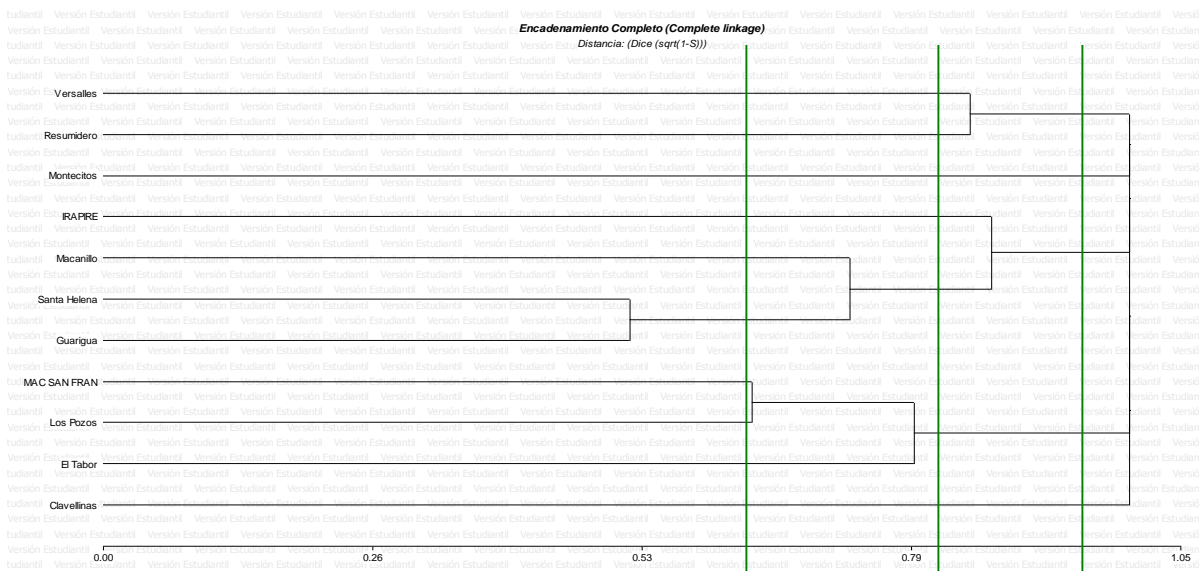
La matriz de semejanza se hizo entre lotes, productores y veredas. Esta diversidad beta es el resultado de la comparación de especies compartidas

²²Medida utilizada en *ecología* para estimar la biodiversidad de una *comunidad* con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada

mediante el índice de Sorensen and Dice, para el cual la relación de conjuntos es la siguiente, $(2 \times (|A \cap B|) / (|A| + |B|))$.

En cuanto los lotes con mayor similitud entre sí, esta se observó en las veredas de Clavellinas (IS=0.92), La Cantera (IS=0.91) y Resumidero (IS=0.87). Los números de especies por lote fluctuaron entre 17 a 25. La especie predominante para los lotes de las veredas la cantera y Resumidero fue el Guamo. Los lotes de clavellinas fueron más diversos en cuanto a la especie predominante y estas especies fueron Balso, Nogal, Cucharo, Cedro, Anaco. El agrupamiento mediante análisis de conglomerados entre veredas, muestra estas relaciones. Las mayores diferencias de dieron para las veredas de Santa Helena y Guarigua.

Gráfica 5 Análisis conglomerado entre veredas



Fuente: el autor

La relación cofenética entre estas veredas en el análisis por conglomerados fue de 0.632.

5.1.4 Almacenamiento de carbono en árboles, café y majada.

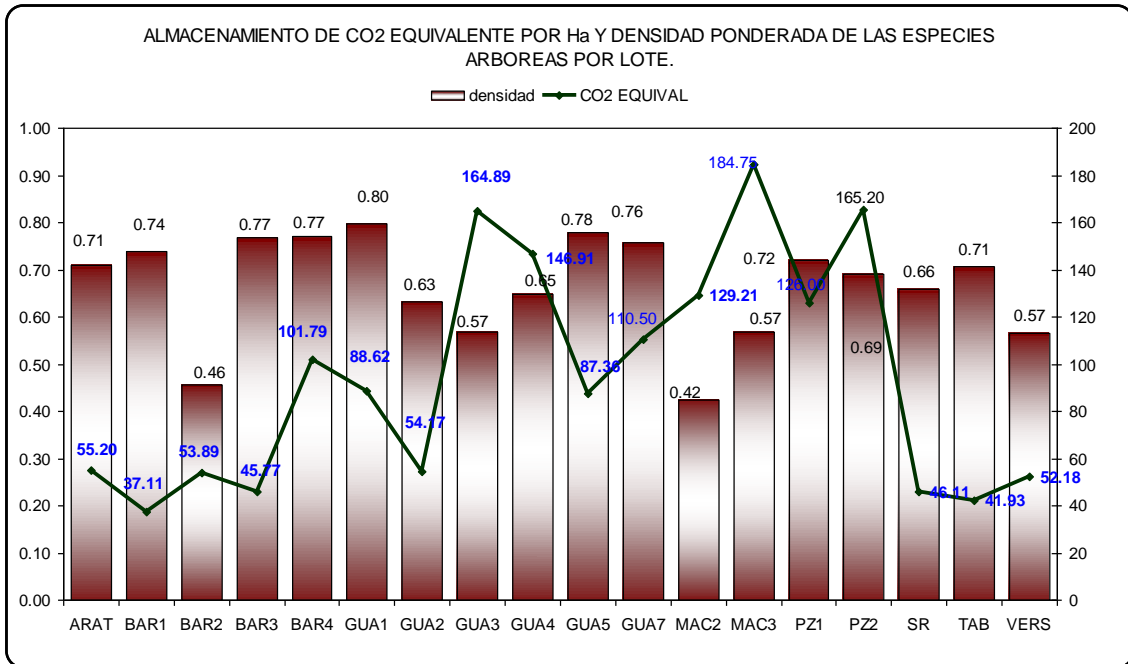
La estimación de carbono en los SAF de café se inició con la identificación de los árboles, la determinación del volumen, la medición de los cafetos y el pesaje de la majada con posterior ajuste a peso seco en las parcelas definidas.

