



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
ESCUELA DE POSTGRADO

Potencialidad para la intensificación agroecológica en sistemas agroforestales con cacao y café en los departamentos Norte y Noreste de Haití

por

VIRGILES LOHIER

Tesis sometida a consideración de la escuela de postgrado como requisito para optar por el grado de *Magister Scientiae* en

Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad

Turrialba, Costa Rica, 2016

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y CONSERVACIÓN
DE BOSQUES TROPICALES Y BIODIVERSIDAD**

FIRMANTES:



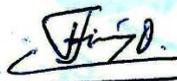
Marie-Soleil Turmel, Ph.D.
Codirectora de tesis



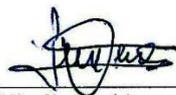
Bruno Rapidel, Ph.D.
Codirector de tesis



Clementine Alline, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano del Programa de Posgrado



Virgiles Lohier
Candidato

DEDICATORIA

A Dios, sobre todas las cosas, por iluminar mi camino.

A mi esposa Angela Jeudi y a mi querida hija Virshamahella Lohier por ser los principales motores de mi voluntad.

A mis amados padres Mathieu Lohier y Osianne Marcelin, por ser dos estrellas en el universo que me guían y protegen siempre.

A mis hermanos Abelard, Robert, Camercie, Rosana y Marcel por su amor y apoyo en cada etapa y desafío de mi vida.

A la comunidad haitiana de la promoción 2014-2015, por su colaboración y sus consejos.

AGRADECIMIENTO

A mi querida familia, por todo el apoyo y la ayuda brindada durante todas las etapas de mi vida, por enseñarme el mejor camino de la vida.

A mi adorada esposa Angela Jeudi y mi hija Virshamahella Lohier, por su compañía, amor, apoyo y por su comprensión en mi ausencia durante estos dos últimos años, muchísimas gracias.

A la Fundación Wallace, CATIE e IICA por darme la oportunidad de postular y hacerme acreedor a una beca.

A Bioversity International, en las personas de Charles Staver y Marie-Soleil Turmel, por el apoyo financiero otorgado para realizar exitosamente la investigación.

A mi comité de tesis: Marie-Soleil Turmel, Bruno Rapidel y Clémentine Alline por su ayuda, paciencia, enseñanzas, consejos y valiosos aportes durante todas las etapas de la investigación.

A LWR, FECCANO, RECOCARNO, las cooperativas de café y cacao y a las 60 familias productoras visitadas por brindarme su tiempo, informaciones e intercambiar sus experiencias

A Sergio Vílchez y Eduardo, por el tiempo y la colaboración brindada para realizar los análisis estadísticos.

Al coordinador de ATEPASE, en la persona de Pierre Roosevelt Dubreuse y al personal de ATEPASE por brindarme una carta de recomendación en el momento que iba a postular para la beca y por su apoyo incondicional.

A los profesores, el personal administrativo de la Escuela de Posgrado de CATIE y a los amigos de la biblioteca Orton, por su ayuda permanente durante mis estudios.

Al decano de la escuela de posgrado, Dr. Francisco Jiménez, por ser la primera persona que respondió a mi correo al momento que postulé para hacer esta maestría, y por sus consejos, apoyo y colaboración durante todas las fases de mi estudio en el CATIE.

Al personal administrativo de Bioversity, en las personas de Karol Araya Idalgo y Allen Luis Fernando, por el apoyo y la colaboración incondicional.

A mi amigo y compañero Pierre-Mary Brutus por su consejo, ayuda, colaboración y confianza, pero sobre todo por ser el pilar de fortaleza para mí en los momentos más difíciles.

A los profesores Bryan Finegan y Roger Villalobos, por sus consejos.

A Eladia Gesto de Jesús, por su amistad, su solidaridad y apoyo incondicional durante los momentos difíciles, así como por ayudarme y enseñarme a mejorar cada día más.

A mis compañeros de maestría, por todos los momentos agradables vividos durante los años en el CATIE.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Preguntas guía para la investigación según objetivos planteados.	- 7 -
Tabla 2. Caracterización de las Zonas del estudio.....	- 16 -
Tabla 3. Especies arbóreas y cultivos inventariados en los sitios de muestreo	- 21 -
Tabla 4. Riqueza de especies e índices de Shannon por comuna.....	- 24 -
Tabla 5. Resumen de las especies en promedio por grupos (ANOVA, Test Turkey) de acuerdo de la tipología de las fincas.	- 27 -
Tabla 6. Las especies de sombra más dominantes de los SAF de cacao y de café y las especies que comparten los dos sistemas.....	- 33 -
Tabla 7. Resumen de los principales variables de comparación de los SAF de cacao y café.	- 38 -
Tabla 8. Caracterización de las zonas de la investigación	- 43 -
Tabla 9. Nutrientes y grupos de nutrientes tomados en cuenta para el cálculo de métricas de FD.....	- 45 -
Tabla 10 Índice de diversidad de plantas por sistemas agroforestales de cacao y café-	46 -
Tabla 11. Contribución de los productos SAF de cacao y café en economía y nutrición familiar.....	- 48 -
Tabla 12. Comparación de la producción de cacao y café de los años 2014 y 2015 ...	- 48 -
Tabla 13. Relación entre los SAF y la diversidad nutricional funcional.....	- 49 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pluviometría promedio anual de las comunas de Borgne, Mont-Organisé, Dondon y Grande Rivière du Nord (Fuente: BAC/MARNDR).....	- 18 -
Figura 2. Porcentaje de materia orgánica por comunas.....	- 20 -
Figura 3 Porcentaje materia orgánica por usos de suelo.....	- 20 -
Figura 4 Curvas de acumulación de especies de los SAF de cacao y café	- 22 -
Figura 5: Curvas de acumulación de especies comparando la riqueza de los SAF de cacao y de café en las diferentes comunas estudiadas.....	- 23 -
Figura 6 : Abundancia de las especies que constituyen los frutales y de los tubérculos en las parcelas de café y cacao.....	- 24 -
Figura 7 : Abundancia de las especies por tipo de uso otro que consumo en las parcelas de café y cacao	- 25 -
Figura 8 Abundancia de las especies por categorías de uso y por comuna.....	- 26 -
Figura 9. Relación entre el diámetro al nivel del pecho (DAP) y la altura (AL) de las especies de árboles de sombra en los SAF de café y cacao.....	- 28 -
Figura 10. Distribución de las especies de árboles de sombra encontradas en los SAF de cacao y café por clases diamétricas: C1 (5-10 cm), C2 (10-15 cm), C3 (15-20 cm), C4 (20-25 cm), C5 (> 25cm)	- 29 -
Figura 11 Relación entre la altura (AL) y el diámetro al nivel del pecho (DAP) de las especies de árboles de sombra en los SAF de café y cacao por comuna.....	- 30 -
Figura 12. Clases diamétricas en las especies de árboles de sombra en los sistemas agroforestales.....	- 31 -
Figura 13 .Matrices de agrupamiento de los SAF de cacao y café según las especies de sombra presentes en cada sistema y las que comparten en los sistemas	- 32 -
Figura 14. Relación entre los beneficios ambientales y la rentabilidad económica.	- 34 -
Figura 15. Rendimiento de los productos de los dos usos de suelo en Kg y racimo por ha.-	- 47 -

Figura 16. Frecuencia de los productos de los SAF, Finca de otro uso de suelo y productos comprados.	- 49 -
Figura 17 Valores de diversidad funcional nutricional de la riqueza de especies de 49 granjas familiares.	- 50 -
Figura 18. Diversidad funcional nutricional de los nutrientes por comunas.....	- 51 -

MAPAS DE UBICACIÓN

Mapa 1. Ubicación de Haití, Fuente: Naciones Unidas 2008.....	- 8 -
Mapa 2. Ubicación de los sitios del estudio. (Fuente: Elaboración propia).....	- 16 -
Mapa 3. Las cinco comunas del estudio Fuente: Elaboración propia.....	- 43 -

IMAGEN DE UBICACIÓN

Imagen 1. Foto actual de los SAF en Haití	- 6 -
---	-------

LISTA DE ABREVIATURAS

SAF	: Sistemas Agroforestales.
DAP	: Diámetro al nivel de pecho.
ONG	: Organización no gubernamental.
MARNDR	: Ministerio de Agricultura de Recursos Naturales y de Desarrollo Rural.
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
FD	: Diversidad Funcional.
NFD	: Diversidad Funcional Nutricional.
RECORCANO	: Réseau des Coopératives Caféières de la Région Nord.
FECCANO	: Fédération des Coopératives Cacaoyère du Nord.
CAFUMO	: Coopérative Agricole des Frères-Unis de Mont-Organisé.
COSAHEC	: Coopérative Sainte Hélène de Carice.
CAJBC	: Coopérative Agricole Jean-Baptiste Chavannes.
CAPB	: Coopérative Agricole Petit-Bourg de Borgne.
CAFUPBO	: Coopérative Agricole Frère-Unis de Petit-Bourg de Borgne.
CACGAVA	: Coopérative Gabart le Vaillant.
LWR	: Lutheran World Relief.
GPS	: Sistema de Posicionamiento Global.
IDIAF	: Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales.

ÍNDICE DE TABLAS	IV
Resumen	- 1 -
Abstract.....	- 3 -
1. Introducción	- 5 -
1.1 Objetivos del estudio	- 6 -
1.1.1 Objetivo general.....	- 6 -
1.1.2 Objetivos específicos.	- 6 -
1.1.3 Hipótesis.....	- 7 -
1.1.4 Limitantes del estudio.....	- 7 -
1.1.5 Preguntas de investigación.....	- 7 -
2. Marco conceptual.....	- 7 -
2.1 Aspectos geográficopolíticos.	- 7 -
2.2 Aspectos socioeconómicos de Haití.....	- 8 -
2.3 Aspectos ambientales: La degradación de los recursos naturales.	- 8 -
2.4 Agroforestería en Haití.....	- 9 -
2.5 Aspectos socioeconómicos y ambientales.	- 10 -
2.6 La seguridad alimentaria.....	- 11 -
3. Resultados esperados.....	- 11 -
4. Conclusión.....	- 12 -
Capítulo II	- 13 -
Artículo I: Análisis de la estructura y composición de los sistemas agroforestales de los usos de suelo de café y cacao en los departamentos Norte y Noreste de Haití.	- 13 -
RESUMEN	- 13 -
Abstract.....	- 14 -
1 Introducción	- 15 -
2 Materiales y métodos	- 16 -
2.1 Localización y características del área de estudio.	- 16 -
2.2 Selección de fincas	- 17 -
2.3 Entrevistas.	- 17 -
2.4 Recolección de los datos	- 17 -
2.5 Recolección de datos pluviométricos	- 18 -
3 Análisis estadístico	- 18 -
3.1 Análisis de los datos biofísicos	- 18 -
3.2 Índice de Shannon Wiener (H'):	- 19 -
3.3 Curvas de acumulación de especies.....	- 19 -
3.4 Determinación de la tipología de las parcelas de los SAF en función de la composición..	- 19 -
3.5 Análisis de la relación entre los beneficios ambientales y la rentabilidad económica.....	- 19 -
4 Resultados.....	- 20 -

4.1	Caracterización de la materia orgánica.....	- 20 -
4.1.1	Caracterización de la materia orgánica por comunas.....	- 20 -
4.1.2	Caracterización de la materia orgánica por uso de suelo.....	- 20 -
4.2	Caracterización de la composición de los SAF de cacao y café.....	- 21 -
4.2.1	Inventario y diversidad de especies	- 21 -
4.2.2	Descripción de los usos	- 24 -
4.3	Uso de la diversidad por las comunas.....	- 26 -
4.3.1	Tipología de las parcelas en función de la composición de los SAF de café y de cacao - 27 -	
4.4	Caracterización de la estructura vertical	- 28 -
4.4.1	Caracterización de la estructura por uso de suelo	- 28 -
4.4.2	Caracterización de la estructura por comuna	- 29 -
4.4.3	Tipología de los SAF en función de los árboles de sombra	- 31 -
4.4.4	Determinación de la relación entre los beneficios ambientales y la rentabilidad económica	- 33 -
5	Discusiones.....	- 34 -
5.1	Impacto del uso de suelo sobre la biodiversidad	- 34 -
5.1.1	Comparación de riqueza de las especies entre café y cacao.....	- 34 -
5.1.2	Composición de la biodiversidad asociada del café y cacao.....	- 35 -
5.1.3	Estructura de la biodiversidad asociada a los usos de suelo de café y cacao	- 35 -
5.2	Impacto del uso de la biodiversidad sobre su composición y su estructura.....	- 36 -
5.2.1	El uso de la biodiversidad depende del contexto socioeconómico	- 36 -
5.2.2	El uso de la biodiversidad determina la estructura y la composición	- 36 -
5.3	Impacto de la estructura y composición de la biodiversidad sobre la fertilidad del suelo ..	- 37 -
5.4	Relación entre la rentabilidad económica y los beneficios ambientales.....	- 38 -
6	Conclusión	- 39 -
Capítulo III		- 40 -
Artículo II. Contribución de los sistemas agroforestales con cacao y café en la economía y nutrición familiar en los departamentos Norte y Noreste de Haití.		- 40 -
Resumen.....		- 40 -
Abstract		- 41 -
1	Introducción	- 42 -
2	Metodología	- 43 -
2.1	Localización y características del área de estudio.	- 43 -
2.2	Selección de fincas.....	- 43 -
2.3	Documentación de la diversidad de las especies.....	- 44 -
2.4	Cálculo de la métrica de la diversidad funcional nutricional	- 44 -
3	Análisis estadístico.....	- 44 -

4	Análisis económico	- 45 -
5	Resultado	- 46 -
5.1	Especies principales de los SAF	- 46 -
5.2	Rendimiento de los productos agroforestales	- 46 -
5.3	Contribución de los productos agroforestales en la economía familiar	- 47 -
5.4	Comparación de la producción de café y de cacao del año 2014 con el año 2015. ...	- 48 -
5.5	Contribución del SAF de café y cacao en la nutrición familiar	- 48 -
5.5.1	Diversidad de especies	- 48 -
5.5.2	FD nutricional y la relación con la riqueza de especies	- 49 -
5.5.3	Comparación de la diversidad funcional en relación con las comunas.....	- 51 -
6	Discusión.....	- 52 -
6.1	Estructura agroforestal y rendimientos	- 52 -
6.2	Contribución de los SAF en los medios de subsistencia familiar	- 52 -
6.3	Producción de café y cacao en los últimos dos años.....	- 53 -
6.4	La diversidad funcional de los nutrientes	- 53 -
7	Conclusión.....	- 55 -
8	Literatura revisada	- 56 -
9	Anexos	- 60 -
9.1	Anexo: Tipología de las parcelas en función de la composición de los SAF de café y de cacao	- 60 -
9.2	Tipología de los SAF en función de los árboles de sombra	- 61 -
9.3	Formulario de encuesta	- 62 -

Resumen

En Haití, la práctica de la agroforestería se realiza de forma tradicional. Pero, a pesar de su poca tecnificación, las comunidades rurales de dicho país obtienen la mayor parte de su renta de los productos procedentes de los sistemas agroforestales (SAF), por lo que el presente estudio tiene como objetivo explorar el potencial de los SAF para la intensificación agroecológica, mediante el análisis de las estructuras, funciones, contribuciones económicas y nutricionales actuales de un amplio rango de sistemas con cacao y café en las comunas de Borgne, Grande Rivière du Nord, Dondon, Carice y Mont-Organisé.

En un inventario realizado con 60 productores para un total de 60 parcelas de SAF con cacao y café, se identificó 58 especies acopladas en 32 familias, de las cuales 27 especies son comestibles en un total de área muestreo de 0,1 ha. El gráfico del porcentaje de materia orgánica por comunas muestra diferencias significativas entre dos grupos de comunas; grupo 1 (Grande Rivière du Nord y Carice) y el grupo 2 (Borgne, Dondon y Mont-Organisé) con $P=0,003$, mientras que la caracterización de la materia orgánica por uso de suelo no muestra diferencia significativa pero se puede observar una variabilidad entre los dos usos de suelo. El uso de suelo de café muestra mayor abundancia en especies con unas 51 especies mientras que el uso de suelo de cacao muestra solo 40 especies. Por tanto, la curva de acumulación de especies por comunas muestra que el uso de suelo de café de las comunas de Dondon, Mont-Organisé y Carice presenta mayor abundancia en especies que el uso de suelo de cacao de las comunas de Borgne y Grande Rivière du Nord. Las especies arbóreas y cultivos inventariados en los sitios de muestreo de los dos usos de suelo muestran 8 tipos de usos diferentes: F=Frutales, T=Tubérculos, M=Maderables, L=Leña, Le=Leguminosas, O/C= Otro cultivo, Al=Alimentos y S=Servicios. En los SAF del uso de suelo de café, se observa mayor uso de frutales y leña mientras que el uso de suelo de cacao presenta mayor uso de tubérculos y menor cantidad de leña y frutales. La tipología de las parcelas en función de la composición de los SAF de los dos usos de suelo muestra diferencias significativas entre las cuatro grupos identificados (prueba de Hotelling $P=0,0001$). En la caracterización de la estructura vertical de las especies por uso de suelo se observa que en el uso de suelo de cacao a medida que está incrementando en altura aumenta en DAP, mientras que, para el uso de suelo de café, a medida que está incrementando en altura se decrece en DAP. La caracterización en relación con la diversidad y la estructura permite observar que el uso de suelo de cacao muestra individuos con DAP hasta 173 cm, sin embargo, los sistemas registraron individuos de DAP hasta 130 cm. La distribución de las especies de árboles en los diferentes usos de suelo permiten hacer una clasificación de 5 clases diamétricas C1 (5-10 cm), C2 (10-15 cm), C3 (15- 20 cm), C4 (20-25 cm), C5 (> 25 cm). La clase diamétrica C5 del uso de suelo de cacao presenta mayor número de especies mientras que el uso de suelo de café muestra una mejor distribución entre los 5 clases diamétricas. La tipología de los SAF en función de los árboles de sombra de los dos usos de suelo estudiados son diferentes en estructura y diversidad de especies de sombra estadísticamente con un nivel de significancia $p =0,0014$. El SAF del uso de suelo de cacao muestra mayores especies de sombra (11), mientras que el SAF del uso de suelo de café presenta solo 3 y por lo tanto comparten entre ambos otras 3 especies. Al

estudiar la relación entre la rentabilidad económica y los beneficios ambientales, los dos usos de suelo muestran una tendencia positiva.

El uso que dan los productores a las 27 especies identificadas de los SAF de los dos usos de suelo depende de su cultura, la existencia de esta especie en la comuna y del valor económico que tiene, lo cual permite observar una contribución en la economía y nutrición familiar. Las comunas del uso de suelo de café presentan mayor uso en frutales, mientras que las comunas del uso de suelo de cacao muestran mayor uso en tubérculos. En particular, el uso de pan de fruta y fruta de pan se observa solamente en las comunas de Borgne, Grande Rivière du Nord y Dondon por ser frutas principales de estas comunas. La tabla de contribución de los SAF en la economía familiar muestra que la comuna de Dondon presenta mayor ganancia neta por finca (\$/finca/año) igual a 3 284 dólares, Grande Rivière du Nord con 3 136 dólares, Borgne 2 979 dólares, Carice 1 896 dólares y Mont-Organisé 1 786 dólares. La comparación de la producción de café del año 2014 entre las comunas productoras muestra diferencias estadísticamente significativas con $P=0$, y la producción 2015 muestra una diferencia con $P=0,022$. La producción de cacao para los años 2014 y 2015 no muestra diferencia significativa, solo permite observar una variabilidad. De los siete grupos nutricionales de la diversidad de especies, el grupo fruta con alta vitamina A presenta mayor porcentaje (48,18 %), seguido por los cultivos de alto contenido de grasa (14,81 %), carbohidratos (11,11 %), frutas (11,11 %), otros vegetales (7,40 %), vegetales y tubérculos de vitamina A (3,70) y por último los leguminosas (3,70 %). La relación entre la diversidad funcional nutricional de vitaminas, macronutrientes y minerales con la riqueza de especies permite determinar cuatro métricas de FD. Las cuatro métricas FD (FD total nutricional, FD vitaminas, FD macronutrientes y FD minerales) muestran diferencia significativa con $P=0,0001$. El análisis de los valores de la diversidad funcional nutricional de la riqueza de especie muestra la importancia de los frutales como pan de fruta, cajuil, frijol trepador en la nutricional familiar. Se encontró una tendencia de potencialidad para la intensificación de los SAF por la estructura de los sistemas y la función que tiene en la economía, como la dieta de los hogares de los productores.

Palabras claves: Sistemas agroforestales, Intensificación agroecológica, Nutrición familiar, Diversidad funcional nutricional, Grupos nutricionales.

Abstract

In Haiti, the practice of agroforestry is carried out in a traditional style. In spite of the lack of modernization, Haitian rural communities obtain most of their incomes from Agroforestry Systems (AFS). This study aims to explore the potential of AFS for agroecological intensification by means of the analysis of current structures, functions, economical and nutritional contributions in a wide range of cacao and coffee systems in the communities of Borgne, Grande Rivière du Nord, Dondon, Carice and Mont-Organisé. In an inventory carried out with 60 farmers for a total of 60 plots with cacao and coffee, 58 species of 32 families were identified. From this group, 27 species are comestibles in a total sampling area of 0,1 ha. The percentage of organic matter by communities showed significant differences between 2 groups of communities: group 1 (Grande Rivière du Nord y Carice) and group 2 (Borgne, Dondon y Mont-Organisé) with $P=0,003$. Whereas the characterization of organic matter by land use did not showed significant differences, there is variation among the land uses. The land use for coffee showed a higher value of species abundance with 51 species meanwhile the land use of Cacao showed a value 40 species. Therefore, the species accumulation curve by communities indicates that the land use for coffee of the communities Dondon , Mont-Organisé y Carice have a higher abundance in species that the land use for cacao in the communities of Borgne and Grande Rivière du Nord. The arboreal species and crop species in the inventory of the sampling places of these two land uses have 8 different types of uses: F=Fruits, T=Tubers, M=Timber, L=Firewood, Le=Legumes, O/C= Others/Crops, Al=Food y S=Services). In the AFS for coffee land use there is a higher use of fruits and firewood meanwhile the Cacao land use has a higher use of tubers and in smaller amount, firewood and fruits. The types of plots bases on AFS composition showed significant differences among the four identified groups (Hotelling Test $P=0,0001$). In the characterization of the vertical structure of the species, for cacao land use, the higher the tree height, the greater the DBH. Meanwhile for the coffee land use the higher the height, the lower the DBH. In terms of the diversity and structure Cacao land use shows individuals with a DBH up 173 cm, nevertheless the systems registered individuals with a DBH up to 130 cm. The distribution of tree species among the different land uses allow to have a 5 diametric classes classification C1 (5 – 10 cm), C2 (10 – 15 cm), C3 (15 – 20 cm), C4 (20 – 25 cm), C5 (> 25cm). The diametric class c5 that belongs to the cacao land use shows a higher numbers of species meanwhile in coffee land uses there is a better distribution among the 5 diametric classes. AFS types based on these two land uses are statistically different in terms of structure and diversity of shade tree species with a significance level of $p =0,0014$. The cacao AFS presents more shade species (11), meanwhile coffee AFS has only (3), therefore they share in common 3 species. By studying the relationship between the relationship between the economical rentability and the Environmental benefits, both land uses present a positive tendency.

The use that the farmers apply for the 27 identified species of the AFS of both land uses depend on the culture, the presence of this specie in the community and its economic value. From these species, it's observed a contribution to the economy and family. The communities of the coffee land use present a higher use in fruits meanwhile the cacao land use shows a higher use in tubers. In particular, the use of *Artocarpus Communis* and *Artocarpus altilis* is present only in the communities of Borgne, Grande Rivière du Nord y Dondon because there species are main fruit trees in these communities. The table of

contribution of AFS in the family economy shows that the community of Dondon shows a higher net income by farm (\$/farm/year) equal to 3284 dollars, Grande Rivière du Nord with 3136 dollars, Borgne 2979 dollars, Carice 1896 dollars and Mont-Organisé, 1786 dollars. In comparing the coffee production in 2014 among farmer communities, there is a statistical difference with $P=0$, and the production 2015 with a difference of $P=0,022$. The cacao production for years 2014 and 2015 does not show a significant difference and only allows observing some variability. From the seven nutritional groups of the species diversity, the group fruits with higher vitamin A shows the greater percentage (48,18 %), following the crops of higher contents of fat (14,81%), carbohydrates (11,11 %), fruits (11,11 %), other vegetables (7,40 %), vegetables y tubers with vitamin A (3,70), last legumes (3,70 %). The relationship between nutrition functional diversity of vitamins, macronutrients and minerals with the richness of species allows determining the four metrics of Functional Diversity (FD). The four FD metrics (FD total nutritional, FD vitamins, FD macronutrients, FD minerals) show a greater significant difference with $P=0,0001$. The analysis of values of the nutrition functional diversity shows of the specie richness shows the importance of the fruits such as *Artocarpus Communis*, *Anacardium Occidentale* and *Phaseolus vulgaris* in the family nutrition. A tendency of potential for the intensification of AFS was found in the systems structure and the function in the economy as elements of the diets of the farmer's homes.

Keywords: agroforestry system, agro-ecological Intensification, Family Nutrition, nutritional functional diversity, nutritional Groups.

1. Introducción

Durante varias décadas, Haití ha enfrentado graves problemas de cambio de usos de suelos y mala práctica agrícola que le han conducido a un proceso de degradación acelerada de los recursos naturales y del medio ambiente (CEPALC *et al* 2008). Las condiciones económicas precarias bajo las que vive la población han incidido en el rápido deterioro de los recursos naturales del país (CEPALC *et al* 2008) . La pobreza extrema de la población ligada a la presión demográfica, la necesidad de vivienda y energía (leña) han obligado a los pobladores a ejercer presión sobre el suelo, realizar actividades que degradan los recursos naturales y deforestar las zonas más boscosas. Como consecuencia, las tierras destinadas a la actividad agrícola también se han visto reducidas y amenazadas cada vez más. Por lo tanto, los rendimientos de los cultivos y la producción son a menudo inferiores a lo esperado y no se ajustan a las necesidades de las familias más pobres (Bellande 2005)

La degradación de los recursos naturales en Haití es también de orden social y cultural. El sistema de herencia de la tierra promueve la fragmentación de propiedades y aumenta la inseguridad sobre la propiedad de la tierra. En el país, no existe una Ley que limite la fragmentación de la tierra en el sistema de herencia (MPCE 1991). Esta situación tiene graves consecuencias económicas; a pesar de la organización de los sistemas agrícolas para diversificar los cultivos hacia una máxima producción, los agricultores se ven obligados a buscar otras fuentes de ingreso para solventar los gastos familiares (Bellande *et al.* 1994). En consecuencia, deben realizar cortes o aprovechamientos intensivos de árboles en el territorio, provocando degradación y una explotación insostenible de los recursos.

La historia rural de Haití ha demostrado que los agricultores han podido desarrollar e inventar sistemas y técnicas de producción adaptadas a las condiciones cambiantes de su entorno social, las situaciones económicas y ambientales. Sin embargo, las técnicas tradicionales no les permiten hacer frente a muchos de los cambios en el entorno ni responder a las necesidades y las fluctuaciones del mercado. Una forma de mitigar esta situación la constituye el uso de técnicas agroforestales apropiadas a las nuevas condiciones socioeconómicas, edafoclimáticas y orográficas (Dupraz 2005).

La agroforestería se ha practicado tradicionalmente en Haití, ha estado representada por los diferentes sistemas en los que el árbol es el componente principal. La aplicación de la tecnología adecuada sigue siendo un factor importante si se quiere obtener mayor provecho. Esto requiere un conocimiento adecuado en la silvicultura y la agricultura, las características agronómicas y las propiedades del suelo.



Imagen 1. Foto actual de los SAF en Haití.

Fuente: Google Earth.

Los sistemas agroforestales de los departamentos Norte y Noreste de Haití no solo producen cacao y café, sino también cuentan con ganado vacuno, caprino y porcino. Los cultivos asociados a los dos usos de suelo son banano, ñame, frutales y plantas medicinales; el cacao y el café los cultivos principales. En el departamento Norte, las prácticas de manejo de SAF en la actualidad son rudimentarias, a pesar de que el Gobierno y las ONG que trabajan en estos sistemas han realizado muchos esfuerzos para mejorar los sistemas, no han obtenido los resultados esperados. Los agricultores requieren mejorar los cultivos existentes en los SAF para solucionar sus necesidades económicas. Las actividades económicas desarrolladas por los productores de cacao y café juegan un papel importante en la dinámica de los hogares. En la actualidad, se desconoce la contribución económica y nutricional que generan los SAF, así como su potencial para la intensificación agroecológica de los SAF de las familias de cacaotales y cafetales de los departamentos Norte y Noreste de Haití.

