UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

"CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y EL MICROCLIMA EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN TRES PISOS ALTITUDINALES EN LA ZONA CAFETALERA CHAGUARPAMBA-OLMEDO"

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMO.

AUTORA:

Tania Yasmin Sarango Acaro

DIRECTOR:

Dr. C. Max Encalada Córdova

LOJA-ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN

Dr. C. Max Encalada Córdova
DIRECTOR DE TESIS

Certifica:

Que la señorita **Tania Yasmin Sarango Acaro**, egresada de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Loja, ejecutó el trabajo final de tesis: titulado "**Caracterización de la vegetación y el microclima en Sistemas Agroforestales de Café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo.**", bajo mi dirección, el mismo que ha sido debidamente revisado y corregido cumpliendo con todas las normas reglamentarias vigentes y dentro del cronograma establecido.

Por tal razón, autorizo su presentación para que continúe con el proceso que corresponda.

Loja, 02 de junio del 2018

Atentamente,

Dr. C. Max Encalada Córdova
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Que luego de haber procedido a la calificación de tesis escrita del trabajo de investigación titulado "**Caracterización de la vegetación y el microclima en Sistemas Agroforestales de Café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo.**", de autoría de la señorita egresada de la carrera de Ingeniería Agronómica **Tania Yasmin Sarango Acaro,** luego de haber constatado que se ha incluido en el documento las observaciones y sugerencias realizadas por los miembros del tribunal, autorizamos a la interesada continuar con los trámites respectivos previo a la obtención del título de: **Ingeniera Agrónomo.**

Loja, viernes 27 de Julio del 2018

Ing. Edmigio Valdivieso Caraguay Mg. Sc
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Klever Chamba Caillagua
VOCAL DELTRIBUNAL

Ing. Paulina Fernández Guamizo Mg. Sc
VOCAL DEL TRIBUNAL

AUTORÍA

Yo Tania Yasmin Sarango Acaro declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional- Biblioteca Virtual.

Autora: Tania Yasmin Sarango Acaro

Firma:.....

Número de cedula: 1105763369

Fecha: 27 de Julio del 2018

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELÉCTRONICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo Tania Yasmin Sarango Acaro, declaro ser autora de la tesis titulada "Caracterización de la vegetación y el microclima en Sistemas Agroforestales de Café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo." como requisito para optar al grado de Ingeniera Agrónomo, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en RDI, en las redes de la información del país y del exterior con los cuales mantenga convenios la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 30 días del mes de julio del dos mil dieciocho, firma la autora.

Firma:.....

Autora: Tania Yasmin Sarango Acaro

N° Cédula: 1105763369

Dirección: Frovincia de Loja, Cantón Gonzanamá, Parroquia Changaimina

Correo Electrónico: tysita2195@hotmail.com

Celular: 0981575207

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Dr. C. Max Encalada Córdova.

Tribunal de Grado: Ing. Edmigio Valdivieso Caraguay Mg. Sc.

Ing. Klever Chamba Caillagua

Ing. Paulina Fernández Guarnizo Mg. Sc.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Max Encalada Córdova, por dirigir esta tesis y por todo su apoyo brindado a lo largo de su realización.

Al tribunal de grado: Ing. Edmigio Valdivieso, Ing. Paulina Fernández e Ing, Klever Chamba, por el aporte brindado para mejorar la calidad de este trabajo.

A los propietarios de las fincas donde se realizó la investigación; Sra. Carmita Encalada, Ing. Manuel Romero, por su colaboración.

A la Universidad Nacional de Loja, sobre todo a la Carrera de Ingeniera Agronómica y a los docentes, por todo el conocimiento que se me impartió durante mi vida estudiantil.

A mi Madre, por ser el pilar fundamental en mi formación y educación, por su apoyo incondicional para ser posible la realización de este trabajo.

A mi hermana Marisol, hermanos Rolando y Pablo por ser el motor de mi vida y a mi amada sobrina Daila por llegar a llenarme de amor, Gracias.

A Yomara, Karina e Ing, Klever, por su compañía y apoyo en el trabajo de campo.

A mis amigos Dianita, Marlon y María Mercedes gracias por su cariño y amistad, a todas las personas que de alguna manera me han apoyado y han formado parte de mi vida.

A Cristian por todos los momentos que hemos pasado juntos, por todo su apoyo, amistad, cariño y comprensión en esta etapa de mi vida.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio.

A la mujer que más amo, mi madre Magdalena Sarango, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y apoyarme siempre. Madre mía, gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

A mi papito Moisés Sarango (QEPD) y Mamita Rosa Acaro, por quererme, cuidarme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

A mis hermanos, mi motor y fuerza para seguir adelante, Eugenia Marisol, Rolando Wilfrido y Pablo Alexander, por estar conmigo y apoyarme siempre, los amo.

A mi sobrina Daila Anahí, para que veas en mí un ejemplo a seguir.

A Lorgia Aguilar, Fernando Aguilar, Javier Aguilar y familia, infinitas gracias por formar parte integral de mi proceso de formación tanto académico como personal, mi gratitud y aprecio eterno.

A mis amigas incondicionales, Dianita, Yomara, María Mercedes, Idalmis, Karina, Viviana; a mi buen amigo Marlon, Robert, Byron, Richard, por compartir los buenos y malos momentos conmigo. Cristian gracias por la paciencia, apoyo y cariño, te quiero.

Al director de tesis Ing. Max Encalada, por su gran apoyo, motivación, tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

A todos aquellos familiares, amigos y docentes que formaron parte del camino universitario y me ayudaron a resolver problemas de forma oportuna.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

CERTIFICACIÓN ii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO iii
AUTORÍA iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELÉCTRONICA DEL TEXTO COMPLETO v
AGRADECIMIENTOS vi
DEDICATORIA vii
ÍNDICE GENERAL viii
ÍNDICE DE FIGURAS x
ÍNDICE DE TABLAS xii
ÍNDICE DE CUADROS xiv
ÍNDICE DE ANEXOS xv
RESUMEN xvi
ABSTRACT xvii

1. INTRODUCCIÓN 1
2. REVISIÓN DE LITERATURA 5
2.1. Generalidades sobre el cafeto 5
2.2. Características morfológicas del café 5
2.3. Condiciones edafoclimáticas para los cafetos 6
2.4. Los cafetales en el Ecuador 7
2.5. El clima en las zonas productoras. 7
2.6. El sistema agroforestal y el cultivo del café 8
2.7. El sistema agroforestal y sus efectos en la diversidad 9
2.8. Influencia de la sombra en la fisiología y crecimiento del cafeto. 10
2.9. Influencia de la temperatura en la fisiología y crecimiento del cafeto 12
2.10. La influencia de la luz en el desarrollo de los cafetos 13

2.11. Influencia de la precipitación y evapotranspiración en el café 14

2.12. La diversidad y densidad de siembra en los SAF de café 15

3. MATERIALES Y MÉTODOS 17

3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 17

3.1.1. Zonas Ecológicas y de Vida 17

3.1.2. Zonas Edafoclimáticas 18

3.1.3. Ubicación Política y Geográfica..... 18

3.2. MATERIALES..... 20

3.3. METODOLOGÍA..... 20

3.3.1. Metodología para el Objetivo 1:..... 21

3.3.2. Metodología para el Objetivo 2:..... 23

3.3.3. Metodología para el Objetivo 3:..... 24

4. RESULTADOS 26

4.1. Composición y distribución de la vegetación arbórea y arbustiva en los Sistemas Agroforestales de Café en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo. 26

4.2. Influencia del sistema agroforestal café en la variación de las condiciones microclimáticas de las plantaciones de cafeto en la zona Chaguarpamba-Olmedo. 39

4.3. Relaciones entre las condiciones del microclima en el Sistema Agroforestal y los requerimientos del cafeto en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo. 60

5. DISCUSIÓN..... 61

6. CONCLUSIONES..... 68

7. RECOMENDACIONES 69

8. BIBLIOGRAFIA..... 70

9. ANEXOS 78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la zona Cafetalera Chaguarpamba-Olmedo 19
Figura 2. Mapa de ubicación de los sitios seleccionados para la caracterización de las los Sistemas Agroforestales Café. 21
Figura 3. Distribución vertical de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lozumbe. 28
Figura 4. Distribución horizontal de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lozumbe. 29
Figura 5. Distribución vertical de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Chaguarpamba. 32
Figura 6. Distribución horizontal de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Chaguarpamba. 32
Figura 7. Distribución vertical de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lobongo. 35
Figura 8. Distribución horizontal de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lobongo 36
Figura 9. Medias del porcentaje de sombra y comparación entre parcelas muestreadas en el sitio Lozumbe durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 39
Figura 10. Medias de la diferencia de temperatura en el sitio Lozumbe durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 41
Figura 11. Medias de la diferencia de humedad relativa en las tres parcelas del sitio Lozumbe durante las cinco fechas de evaluación. 42
Figura 12. Medias de la diferencia de humedad relativa en el sitio Lozumbe durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 43
Figura 13. Medias de la diferencia de viento en el sitio Lozumbe durante el periodo Febrero – Abril, 2018. 44
Figura 14. Medias del porcentaje de sombra en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 45
Figura 15. Medias de la diferencia de temperatura en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018 47

Figura 16. Medias de la diferencia de humedad relativa de las tres parcelas del sitio Chaguarpamba durante las cinco fechas de evaluación. 48
Figura 17. Medias de la diferencia de humedad relativa en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 49
Figura 18. Medias de la diferencia de viento en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 50
Figura 19. Medias del porcentaje de sombra en el sitio Lobongo durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 51
Figura 20. Medias de la diferencia de temperatura en el sitio Lobongo durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 53
Figura 21. Medias de la diferencia de humedad relativa de las tres parcelas del sitio Lobongo durante las cinco fechas de evaluación. 54
Figura 22. Medias de la diferencia de humedad relativa en el sitio Lobongo durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018 55
Figura 23. Medias del porcentaje de sombra y de las diferencias de temperatura, humedad relativa y viento de las cuatro variables en los tres sitios de evaluación durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de las condiciones climáticas observadas en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo con las condiciones requeridas según varios autores, estudio realizado en el periodo Nov 2017-Abril 2018. 25

Tabla 2. Correlaciones de Pearson entre altura y diámetro de copa (DC), de los sitios Lozumbe. Lobongo y Chaguarpamba. 37

Tabla 3. Medias de la temperatura interna y externa en el sitio Lozumbe durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 40

Tabla 4. Medias de la diferencia de temperatura a pleno sol y dentro del sistema agroforestal por parcelas durante cinco evaluaciones realizadas en el sitio Lozumbe en el período Noviembre 2017- Abril 2018. 40

Tabla 5. Medias de la humedad relativa interna y externa en el sitio Lozumbe durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 41

Tabla 8. Medias de la temperatura interna y externa en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018 46

Tabla 9. Medias de la diferencia de temperatura a pleno sol y dentro del sistema agroforestal por parcelas durante cinco evaluaciones realizadas en el sitio Chaguarpamba en el período Noviembre 2017-Abril 2018. 46

Tabla 10. Medias de la humedad relativa interna y externa en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 47

Tabla 11. Medias del viento interno y externo en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Febrero-Abril, 2018..... 49

Tabla 12. Medias de la diferencia de viento en el sistema agroforestal de café del sitio Chaguarpamba en el Febrero-Abril, 2018. 50

Tabla 13. Medias de la temperatura interna y externa en el sitio Lobongo durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 51

Tabla 14. Medias de la diferencia de temperatura a pleno sol y dentro del sistema agroforestal por parcelas durante cinco evaluaciones

realizadas en el sitio Lobongo en el período Noviembre 2017-Abril 2018. 52
Tabla 15. Medias de la humedad relativa interna y externa en el sitio Lobongo durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018. 53
Tabla 16. Tabla 17. Medias del viento interno y externo en el sitio Lobongo durante el periodo Febrero-Abril, 2018..... 55
Tabla 17. Medias de la diferencia de viento en el sistema agroforestal de café del sitio Lobongo en el periodo Febrero-Abril, 2018..... 56
Tabla 18. Correlaciones de las variables climáticas del sitio Lozumbe 57
Tabla 19. Correlaciones de las variables climáticas del sitio Lobongo 58
Tabla 20. Correlaciones de las variables climáticas del sitio Chaguarpamba..... 58
Tabla 21. Medias estimadas de los últimos 5 años de la estación más cercana correspondiente a la Estación Meteorológica de “Zaruma”, para los tres sitios evaluados. 60
Tabla 22. Comparación de las condiciones climáticas observadas en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo, con las condiciones requeridas por el cafetal según varios autores. 60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Identificación de las especies arbóreas y arbustivas en el sitio Lozumbe. 26
Cuadro 2. Promedio y variación de la altura y el diámetro de copa de la vegetación del sitio Lozumbe. 27
Cuadro 3. Frecuencia relativa, densidad relativa e índice de valor de importancia simplificado de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lozumbe. 29
Cuadro 4. Identificación de las especies arbóreas y arbustivas en el sitio Chaguarpamba. 30
Cuadro 5. Promedio y variación de la altura y el diámetro de copa de la vegetación del sitio Chaguarpamba. 31
Cuadro 6. Frecuencia relativa, densidad relativa e índice de valor de importancia simplificado de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Chaguarpamba. 33
Cuadro 7. Identificación de las especies arbóreas y arbustivas en el sitio Lobongo. 34
Cuadro 8. Promedio y variación de la altura y el diámetro de copa de la vegetación del sitio Lobongo. 34
Cuadro 9. Frecuencia relativa, densidad relativa e índice de valor de importancia simplificado de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lobongo. 36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos estación meteorológica “Zaruma”..... 78
Anexo 2. Datos frecuencia y densidad absoluta e índice de valor de importancia simplificado e las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lozumbe..... 81
Anexo 3. Anexo 3. Datos frecuencia y densidad absoluta e índice de valor de importancia simplificado de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Chaguarpamba. 82
Anexo 4. Datos frecuencia y densidad absoluta e índice de valor de importancia simplificado de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lobongo. 82
Anexo 5. Escala de Interpretación de Pearson..... 83
Anexo 6. Datos de las medias micro climáticos del sitio Lozumbe..... 83
Anexo 7. ANOVA de las medias de los datos micro climáticos del sitio Lozumbe..... 84
Anexo 8. Datos de las medias micro climáticos del sitio Chaguarpamba..... 85
Anexo 9. ANOVA de los datos micro climáticos del sitio Chaguarpamba..... 86
Anexo 10. Datos de las medias microclimáticas del sitio Lobongo..... 87
Anexo 11. ANOVA de los datos micro climáticos del sitio Lobongo. 88
Anexo 12. Escala de BEAUFORT. 90
Anexo 13. Fotografías de los sistemas agroforestales de café evaluados. 91

CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y EL MICROCLIMA EN SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.*)* EN TRES PISOS ALTITUDINALES EN LA ZONA CAFETALERA CHAGUARPAMBA-OLMEDO

RESUMEN

Es un análisis de las características de la vegetación arbórea, arbustiva y, el microclima de los Sistemas Agroforestales de Café (*Coffea arabica* L.); y, su relación con los requerimientos del cultivo en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo. Con un muestreo de poblaciones vegetales, utilizando tres parcelas de 600 m² en cada sitio. Establecidas en tres pisos altitudinales: Lobongo a 1 719 m s. n. m., Chaguarpamba a 1 459 m s. n. m. y Lozumbe a 850 m s. n. m. Se evaluaron variables: altura, diámetro de copa y se calculó la frecuencia relativa, densidad relativa y el IVIs (Índice de valor de importancia simplificado); variables climáticas: intensidad de la luz, temperatura del aire, humedad relativa (HR) y velocidad del viento. Los datos se procesaron y analizaron la varianza simple y correlaciones de Pearson utilizando software Excel e Infostat. Los resultados indicaron que los sistemas, no fueron similares tanto en su composición como de las condiciones microclimáticas. Las principales especies presentes en los sistemas agroforestales aparte del cultivo de interés agrícola *Coffea,* fueron: en Lozumbe se presentaron 18 especies, siendo *Musa, Inga* y *Myrsine* las más representativas, con sombra del 63,80 %, temperatura de 25,9 °C, HR del 68 % y viento de 0.4 m/s; en Lobongo se destacan la presencia de *Musa Acacia* e *Inga*, con un porcentaje de sombra de 60,26 %, temperatura de 26,9 °C, HR del 59 % y viento 0,3 m/s; finalmente en el sitio Chaguarpamba, la presencia de *Musa y Solanum* con sombra del 24,75 %, temperatura de 22,8 °C, HR del 68 % y viento de 0,4 m/s. Las características tanto de la vegetación como del microclima determinaron la falta de uniformidad dentro de cada sitio y entre ellos.

PALABRAS CLAVE: agroforestal, *Coffea*, clima, vegetación.

ABSTRACT

It is an analysis of the characteristics of the arboreal vegetation, shrub and, the microclimate of the Agroforestry Coffee Systems (*Coffea arabica* L.); and, its relation with the requirements of the cultivation in the Chaguarpamba-Olmedo coffee zone. With a sampling of plant populations, using three plots of 600 m² in each site. Established in three altitudinal floors: Lobongo at 1 719 m s. n. m., Chaguarpamba to 1 459 m s. n. m. and Lozumbe at 850 m. n. m. Variables were evaluated: height, crown diameter and relative frequency, relative density and IVIs (Simplified importance value index) were calculated; climatic variables: intensity of light, air temperature, relative humidity (HR) and wind speed. The data was processed and analyzed for the simple variance and Pearson correlations using Excel software and Infostat. The results indicated that the systems were not similar in both their composition and microclimatic conditions. The main species present in the agroforestry systems apart from the *Coffea* agricultural interest crop were: in Lozumbe there were 18 species, with *Musa, Inga* and *Myrsine* being the most representative, with shadow of 63.80%, temperature of 25.9 °C , RH of 68 % and wind of 0.4 m/s; in Lobongo the presence of *Musa Acacia* and *Inga* stands out, with a shadow percentage of 60.26 %, temperature of 26.9 °C, HR of 59 % and wind 0.3 m / s; finally in the Chaguarpamba site, the presence of *Musa* and *Solanum* with shadow of 24.75 %, temperature of 22.8 °C, HR of 68 % and wind of 0.4 m/s. The characteristics of both the vegetation and the microclimate determined the lack of uniformity within each site and between them.

KEY WORDS: agroforestry, *Coffea*, climate, vegetation

1. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos agroindustriales más importantes en el comercio internacional y su producción primaria juega un papel fundamental en la economía de muchos países debido a que es una importante fuente de empleo, ingresos y divisas (FIRA, 2015). En cuanto a producción, durante el año cafetero 2016-2017 la producción mundial fue de 155,8 millones de sacos, un 1,7 % menos con respecto al período de 2015-2016, que comparado con un consumo mundial de 156,9 millones de sacos representa un déficit global de 1,1 millones de sacos (EFE, 2017).