Las determinaciones realizadas mostraron una variación entre 37.1 Ton/Ha hasta 184.8 Ton/Ha de CO₂ equivalente en el estrato arbóreo. Los valores determinados se ajustaron al ajuste por forma del tronco, y la estimación se hizo solo hacia el componente leñoso. Los componentes de ramas, hojas no se estimaron. Las variaciones en cuanto al almacenamiento de carbono tiene que ver la edad del establecimiento del sombrero, el tipo de especies de árboles, la variedad de café, las distancias de siembra y el tipo de labor desarrollada en el cafetal(siembra, renovación zoca, renovación siembra) y la zona y altitud.

La predominancia de especie arbórea está marcada por los guamos.

Estas diferencias están explicadas por la edad de los cafetales y su componente arbóreo, por la densidad de árboles por Ha, por el tipo de especie y sus particularidades (densidad). Las densidades promedio ponderada por lote fueron las siguientes.

Gráfica 6 Densidades promedio por lote



Fuente el autor

Al analizar el componente de los arbustos de café, la acumulación de biomasa alcanzó para las plantas de café las 1275 toneladas. El valor promedio fue de 8.28 toneladas por Ha en los lotes de la evaluación. Para el cálculo de peso estimado de la biomasa se relacionaron los pesos de las zocas y sus diámetros. Los pesos de estos materiales estaban entre 2.5 kilos a 3.3 kilos. El componente de los cafetales se tomó como una especie forestal, pues la duración entre zocas esta como mínimo en 12 años.

En la determinación sobre la majada en cafetales y con los ajustes debidos a la humedad a que se encontraba, los valores fluctuaron entre 1.75 kilos a 6.89 kilos por metro cuadrado.

Tabla 3 Determinación majada en cafetales

MUNICIPIO	VEREDA	LOTE	PFMajada/MT2 (Gr)	HUMEDAD (%)	PS BIOMASA gr/m2	C Almac HA	CO2 Equiv.	peso majada ton ha
CURITI	PALO CORTADO	1	4980	25	3735	18,68	68,5	37,4
CURITI	PALO CORTADO	2	2040	25	1530	7,65	28,1	15,3
BARICHARA	SANTA HELENA	1	5530	26,1	4086,67	20,43	74,9	40,9
BARICHARA	SANTA HELENA	2	5335	26,1	3942,565	19,71	72,3	39,4
BARICHARA	SANTA HELENA	SABANA	1255	17,4	1036,63	5,18	19,0	10,4
BARICHARA	SANTA HELENA	2	10990	39	6703,9	33,52	122,9	67,0
BARICHARA	SANTA HELENA	1	10990	37,3	6890,73	34,45	126,3	68,9
SAN GIL	TABOR	1	6450	52,08	3090,84	15,45	56,7	30,9
SAN GIL	TABOR	2	4215	23	3245,55	16,23	59,5	32,5
BARICHARA	SANTA HELENA	1	5500	28,6	3927	19,64	72,0	39,3
BARICHARA	SANTA HELENA	2	8000	28,6	5712	28,56	104,7	57,1
SAN GIL	POZOS	1	4500	29	3195	15,98	58,6	32,0
SAN GIL	POZOS	2	3740	29	2655,4	13,28	48,7	26,6
CURITI	CAPELLANIA	1	4500	27	3285	16,43	60,2	32,9
CURITI	CAPELLANIA	2	4000	27	2920	14,60	53,5	29,2
BARICHARA	SANTA HELENA	1	5000	26	3700	18,50	67,8	37,0
BARICHARA	SANTA HELENA	2	5750	26	4255	21,28	78,0	42,6
SAN GIL	LOS POZOS	PASTO GORDURA	1300	17,3	1075,1	5,38	19,7	10,8
SAN GIL	LOS POZOS	HELECHO RASTROJO	3500	31,93	2382,45	11,91	43,7	23,8

DETERMINACIONES DE HUMEDAD HORNO DE PRECISION PROTABACO S.A.

Fuente el autor

Los valores más altos de la materia seca en la majada correspondieron a las zonas más secas y en donde primo el Guamo. Las cantidades estimadas de peso de majada están entre 10.2 ton por Ha hasta 68.9 ton/ha. Las zonas correspondientes a sabanas y rastrojos alcanzaron valores de 5.4 y 11.9 ton/ ha de carbono en la cobertura sobre el suelo. En otras determinaciones realizadas en el país y hacia la zona cafetera se han llegado a reportar la producción anual de cerca de 11 toneladas por año de residuos orgánicos de hojarasca²³

De ahí que las cifras obtenidas de acumulación de materia orgánica sobre la superficie del suelo no están lejos de estos reportes. La información correspondiente a la región se hace con el inicio del año base de 1947. La acumulación que el sistema ha generado se presenta en la tabla. El aporte continuo de hojarasca y el aumento de áreas con café a la sombra, permite afirmar que estos SAF enriquecen la diversidad y recirculan los nutrientes, haciendo más sostenible la producción.