En ese sentido, esta investigación busca describir la estructura, la función y la contribución de los SAF de cacao y café en la nutrición y economía de las familias haitianas en los Departamentos Norte y Noreste de Haití.

1.1 Objetivos del estudio

1.1.1 Objetivo general

Explorar el potencial para la intensificación agroecológica mediante el análisis de las estructuras, funciones, contribuciones económica y nutricional actual de un amplio rango de sistemas agroforestales de cacao y café.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Describir las estructuras y las funciones de los componentes de los sistemas agroforestales de cacao y café en los departamentos Norte y Noreste de Haití.

- Describir las contribuciones de los SAF con cacao y café en la nutrición y economía de los hogares de los departamentos Norte y Noreste de Haití.

1.1.3 Hipótesis.

Existe una relación positiva entre los beneficios ambientales y la rentabilidad económica de un SAF, en el mejoramiento de la dieta familiar de los hogares de los productores de los departamentos Norte y Noreste de Haití.

1.1.4 Limitantes del estudio.

La realización de esta investigación requiere datos numéricos y cualitativos, dado que los agricultores tienen dificultades en la evaluación de sus parcelas de café y cacao por falta de registros contables, por lo que el estudio puede presentar algunas limitaciones en este aspecto.

1.1.5 Preguntas de investigación.

Tabla 1. Preguntas guía para la investigación según objetivos planteados.

Objetivo general: Explorar el potencial para la intensificación agroecológica mediante el análisis de las estructuras, funciones, contribuciones económica y nutricional actual de un amplio rango de sistemas agroforestales de cacao y café.	
Objetivos específicos	Preguntas de investigación
OE. 1. Describir las estructuras y las funciones de los componentes de los sistemas agroforestales de cacao y café en los departamentos Norte y Noreste de Haití.	1. ¿Cuál es la composición y las funciones de los sistemas agroforestales de los departamentos Norte y Noreste de Haití?
OE. 2. Describir las contribuciones de los SAF con cacao y café en la nutrición y economía de los hogares de los departamentos Norte y Noreste de Haití.	2. ¿Existen hogares que tienen SAF diversificados y otros que no? ¿Cuál es su grado de contribución en la economía y nutrición familiar de los hogares agrícolas de los departamentos Norte y Noreste de Haití en cada caso?

2. Marco conceptual.

2.1 Aspectos geográficos políticos.

La República de Haití se ubica en la parte oeste de la Isla Española (ver

1.). Haití comprende la tercera parte de la Isla Española. Limita al norte por el océano Atlántico, al sur y al oeste con el mar Caribe y al este con la República Dominicana.



Mapa 1. Ubicación de Haití, Fuente: Naciones Unidas 2008.

2.2 Aspectos socioeconómicos de Haití.

La población de Haití se estima en 9,9 millones de habitantes (IHSI 2009). Se registró un aumento, en 20 años, de casi 2/3 de su población de 1982 a 2003 con una densidad poblacional de 301 habitantes/km². Más de la mitad de la población tiene menos de 21 años (IHSI 2009). Las estadísticas de la Comisión Económica Para América Latina y del Caribe indicaron que la población haitiana pasó aproximadamente de 9,9 millones de habitantes en 2009 a 10,890 millones en 2015 (CEPALSTAT 2015). Haití forma parte de los países con escasez económica debido a un Producto Interno Bruto total cercano a US\$8,599 millones y el ingreso per cápita es US\$811 (CEPALSTAT 2014). Sin embargo, el 78 % de la población vive por debajo del límite máximo de la pobreza de dos dólares americanos al día (PNUD 2003). En Haití, el PIB de la agricultura es de 30 %, sin embargo, 60 % de la población vive de la agricultura (Paul 2005). El salario mínimo (8 horas) presenta variaciones en las diferentes zonas del país dependiendo el tipo de trabajo y la empresa. Las personas que laboran en empresas grandes ganan US\$16,78, los que laboran en empresas pequeñas obtienen US\$ 5,78, el sector industrial paga US\$5 y en el campo pagan US\$2,78 por jornal de trabajado (Alter Presse 2014).

2.3 Aspectos ambientales: La degradación de los recursos naturales.

En la década de 1990, Haití tenía una cobertura forestal de 500 000 ha, correspondiente al 15 % del territorio nacional (FAO 1995). Los serios problemas económicos que enfrenta la población haitiana conducen a la degradación acelerada de los recursos naturales (Smolikowski 1993).

Esta degradación es de origen social y cultural, causada por el problema de derecho y sucesión de la tierra. Además, el sistema de herencia favorece la fragmentación de las propiedades y la indivisión aumenta la inseguridad de la tierra (MPCE 1991). La herencia puede darse por el lado materno o paterno (Bellande *et al.* 1994). El tamaño de las explotaciones agrícolas no favorece la agricultura intensiva. Según el censo de 1982, sobre la explotación agrícola, de un total 74 % de explotaciones, 68% ocupa superficies con menos de 0,65 ha (Bellande *et al.* 1994). Por lo tanto, la productividad baja y los ingresos obtenidos por la actividad agrícola es generalmente insuficiente (Civil-Blanc 2007a). Aunque la agricultura atraviesa una crisis, sigue siendo el motor de la economía del país (Smolikowski 1993; Smolikovski *et al.* 1994). La precariedad de tal situación provoca graves problemas económicos y, a pesar de una organización de los sistemas de producción para diversificarlos y de repartir al máximo las producciones, los agricultores son obligados a buscar otras oportunidades para garantizar el mantenimiento de su familia (Bellande *et al.* 1994). Por consiguiente, se observa una eliminación progresiva de la cobertura arbórea en los sistemas existentes.

Según los datos recuperados por la (FAO 1995), la cobertura forestal de Haití se estimó a 60 % en 1492 . Durante el período de la ocupación estadounidense en 1943, esta cobertura se redujo aún más y sobre todo con la implantación de la institución SHADA, que tenía bajo su control dos tercios de los bosques de pinos o 102 000 hectáreas o 4% del país. Esta institución devasta miles de hectáreas para plantar el árbol gomero, con el fin de satisfacer las necesidades de los Estados Unidos de caucho durante la Segunda Guerra Mundial (MPCE 1991). Por otro lado, la degradación de los bosques está ligada con el avance de la frontera agrícola y obtención de recursos energéticos (consumo de leña), que tiene relación directa con la alta densidad poblacional (PNUD 2009). En el presente, el porcentaje más alto de madera utilizado por los agricultores del país proviene de los sistemas agroforestales (Blanc 2003). Actualmente, la cobertura forestal se estima entre un 1 % a 2 % de la totalidad del territorio de los 19 % de la cobertura total que tenía en 1978 (Civil-Blanc 2007a; Glen *et al.* 2007).

2.4 Agroforestería en Haití.

Hace muchas décadas los agricultores haitianos están practicando sistemas agroforestales para conservar sus plantaciones y aumentar la producción de alimento (FAO 2005b; Murray y Bannister 2009). Esta práctica por lo general combina factores ecológicos, por una parte, y factores socioeconómicos y culturales, por la otra. Los árboles maderables tienen como rol proveer sombra al café y cacao .y los cítricos son aprovechados no solamente para el consumo familiar sino también para mejorar la economía. La FAO mencionó que las principales especies de sombra para el café son *Pithecellobium saman*, *Erythrina sp* y *Arthocarpus sp*; y para el cacao *Pithecellobium saman* , *Terminalia catappa* y *Macrocatalpa longuísima* en las partes bajas, así como *Pinus occidentalis* en mayores altitudes. Los otros cultivos asociados con los dos usos de suelo son frutales (naranja dulce, pan de fruta, fruta del pan, cajuil, toronja, banano) y tubérculos (ñames y malanga). (FAO 2013).

La combinación de plantas leguminosas en SAF con árboles frutales y maderables aumenta la fertilidad del suelo (Wojtusik *et al.* 1993). La FAO investigó que la implementación de sistemas agroforestales en llanuras de Haití es una herramienta de

conservación de suelo y reducción de riesgos de inundaciones, mientras que la plantación *Leucaena leucocephala* combinada con vetiver evita el deslizamiento, controla la erosión, fertiliza el suelo y produce madera y leña (Mahowald 2014).

2.5 Aspectos socioeconómicos y ambientales.

La domesticación de árboles y cultivos diseñados en SAF de Haití contribuyen a la generación de ingresos de las familias campesinas a mediano y largo plazo, tal como los beneficios ambientales (Murray y Bannister 2004). Los resultados de la investigación sobre la adaptación de los SAF en Haití realizada por (Bannister y Nair 2003) confirmaron que los agricultores toman decisiones basadas en los sitios para sembrar árboles y, por otro lado, en las características del grupo familiar. Como respuesta, se sembraron árboles en terrenos menos fértiles, con fuerte pendiente, y en los terrenos fértiles sembraron árboles frutales. Los productores de mayor edad lograron tener mayor densidad de árboles en sus terrenos a pesar de que el terreno no fuera fértil o estuviera en estado de inseguridad de tenencia de tierra.

La incertidumbre de la seguridad alimentaria en Haití ligada con la continua degradación del medio ambiente y algunos otros factores negativos (de topo climáticos, necesidades socioeconómicas y políticas) ponen en peligro los recursos naturales del país y como respuesta se propone a la agroforestería como solución sostenible (HAS y HTRIP 2006). La implementación de sistemas agroforestales basados en la comunidad mejora el medio ambiente, protege la salud y ayuda a conservar el suelo (HAS y HTRIP 2006), mientras que el apoyo técnico de los agricultores en los SAF permite lograr un sistema sostenible a largo plazo (Bannister 1997). De hecho, la variabilidad económica de la inversión en los SAF representa una alternativa para la diversificación de la producción, el aumento de la rentabilidad económica y la recuperación ambiental en las regiones donde se practica la agricultura tropical han sido cada vez más necesarios (Nelson *et al.* 1998; Matos *et al.* 2005). Al mismo tiempo, las asociaciones de cultivos de árboles perennes y anuales con otros cultivos crean una rápida recuperación del capital invertido y generan ingresos inmediatos a corto, mediano y largo plazo, con la venta de los diversos productos (Vosti y Oliveira 1997; Jain y Singh 2000; Silva 2000). Sin embargo, otras investigaciones han propuesto que una buena gestión de los recursos existentes en los SAF permite mejorar los beneficios de los productos, los flujos monetarios por lo tanto el rendimiento del agro sistema (Dangerfield y Harwell 1990).

Las instituciones interesadas en los sistemas agroforestales han realizado muchas investigaciones que siguen siendo cada vez más importantes (Nelson *et al.* 1998). Pero en Haití se ha llevado a cabo poca investigación sobre la evaluación económica de los SAF. Por eso, los SAF son explotados de manera insustentable. Los productores, que son actores principales en la gestión de estos sistemas, no suelen estar conscientes de las inversiones realizadas para establecer los sistemas, ni de los ingresos reportados por estos últimos. También, se les dificulta aprovechar al máximo los beneficios para mejorar sus ingresos (Civil-Blanc 2007b).

2.6 La seguridad alimentaria.

La seguridad alimentaria es un derecho humano universal que se alcanza cuando todas las personas tienen acceso y disponibilidad de alimentos adecuados en todo momento, sin discriminar. La seguridad alimentaria se logra actuando múltiples dimensiones, como la mejora de la gobernanza de los sistemas alimentarios, la salud, la educación, e inversiones en la agricultura para fortalecer los mecanismos de la producción en las zonas rurales y empoderar a los pequeños productores (FAO 2014). El tema de seguridad alimentaria no es nuevo en Haití, pero en los últimos años se le ha atribuido mayor importancia, por lo que 22 países (Bolivia, Brasil, Colombia, Cuba, Ecuador, Guatemala, Haití, Nicaragua, Paraguay, República del Congo, Etiopía, Malawi, Nigeria, Suráfrica, Uganda, Blengladesh, India, República Islámica de Irán, Pakistán, Siri Lanka y Ucrania) han consagrado este derecho dentro de su Constitución. En este sentido, los Estados tienen obligación de respetar, proteger, promover, facilitar y materializar el derecho a la alimentación (FAO 2011; Frison *et al.* 2011). Por lo que cinco años después de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación de 1996, se plantearon nuevos compromisos, siendo el principal reducir a la mitad el número de personas con hambres para el 2015 (FAO 2005a). Sin embargo el MARNDR, a través de un proyecto de la AECID sobre la implementación de huerto familiar en todo el país, tocó el tema de la seguridad alimentaria para aumentar la producción y garantizar ese derecho de este pueblo (MARNDR y IICA 2008) . Mientras que, a través el proyecto "Haití Timber Re-Introduction Project", se afirmó que la seguridad alimentaria garantizada y sustentable de Haití depende de sistemas agroforestales (FAO 2005). Lo anterior porque los sistemas agroforestales en regiones tropicales, además de producir alimentos y fibras para una mejor seguridad alimentaria y nutricional, sostienen los medios de vida, reducen la pobreza y promueven una agricultura productiva y ambientalmente resistente (FAO 2013).

3. Resultados esperados.

- Situación actual, en cuanto a las estructuras y funciones: se obtendrán las características actuales de los SAF con cacao y café y las características socioeconómicas de los productores de las comunas de Grande Rivière du Nord, Dondon, Carice , Mont-Organisé y Borgne.
- Las contribuciones de los SAF identificadas en la economía y nutrición de la dieta de los productores.
- Relación entre la rentabilidad económica y los beneficios ambientales obtenidos.

4. Conclusión

Se obtienen las características y estructuras actuales de los SAF con cacao y café y las características socioeconómicas de los productores de las comunas en estudio.

Los frutales y tubérculos son los cultivos más abundantes en los dos usos de suelo utilizados tanto para venta como para el consumo. Las especies arbóreas con mayor abundancia y potencial maderable son *Cedrela odorata* y *Catalpa longissima*, así como el *Inga vera* se considera el árbol con mayor potencial para el uso de leña. Por lo tanto, los sistemas agroforestales cumplen funciones múltiples en los hogares de las familias productoras.

Los SAF del uso de suelo de cacao y café requieren un manejo adecuado para obtener mayor ingreso del cacao y café, de los frutales y tubérculos. La relación entre la rentabilidad económica y los beneficios ambientales presenta una tendencia positiva. Los grupos tres, cuatro y cinco de la relación entre la rentabilidad económica y los beneficios ambientales muestran que, al tener mayor índice de erosión en los dos usos de suelo, hay menor ganancia.

La aplicación de la diversidad funcional ecológica de las plantas en los sistemas agroforestales provee información sobre la diversidad de los nutrientes proporcionados por los dos sistemas de uso de suelo. Sin embargo, utilizar esta métrica permite orientar decisiones de gestión hacia una mayor diversidad de nutrientes para un determinado número de especies.

Capítulo II

Artículo I: Análisis de la estructura y composición de los sistemas agroforestales de los usos de suelo de café y cacao en los departamentos Norte y Noreste de Haití.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación consistió en describir la estructura de los componentes de los sistemas agroforestales de cacao y café en los departamentos Norte y Noreste de Haití. Se caracterizó por la riqueza, abundancia, diversidad, estructura y composición de los sistemas agroforestales de las comunas de Grande Rivière du Nord y Borgne del uso de suelo de cacao; y las comunas de Dondon, Mont-Organisé y Carice del uso de suelo de café. En cada una de las comunas de Grande Rivière du Nord, Dondon y Borgne se establecieron 15 parcelas de 1 000 m² cada una y en las comunas de Carice 8, mientras que Mont-Organisé contabilizó 7 parcelas, lo que suma en total 6 hectáreas. Se llevó a cabo un inventario de todos los árboles superiores a 5 cm de diámetro y se midió la altura y el DAP a 1,30 m, considerando el porcentaje de sombra de cacaotales y cafetales, considerando árboles frutales, musáceas y tubérculos. Además se describió el manejo y uso de cada una de las especies encontradas (maderables, frutales, tubérculos, leña, leguminosas, servicios, medicinales y otros cultivos) y se entrevistó a los productores en sus hogares para completar los datos de campos que incluían aspectos sociales, agrícolas y forestales. Se registraron 58 especies (51 especies en café y 40 en cacao) agrupadas en 32 familias y la densidad promedio por ha fue 900 individuos, sin incluir café y cacao. Las comunas que mostraron mayor riqueza de especies fueron Dondon y Mont-Organisé, con 35 cada una, seguida por Grande Rivière du Nord con 31 especies, Borgne 28 y por último Carice con 26. El uso de suelo de café mostró mayor abundancia en frutales que el uso de suelo de cacao, por el contrario, para los tubérculos el uso de suelo de cacao mostró mayor abundancia que el uso de suelo de café. El uso de suelo de cacao muestra mayor abundancia para el uso maderable y el uso de suelo de café; y no son tan diferentes para el uso de leña. El uso de la biodiversidad para las comunas muestra diferencias significativas, realizando una prueba de T con $P < 0,05$. La tipología de las parcelas en función de la composición de los SAF, utilizando 90 % de los ejes obtenidos del análisis de componentes principales (ACP, prueba de Turkey) y el análisis de conglomerado (AC), utilizando método de Ward y distancia Bay-curtis revela diferencia significativa entre los cuatro grupos formados, utilizando un análisis de varianza multivariado $P < 0,0001$. La estratificación de la composición florística muestra diferencias entre los dos usos de suelo. En el uso de suelo de cacao a mayor altura mayor DAP, mientras en el uso de suelo de café a mayor altura menor DAP. En relación con la característica de la diversidad y estructura de especies, el uso de suelo de café muestra mejor distribución de especies por clases diamétricas que el uso de suelo de cacao debido al uso, el manejo y el porcentaje de sombra de cada uno. Mientras que, para el uso por comunas, las de Borgne, Carice, Grande Rivière du Nord y Mont-Organisé muestran una redundancia y especies de mayor altura que la comuna de Dondon. Para la caracterización por comunas de las clases diamétricas las comunas de Dondon y Grande Rivière du Nord muestran mejor distribución que la comuna de Borgne, por lo tanto son similares las comunas de Carice y Mont-Organisé. El análisis de la tipología en función de los árboles de sombra forma seis grupos y muestran diferencia significativa con $P = 0,0014$; indicando los árboles de cobertura de cada uso de suelo y los que comparten entre ellos. Por lo tanto, la relación entre la rentabilidad económica y los beneficios ambientales revela una tendencia positiva en los dos usos de suelo.

Abstract

The aim of this study was to describe the structure of the components of agroforestry systems of cacao and coffee in the North and Northeast departments of Haiti. These areas stand out for their richness, abundance, diversity, structure and composition of agroforestry systems located in the communes of Grande Rivière du Nord and Borgne which soil is adequate for cocoa, and also the communities of Dondon, Mont - Organisé and Carice which land is good for coffee production. In each of the communities of Grande Rivière du Nord, Dondon and Borgne we established 15 plots and 8 in the districts of Carice, while in Mont – Organisé we established 7 plots of 1000 m² each, adding a total of 6 hectares. An inventory was carried out of all trees greater than 5 cm in diameter and height and DAP was measured at 1.30 m, considering the percentage of cacao and coffee plantation shadow, and also fruit trees, Musa and tubers as well. In addition there is a management description and use of each of the species found (timber, fruit, tubers, firewood, legumes, services, medicinal and other crops) described, and evaluated the perceptions of producers pertaining the agroforestry system through interviews in their homes to complete the data fields including social, agricultural and forestry issues. 58 species grouped in 32 families were recorded and the average density was 900 people per hectare, not including coffee and cacao. The species accumulation curves showed greater richness SAF of coffee with a total of 51 species and 40 species cocoa. The communes that showed greater species abundance were Dondon and Mont - Organisé with 35 species each, followed by Grande Rivière du Nord with 31 species, Borgne 28 and Carice with 26. Land use coffee showed greater abundance in fruit than the use of ground cocoa, by contrast to the tubers using cacao soil showed greater abundance than using ground coffee. Land use for coffee showed greater abundance of fruit trees when compared to the use of cocoa; in contrast to the tubers production land use of cacao showed more abundance than land used for coffee. Land use cocoa shows greater abundance for the use of timber and the use of ground coffee as well; and they are not so different to the use of firewood. The use of biodiversity for the communes shows a significant difference when making the test T with $P < 0.05$. The typology of plots depending on the composition of the SAF, using 90 % of the axes obtained from the principal component analysis (PCA test Turkey) and cluster analysis (AC) using Ward method and distance Bay- Curtis show significant difference among the four groups formed, using a multivariate analysis of variance $P < 0.0001$. Stratification of the floristic composition shows differences between the two land uses. In land use for cocoa a greater height means higher DAP while when using ground coffee at higher altitude lower DAP. Regarding the characteristic of the species diversity and structure, land use for coffee shows better distribution of species by diameter, than when using cocoa soil due to the use, management, and the percentage of shade on each. While for the use of communes, specifically the communes of Borgne, Carice, Grande Rivière du Nord and Mont-Organisé seems to be redundant and show species higher than of the town of Dondon. For the characterization of the diameter, the communes of Dondon and Grande Rivière du Nord show a better distribution than the commune of Borgne therefore communes of Carice and Mont-Organisé are similar. The analysis of the type depending on the shade trees, form six groups and show a significant difference $P = 0.0014$; that indicates trees coverage of each land use.

1 Introducción

Durante las últimas décadas, el proceso de degradación acelerada de los recursos naturales y del medio ambiente ha sido un problema en Haití. Por otra parte, las condiciones económicas se tornan más precarias y la pobreza extrema de la población ligada a la presión demográfica, así como la necesidad de madera para vivienda y combustible, han conllevado a las familias productoras a ejercer presión sobre el suelo y deforestar sus parcelas (CEPALC et al 2008). Esta degradación es también de origen social y cultural, causada por el sistema de herencia, la inseguridad de la propiedad y la no existencia de una ley de propiedad (MPCE 1991). El difícil escenario de la práctica agrícola haitiana y el uso insustentable de los recursos naturales han provocado condiciones cambiantes al nivel social, cultural, económico y ambiental del país.

La agroforestería debe ser considerada como una estrategia de uso sostenible de la tierra (Krishnamurthy L. y Ávila M. 1999). Los cultivos de cacao y café establecidos bajo sombra representan una alternativa para contrarrestar los efectos graves de erosión de suelo, dado que engloba aspectos naturales, sociales, productivos y ecológicos, imprescindibles para un equilibrio natural (Roa-Romero *et al.* 2009). Sin embargo, el conocimiento y la documentación que se tiene en relación con la estructura y composición arbórea de los SAF de café y cacao en las comunas de Borgne, Grande Rivière du Nord y Dondon del departamento Norte y de Carice y Mont-Organisé del departamento Noreste son escasos, lo que conlleva al desconocimiento de la importancia ecológica que tienen los mencionados cultivos.

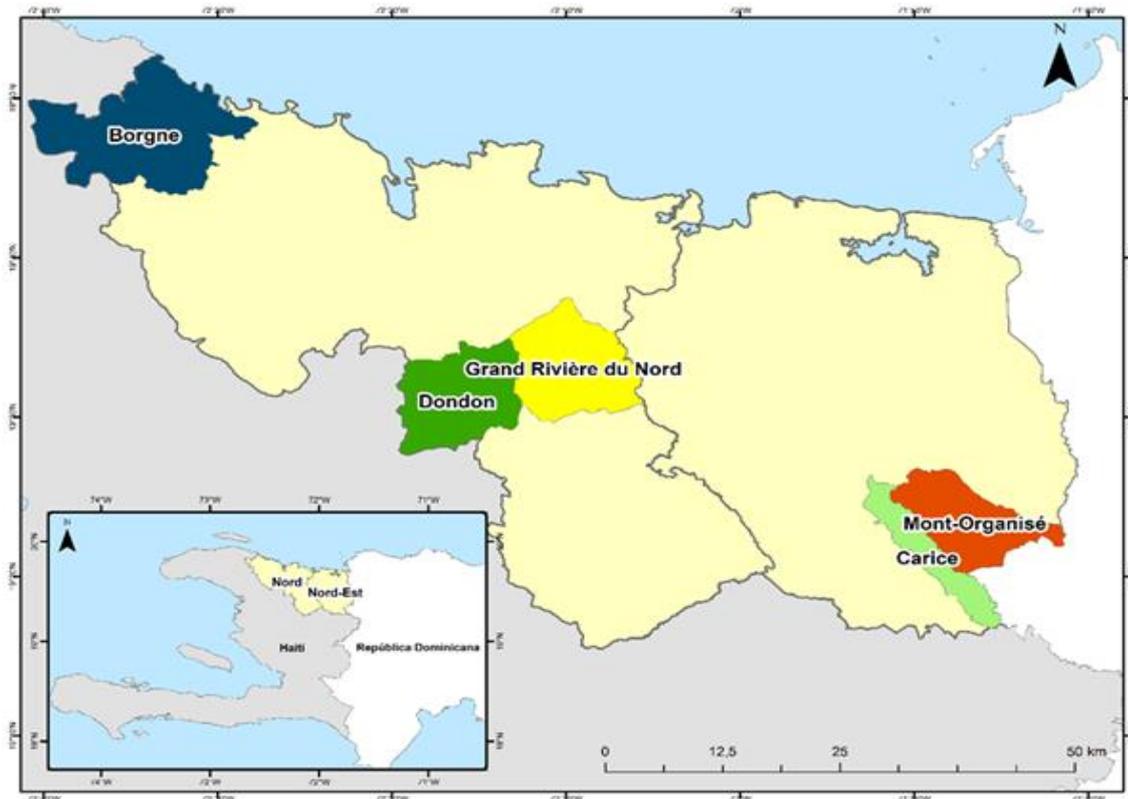
El diseño y el manejo de árboles de sombra del cacaotal y cafetal en conjunto con los cultivos asociados determinan en gran medida el valor de los sistemas productivos para la conservación y su potencial de provisión de bienes y servicios (Smithsonian 1998; Sánchez *et al.* 2007). Al no tener ningún registro de la estructura, composición y de los usos de los árboles utilizados como sombra del cacaotal y cafetal, y los cultivos asociados en los sitios del estudio, se complica el desarrollo de políticas, proyectos o investigaciones para el mejoramiento de los SAF y los recursos naturales que contengan. De aquí se deriva la importancia de cuantificar los recursos disponibles y crear estrategias de producción sostenible, considerando los recursos naturales y usos de cultivos de sombra como los tubérculos y frutales.

Conocer la estructura, composición y diversidad de especies y funciones de los árboles que se utilizan como sombra y los cultivos asociados en los SAF de café y cacao es de gran importancia para saber el impacto ecológico. Este sistema culturalmente antiguo sigue ocupando un lugar preponderante en el paisaje agrícola y en el equilibrio de los hogares familiares de las zonas de montaña, en particular en el contexto de crisis ecológica, económica y social que atraviesa el país. En consecuencia, y con la intención de dar a conocer la importancia de la diversidad de especies arbóreas, la presente investigación tuvo como objetivo describir la composición, estructura y los usos de los componentes de los sistemas agroforestales con cacao y café de los departamentos Norte y Norte de Haití.

2 Materiales y métodos

2.1 Localización y características del área de estudio.

El estudio fue realizado en las comunas de Grande Rivière du Nord, Dondon y de Petit Bourg de Borgne, que se encuentran en el departamento Norte, mientras que las comunas de Carice y Mont-Organisé están ubicadas en el departamento Noreste (mapa 2).



Mapa 2. Ubicación de los sitios del estudio. (Fuente: Elaboración propia).

La tabla 2 muestra los datos sobre la población de las comunas en estudio, así como superficie, altitud y pluviometría promedio.

Tabla 2. Caracterización de las zonas del estudio

Comunas	Población	Superficie (Km ²)	Altitud (m.s.n.m)	Pluviometría (mm)
Borgne	45360	202,09	108	4332
Grande Rivière du Nord	37614	128,15	91	1427
Dondon	31469	120,36	564	1288
Carice	12382	55,97	646	1309
Mont-Organisé	19073	94,49	650	

Las comunas están localizadas en zonas montañosas y de valle. La temperatura de las comunas oscila entre los 24 °C hasta 26 °C. La economía local se basa en la agricultura, principalmente en el cultivo de cacao, café, tubérculos y frutales.

2.2 Selección de fincas

Los criterios de selección de finca de los agricultores se definieron con base en 3 variables: productividad, altura y edad de la finca. Las 60 fincas fueron seleccionadas aleatoriamente de las listas de las cooperativas miembros de la Red de Cooperativas de Café de la Región Norte (RECOCARNO) y la Federación de Cooperativas de Cacao del Norte (FECCANO), con igual número de fincas, 30 y 30 respectivamente.