En el Ecuador, el café es un producto primordial para el sector agropecuario por la generación de divisas e ingresos que implica su exportación (5,283 toneladas de café en grano en el 2016). Además, durante los últimos 15 años se ha ubicado entre los primeros nueve cultivos con mayor superficie cosechada y es producido en 19 provincias del país (ESPAC, 2016). La comercialización, industrialización y exportación de café son relevantes en la economía, desarrollo social y preservación ambiental, ya que su cultivo se da en diversas regiones del país, en 193 000 hectáreas con la participación de aproximadamente 105 000 familias, 70 % de las cuales son pequeños productores (Encalada *et al*. 2016).

Según SINAGAP (2016), en referencia a lo expuesto en el informe de "Rendimientos de Café Grano Seco en el Ecuador 2016" durante el período de análisis, la especie de café arábigo representó el 63 % de la producción nacional de café y presentó un rendimiento promedio de 0,22 t ha^{-1}. Los principales aspectos que atribuye para que se den estas bajas producciones son el manejo de los cultivares.

La Zona Sur de Ecuador conformada por las provincias de Loja, El Oro y Zamora Chinchipe cuenta con condiciones agroecológicas aptas para producir café de calidad (COFENAC, 2013); pese a ello, desde el punto de vista competitivo no se ha destacado por su baja producción y productividad.

En Ecuador la mayoría de los cultivos de café se realizan en sistemas agroforestales, sistemas que según Sarango (2015) presentan ciertas ventajas frente a las plantaciones a pleno sol, ya que ésta, si bien ofrecen mayores rendimientos, a largo plazo rinde menos, ya que su renovación es más temprana que en un sistema agroforestal.

En la provincia de Loja, los sistemas agroforestales que tienen como base al cultivo de café, si bien han logrado sostenerse en las pequeñas y medianas unidades productivas, no se han logrado niveles de rendimiento que se correspondan con la potencialidad de la especie y los recursos disponibles, lo que supone un manejo no adecuado de los requerimientos de la especie (COFENAC, 2012).

Según Arcila, 2007a, los Sistemas Agroforestales regulan la intensidad de la luz, los cambios bruscos de temperatura y el efecto de los vientos; además, como lo señala Pérez y Geissert (2006) reducen la erosión de los suelos, bajan los costos de control de arvenses y favorecen el reciclaje del material orgánico, dando producciones totales mayores y sostenibilidad al sistema. En cuanto al manejo de la luz, Encalada *et al*. (2016), en producción de posturas en vivero en la zona Sur de Ecuador, encontraron que el cafeto responde mejor en su crecimiento y desarrollo en condiciones moderadas de sombra (50 %) y que de acuerdo con los niveles de sombra la temperatura y la humedad relativa se tornan más estables, favoreciendo el crecimiento.

Por lo mismo, la importancia de estudiar los sistemas agroforestales de café ya que estos, por la presencia de árboles y arbustos en la composición del sistema estos incrementa el dosel del bosque y por ende la radiación solar, precipitaciones y movimiento del aire dentro de los sistemas agroforestales. Los árboles pueden mejorar la productividad de un agroecosistema, al influir en las características del suelo, del microclima, de la hidrología y de otros componentes biológicos asociados (Marín, 2011).

Es necesario recalcar que en el Ecuador y particularmente en la provincia de Loja, no se han encontrado referencias que informen de estudios integrales sobre el comportamiento del cafeto en los sistemas agroforestales, tampoco existe un instructivo técnico actual que guíe el manejo eficiente del cultivo en este tipo de sistemas.

El presente trabajo de investigación se inserta dentro del macroproyecto institucional denominado: "Efecto de la sombra y la densidad poblacional en el desarrollo del cafeto (*Coffea arabica* L.) en sistemas agroforestales en la provincia de Loja." ejecutado por un equipo de docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica.

Con estos antecedentes, se planteó la siguiente hipótesis**:**

Las condiciones de la vegetación influyen en el microclima de los Sistemas Agroforestales café en los diferentes pisos altitudinales en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo, los cuales se relacionan de forma diversa con los requerimientos del cultivo.

Para dar respuesta a la hipótesis se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Analizar las características de la vegetación arbórea y arbustiva y el microclima de los Sistemas Agroforestales de Café (*Coffea arabica* L.) y su relación con los requerimientos del cultivo en tres pisos altitudinales en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo.

Objetivos Específicos

- Caracterizar la composición y distribución de la vegetación arbórea y arbustiva en los Sistemas Agroforestales de Café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo.
- Determinar la influencia del sistema agroforestal café en la variación de las condiciones microclimáticas de las plantaciones de cafeto (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo.
- Establecer las relaciones entre las condiciones del microclima en el Sistema Agroforestal y los requerimientos del cafeto en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades sobre el cafeto

EL café pertenece al género *Coffea* con aproximadamente 100 especies. No obstante, únicamente tres de estas se mencionan como cultivadas comercialmente, destacándose las dos primeras en el siguiente orden: *Coffea arábica* L., *Coffea Canephora* Pierrees - Froehner y por último la *Coffea. Liberica* Bull ex – Hiern (Ingles, 2012).

La clasificación taxonómica según Cárdenas (2007), es la siguiente: **Reino:** Plantae; **División**: Magnoliophyta; **Sub-División** Angiospermae; **Clase**: Magnoliatea; **Sub-Clase**: Asteridae; **Orden:** Rubiales; **Familia**: Ribiaceae; **Género:** *Coffea*; **Especie(s**): *Arabica, Canephora, Liberica*, etc.

2.2. Características morfológicas del café

Cárdenas (2007), señala las siguientes características del cafeto:

El cafeto es un arbusto o árbol pequeño, perennifolio, de fuste recto que puede alcanzar los 10 metros en estado silvestre; en los cultivos se los mantiene normalmente en tamaño más reducido, alrededor de 3 metros. Las hojas son elípticas, oscuras y coriáceas.

Florece a partir del tercer o cuarto año de crecimiento, produciendo inflorescencias axilares, fragantes, de color blanco o rosáceo; algunas especies, en especial *C. arabica*, son capaces de auto fertilización, mientras que otras, como C*. Canephora*, son polinizadas por insectos.

El fruto es una baya, que se desarrolla en unas 15 semanas a partir de la floración; el endospermo comienza a desarrollarse a partir de la duodécima semana, y acumulará materia sólida en el curso de varios meses, atrayendo casi la totalidad de la energía producida por la fotosíntesis. El mesocarpio

forma una pulpa dulce y aromática, de color rojizo, que madura en unas 35 semanas desde la floración.

2.3. Condiciones edafoclimáticas para los cafetos

El café se cultiva en lugares con una precipitación que varía desde los 750 hasta 3000 mm anuales; si bien, el mejor café se produce en aquellas áreas que se encuentran en altitudes de 1200 a 1700 m s. n. m.; donde la precipitación pluvial anual es de 2000 a 3000 mm y la temperatura media anual es de 16º a 22º C (Jiménez y Massa, 2015).

El café prospera en un suelo profundo, bien drenado, que no sea ni demasiado ligero ni demasiado pesado. Los limos volcánicos son ideales. La reacción del suelo debe ser más bien ácida. Una variación del pH de 4,2-5,1 se considera lo mejor para el café arábigo. Además, la respuesta fotosintética y síntesis bioquímica de la planta se ve muy influida por el período climático del año. Así los diferentes niveles de clorofilas y carotenoides, se ven modificados en función de las temperaturas, de la intensidad luminosa (Rivera *et al.,* 2013). La humedad relativa no es determinante en el cultivo de café, no obstante, se señala que un promedio de humedad relativa de 70 a 95 % es recomendable para C. *arabica*. Sin embargo, un factor que si influye sobre los cafetos es el fotoperiodo, ya que, en la iniciación floral, el cafeto parece ser una planta de día corto, en condiciones de día largo las plantas crecen vegetativamente. El fotoperiodo crítico para la iniciación de la floración es entre 13 y 14 horas. La iniciación floral ocurre en periodos de luz de 13 horas o menos y se da antes, con un fotoperiodo de ocho horas más que con uno de 12 (Alvarado y Rojas, 2007).

2.4. Los cafetales en el Ecuador

En Ecuador se cultivan las especies de café *C. arabica* y *C. canephora* en las cuatro regiones geográficas, en 19 provincias del territorio ecuatoriano y el cultivo ocupa aproximadamente el 20 % de la superficie cultivable del país (COFENAC, 2012). La mayor área del cultivo (32,20 %), se ubica en la provincia de Manabí, seguido por Loja con 13,5 % (INEC, 2011).

Según FAPECAFES (2010) existen organizaciones conformadas jurídicamente ubicadas en las principales regiones cafetaleras, en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. Estas asociaciones en la actualidad agrupan aproximadamente a 2 020 productores de café, abarcando una superficie cercana a 24 000 ha, la producción de café promedio anual por asociación está alrededor de los 1 300 tn.

En el 2014, el país produjo alrededor de 600 000 quintales de 60 kilos de café, según información Anecafé. No existen datos actualizados sobre la extensión de los cultivos de café, pero de acuerdo a datos del Sistema de Información Nacional de Agricultura, del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP), en el país había hasta el 2012 alrededor de 193 000 ha sembradas. El 32% de esos cultivos se concentraba en tierras de la provincia de Manabí, y el 14% en la sureña provincia de Loja, según Anecafe (Proaño, 2016).

2.5. El clima en las zonas productoras.

Ecuador tiene climas y microclimas diversos. El modelo meteorológico CPT (Climate Predictability Tool), varía según la geografía y las temperaturas son determinadas por su altitud, ubicación, principalmente por la presencia de la Cordillera de los Andes y la influencia marítima. Las Islas Galápagos y la costa están bajo la influencia de las corrientes del Océano Pacifico (INAMHI, 2011).

Según Duicela y Corral (2009), en las zonas cafetaleras de Ecuador, la temperatura promedio varía entre las diferentes zonas desde 17,5 hasta 25,3 °C; se observa cierta constancia de un mes a otro, los promedios mensuales no varían en más de 3°C a lo largo del año dentro de una determinada zona, en contraste, las fluctuaciones diarias de temperatura en un período de 24 horas son mucho más pronunciadas. La fluctuación diaria de temperatura en las elevaciones medias a superiores en los Andes es a menudo de 20°C o más; en las tierras bajas, la fluctuación diaria de temperatura es generalmente cerca de 10°C. En cuanto a la precipitación, gran parte de Ecuador tiene una estación lluviosa que se extiende desde diciembre a abril o mayo, a excepción de la Amazonía, en donde la precipitación es relativamente constante (INAMHI, 2014).

2.6. El sistema agroforestal y el cultivo del café

En América Latina, se puede considerar que los Sistemas Agroforestales (SAF) con café son de dos grandes tipos: los que se basan principalmente en el asocio del café con árboles de servicio, como *Inga* spp., *Erythrina* spp., y los que incluyen árboles de producción de madera o de frutas. La mayor diferencia entre los dos es que el casi único propósito de los árboles de servicios es la producción de café. Los árboles se manejan exclusivamente en función de este propósito, o sea que se podan cuando es necesario según la fenología del cafeto. En el otro tipo, donde hay, además del café, otro(s) producto(s) importante(s), los árboles asociados, que tienen objetivos de producción, normalmente no se podan o se podan en función de su propia producción (Montagnini *et al*., 2015).

Los SAFs regulan la intensidad de la luz, reducen los cambios bruscos de temperatura y el efecto de los vientos (Arcila, 2007a); además, reducen la erosión de los suelos, bajan los costos de control de arvenses y favorecen el reciclaje del material orgánico, dando producciones de café totales mayores y brindando sostenibilidad al sistema (Pérez y Geissert, 2006).

Se debe considerar que el cafeto tolera muy bien la sombra, aunque a niveles demasiado altos puede verse afectado su crecimiento; por eso, la sombra moderada puede contribuir a la estabilidad del rendimiento e incrementar el ingreso de los productores (Manrique, 2014), si es que es aplicada y regulada en el momento oportuno (Siebert, 2002).

Montagnini *et al*., (2015) como en muchos cultivos, la productividad de una plantación de café no depende únicamente de la tasa de fotosíntesis, sino también de los coeficientes de partición: los productos de la fotosíntesis se reparten hacia el crecimiento de hojas y de raíces, el mantenimiento de los tejidos existentes, y la producción de granos.

Dependiendo de las condiciones climáticas, la fotosíntesis de cultivos sombreados puede ser comparable o ligeramente inferior a la de los cultivos al pleno sol (Franck y Vaast 2009), lo que conduce a un número de nudos inferior en condiciones sombreadas (López *et al.,* 2013). El número de granos por nudo fructífero es generalmente menor en la sombra. Por lo tanto, la sombra reduce la amplitud de la bienalidad en el cafeto (Haggar *et al.*, 2011).

2.7. El sistema agroforestal y sus efectos en la diversidad

El cafeto tiene gran importancia ecológica que se manifiesta en su amplia adaptabilidad a los distintos agroecosistemas. A través del sistema cafetalero se contribuye a: la conservación de la biodiversidad, a la protección de las

cuencas y las fuentes hídricas, a la captura de carbono, al uso recreacional y belleza escénica. Los sistemas agroforestales en base del cultivo del café, tienen un potencial de fijación de carbono de 187,5 t ha^{-1} a los 6,5 años después de su plantación (Ponce *et al.,* 2018).

Los contenidos de carbono almacenados en el suelo, son el producto del constante flujo de materia orgánica aportado por la biomasa vegetal. Los bosques cafetaleros tienen un efecto directo en una cuenca hidrográfica, ya que, regulan el régimen hídrico, mantienen la calidad del agua y reducen la erosión (Duicela, 2009). El efecto de la transformación del paisaje a través de la implementación de sistemas agroforestales, actúa como una reacción en cadena; la suma de los impactos locales logran alterar la biodiversidad a nivel global, los procesos ecológicos y climáticos, como también el ámbito socioeconómico; así mismo, se destacan los beneficios del cafeto con sombra en la conservación de especies de flora y fauna nativas, ya que presenta características similares a las de los bosques que aún no han sido intervenidos por el hombre (Rojas y Almonacid, 2012).

2.8. Influencia de la sombra en la fisiología y crecimiento del cafeto.

La productividad de los cultivos está gobernada por complejas interacciones entre el clima y los procesos fisiológicos, por lo que el éxito productivo depende tanto de la intensidad de los estímulos climáticos como de la secuencia temporal de éstos durante el ciclo de la vida (Hernández *et al*., 2015). Dentro de los efectos de la luz sobre las plantas se pueden mencionar algunos procesos importantes como: fotosíntesis, movimiento estomático y cambios en las expresiones fenotípicas de los individuos (Taiz y Zeiger, 2006). Altas intensidades de radiación y cambios en la composición espectral pueden

afectar importantes procesos en los organismos, en particular en los vegetales que por no poder moverse sólo les queda adaptarse a tales cambios (Carrasco, 2009).

Para De La Mata *et al.* (2013) en las plantas la intensidad de la radiación y la exposición de las hojas son los principales factores que influyen en el crecimiento y desarrollo. El crecimiento de las plantas resulta del aprovechamiento de la luz solar en la fabricación de los componentes constituyentes y funcionales de los distintos órganos; por lo tanto, este crecimiento está directamente relacionado con la capacidad de la copa para capturar la luz incidente (Reynolds *et al.,* 2009; Hernández y Soto, 2012). Visto así, la producción de las plantas se debe considerar como el resultado de la eficiencia del follaje del cultivo en la interceptación y utilización de la luz disponible durante el ciclo de crecimiento (Jerez y Martín, 2012; Hernández y Soto, 2012). Cada especie de cultivo tiene una intensidad de luz óptima que maximiza la fotosíntesis y por ende su crecimiento, por lo tanto, la capacidad de aclimatación de las plantas a una determinada intensidad lumínica es variable tanto entre especies como entre poblaciones de una misma especie (Chen, 2018). Soto (2006), señala que los factores que mayor influencia tienen en el crecimiento y productividad del cafeto son el clima y el suelo. El cafeto tolera muy bien la sombra, aunque a elevados niveles puede verse afectado su crecimiento (Gliessman, 2002).

Rodríguez *et al.* (2016) encontró en una plantación de café caturra en Colombia que el agua transpirada fue mayor a plena exposición solar que a la sombra; así mismo, observó que en las plantas a pleno sol el número de hojas por planta y el área foliar también fue mayor y que los cafetos bajo sombra, en

comparación con los cultivados a plena exposición solar, son más altos, más delgados y con ramas laterales más largas, tienen menor número de ramas primarias, menor número de hojas y estomas más pequeños, menor número de ramas secundarias, menor número de yemas florales y menor número de frutos.

2.9. Influencia de la temperatura en la fisiología y crecimiento del cafeto

Las plantas viven y fotosintetizan en una gran variedad de hábitats con grandes diferencias en sus condiciones térmicas. Como en cualquier otro proceso bioquímico, la capacidad fotosintética de cada especie tiene un óptimo de temperatura a la cual ocurre la mayor eficiencia, por encima de ese valor la fotosíntesis disminuye por la desnaturalización de las enzimas. La temperatura controla la tasa de desarrollo de muchos organismos que requieren de la acumulación de cierta cantidad de calor para pasar de un estado a otro en su ciclo de vida (Valdez *et al*., 2012).

Un aumento de la temperatura provoca aumentos tanto de la fotosíntesis como de la respiración en los cultivos (Jerez y Martín, 2012). El cafeto no tolera variaciones muy amplias de temperaturas, no son adecuadas medias que estén por debajo de los 16 y por encima de los 24°C; la temperatura óptima está entre los 18 y 21 °C (Jiménez *et al.,* 2015). Por su parte Alarcón (2011) indica que la temperatura media óptima para los cafetales se ubica entre los 15 y 25 ºC, permitiendo una oscilación diaria de 10 ºC.

La temperatura también influye en el movimiento estomático; de modo general, los estomas del cafeto responden fuertemente a la demanda evaporativa de la atmósfera, lo cual se traduce en una reducción significativa de la conductancia

estomática (gs) en la medida en que el aire se torne más seco por la elevación de la temperatura. En las horas del día en donde se registra alta temperatura del aire y la humedad relativa es mayor, como ocurre en las plantaciones arborizadas, puede observarse mayor abertura estomática, especialmente cuando el suministro o la disponibilidad de agua no es limitante (Dámata y Rodríguez, 2007). En Ecuador, en las zonas donde se cultiva café, el promedio de temperatura varía desde 17,5 hasta 25,3 °C (Duicela y Corral, 2009).