El aporte de materia orgánica tiene un papel fundamental en las propiedades físicas y químicas del suelo. A un cuando en este trabajo no se hace referencia a la variación en los contenidos de materia orgánica de los suelos, y a la fijación de

²³ CARDONA et al. Avance técnico 334 2005.

nitrógeno, se puede afirmar que estos se han venido incrementando y forman parte de un importante almacenamiento de carbono. La presencia de una mayor capa de hojarasca en los sombríos con guamo ayuda al mantenimiento hídrico del suelo, a reducir la escorrentía y este mantillo proporciona una mayor cantidad de nutrientes para las plantas, genera humus y por tanto debe incrementar la cantidad de materia orgánica del suelo.

El estructuramiento de esta caficultura genera un mejor balance nutricional y ayuda a manejar una mejor relación hídrica. El aumento de la cobertura arbórea es un factor que regionalmente debe estar ayudando a atenuar el impacto climático.

Los resultados que se presentan sirven para obtener una primera estimación de las cantidades de carbono almacenadas por los SAF en estos municipios. La dinámica de crecimiento de las áreas, el aumento en biomasa del componente arbóreo, permite concluir que el beneficio que se genera por este tipo de producción es fijando una gran cantidad de dióxido de carbono. El mantenimiento de la caficultura genera el beneficio de mantener estos stocks de carbono. Los beneficios que genera este servicio ambiental representaría el secuestrar entre 167950 ton a 831600 ton de CO₂ y en función del crecimiento de árboles y el aumento de área esta cifra se puede aumentar.

Como se aprecia en las estimaciones de biomasa en café, árboles de sombrío y majada, la cantidad de carbono almacenado es muy variable. Este depende de la edad de cafetal y sombrío, densidad de siembra, especie de los árboles, y de los componentes de suelo y clima. La biodiversidad de los sombríos y la preponderancia de leguminosas en ellos va genera cambios en la disponibilidad de nitrógeno, el cual va afectar la capacidad de los diferentes agroecosistemas para secuestrar o almacenar carbono. Las variaciones tan grandes en lo relativo a la biomasa de la majada (hojarasca) dependen del nivel de precipitación y de otros componentes que dinamizan los ciclos de carbono y nitrógeno.

5.1.5 Carbono en los SAF regionales para los mercados de carbono.

Apreciando la dinámica de crecimiento de las áreas en SAF de café y la manera como el establecimiento de sombríos ha sostenido esta caficultura, la orientación de mercado debe orientarse tomando como base las áreas existentes en 1947 y su estimación en cuanto a CO₂ fijado y la retención de carbono actual. El carbono adicional se debe cuantificar periódicamente, cada dos años. La precisión al respecto se debe complementar con las estimaciones a nivel del sistema. De ahí que para la presente valoración las cantidades de carbono contenidas en ramas, hojas, suelo y material de árboles secos, genera un incremento sustancial que no se estimó.

Estos sistemas agrícolas de plantas leñosas perennes de árboles y arbustos tienen un innegable rol en la acumulación y flujo del ciclo de carbono. Los condicionamientos establecidos en el sentido de que los únicos sumideros de carbono son las especies forestales en plantaciones de grandes extensiones se deben eliminar, pues los SAF son sistemas de producción limpia en donde el balance de carbono es positivo y puede permitir a los sectores emisores de gases de efecto invernadero negociar estos excedentes.

Las estimaciones hechas permiten ilustrar el enorme potencial de los SAF en café de estos municipios como sumideros de carbono. Los diferentes tipos de café a la sombra, la diversidad de sombríos y las densidades de café y árboles muestra que existe un buen almacenamiento de carbono, el cual se viene incrementando. Este tipo de servicio debe servir como marketing y como razón de ganancia para presentar este tipo de servicio hacia los consumidores y además para optar hacia los mercados voluntarios de carbono.

5.1.6 Compensaciones de carbono en los mercados voluntarios

Los bonos de carbono agrícolas, es decir, aquellos bonos originados por las prácticas agrícolas como la producción del café, no son elegibles bajo el concepto de mercados mandatorios del carbono, tal como el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). En consecuencia los bonos de carbono comerciables aun no figuran en la producción del café y hasta la fecha solo un proyecto - el Proyecto Forestal Coopeagri en Costa Rica- enumera a los agricultores del café entre los indirectamente beneficiados.

Los mercados voluntarios no requieren tanta documentación e inversión financiera como en los mercados mandatorios (CDM). Sin embargo, los precios son muy variables porque los promotores de dichos proyectos tienen la libertad de adoptar o no adoptar normas, de crear nuevas metodologías y de hacer o no hacer que terceros efectúen verificaciones. Además, esta libertad de negociación afecta a los precios de los bonos ya que estos están directamente relacionados con la calidad y la credibilidad de la metodología puesta en uso y con el grado de verificación auditada por terceros u otros mecanismos de seguridad. Los críticos hacen mención a la falta de regulación en las metodologías para instituir bonos y a la imposibilidad de examinar el volumen del GEI alegado. La falta de reglamentos puede resultar en un recuento duplicado de los mismos bonos, con o sin intención, y de confiar que los bonos ya comprados han de ser tomados en cuenta en el futuro. Después de todo, proyectos pueden fallar, mientras que los sistemas de normas y de verificación pueden resultar inadecuados.

No obstante el método voluntario puede ser más apropiado para pequeñas y medianas iniciativas (proyectos) que carezcan de capacidad y conocimiento para fomentar verdaderos bonos de carbono en el café. Ampliando la esfera de actividades y de las áreas previstas podría entonces resultar en la mayor participación de gente y de comunidades. Además, la inversión en organizaciones

sociales o de productores podría facilitar a que los pequeños terratenientes tengan acceso a los posibles beneficios que los mercados de carbono ofrecen.