Un taller inicial se llevó a cabo con los 60 productores de las comunas en estudio para presentarles el proyecto de investigación y la metodología de trabajo. Un número representativo de mujeres agricultoras participó en los talleres. Una discusión en grupos se llevó a cabo sobre el sistema de producción en SAF, la economía, la contribución y el tipo de manejo de la finca. Las 60 fincas de SAF de cacao y café seleccionadas se localizaron con GPS, se trazó el contorno del cacaotal y del cafetal, y se georreferenció el punto central de cada muestra de parcela diseñada dentro de la finca.

Una vez terminados los talleres y las planificaciones, en primer lugar se inició la revisión de los documentos que tuvieron disponibles en FECCANO y RECOCARNO sobre aspectos financieros y económicos del cultivo de cacao y café, flujos de caja y registros de precios sobre los mercados tanto nacionales como internacionales. Y, en segundo lugar, se entrevistó a los productores en sus hogares y se recolectaron los datos biofísicos.

2.3 Entrevistas.

La recolección de los datos de campo se efectuó mediante una encuesta en los hogares de los productores sobre los SAF del uso de suelo de cacao y café y la situación socioeconómica en la que se encuentran. Luego se realizaron observaciones directas mediante un recorrido de reconocimiento de la zona de estudio, complementando las informaciones con el apoyo de Lutheran World Relief, las cooperativas (CAFUMO, COSAHEC, CAJBC, CAPB y CAFUPBO), la Federación de los Cacaotales del Norte (FECCANO) y Red de Cooperativas Cafetaleros de la Región Norte (RECOCARNO), para validar las informaciones y los criterios que permitieron determinar los muestreos en las fincas.

2.4 Recolección de los datos

Para la recolección de los datos biofísicos en los SAF, se recorrió la parcela y se eligió un sitio homogéneo, para establecer una sub-parcela de 20 m x 50 m usando mecate, cinta métrica y estacas. Dentro de esta sub-parcela, se levantó un inventario de todos los árboles con un diámetro a altura del pecho (DAP a 1,30 m) mayor a 5 cm; la medición se realizó mediante una cinta métrica. Se midió la altura de cada árbol con clinómetro (© Suunto) y medidor de láser, se identificaron los árboles por su nombre común con la ayuda de los productores.

Para evaluar las características físicas y químicas de los suelos (PH, materia orgánica, la textura y el porcentaje de algunos macroelementos como N, P, K) en las 60 fincas, se tomaron 15 muestras de suelo en hoyo de 25 x 25 cm de lado y 30 cm de profundidad. El método que se utilizó para la toma de muestra de suelo fue al azar en forma de zig-zag. Se homogeneizaron las muestras y se escogieron 500 gramos de suelo por sub-parcela. Para identificar la muestra, se colocó el nombre del propietario, el nombre de la finca, la ubicación geográfica, el número de muestra en cada una de las 60 (Alberto Sosa y Alvarenga 2012; Christian 2016). Para el análisis de laboratorio, se llevaron las muestras al

laboratorio de suelo del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).

Los otros cultivos encontrados en la sub-parcela fueron contados para determinar la diversidad y riqueza de las parcelas. El volumen total de madera se calculó para todas las especies maderables con $DAP \geq 30$ cm. Se contabilizaron las especies para determinar la diversidad y riqueza de las parcelas involucrando a los productores en el inventario para conocer los diferentes usos que les dieron a los árboles. Por último, se entrevistó a los productores en sus hogares para complementar los datos recolectados en el campo.

2.5 Recolección de datos pluviométricos

Los datos pluviométricos presentados en la Figura 1 se obtuvieron con el apoyo de las bases de datos de la oficina de Ministerio de Agricultura, Recursos Naturales y del Desarrollo Rural existente en cada una de las comunas del estudio. Según lo que muestra dicha figura, Borgne cuenta con una pluviometría promedio anual de 4 332 mm de lluvia, Grande Rivière du Nord 1 427 mm , Dondon 1 288 mm y Mont-Organisé y Carice 1 309 mm.

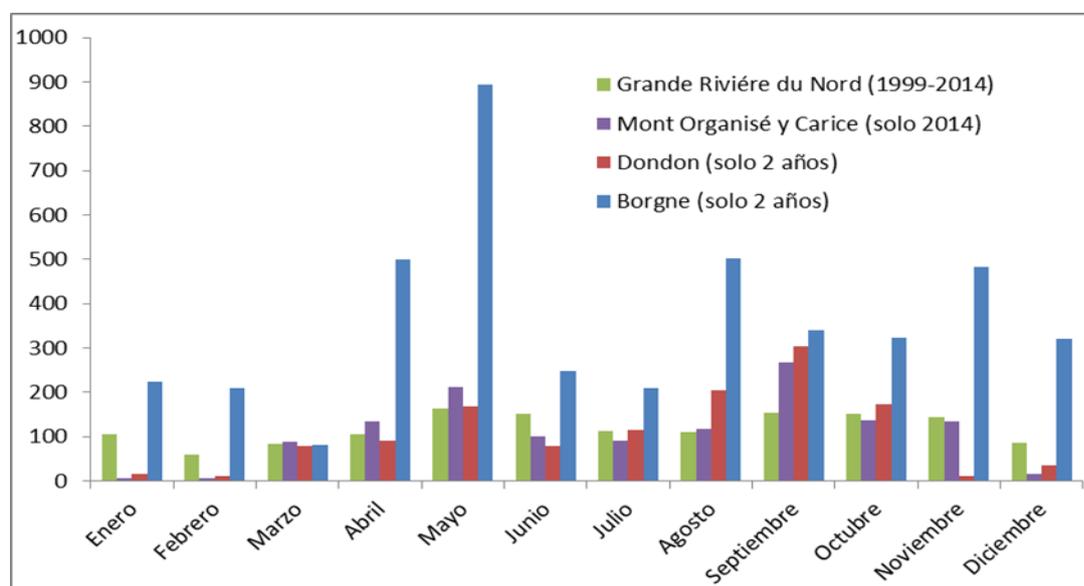


Figura 1. Pluviometría promedio anual de las comunas de Borgne, Mont-Organisé, Dondon y Grande Rivière du Nord (Fuente: BAC/MARNDR).

3 Análisis estadístico

3.1 Análisis de los datos biofísicos

Para determinar el grado de similitud entre las parcelas, se ejecutó el análisis de componentes principales (ACP, prueba de Tukey), utilizando 90 % de los ejes obtenidos y se realizó el análisis de conglomerado (AC), por medio del método de Ward y distancia Euclidiana. Adicionalmente, un análisis de varianza multivariado (ANAVAM) fue hecho para determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre las parcelas y los variables estudiadas, con la probabilidad de significancia de $P > 0,05$ (Di Rienzo *et al.* 2013)

Para ver cómo están distribuidos los individuos de acuerdo con la altura y la clase diamétrica de las especies en los SAF de cacao y café, se construyeron gráficos de distribución de clase

diamétrica del número de individuos con la altura de las especies mediante el programa SPSS.

3.2 Índice de Shannon Wiener (H')

Para estudiar la diversidad de especies en las parcelas, se usó el índice de diversidad de Shannon (Shannon y Weaver 1949).

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

3.3 Curvas de acumulación de especies

Para estimar y comparar la riqueza y abundancia de especies en diferentes usos de suelo y de las comunas, se confeccionaron gráficos de las curvas de acumulación de especies, así como estimadores no paramétricos de diversidad mediante los programas de Excel y EstimateS (Colwell 2004). El esfuerzo de muestreo en este estudio fue el número de lotes muestreados y se graficó en el eje de las Ordenadas de las curvas de acumulación de especies (Gotelli y Colwell 2001).

3.4 Determinación de la tipología de las parcelas de los SAF en función de la composición

Para determinar la similitud de los SAF en función de la composición de las parcelas en cada sistema se hizo un análisis de conglomerados usando el método de Ward y distancia de Gower (Sqrt (1-5) (Di Rienzo *et al.* 2009) con base en la muestra de 0,1 ha en SAF de cacao y café de 60 productores (respectivamente 30 y 30).

Con el propósito de evaluar si estas tipologías son diferentes estadísticamente entre las variables usadas para construirlas, se realizó un análisis de varianza multivariado (MANOVA) con la prueba de comparación de Hotelling (Di Rienzo *et al.* 2013) con un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

Para estimar la relación entre la tipología de los SAF de cacao y café en función de los árboles de sombra, se realizaron correlaciones de Pearson con los vectores de las especies, usando la tabla de contingencia y correspondencia para determinar las especies de sombra que pertenecen a cada SAF y a ambos. Para visualizar estas relaciones, se creó una matriz de diagrama con los vectores de los índices de los grupos, donde se muestran las formas de relaciones o asociaciones (Di Rienzo *et al.* 2010).

3.5 Análisis de la relación entre los beneficios ambientales y la rentabilidad económica.

Para determinar si existe una relación positiva entre los beneficios ambientales y la rentabilidad económica se realizó el gráfico de diagrama de dispersión, usando las variables de biomasa, índice de erosión, biodiversidad, materia orgánica y la ganancia bruta por finca mediante el software de Infostat (Di Rienzo *et al.* 2013).

4 Resultados

4.1 Caracterización de la materia orgánica

4.1.1 Caracterización de la materia orgánica por comunas

Se encontró un porcentaje de MO mayor en las parcelas de las comunas de Borgne, Mont-Organisé y Dondon en comparación con las parcelas de Carice y Grande Rivière du Nord, y se presentó diferencia significativa entre las comunas.

Por convención, cuando se hace una comparación de bloque, "a" corresponde con el valor menor, y así sucesivamente. Entre los dos bloques, por el contrario, sí se presenta una diferencia significativa¹.

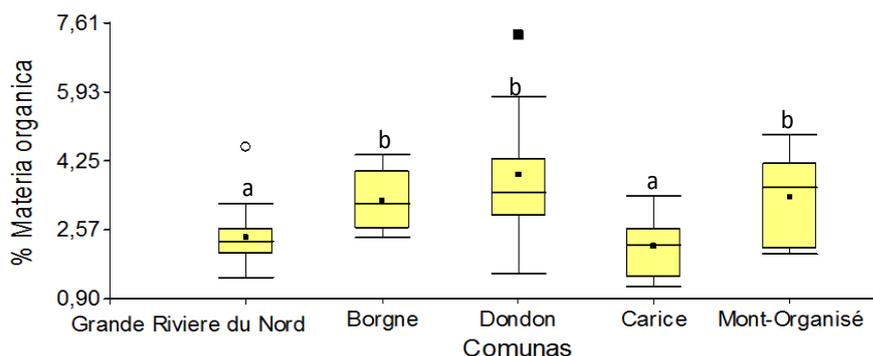


Figura 2. Porcentaje de materia orgánica por comunas

Los grupos seguidos de las siguientes letras a y b no son significativamente diferentes entre ellos

4.1.2 Caracterización de la materia orgánica por uso de suelo

Los usos de suelo correspondientes al café y cacao de las comunas de Borgne, Grande Rivière du Nord, Dondon, Carice y Mont-Organisé no presentan diferencia significativa (figura 3). El promedio en porcentaje de materia orgánica es de 2,60 para el cacao y de 3,45 para el café. Aunque la diferencia entre los dos usos de suelo no es significativa, puedes observarse que hay mayor variabilidad en los SAF de café.

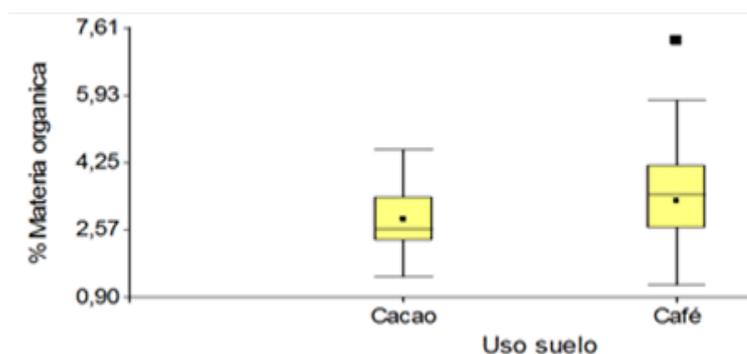


Figura 3 Porcentaje materia orgánica por usos de suelo

¹ Con $p = 0,0003$, usando ANOVA, prueba de LSD Fisher.

4.2 Caracterización de la composición de los SAF de cacao y café

4.2.1 Inventario y diversidad de especies

Tabla 3. Especies arbóreas y cultivos inventariados en los sitios de muestreo

Especies	Nombre científico	Familia	Abundancia	Función principal
Ñame	Dioscorea spp.	Dioscoreaceae	2231	T
Banano	Musa spp.	Musaceae	1987	F
Piña	Ananas comosus	Bromeliaceae	1280	F
Malanga	Colocacia esculenta	Araceae	504	T
Inga	Inga vera	Fabaceae	337	L,Le
Mango	Mangifera indica	Anacardiaceae	333	F,M
Naranja dulce	Citrus sinensis	Rutaceae	163	F,M
Pan de fruta	Artocarpus altilis	Moraceae	94	F,M
Árbol del pan	Artocarpus communis	Moraceae	88	F,M
Aguacate	Persea americana	Lauraceae	68	F,M
Roble	Catalpa longissima	Bignoniaceae	68	M,L
Ricino	Ricinus communis L.	Euforbiáceas	54	Md
Naranja agria	Citrus aurantium	Rutaceae	44	F,L
Frene	Simaruba glauca DC	Oleaceae	34	L
Mombin	Spondias mombin	Anacardiaceae	27	L
Maracuyá	Passiflora edulis Sims.	Pacifloraceae	27	F
Yaya Prieta	Guatteria blainii (Griseb.) Urb	Annonaceae	19	M
Samán	Samanea saman	Fabaceae	19	M, Le
Palma	Palma africana	Arecaceae	17	M
Guanábana	Annona muricata	Anacardiaceae	12	F
Bois Rouge	Guarea perrottetiana A. Juss	Fabaceae	11	M
Coco	Cocos nucifera	Arecaceae	11	F
Bois lait	Sapium jamaicense Sw.	Apocynaceae	10	L
Cassia	Cassia grandis L.	Caesalpinaceae	9	L
Ajjes	Capsicum annum L.	Solanaceae	9	F
Cedro	Cedrela odorata	Meliaceae	8	M
Toronja	Citrus grandis Hassk	Rutaceae	8	F
Frijol trepador	Phaseolus lunatus	Leguminosaceae	7	Le,Al
Mazoko	Dioscorea bulbifera L.	Dioscoreaceae	7	T
Chayote	Sechium edule	cucurbitáceas	7	Al
Guarumo	Cecropia peltata.	Moraceae	7	S,L
Mamón	Annona reticulata	Anacardiaceae	7	F
Papaya	Carica papaya L.	Caricaceae	5	F
Salak	Salacca edulis	Arecaceae	5	F
Rameau	Bos brachyceros	Moraceae	5	L
Pino	Pinus occidentalis	Pinaceae	5	M
Anacahuita	Cordia sebestena L.	Esterculiaceae	4	M
Limoncillo	Melicocca bijuga L.	Sapindaceae	3	F
Cajuil	Anacardium occidentale	Anacardiaceae	3	F
Calbassier	Crescentia cujete L.	bignoniáceas	3	S,L
Cana	Latania loddigesii	Arecaceae	3	S,L
Granadilla	Passiflora quadrangularis L	Pacifloraceae	2	F
Bija	Bixa orellana L.	Bixaceae	2	O/C
Eucalyptus	Eucalyptus spp	Myrtaceae	2	M
Bambú	Bambusa vulgaris	Bambuseae	2	S
Acacia	Acacia magnium	Leguminosaceae	1	Le,L,M
Caimito de montes	Chrysophyllum oliviforme	Sapotaceae	1	F,L
Rosa de china	Hibiscus rosa-Sinensis (L.)	Malvaceae	1	S
Ciruela	Spondias purpurea	Anacardiaceae	1	F
Corazón de Paloma	Colubrina arborescens	Ramnaceae	1	M
Higuera	Ficus carica L.	Moraceae	1	S
kakapoul	Miconia pteropoda	Melastomataceae	1	Le
Pomoro	Eugenia jambos L.	Myrtaceae	1	S,L
Satanier	Cupania americana L.	Sapindaceae	1	S
Guayaba	Psidium guajava L.	Mirtaceae	1	F

F=Frutales; T=Tubérculos; M= Maderable; L=Leña; Le=Leguminosa; O/C= Otro cultivo; Al=alimentos; S=Servicio

En el área total muestreada de 6 ha, se registraron un total de 5 401 individuos, los cuales correspondieron con 58 especies de plantas y árboles pertenecientes a 32 familias. La familia más importante fue Anacardiaceae (mango, mombin, guanábana, mamón, cajuil, ciruela) con 6 especies, Palmaceae con 4 especies, Rutaceae, Myrtaceae y Mimosaceae con 3, Sapidaceae, Moraceae, Meliaceae, Fabaceae, Dioscoreaceae con 2 especies cada una y las otras presentaron solo una. La densidad promedio total fue 900 individuos por ha, sin incluir cacao y café. La tabla 3 muestra la descripción de la familia que mostró más abundancia por especies.

4.2.1.1 Curvas de acumulación de especies por uso de suelo

Las curvas de acumulación de especies considerando individuos con DAP \geq 5 cm en los SAF mostraron diferencias en la riqueza de especies entre los sistemas de cacao y café. En el área de comparación², los SAF con café presentaron mayor riqueza de especies, con 51 en total, a diferencia de los SAF de cacao que registraron un número estimado de 40 especies. El número de especies en los SAF de café, como se muestra en la figura 4, tiende a incrementarse según aumenta la intensidad de la muestra.

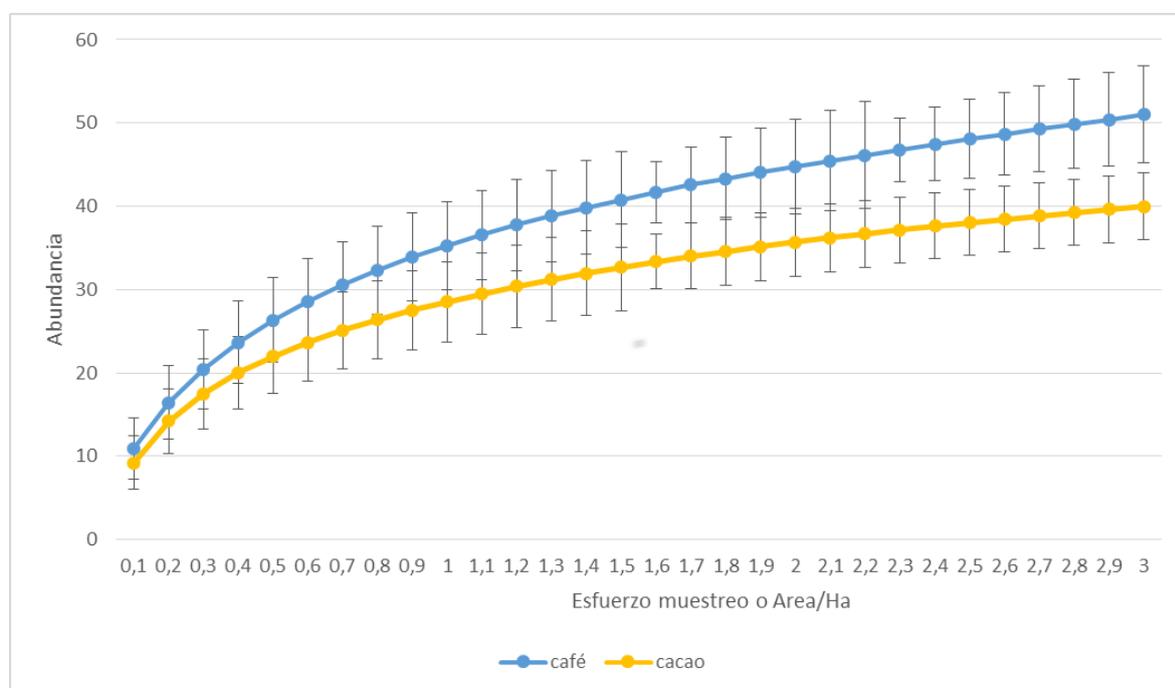


Figura 4 Curvas de acumulación de especies de los SAF de cacao y café

4.2.1.2 Curvas de acumulación de especies por Comunas

Cuando se comparan las curvas de rarefacción de los SAF de cacao y café de las 5 comunas estudiadas, como se muestra en la figura 5, se observa que las curvas de café de Dondon y Mont-Organisé están por encima de las curvas de café de Carice y de las curvas de cacao de Borgne y Grande Rivière du Nord. Con un área efectiva de muestreo de 0,7 ha, la comuna de Mont-Organisé presentó 35 especies, al igual que la comuna de Dondon, a pesar de que esta última tenía un área de muestreo menor (de 1,5 ha), seguida de la comuna de Grande Rivière du Nord, que presentó 31 especies en 1,5 ha de área muestreo, Borgne alcanzó 28 especies con un área muestreo de 1,5 ha y por último la comuna Carice, con 0,8 ha de área de muestreo presentó una riqueza de 26 especies.

² Correspondiente a tres hectáreas en total por cada uso de suelo, con una unidad muestro por parcela de 0,1 ha.

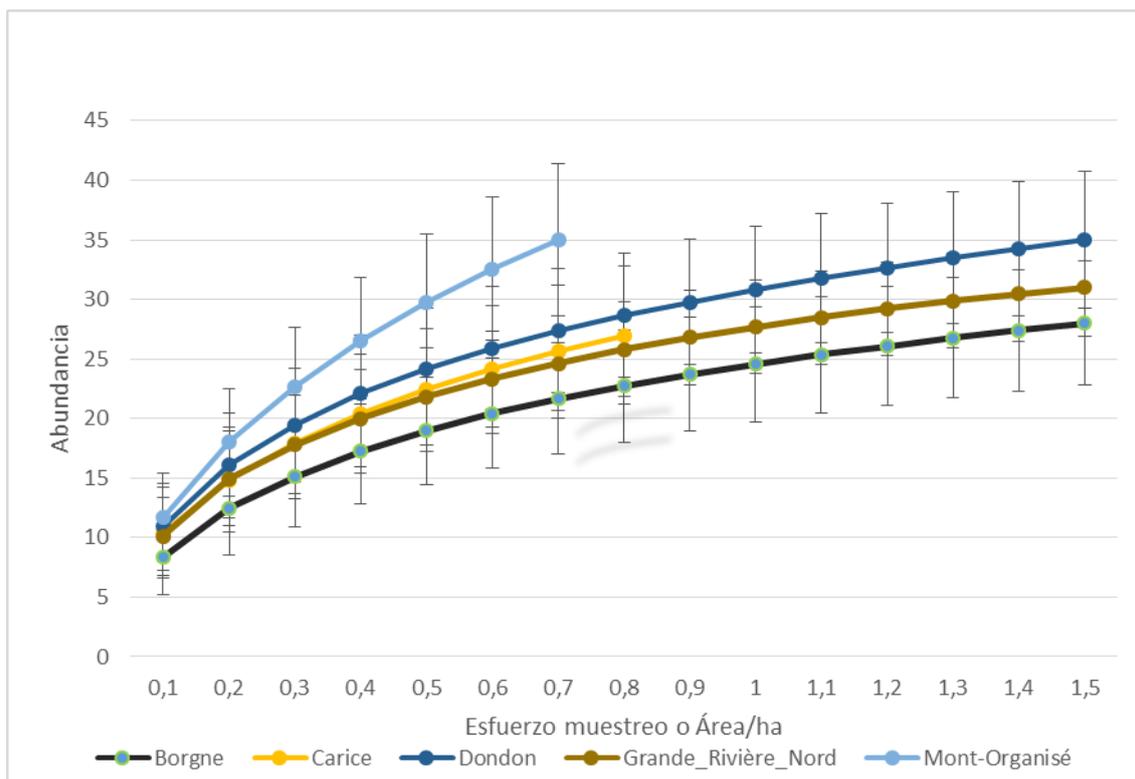


Figura 5: Curvas de acumulación de especies comparando la riqueza de los SAF de cacao y de café en las diferentes comunas estudiadas.

En el área comparable entre los sistemas agroforestales en las diferentes comunas, la comuna de Mont-Organisé con menor número de parcelas muestreadas perteneciente al SAF de café, presentó diferencias significativas muy evidentes al compararla con las demás comunas. Mont-Organisé contiene la misma riqueza que la comuna de Dondon a pesar de contar con áreas diferentes, estas superaron por una diferencia de 4 especies a la comuna de Grande Rivière du Nord y por 7 especies a la comuna de Borgne. Carice, por su parte, tiene un área de 0,8 ha y una riqueza de 26 especies.

4.2.1.3 Riqueza de especies e índice de Shannon

De acuerdo con los resultados de la investigación, las parcelas del uso de suelo de café de las comunas de Mont-Organisé y Dondon resultaron las más abundantes en especies arbóreas como lo muestra la tabla 3, seguidas con el uso de suelo de cacao de la comuna de Grande Rivière du Nord, mientras que las comunas menos abundantes fueron Carice de uso de suelo de café y Borgne de uso de suelo cacao. Para la riqueza de especies, de igual manera, Mont-Organisé y Dondon en cuanto al uso de suelo de café presentaron mayor valor, con 35 especies de las 56 encontradas en el total del área de muestreo, seguido por Grande Rivière du Nord de uso de suelo de cacao con 31, Borgne de uso de suelo de cacao con 28 y el valor más bajo presentó Carice de uso de suelo de café con solo 26 especies del total de 56 encontradas en el área muestreo.

En cuanto a la diversidad de Shannon y la riqueza de especies por comuna, se realizó una prueba de T para una media bilateral, encontrando diferencia significativa entre los valores de la riqueza de especies y el índice de Shannon de las cinco comunas con $p=0,0001$. La comuna Dondon presentó el mayor valor, mientras que el menor lo obtuvo Mont-Organisé, como se observa en la tabla 2.

Tabla 4. Riqueza de especies e índices de Shannon por comuna

Comunas	Número de Muestra	Riqueza de especies	Índice de Shannon
Mont-Organisé	8	35	1,61
Borgne	15	28	1,7
Carice	7	26	1,9
Grande du Rivière Nord	15	31	1,93
Dondon	15	35	1,96

4.2.2 Descripción de los usos

4.2.2.1 Usos de productos para consumo

Los árboles frutales de mayor uso en los SAF a base de cacao y café de los hogares estudiados fueron cacao (*Theobroma cacao*), banano (Musacea spp.), mango (*Mangifera indica*), naranja dulce (*Citrus sinensis*), café (*Coffea arabica*), piña (*Ananas comosus*); junto con los tubérculos, que fueron ñame (*Dioscóreas spp*) y malanga (*Colocacia esculenta*), ya mencionados en todos los usos de suelos de los SAF.

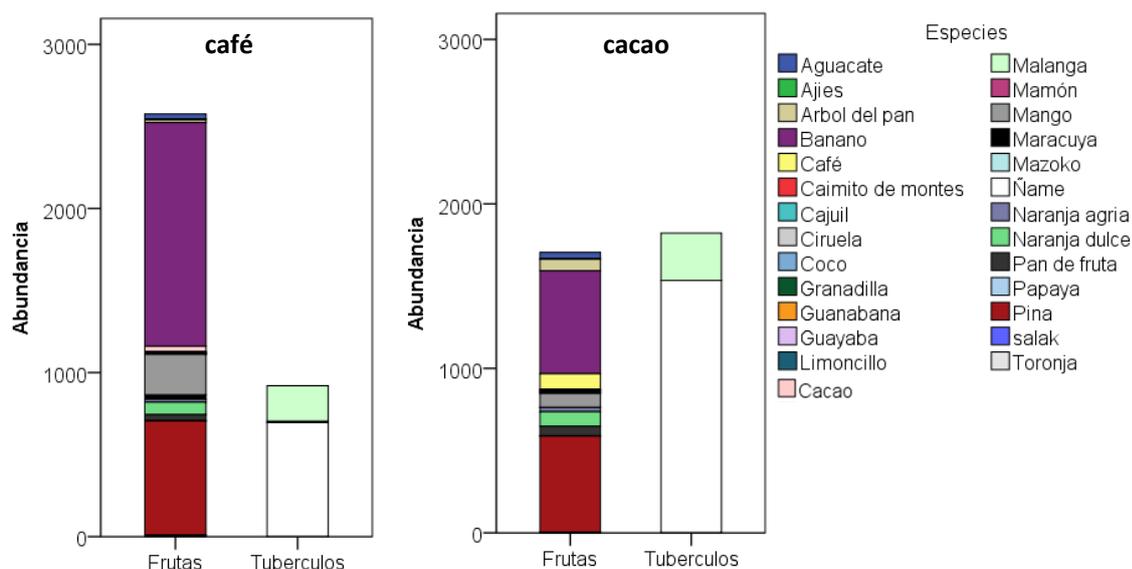


Figura 6 : Abundancia de las especies que constituyen los frutales y de los tubérculos en las parcelas de café y cacao

De acuerdo con la figura 6, el banano en el SAF de café presentó mayor abundancia, seguido por la piña y el mango, en menor proporción se puede observar la presencia de árboles de cacao en las parcelas de café, así como menor abundancia en los tubérculos de la especie de ñame, malanga y mazoko.