2.10. La influencia de la luz en el desarrollo de los cafetos

Las plantas necesitan luz para su crecimiento y desarrollo óptimo. Hay tres aspectos importantes a considerar cuando se habla de la luz: cantidad, calidad y duración, estas tienen una importante influencia en el crecimiento. Una planta bajo condiciones naturales recibe la luz del sol; la cantidad, la calidad y la duración dependen en gran medida de la estación del año, la hora del día, la ubicación geográfica y el clima (López, 2017).

El follaje del café funciona como un laboratorio que utiliza energía proveniente de la luz solar, por ello al optimizar las condiciones lumínicas en el cafetal, se logran mejorar los rendimientos del mismo. El café por ser originario de los bosques sombríos africanos, se comporta mejor bajo niveles de sombra adecuados. La sombra densa tiene efectos negativos sobre la producción del cafeto y el exceso de radiación solar dificulta la producción sostenida, reduciendo la longevidad del cafeto (Arcila, J. 2007ab).

El cafeto aprovecha aproximadamente uno por ciento de la luz solar incidente para el proceso fotosintético, si la temperatura de la hoja sobrepasa los 34 º C el nivel de asimilación será prácticamente cero, por ello, el coeficiente de fotosíntesis de las plantas de café bajo sombra, es más alto que cuando están

a plena exposición solar. Por esta razón, la sombra en el café, favorece la maduración completa del grano (Jaramillo *et al.,* 2010).

Si la intensidad de la luz aumenta demasiado, hay funciones que se vuelven negativas: los estomas se cierran, la fotosíntesis disminuye, la temperatura de las hojas aumenta considerablemente y el metabolismo se acelera hasta ser detrimental. Sin embargo, el café puede adaptarse a altas intensidades de luz, lo cual puede aumentar la producción, si se combina con altas cantidades de insumos y elevadas poblaciones por unidad de superficie (Solórzano y Querales, 2013).

2.11. Influencia de la precipitación y evapotranspiración en el café

La cantidad y distribución de las lluvias durante el año son aspectos muy importantes para el buen desarrollo del cafeto. Con menos de 1000 mm anuales se limita el crecimiento de la planta y por lo tanto la cosecha del año siguiente; además, un período de sequía muy prolongado propicia la defoliación y en última instancia la muerte de la planta. Con precipitaciones mayores de 3000 mm, la calidad física del café oro y la calidad de taza puede comenzar a verse afectada; además, el control fitosanitario de la plantación resulta más difícil y costoso (Heredia, 2011).

Las características climáticas, expresadas a través de la temperatura, precipitaciones y los días de lluvia, en unión de las correspondientes al relieve y las propiedades de los suelos, interaccionan e influyen decisivamente sobre el crecimiento y rendimiento de la plantación y, por ende, sobre los requerimientos nutricionales de la misma (Alves *et al.*, 2013). De ese modo se ha establecido que el clima de las zonas subtropicales tiene mayor importancia en el crecimiento y fructificación del cafeto que en las zonas cálidas del trópico,

independientemente de las variedades estudiadas. La productividad del cafeto depende de un sistema complejo de factores medioambientales, tecnológicos y sociales que están interrelacionados. La temperatura y la distribución de las lluvias son dos de esos factores que afectan la fenología del cultivo, su rendimiento, la calidad del cafeto e incluso la composición de los compuestos orgánicos de la bebida (Bertrand, 2012).

En relación con lo anterior, González *et al.,* (2015) evaluó el efecto de las precipitaciones sobre el rendimiento de las plantaciones de *C. canephora*, con un suministro adecuado de nutrientes y se encontró que, con precipitaciones en el orden de 1 400-1 600 mm, no se obtuvieron más de 1,30 t ha^{-1} de café oro por año; mientras que lluvias entre 1 750–1 900 mm permitieron alcanzar rendimientos anuales de 1,4 a 1,8 t ha^{-1} de café oro. Sin embargo, cuando las precipitaciones ascendieron a 2 000 mm, se obtuvo 2 t ha^{-1} de café oro por año. Lo anterior conllevó a destacar la importancia del nivel de precipitación anual sobre el rendimiento de los cafetos.

2.12. La diversidad y densidad de siembra en los SAF de café

Las plantaciones de café bajo sombra son importantes en la conservación de la diversidad biológica, debido a que ciertos sistemas productivos conservan en gran medida la estructura y funcionamiento de los bosques nativos que reemplazaron, es decir, desempeñan un importante papel como refugio para la vida silvestre (Richter *et al.,* 2007; Toledo y Moguel, 2012), propician la infiltración de agua, conservación del suelo y favorecen la captura de carbono (Pineda *et al.,* 2005; Roncal *et al.,* 2008). Además, que Manson *et al*. (2008) mencionan que proporcionan otros servicios ambientales que aún no han sido valorados

Así, el estudio de los sistemas agroforestales de café (SAF-Café) ha ganado importancia en los últimos años (Manson *et al.,* 2008), vistos estos como una alternativa que contribuye a disminuir la degradación de los recursos base; agua, suelo y biodiversidad, en las regiones cafetaleras del país (López *et al.,* 2013). No obstante, son escasos los estudios que describen las características estructurales y de la diversidad de especies arbóreas en cafetales (Soto-Pinto *et al*., 2007; Méndez *et al.,* 2007), ya que frecuentemente se analizan de manera indirecta o en el mejor de los casos de manera general.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, se seleccionaron tres unidades productivas en diferentes sitios cubriendo la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo; los criterios de selección fueron: diferencia altitudinal, representatividad productiva del sector, destino comercial de la producción y cooperación expresa de los productores. Con estos criterios se establecieron los sitios de: Lozumbe con una altitud de 850 m s. n. m. Chaguarpamba a 1 459 m s. n. m. y Lobongo a 1 719 m s. n. m. lugares ubicados al oeste de la provincia de Loja (Figura 1), en los rangos de coordenadas 3°90'- 3°50' de latitud sur y 79°60' – 79°40'de longitud oeste (GPL LOJA, 2014).

3.1.1. Zonas Ecológicas y de Vida

Las zonas ecológicas que predominan en los sitios de investigación son tres: Bosque siempreverde estacional montano bajo del Catamayo-Alamor; Bosque siempreverde estacional premontano del Catamayo-Alamor; y, de Intervención; su localización está en la Región de Los Andes, provincia Andes del Norte, sector Catamayo – Alamor, el piso Bioclimático al que pertenecen son: Montano Bajo, Piemontano. La flora llega hasta los 15 m de altura, existe cobertura arbustiva y herbácea (MAE, 2013).

3.1.2. Zonas Edafoclimáticas

En la zona Chaguarpamba- Olmedo se pueden distinguir dos clases de climas en el año: el clima tropical mega térmico seco que se hace presente durante el periodo seco entre los meses junio a diciembre y el clima meso térmico semi-húmedo en el periodo lluvioso de enero a mayo. En el periodo lluvioso se registra un promedio de 1229 mm, y en el periodo seco entre octubre y noviembre alrededor de 220 mm (GPL LOJA, 2014).

Los vientos se presentan con dirección oriente a occidente, con una velocidad promedio de 40 km/h, siendo los más fuertes entre junio y agosto, la nubosidad se presenta en un promedio de 70 % a 80 % durante los meses lluviosos y un 10 % a 20 % durante los meses secos**.** La temperatura media oscila entre 15,4 y 28,9 º C, con un promedio anual de 22 º C (GPL LOJA, 2014).

Los suelos de los cantones Chaguarpamba-Olmedo, pertenecen a los órdenes inceptisoles, alfisoles, oxisoles. Los suelos en el sector de Lozumbe son de tipo alfisol con 1 889 85 ha (34,78 %). Mientras que para el sector Lobongo se presenta un tipo de suelo de tipo inceptisol franco arcilloso con 4 937 ha (95,64 %) (SNI, 2014).

3.1.3. Ubicación Política y Geográfica

La ubicación política de los sectores en estudio está establecida de la siguiente manera:

- **Lozumbe:** Esta ubicado al norte con la provincia de El Oro, al sur con la parroquia Cangonamá y Lauro Guerrero, al este con la parroquia Buenavista y al oeste con la parroquia Orianga (GAD SANTARUFINA, 2015).

- **Chaguarpamba:** Es la cabecera cantonal sus límites son: al norte con los cantones, Portovelo y Piñas, al sur: con los cantones, Olmedo y Paltas, al este: con el cantón Catamayo y al oeste con el cantón Paltas (GAD CHAGUARPAMBA, 2015).
- **Lobongo:** Es un barrio de la parroquia La Tingue y sus límites son: al norte con La Tingue centro, al sur con Cola, al este con Zambi y al oeste con la Cruz de Huato-Olmedo (GAD TINGUE, 2015).

La zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo, se encuentra geográficamente al norte de la provincia de Loja, en los rangos de coordenadas 3°90'- 3°50' de latitud sur y 79°60' – 79°40' de longitud oeste (GPL LOJA, 2014), a continuación, se presenta las coordenadas geográficas que fueron tomadas con la ayuda de un GPS, en cada una de los sitios evaluados.

- Lozumbe (3°50'41'' S - 79°44'6' O).
- Chaguarpamba (3º, 52´, 23" S - 79º, 38´, 27" O).
- Lobongo (3°95'18'' S - 79°,59'41'' O).

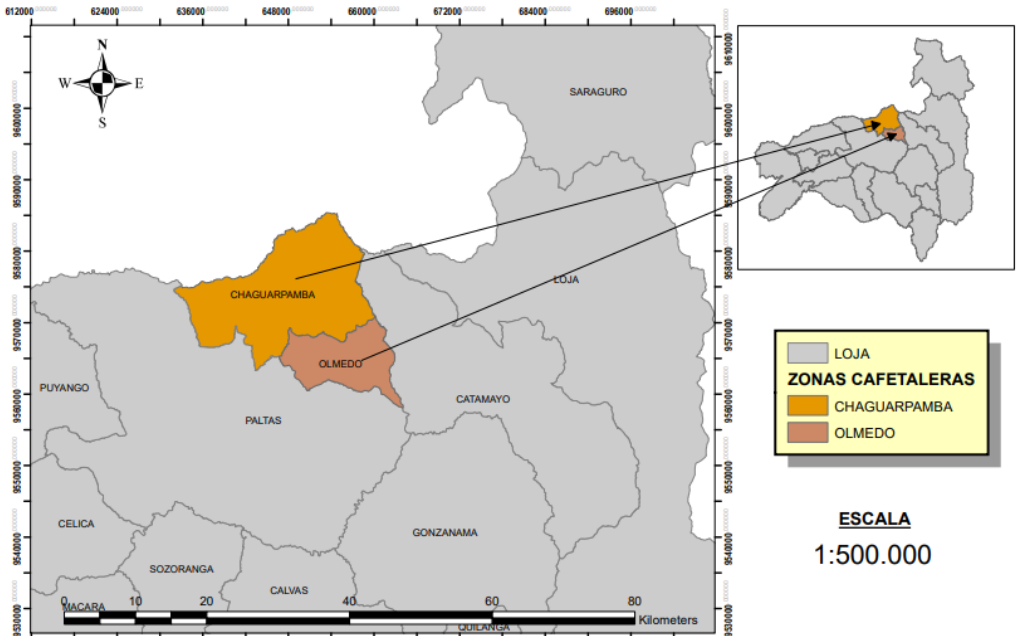


Figura 1. Localización de la zona Cafetalera Chaguarpamba-Olmedo

.

3.2. MATERIALES

Cámara fotográfica, claves taxonómicas especies arbóreas y arbustivas, spray color rojo, cinta métrica 100 cm, cinta de color amarillo para delimitar parcelas, flexómetro, hipsómetro, regla, lápiz, hojas de registro, calculadora, anemómetro digital con humedad y temperatura marca AIMOmeter; modelo MS6252B, dos luxómetros SPER SCIENTIFIC; modelo 840022, GPS marca Magellan, borrador, computadora, datos de campo, programas estadísticos (Excel, InfoStat, SPSS)

3.3. METODOLOGÍA

La investigación fue de tipo cuantitativa analítica. En este proceso se realizó un muestreo poblacional, en donde la población fue cada sistema en cada piso altitudinal (Figura 2).

De manera general se caracterizó el clima en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo, para lo cual se determinó la temperatura y precipitación a partir de los datos mensuales plurianuales de cinco años de la estación meteorológica más cercana. Para el caso de la temperatura, se consideró la estación meteorológica de Zaruma ubicada a 1 100 m s.n.m. (Anexo 1) y se estimaron los datos de temperatura mínima y máxima mensual por medio del gradiente térmico de 0,65 por cada 100 metros de diferencia en altitud y se utilizó la ecuación:

$Tx = Tc + \frac{GVM}{100}\ Altitud\ A - Altitud\ B$, aplicada por Santaella (2013), donde:

Tx: Es la temperatura media desconocida (°C).

Tc: Temperatura conocida (°C).

GVM: Gradiente altotérmico (°C /100m) (0,65)

Altitud A: Altitud de sitio de temperatura conocida (m)

Altitud B: Altitud del sitio de temperatura desconocida (m).

Además, cada sitio de muestreo se georreferenció con el uso de un GPS.

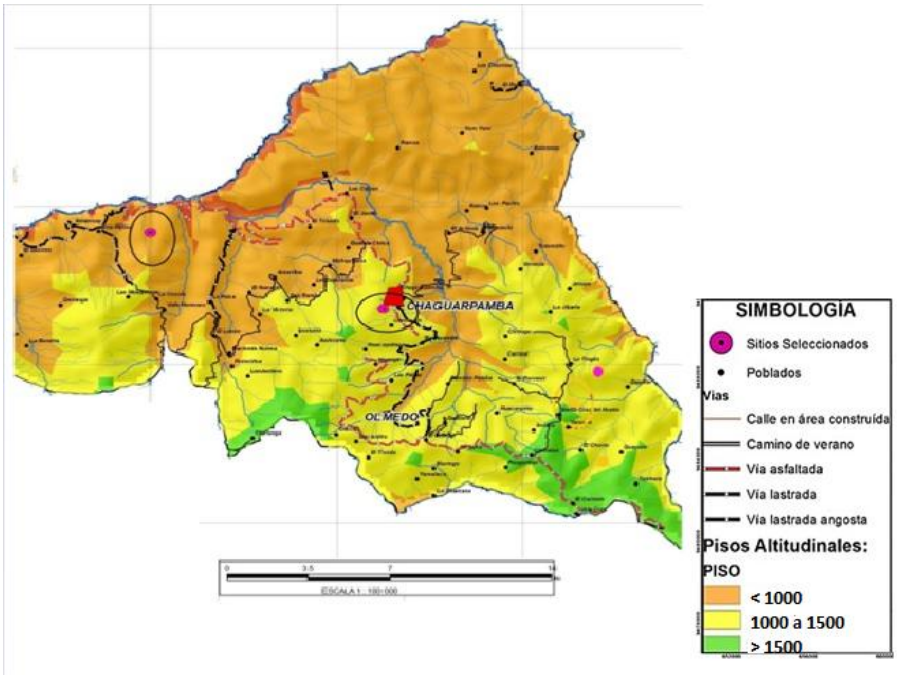


Figura 2. Mapa de ubicación de los sitios seleccionados para la caracterización de las los Sistemas Agroforestales Café.

3.3.1. Metodología para el Objetivo 1: Caracterizar la composición y distribución de la vegetación arbórea y arbustiva en los Sistemas Agroforestales de Café (*Coffea arabica L.)* en tres pisos altitudinales en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo.

Para cumplir con este objetivo, en cada sitio se establecieron tres parcelas de 20 por 30 m (Mayoral *et al.*, 2015), en donde, en el mes de noviembre del 2017, se procedió a determinar las siguientes variables: número de especies arbóreas y arbustivas presentes, altura, diámetro de la copa (DC), con estos

datos se calcularon las variables de: densidad relativa, frecuencia relativa, índice de valor de importancia simplificado, además se registró la edad del cultivo y la tecnología de manejo; estos los valores se registraron en un formato de campo. Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó, porcentajes, coeficiente de varianza, correlaciones con software Excel.

a. **Especies arbóreas y arbustivas.** Para esta variable se establecieron en cada parcela individuos con un DAP igual o mayor a 5 cm (Vargas *et al.*, 2015).

b. **Identificación de especies arbóreas y arbustivas**. En las especies que no se pudo identificar directamente se tomaron muestras de ramas y fotografías de las plantas para su posterior identificación en el herbario de la Universidad Nacional de Loja. Cada especie fue marcada con un Spray para evitar repeticiones de tal forma que permita seguir un proceso ordenado.

c. **Distribución de especies arbóreas y arbustivas:** La distribución de la altura de las especies arbóreas determinaron la estructura vertical, para ello se consideraron los intervalos de altura: 1.5-4.4 m; 4.5-7.4 m; 7.5-10.4 m y ≥10.5 m; mientras que para la distribución o estructura horizontal se utilizó la siguiente escala de diámetro 1-5.9 cm; 6-10.9 cm; 11-15.9 cm; 16-20.9 cm y ≥ 21 cm (Gutiérrez-Báez *et al.*, 2013).

d. **Altura.** La medición se realizó con el uso de un hipsómetro y calculando la altura mediante trigonometría (Elosegi y Sabater, 2009).

e. **Diámetro de la copa (m).** Para esta variable se usó una cinta métrica extendiéndola entre dos personas bajo la copa; la lectura se tomó donde se forman las perpendiculares entre la cinta y la proyección de la copa, luego se giró 90° para repetir el proceso. Finalmente se sumaron los dos diámetros,

dividiéndolos entre dos para obtener el promedio; se siguió una orientación norte/sur, este/oeste para dicha medición (Benítez *et al.*, 2003).

f. El Índice de valor de Importancia simplificado (IVIs). Esta variable ayudó a jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calculó de la siguiente manera: IVI = Frecuencia relativa + Densidad relativa, para ello se aplicó las fórmulas utilizadas por Muñoz *et al.* (2014),donde:

$$Densidad\ relativa = \frac{Densidad\ absoluta\ por\ cada\ especie}{Densidad\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} * 100.$$

$$Densidad\ absoluta\ = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ una\ especie}{Área\ muestreada}$$

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ absoluta\ por\ cada\ especie}{Frecuencia\ absoluta\ por\ todas\ las\ especies} * 100.$$

$$Frecuencia\ absoluta = \frac{\#parcelas\ en\ las\ que\ se\ encuentra\ cada\ especie}{\#\ total\ de\ parcelas\ muestreadas}$$

g. Registro de la edad del cultivo. En cada sitio se determinó la edad de los árboles de cafeto mediante una entrevista con el productor.

h. Los cultivares y la tecnología de manejo. Estas variables se determinaron mediante entrevistas a los productores de cada zona, observación y verificación de forma directa, además del uso de la guía de caracterización de variedades de Café (Flórez *et al.*, 2017).