Los estándares que conducen a la obtención de bonos de carbono verificados y que podrían ser adoptados por los caficultores están enumerados abajo. Para más detalles y comparación entre sus diferencias, busque el reporte titulado "Sensatez comercial del mercado voluntario del carbono: Una comparación de los estándares de compensación del carbono" ²⁴

- *El estándar del Carbono Voluntario* ²⁵ que tiene una sección sobre la Administración de tierras agrícolas (árboles del café, vegetación, tierras y aguas residuales).
- *Plan Vivo*²⁶ cuyo proyecto Scolei Té en México comprende una sección que trata de los árboles de sombra para las plantaciones del café.
- *Carbonfix*²⁷ cuyas normas Carbonfix fueron creadas para los proyectos de forestación climáticos.
- *La Bolsa del Clima de Chicago*²⁸ establece los estándares para una serie de disciplinas de la compensación, incluyendo el Secuestro del carbono de la silvicultura.

Los estándares de la Alianza para el Clima, la comunidad la Biodiversidad²⁹ , incluyen tres clases de bonos que dependen de los resultados obtenidos en el proceso de auditoría: el Aprobado, el de Plata y el de Oro. Pero cuando los bonos de carbono verificados han de ser emitidos, entonces estos deben ser verificados por cualquiera de los otros estándares voluntarios.

²⁴ CORE. Carbono Offset Research&education. Disponible en <http://www.co2offsetresearch.org/>. Consultado en mayo de 2014

²⁵ VCS. Verified CarbonStandard. Disponible en. <http://www.v-c-s.org/>.. Consultado en mayo de 2014

²⁶ Plan Vivo. Disponible en www.planvivo.org.. Consultado en mayo de 2014

²⁷standar in transition. Disponible <http://www.carbonfix.info/>. Consultado en mayo de 2014

²⁸ CLIMATEX. Disponible en <http://www.climatex.com/>. Consultado en mayo de 2014

²⁹ CLIMATE- STANDARD Disponible en www.climate-standard.org. Consultado en mayo de 2014

Las experiencias centroamericanas en los mercados voluntarios se han orientado hacia el estándar de carbono voluntario, Chicago Climate Exchange, plan vivo, carbón fix. Un aspecto diferente de mercadeo es el beneficio que se presta como servicio ambiental por el almacenamiento de carbono, el pensar en el cambio de actividad agrícola en esta zona, representa un impacto ambiental grande, pues el solo paso de SAF en café a cultivo implica la desaparición de los sombríos y el café. Los programas de eliminación de cafetales de los años 1992, no deben repetirse desde ningún punto de vista.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las diferencias observadas en lo relativo a la cantidad de dióxido de carbono equivalente almacenado por ha se deben a las especies de árboles presentes en los lotes, sus edades, poblaciones y características y a las condiciones microclimáticas y de suelos.

La dinámica cafetera que se ha generado en la zona muestra un crecimiento bastante marcado en los últimos cincuenta años. Asimismo los cambios en el paisaje asociados a los SAF con café han enriquecido y aumentado las áreas con cobertura arbórea.

El establecimiento y manejo de los SAF con café son una estrategia adaptativa a las condiciones microclimáticas extremas que son desfavorables al café. Este sistema los ha protegido y les ha reducido la vulnerabilidad ante el ambiente y ha incorporado áreas a la producción que se consideraban marginales para café.

Se determinaron preliminarmente cerca de 69 especies de árboles asociados a los SAF de café.

Se observa una mayor población arbórea en los cafetales más recientemente establecidos y en los cuales priman los guamos, esta condición de cantidad se hace más acentuada a.C. las zonas más secas.

En la medida que el estrato arbóreo crece y se consolida, la población de árboles por ha se reduce y genera copas más altas y cerradas.

BIBLIOGRAFÍA

- ARCILA P., J.; FARFÁN V., F.; MORENO B., A.; SALAZAR G., L.F.; HINCAPIÉ G., E. Cafés especiales. In: Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, Cenicafe, 2007.
- ARANGO, M. Zonificación agroecológica y composición de especies presentes en el agroecosistema cafetero de Puerto Rico. Tesis M.S: Depto. Agronomía y Suelos, Universidad de Puerto Rico. 2007
- ARANGUREN, J., G. ESCALANTE Y R. HERRERA. Nitrogen cycle of tropical perennial crops under shade trees. I. Coffee. *Plant and Soil* 1982.P. 247-258.
- ARISTIZÁBAL, J; GUERRA, A.. Estimación de la tasa de fijación de carbono en el sistema agroforestal nogal cafetero *Cordia alliodora*, cacao *Theobroma cacao*-plátano *Musa paradisiaca*. Tesis de grado (Ingeniero Forestal). Universidad Distrital de Bogotá: Colombia. 2002.
- ÁVILA-VARGAS, G. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas de café bajo sombra, café a pleno sol, sistemas silvopastoriles y pasturas a pleno sol. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 2000.
- CARDONA, D. SADEGHIAN, S. Aporte de material Orgánico y nutriente en cafetales al sol y bajo sombrero de Guamo. *Avances Técnicos Cenicafe* N° 334. Abril 2005.
- _____ Beneficios del sombrero de guamos en suelos cafeteros. *Avances técnicos Cenicafe* N° 335. Mayo 2005.
- CLIMATEX. Disponible en <http://www.climatex.com/>. Consultado en mayo de 2014
- CLIMATE- STANDARD Disponible en www.climate-standard.org. Consultado en mayo de 2014
- CORE. Carbono Offset Research&education. Disponible en <http://www.co2offsetresearch.org/>. Consultado en mayo de 2014
- ELÍAS DE M, V. ABARCA, S. Cafetales para servicios ecosistémicos con énfasis en el potencial de sumideros de carbono. El caso de cooperativas