Con respecto al uso de suelo en cacao, se presentó mayor abundancia en tubérculos; ñame, seguido por malanga y en particular frutales como árbol del pan, cajuil y presencia de alguna parcela que contiene cafeto. Las especies frutales como banano, mango y piña

mostraron menor abundancia en el uso de cacao que el uso de suelo de café, como se observa de igual forma en la figura 6.

4.2.2.2 Uso maderable

El uso maderable tiene importancia en la economía de la familia productora. Las principales especies maderables de los dos usos de suelo son caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrelo odorata*), acacia (*Acacia magnium*), roble (*Catalpa longissima*) y yaya prieto (*Guatteria blainii (Griseb.) Urb*). La especie caoba mostró mayor abundancia en los dos usos de suelo, seguido por roble, yaya prieto, acacia entre otras, como se muestra en la Figura 7.

4.2.2.3 Uso de leguminosos para mejorar el suelo

Dentro del componente arbóreo se encuentran los árboles leguminosos que representan una fuente importante de mejoramiento de suelo. Las principales especies de leguminosas encontradas en los diferentes uso de suelo son inga (*Inga vera*) y samán (*Samanea samán*); el uso de suelo de café presenta mayor abundancia en árbol leguminoso que el uso de suelo de cacao, como muestra en la figura 7.

4.2.2.4 Uso para leña

El componente arbóreo de los SAF para la leña es principalmente el inga, luego el mango y la naranja, que representan mucha utilidad para los hogares, constituyendo por tanto fuente de energía y economía. El uso de suelo de café presenta mayor abundancia en leña que el uso de suelo de cacao, como muestra en la figura 7. Por lo general, los arboles presentes en la finca son utilizados para la producción de leña porque se trata de la única fuente de combustible.

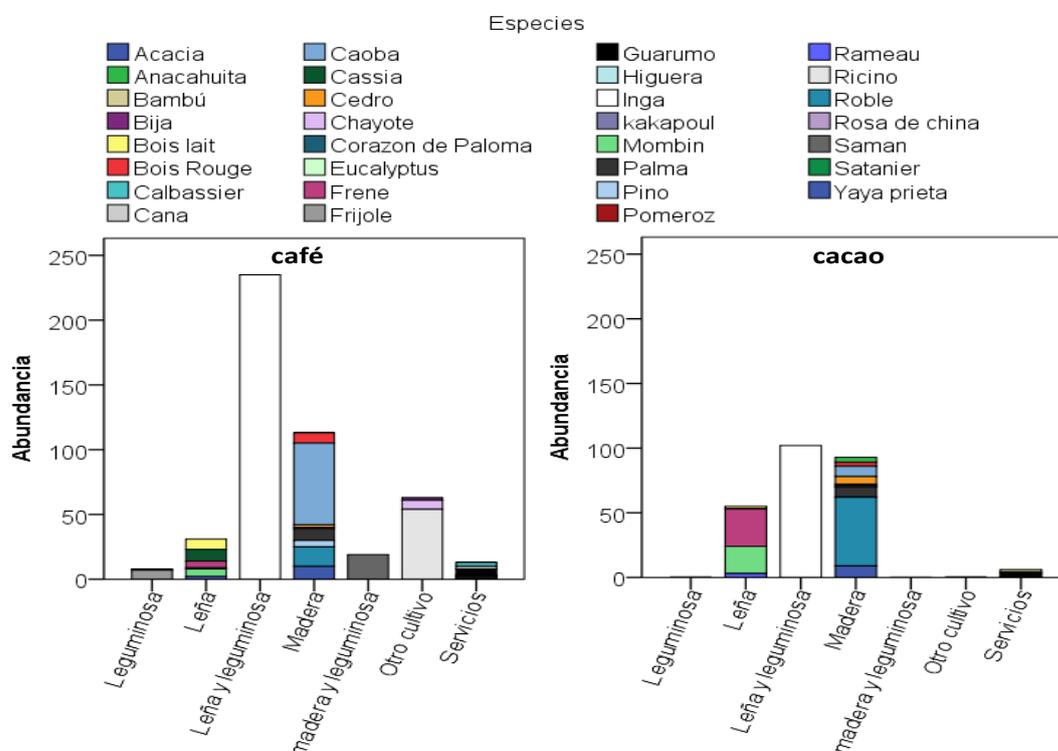


Figura 7 : Abundancia de las especies por tipo de uso otro que consumo en las parcelas de café y cacao

4.3 Uso de la diversidad por las comunas

Se puede observar en la figura 8 que la abundancia de las especies por uso varía con las comunas. Las comunas que presentaron mayores números de frutas fueron Mont-Organisé, Carice y Dondon mientras que las que se encontraron menos en Borgne y Grand Rivière du Nord. Las comunas que mostraron mayor abundancia en tubérculos fueron Grande Rivière du Nord, Borgne, Mont-Organisé seguida por Dondon y Carice. Del mismo modo, que para la leguminosa y la leña, Mont-organisé presentó mayor cantidad seguido por Dondon, Carice, Borgne y Grande Rivière du Nord, de igual manera que los otros usos.

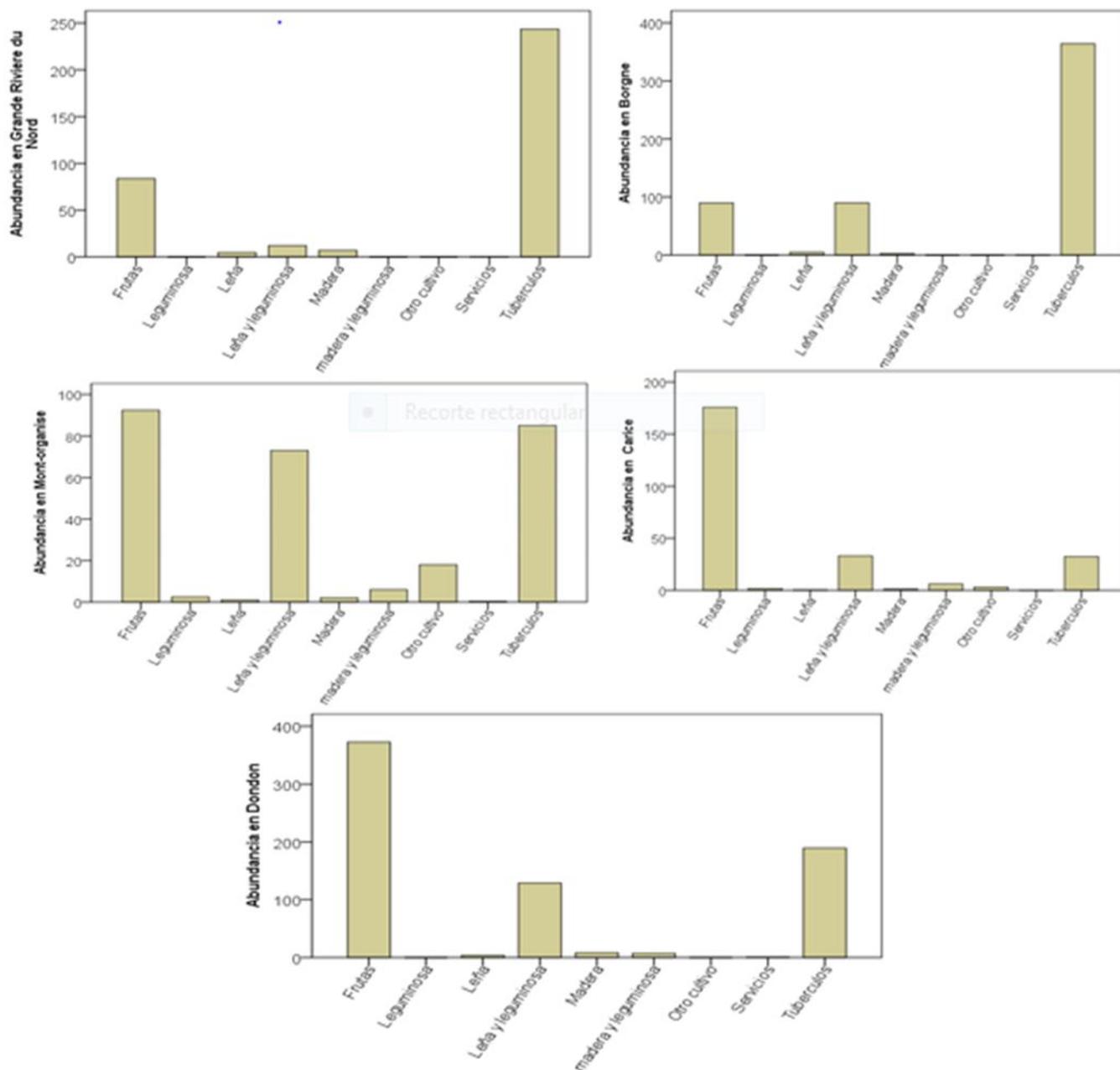


Figura 8 Abundancia de las especies por categorías de uso y por comuna

4.3.1 Tipología de las parcelas en función de la composición de los SAF de café y de cacao

4.3.1.1 Descripción de los grupos

En el análisis de conglomerado se identificaron cuatro grupos de sub-parcelas (ver anexo). El análisis de varianza multivariado usando todas las variables físicas mostró que existe diferencia estadística significativa entre las cuatros tipologías identificadas (prueba de Hotelling $p < 0.0001$).

El orden de las parcelas por los diferentes grupos dio como resultado que los primeros 27 ejes explicaron en conjunto el 90% de la variación de los datos, con el 0,14 %, 0,23 %, 0,31 %, 0,37 %, así sucesivamente.

Tabla 5. Resumen de las especies en promedio por grupos (ANOVA, Test Turkey) de acuerdo con la tipología de las fincas.

Variables	Grupo_1 (N=7)	Grupo_2 (N= 14)	Grupo_3 (N = 15)	Grupo_4 (N=24)	P-Value
Cacao	53,14 b	3,00 a	4,75 a	82,33 b	0,0001
Café	12 a	262,67 b	627,14 c	19 a	0,0001
Cajuil	2 b	1,00 a	0,0 a	0,0 a	0,01
Cedro	1,33 b	0,08 a	0,14 a	0,0 a	0,02
Coco	2,00 b	1,00 a	1,00 a	1,00 a	0,0022
Mango	5,14 ab	3,58 b	8,91 a	8,66 a	0,0005
Roble	4,42 b	4,00 a	1,4 a	1,75 a	0,0001
Samán	0,0 a	1,22 b	1 ab	0,0 a	0,0021
Maracuyá	0,12 a	0,43 a	3,6 b	0,0 a	0,02
Inga	1,06 a	6,91 b	5,81 b	4,33 ab	0,04
Banano	23,17 a	51,30 b	45,73 b	27 a	0,0058
Piña	61,83 c	6,00 a	78 b	9,00 a	0,0001
Ñame	99,14 b	23,3 a	19,38 a	50,72 a	0,0003
Chayote	0,0 a	0,0 a	0,0 a	1,75 b	0,0054
Ricino	0,0 a	0,29 a	3,33 b	0,0 a	0,0057

Los grupos seguidos de las siguientes letras a, b, ab, c no son significativamente diferentes entre ellos

En la Tabla 3, se puede observar que el grupo 1 está compuesto por parcelas de cacao con presencia de algunas plantas de café y con mayor número de ñame que los demás grupos, por eso se denomina grupo de cacao diversificado.

El grupo 2 es un grupo de café, se caracteriza por tener parcela con mayor número de banano en promedio.

El grupo 3, es el grupo de café que contiene mayor número de café en promedio, por eso se denomina grupo de café y además contiene mayor número de piña en promedio. Los grupos 2 y 3 son muy similares y se diferencian por variables con poca importancia.

El grupo 4 es un grupo de cacao por estar compuesto por mayor número de parcelas de cacao en promedio, por eso se caracteriza por ser el grupo más grande en cuanto al promedio de cacao como en número de parcelas y es el grupo especializado de cacao-ñame. (Ver tabla 4).

Los análisis univariados de las especies de SAF de cacao y de café mostraron diferencias significativas por algunas especies para la hipótesis de igualdad de media de tipologías ($p < 0.05$) (Tabla 4).

4.4 Caracterización de la estructura vertical

4.4.1 Caracterización de la estructura por uso de suelo

4.4.1.1 Caracterización en relación con la altura y el DAP

La figura 9 muestra la distribución de árboles por altura y DAP en los diferentes usos de suelo de cacao y de café. Se observa la distribución del número de árboles en altura a medida que aumentan los DAP en los cacaotales hasta los 18 m, mientras que las especies del uso de suelo de café presentan menor DAP a medida que aumenta la altura en estas parcelas hasta los 28 m, donde los puntos que representan los árboles en cada parcela se encuentran distribuidos en forma regular.

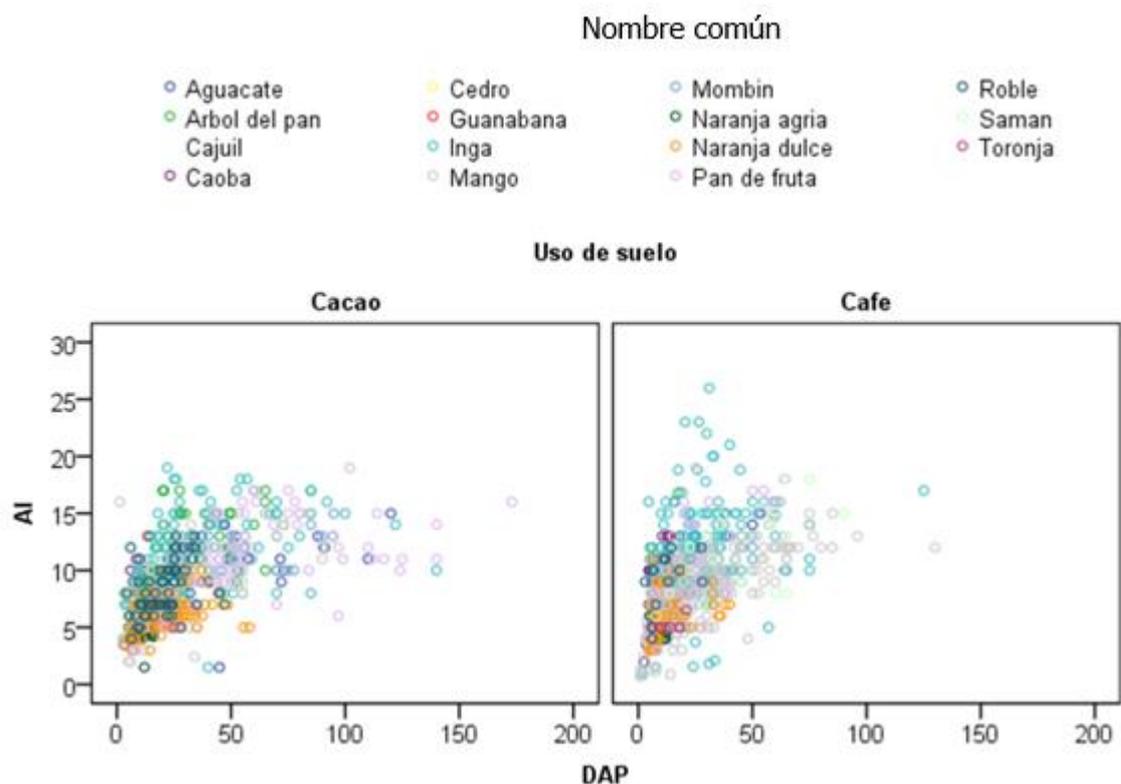


Figura 9. Relación entre el diámetro al nivel del pecho (DAP) y la altura (AL) de las especies de árboles de sombra en los SAF de café y cacao.

El análisis de la distribución de la altura y el DAP de los árboles en parcelas de diferente uso de suelo permite diferenciar entre tres rangos de distribución. Hasta los 5 m de altura, se observa menor número de árboles. Entre 5-15 m de altura, incrementa el número de árboles en altura y mayormente en diámetro en los cacaotales, por lo tanto en los cafetales los árboles aumentan mucho más en altura que en DAP. A partir de los 15 a 28 m de altura, el uso de suelo de cacao presenta árboles con mayor DAP y menor altura y, por otro lado, se observa mayor número de árboles de mayor altura en los cafetales y menor DAP, comparando el DAP y la altura en los usos de suelo. El árbol del pan (*Artocarpus*

altis) explica la diferencia con mayor DAP y menor altura en los SAF de cacao mientras que menor DAP y mayor altura en los SAF de café.

4.4.1.2 Caracterización en relación con la diversidad y la estructura

Los sistemas de cacao presentaron individuos con DAP más grande hasta 173 cm, sin embargo, los sistemas de café registraron individuos de hasta 130 cm. El número acumulado de individuos de las categorías diamétricas de los cacaotales muestran mayor número de especies en la clase diamétrica superior a 25 cm, mientras que en las clases diamétricas 10 -15 cm, 15 – 20 cm y 20 – 25 cm, no existe diferencia significativa entre número de especies. La clase diamétrica de 5- 10 cm del uso de suelo cacao fue la clase que presentó menor cantidad de especies según lo que muestra la figura 10. Por otro lado, el uso de suelo de café presenta menor especie acumulada en las clases diamétricas (5- 10 cm, 20- 25 cm) y mayor individuo en las categorías (10- 15, 15-20 cm). De igual manera, en la última categoría diamétrica (>25 cm), el sistema de cacao presenta un número de individuos superior con respecto al sistema de café, como se muestra en la figura 10

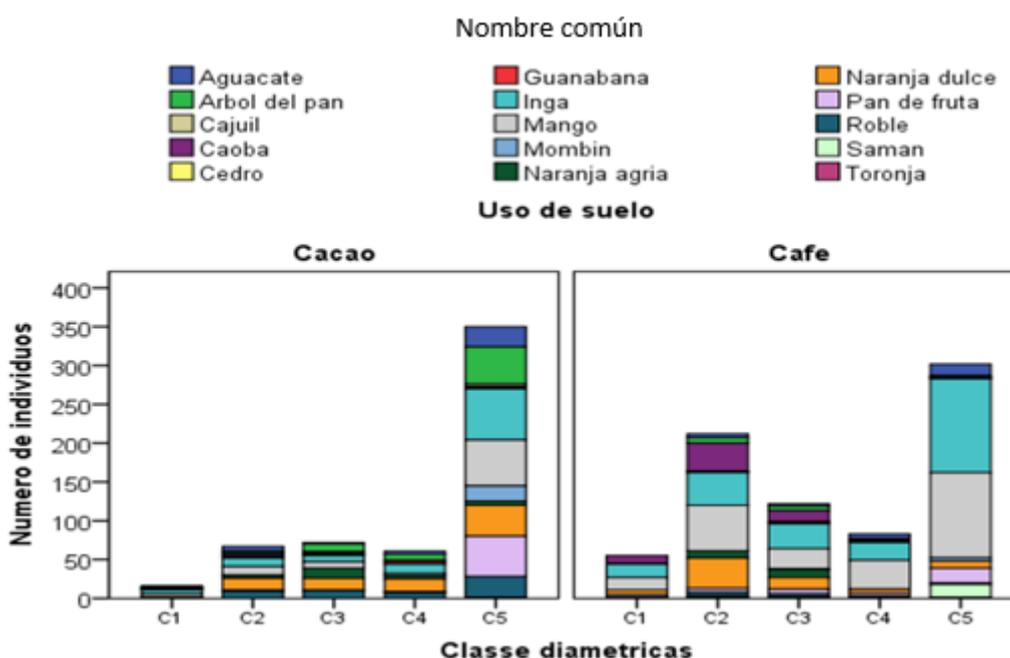


Figura 10. Distribución de las especies de árboles de sombra encontradas en los SAF de cacao y café por clases diamétricas: C1 (5-10 cm), C2 (10-15 cm), C3 (15-20 cm), C4 (20-25 cm), C5 (> 25cm)

4.4.2 Caracterización de la estructura por comuna

4.4.2.1 Caracterización en relación con la altura y el DAP

Una representación gráfica de la distribución de la altura promedio de acuerdo con el diámetro de todos los individuos en cada una de las comunas permitió observar discontinuidades que indican la existencia de límites naturales para definir rangos de altura y del diámetro, como muestra la figura 11. No obstante, se decidió establecer tres rangos de intervalos tanto en altura como en diámetro, con el propósito de describir verticalmente el dosel de los SAF de cacao y de café. Las especies arbóreas de las 5 comunas muestran la redundancia de 7,5 a 10 m de altura y se aumentan en DAP. Los árboles que muestran mayores alturas y DAP son Mombin (árbol de servicios) de la comuna de Borgne, Samán

(leguminosa) de Carice, Pan de fruta (fruta) de Grande Rivière du Nord, Samán (leguminosa) de Mont-Organisé y se diferencian de la comuna de Dondon por tener árboles de menores altura y DAP (Ver Figura 10) .

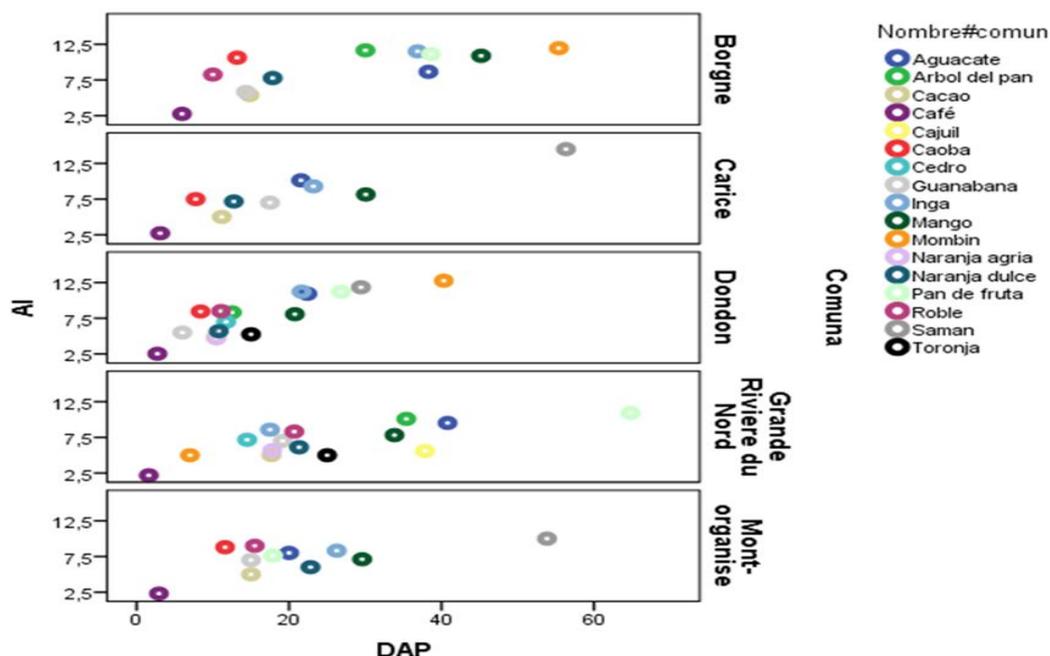


Figura 11 Relación entre la altura (AL) y el diámetro al nivel del pecho (DAP) de las especies de árboles de sombra en los SAF de café y cacao por comuna.

4.4.2.2 Caracterización en relación con la diversidad y la estructura

Al analizar los sistemas de café y cacao separados por comunas se encontró tres patrones generales de estructura poblacional diferente: en el primer patrón, se observa mayor número de individuos que se acumulan en las clases diamétricas C1, C2, C3 y C4 de las comunas de Borgne, Carice Mont-organisé, mientras en la clase de C1 de las comunas de Dondon y Grande Rivière du Nord se acumuló menor cantidad de individuos de los dos sistemas. En el segundo patrón, se nota como se distribuyen los individuos en las clases diamétricas C5 de Carice, C3 y C4 de Dondon, y en

C2 y C4 de Grande Rivière du Nord. Mientras que, el tercer patrón, está conformado por tener clases diamétricas con mayor número de especies de las siguientes comunas: C1 de Borgne, C2, C3 y C5 de Dondon, C5 de Grande Rivière du Nord y por último C5 de Mont-Organisé como se muestra en la figura 12.

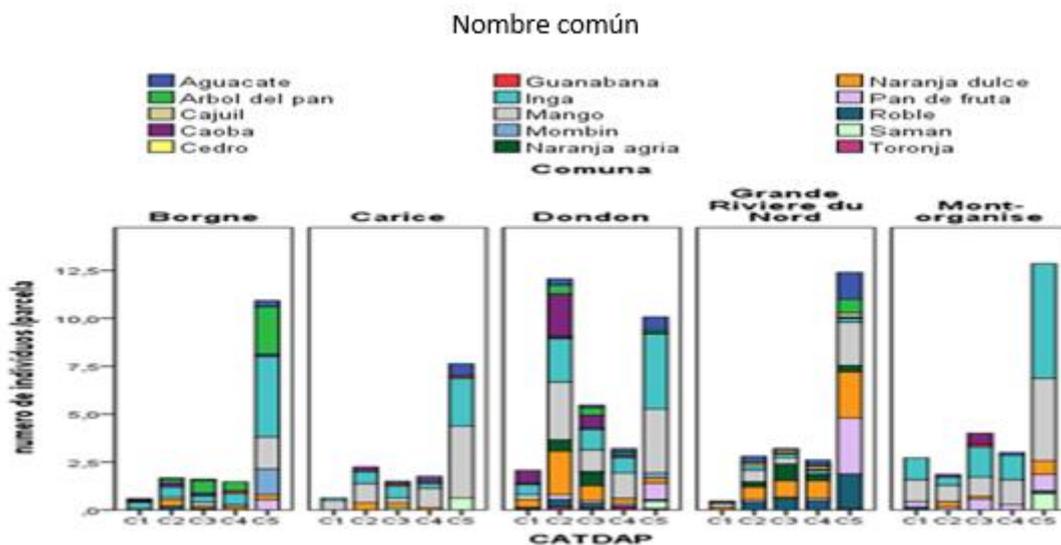


Figura 12. Clases diamétricas en las especies de árboles de sombra en los sistemas agroforestales.

4.4.3 Tipología de los SAF en función de los árboles de sombra

El análisis de conglomerados basados en tipología de las especies de sombra de los dos SAF permitió observar dos grupos principales de café y de cacao (1, 2) que no se diferencian de uno a otro en número de parcelas. Al hacer un corte a una distancia de 14,8, se observa que el dendrograma muestra seis grupos diferentes florísticamente de sombrío (ver anexo).

El agrupamiento de los SAF según las especies de sombra muestra que las sombras de los dos usos de suelo estudiados son diferentes en estructura y diversidad de especies de sombra estadísticamente con un nivel de significancia $p = 0,0014$. El SAF de cacao muestra mayores especies de sombra (11), mientras que el SAF de café 3 y por lo tanto comparten entre ambos 3 otras especies como se muestra en la tabla 5 y la figura 13.

El grupo T1 del uso de cacao se caracteriza por tener siete parcelas, mayor de sombra y menor similitud entre las parcelas que conforman este grupo. Este grupo está compuesto por especies tanto frutales como maderables que son toronja (*Citrus grandis Hassk*), roble (*Catalpa longissima*), pan de fruta (*Artocarpus altitis*), cajuil (*Anacardium occidentale*), cedro (*Cedrela odorata*), aguacate (*Persea americana*) y también de las especies que comparten en conjunto los usos de suelo.

El grupo T2 del uso de cacao se compone de tres parcelas y cuatro especies de sombra principalmente toronja (*Citrus grandis Hassk*), cajuil (*Anacardium occidentale*), cedro (*Cedrela odorata*), aguacate (*Persea americana*), adicionalmente de las especies que comparten los dos usos de suelo.

El grupo T3 del uso de suelo cacao se caracteriza por tener mayor número de parcelas (14) y está compuesto de cinco especies de sombra divididas entre especies frutales como árbol del pan (*Artocarpus communis*), monbin (*Spondias monbin*), naranja agria (*Citrus aurantium*), roble (*Catalpa longissima*), mamón (*Annona muricata*), adicionalmente con las otras especies de los usos de suelo.