3.3.2. Metodología para el Objetivo 2: Determinar la influencia del sistema agroforestal café en la variación de las condiciones microclimáticas de las plantaciones de cafeto (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo.

Para cumplir con este objetivo, se establecieron tres parcelas y en cada una se registraron cinco datos de forma mensual, durante seis meses. Los factores a evaluar fueron: temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento e

intensidad de luz, los datos se registraron en un formato de campo (Anexo 1). Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó porcentajes y análisis de varianza simple con software Excel e InfoStat.

a. Temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del viento. Para realizar la medición de estas variables se utilizó un Anemómetro Digital, el cual se ubicó en la copa de las plantas de cafeto dentro del sistema, simultáneamente se sostuvo un segundo instrumento en condiciones de cielo abierto.

b. Intensidad de luz. Esta variable fue medida con un luxómetro (lux), colocado en la parte baja, media y alta de las plantas de cafeto dentro del sistema, simultáneamente se colocó un segundo instrumento en condiciones de cielo abierto.

3.3.3. Metodología para el Objetivo 3: Establecer las relaciones entre las condiciones del microclima en el Sistema Agroforestal y los requerimientos del cafeto en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo.

Con los resultados obtenidos se procedió a analizar cada variable por separado, para ello se utilizó el análisis estadístico de correlación, también conocida como coeficiente de correlación lineal (de Pearson), que pretende cuantificar el grado de variación conjunta entre dos variables (Biedma y Soria, 2001).

$$\rho xy = \frac{\mathcal{C}ov\chi\gamma}{\sigma\chi\sigma\gamma}$$

Dónde: Cov (x;y) = la covarianza entre el valor “x” e “y”; σ(x) = desviación típica de “x”; σ(y) = desviación típica de “y”.

Además, se realizó un análisis integral entre las condiciones disponibles y los requerimientos de cada factor del cafeto en una tabla comparativa (Tabla 1).

Tabla 1. Matriz de las condiciones microclimáticas observadas en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo con las condiciones requeridas según varios autores, estudio realizado en el periodo Nov 2017- Abril 2018.

FACTOR	CONDICIONES OBSERVADAS EN EL ESTUDIO	CONDICIONES REQUERIDAS
SOMBRA		
TEMPERATURA		
HUMEDAD RELATIVA		
VELOCIDAD DEL VIENTO		

4. RESULTADOS

4.1. Composición y distribución de la vegetación arbórea y arbustiva en los Sistemas Agroforestales de Café en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo.

SITIO: Lozumbe

La vegetación del sistema agroforestal del sitio Lozumbe estuvo compuesta de un total de 1 075 árboles y arbustos con un DAP > a 5 cm de un total de 19 especies y 17 familias, en un área de terreno de 0,18 ha. La mayoría de las especies encontradas fueron: *Coffea arabica* L., *Musa paradisiaca (*L.*), Inga edulis* Mart., *Myrsine andina, Citrus x sinensis (*L.*) y Triplaris cumingiana* Fisher y Meyer (Cuadro 1).

Cuadro 1. Identificación de las especies arbóreas y arbustivas en el sitio Lozumbe.

N°	Nombre Común	Familia	Nombre científico	ni	Planta /ha
1	Banano	Musaceae	*Musa paradisiaca* L.	40	222
2	Guabo	Fabaceae	*Inga edulis* Mart.	27	150
3	Lozumbe	Myrsinaceae	*Myrsine andina*	20	111
4	Naranjo	Rutaceae	*Citrus x sinensis* (L.)	9	50
4	Fernán Sánchez	Polygonaceae	*Triplaris cumingiana* Fisher y Meyer	7	39
6	Guabo Blanco	Fabaceae	*Inga edulis Mart.*	10	56
7	Porotillo	Fabaceae	*Erythrina velutina* Willd.	6	33
8	Pachaco	Caesalpinaceae	*Schizolobium parahybum*	6	33
9	Arabisco	Bignonaceae	J*acaranda mimosifolia*	6	33
10	Pico-Pico	Solanaceae	*Acnistus arborescens* (L.) Schltdl.	6	33
11	Guayabo	Myrtaceae	*Psidium guajava* L.	5	28
12	Mango	Anacardiaceae	*Mangifera indica* L	5	28
13	Zapote	Sapotáceas	*Pouteria sapota*	5	28
14	Chaya	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius;* (Mill.) I.M.Johnst.	5	28

15	Colorado	Anacardiaceae	*Schinopsis balansae*	5	28
16	Laritaco	Asteraceae	*Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob.	5	28
17	Cedro	Meliaceae	*Cedrela odorata* L.	4	22
18	Papayo	Caricáceas	*Carica papaya* L.	4	22
19	Café	Rubiaceae	*Coffea arabica* L.	900	5000
TOTAL				**1075**	**5972**

ni: Número de especies presentes

En el Cuadro 2, la variación de altura promedio de los árboles fue determinada por el coeficiente de variación (CV), la misma que estuvo entre 0,56 y 0,02 entre los individuos con mayor frecuencia en el sistema. El promedio de diámetro de copa (DC) fue desde 0,6 a 12,4 m, por otro lado, el coeficiente de variación fue de 1,28 y 0,35; estos diámetros variaron entre las diferentes especies presentes en el SAF, siendo las de mayor variación las especies de *Musa paradisiaca* L., *Myrsine andina* e *Inga*. Los valores de cero se dieron por la baja presencia de dichas especies y para el caso de *Coffea arabica* L., no hubo variación porque las plantas tenían una altura y diámetro similar aun siendo diferentes variedades.

Cuadro 2. Coeficiente de variación de la altura y el diámetro de copa de la vegetación del sitio Lozumbe.

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Altura (m)		DC (m)	
			$\overline{X}$	CV	$\overline{X}$	CV
1	Banano	*Musa paradisiaca* L.	4,0	0,32	7,2	0,89
2	Guabo	*Inga edulis* Mart.	9,4	0,44	11,3	1,22
3	Lozumbe	*Myrsine andina*	7,7	0,27	8,8	1,28
4	Naranjo	*Citrus x sinensis* (L.)	7,2	0,56	10,5	0,87
5	Fernán Sánchez	*Triplaris cumingiana* Fisher y Meyer	10,3	0,17	9,6	0,88
6	Guabo Blanco	*Inga edulis Mart.*	8,6	0,51	6,3	1,07
7	Porotillo	*Erythrina velutina* Willd.	8,1	0,27	12,4	0,86
8	Pachaco	*Schizolobium parahybum*	25,7	0,02	5,6	0,62
9	Arabisco	*Jacaranda mimosifolia*	8,2	0,32	3,4	0,59
10	Pico-Pico	*Acnistus arborescens* (L.) Schltdl.	2,4	0,06	1,6	0,35
11	Guayabo	*Psidium guajava* L.	5,5	0,39	3,2	0,59
12	Mango	*Mangifera indica* L	10,0	0,00	7,2	0,00
13	Zapote	*Pouteria sapota*	9,0	0,00	6,0	0,00

14	Chaya	*Cnidoscolus aconitifolius;* (Mill.) I.M.Johnst.	9,0	0,00	6,5	0,00
15	Colorado	*Schinopsis balansae*	7,2	0,00	4,2	0,00
16	Laritaco	*Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob.	5,2	0,00	1,3	0,00
17	Cedro	*Cedrela odorata* L.	8,0	0,00	1,2	0,00
18	Papayo	*Carica papaya* L.	6,0	0,00	0,6	0,00
19	Café	*Coffea arabica* L.	1,50	0,00	2,0	0,00

$\overline{X}$**:** Promedio; **CV:** Coeficiente de Variación; **DC:** Diámetro de Copa.

La distribución vertical de las especies arbóreas y arbustivas en el sitio Lozumbe, se encontraron tres estratos bien definidos: en el estrato bajo se identificó el cultivo de *Coffea arabica* L. (19), en el estrato medio especies como *Musa* (1), *Inga* (2) *y Myrsine* (3), que son utilizadas generalmente para dar sombra al cafetal y en el estrato alto especies frutales y maderables como: *Citrus (4), Poauteria (13),Triplaris (5), Schizolobium (8), Schinopsis (15),* entre otras (Figura 3). Así mismo se caracterizó la distribución horizontal del sistema en Lozumbe, las especies con mayor área de copa fueron: *Mangifera indica* L.(12), *Pouteria sapota (13), Cnidoscolus aconitifolius (14).* (Figura 4).

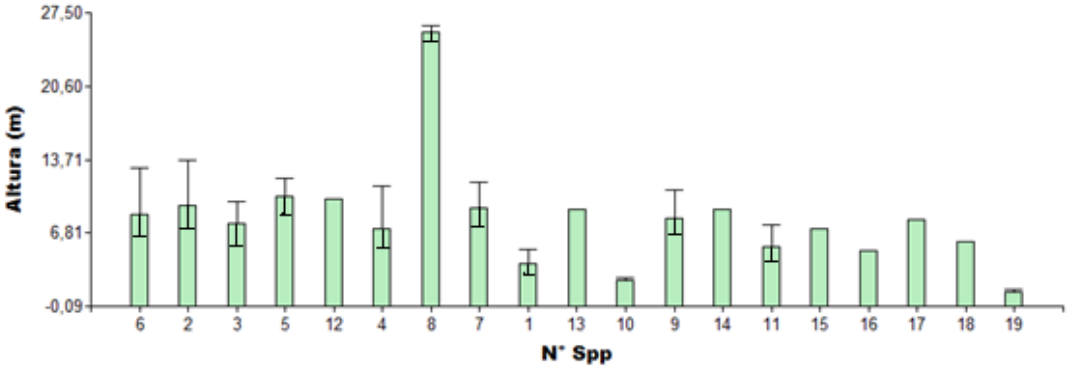


Figura 3. Distribución vertical de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lozumbe.

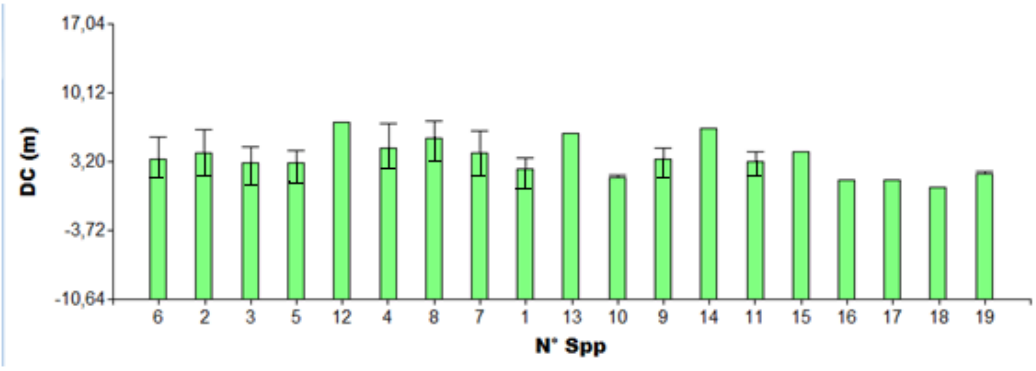


Figura 4. Distribución horizontal de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lozumbe.

Para obtener el Índice de Valor de Importancia simplificado (IVIs) es necesario calcular la frecuencia y densidad relativa de las especies (Anexo 2). L especie con mayor peso ecológico fue *Coffea arabica* L., con un 92 % esto se puede explicar por el potencial agroecológico que tiene el sitio para el desarrollo del cultivo, así mismo sobresalen especies como: *Musa paradisiaca* L., *Inga edulis* Mart., *Myrsine andina*, *Citrus x sinensis* (L.), *Triplaris cumingiana* Fisher y Meyer. Mientras que *Cedrela odorata* L. *Carica papaya* L. presentaron un IVIs el 2 % (Cuadro 3).

Cuadro 3. Frecuencia relativa, densidad relativa e índice de valor de importancia simplificado de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lozumbe.

N°	Nombre Común	Nombre científico	FR (%)	DR (%)	IVIs (%)
1	Banano	*Musa paradisiaca* L.	9	4	13
2	Guabo	*Inga edulis* Mart.	9	3	12
3	Lozumbe	*Myrsine andina*	9	2	11
4	Naranjo	*Citrus x sinensis* (L.)	9	1	10
5	Fernán Sánchez	*Triplaris cumingiana* Fisher y Meyer	9	1	10
6	Guabo Blanco	*Inga edulis Mart.*	9	1	10
7	Porotillo	*Erythrina velutina* Willd.	6	1	7
8	Pachaco	*Schizolobium parahybum*	3	1	3
9	Arabisco	*Jacaranda mimosifolia*	3	1	3
10	Pico-Pico	*Acnistus arborescens* (L.) Schltdl.	3	1	3
11	Guayabo	*Psidium guajava* L.	3	1	4

12	Mango	*Mangifera indica* L	3	1	4
13	Zapote	*Pouteria sapota*	3	1	4
14	Chaya	*Cnidoscolus aconitifolius;* (Mill.) I.M.Johnst.	3	1	4
15	Colorado	*Schinopsis balansae*	3	0	3
16	Laritaco	*Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob.	3	0	3
17	Cedro	*Cedrela odorata* L.	2	0	2
18	Papayo	*Carica papaya* L.	2	0	2
19	Café	*Coffea arabica* L.	9	83	92
TOTAL			**100**	**100**	**200**

FR: Frecuencia Relativa; **DR:** Densidad Relativa; **IVIs:** Índice de Valor de Importancia simplificado.

SITIO: Chaguarpamba

En este sitio se encontraron cinco especies pertenecientes a cinco familias: Rubiaceae, Musaceae, Solanaceae, Myrtaceae y Asteraceae, de las cuales 750 del total de 810 individuos pertenecen a *Coffea,* lo que proyectado a una hectárea dan 4 167 plantas. Cabe destacar que la Asteracea crece en el terreno naturalmente, además se encontraron árboles maderables que no fueron evaluados por no estar dentro del rango de inclusión con respecto al DAP >5 cm (Cuadro 4).

Cuadro 4. Identificación de las especies arbóreas y arbustivas en el sitio Chaguarpamba.

N°	Nombre Común	Familia	Nombre Científico	ni	Plantas/ha
1	Banano	Musaceae	*Musa paradisiaca* L.	35	194
2	Borrachero	Solanaceae	*Solanum oblongifolium* Humb. & Bonpl. ex Dunal, Solan. Syn	14	78
3	Pico-Pico	Solanaceae	*Acnistus arborescens* (L.) Schltdl.	8	44
4	Guayabo	Myrtaceae	*Psidium guajava* L.	2	11
5	Laritaco	Asteraceae	*Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob.	1	6
6	Café	Rubiaceae	*Coffea arabica* L.	750	4167
TOTAL				**810**	**4500**

ni: Número de especies presentes

Para el sistema agroforestal de Chaguarpamba, existió una variación de cero para altura y diámetro de copa, (Cuadro 5), lo cual se dio porque todos los individuos mantenían una medida promedio, a excepción de *Musa paradisiaca* L., que presentó una variación en altura del 0,35 % y en el diámetro de copa con un 0,61 %. Lo que se demostró una uniformidad en las características de las especies con menor frecuencia. Sin embargo, en los promedios de altura y diámetro de copa, estratifican al sistema en forma vertical y horizontal, por presentaron diferentes rangos tanto en altura como en diámetro de copa.

Cuadro 5. Coeficiente de variación de la altura y el diámetro de copa de la vegetación del sitio Chaguarpamba.

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Altura (m)		DC (m)	
			$\overline{X}$	CV	$\overline{X}$	CV
1	Banano	*Musa paradisiaca* L.	3,3	0,35	8,1	0,61
2	Borrachero	*Solanum oblongifolium* Humb. & Bonpl. ex Dunal, Solan. Syn	5,5	0,00	3,2	0,00
3	Pico-Pico	*Acnistus arborescens* (L.) Schltdl.	3,0	0,00	2,7	0,00
4	Guayabo	*Psidium guajava* L.	5	0,00	5,9	0,00
5	Laritaco	*Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob.	5,5	0,00	3,3	0,00
6	Café	*Coffea arabica* L.	1,30	0,09	2,5	0,15

$\overline{X}$**:** Promedio; **CV:** Coeficiente de Variación; **DC:** Diámetro de Copa.

La distribución vertical y horizontal de la vegetación del sitio Chaguarpamba, estuvo dado en los rangos de altura de 1, 30 a 5,5 m y diámetro de copa entre 2,5 a 8,1 m, siendo la especie más alta *Acnistus arborescens (2)* y la de mayor área de copa la especie de *Vernonanthura patens* (6) con un promedio de 5,5 m (Figuras 5 y 6). Definiendóse el estrato bajo con la especie agrícola *Coffea* y el estrato medio y proporcionante de sombra con la especie de *Musa.*

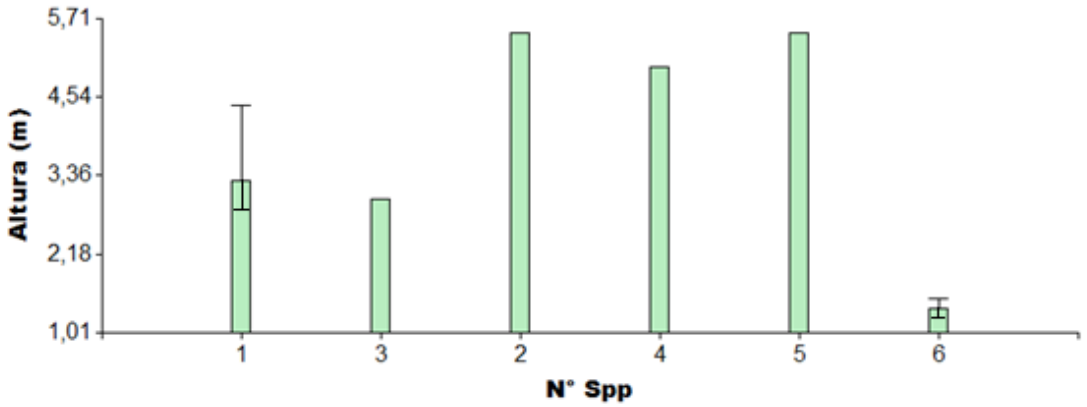


Figura 5. Distribución vertical de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Chaguarpamba.