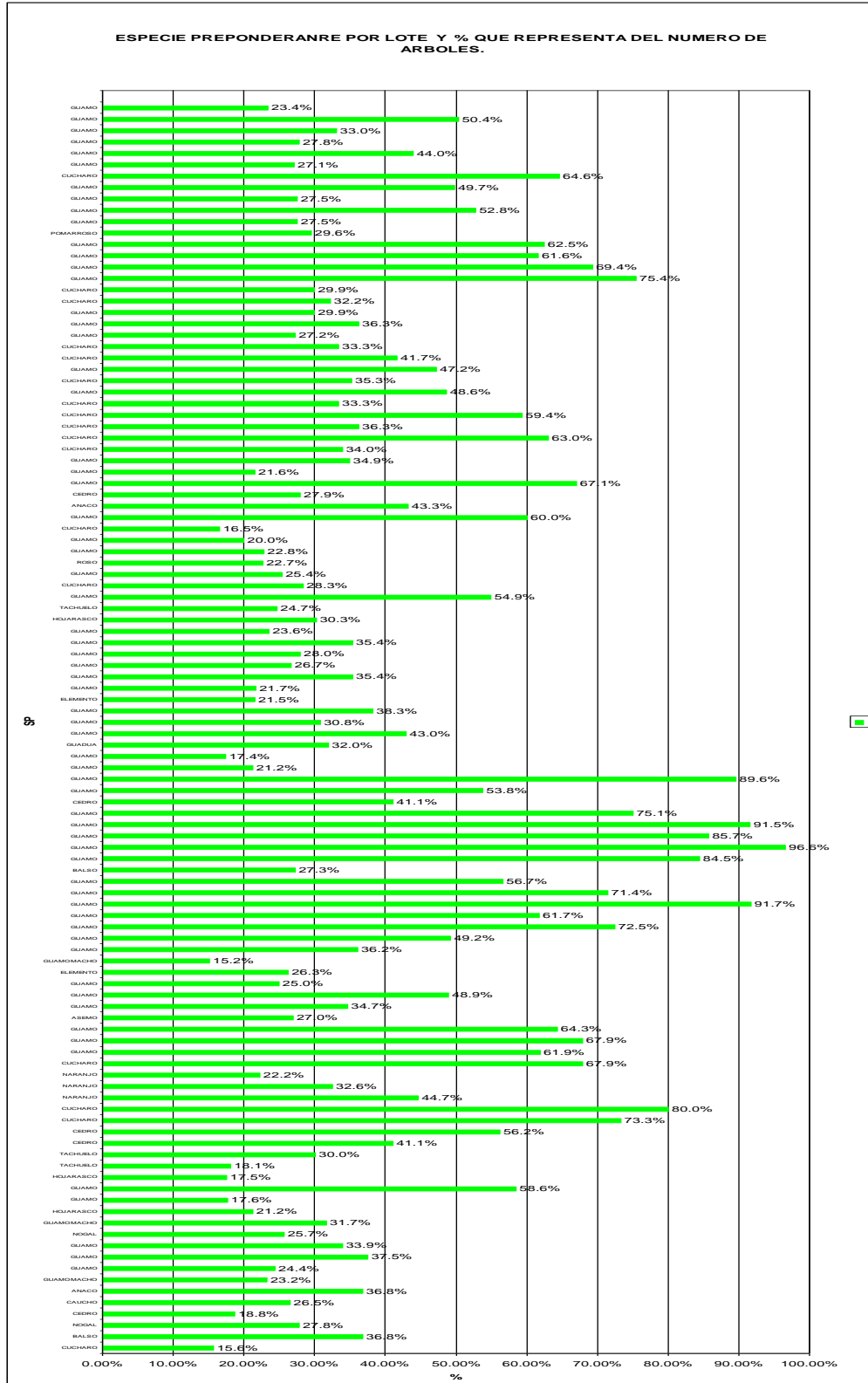
- cafetaleras afiliadas a COOCAFE. Costa Rica - CATIE-FUNACAFOR-COOCAFE-OIKOCREDIT. 2008.
- ERRAZURIS, M. Cafeteros y cafetales del Líbano. Cambio tecnológico y diferenciación social en una zona cafetera. Empresa editorial UN 1984.
- El comercio de emisiones. Grupo Durban por la justicia climática. Foro permanente para las cuestiones indígenas de la ONU. Abril de 2008.
- FARFÁN, F. JARAMILLO, A. Sombrío para el cultivo del café según la nubosidad de la región. Avances técnicos N° 379. Enero 2009.
- MESTRE, A. Respuesta del café bajo sombra a la fertilización. Avances técnicos Cenicafe N°. 231. Septiembre 1996.
- FARFÁN, F. Producción de café en sistemas agroforestales. *In*: Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, Cenicafé-FNC, 2007. p. 161-200.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia - FEDERACAFÉ. Manual del cafetero Colombiano. FEDERACAFE: Bogotá. 1932.
- _____. Censo cafetero. FEDERACAFE: Bogotá, 1970.
- _____.Atlas cafetero de Colombia. FEDERACAFE: Bogotá, 1976.
- _____.Censo cafetero 1980-81. FEDERACAFE: Bogotá, 1983.
- _____.Sistema de Información Cafetera. Encuesta Nacional de Cafeteros SICA. Informe Final. FEDERACAFE: Bogotá, 1997.
- _____.Infocafé (Base de Datos). Asesoría Económica e Internacional - División de Estudios Especiales y Estudios Básicos. . FEDERACAFE: Bogotá, 2002.
- FONSECA, S. El café de sombra: Un ejemplo de pago por servicios ambientales para proteger la biodiversidad. Gaceta ecológica N° 80.: Instituto Nacional de ecología. México DF: México. 2006.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS. Disponible en <http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/areacultivadaconcafesegunexposicionsolar.xls>. Consultado mayo 2014.