El grupo T4 del uso de suelo de cacao registra cinco especies, roble (*Catalpa longissima*), pan de fruta (*Artocarpus altilis*), Naranja dulce (*Citrus sinensis*), mamón (*Annona muricata*), incluyendo tres especies que comparten los dos usos de suelo.

El grupo T1 del uso de suelo de café conforma veinte parcelas y se registran tres árboles de sombra, samán (*Samanea saman*), toronja (*Citrus paradisi*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y las especies que están compartiendo entre los dos usos.

El grupo T2 del uso de suelo de café presenta diez parcelas y registra la caoba (*Swietenia macrophylla*) como especie principal de sombra, adicionalmente a las especies de uso común de los dos usos de suelo.

Para el nivel de estructura en sombra, la mayor diferencia se muestra en el porcentaje de especies de árboles de sombra, mientras que los porcentajes promedios de sombra de cada sistema no son tan diferentes entre otros, 86 % en promedio para el SAF de cacao y 76 % para el uso de suelo de café. Las especies de sombra más abundantes y que determinan la estructura del dosel y de la sombra en general de los dos SAF son *Inga vera*, *Mangifera indica* y *Citrus sinensis*. La tabla de contingencia y correspondencia presenta 6 grupos a razón de 4 de cacao y 2 de café; se puede ver las relaciones que existen entre los dos SAF

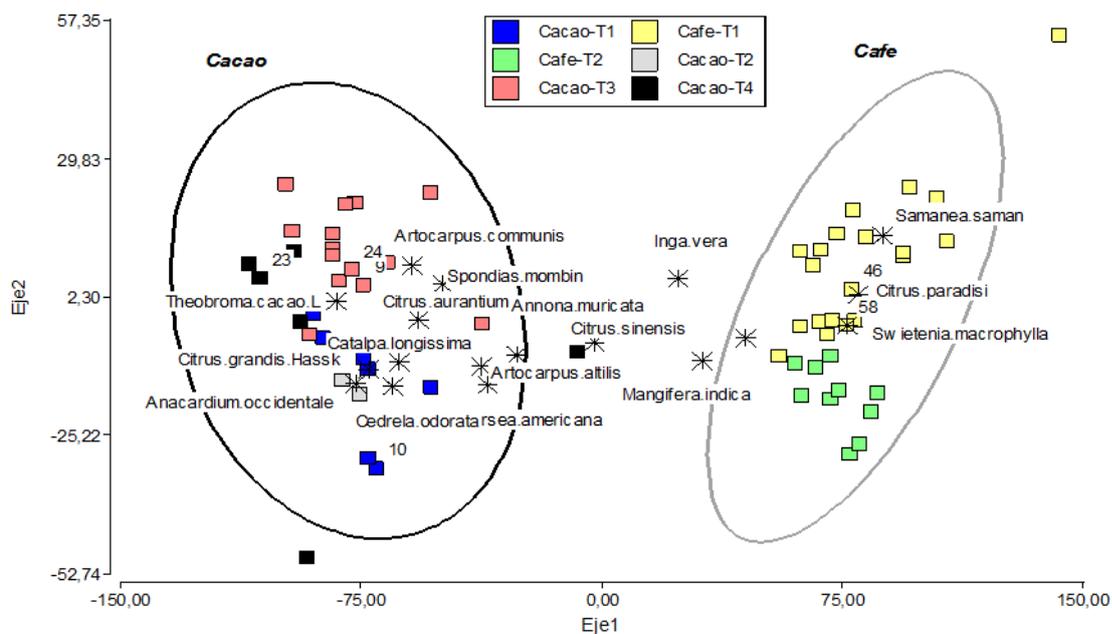


Figura 13 .Matrices de agrupamiento de los SAF de cacao y café según las especies de sombra presentes en cada sistema y las que comparten en los sistemas

Aun así, de las 17 especies de sombra las más importantes difieren entre los tipos de uso de suelo, siendo estas las que definen las agrupaciones por composición de especies de sombra (tabla 5). Únicamente las especies *Inga vera*, *Citrus sinensis* y *Mangifera* están presentes con alta representatividad en los dos usos de suelo; se trata de las tres especies más dominantes en sombra. La tabla 6 de las especies de sombra por uso de suelo y las que comparten por ambos se muestra a continuación.

Tabla 6. *Las especies de sombra más dominantes de los SAF de cacao y de café y las especies que comparten los dos sistemas*

Especies específicas		Especies Ambos
SAF Cacao	SAF Café	
Artocarpus.altilis	Swietenia.macrophylla	Mangifera.indica
Artocarpus.communis	Samanea.saman	Inga.vera
Catalpa.longissima	Citrus.paradisi	Citrus.sinensis
Theobroma.cacao.L		
Persea.americana		
Anacardium.occidentale		
Cedrela.odorata		
Spondias.mombin		
Citrus.grandis.Hassk		
Citrus.aurantium		
Annona.muricata		

4.4.4 Determinación de la relación entre los beneficios ambientales y la rentabilidad económica

Como se puede observar en la figura 14, la relación entre la ganancia por finca y la biodiversidad presenta tres patrones diferentes. El primer patrón muestra una aglomeración de parcelas de cacao y café con menor ganancia y biodiversidad. El segundo patrón indica que a mayor biodiversidad menor ganancia, pero se nota con mayor proporción en los SAF de café que de cacao. El tercer patrón está compuesto por cuatro parcelas de cacao, tiene menor biodiversidad y cuenta con mayor ganancia.

Por otro lado, la relación de la biomasa aérea con la ganancia por finca muestra que a menor contenido de biomasa mayor ganancia. Por otro lado, se observa un incremento de ganancia en cuatro parcelas de café con una menor cantidad de biomasa.

La relación entre la materia orgánica y la ganancia de finca de cacao y café muestra que con mayor porcentaje de materia orgánica menor ganancia en total en los SAF de café y en menor proporción en los SAF de cacao. Por lo tanto, se observa un incremento en ganancia en cuatro parcelas de cacao y en otras dos de cacao aumenta el porcentaje de materia orgánica y disminuye la ganancia.

La relación entre la incidencia de erosión con la ganancia por finca presenta parcelas en 5 filas diferentes de acuerdo con el porcentaje de erosión y el valor de la ganancia. En la primera fila se observa un grupo de parcela de cacao y otra de café, con menor incidencia de erosión mayor ganancia. En el segundo grupo, se muestra que con menor erosión en la parcela de café menor ganancia, mientras que el uso de suelo de cacao presenta el contrario: con menor erosión mayor ganancia.

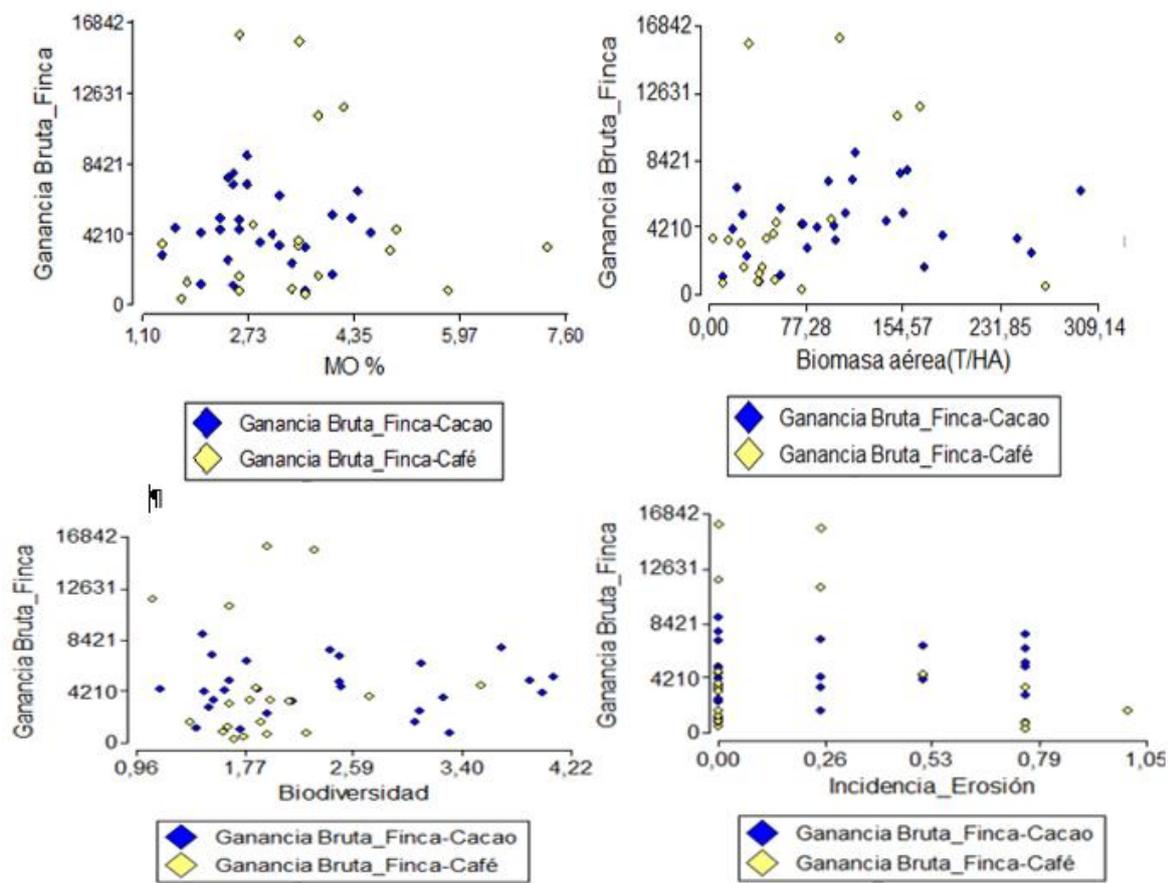


Figura 14. Relación entre los beneficios ambientales y la rentabilidad económica.

5 Discusiones

5.1 Impacto del uso de suelo sobre la biodiversidad

5.1.1 Comparación de riqueza de las especies entre café y cacao

Según los resultados del estudio, al comparar los SAF de café con los SAF de cacao, se observó que la riqueza de especies fue menor en los cacaotales que en los cafetales. De las 58 especies registradas 51 estuvieron presentes en los SAF de café y 40 en los SAF de cacao. Esta comparación se debe al porcentaje promedio de la sombra por uso de suelo, al uso indiscriminado de la diversidad de especies, al efecto negativo y la perturbación por huracán y ciclón, la posición geográfica de las parcelas y el manejo que los productores dan a sus fincas (Grubb 1977; Jean-Denis *et al.* 2014). Asimismo, el efecto alelopático del cacao que impide mayormente la regeneración de otras especies y la anchura de las copas de árboles de sombra. En términos de la diversidad biológica, los SAF de cacao y de café muestran que el índice de Shannon al nivel de riqueza de especies por parcela varía entre 0,97 a 1,47. La diversidad de especies observada en nuestra zona de estudio es bajo cuando la comparamos con la diversidad de especies encontrada en los SAF de café de India, donde el total de especies es mayor a 70 especies y con un índice de Shannon de 2,7 (Ambinakudige y Sathish 2008).

Los SAF de cacao y café de los pequeños agricultores estudiados en las comunas de los departamentos Norte y Noreste de Haití tienen áreas que se oscilan entre 0,12 a 1,5 ha. Por lo cual los productores se diferencian entre ellos por la cantidad de parcelas que poseen. Esta diferencia se observa mayormente con los productores de café que los productores de cacao debido a que los productores de cacao poseen una a cinco parcelas por productor mientras que los productores de café de una a dos.

5.1.2 Composición de la biodiversidad asociada del café y cacao

El resultado de la tipología de los SAF en función de los árboles de sombra permitió separar las especies de sombra de los usos de suelo (café y cacao), por lo tanto las especies que son comunes entre ellos. Como se presenta en la Figura 13, los dos usos de suelo contienen en total 17 especies de sombra. Aun así, de las 17 especies de sombra, las más importantes se difieren entre los tipos de uso de suelo, siendo estas diferencias las que definen las comunas por la composición de especies de sombra. El uso de suelo de café presenta tres especies de sombra, el uso de suelo de cacao once especies y se comparten entre ellos tres especies (tabla 4). Únicamente las especies *Inga vera*, *Citrus sinensis* y *Mangifera indica* están presentes en los dos usos de suelo, siendo estas tres especies las más comunes. Esta diferencia no se observa solamente entre los dos usos de suelo (cacao y café) sino también entre el mismo uso de suelo de comunas diferentes. El uso de suelo de café de la comuna de Dondon se difiere del uso de suelo de las comunas de Mont-Organisé y Carice por el tipo de manejo en las parcelas, la distribución anual del régimen de lluvia (figura 1) y el aporte de los SAF de café a los productores. Por otro lado, los productores de Mont-Organisé y de Carice tienen bajo rendimiento y pocas presencias de otros cultivos que les permiten suplir sus necesidades, en consecuencia, cortaron los árboles y resultó una disminución de especies de sombra en sus parcelas (Figura 8). Los productores de cacao manifiestan mayor interés en visitar la finca por tener dos cosechas de cacao anual, especies frutales como *Artocarpus communis*, *Artocarpus altilis* que se producen todo el año, y que se encuentran a mayor cantidad en el uso de suelo cacao que el uso de suelo de café, además de los cítricos. Los árboles frutales típicos por comunas inciden también entre los dos usos de suelo de las cinco comunas. Los frutales como *Artocarpus communis* y *Artocarpus altilis* con una alta representatividad en el uso de suelo de cacao, solo se observan en la comuna de Dondon del uso de suelo de café pero no están presentes en Carice y Mont-Organisé.

5.1.3 Estructura de la biodiversidad asociada a los usos de suelo de café y cacao

Con base en los resultados obtenidos, la estructura de las parcelas de los SAF de los dos usos de suelo presenta distribución diferente en los valores promedio entre la altura y el DAP. En el uso de suelo de cacao, el resultado de la Figura 9 muestra que al contar con mayor altura de árboles mayor DAP. Esto se evidencia por la densidad y la edad de los árboles, ya que la cultura de conservación que tienen los productores de cacao para proteger los cacaotales permite la presencia de árboles con mayor DAP y altura. Por el caso del uso de suelo de café, a medida que los árboles incrementan su altura disminuyen en DAP. En las parcelas de café, se observó que con la mayor densidad de árboles el café tiende a aumentar su altura pero decrece su DAP. La presencia de plagas y enfermedades en el uso de suelo de café disminuye la producción y, con poco cultivo asociado, los productores de café no manifiestan interés como los productores de cacao, por eso abandonan sus fincas. Como son fincas abandonadas, no requieren manejo por lo tanto

aumenta la regeneración de café como los árboles de sombra, y resultaron en un aumento en la altura y una disminución en DAP.

5.2 Impacto del uso de la biodiversidad sobre su composición y su estructura

5.2.1 El uso de la biodiversidad depende del contexto socioeconómico

Los usos dados a las diferentes especies dependen de la visión, cultura y necesidad de la familia del productor en su hogar, de esa manera se determina qué especies proveen más servicios y beneficios. En el caso de las comunas de los departamentos Norte y Noreste, se identificaron 7 usos (ver tabla 1) donde los más comunes fueron: maderable, frutales, leña, tubérculos (alimento), leguminosas, servicios y otros cultivos.

La presencia de las especies frutales y tubérculos en estos componentes es un factor importante en la economía de los productores de cacao y café, pues representa una alternativa para el consumo e ingreso adicional de los hogares. El uso de la leña es un factor vital para los productores de café y cacao debido a que es la única fuente de energía que utilizan en sus cocinas. El uso de suelo de café proporciona mayor cantidad de leña que el de suelo de cacao por el tipo de especies asociadas (Figura 7). El uso de la madera difiere de los dos usos de suelo por sus principales especies maderables, por lo tanto entre comunas, y por otro lado contribuyó a la economía y el suministro de leña a las familias. Las especies que pertenecen a las familias Rutaceae, Moraceae, Musaceae y Dioscoreaceae tienen funciones muy importantes en la seguridad alimentaria de los hogares en las comunas, en cuanto a la preferencia de consumo, la Moraceae se usa frecuentemente en la dieta de los hogares de la comuna Borgne, y por tanto como sombra para el cacaotal (Jean-Denis *et al.* 2014). Se puede evidenciar que la diferencia entre los usos de suelo y la biodiversidad asociada entre las comunas determina la estructura y la composición de los SAF.

5.2.2 El uso de la biodiversidad determina la estructura y la composición

La distribución de los individuos de las especies por clase diamétrica en los tres patrones registrados evidencia que todas las especies presentan mayor abundancia en la clase diamétrica menor de 5 a 10 metros e intermedios de todas las comunas al excepción de la comuna de Dondon, que tiene mayor cantidad de especies en las clases diamétricas menor e intermedio (ver Figura 12) y presentan carencia de los tamaños de DAP >25 cm.

La poca existencia de individuos en las clases diamétricas mayores podría estar relacionada con la ecología de cada una de las especies en los dos usos de suelo y el efecto del porcentaje de sombra sobre la regeneración natural de los árboles. Por ejemplo, algunas especies demandantes de luz, el nulo manejo de las parcelas, así como los factores antropogénicos o naturales no tomados en cuenta en el estudio.

Las especies de Samán (*Samanea saman*), pan de fruta (*Artocarpus*) y mango (*Mangifera indica*) están ausentes en las clases diamétricas menores a 25 cm, destacando así el declive de la población, pues los individuos adultos son pocos y la regeneración resulta nula principalmente en el uso de suelo de cacao. Esto disminuye la riqueza de especies por parcela y expone las especies a una eventual extinción. Sería importante que, para una futura investigación, se tome en cuenta la historia de cada uno de los sitios para analizar si la falta de estas especies o sus escasez de individuos en las clases diamétricas se debe a

razones históricas: nivel de fragmentación y/o el aprovechamiento de especies (Hubbell y Foster 1986; Clark *et al.* 1998). Por lo tanto, se debe tomar en cuenta el estado del ancho de las copas de los árboles, la dormancia y el poder germinativo de las semillas.

Las especies inga y naranja dulce resaltaron de manera dominante con respecto al resto de las estudiadas y en cuanto a la existencia de individuos en todas las clases diamétricas. El comportamiento de estas especies garantiza el reemplazo de los individuos adultos, resultan especies de interés para los productores o son especiales debido a que mejoran el suelo (Inga), además dichas especies representan un aumento en el ingreso familiar y una fuente de combustible para los hogares. Por lo tanto, los productores no hacen el reemplazo conscientemente, sino de manera empírica.

5.3 Impacto de la estructura y composición de la biodiversidad sobre la fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo depende en gran parte de su contenido de materia orgánica. El resultado de este estudio evidencia una tendencia a que el uso de suelo de café contiene mayor porcentaje de materia orgánica que el uso de suelo de cacao en promedio respectivamente, como se muestra en la tabla 5. En el uso de suelo de café se encuentra mayor cantidad de árboles leguminosos (*Samanea samán* e *Inga vera*) y frutales, por eso, se descomponen fácilmente y aportan mayor cantidad de nutrientes al suelo. Mientras que el uso de suelo de cacao tiene mayor densidad de árboles frutales y maderables, por esta razón mayor porcentaje de sombra. El uso de suelo con cacao solo cuenta en menor proporción con el árbol leguminoso (*Inga vera*), por lo tanto tiene menor porcentaje de materia orgánica.

El análisis estadístico que compara la materia orgánica entre las diferentes comunas muestra diferencias en la cantidad de materia orgánica promedio (figura 2). La comuna de Dondon con el uso de suelo de café contiene mayor porcentaje de materia orgánica, seguida por Mont-Organisé, Borgne, Grande Rivière du Nord y por última la comuna de Carice. El estudio que realizó Rojas permite clasificar la materia orgánica de las comunas en estudio según la metodología de Walkley-Black: Muy bajo: <0,9; Bajo: 1-1,9; Normal: 2-2,5; Alto: 2,6-3,5; Muy alto: >3,6 (Rojas Molin 2002). La comuna de Dondon se encuentra dentro de la clasificación con valores de muy alto con 3,9 %, las comunas de Borgne y Mont-Organisé como alto con 3,36 % y 3,27 % respectivamente, y las comunas de Grande Rivière du Nord y Carice en normal con 2,7 % y 2,16 %.

El uso dado a las especies frutales y los cultivos asociados a los dos usos de suelo depende de la cultura y las especies típicas de las comunas. Las especies *Rutaceae*, *Musaceae*, *Dioscoreaceae* y los cítricos resultan comunes entre los usos de suelo y son las principales fuentes de consumo para los productores. La especie *Moraceae*, principal en el uso de suelo de cacao de las comunas de Borgne y Grande Rivière du Nord, se observa solo en el uso de suelo de café de Dondon. La *Moraceae*, por la cultura y como preferida en los hogares de la comuna de Borgne, se consumió mayormente durante la época de cosecha en comparación con las demás comunas. El aprovechamiento discriminado de la madera se observa en todas las comunas, principalmente en los usos de suelo de café de las comunas de Carice y Mont-Organisé mayormente y de Dondon respectivamente. Los productores de cacao de las de Grande Rivière du Nord y principalmente Borgne manifiestan interés por proteger la finca contra la sequía, conservar la biodiversidad, así como los cultivos asociados al cacaotal.

Tabla 7. Resumen de las principales variables de comparación de los SAF de cacao y café.

Variable	Cacao	Café	Promedio
Materia orgánica	2,83	3,31	%
Densidad de árbol de sombra	328,03	238,9	Árboles/ha
Maderables	5,96	2,1	Árboles/ha
Sombra	0,86 %	0,78 %	%
Tubérculos	43,26	44,56	Plantas/ha
Frutales	84,8	113,53	Frutales/ha

5.4 Relación entre la rentabilidad económica y los beneficios ambientales

La materia orgánica, la biomasa aérea, la biodiversidad y la rentabilidad económica muestran una relación positiva con parcela distribuida en las gráficas, mientras que la incidencia de erosión presenta una relación lineal. Según lo que muestra la figura 14, se observan cuatro parcelas que presentan mayor relación por incrementarse al relacionar los beneficios ambientales con la rentabilidad económica que son las parcelas de Dondon, seguidas por Grande Rivière du Nord como se puede justificar con la tabla 9. Los resultados del estudio de los SAF del uso de suelo de cacao y café muestran que, en cuanto a la relación entre a los beneficios ambientales y la rentabilidad económica, los SAF de los dos usos de suelo contribuyen significativamente en los ingresos y dieta familiares, por lo tanto proveen productos múltiples.

6 Conclusión

La composición de los SAF de cacao y café en las comunas de Borgne, Grande Rivière du Nord, Dondon, Mont-Organisé y Carice, cuenta con una densidad arbórea diversa, con una densidad promedio de 900 individuos por hectárea, presenta 56 especies y 32 familias. El uso de suelo de café muestra mayor riqueza de especies con 51 y el uso de suelo de cacao 40. Los frutales y tubérculos más abundantes fueron: banano, piña, ñame y malanga entre otros. Las especies con mayor abundancia y con potencial maderable son *Cedrela odorata* y *Catalpa longissima* e *Inga vera* con mayor potencial para el uso de leña, por consiguiente los sistemas agroforestales cumplen funciones múltiples en los hogares de las familias productoras.

El análisis estructural de los SAF muestra una progresión tanto en altura como en DAP en los SAF de cacao, mientras que en los SAF de café se observa mayor progresión en altura que en DAP. Las especies estructuralmente más importantes definieron 3 estratos verticales, con la mayor proporción de individuos en la clase diamétrica superior a 25 cm y disminuyendo hacia las más pequeñas para el uso de suelo de cacao y con mejor distribución de los individuos casi en todas las clases diamétricas para el uso de suelo de café.

Tanto los SAF de café como los del cacao mostraron diferencias entre los grupos en la tipología de las parcelas y la tipología de los árboles de sombra.

Los SAF de uso de suelo de cacao y de café muestran una relación positiva entre los beneficios ambientales y la rentabilidad económica.

De acuerdo con los resultados, con respecto al SAF del uso de suelo de cacao, se debe manejar la cobertura arbórea para obtener mayores ingresos por especies maderables, frutales y tubérculos. Por el contrario, en los SAF de café se recomiendan nuevas técnicas de plantación, el manejo y la reducción de la densidad de individuos por parcelas, así mejorará la producción. De este modo, el trabajo destaca la importancia del uso de las especies, en que se diferencian las comunas, y que el SAF no solo mantiene los beneficios en el suelo, sino también provee servicios, alimentos y la producción de café y cacao.

Capítulo III

Artículo II. Contribución de los sistemas agroforestales con cacao y café en la economía y nutrición familiar en los departamentos Norte y Noreste de Haití.

Resumen

El potencial de los productos agroforestales para contribuir en la economía y nutrición familiar se cuantificó por los valores de rendimientos, ingresos y productos consumidos que generaron las fincas. Se estudia la contribución de los sistemas agroforestales de cacao y café en el ingreso y el consumo familiar de 59 pequeños productores de las comunas de Mont-Organisé y Carice del departamento Noreste y Dondon, Grande Rivière du Nord y Borgne del departamento Norte. Los principales productos agroforestales distintos del cacao y café fueron bananos, naranja dulce, naranja agria, ñame, pan de fruta, fruta del pan, palma, maracuyá, malanga, frutas y madera, los que generaron ingresos y contribuyeron al ahorro familiar y la seguridad alimentaria.

La intensificación de los SAF permite obtener mayor rendimiento, ingreso neto y productos para una diversificación de la dieta familiar. Se necesitan más estudios para comprender de manera adecuada el mecanismo de mejora del rendimiento de las fincas por medio de la intensificación.

Los datos sobre la diversidad de especies vegetales comestibles y la diversidad de la dieta fueron recogidos en 59 fincas dentro de cinco comunas de los departamentos Norte y Noreste. Las métricas de diversidad funcional (FD) nutricional se calcularon sobre la base de la composición de las especies de los SAF y las especies de composición nutricional. La FD nutricional resumió la diversidad de nutrientes proporcionado por los SAF y dio a conocer la variabilidad entre los SAF en las comunas. La correlación entre FD nutricional, alimentos e indicadores de la nutrición fue significativa a nivel de los hogares y está asociada con las variables observadas al nivel de comunas.

Este estudio proporciona métricas innovadoras para abordar la diversidad nutricional en Haití y propone intervenciones en los SAF hacia la diversidad suficiente de nutrientes. Esta nueva hipótesis sobre la relación entre la biodiversidad agrícola, la seguridad alimentaria y la nutrición humana genera estrategias para futuras investigaciones. El árbol del pan, pan de fruta y el cacao son fuentes de nutrientes que permiten el aumento de los elementos necesarios para una mejor dieta proveniente de los SAF. El SAF diversificado facilita tener alimento todo el año para el consumo de la familia con productos como el ñame y el banano en todas las comunas, y el árbol del pan se produce todo el año solo en las comunas de Borgne y en pequeña proporción en Grande Rivière du Nord.

Abstract

While the potential of agroforestry products to contribute to the economy and family nutrition was quantified by the values of performance, and income generated and consumed farm products. Underway is the contribution of agroforestry systems of cacao and coffee in income and household consumption of 59 small producers in the municipalities of Mont - Organisé and Carice Northeast department and Dondon, Grande Rivière du Nord and North Borgne department. The main agroforestry products other than cocoa and coffee were bananas, sweet orange, sour orange, yam, breadfruit, breadfruit palm, passion fruit, taro, fruit and wood, that generated revenues and contributed to food security. The intensification of the SAF enables higher performance, net income and products for a diversified family diet. Further studies are needed to understand and comprehend the mechanism of improving the performance of farms through intensification. Data on the diversity of edible plant species and the diversity of the diet were collected on 59 farms in five districts of the North and Northeast departments. Metrics functional diversity (FD) Nutritional were calculated based on the species composition of agroforestry systems (SAF) and the species of nutritional composition. FD summarized nutritional diversity of nutrients provided by the SAF and unveiled the variability between SAF in the communes. The correlation between nutritional FD, food and nutrition indicators were significant at the level of households and are associated with the observed variables at the level of the communes. This study provides innovative metrics for the study of nutritional diversity in Haiti and proposed interventions in the SAF to encourage enough diversity of nutrients.

This new hypothesis on the relationship between agricultural biodiversity, food security and human nutrition generate strategies for future research. Breadfruit, and cocoa are sources of nutrients that allows an increase of the elements necessary for a better diet from the SAF. The SAF allows diversified food all year round for family consumption with items such as yams and bananas in all communes. However breadfruit will grows throughout the year in the communes of Borgne and in a smaller proportion in the commune of Grande Rivière du Nord.