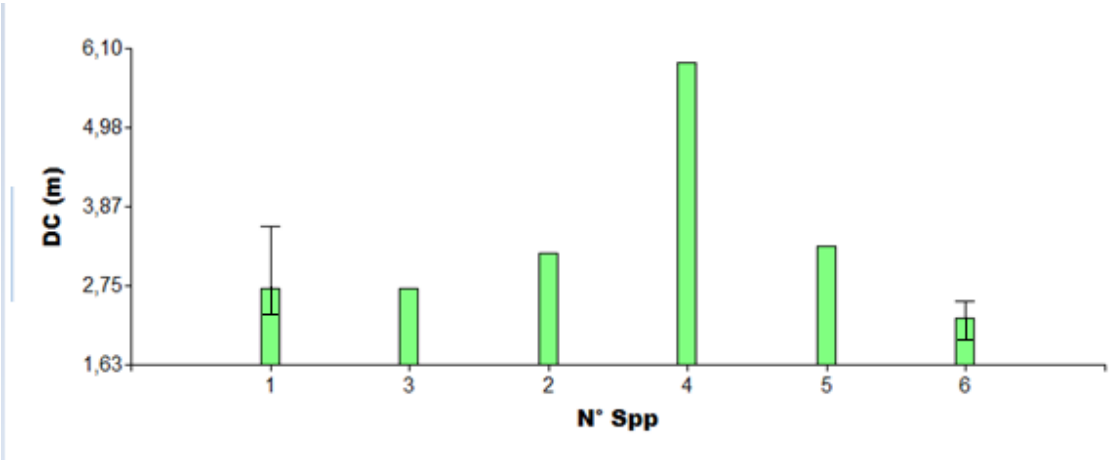


Figura 6. Distribución horizontal de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Chaguarpamba.

La especie con alta frecuencia y densidad fue *Coffea arabica L.*, con un 30 y 93 % respectivamente, mientras que las otras cinco especies tuvieron una frecuencia y densidad menor al 30 %; para obtener estos porcentajes previamente se calculó los parámetros de frecuencia y densidad absoluta (Anexo 3). El IVIs fue diferente en todas las especies registradas en el sitio, lo que sugiere una desigualdad del sistema en cuanto a su composición, el valor más alto se vio reflejado en *Coffea arabica* L. con 123 %, y el más bajo fue de *Acnistus arborescens* (L.) Schltdl. con el 10 %, (Cuadro 6).

Cuadro 6. Frecuencia relativa, densidad relativa e índice de valor de importancia simplificado de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Chaguarpamba.

N°	Nombre Común	Nombre Científico	FR (%)	DR (%)	IVIs (%)
1	Banano	*Musa paradisiaca* L.	30	4	34
2	Borrachero	*Solanum oblongifolium* Humb. & Bonpl. ex Dunal, Solan. Syn	10	2	12
3	Pico-Pico	*Acnistus arborescens* (L.) Schltdl.	10	1	11
4	Guayabo	*Psidium guajava* L.	10	0	10
5	Laritaco	*Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob.	10	0	10
6	Café	*Coffea arabica* L.	30	93	123
TOTAL			**100**	**100**	**200**

FR: Frecuencia Relativa; **DR:** Densidad Relativa; **IVIs:** Índice de Valor de Importancia simplificado.

SITIO: Lobongo

En el cuadro 7, se describen un total de 971 individuos encontrados en las parcelas del sitio Lobongo en una superficie de 0,18 ha, lo que proyectado a hectáreas da un total de 5 394 individuos, las que corresponden a un total de nueve familias de las cuales las más representativas fueron cuatro: Rubiaceae, Musaceae, Fabaceae y Rutaceae.

N°	Nombre Común	Familia	Nombre Científico	ni	Planta/ha
1	Banano	Musaceae	*Musa paradisiaca* L.	30	167
2	Faique	Fabaceae	*Acacia macracantha* Willd	15	83
3	Guabo	Fabaceae	*Inga edulis Mart.*	11	61
4	Leucaena	Fabaceae	*Leucaena leucocephala;* (Lam.) de Wit	4	22
5	Naranjo	Rutaceae	*Citrus x sinensis* (L.)	2	11
6	Salvia	Asteraceae	*Salvia offficinalis* L.	2	11
7	Aguacate	Lauraceae	*Persea americana* Mill	2	11
8	Limón	Rutaceae	*Citrus × limon (L.)* Osbeck	1	6
9	Pico-Pico	Solanaceae	*Acnistus arborescens* (L.) Schltdl.	1	6
10	Balsa	Malvaceae	*Ochroma pyramidale* Cav.	1	6
11	Laritaco	Asteraceae	*Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob.	1	6
12	Mandarino	Rutaceae	*Citrus reticulata* Blanco	1	6
13	Café	Rubiaceae	*Coffea arabica* L.	900	5000
TOTAL				**971**	**5394**

ni: Número de especies

Cuadro 7. Identificación de las especies arbóreas y arbustivas en el sitio Lobongo.

Se observa en el Cuadro 8, la especie con valor más alto de variación fue la especie *Inga edulis* Mart., con un 0,36 % y la de menor variación fue *Leucaena leucocephala;* (Lam.) de Wit con un 0,04 %. Los árboles con mayor coeficiente de variación en cuanto al diámetro de copa fueron, la especie de *Citrus x sinensis* (L.) con un 0,85 %, y la *Musa paradisiaca* L., con un 0,66 %. Los valores de cero en el cuadro se dieron por la baja presencia de esas especies dentro del área muestreada.

Cuadro 8. Coeficiente de variación de la altura y el diámetro de copa de la vegetación del sitio Lobongo.

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Altura (m)		DC (m)	
			$\overline{X}$	CV	$\overline{X}$	CV
1	Banano	*Musa paradisiaca* L.	4,5	0,22	7,7	0,66
2	Faique	*Acacia macracantha* Willd	9,6	0,25	21,1	0,46
3	Guabo	*Inga edulis Mart.*	8,1	0,36	16,9	0,51
4	Leucaena	*Leucaena leucocephala;* (Lam.) de	6,8	0,04	5,58	0,21

		Wit				
5	Naranjo	*Citrus x sinensis* (L.)	5,2	0,05	2,3	0,85
6	Salvia	*Salvia offficinalis* L.	6,0	0,00	4,8	0,00
7	Aguacate	*Persea americana* Mill	3,0	0,25	1,9	0,08
8	Limón	*Citrus × limon (L.)* Osbeck	3,0	0,00	1,8	0,00
9	Pico-Pico	*Acnistus arborescens* (L.) Schltdl.	3,4	0,00	3,5	0,00
10	Balsa	*Ochroma pyramidale* Cav.	12,12	0,00	10,2	0,00
11	Laritaco	*Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob.	4,0	0,00	4,6	0,00
12	Mandarino	*Citrus reticulata* L.	5,6	0,00	3,0	0,00
13	Café	*Coffea arabica* L.	1,30	0,8	2	0,6

$\overline{X}$: Promedio; **CV:** Coeficiente de Variación; **DC:** Diámetro de Copa.

En el sitio Lobongo la distribución de las 13 especies arbóreas y arbustivas estuvo definida en tres estratos: estrato bajo con la especie *Coffea (13),* siendo este el cultivo de interés agrícola en el sistema, mientras que el estrato medio por las especies *Musa (1), Inga (2), Acacia (3)* y el tercer estrato alto con especies como *Citrus (5), Persea (7), Ochroma (10).* (Figura 7). Mientras que las especies con mayor DC, fueron *Acacia (2), Inga (3) y Ochroma (10).* (Figura 8).

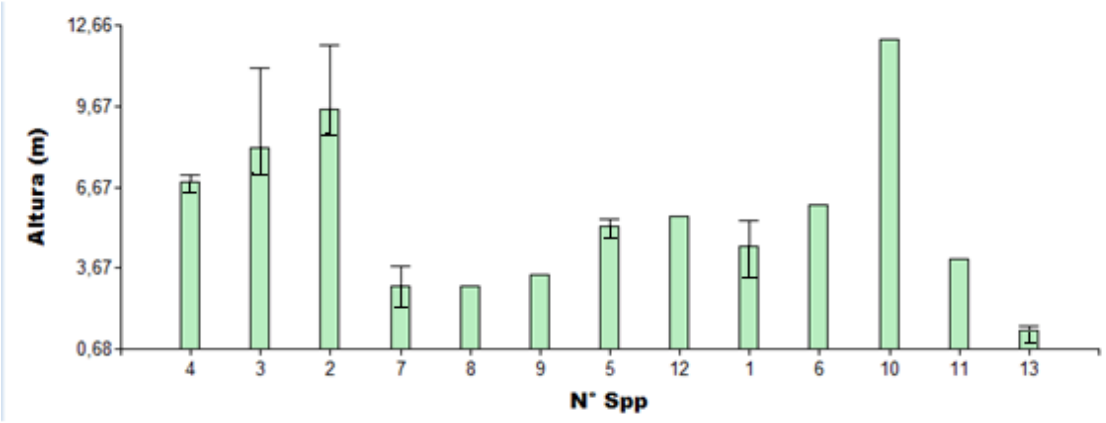


Figura 7. Distribución vertical de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lobongo.

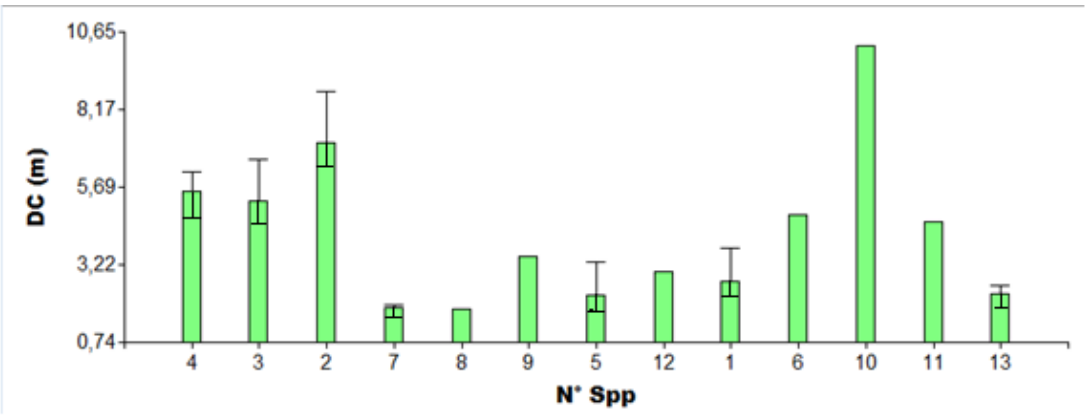


Figura 8. Distribución horizontal de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lobongo

En las parcelas ubicadas en Lobongo, se encontraron 13 especies de importancia ecológica (IVIs), el cual está determinado a partir de la frecuencia y densidad de las especies (Anexo 4). Las cinco más representativas fueron *Coffea arabica* L., con 107 %, *Musa paradisiaca* L., con un 17 %, *Acacia macracantha* Willd e *Inga edulis* Mart., con un 16 %. Las nueve especies restantes tuvieron un IVIs menor al 10 % (Cuadro 9).

Cuadro 9. Frecuencia relativa, densidad relativa e índice de valor de importancia simplificado de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lobongo.

N°	Nombre Común	Nombre Científico	FR (%)	DR (%)	IVIs (%)
1	Banano	*Musa paradisiaca* L.	14	3	17
2	Faique	*Acacia macracantha* Willd	14	2	16
3	Guabo	*Inga edulis Mart.*	14	2	16
4	Leucaena	*Leucaena leucocephala;* (Lam.) de Wit	5	0	5
5	Naranjo	*Citrus x sinensis* (L.)	5	0	5
6	Salvia	*Salvia offficinalis* L.	5	0	5
7	Aguacate	*Persea americana* Mill	5	0	5
8	Limón	*Citrus × limon (L.)* Osbeck	5	0	5
9	Pico-Pico	*Acnistus arborescens* (L.) Schltdl.	5	0	5
10	Balsa	*Ochroma pyramidale* Cav.	5	0	5
11	Laritaco	*Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob.	5	0	5
12	Mandarino	*Citrus reticulata* L.	4	0	4
13	Café	*Coffea arabica* L.	14	93	107
TOTAL			**100**	**100**	**200**

FR: Frecuencia Relativa; **DR:** Densidad Relativa; **IVIs:** Índice de Valor de Importancia simplificado.

Las correlaciones de Pearson nos permiten visualizar la interdependencia que existe entre las variables, en la tabla 2, se observa que los valores de Pearson son positivos y se acercan a uno, por lo tanto las variables son dependientes entre ellas y como poseen signo positivo a medida que la altura aumente el diámetro de copa también; la correlación más alta se dio en el sitio Lobongo con un valor de Pearson de 0,85, mientras que la interdependencia entre las variables en los sitios de Lozumbe y Chaguarpamba fue de 0,63 y 0,64 respectivamente.

Tabla 2. Correlaciones de Pearson entre altura y diámetro de copa (DC), de los sitios Lozumbe. Lobongo y Chaguarpamba.

SITIO	V1	V2	PEARSON	Interpretación de Pearson (Anexo 5)
Lozumbe	Altura	DC	0,63	Correlación positiva moderada
Chaguarpamba	Altura	DC	0,64	
Lobongo	Altura	DC	0,85	Correlación positiva alta

Los cultivares y la tecnología de manejo

En la finca del sitio Lobongo se cultivan dos variedades de café: Caturra y San Salvador; este cultivo tiene la edad de tres años; las plántulas de café las obtuvo de su propia finca, fertilizan con gallinaza al momento de la siembra, no realizan podas al cafeto, ni a los árboles que componen el sistema agroforestal de esta finca. Las labores culturales y agrícolas que se realizan en el cafetal son manuales, lo que caracteriza a esta finca por tener una plantación de tipo tradicional.

En la finca del sitio Chaguarpamba se realiza un manejo semitecnificado al cafetal, el cual tiene la edad vegetativa de tres años, variedades como: Geisha, Cautí rojo y amarillo; las plántulas las obtiene de su propio semillero, con la previa selección de semilla de calidad, que asegure posturas vigoras para el

trasplante, antes de esto realizaron un encalado del suelo. La fertilización con: Villabo (edáfico), Foliares como Yara, Green car, Excalibur y bioles enraizadores de la marca AGRINOVA. La fertilización y las podas son dadas tanto al cafetal como a los árboles que proporcionan la sombra. El sistema de riego es por goteo y se lo realiza en época de seca.

El cafetal ubicado en el sitio Lozumbe, tiene una edad de cuatro años, variedad caturra, fertilizan con nitrógeno, fósforo y potasio (12-30-10), esta fertilización la realizan al momento de la siembra de las posturas de café; le proporcionan riego por gravedad, una sola vez en la época seca hasta el primer año después de la siembra, las podas se dan tanto a los árboles del sistema como el descope del cafetal.

En los sistemas agroforestales de café de la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo se encontraron las siguientes especies arbóreas y arbustivas con mayor frecuencia, densidad e índice de valor de importancia simplificado para cada sitio: *Musa paradisiaca* L., *Inga edulis* Mart., y *Myrsine andina,* para el sitio de Lozumbe, para el sitio Lobongo *Musa paradisiaca* L., *Acacia macracantha* Wild., e *Inga edulis* Mart., en Chaguarpamba *Musa paradisiaca* L., *Solanum oblongifolium* Humb. & Bonpl. ex Dunal, Solan. Syn. Siendo las tres especies diferentes entre los sitios: *Myrsine andina, Acacia macracantha* Wild y *Solanum oblongifolium* Humb. & Bonpl. ex Dunal, Solan. Syn.

Está zona cafetalera se caracteriza por la presencia de *Coffea arabica* L., la especie arbustiva de interés agrícola, *Musa paradisiaca* L. *Inga edulis* Mart., y S*olanum oblongifolium* Humb. & Bonpl. ex Dunal, Solan. Syn en los sistemas de Lobongo y Lozumbe, siendo la última característica del SAF de Chaguarpamba ya que crece naturalmente en la zona.

4.2. Influencia del sistema agroforestal café en la variación de las condiciones microclimáticas de las plantaciones de cafeto en la zona Chaguarpamba-Olmedo.

SITIO: Lozumbe

La sombra en el sistema agroforestal de café ubicado en el sitio Lozumbe no fue uniforme en la plantación (Anexo 6), los porcentajes variaron entre 49 y 73 %, siendo las parcelas muestreada uno y tres diferentes entre sí (Figura 9).

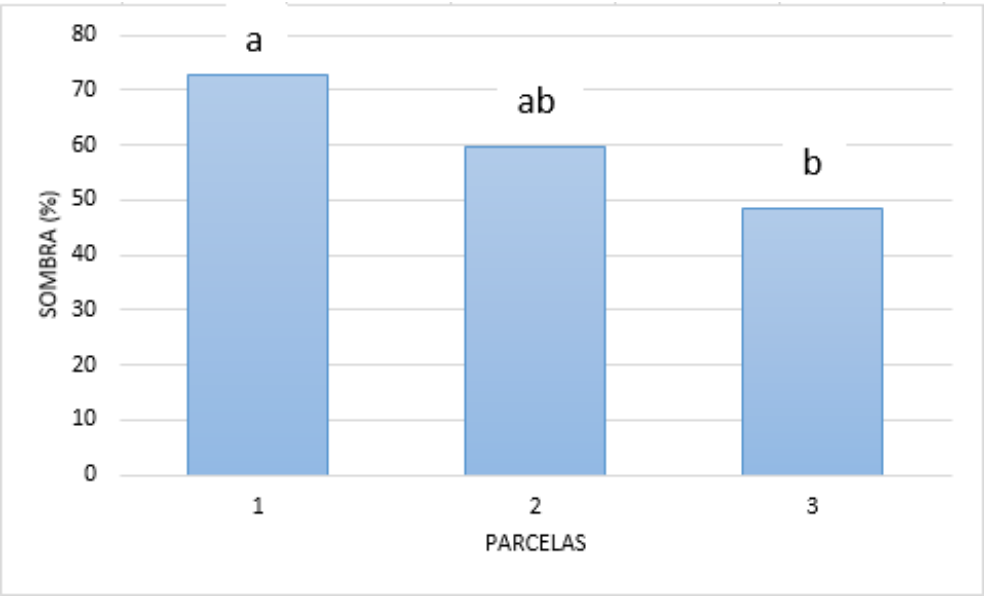


Figura 9. Medias del porcentaje de sombra y comparación entre parcelas muestreadas en el sitio Lozumbe durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

La temperatura interna se presentó en el rango de 24,03 °C a 27,59 °C, y la externa estuvo dada entre 23,47 y 28.52 °C (Tabla 3), con diferencias significativas entre las diferentes evaluaciones, estos valores mayores o menores pudieron estar relacionados con las condiciones externas al sistema agroforestal y con la hora en que se realizó la toma de datos (Anexo 6)

Tabla 3. Medias de la temperatura interna y externa en el sitio Lozumbe durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

N°	EVALUACIONES	TEMPERATURA (°C)	
		Interna	Externa
1	Nov	25,82b	23,47c
2	Dic	27,59 a	27,84 a
3	Ene	25,83b	28,52 a
4	Feb-Mar	24,03c	24,98b
5	Abril	25,65bc	25,74b

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05).