- JIMÉNEZ, E. GOMEZ, A. Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero. Instituto Nacional de investigaciones sobre recursos bióticos Xalapa Veracruz. CECSA. México, 1982.
- GALÁN, M. Geografía Económica de Colombia. Tomo VIII-Santander. Publicaciones de la contraloría General de la república. Colombia: Dirección Nacional de estadística, 1947.
- GARCÍA, J. Evolución de la distribución de las fincas cafeteras. Hacia una regionalización de la Caficultura Colombiana. 2004.
- GULH, A. Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana entre 1970 y 1997. *Cenicafé*. 55(1):29-44, 2004.
- INFOSTAT . *Manual del Usuario*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Brujas: Argentina, 2006.
- IRUSTA, FORTOUL,. *Estudios de suelos de Santander. Zonas tabacaleras*. Instituto Nacional de Fomento Tabacalero: Bogotá, 1961.
- MAÎTRE, A BENTLEY J. y FISCHLER, M, “¿Que es más urgente el manejo integrado de plagas o el manejo sostenible de suelos? Debate N° 1. ASOCAM. COSUDE. Quito marzo de 2003 .
- Plan Vivo. Disponible en www.planvivo.org.. Consultado en mayo de 2014
- RESTREPO , L. De las elegías de varones ilustres de indias. Editorial javeriana: Bogotá. 1998
- Red de dinamizadoras de consumo responsable y alimentación ecológica. El protocolo de Kioto. Disponible en: <http://www.reddinamizadoras.com/index.php/kyoto-ipcc-y-estrategias>. Consultado en: mayo 2014.
- SÁNCHEZ, L. VELEZ, J. DURAN, S GARCÍA, R. BOTERO, J. Estudio Regional de la biodiversidad en los paisajes cafeteros de Santander. Boletín Técnico N° 31. Cenicafe: Bogotá, 2008.

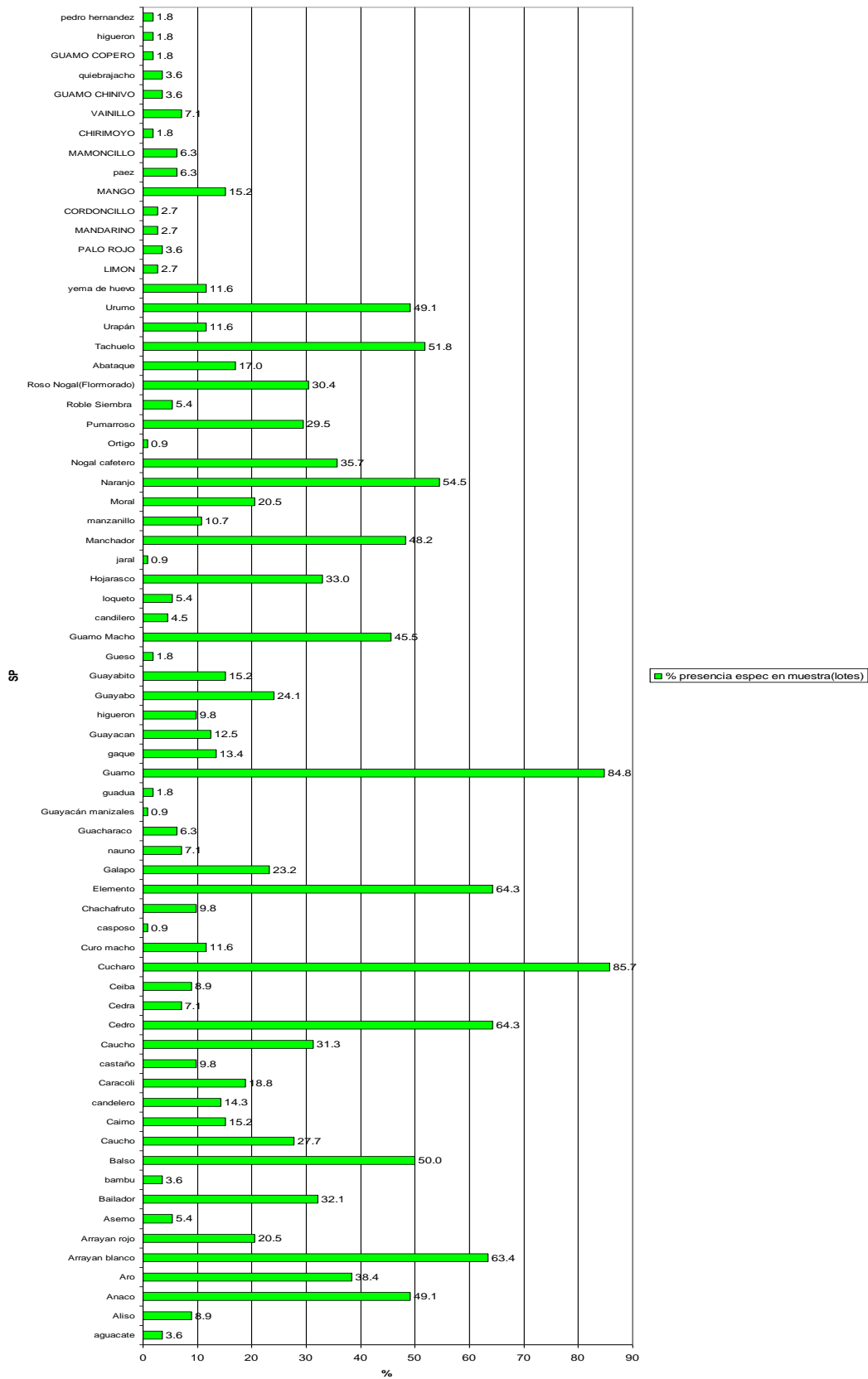
- _____ Estructura, diversidad y potencial para conservación de los sombríos en cafetales de tres localidades de Colombia. 58(4): 304-323. Cenicafe: Bogotá, 2007
- SEGURA, M. Estimación del carbono almacenado y fijado en sistemas agroforestales indígenas con cacao en la zona de Talamanca, Costa Rica. Turrialba: Proyecto Captura de Carbono y Desarrollo de Mercados Ambientales en Sistemas Agroforestales Indígenas con Cacao en Costa Rica (TF-052118), 2005.
- SEGURA M,. KANNINEN, M,. SUAREZ D, Allometric models for estimating aboveground biomass of shade trees and coffee bushes grown together. *Agroforest Syst* 68:143–150. 2006.
- standar in transition. Disponible <http://www.carbonfix.info/>. Consultado en mayo de 2014
- VCS. Verified CarbonStandard. Disponible en. <http://www.v-c-s.org/>.. Consultado en mayo de 2014