1 Introducción

A pesar de los grandes avances que se han hecho en la reducción del hambre por medio del fomento de la agricultura en todo el mundo, más de 795 millones de personas están desnutridas (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2014); más de 2 000 millones de personas en el mundo en 2007 se encontraron con deficiencias en el consumo de vitaminas y minerales claves para su nutrición, en particular, de vitamina A, yodo, hierro y zinc (World Health Organization 2007; Hernandez 2014). Además de producir una cantidad suficiente de alimentos también resulta un importante desafío contar con una agricultura basada en sistemas alimentarios eficientes y sustentables capaces de proporcionar una adecuada diversidad de los nutrientes necesarios para una vida sana.

Se han desarrollado varios métodos en las ciencias de la nutrición que van más allá del nutriente o alimento que permite determinar una diversidad de dieta más amplia (Food and Agriculture Organization and Food and Nutrition Technical Assistance Project 2008) (Kennedy *et al.* 2010). Los índices de la dieta son el patrón del consumo y la composición nutricional de los alimentos (Drescher *et al.* 2007) (Waijers *et al.* 2007). En cuanto a la diversidad dietética, contar con el número total de alimentos o grupos de alimentos es sinónimo de estimar la riqueza de especies y riqueza del grupo funcional. Estos dos enfoques cuantitativos son descritos en la métrica FD nutricional (Petchey y Gaston 2002). FD es una métrica que refleja el carácter distintivo de una comunidad y el grado de complementariedad en las características de las especies dentro de esta misma comunidad.

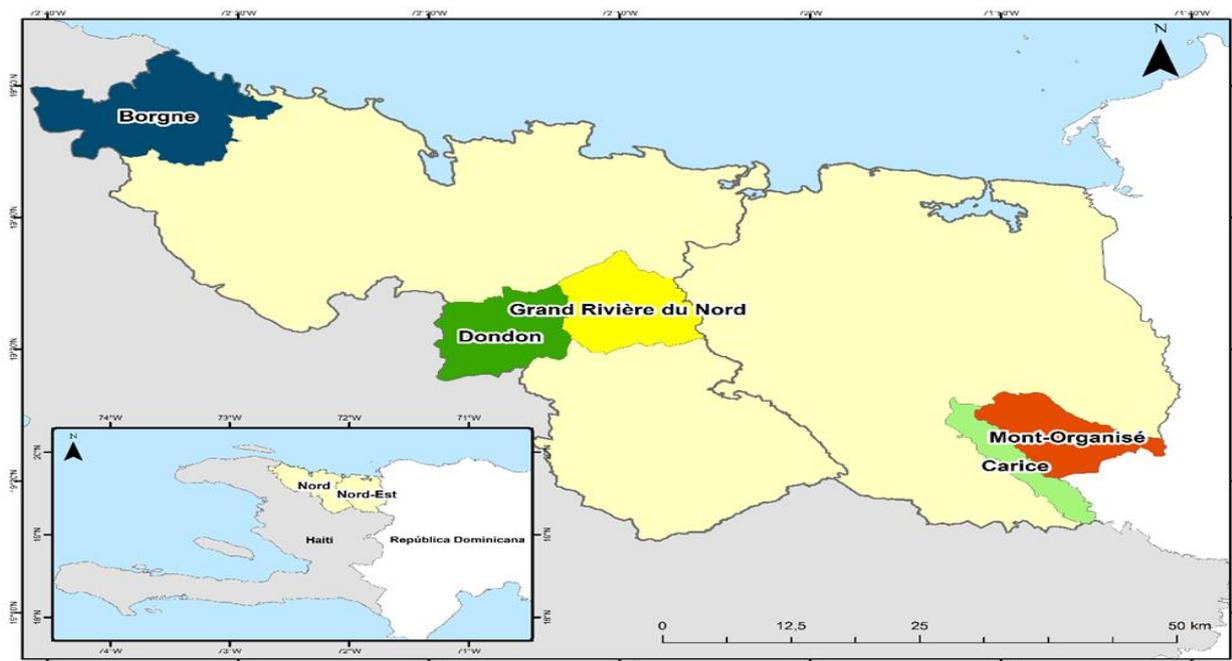
La métrica FD nutricional se basa en la composición de las especies vegetales de los SAF, la composición nutricional de estas plantas para 15 nutrientes esenciales en la dieta humana y la composición de las plantas que poseen estos 15 elementos (Tabla 9). El valor de FD nutricional aumenta cuando una especie con una combinación única de nutrientes se añade a una comuna y disminuye cuando esta especie se pierde. Los cambios en la presencia o ausencia de especies idénticas en la composición nutricional no cambian su valor de FD, sin embargo, proporcionan redundancia, en caso de que otras especies no produzcan en el SAF. Por ejemplo el cambio climático, como período de sequía más largo, podría impedir cultivar algunas especies de plantas con éxito, por lo que disponer de varias especies con similar composición nutricional significaría que ese cambio en la composición de las especies de cultivos no tendría repercusión necesariamente sobre la diversidad nutricional global en los SAF o a nivel comunal. La métrica FD nutricional refleja la diversidad de nutrientes proporcionados por los SAF y la complementariedad en nutrientes entre especies de otro uso de suelo y del mercado de las comunas.

En este estudio, se analiza cómo las métricas FD nutricional pueden proporcionar ideas en diversidad de nutrientes de los sistemas agrícolas y tener potencial para orientar el manejo agrícola. Los datos sobre la diversidad de especies de plantas y la diversidad de la dieta fueron recogidos por cada una de las 59 parcelas o huertos familiares en Grande Rivière du Nord, Dondon, Borgne, Carice y Mont-Organisé. Las cuatro métricas de FD nutricional fueron calculadas: FD total describiendo la diversidad para todos 15 nutrientes de la Tabla 9, para las cuatro FD macronutrientes, FD minerales para las cinco minerales y FD vitaminas para las seis vitaminas. La diferencia entre la riqueza de especies comestibles de los dos usos de FD nutricionales y de la dieta familiar fueron analizadas, así como las relaciones entre estos diferentes indicadores (ver figura 16).

2 Metodología

2.1 Localización y características del área de estudio.

El estudio fue realizado en las comunas de Grande Rivière du Nord, Dondon y de Petit Bourg de Borgne, que se encuentran en el departamento Norte, mientras que las comunas de Carice y Mont-Organisé en el departamento Noreste (IHSI, 2009).



La tabla 8 presenta información sobre la población, la superficie, altitud y la pluviometría promedio de las comunas en estudio de los departamentos Norte y Noreste del país.

Tabla 8. Caracterización de las zonas de la investigación

Comunas	Población	Superficie (Km ²)	Altitud (m.s.n.m)	Pluviometría (mm)
Borgne	45360	202,09	108	4332
Grande Rivière du Nord	37614	128,15	91	1427
Dondon	31469	120,36	564	1288
Carice	12382	55,97	646	1309
Mont-Organisé	19073	94,49	650	

Las comunas están localizadas en zonas montañosas y de valle. La temperatura de dichos poblados oscilan entre los 24 °C hasta 26 °C. La economía local se basa en la agricultura, principalmente en el cultivo de cacao, café, tubérculos y frutales.

2.2 Selección de fincas

Una muestra aleatoria de 59 productores fue seleccionada en función de las bases de datos de las cooperativas (CACGAVA, CAPB, CAJBC, CAFUMO, COSAHEC y CAFUPBO) con el apoyo de la FECCANO y RECOCANO, a razón de 15 productores por las comunas de Grande Rivière du Nord, de Dondon y de Petit Bourg de Borgne mientras que 8 productores Carice y 7 en Mont-Organisé. Para la recolección de los datos, se hizo un recorrido en todas las fincas con el fin de elegir un sitio homogéneo para asegurar que la muestra fuera representativa y se estableció una sub-parcela de 20 m de ancho por 50 m de largo.

2.3 Documentación de la diversidad de las especies

Para cada uno de los 59 productores, se hizo un inventario completo de todas las especies comestibles encontradas en el área muestreada de 0,1 ha en SAF de cacao y café. Se involucró a los productores en la nomenclatura de las especies de plantas por sus nombres comunes y los nombres científicos fueron confirmados con la ayuda del Diccionario Botánico de los Nombres Vulgares de la Española (Liogier 2000). Además, se observó si estas plantas eran comestibles y se consumen en el hogar. Se aplicó a cada familia una encuesta semiestructurada (ver anexo) que permitió conocer la cantidad de consumo de los tubérculos y las frutas dentro del uso de suelo de cacao y de café.

2.4 Cálculo de la métrica de la diversidad funcional nutricional

Se aplicó el procedimiento elaborado por Declerck *et al.* (2011b), de modo que se construyó un cuadro con las especies encontradas en los cacaotales y cafetales, y cada uno de los aportes de los 15 nutrientes de importancia previamente seleccionados: Vitamina C (mg), Proteínas (g), Carbohidratos (g), Hierro (mg), Zinc (mg), Vitamina A (mcg), Ácido fólico (mcg), Potasio (mg), calcio (mg), Riboflavina (mg), Fósforo (mg), Tiamina (mg), Niacina (mg), Magnesio (mg), grasas (g), (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2010). Toda esta información se complementó con un perfil nutricional de la familia y la observación en los hogares de cada una de las familias.

El índice de diversidad consiste en sumar el largo de las ramas del dendrograma funcional realizado mediante el análisis conglomerado, que admite la división de las especies en diferentes grupos funcionales, corrige la monotonía, ausencia de cero o cuando solo se tiene una especie presente para dar el favor de FD. Este índice permite medir valores por los nutrientes y las especies, igualmente se utiliza para obtener índices de productos alimenticios que poseen varias características (Remans *et al.* 2011; Brian *et al.* 2015) (Petchey y Gaston 2002; Casanoves *et al.* 2011a).

La tabla de composición nutricional de los datos de los usos de suelo de café y cacao fue estandarizada a 100 g (FAO 2010) y también con el promedio de consumo diario recomendado para hombres y mujeres adultos. Así que, para cada nutriente, el porcentaje de DRI de 100 g de las especies de plantas fueron los valores utilizados para calcular la FD nutricional (National Academy of Sciences 2009).

Se calculó el índice de FD nutricional en cuatro formas con los 15 nutrientes, utilizando macronutrientes, vitaminas y minerales, de modo que resultan cuatro parámetros respectivos de FD: FD total, FD macronutrientes, FD minerales y FD vitaminas. (Remans *et al.* 2011; Brian *et al.* 2015).

3 Análisis estadístico

El análisis de conglomerados de la diversidad funcional permitió medir los valores por rasgos y especies, y obtener las múltiples características que contuvieron los productos alimenticios (Casanoves *et al.* 2011b).

Para realizar el análisis estadístico, se utilizaron como variables los rasgos funcionales de la FAO Vitamina C (mg), Proteínas (g), Carbohidratos (g), Hierro (mg), Zinc (mg), Vitamina A (mcg), Ácido Fólico (mcg), Potasio (mg), Calcio (mg), Riboflavina (mg), Fosforo (mg), Tiamina (mg), Niacina (mg), Magnesio (mg), grasas (g) (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2010) presentes en un total de 27 especies distribuidas

en los hogares de 59 productores en SAF de cacao y de café. Las puntuaciones de la diversidad funcional nutricional fueron calculadas por categorías de fuentes de productos SAF; y dando como resultados: FD total, FD macronutrientes, FD minerales y FD de vitaminas del total de nutrientes de NFD, productos comprados NFD y producto del SAF NFD. Se realizó el análisis de varianza multivariado (MANOVA) utilizando prueba de Lawley-Hotelling para observar si existen diferencias estadísticamente significativas entre categorías, seguido por una prueba de T utilizando muestras independientes para probar si existen diferencias entre los grupos de FD.

Tabla 9. Nutrientes y grupos de nutrientes tomados en cuenta para el cálculo de métricas de FD

Macronutrientes	Minerales	Vitaminas
Proteínas	Calcio (Ca)	Vitamina A
Carbohidratos	Hierro (Fe)	Vitamina C
Fibras	Potasio (K)	Tiamina
Grasas	Magnesio (Mg)	Riboflavina
	Zinc	Ácido fólico
		Niacina

Fuente (Velásquez 2006)

Para observar si existe diferencia significativa entre la producción de cacao y café para los 2014 y 2015, se hizo un análisis de varianza multivariado, usando prueba LSD-Fisher con un nivel de significancia $p < 0,05$.

4 Análisis económico

Para definir la importancia de los SAF de café y cacao con respecto a los ingresos familiares, se realizó un análisis financiero con los datos que se recolectaron para el año 2015 en las 59 fincas de las comunas de estudio. Se analizaron los ingresos y los costos de producción a nivel de las 59 fincas considerando los diferentes componentes productivos existentes en finca, se contabilizó el valor de costo de cada cultivo. Para obtener informaciones, se hizo un inventario de todos los cultivos y plantas comestibles de los dos usos de suelo y se aplicó una encuesta semiestructurada a cada familia en su hogar. A través del cuestionario, fue posible obtener datos cualitativos sobre insumos, producción, manejo de los SAF, cantidad de productos asociados a cada uso de suelo y la cantidad de producción de cacao y café se averiguó a través de las cooperativas y se comprobó por medio de los productores. Se estimó las cantidades de frutas, tubérculos y madera. Se cuantificó la mano de obra familiar utilizada en las diferentes actividades del SAF y materiales, herramientas e insumos, ingreso por ventas de los productos, costo de manejo y establecimiento de las fincas. Los datos recopilados de los SAF de los dos usos de suelo para el año 2015 con respecto a cada componente sirvieron para calcular los indicadores financieros anuales por cultivo, por finca/área de SAF. Los indicadores calculados son: ingresos brutos, costo de producción e ingresos netos (Imbach 1987).

5 Resultado

5.1 Especies principales de los SAF

Un total de 27 especies de plantas comestibles fue identificado en los sistemas agroforestales de uso de suelo de café y cacao de los departamentos Norte y Noreste de Haití (Figura 16). El SAF del uso de suelo de café de las comunas de Dondon, Carice y Mont-Organisé muestra mayor riqueza de especies al compararlo con el uso de suelo de cacao de las comunas de Grande Rivière du Nord y Borgne (Tabla 10).

Tabla 10 Índice de diversidad de plantas por sistemas agroforestales de cacao y café.

Comunas	Shannon-Weaver	Límite Inferior	Límite superior
Grande Rivière du Nord	2,56	2,04	2,53
Dondon	2,66	2,34	2,64
Borgne	2,58	2,05	2,53
Mont-organisé	2,33	1,43	2,22
Carice	2,41	1,19	2

5.2 Rendimiento de los productos agroforestales

El número de especies de acuerdo con el uso principal fue variado entre zonas de cultivo, teniendo en cuenta que los cultivos de mayores usos se reparten así: consumo de ñame, frutas, banano, y otros cultivos constituyeron usos comunes por zona de cultivo (figura 16). Los rendimientos más importantes se generaron a partir de frutos y tubérculos cosechados cada año, en particular: cacao, café, banano, frutales y ñame; mientras que la madera no mostró volúmenes de potencial importancia como banano y ñame (figura 15). El café fue de poca relevancia debido a un muy bajo rendimiento para las comunas de producción, pero eso se ve observado más en las comunas de Carice y Mont-Organisé. En cuanto a las comunas que producen cacao, a pesar de que los cultivadores de cacao no tienen una buena producción, al hacer una comparación con la producción de café, el rendimiento de cacao fue mejor (figura 15). Los productos de frutas y tubérculos como banano, ñame y cítricos, principalmente *Citrus sinensis* (naranja dulce), *Citrus aurantium* (naranja agria), presentaron rendimientos notables destinados a las ventas y el consumo interno completado por el pan de fruta y árbol del pan (figura 15). Había otras frutas bien conocidas por los agricultores y que son comunes en todas las poblaciones estudiadas, tales como *Persea americana* (aguacate), *Mangifera indica* (mango), *Cocos nucifera* (coco), *Ananas cosmosus* (Piña), *Annona muricata* (guanábana), *Anacardium occidentale* (Cajuil), *Citrus aurantifolia* (limón), *Litchi sinensis* (maracuyá), entre otras. Estas especies frutales son tradicionales y se destinan principalmente al consumo interno de las familias y también para la venta de las comunas que tienen mayor producción (figura 15). Las especies maderables más dominantes y que se cosecharon para madera eran *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla* y para el consumo de leña se usaron todas las especies, principalmente el *Inga vera*, incluyendo los frutales viejos que no produjeron y también ramas de árboles. En general, los productores informaron que no solo utilizaron las maderas para la venta, sino también para la construcción o reparación de las casas.

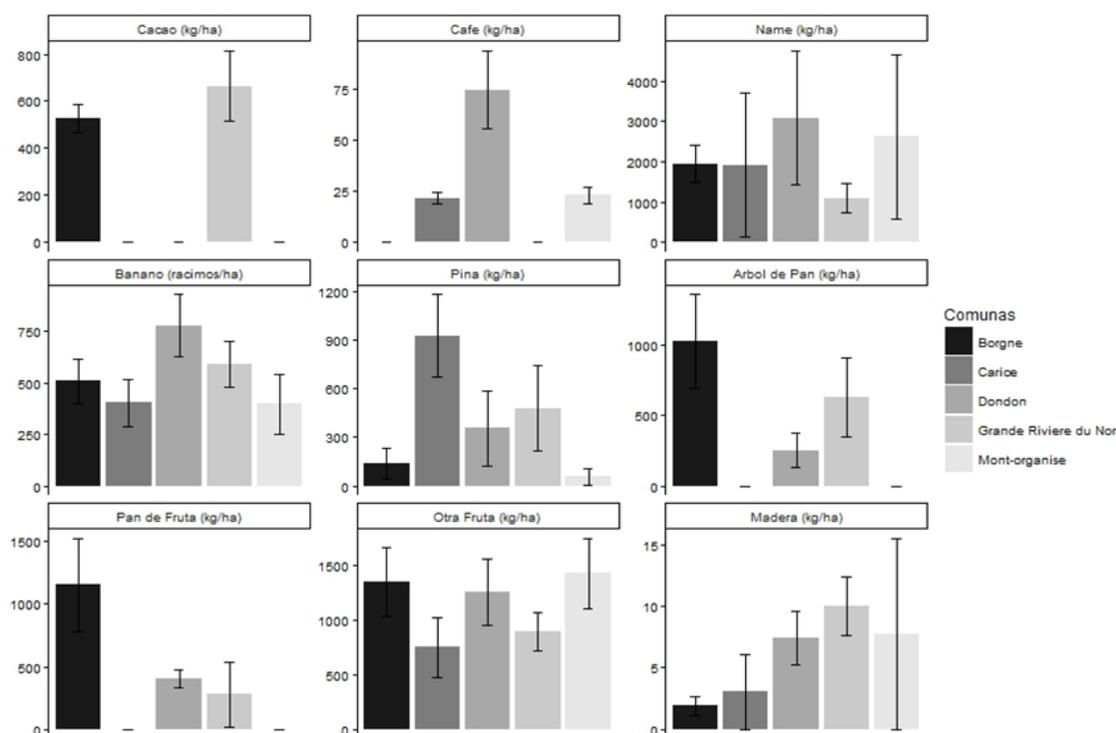


Figura 15. Rendimiento de los productos de los dos usos de suelo en Kg y racimo por ha.

5.3 Contribución de los productos agroforestales en la economía familiar

Los principales productos agroforestales que contribuyen en la economía y nutrición de las familias productoras fueron cacao, café, banano, tubérculos, frutas y madera. El ingreso neto de todos los productos agroforestales fue positivo para todas las comunas; mientras que en las comunas de Mont-Organisé y Carice el ingreso de café fue muy bajo y en Dondon bajo, el ingreso de cacao fue considerable para sus respectivas comunas. El ingreso neto de cacao, frutas, banano y ñame mostró valores considerables (positivos), lo que indica que solo el cacao y estos cultivos de los SAF tuvieron éxito en términos de rentabilidad. En cuanto al beneficio familiar, se demostró que el cacao y el café son, sin duda, los principales cultivos comerciales, pero presentaron valores bajos comparados con los otros cultivos, eso se ve marcado mayormente en el café. En términos de beneficio familiar, el cacao y el café ya no se encontraron como los productos agroforestales más importantes. Para todas las comunas, el ñame y el banano constituyeron un aporte vital para beneficio familiar, tanto para el consumo como para la venta, seguidos por el cacao para las comunas de Grande Rivière du Nord y Borgne, mientras que las frutas para las comunas de Dondon, Carice y Mont-Organisé.

Tabla 11. Contribución de los productos SAF de cacao y café en economía y nutrición familiar.

Sistemas agroforestales	Borgne	Carice	Dondon	Grande Rivière du Nord	Mont-Organisé
Producción	Promedio ±SD	Promedio ±SD	Promedio ±SD	Promedio ±SD	Promedio ±SD
Área Total	0,66 ±0,27	0,505 ±0,35	0,51 ±0,2	0,78 ±0,67	0,39 ±0,24
Prod_Cacao (kg/finca)	349 ±64	NA NA	NA NA	518 ±351	NA NA
Prod_Café(Kg/finca)	NA NA	11 ±2	38 ±11	NA NA	9 ±2
Piña (Kg/finca)	80 ±98	469 ±240	178 ±134	384 ±613	21 ±25
Pan de fruta (kg/finca)	760 ±402	NA NA	207 ±42	220 ±608	NA NA
Frutas (kg/finca)	890 ±334	378 ±261	637 ±179	699 ±409	555 ±159
Árbol del pan (kg/finca)	673 ±357	NA NA	130 ±73	489 ±662	NA NA
Ñame (kg/finca)	1286 ±490	970 ±1703	1600 ±987	859 ±882	1023 ±1004
Banano (Racimo/finca)	335 ±116	203,01 ±106	403 ±89	460 ±258	155 ±71
Madera (docena/finca)	1 ±0,84	1 ±2	3 ±1	7 ±5	3 ±3
Ganancia (\$/finca/año)					
Cacao	300 ±110	NA NA	NA NA	447 ±605	NA NA
Café	NA NA	11 ±3	41 ±15	NA NA	9 ±2
Piña	19 ±24	117 ±60	44 ±33	96 ±153	5 ±6
Pan de fruta	60 ±55	NA NA	16 ±3	17 ±48	NA NA
Frutas	147 ±32	62 ±43	107 ±29	116 ±68	92 ±26
Árbol del pan	43 ±23	NA NA	8 ±4	31 ±43	NA NA
Ñame	1500 ±571	1132 ±1987	1867 ±1152	1002 ±1029	1193 ±1171
Banano	939 ±326	569 ±299	1130 ±250	1290 ±722	434 ±200
Madera	37 ±25	45 ±86	116 ±38	234 ±168	90 ±114
Ganancia Bruta (\$/finca/año)	3045 ±1166	1936 ±2478	3329 ±1524	3233 ±2836	1823 ±1519
Costo_prod.Total /finca (\$)	66 ±10	40 ±5	45 ±3	97 ±77	37 ±8
Ganancia neta por Finca (\$/finca/a	2979 ±1156	1896 ±2473	3284 ±1521	3136 ±2759	1786 ±1511
Consumo en valor (\$/finca/año)	485 ±89	675 ±366	1152 ±327	821 ±554	871 ±662
Productos Vendidos en %	84 ±107	65 ±85	65 ±78	74 ±80	52 ±56

5.4 Comparación de la producción de café y de cacao del año 2014 con el año 2015.

El análisis de varianza usando prueba de LSD-Fischer para comparar la producción 2014 y 2015 de cacao y café muestra diferencia significativa en la producción de café del 2014 con $P=0,0036$ y la producción 2015 con $P=0,022$ entre las comunas de Dondon, Carice y Mont-Organisé, pero no representa diferencia entre la producción de café 2014 y 2015 por comunas. La producción de cacao para los años 2014 y 2015 no muestra diferencia significativa entre las comunas, por lo tanto, como se observa en la tabla 12, hay una variabilidad entre la producción promedio, entre las comunas de Borgne y Grande Rivière du Nord.

Tabla 12. Comparación de la producción de cacao y café de los años 2014 y 2015

Producción por año	Borgne	Carice	Dondon	Grande Rivière du Nord	Mont-Organisé	P valor
Prod_Cacao_(Kg/finca)(2014)	393 a	NA	NA	412 a	NA	0,8703
Prod_Café (Kg/finca) (2014)	NA	35 a	221 b	NA	24 a	0,0036
Prod_Cacao (kg/finca) (2015)	570 a	NA	NA	715 a	NA	0,3757
Prod_Café(Kg/finca) (2015)	NA	23 a	80 b	NA	24 a	0,022

5.5 Contribución del SAF de café y cacao en la nutrición familiar

5.5.1 Diversidad de especies

En los 59 hogares de sistemas agroforestales de las cinco comunas, un total de 27 especies vegetales comestibles fueron identificadas (Figura16). Veintidós de estas 27 especies son comunes entre las cinco poblaciones y 5 otras especies forman parte de las comunas de Grande Rivière du Nord y Borgne del uso de suelo cacao, y Dondon del uso de suelo de café para completar sus dietas. El número promedio de especies comestibles por parcela de sistemas agroforestales de cacao y de café difiere significativamente entre los pueblos, que van de 3 a 14. Los ocho cultivos más comunes en los SAF en las cinco

comunas son ñame (*Dioscorea spp.*) (96,61 %), banano (*Musa spp.*) (93%), mango (*Mangifera indica*) (91,52 %), naranja dulce (*Citrus sinensis*) (86,44 %), pan de fruta (*Artocarpus comunis*) (67,79 %), aguacate (*Persea americana*) (59,32 %), malanga (55,93 %), árboles del pan (*Artocarpus altilis*) (52,54 %) y piña (*Ananás comosus*) (52,54%). La especie salak (*Salacca edulis*) se considera como rara porque se encuentra sola en la comuna de Borgne. Según el gráfico de los grupos nutricionales, las frutas mostraron mayor porcentaje (48,18 %) del gráfico en vitamina A; seguidos por los cultivos de altos contenidos de grasas (14,81 %); los cultivos de alto contenido de carbohidratos (11,11 %); los frutos vitaminas A (11,11 %); los otros vegetales (7,40 %); los vegetales y tubérculos de vitamina A (3,70 %) y por último los leguminosas (3,70 %).

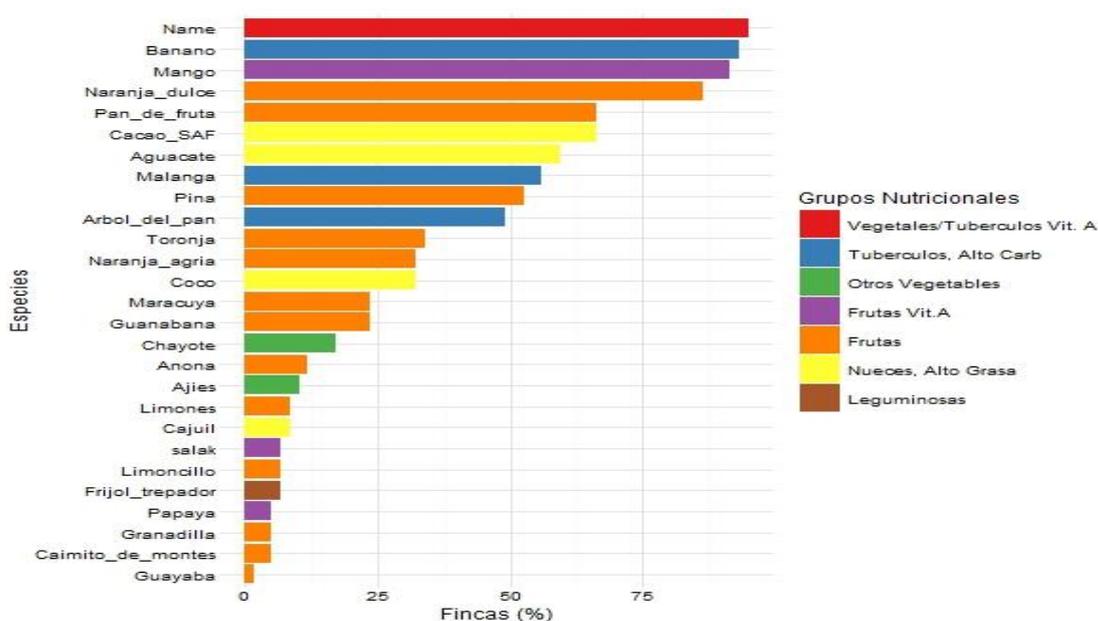


Figura 16. Frecuencia de los productos de los SAF, Finca de otro uso de suelo y productos comprados.