La diferencia de temperatura entre los ambientes de pleno sol y del interior del sistema agroforestal estuvo dado dentro del rango -2,94 y 3,92 °C, con diferencias significativas entre parcelas y algunas de las fechas (Anexo 7), lo cual podría estar relacionado con la hora en la que se tomó los datos (Tabla 4).

Tabla 4. Medias de la diferencia de temperatura a pleno sol y dentro del sistema agroforestal por parcelas durante cinco evaluaciones realizadas en el sitio Lozumbe en el período Noviembre 2017- Abril 2018.

N°	EVALUACIONES	PARCELAS		
		1	2	3
1	Nov	0,52 a	3,92 a	2,62b
2	Dic	-1,68b	-0,5ab	1,44 a
3	Ene	-2,3 a	-2,94 a	-2,84 a
4	Feb-Mar	0,38 a	-1,94b	-1,3b
5	Abril	1,1 a	1,4 a	0,78 a

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05).

En la Figura 10, se observa que las medias de la diferencia de temperatura durante todo el tiempo evaluado fueron de - 0,40 a 0,14 °C, sin embargo, estas

diferencias no fueron significativas; la media general de la diferencia de temperatura fue de -0, 003 (Anexo 7).

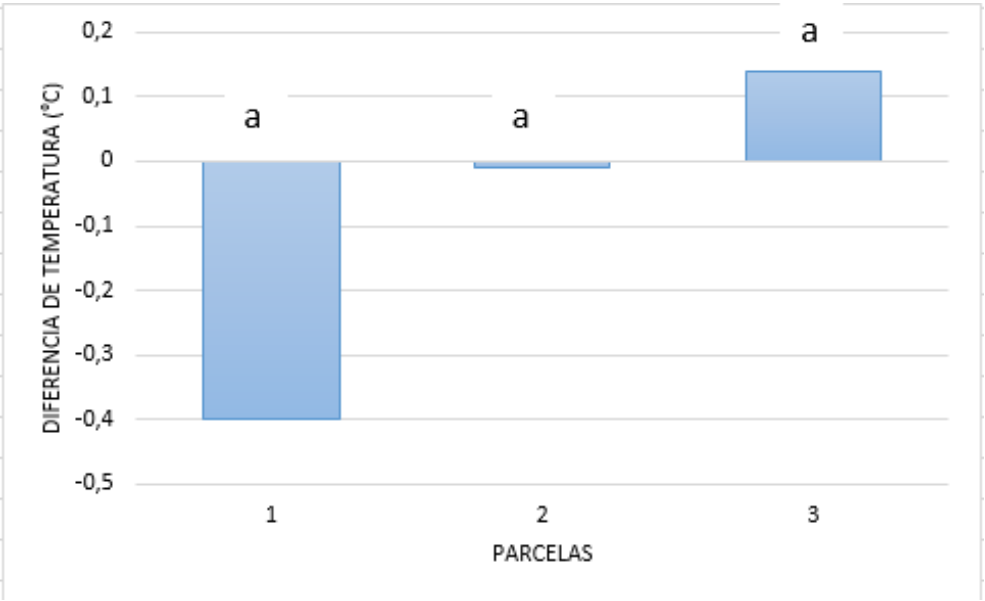


Figura 10. Medias de la diferencia de temperatura en el sitio Lozumbe durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

Para el caso de humedad relativa el rango durante los seis meses de evaluación fue desde 58, 93 hasta 83,90 % internamente y externo al sistema agroforestal fue de 53,49 a 78,71 % (Anexo 7), resaltando que hubo diferencias entre las fechas de evaluación (Tabla 5).

Tabla 5. Medias de la humedad relativa interna y externa en el sitio Lozumbe durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

N°	EVALUACIONES	HUMEDAD RELATIVA (%)	
		Interna	Externa
1	Nov	68,60b	73,87ab
2	Dic	58,93c	56,93c
3	Ene	71,45b	69,73b
4	Feb-Mar	83,90 a	78,71 a
5	Abril	67,33b	53,49c

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05).

La Figura 11, indica que en la humedad relativa no se presentaron diferencias durante la temporada seca, evaluaciones uno a tres, mientras que durante el inicio del periodo lluvioso evaluaciones cuatro y cinco, si existieron variaciones, se podría decir que se debe a la humedad que se acumula en el sistema después de las lluvias (Anexo 7).

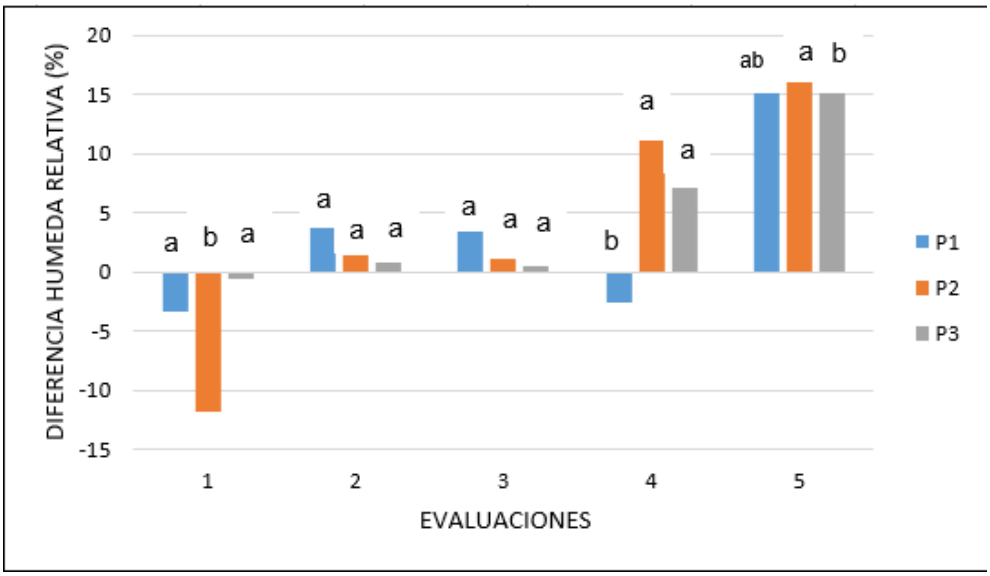


Figura 11. Medias de la diferencia de humedad relativa en las tres parcelas del sitio Lozumbe durante las cinco fechas de evaluación.

En la Figura 12, la humedad relativa entre las parcelas no fue estadísticamente diferente, por lo tanto, la humedad dentro del sistema agroforestal y a pleno sol es homogénea; la diferencia promedio fue de 3, 28 % hasta 4,59 y con un promedio general de la diferencia de humedad dentro del sistema de un 3,81 %, esto nos indican que la humedad tuvo valores más altos dentro del microclima generado por el sistema agroforestal (Anexo 7).

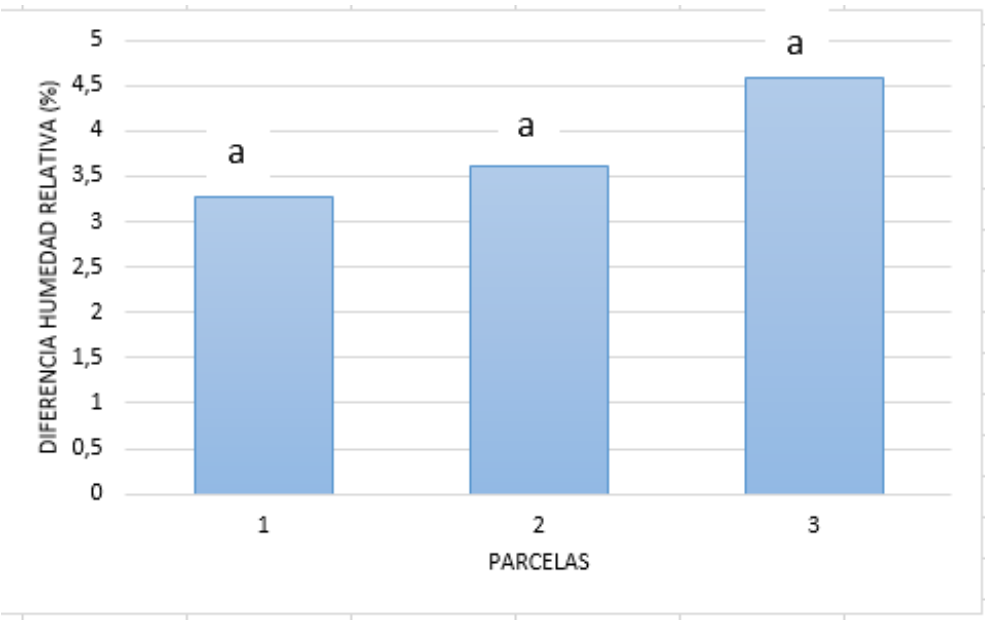


Figura 12. Medias de la diferencia de humedad relativa en el sitio Lozumbe durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

En la tabla 6, se presentan los rangos de la diferencia de viento tanto interno como externo para el sitio Lozumbe que estuvo entre 0,02 y 0,74 m/s para el ambiente interno, y de 0,14 a 1,15 m/s para el externo, siendo diferentes para el caso del viento externo (Anexo 6).

Tabla 6. Medias del viento interno y externo en el sitio Lozumbe durante el periodo Febrero-Abril, 2018**.**

N°	EVALUACIONES	VIENTO (m s^{-1})	
		Interna	Externa
1	Febrero	0,02 a	0,47b
2	Marzo	0,74 a	0,14b
3	Abril	0,21 a	1,15 a

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05).

Durante las evaluaciones de viento se presentaron los rangos desde 0 hasta 2,11 m/s (Anexo 7) existiendo diferencias significativas entre las parcelas dos y tres, por el contrario, todas las evaluaciones son indistintas entre ellas, (Tabla 7).

Tabla 7. Medias de la diferencia de viento en el sistema agroforestal de café del sitio Lozumbe en el periodo Febrero-Abril, 2018.

N°	EVALUACIONES	PARCELAS		
		1	2	3
1	Feb	0a	-0,19 a	-1,18b
2	Mar	-0,02 a	-0,29 a	2,11 a
3	Abril	-0,34 a	-1,50b	-0,99ab

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05).

Las medias de la diferencia de viento variaron entre -0,02 a -0,66 m/s, pero no son significativamente diferentes, lo que pudo darse por el incremento y disminución de las corrientes de aire fuera y dentro del sistema respectivamente. La diferencia del viento dentro del Sistemas Agroforestal del sitio Lozumbe disminuyo en un promedio general de -0,27 m/s, (Figura 13).

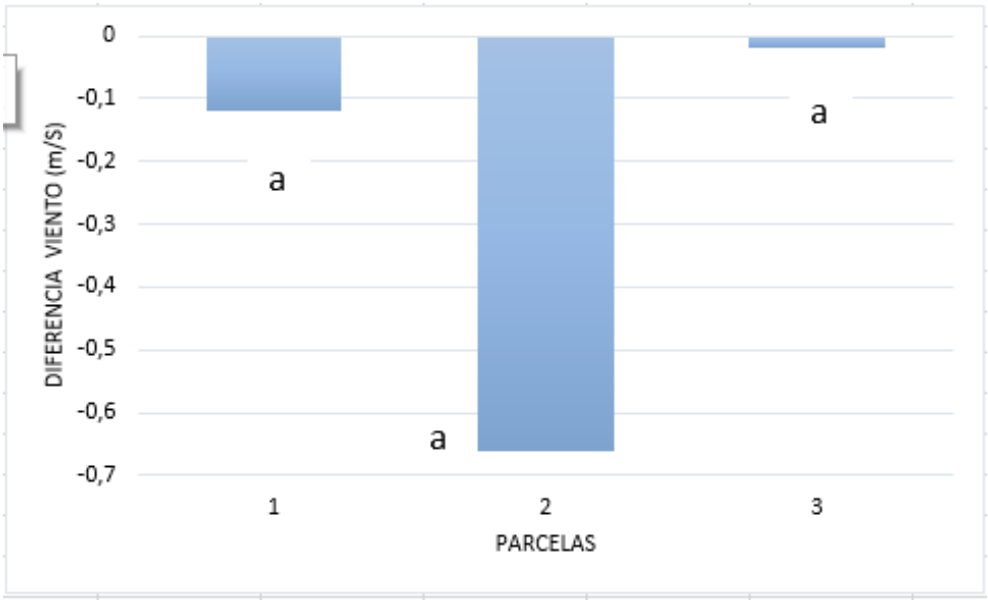


Figura 13. Medias de la diferencia de viento en el sitio Lozumbe durante el periodo Febrero – Abril, 2018.

SITIO: Chaguarpamba

La figura 14, demuestra que en el sitio Chaguarpamba existieron diferencias entre la parcela uno y las parcelas dos y tres, por ende, el SAF de café en este sitio no es homogéneo. El rango de sombra varía entre 4,7 y 37,61 % (Anexo 8). En este sistema tiene como especie arbustiva el Banano (*Musa paradisiaca* L.*),* por ello la escasa sombra dentro del SAF de café.

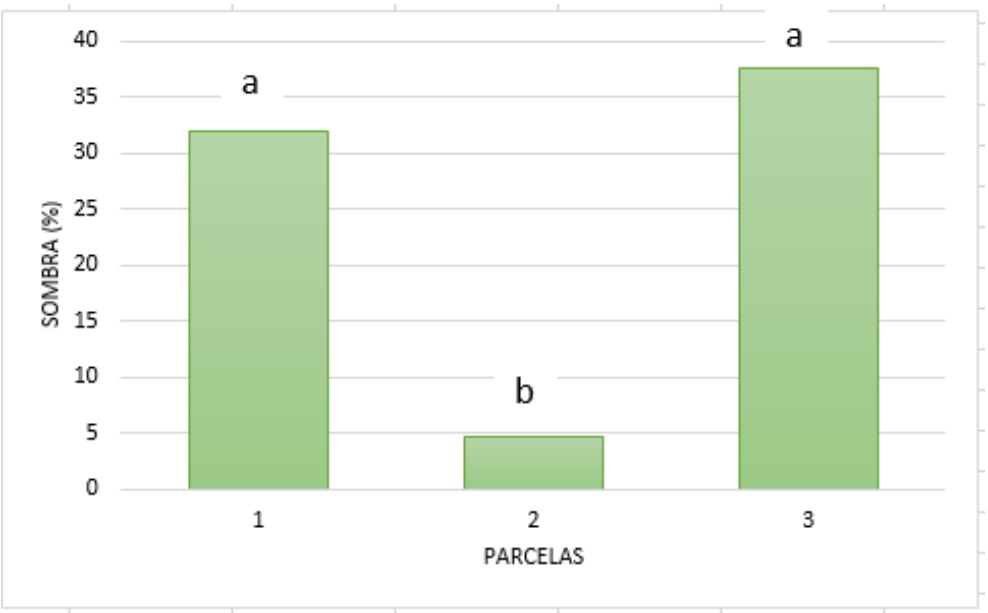


Figura 14. Medias del porcentaje de sombra en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

Los valores promedio de la temperatura para cada uno de los meses de evaluación estuvieron en el medio interno en el rango de 19,96 a 26,23 °C, mientras que para el externo fue desde 20,21 hasta 27,03 °C (Anexo 8). Los valores más altos se presentaron en el último mes de evaluación abril, mes en el que comienza la temporada seca, (Tabla 6).

Tabla 6. Medias de la temperatura interna y externa en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018

N°	EVALUACIONES	TEMPERATURA (°C)	
		Interna	Externa
1	Nov	23,03c	23,23b
2	Dic	19,96d	20,21c
3	Ene	23,68b	23,69b
4	Feb-Mar	20,01d	20,83c
5	Abril	26,23 a	27,03 a

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05)

La variable de temperatura en el sistema agroforestal del sitio Chaguarpamba, presentó diferencias entre evaluaciones y parcelas, en la tabla 7, se detallan los rangos de la media de la diferencia de temperatura que fue de -1,12 a 1, 22 °C (Anexo 9).

Tabla 7. Medias de la diferencia de temperatura a pleno sol y dentro del sistema agroforestal por parcelas durante cinco evaluaciones realizadas en el sitio Chaguarpamba en el período Noviembre 2017-Abril 2018.

N°	EVALUACIONES	PARCELAS		
		1	2	3
1	Nov	0,86 a	-0,76b	-0,7b
2	Dic	-0,86 a	0,12 a	0a
3	Ene	-0,32ab	0,98 a	-0,68b
4	Feb-Mar	-0,6 a	-1,12b	-0,6ab
5	Abril	0,72ab	0,48b	1,22 a

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05).

La temperatura en el SAF de Chaguarpamba es similar dentro y fuera del sistema con rangos de -0,15 a -0,04 °C (Anexo 9) sin embargo, no son diferentes estadísticamente, la cantidad de temperatura acumulada dentro del

sistema fue menor a la temperatura a pleno sol. La media general de la diferencia de temperatura para todo el sitio evaluado de Chaguarpamba fue de -0,83 °C, dentro del sistema agroforestal, esto puede estar relacionado con la cantidad de calor que guarda el microclima del sistema (Figura 15).

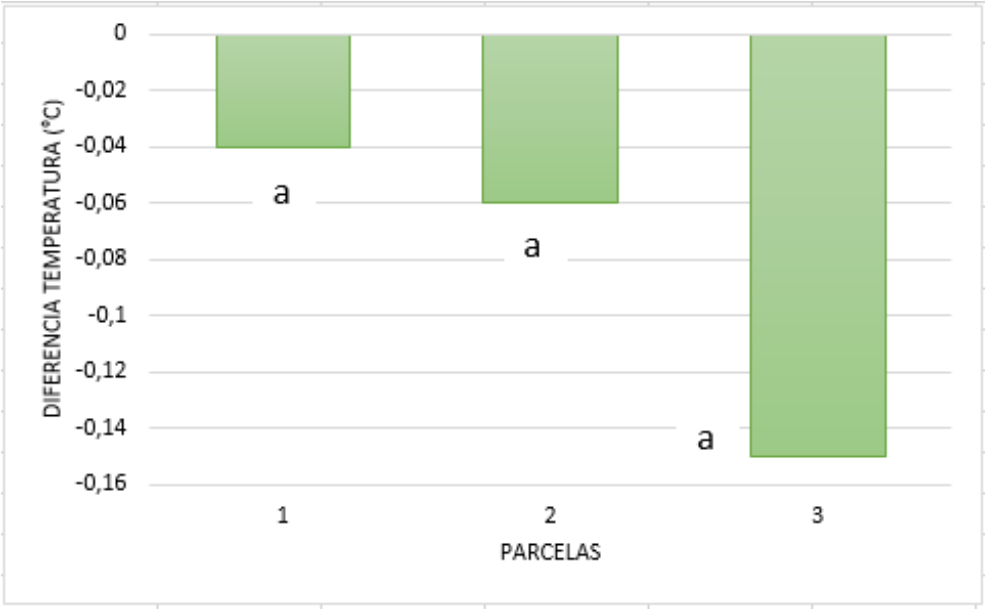


Figura 15. Medias de la diferencia de temperatura en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018

Los rangos internos de humedad relativa fueron de 57,87 a 84,24 %, mientras que los externos fueron desde 58,98 hasta 83,23 % en los cinco meses de evaluación (Tabla 8).