ANEXOS

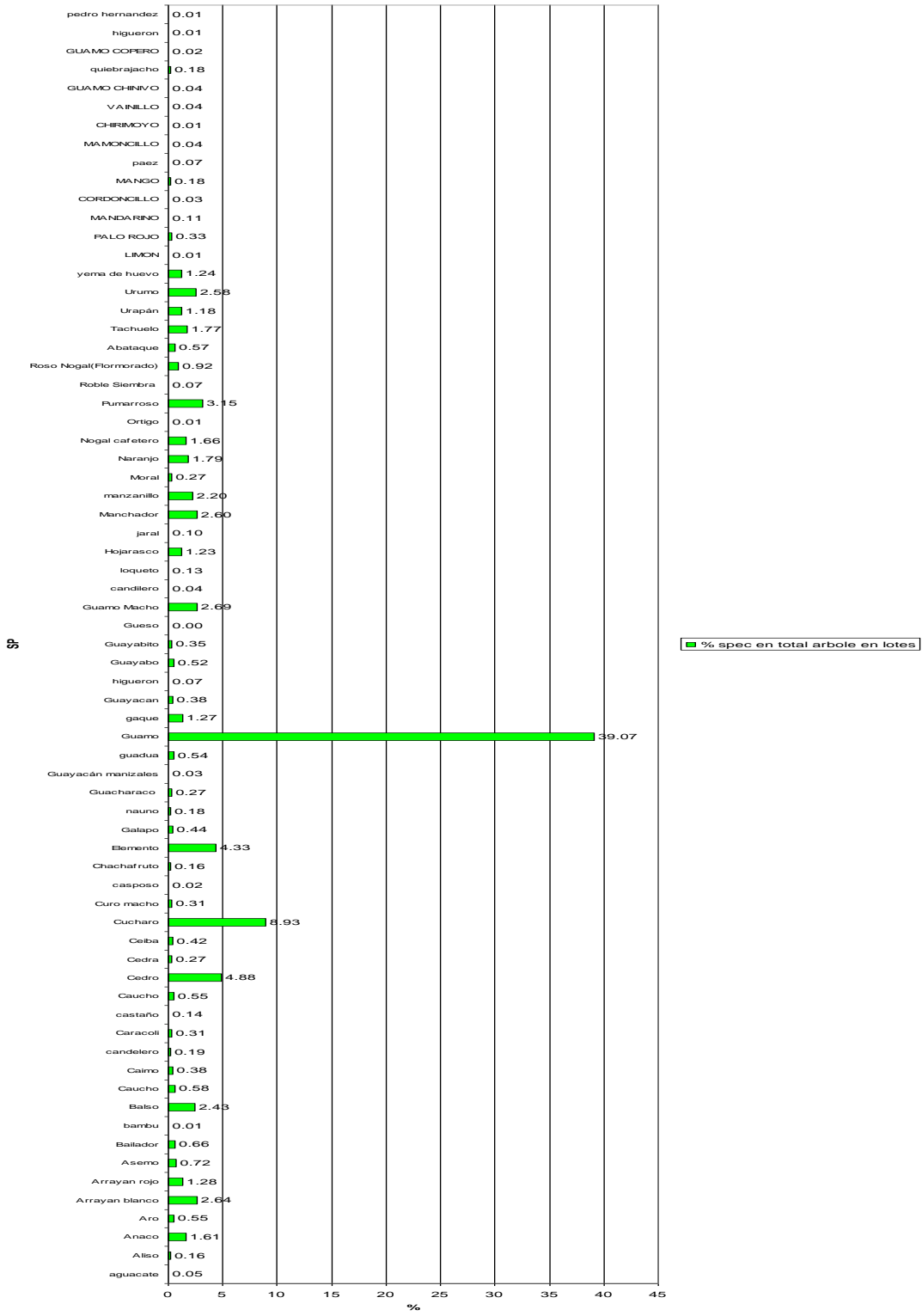
Anexo A especie preponderante por lote



% DE PRESENCIA DE LA ESPECIE EN LOS LOTES



% DE LA ESPECIE EN EL TOTAL DE ARBOLES CUANTIFICADOS EN LOS LOTES



Anexo B. Índice de similitud por veredas

INDICES DE SIMILITUD VEREDA CLAVELLINAS.