5.5.2 FD nutricional y la relación con la riqueza de especies

Las cuatro métricas FD (FD total nutricional, y FD vitaminas, FD macronutrientes, FD minerales) fueron calculadas para cada uno de los 59 sistemas agroforestales (ver anexo). Este cálculo permite determinar la diversidad nutricional en todos los nutrientes y dentro de cada uno de los principales grupos de nutrientes. Para tres de estas cuatro métricas, los valores promedio por parcelas de los SAF difieren significativamente entre las comunas ($p = 0,0001$) (Tabla 13), con valores equivalentes, solo para FD minerales ($p=0,45$).

Tabla 13. Relación entre los SAF y la diversidad nutricional funcional

Diversidad nutricional	P-Valor
FD_Total	< 0,0001
FD_Macronutrientes	< 0,0001
FD_Minerales	> 0,45
FD_Vitaminas	< 0,0001

Los gráficos de dispersión se han hecho con las métricas FD de las parcelas y la riqueza de especies comestibles de cada una de las 59 parcelas. Los gráficos de FD total de los SAF (figura 17) contra la riqueza de especies total de SAF revelan varios patrones. El primero es que existe una fuerte correlación positiva ($p=0,0001$) entre FD total y la riqueza de especies, independientemente de las comunas. Por lo tanto, al aumentar el número de especies comestibles por parcela, se incrementa proporcionalmente la diversidad nutricional de las familias. En segundo lugar, en un nivel alrededor de 30 especies o más por parcela, la relación entre la riqueza de especies y FD total comienza a estabilizarse, o tener redundancia porque aumenta muy poco la diversidad nutricional. Dos cultivos compensan uno a otro, que es cuando tienen el mismo elemento nutritivo, en el caso de que se pierda la cosecha de un cultivo, se compensa por el otro. En tercer lugar, aunque la riqueza de especies y FD total están correlacionadas, las parcelas con el mismo número de especies presentaron números de puntuaciones de FD nutricional diferente. Por ejemplo, las parcelas 2 y 27 del gráfico minerales (figura 17), contienen 12 especies en total, la parcela 27 muestra un FD total 5, mientras la parcela 2 presenta un FD total de 34, respectivamente.

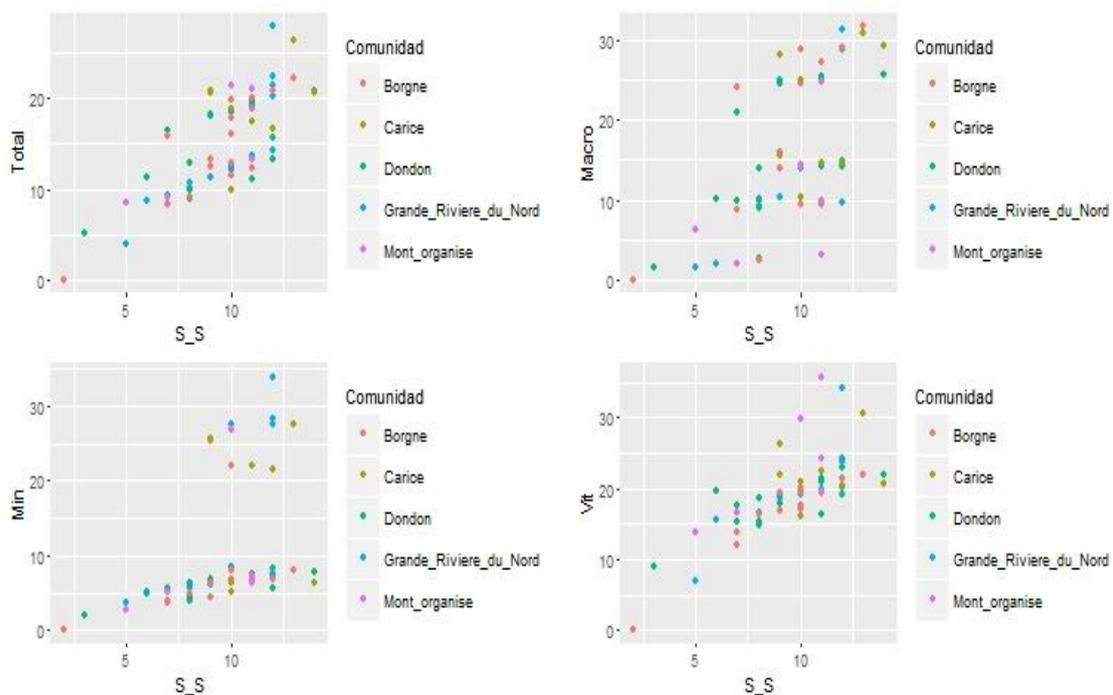


Figura 17 Valores de diversidad funcional nutricional de la riqueza de especies de 49 granjas familiares.

El FD mineral se muestra dos patrones: el primer patrón está compuesto de las fincas 2, 3, 4, 7, 38, 53, 57, 58, 59 y 60; que difieren significativamente de las otras 49 fincas por contener mayores porcentajes de FD minerales. Esta diferencia se explica por el valor mineral de los cultivos de pan de fruta, cajuil, frijol trepador y maracuyá. En este segundo grupo, se muestra un patrón con baja FD mineral. Esto sugiere que las otras especies de las 49 parcelas no tienen una contribución importante en la diversidad mineral como las especies de las parcelas 2, 3, 4, 7, 38, 53, 57, 58, 59 y 60.

Al considerar los valores de FD basados en los subgrupos de nutrientes, es decir, macronutrientes, minerales y vitaminas, el patrón de la relación entre la riqueza de especies y FD difiere entre los subgrupos (Figura B, C y D). Mientras la FD de las vitaminas aumenta

casi linealmente con el incremento de la riqueza de especies. FD de macronutrientes muestra cambios abruptos y es altamente dependiente de la presencia de unas pocas especies. Por ejemplo, la adición de las especies de árbol del pan, cacao, coco y pan de fruta al FD de macronutrientes aumenta considerablemente el valor de FD de la finca por sus singulares valores altos en proteínas, grasas y carbohidratos, respectivamente. Esta singularidad, atribuida a unas pocas especies principales, resulta en un modelo gradual de diferentes niveles FD macronutrientes mientras que un aumento gradual en el número de especies indica una alta sensibilidad.

5.5.3 Comparación de la diversidad funcional en relación con las comunas

La Figura 18 ilustra una comparación entre el porcentaje de la diversidad funcional nutricional de los productos de SAF, usando resultados de todos los nutrientes, macronutrientes, minerales y vitaminas para determinar la contribución de los SAF en la nutrición familiar de las cinco comunas en estudio. Se hacen comparaciones para esos grupos de alimentos que tienen la misma definición para los indicadores. Hubo una mayor tendencia consistente de FD de todos los nutrientes, macronutrientes, minerales y vitaminas de las fuentes de todos los productos SAF. La comuna de Carice del uso de suelo de café presenta mayor porcentaje de FD de todos nutrientes, macronutrientes, minerales y vitaminas, seguido por las comunas de Mont-Organisé, Grande Rivière du Nord, Dondon y Borgne. Esta tendencia permite observar que los SAF del uso de suelo de café son más diversos que los usos de suelo de cacao por su mayor contribución en la diversificación de la dieta familiar. Al graficar el porcentaje de FD de las tres fuentes de productos, se mostraron diferencias. Estas diferencias fueron significativas para todas las fuentes de alimentos a excepción de FD minerales (tabla 13).

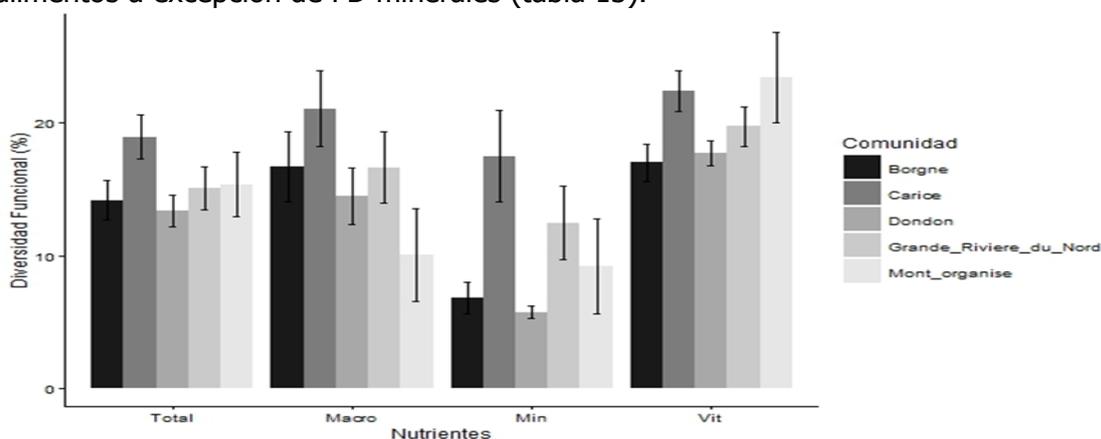


Figura 18. Diversidad funcional nutricional de los nutrientes por comunas.

6 Discusión

6.1 Estructura agroforestal y rendimientos

En Haití, los pequeños productores de cacao y café manejan sus plantaciones con alta densidad de cacao y café con el banano y el ñame. Las 1 092 plantas de cacao por hectárea y 4 576 plantas de café son de densidad alta, si se comparan con América Central con 600 ha (Cerdeira *et al.* 2014) y con África con un rango de 800-1300 plantas por hectárea (Jagoret P *et al.* 2012). Para ANACAFE, la densidad de café varía hasta 3 500 por manzana (ANACAFE 2013) mientras para CENICAFE en Colombia varía hasta 5 500, dependiendo de la variedad (Alejandro y Gonzalez 2012). En cuanto a los cultivos principales y al uso de las especies, a pesar de que el café y cacao fueron los cultivos fundamentales de los sistemas para los agricultores, la investigación reveló que los cultivos de mayor importancia económica y uso fueron ñame y banano para las comunas de uso de suelo de café y cacao, ñame y banano para el uso de suelo de cacao. El uso de los cultivos como pan de fruta, fruta del pan y cajuil depende de su existencia en la comuna. También en la presente investigación, mango (*Mangifera indica*), aguacate (*Persea americana*), naranja dulce (*Citrus sinensis*), naranja agria (*Citrus aurantium*) son los árboles frutales más comunes encontrados. Los cultivos de mayor rendimiento fueron ñame, banano y frutas para el uso de suelo de café e incluyendo el cacao principalmente para las comunas de uso de suelo de cacao. Según los productores, la baja producción de café fue causada por las enfermedades como la roya e insectos como broca, la sequía y la deforestación. Debido a las causas anteriores, es muy difícil para ellos alcanzar el rendimiento esperado.

6.2 Contribución de los SAF en los medios de subsistencia familiar

Los resultados muestran que la principal contribución de los sistemas agroforestales para las familias agricultoras con pequeña escala es la generación de ingresos en efectivo y en productos para el consumo interno de la familia. La mano de obra familiar resulta fundamental; sin duda, el principal aporte a la economía familiar se atribuye a la poca producción de cacao o café y los productos de SAF. Sin embargo, los productos agroforestales son más importantes en términos de beneficio familiar, pero para el caso de cacao su producción es importante para complementar el beneficio familiar. Para el consumo familiar, el banano, el ñame, pan de fruta o fruta del pan son mucho más importantes que el cacao y el café para los medios de subsistencia familiar, la seguridad alimentaria y la nutrición (Sardou *et al.* 2014) (Jamnadass Rh *et al.* 2011). Otras ventajas de los sistemas agroforestales de cacao y café en la nutrición familiar es que los bananos, ñame, árbol del pan son fáciles de manejar y tienen producción todo el año.

En términos de ingreso inmediato, las parcelas de cacao cuentan con mejor rendimiento que las parcelas de café. En términos de beneficio familiar, el conjunto de productos agroforestales compensa los rendimientos actuales de café y de cacao e incluso permite a los agricultores enfrentar la disminución de los rendimientos de café y cacao y para los que tienen parcela similar en los dos usos de suelo obtienen mayor beneficio familiar. Se destaca que la intensificación de los sistemas agroforestales con cultivos rentables o sistema multiestrato tiene una importancia primordial en la nutrición y diversificación dietética, y por lo tanto en la economía y seguridad alimentaria de la familia.

6.3 Producción de café y cacao en los últimos dos años

En los últimos dos años se observa una disminución considerable de la producción de café en los usos de suelo de café de las comunas en estudios. Esta disminución se observó mayormente en las comunas de Carice y Mont-Organisé, y por último en Dondon.

Desde el comienzo de la década de 2000, el scolyte (*Hypothenemus hampei*) (insecto) ha hecho estragos y diezmó a más de 60 % de la producción, abordando las cerezas y haciéndolas inconsumibles. No existe ningún insecticida contra el scolyte, la mejor técnica hasta la fecha consiste en remojar las cerezas afectadas en agua caliente para matar a los scolytes hembras. Esta técnica no elimina a los insectos, sino que reduce la población. Por otra parte, la enfermedad de la roya, provocada por el hongo *Hemileia vastatrix*, amenaza también la producción y las parcelas cada vez más las plantas de café, y últimamente el ataque de las parcelas de café por la podrición de raíces (*Rosellinia*, *Nectria sp*) afecta las plantas en la época de lluvia. Sin hablar de la amenaza recurrente de los ciclones y huracanes (ICEF-AVSF 2006; ANDAH 2007; Civil-Blanc 2007b)

Por otra parte, el productor que para tratar de modernizar su producción, se dirige a las instituciones de crédito donde se imponen condiciones absolutamente irracionales (hasta el 41 % de gastos), es un verdadero sistema de endeudamiento y por eso se desmotivan los productores, debido al bajo precio del café en comparación con el precio de los cultivos alimentarios como cereales y tubérculos (APROMA 1997; ANDAH 2007).

En la actualidad, el cambio climático es un factor importante en la disminución de la producción de café en las zonas en estudio causado por la disminución del régimen de lluvia, periodo de sequía más largo durante el año, la tala indiscriminada de árboles de cobertura en el uso de suelo de café y la altitud que requiere el café últimamente. Debido a todo eso, se disminuye completamente la producción de café mayormente en las comunas de Carice y Mont-Organisé y resulta ya el cambio del uso de suelo de café por el uso de suelo de cacao por algunos productores de dichas comunas.

6.4 La diversidad funcional de los nutrientes

Haití afronta desafíos urgentes, con un 51,8 % de la población con hambre (Food and Agriculture Organization 2014). Como nuevas alternativas, se deben estimular acciones necesarias en la agricultura haitiana como un vigoroso debate que garantice el progreso agrícola. Este progreso se evalúa basándose en métricas que pueden abordar la complejidad de la diversidad nutricional requeridas para la salud humana. En este estudio, se demuestra desde un aspecto ecológico cómo la métrica FD tiene potencial para resumir la diversidad nutricional en SAF y por lo tanto, proporcionar nuevas perspectivas sobre el suministro de los servicios ecosistemas a través de SAF en las cinco comunas estudiadas en los departamentos Norte y Noreste de Haití.

Los puntos fuertes del estudio radican en el desarrollo de un enfoque de sistemas agroforestales que es capaz de considerar la gran variedad de especies disponibles, junto con su composición nutricional y en el paso que da hacia la integración de la agricultura, la nutrición y la ecología estudiadas (Sanon 2005; Deckelbaum *et al.* 2006; Declerck *et al.* 2011a) . La aplicación de la métrica FD nutricional hizo posible identificar la variabilidad en la diversidad nutricional a través de las parcelas agroforestales y los productores, así como las especies que son esenciales para asegurar la provisión de ciertos nutrientes. Los resultados también resaltan que la composición nutricional de las especies y la redundancia en nutrientes por especies disponibles en el sistema de SAF, determinan que la introducción

o extracción de ciertas especies de mismo valor nutricional no afecta la diversidad nutricional de los productores de los dos usos de suelo, así también las comunas en estudio.

Este estudio, sin embargo, ofrece espacio para mejorar varios aspectos. En primer lugar, se obtuvieron datos de rendimiento que permiten calcular la abundancia de FD nutricional, varias de las cuales han sido desarrolladas en ecología comunitaria (Diaz *et al.* 2007; Laliberte y Legendre 2010). El FD nutricional de este estudio proporciona información valiosa sobre la diversidad de los nutrientes en las especies de los sistemas agroforestales con café y cacao. Se muestra el potencial que tienen las especies de los SAF en la contribución de la dieta familiar y la composición de los grupos nutricionales de especies existentes (Remans *et al.* 2011)

La presencia de varias especies en las parcelas es importante en el aporte de la dieta familiar (Brian *et al.* 2015). Las comunas que presentan hogares con mayor número de especies en los SAF son Borgne, Dondon y Grande Rivière du Nord y las comunas que presentan menor número de especies son Mont-Organisé y Carice. Las especies se clasificaron según el número de hogares por 2 grupos con 33,33 % en todas las comunas y 66,67 % entre 3 a 4 comunas respectivamente

7 Conclusión

Esta investigación ofrece nuevas perspectivas para abordar el tema de la diversidad nutricional en los sistemas agroforestales a base de cacao y café y su contribución a la dieta familiar. De hecho, el resultado muestra que la aplicación de la diversidad funcional ecológica en los sistemas agroforestales provee información sobre la diversidad de los nutrientes proporcionados por los dos sistemas de uso de suelo. La aplicación de esta métrica permite orientar las decisiones de gestión hacia una mayor diversidad de nutrientes para un determinado número de especies.

De igual manera, la relación entre la biodiversidad agrícola y la nutrición son generados como nuevas hipótesis y surge un marco de investigación multidisciplinaria. La FD nutricional representa una herramienta que relaciona la agricultura, la nutrición y la ecología ofrece un punto de inicio para la integración de nuevas disciplinas científicas (Declerck *et al.* 2006).

8 Literatura revisada

- Alejandro, R; Gonzalez, G. 2012. Densidad del café. Disponible en www.cenicafe.org
- Ambinakudige, S; Sathish, BN. 2008. Comparing tree diversity and composition in coffee farms and sacred forests in the Western Ghats of India. (journal article). *Biodiversity & Conservation* 184:987-1000. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-008-9502-5>
- ANACAFE. 2013. Densidad de café. El cafetal:
- Bannister, GF. 1997. "Bwa yo: Important Trees of Haiti." JC Timyan. Southeast Consortium for International Development, Washington DC. *Agroforestry Systems* 418P:37: 210 - 212.
- Bannister, ME; Nair, PKR. 2003. Agroforestry adoption in Haiti: the importance of household- and farm characteristics. *Agroforestry Systems* 57:149 - 157.
- Bellande, A; Paul, J; Cabidoche, YMea. 1994. Bellande A, Paul J-L, Cabidoche YM et al. (eds)(1994) *Paysans, systèmes et crise. Travaux sur l'agriculture haïtienne. Dynamique de l'exploitation paysanne, 3ème edn. Clamecy:SACAD/FAMV* 476 p:
- Brian G Lockett; Fabrice AJ DeClerck; Jessica Fanzo; Adrienne R Mundorf; Donald Rose. 2015. Application of the Nutrition Functional Diversity indicator to assess food system contributions to dietary diversity and sustainable diets of Malawian households. (Internet). *Public Health Nutrition* 1813:2479 - 2487. Consultado Revisado el 12 de octubre del 2015. Disponible en file:///C:/Users/Virgiles/Desktop/Articulo_Nutricion/Application%20of%20the%20Nutrition%20Functional%20Diversity%20indicator%20to%20assess%20food%20system%20contributions%20to%20dietary%20diversity%20and%20sustainable%20diets%20of%20Malawian%20households.pdf
- Casanoves, F; Palm, C; Rienzo, J. 2011a. Valoración y análisis funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. La Turrialba, CR.: CATIE, 2011. Serie técnica. Informe técnico/CATIE 384:84 P
- CEPALC; MDE; UNDP. 2008. Commission Économique pour l'Amérique Latine et les Caraïbes; Ministère de l'Environnement; Programme des pour le Développement. Commission Économique pour l'Amérique Latine et les Caraïbes .Ministère de l'Environnement. *IMPACT SOCIOÉCONOMIQUE DE LA DÉGRADATION DES TERRES EN HAÏTI ET INTERVENTIONS POUR LA RÉHABILITATION DU MILIEU CULTIVÉ.*
- Cerda, R; Olivier Deheuvels; David Calvache; Lourdes Niehaus; Yara Saenz; Justine Kent; Sergio Vilchez; Villota, A. 2014. Contribution of cocoa agroforestry systems to family income and domestic consumption: looking toward intensification. *Agroforestry systems* 881:1-25.
- Civil-Blanc, E. 2007. Evaluation Economique des Systèmes Agroforestiers en Haïti. Etude de cas de Petite Rivière de Nippes pour l'obtention du grade de maître es sciences (M.Se.) Québec Département des Sciences du Bois et de La Forêt Faculté de Foresterie et de Géomatique Université Laval. 78 p.
- Clark, DB; Clark, DA; Read, JM. 1998. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. *Journal of Ecology* 86(1):101 - 112.
- Colwell, RK. 2004. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species for Samples. Version 7. Disponible en Aplicación publicada en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Deckelbaum, RJ; Palm C; Mutuo P; F, D. 2006. Ecnutrition: Implementation models from the Millennium Villages Project in Africa. *Food Nutr Bull* 27(4):335 - 342.
- Declerck, F; Ingram, JC; Rumbaitis del Rio, CM. 2006. The role of ecological theory and practice in poverty alleviation and environmental conservation. *Front Ecol Environ* 4:533 - 540.
- Declerck, F; Fanzo, J; Palm, C; Remans, R. 2011a. Ecological approaches to human nutrition. *321:43 - 50.*

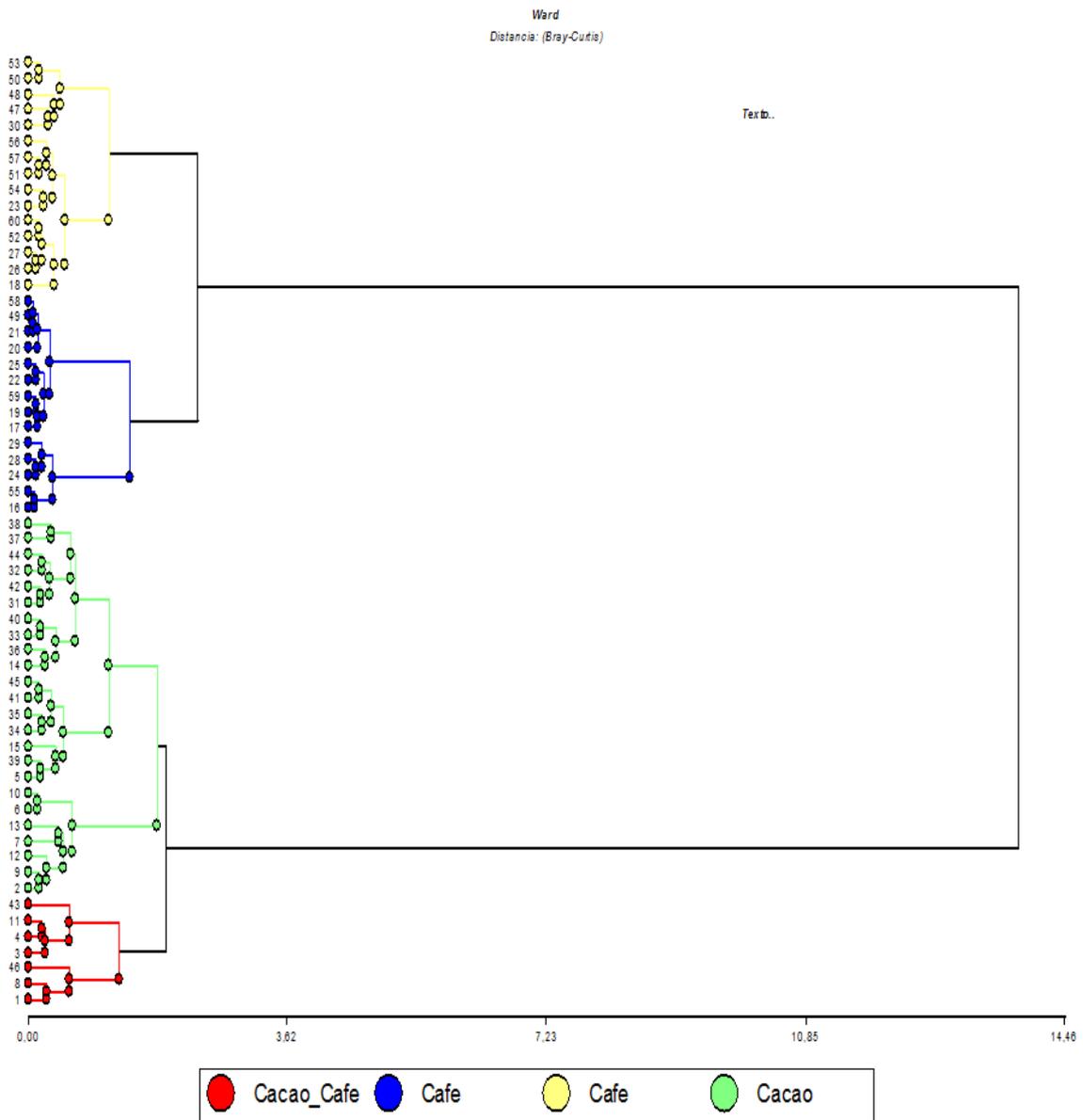
- DeClerck, F; Remans, R; Fanzo, J; Palm, C. 2011b. Ecological Approaches to Human Nutrition. Food and Nutrition Bulletin (1): 41 - 50. . Food and Nutrition Bulletin 1:41 - 50.
- Desarrollo., PdINUpe. 2009. Rapport sur le développement humain 2009. Lever les barrières : mobilité et développement humain.229 p.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L. 2009. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Cordoba, Argentina.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Pla L.; Vilchez, S; 75., -. 2010. Qeco Quantitative ecology software: A collaborative approach. . Revista Latinoamericana de Conservación 11:73 - 75.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; L.; G; Tablada, M; Robledo, CW. 2013. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat. FCA Universidad Nacional de Córdoba, Ar.: Disponible en Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
- Drescher, LS; Thiele, S; Mensink, GBM. 2007. A new index to measure healthy food diversity better reflects a healthy diet than traditional measures. . J Nutr 137:647 - 651.
- Dupraz, C. 2005. Le fonctionnement d'une parcelle agroforestière, INRA. Papier présenté à la conférence de SAFE-APCA-Paris, 26 janvier 2006 Consultado Revisado el 17 de oct. del 2014.
- FAO; PNUD. 1978. Reboisement et lutte contre l'érosion. Haïti. Étude qualitative et quantitative du couvert forestier entre 1956-58 et 1977.Rome:25 p.
- FAO. 1995. Analyse du secteur agricole et identification des projets. . Rapport sectoriel 21-14: Food and Agriculture Organization (FAO). 2013. Advancing Agroforestry on the Policy Agenda: A guide for decision-makers, by G. Buttoud, in collaboration with O. Ajayi, G. Detlefsen, F. Place & E. Torquebiau. Agroforestry Working Paper no. 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations.FAO, Rome 1:37 p.
- Food and Agriculture Organization and Food and Nutrition Technical Assistance Project. 2008. Guidelines for Measuring Household and Individual Dietary Diversity. FAO, Rome. .
- Food and Agriculture Organization, F. 2014. Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe.1-97pp.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010. The state of Food Insecurity World 2010.FAO, Rome.:1-60p.
- _____. 2014. The State of Food Insecurity in the World. Rome. Disponible en <http://www.fao.org/publications/sofi/2014/es/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2005. Bosques para la Seguridad Alimentaria y Nutrición. La agroforestería, herramienta contra la desnutrición. Consultado Revisado en línea el 18 de sept.del 2014.
- Grubb, PJ. 1977. The maintenance of species richness in plants communities: the importance of the generation niche. Biol. Rev. 52:p107 - 455.
- HAS; HTRIP. 2006. Community-Based Forestry in Haiti: Overcoming Extreme Erosion and Poverty.: Consultado Revisado el 22 de septiembre del 2014.
- Hernandez, AP. 2014. El hambre en el mundo. Udep: Disponible en <http://udep.edu.pe/hoy/2014/el-hambre-en-el-mundo/>
- Hubbell, SP; Foster, RB. 1986. Commonness and rarity in a neotropical forest:implications for tropical tree conservation. En M. E. Soule, editor. Conservation Biology: the science of scarcity and diversity. . USA, Sinauer Associates:205 - 231.
- ICEF-AVSF. 2006. Projet TIKAFE BAPTISTE Haiti.
- IHSI. 2009. Institut Haïtien de Statistique et d'Informatique. Le 4 ieme Recensement Général de la population et de l'Habitat. Consultado Revisado el 17 de oct. del 2014.
- Imbach, A. 1987. Análisis económico y financiero de fincas pequeñas en sistemas mixtos de producción: metodología y estudio de caso en fincas Jocoro el salvador. Centro Agronómico de Investigación Tropicales y Enseñanza (CATIE). 113:78.
- Jagoret P; Michel-Dounias I; Malézieux E; Snoeck D; H, TN. 2012. Afforestation of savannah with cocoa agroforestry systems: a small-farmer innovation in central Cameroon. Agroforestry systems 86:493 - 504.