Tabla 8. Medias de la humedad relativa interna y externa en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

N°	EVALUACIONES	HUMEDAD RELATIVA (%)	
		Interna	Externa
1	Nov	57,87d	65,66b
2	Dic	70,60b	66,87b
3	Ene	68,85b	65,46b
4	Feb-Mar	84,24 a	83,23 a
5	Abril	62,02c	58,98c

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05).

Para el caso de la humedad relativa en las parcelas del sitio Chaguarpamba, no existieron diferencias entre las evaluaciones uno, dos y cinco con rangos de medias de -9,24 a 6,40 % (Anexo 9) sin embargo en las evaluaciones tres y cuatro si hay una diferencia significativa entre las parcelas, mismas que pudieron darse por el cambio de temporada seca a lluviosa (Figura 16).

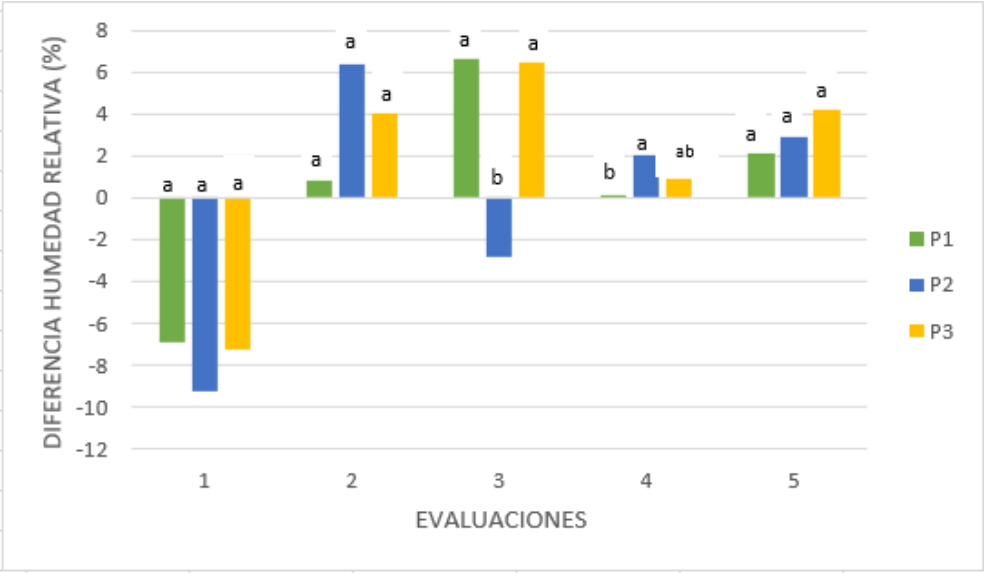


Figura 16. Medias de la diferencia de humedad relativa de las tres parcelas del sitio Chaguarpamba durante las cinco fechas de evaluación.

Las diferencias encontradas en la figura 17, no son lo suficientemente altas para que las parcelas sean heterogéneas estadísticamente, en la figura 10, se indica que el rango de diferencia de humedad relativa fue desde -0,16 a 1,65 %, y la media general para el sitio fue de 0,67 % (Anexo 9), siendo esta media indicador de que la humedad que se acumula dentro del sistema es mayor a la de campo abierto o pleno sol.

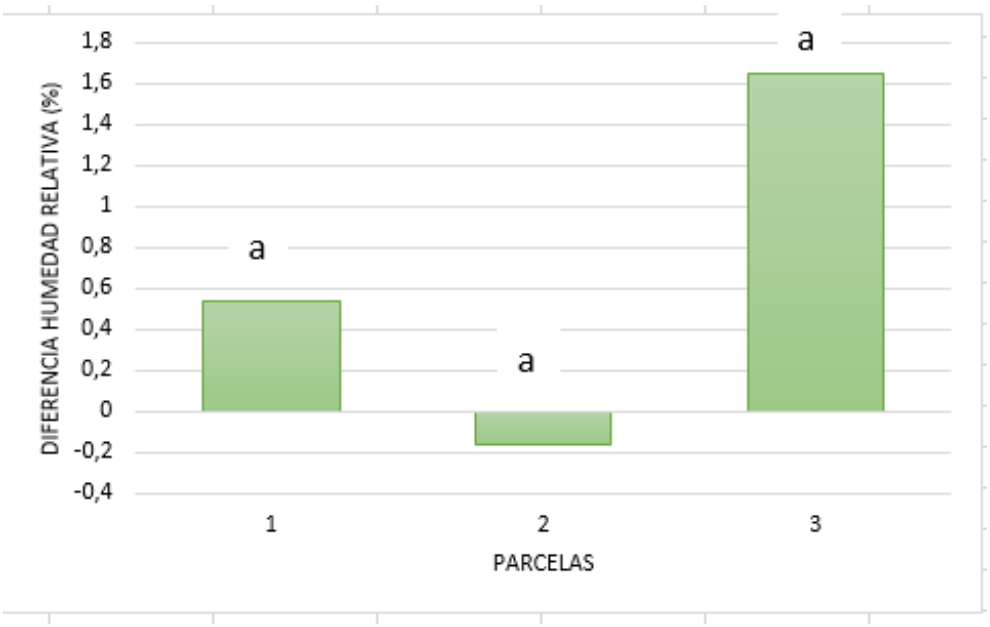


Figura 17. Medias de la diferencia de humedad relativa en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

Durante los meses de evaluación se presentó un viento con velocidad mínima interna de 0,02 y una máxima externa de 0,71 m/s, (Tabla 9), (Anexo 8).

Tabla 9. Medias del viento interno y externo en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Febrero-Abril, 2018.

N°	EVALUACIONES	VIENTO (m s^{-1})	
		Interno	Externo
1	Feb	0,58 a	0,71 a
2	Mar	0,02b	0,18b
3	Abril	0,17b	0,71 a

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05).

Los rangos de viento en el sitio Chaguarpamba en la evaluación dos, van desde -0,05 hasta -0,44 m/s y existieron diferencias entre las parcelas, por otro lado, en las evaluaciones uno y tres no existen diferencias significativas (Tabla 10).

Tabla 10. Medias de la diferencia de viento en el sistema agroforestal de café del sitio Chaguarpamba en el Febrero-Abril, 2018.

N°	EVALUACIONES	PARCELAS		
		1	2	3
1	Feb	-0,58 a	0,13 a	0,07 a
2	Mar	-0,05ab	0,0a	-0,44b
3	Abril	-0,67 a	-0,30 a	-0,64 a

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05).

Cuando se presentan valores negativos inferimos que el viento es más fuerte fuera del sistema agroforestal y que la vegetación que existe dentro de este provoca la disminución de la fuerza del viento al momento de ingresar al sistema, es por ello que estos valores pueden variar de -0,06 hasta -0,43 m/s (Anexo 9), aunque no fueron estadísticamente diferentes (Figura 18).

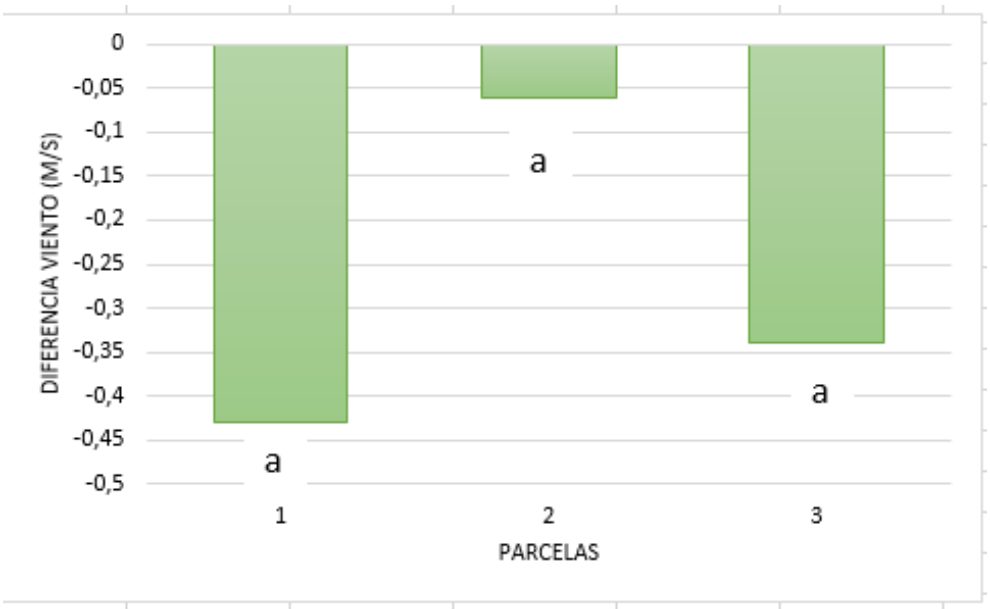


Figura 18. Medias de la diferencia de viento en el sitio Chaguarpamba durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

SITIO: Lobongo

El porcentaje de sombra del sistema agroforestal de café del sitio Lobongo fue irregular, con rangos de 40,99 a 80,70 % y con una media de 62,71 % (Anexo 10), esto podría explicarse por la densidad arbustiva que existió en las

parcelas, lo que generó el incremento o disminución de la sombra dependiendo del número de especies tanto arbóreas como arbustivas que proporcionan sombra al cafetal (Figura 19).

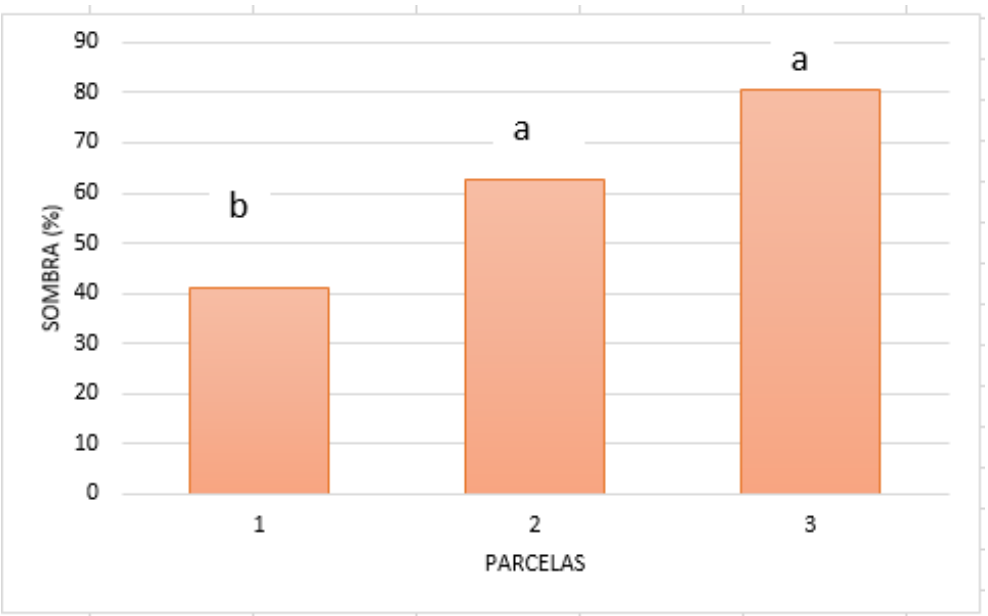


Figura 19. Medias del porcentaje de sombra en el sitio Lobongo durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

En Lobongo la temperatura interna como externa estuvo dada entre 18,59 hasta 33,77 °C y 20,05 hasta 37,49 °C respectivamente (Tabla 11), con diferencias significativas entre todas las fechas de evaluación.

Tabla 11. Medias de la temperatura interna y externa en el sitio Lobongo durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

N°	EVALUACIONES	TEMPERATURA (°C)	
		Interna	Externa
1	Nov	33,77 a	37,49 a
2	Dic	23,17d	24,80c
3	Ene	25,49c	29,71b
4	Feb-Mar	18,59e	20,05d
5	Abril	28,17b	28,73b

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05).

En el sitio Lobongo se presentaron rangos de diferencia de temperatura entre la interna y externa, desde -5,04 hasta 0,94 °C (Anexo 11), esto manifiesta que existió menor temperatura dentro del sistema agroforestal con respecto a la de pleno sol (Tabla 12).

Tabla 12. Medias de la diferencia de temperatura a pleno sol y dentro del sistema agroforestal por parcelas durante cinco evaluaciones realizadas en el sitio Lobongo en el período Noviembre 2017-Abril 2018.

N°	EVALUACIONES	PARCELAS		
		1	2	3
1	Nov	-3,06 a	-4,28 a	-3,84 a
2	Dic	0,94 a	-1,4b	-4,42c
3	Ene	-3,94 a	-5,04 a	-3,7 a
4	Feb-Mar	-1,08 a	-1,26ab	-2,02b
5	Abril	0,9 a	0,46 a	0,32 a

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05).

En la Figura 20, existió una significancia estadísticamente homogénea entre las diferencias de temperatura con un mínimo de - 1,27 y un máximo de -2, 73 ℃; estos rangos nos describen que la temperatura dentro del sistema fue menor, debido al microclima que se genera por el mismo SAF, lo cual permite observar un promedio general de -2,09 °C, en cuanto a la diferencia de temperatura dentro del sistema agroforestal de café del sitio Lobongo (Anexo 11).

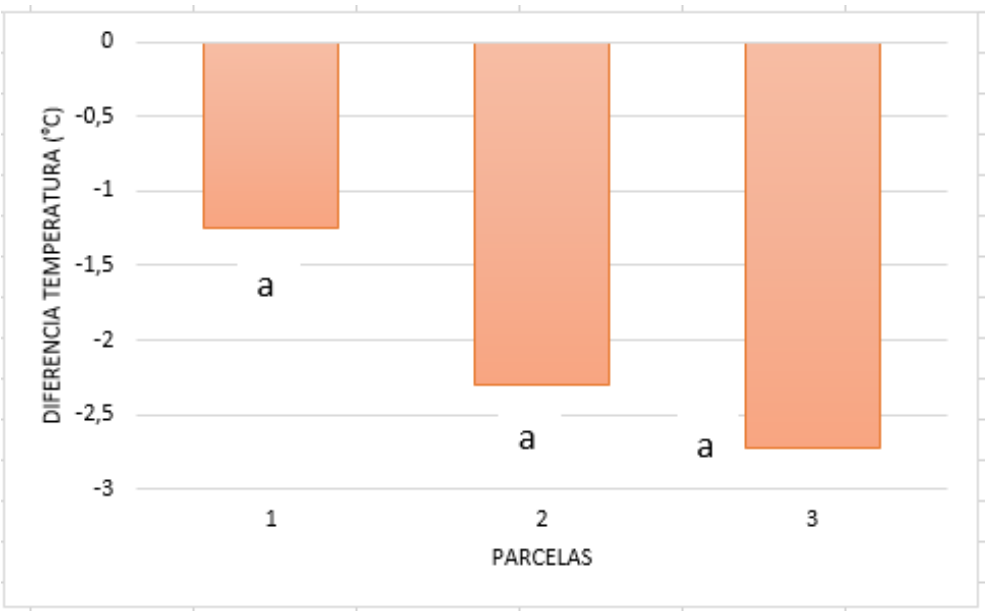


Figura 20. Medias de la diferencia de temperatura en el sitio Lobongo durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

En la tabla 13, la humedad relativa durante los seis meses de evaluación del sitio Lobongo, estuvo dentro del rango que va desde 58,93 a 83,90 % al interno de sistema y en la parte externa al sistema fue desde 53,49 hasta 78,71 %.

Tabla 13. Medias de la humedad relativa interna y externa en el sitio Lobongo durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

N°	EVALUACIONES	HUMEDAD RELATIVA (%)	
		Interna	Externa
1	Nov	51,20 c	31,07 d
2	Dic	71,07 b	59,97 b
3	Ene	67,55 b	55,33 b
4	Feb-Mar	84,40 a	84,40 a
5	Abril	43,93 d	40,44 c

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05)

Las diferencias de humedad relativa entre las parcelas dentro de las evaluaciones uno, cuatro y cinco no son significativamente diferentes (Anexo 11) pero dentro del período de transición de la época seca a la época lluviosa

evaluaciones dos y tres, si se presentaron diferencias las cuales se pudieron dar por el cambio de temporada. Los rangos de variación fueron desde 0,40 a hasta 2,10 (Figura 21).

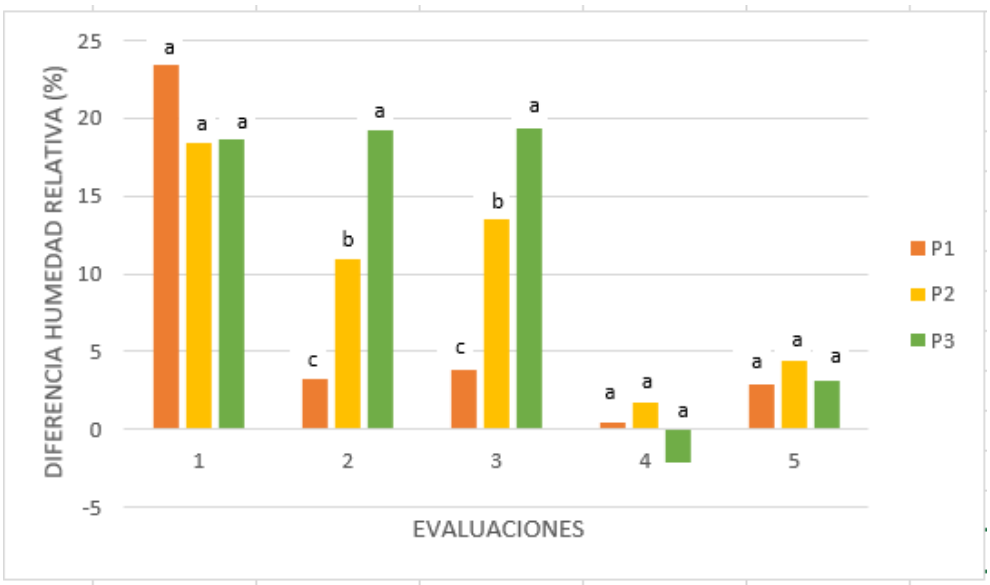


Figura 21. Medias de la diferencia de humedad relativa de las tres parcelas del sitio Lobongo durante las cinco fechas de evaluación.

Los porcentajes de humedad van desde 6,75 hasta 11,73 % (Anexo 11), siendo estos valores estadísticamente diferentes. La media de humedad relativa para el sector de Lobongo fue de 59 %, mientras que la media de la diferencia de humedad dentro del sistema estuvo en 9,38 % (Figura 22).