MUNICIPIO	VEREDA	LOTE											
Aratoca	Clavellinas	L47		1									
Aratoca	Clavellinas	L19	0.83		1								
Aratoca	Clavellinas	L13	0.96	0.88		1							
Aratoca	Clavellinas	L43	0.88	0.96	0.92		1						
Aratoca	Clavellinas	L42	0.91	0.92	0.96	0.88		1					
Aratoca	Clavellinas	L12	0.87	0.96	0.92	0.92	0.96		1				
Aratoca	Clavellinas	L29	0.83		1	0.88	0.96	0.92		0.96		1	
Aratoca	Clavellinas	L54	0.91	0.92	0.96	0.88		1		0.96		0.92	1
Sp predominante			BALSO	NOGAL	CUCHARO	BALSO	NOGAL	CEDRO	CAUCHO	ANACO			
desv	1.35620268	# ARBOLES	54	56	32	95	90	32	98	68			
var	1.83928571	Nsp 40 princip	11	13	12	14	11	12	13	11			
prom	13.875	# ESPECIES	12	15	14	14	14	14	16	12			
isorensen	0.9225	COCIENTE DE MEZCLA	22.22%	26.79%	43.75%	14.74%	15.56%	43.75%	16.33%	17.65%			
cv	13.2561133	INDICE MERGALEF	2.75759438	3.47795698	3.75100711	2.85471046	2.88901108	3.75100711	3.27156083	2.60693919			
0.09774434		LOTE	L47	L19	L13	L43	L42	L12	L29	L54			
		MUNICIPIO	Aratoca	Aratoca	Aratoca	Aratoca	Aratoca	Aratoca	Aratoca	Aratoca			
		VEREDA	Clavellinas	Clavellinas	Clavellinas	Clavellinas	Clavellinas	Clavellinas	Clavellinas	Clavellinas			
		% pob con sp1	46.30%	21.43%	15.63%	36.84%	27.78%	18.75%	26.53%	36.76%			
		LOTE	L47	L19	L13	L43	L42	L12	L29	L54			

INDICE DE SIMILITUD VEREDA EL TABOR

El Tabor		1											
El Tabor	0.72		1										
El Tabor	0.65	0.74		1									
El Tabor	0.69	0.77	0.81		1								
El Tabor	0.45	0.74	0.67	0.71		1							
El Tabor	0.5	0.69	0.6	0.71	0.67		1						
El Tabor	0.54	0.63	0.62	0.6	0.67	0.55		1					
El Tabor	0.71	0.89	0.72	0.76	0.73	0.6	0.51		1				
El Tabor	0.63	0.72	0.65	0.63	0.65	0.57	0.49	0.76		1			
El Tabor	0.57	0.62	0.59	0.63	0.71	0.52	0.9	0.49	0.57		1		
El Tabor	0.57	0.56	0.65	0.63	0.65	0.52	0.85	0.54	0.57	0.84		1	
El Tabor	0.61	0.59	0.57	0.61	0.69	0.48	0.84	0.57	0.61	0.89	0.89		1
Sp predominante			GUAMO MACHO	GUAMO	GUAMO	GUAMO	NOGAL	GUAMO MACHO	HOJARASCO	GUAMO	GUAMO	HOJARASCO	TACHUELO
# ARBOLES	198	271	144	121	354	82	193	261	111	103	138		
Nsp 40 princip	16	20	18	19	15	12	21	18	16	19	19		
# ESPECIES	16	25	20	23	17	13	21	22	18	19	20		
COCIENTE DE MEZCLA	8.08%	9.23%	13.89%	19.01%	4.80%	15.85%	10.88%	8.43%	16.22%	18.45%	14.49%		
INDICE MERGALEF	2.836467961	4.28409335	3.82308124	4.58735631	2.72605054	2.72311425	3.80033771	3.77391014	3.60970188	3.88372223	3.85610346		
LOTE	L44	L2	L9	L1	L49	L50	L10	L11	L16	L7	L8		
MUNICIPIO	san Gil	san Gil	san Gil	san Gil	san Gil	san Gil	San Gil	san Gil	san Gil	San Gil	San Gil		
VEREDA	El Tabor	El Tabor	El Tabor	El Tabor	El Tabor	El Tabor	El Tabor	El Tabor	El Tabor	El Tabor	El Tabor		
% pob con sp1	23.23%	24.35%	37.50%	33.88%	25.71%	31.71%	21.24%	17.62%	58.56%	17.48%	18.12%		
LOTE	L44	L2	L9	L1	L49	L50	L10	L11	L16	L7	L8		

INDICE DE DIVERSIDAD VEREDA GUARIGUA

Guarigua	41.13%	L51		1									
Guarigua	56.20%	L35	0.83		1								
Guarigua	73.33%	L98	0.44	0.67		1							
Guarigua	80.00%	L111	0.29	0.29	0.25		1						
Guarigua	44.68%	L85	0.6	0.7	0.57	0.2		1					
Guarigua	32.56%	L24	0.92	0.85	0.5	0.25	0.73		1				
Guarigua	22.22%	L5	0.8	0.96	0.63	0.27	0.76	0.89		1			
Guarigua	67.95%	L68	0.7	0.6	0.43	0.2	0.38	0.73	0.57		1		
Sp predominante			CEDRO	CEDRO	CUCHARO	CUCHARO	NARANJO	NARANJO	NARANJO	CUCHARO			
# ARBOLES	124	137	45	5	47	86	36	78					
Nsp 40 princip	12	12	6	2	8	14	13	8					
# ESPECIES	14	16	6	2	8	16	15	11					
COCIENTE DE MEZCLA	11.29%	11.68%	13.33%	40.00%	17.02%	18.60%	41.67%	14.10%					
INDICE MERGALEF	2.69693789	3.04879231	1.31348656	0.62133493	1.81811212	3.36749674	3.90677439	2.29531061					
LOTE	L51	L35	L98	L111	L85	L24	L5	L68					
MUNICIPIO	San Gil	San Gil	San Gil	San Gil	San Gil	San Gil	San Gil	San Gil					
VEREDA	Guarigua	Guarigua	Guarigua	Guarigua	Guarigua	Guarigua	Guarigua	Guarigua					
% pob con sp1	41.13%	56.20%	73.33%	80.00%	44.68%	32.56%	22.22%	67.95%					
LOTE	L51	L35	L98	L111	L85	L24	L5	L68					