- Jamnadas RH; Dawson IK; Franzel S; Leakey RRB; Mithöfer D; Akinnifesi FK; Z, T. 2011. Improving livelihoods and nutrition in sub-Saharan Africa through the promotion of indigenous and exotic fruit production in smallholders' agroforestry systems: a review. *International For Rev* 13:338 - 354.
- Jean-Denis, S, ; Jean-Pierre, D; Mutel, M; Duchaufour, H; Langlais, C; Fernandes, C; Alphonse, ME; Malezieux, E. 2014. Évolution de la structure d'un système agroforestier en relation avec le cycle de vie familial : cas du jardin de case en Haïti. *Bois et forêts des tropiques* 3321: 7 - 20p.
- Kennedy, G; Berardo, A; Papavero, C; Horjus, P; Ballard, T. 2010. Proxy measures of household food consumption for food security assessment and surveillance: comparison of the household dietary diversity and food consumption scores. *Public Health Nutr* 13:2010 - 2018.
- Krishnamurthy L.; Ávila M. 1999. Agroforestería básica. PNUMA-FAO. Red de Información Ambiental. Mexico.:
- Liogier, AH. 2000. Diccionario botánico de nombres vulgares de la Española. Ed. DRMM Jardín Botánico Nacional. 2 ed. pp 598 p. Disponible en <https://books.google.co.cr/books?id=jpXMPAAACAAJ>
- Mahowald, M. 2014. Haiti construction. Nitrogen fixing plants. Consultado Revisado el 27 del mes de septiembre del 2014.
- MARNDR; IICA. 2008. Investir dans le futur pour la securité alimentaire de Haiti. Consultado Revisado el 17 de sept. Del 2014.
- MPCE. 1991. Environnement et développement. Rapport préparé dans le cadre de la conférence des nations unies sur l'environnement et le développement, Port-au-Prince.
- Murray, GF; Bannister, ME. 2004. Peasants, agroforesters, and anthropologists:. A 20-year venture in income-generating trees and hedgerows in Haiti 61383 - 397:
- Murray, GF. 2012. Comunicación personal (Dr. Murray era uno de los antropólogos influénciales en el diseño del AOP en 1981, y era el primer director del AOP de 1981 a 1983).
- National Academy of Sciences. 2009. Dietary Reference Intakes. Recommended Intakes for Individuals. Washington, D.C.:
- Organization, FFaA. 2010. Tabla de composición de alimentos de America Latina. Oficina regional para America Latina y el Caribe. . Consultado en Linea 04 de Nov 2014.
- Paul, G. 2005. Identification de Créneaux Potentiels dans les Filières Rurales Haïtiennes (HA-T1008/ATN-FC-9052). Filières Cereales : Riz, Maïs, Sorgho Filières Des Legumineuses : Haricot, Arachide Et Pois Congo Filière Banane 101:
- Petchey , OL; Gaston, KJ. 2002. Functional diversity (FD), species richness, and community composition. *Ecology Letters* 5:402 - 411.
- Pierre, F. 2005. Identification De Creneaux Potentiels Dans Les Filières Rurales Haïtiennes (HA-T1008/ATN-FC-9052) Filière Cacao. IDB – Regional Operations Department II Environmental and natural resources management division 33:
- PNUD. 2003. Rapport national sur le développement humain 2002. La bonne gouvernance un défi majeur pour le développement humain durable en Haïti Consultado Revisado el 13 de oct. del 2014.
- Roa-Romero; A.; H; Salgado-Mora; G.; M; Alvarez-Herrera. 2009. Análisis De La Estructura Arbórea del Sistema Agroforestal de Cacao (Theobroma cacao L.) EN EL SOCONUSCO, CHIAPAS - MÉXICO. (Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá Bogotá, Colombia). *Acta Biológica Colombiana* 143:pp. 97 - 109.
- Rojas Molin, A. 2002. Apuntes de fitotecnia general, E.I.T.A., Ciudad Real.:
- Roseline Remans; Dan F. B. Flynn; Fabrice DeClerck; Willy Diru; Jessica Fanzo; Kaitlyn Gaynor; Isabel Lambrecht; Joseph Mudiope; Patrick K. Mutuo; Phelire Nkhoma; David Siriri; Clare Sullivan; Cheryl A. Palm. 2011. Assessing Nutritional Diversity of Cropping Systems in African Villages. (Internet). *Plos one* 66:pp 1 - 11. Consultado consulta el 12 de octubre del 2015.

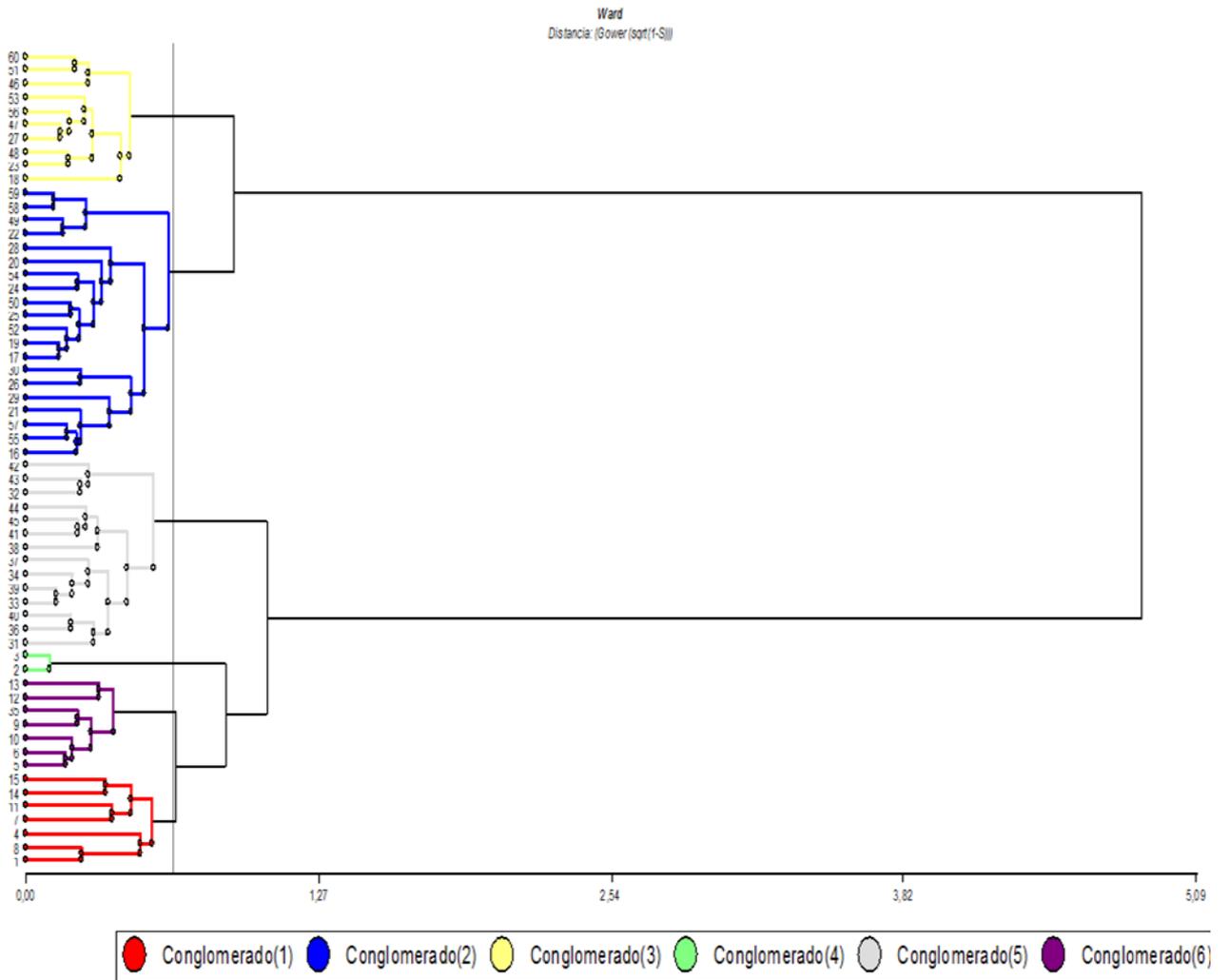
- Disponible en
file:///C:/Users/Virgiles/Desktop/Articulo_Nutricion/Assessing%20Nutritional%20Diversity%20of%20Cropping%20Systems%20in%20African%20Villages.pdf
- Sánchez, C, L.M.;; Botero, E, J.E.;; Vélez, JG. 2007. Estructura, diversidad y potencial para la conservación de los sombríos en cafetales de tres localidades de Colombia. . *Cenicafé* 58(4):304 - 323.
- Sanon, M. 2005. L'agroforesterie, un outil pour lutter contre la malnutrition 1. Consultado Septiembre 2015.
- Sardou, JD; Jean-Pierre, D; Mutel, M; Duchaufour, H; Langlais, C; Fernandes, P; Alphonse, ME; Malézieux, E. 2014. Évolution de la structure d'un système agroforestier en relation avec le cycle de vie familial : cas du jardin de case en Haïti. *Boia et forets tropicales* 3321:1 - 20.
- Shannon, CE; Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144pp.:
- Smithsonian, I. 1998. *Proceeding of the International Conference on Sustainable Cocoa Growing*, Panama.:
- Tarter, A. 2010. *Thirty Years after a Tree-Planting Project: A Political Ecology Perspective on Behavior and Land Changes in Rural Haiti*. Tesis MS. Gainesville, Florida, USA, University of Florida. 165 p p.
- United States Agency for International Development. 2007. *Environmental vulnerability in Haiti*.
- USAID. 1987. *Agroforestry Research I Haiti. The Final Report of the University of Maine for The Usaid. Agroforestry Outreach Project*. 64:
- Velásquez, G. 2006. *Fundamento de alimento saludable. Tabla de macronutrientes, minerales y vitaminas de la FAO*.
- Waijers, PMCM; Feskens, EJM; Ocke, MC. 2007. A critical review of predefined diet quality scores. *Br J Nutr* 97: 219–231. 97:219 - 231.
- Wojtusik, T; Felker, P; Russell, EJ; Bengé, MD. 1993. Cloning of erect, thornless, non-browsed nitrogen fixing trees of Haiti's principal fuelwood species (*Prosopis juliflora*). *Agroforestry Systems* 213:293 - 300 P.
- World Health Organization. 2007. *Joint statement by the World Health organization, the World Food Programme and the united nations children's Fund : Preventing and controlling micronutrient deficiencies in populations affected by emergency*. Who Genova.:

9 Anexos

9.1 Anexo: Tipología de las parcelas en función de la composición de los SAF de café y de cacao



9.2 Tipología de los SAF en función de los árboles de sombra



9.3 Formulario de encuesta
Encuesta socioeconómica

Nombre del encuestador: _____
Fecha (día/mes/año): _____

Buenos días, este es un estudio para conocer mejor la realidad de la producción agrícola y la vida de las familias productoras de la comuna. Para esto nos gustaría hacerle unas preguntas sobre su familia y su finca que tomarán más o menos una hora. Con esta información nos gustaría que los productores conozcan mejor los retos y las potencialidades de los sistemas agroforestales de la comunidad.

Estos datos son confidenciales y su nombre no aparecerá públicamente en ningún documento. Estos datos serán usados solo para fines de investigación, lo que no tendrá ningún efecto negativo en el futuro. Este estudio permite tener más información sobre cómo mejorar su finca.

1- Información general:

Nombre de entrevistado/a:	
Nombre de la finca:	
Comunidad:	
Distrito:	
Coordenada UTM:	
Sexo:	
Beneficiario/a de la organización:	

2- Actividad principal productiva:

Después de los cultivos principales del sistema que son Cacao o Café. ¿Existen otros cultivos o componentes del sistema?	1. Granos 2. Básicos
	3. Ganado
	4. Hortalizas
	5. Forestal
	6. Actividad no agrícola (indicar) _____
	Especificarlos cultivo _____

3- Composición y Educación

	Número total	Nivel de escolaridad						Viven fuera de la comunidad
		No sabe leer y escribir	Primaria in-completa	Primaria completa	Secundaria incompleta	Bachiller	Universitario	
Miembros de la familia								
Hombres más de 18 años								
Mujeres más de 18 años								
Hombres de 7 a 18 años								
Mujeres de 7 a 18 años								
Niños menos de 6 años								
Niñas menos de 6 años								

4- Información general sobre mano de obra:

Mano de obra	Marcar con X	Cantidad (hora/día)
Familiar		
Contratada		
Organizaciones de vecinos/locales		
Otros		

Si la mano de obra es contratada, especificar cuanto se paga por la mano de obra y hora

promedio al día.

Costo\$ _____ Hora/día _____

5. Puntos de comercialización en relación con la ubicación de la finca

Nombre del mercado	Producto a comercializarse	Cantidad de producto	Unidad	Precio de venta	Distancia a la finca (km)	¿es accesible? --	Tipo de transporte	Costo del transporte
						Todo el año -Época seca -No accesible		

Observaciones _____ de _____ la comercialización _____

6 - Sistema de producción y fechas de cosechas.

Parcela	Área Ha	Unidad	Total producción por año	Consumo por año	Venta por año/ precio	Mes de cosechas
Maíz Frijol						
Plátano						
Ñame						
Frijoles						
Sorgho						
Guándul						
Batata						
Hortalizas						
Frutas						
Árbol de pan						
café						
Cacao						
Pan de frutas						
Calabaza						
Mirliton						
Maracuyá						
Banano						
Caña						
Ganado						
Porcinas						
Gallinas						
Cabras						
Otros						

Ganado, granos básicos y otros específicos anotando el nombre: Frutas, madera, banano, otros.

7 - Cuadro para datos cuantitativos cada componente y subcomponente para poder elaborar el análisis financiero actual del año 2015.

Descripción:

Las actividades deben considerar diferentes momentos durante el año bajo análisis: Establecimiento, manejo, cosecha, comercialización/venta, transformación.

Insumos: Mano de obra, pago por alquiler de tierra, Herramientas, productos químicos, Abonos.

Tipo de actividades	Frecuencia: D/S/M/A	Insumos	Unidad de medida de semillas	Cantidad	Precio/unidad	Precio total	Obs.

D: diario; S: semanal; M: mensual; A: anual

8. ¿Cuáles son otras fuentes de ingresos?

Fuente	Tipo de trabajo	# meses	Ingresos por mes (Cds)	Ingresos total por año (Cds)	Quienes tienen el ingreso
Salarios					H, M, Ambos, Hi
Negocios					H, M, Ambos, Hi
Remesas					H, M, Ambos, Hi
Alquiler					H, M, Ambos, Hi
Jornada					H,M, Ambos ,Hi

H = Hombre, M= Mujer, Am = Ambos, Hi = Hijos o Hijas

9. Costo de aprovechamiento y comercialización de madera.

Especies	Evaluación de precio en pie	Precio de Corta	Costo de preparación de la madera o tablas	Precio de venta por docena	Época de corta

Enumerar los trámites y como se negocia la madera usualmente.

Observación: _____

10- Acceso a créditos agrícolas.

Recibe créditos	▪ Sí ▪ No
Desde cuando	▪ Menos de 5 años ▪ Más de 5 años
De quien recibe crédito	▪ Cooperativas
	▪ Asociaciones
	▪ Microfinancieras
	▪ Bancos
	▪ Proyectos
	▪ Familiares
	▪ Prestamistas
Para que ocupa los créditos	▪ Inversión agrícola
	▪ Inversión ganadera (compra de ganado)
	▪ Cultivo agrícolas
	▪ Tierra y vivienda
	▪ Mejora la infraestructura productiva
	▪ Consumo
	▪ Educación y salud
▪ Para pagar deuda	
Tasa de interés del préstamo (%).	% por mes
Satisfacción de la demanda de crédito	▪ Menos de 25% de las necesidades
	▪ Entre 25 y 50% de las necesidades
	▪ Entre 50% y 100% de las necesidades
Está al día con su crédito	▪ Sí ▪ No
Observaciones	

Formulario de encuesta No 2: Información sobre perfil nutricional familiar

1- ¿Cuáles son los productos agrícolas encontrados dentro del cacaotal y cafetal que consumen los productores con regularidad?

No	Productos principales consumidos	Producción /año	Cantidad consumidos por las familias	Cantidad consumidos por los animales

2- ¿Cuál es la frecuencia de consumo de los productos de cacaotal y cafetal: marque con una x y quiénes la consumen más?

Tipo de productos consumidos	Cantidad consumido y unidad de medida	Frecuencia de consumo				Quiénes las consumen				
		Diario	semanal	mensual	Rara vez	Niños	Jóvenes	Adultos	Toda la familia	Época

2.1. Origen de los alimentos y sus costos.

¿Se abastece alimentos en los mercados locales? Sí _____ No _____ ¿con qué frecuencia? _____

¿Qué tipo de alimentos compra en el mercado local, supermercado, etc.? Si: No

Alimentos básicos _____ verduras _____ carnes _____
 leche _____ Huevos _____ harinas y productos
 derivados _____ otros _____

3. ¿Qué tipo de alimentos básicos consume su familia regularmente?

Alimentos básicos	Cantidad consumido diario (unidad de medida)	Semana	Cantidad consumida por mes (unidad de medida)	Costo/ unidad
Arroz				
Frijoles				
Aceite				
Sal				
Huevos				
Pollo				
Cerdo				
Res				
Café				
Leche				
Azúcar				
Chocolate				
Harinas				
Pastas				
Verduras				
Frutas				
Pan				
Pan de frutas				
Maíz				
Sorgo				
Batata				
Caña de azúcar				
Otros				

4- ¿Cada cuánto tiempo (niños, jóvenes, adultos y ancianos) acceden a atención médica para obtener medicinas, vitaminas o para desparasitarse?

Periodos	Tipo de medicinas	Tipo de vitaminas	Frecuencia de la campaña de salud
Mensual			
3 meses			
6 meses			
12 meses			
Rara vez			
Solo durante campañas de salud.			

Entrevista para la recolección de datos en SAF con café y cacao

Fecha: _____

Nombre del productor: _____

Edad: _____ Años produciendo: _____ Escolaridad: _____

Género: _____

Localidad: _____ Distrito: _____ Coordenadas GPS: _____

Tamaño de finca: _____ Área café: _____ Otros cultivos: _____

Edad de la plantación _____

Manejo del cultivo

1. Variedades y porcentaje en la finca _____
2. ¿Qué tanto obtiene de café en la finca? _____ ¿Está usted conforme con su rendimiento? SÍ _____ NO _____
3. ¿Cómo compara la producción de café de su finca con las fincas vecinas?
4. ¿Cuánto produce por ha?
5. ¿Menciona la diferencia?
6. ¿Existen partes de la finca que le den mayor producción que otras? ¿A qué cree que se deba?
7. ¿Qué haría usted para aumentar su producción?
8. ¿Cuántas podas de café y cuantas deshijas realiza al año y en qué épocas?
9. ¿Cómo, cuándo y con qué fertiliza?
10. ¿Ha visto diferencia entre los abonos orgánicos y los químicos?
11. ¿Qué problemas tiene de plagas y enfermedades?
12. ¿Cómo maneja las plagas y enfermedades?
13. ¿Hay zonas de la finca dónde haya más incidencia de plagas que en otras? (como por sombra, distancia a áreas naturales, controladores biológicos)
14. ¿A qué cree que se deba esto en las diferentes zonas de la finca?
15. Pensando en plagas y enfermedades ¿cómo compara su finca con las fincas cercanas?
16. ¿Qué problemas tiene de enfermedades? Roya_ Antracnosis_ Ojo de gallo_ Otras_
17. ¿Cómo maneja las enfermedades? (incluyendo *Verticillium*)

18. ¿Hay zonas de la finca donde haya más incidencia de enfermedades que en otras? (por sombra o distancia a áreas verdes).
19. ¿A qué cree usted que se deba esto en las diferentes zonas de la finca?
20. Pensando en enfermedades ¿cómo compara su finca con las fincas cercanas?
21. ¿Cuáles son las malezas que hay en su finca? (priorizar y si es posible pedir porcentajes).
22. ¿Cómo maneja usted las "malezas"?
23. ¿Ha visto usted diferencias entre las malezas? (invasoras) ¿Cuáles? ¿A qué cree que se deba?
24. ¿Cómo maneja las diferentes malezas?

Manejo del dosel de sombra

1. ¿Qué árboles tiene en su cafetal? ¿Cuál es el principal(es)?
2. ¿Por qué eligió estas especies?
3. ¿A qué distancia las tiene?
4. ¿Usted hace poda de los árboles? ¿Si no hace porque no hace?
5. ¿Cómo realiza estas podas?
6. ¿Cuál es la razón para hacer las podas y como usted las hace?
7. ¿Tienen los árboles algún uso? Madera_____ Leña_____ Medicinal_____ Cerca viva___Rompe vientos_____ Alimento__Leguminosas__ Otros__
8. ¿Cómo le ayudan los árboles al suelo? Mayor la fertilidad_____ Menor erosión_____ Más agua_____
9. ¿Cuáles son las características de los árboles "buenos"?
10. ¿Cómo puede usted clasificar a los árboles? (buenos y malos, etc.)
11. ¿Cuáles son las características de los árboles que hacen que estén en diferentes categorías?
12. ¿Cuáles las funciones de los árboles en la finca?

Percepción sobre servicios ecosistémicos

1. ¿Cuáles son los servicios que brindan los árboles?
2. ¿Usted cree que los árboles ayuden al café? Sí_____ No_____ ¿por qué?
3. ¿Existe alguna fuente de agua en la finca?
4. ¿Dónde se ubica?
5. ¿Para _____ qué _____ fin _____ lo _____ usa?,
irrigación_____ consumo_____ otros_____
6. ¿Produce usted forrajes en la finca?
7. ¿Cuáles son?
8. ¿Habrán árboles que sirvan en la producción de agua? Sí__No__ ¿cuáles serían?
9. ¿Existe espacio para intensificar la finca?
10. ¿Para intensificar la finca, piensa usted de reemplazar algunos árboles de menos importancia por árboles multifuncionales? Sí_____ o No_____
11. ¿Cuáles son?
12. ¿Qué especie de árbol que siembra usted para la producción de leña?
13. ¿Habrán árboles que sirvan para cuidar al suelo? Sí_____ No_____ ¿Cuáles serían?

14. ¿Cuáles son los árboles que cree usted que conservan el suelo y agua?
15. ¿Usted cree que sus suelos hayan cambiado durante los 5 años, 10 años? Sí_____ No_____ ¿Por qué?
16. ¿A qué se debe este cambio?
17. ¿Ve alguna diferencia entre el suelo debajo del SAF con café o café en pleno sol?
18. ¿Por qué?
19. ¿Cómo le gusta a usted más la finca?
20. ¿Usa usted agroquímicos en la finca? Sí___No_____. ¿Cuáles son?_____
21. ¿Usted aplica "pesticidas en su finca"? Sí_____ No_____
22. ¿Ha notado algún problema con la aplicación de pesticidas"? Sí_____ No_____ "Se endurecen" suelos_____ matan los insectos polinizadores_____ contamina el ambiente___Mata vida del suelo"_____ Contamina agua_____ Otra_____
23. ¿Dentro o alrededor de la finca, ¿qué actividades afectan a su salud?_____
 - a. ¿a los animales?
 - b. ¿a los bosques?
 - c. ¿al agua?
 - d. ¿al aire?
 - e. ¿a los suelos?
24. ¿Qué puede hacer usted o su comunidad para remediar los problemas?
25. ¿Considera que la forma que cultiva usted o la comunidad es amigable al ambiente

Recolección de datos de suelo

1. Caracterización de terreno

- | | |
|--|---|
| ¿Cuál es el tipo de textura del suelo? | Arcilloso, Limoso, Arenoso |
| ¿Cuál es la profundidad de suelo? | Muy profunda, Media profunda, Poco profunda |
| ¿Cómo es la presencia de lombrices en el suelo? | Alta, Media, Baja |
| ¿Cómo es la densidad de raíz en la capa productiva de suelo? | Alta, media, baja |
| ¿Cuál es el pendiente del terreno? | Plana, Inclínada, Muy inclinada |
| ¿Cómo es el drenaje del suelo? | Bueno, regular, malo |
| ¿Cómo es el contenido de materia orgánica? | Alto, medio, bajo |

2. Manejo de suelo

- | | |
|--|---|
| ¿Cómo preparan sus terrenos? | Tala y Quema, Trabaja en crudo, Arado, Usa cobertura |
| ¿Qué tipo de tracción utiliza para la preparación del suelo? | Animal, Humano, Tractor, Ninguna |
| ¿Realiza análisis de fertilidad de suelos? | Si o No |
| ¿Qué tipo de fertilización realiza? | Química, Orgánica o Ninguna |
| ¿Realiza práctica de conservación de suelo? | Si o No |
| ¿Qué tipo de obra para conservación de suelo? | Barrera viva, barrera muerta, terraza, acequia, curvas a nivel, |

Censo completo de la finca

Hoja 1: Censo completo de especies del dosel (Todas las especies con diámetro mayor a 15 cm)

Código parcela:	*Uso: F=frutal, M=maderable, L=leña, Me=medicinal, S=servicio, P=protección								
Fecha:	**EP: J=muy joven, P=productivo, V=muy viejo								
Arb no.	Nombre común	CAP (cm)	Uso	*EP**	Arb no.	Nombre común	CAP (cm)	Uso *	EP**

Hoja 2. Inventario de árboles >30CM

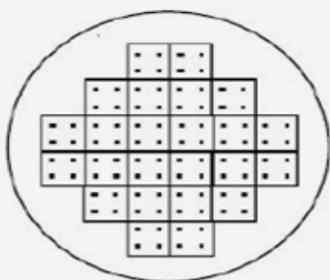
(El número de árbol debe ser el mismo que esté en el formulario 1)

Código parcela:	Fecha:								
Árbol no.	Nombre común	Circ (cm)	Hc (m)	Vol estim. (pT)	Árbol no.	Nombre común	Circ (cm)	Hc (m)	Vol estim. (pT)

Hoja 3: Estimación del porcentaje de cobertura

Densímetro esférico

Código parcela:	Fecha:
-----------------	--------



Son 24 cuadros en total

-Puede contarse solo 24 cuadros

-Subdividir cada cuadro en cuatro partes = 96 cuadros

Se cuentan los cuadros que están cubiertos con partes de la copa del árbol

Para poder calcular el porcentaje de la sombra se tomarán 4 puntos mediante un recorrido de la parcela

Se miden varias estaciones haciendo recorrido en **zig-zag**

En cada estación se toman 4 lecturas (N, S, E, O)

Estación	Puntos por estación				Promedio
	N	S	E	O	
1					
2					
3					
4					
Promedio general (PG) =					

Hoja 4: Inventario de tocones

Código parcela:		Fecha:.....						
Tocón no.	Nombre común	Circ. (cm)	Altura (cm)	Año corta	Rendimiento (unids)	Destino	Precio venta (\$)	Fecha de aprovechamiento

Hoja 5: Muestreo de cafetos

Código cafetal: Fecha: Área total del cafetal: Variedad:	Distancia siembra: #plantas/sitio: *diámetro a 15 cm
---	--

#	D15*	Altura (cm)

Hoja 6: Inventario musáceas

Código Parcela:Fecha:.....		*Tipo: B=banano, P=plátano **Variedad: GM=gros Michel, Pr=primitivo
Tipo*	Variedad**	No. Individuos

Hoja 7: otros cultivos

Código Parcela:Fecha:.....		*Tipo:.....**Variedad:
Tipo*	Variedad**	No. Individuos

Hoja. 8. Hoja de recolección datos de profundidad de suelo

Número de muestra de suelo	Parcela No. _____	Longitud	Latitud	Profundidad
001				
002				

Hoja 9 –Evaluación de criterio de calidad del hábitat

Parcelas	Número de estratos en la parcela	Especies	Número de individuos	No de árboles con presencia de epifitas y bejucos
1				
2				
3				
4				
Calculo	Promedio de número de estratos entre parcelas	Suma de especies n en las 4 p =	No árboles por ha= suma de árboles en las 4 parcelas x 5= Indicador 3: No. Árboles y arbustos/ 100=	Número de árboles con epifitas dividido entre el número total de árboles Indicador 4: Proporción de árboles con epifitas o bejucos =
Indicador	Indicador 1 No. Estratos =	Indicador 2: No. Especies nativas =		