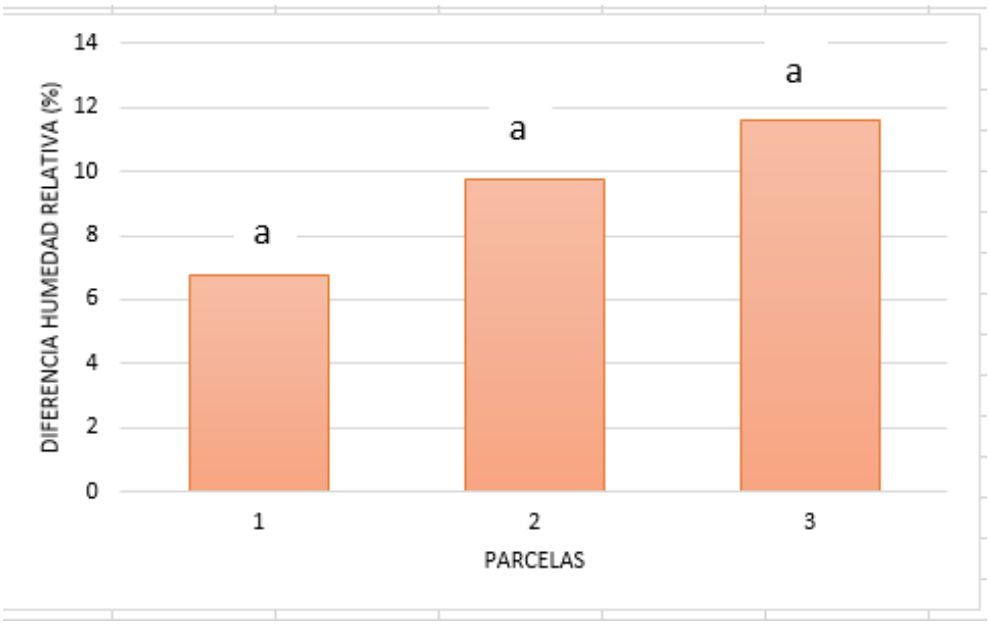


Figura 22. Medias de la diferencia de humedad relativa en el sitio Lobongo durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018

La velocidad del viento dentro y fuera del sistema agroforestal en el sitio Lobongo fue desde 0, 01 hasta 0,24 m/s y de 0,004 hasta 1,34, siendo diferentes las fechas uno y dos de la fecha tres, (Tabla 14).

Tabla 14. Medias del viento interno y externo en el sitio Lobongo durante el periodo Febrero-Abril, 2018.

N°	EVALUACIONES	VIENTO (m s^{-1})	
		Interno	Externo
1	Feb	0,06 ab	0,07b
2	Mar	0,01b	4,0E-03b
3	Abril	0,24 a	1,34 a

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05).

En el sistema agroforestal de Lobongo se presentó una velocidad de viento homogéneo, no se presentaron diferencias significativas entre parcelas ni evaluaciones del sitio, los rangos van de -0,01 a 0,01 m/s, estos rangos nos indican que la fuerza de las corrientes de aire fue más intensa fuera del SAF de las que ingresaron al sistema, estas disminuyeron por la presencia de árboles y arbustos, (Tabla 15).

Tabla 15. Medias de la diferencia de viento en el sistema agroforestal de café del sitio Lobongo en el periodo Febrero-Abril, 2018.

N°	EVALUACIONES	PARCELAS		
		1	2	3
1	Feb	0,02 a	-0,04 a	0,0 a
2	Mar	0,01 a	-0,01 a	0,01 a
3	Abril	-1,33 a	-0,75 a	-1,22 a

Medias con letras en común no son significativamente diferentes (p>0,05).

Los sitios Lozumbe, Lobongo y Chaguarpamba son estadísticamente diferentes entre ellos, tanto para las variables de sombra con rangos de 25 a 64 %; por otro lado, la temperatura con diferencias que van desde -0,08 hasta -2,09 °C siendo el sitio Lobongo diferente de los otros dos, esto puede darse por la ubicación geográfica de los sitios. La humedad relativa del sitio Lobongo es la más alta con un 9,39 % comparada a la de Chaguarpamba con 0,68 % y Lozumbe con 9 %. El viento en los tres sitios es homogéneo, no se presentan diferencias significativas entre ellos; los rangos están entre -0,25 y -0,33 m/s estos por su fuerza son denominados según la escala de Beaufort (Anexo 12), calma y ventolina, esto puede darse por que las corrientes de aire que ingresan al SAF, se disminuyen por la presencia de árboles y arbustos que actúan como cortina rompe vientos, (Figura 23).

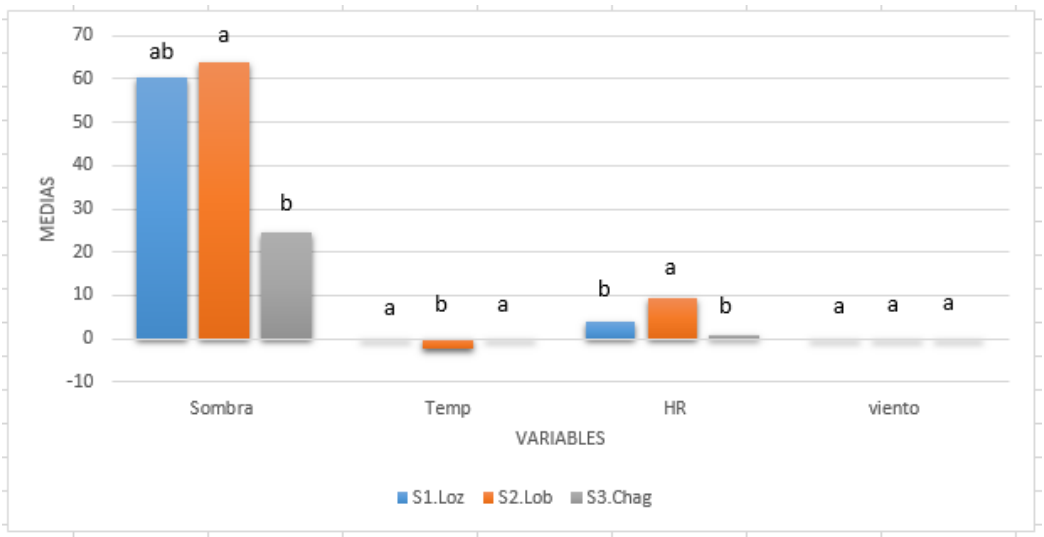


Figura 23. Medias del porcentaje de sombra y de las diferencias de temperatura, humedad relativa y viento de las cuatro variables en los tres sitios de evaluación durante el periodo Noviembre 2017-Abril 2018.

Las correlaciones de Pearson (P), entre las variables del clima en el sitio Lozumbe (Tabla 16), están dadas entre la temperatura y sombra con un -0,29 es decir existe una relación negativa baja entre ellas cuando una de las variables aumenta la otra disminuye. Por otro lado, la humedad relativa con la sombra presentó una correlación positiva muy baja de 0,09, sin embargo, con la temperatura presentaron una correlación negativa moderada con P de -0,65; es decir cuando una aumenta la otra tiende a disminuir. Finalmente tenemos la variable de viento con temperatura de -0,13 y una correlación positiva baja entre el viento y la humedad.

Tabla 16. Correlaciones de las variables climáticas del sitio Lozumbe

SITIO	V1	V2	PEARSON	Interpretación de Pearson
Lozumbe	**Temperatura**	Sombra	-0,29	Correlación negativa baja
	Humedad Relativa	Sombra	0,09	Correlación positiva muy baja
		Temperatura	-0,65	Correlación negativa moderada
	Viento	Sombra	-0,02	Correlación negativa muy baja
		Temperatura	-0,13	
		Humedad	0,25	Correlación positiva baja

En la tabla 17, constan las correlaciones tanto positivas como negativas entre las diferentes variables como es el caso de temperatura con sombra con un 0,23 correlación positiva baja, cuando una de ellas incrementa o disminuye la otra variable también se verá modificada, para el caso de la humedad con la temperatura existió una relación negativa alta de - 0,80.

Para el caso del viento existieron relaciones negativas baja entre viento-sombra con un P -0,20, la misma escala de correlación se dio en viento-humedad con un P –0,33, es decir cuando la una incrementa la otra tienden a disminuir.

Tabla 17. Correlaciones de las variables climáticas del sitio Lobongo

SITIO	V1	V2	PEARSON	Interpretación de Pearson
Lobongo	**Temperatura**	Sombra	0,23	Correlación positiva baja
	Humedad Relativa	Sombra	0,05	Correlación positiva muy baja
		Temperatura	-0,80	Correlación negativa alta
	Viento	Sombra	-0,20	Correlación negativa baja
		Temperatura	0,08	Correlación positiva muy baja
		Humedad	-0,33	Correlación negativa baja

Las correlaciones entre la temperatura y la sombra del sitio Chaguarpamba es mínima con un 0,09, así mismo la correlación positiva muy baja entre la variable de humedad relativa y sombra con un P de 0,06, existieron además relaciones negativas moderadas entre humedad relativa –temperatura con un –0,66; viento-sombra con un P –0,15 y el viento- temperatura con -0,26, estas correlaciones negativas bajas indican que si la variable uno aumenta la otra disminuyen o viceversa, (Tabla 18).

Tabla 18. Correlaciones de las variables climáticas del sitio Chaguarpamba

SITIO	V1	V2	PEARSON	Interpretación

				de Pearson
Chaguarpamba	**Temperatura**	Sombra	0,09	Correlación positiva muy baja
	Humedad Relativa	Sombra	0,06	
		Temperatura	-0,66	Correlación negativa moderada
	Viento	Sombra	-0,15	Correlación negativa baja
		Temperatura	-0,26	
		Humedad	0,05	Correlación positiva muy baja

La variable de sombra encontrada en los sectores de Lobongo y Chaguarpamba no se encuentra dentro de los niveles óptimos encontrados en la literatura, mientras que para el sitio Lozumbe está con un 60,26 % de sombra siendo este un porcentaje óptimo para el cultivo de café; para la temperatura en los tres casos no estuvieron dentro del rango óptimo, pero tampoco estuvieron fuera de los limites tanto inferior y superior marcados por la literatura; sin embargo, la temperatura promedio durante todas las evaluaciones estuvo dentro de los rangos de la temperatura estimada de los últimos cinco años de la estación meteorológica de Zaruma (Tabla 19). Dentro de las variables: humedad relativa y viento estás estuvieron dentro de los rangos óptimos citados (Tabla 20).

Tabla 19. Medias estimadas de los últimos 5 años de la estación más cercana correspondiente a la Estación Meteorológica de "Zaruma", para los tres sitios evaluados.

N°	EVALUACIONES	Datos estimados de Temperatura (°C)		
		Lozumbe	Lobongo	Chaguarpamba
1	Nov	25,45	20,25	22,20
2	Dic	24,50	19,3	21,25
3	Ene	24,10	18,9	20,85
4	Feb-Mar	24,15	18,95	20,90
5	Abril	24,70	19,5	21,45

4.3. Relaciones entre las condiciones del microclima en el Sistema Agroforestal y los requerimientos del cafeto en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo.

Tabla 20. Comparación de las condiciones climáticas observadas en la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo, con las condiciones requeridas por el cafetal según varios autores.

FACTOR	CONDICIONES OBSERVADAS EN EL SITIO DE ESTUDIO			CONDICIONES REQUERIDAS
	Lobongo	Chaguarpamba	Lozumbe	
SOMBRA	63,8 %	24,75 %	60,26 %	SCAN, (2015), manifiesta que el café se comporta mejor bajo niveles de sombra adecuados, siendo recomendable entre el 40 al 60 % de sombra, dependiendo de las condiciones ambientales y de suelo de la zona cafetalera.
TEMPERATURA	26, 9 °C	22, 8 °C	25,9 °C	La temperatura óptima para el crecimiento del café está entre 19 y 21°C, con un límite inferior de 13°C y uno superior de 32°C. Por fuera de estos límites el crecimiento es casi nulo y la productividad muy baja, (Arcila, 2011 y Duicela 2009).
HUMEDAD RELATIVA	59 %	68 %	68 %	Para la humedad relativa Vogel, (2014), nos indica que la humedad adecuada para el café está dada entre 65 a 85%, para el caso de los vientos tienen que ser menores a 4, 1 m/s, pues cuando son mayores provocan daños mecánicos: caída de hojas, flores y frutos; así como deshidratación de yemas florales, hojas y frutos tiernos Vogel, (2014).
VELOCIDAD DEL VIENTO	0,3 m/s	0,4 m/s	0,4 m/s	

5. DISCUSIÓN

Las características estructurales de distribución y composición de un sistema agroforestal son las principales variables que se deben tomar en cuenta en el manejo de los recursos presentes dentro del sistema. Los resultados muestran una alta abundancia y una baja frecuencia, lo que refiere a un ecosistema con estructura heterogénea (Cárdenas, 2014). Esto concuerda con Bautista-Sampayo (2013) que manifiestan que la diversidad de especies son características que reflejan la estructura y caracterizan a una comunidad de otra por lo que también se le da el nombre de heterogeneidad de especies. Por tal motivo la diversidad de especies es un aspecto muy importante que debe considerarse dentro del manejo de sistemas de una manera sostenible

Los resultados mostraron que la especie con mayor presencia en los sitios muestreados es: *Musa paradisiaca* L. con un promedio del 53 %; por otro lado, las especies más frecuentes para cada sitio son: *Musa paradisica* L., *Inga edulis* Mart., y *Myrsine andina* en Lozumbe*; Musa paradisica* L.*, Acacia macracantha* Will e *Inga edulis* Mart., para Lobongo. y finalmente *Musa paradisica* L.*, y Solanum oblongifolium* Humb. & Bonpl, en el sistema agroforestal de Chaguarpamba. Cabe destacar la presencia de *Myrsine andina* con un 9 % en Lozumbe, *Acacia macracantha* Will con un 14 % en Lobongo y *Solanum oblongifolium* Humb. & Bonpl en Chaguarpamba con un 10 % especies que no fueron comunes entre los sitios.

Por lo antes descrito se puede decir que los sistemas agroforestales en la zona cafetalera Chaguarpamba- Olmedo, no son uniformes en cuanto a la diversidad de especies que los componen, lo cual coincide con los estudios

realizados por NOSCUE (2014) en el departamento la Huila en Colombia, que indica que cerca de 20 a 30 árboles por ha de *Inga spp.,* son utilizados como reguladores de sombra, además de la especie arbustiva semipermanente como *Musa paradisiaca* L., con un aproximado de 300 a 750 por ha. Asimismo, Guapucal e*t al.* (2013), encontró en sus estudios sobre agroforestería, que dentro de su estructura vertical existen especies de *Musa spp.,* y *Myrsine spp.*; por otro lado, Aguirre y Aguirre (2014), indican que en zonas cálidas los sistemas agroforestales se caracterizan por la presencia de especies como la *Acacia macracantha,* encontrada también en este sector cafetalero.

La comparación entre las diferentes especies presentes en los tres sistemas agroforestales, indica que los individuos con mayor densidad o abundancia fueron *Musa paradisiaca* L. *Inga edulis* Mart y *Solanum oblongifolium* Humb. & Bonpl con valores de 12, 20 y 2 % respectivamente, estos datos están por debajo de los encontrados por Delgado *et al.* (2011), que encontró porcentajes de 39 al 52 % en diversidad en los bosques de Nariño, Colombia.

El IVIs (índice de valor de importancia simplificado) de las especies está determinado por la densidad y frecuencia de las mismas; en el presente estudio se tuvo un IVIs promedio para los tres sitios un 64 % para *Musa paradisiaca* L., 38 % para *Inga edulis* Mart*.,* y un 12 % para *Solanum oblongifolium* Humb. & Bonpl estos resultados son similares a los encontrados por Monroy-Martínez *et al*. (2016) quien realizó un estudio en huertos tradicionales en Morelos, México. Las investigaciones realizadas por Sánchez *et al.* (2017), sobre especies de importancia dentro de la vegetación arbórea en sistemas agrosilvopastoriles, constan familias de Fabáceas y Solanáceas en un 27 %, lo que es inferior a lo obtenido en los sistemas agroforestales de Lozumbe,

Lobongo y Chaguarpamba, donde se encontraron especies con IVIs de 11 % para *Myrsine andina, 16 % para Acacia macracantha* Will y un 12 % para *Solanum Oblogifolium* Humb & Bonpl*,* siendo las dos últimas pertenecientes a las familia de Fabáceas y Solanáceas, estas porcentajes determinarían una sobrepoblación de especies, volviendo más densa la sombra en el sistema.

Los sistemas agroforestales adoptados con el cultivo del café (*Coffea arabica* L.), permiten presentar diferentes arreglos y disposiciones que deben ir acorde a factores ambientales del sitio donde se vaya a emplear el sistema tales como: La altitud, la topografía, el clima, precipitaciones y especies arbóreas asociadas con características idóneas, que no causen perdidas de la radiación solar y competencia de nutrientes, dentro de los sistemas agroforestales de café de la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo, se encontraron como principales componentes arbóreo y arbustivo a las especies de *Inga edulis* Mart., y *Musa paradisiaca* L., las cuales según Freire, (2000) son especies más frecuentes dentro de los sistemas analizados en Turrialba; además, en este estudio se encontraron especies características para cada piso altitudinal como *Myrsine andina* en un piso de 850 m s.n.m. *Acacia macracantha* Will a 1 719 m s.n.m. y *Solanum Oblogifolium* Humb & Bonpl a 1 459 m s.n.m. En cuanto a las condiciones ambientales ideales para café, el cultivo a plena exposición solar puede tener un mayor rendimiento que bajo árboles, sin embargo, dando un manejo tecnificado a los sistemas agroforestales de café, se puede obtener rendimientos rentables para el productor.

Farfán (2011), menciona en sus estudios sobre SAF de café que, con bajas densidades de siembra de los árboles pueden obtenerse niveles de sombreamiento deficientes o muy bajos para el desarrollo del cultivo (sombrío

del 10 al 20 %), igualmente con densidades altas de siembra de los árboles o debido a su mal manejo (sin podas de mantenimiento y sin podas de formación), o una inadecuada distribución de los árboles en el campo, en corto tiempo se presentarán niveles de sombreamiento excesivos (>50%) limitantes para la producción del café, estos rangos de sombreamiento se enmarcan con los obtenidos en los sitios de estudio Lobongo y Lozumbe con un porcentaje del 63,8 % y 60,26 % respectivamente, mientras que el sitio Chaguarpamba presentó un porcentaje bajo de sombra del 24,75 %; estos rangos son inferiores a los resultados encontrados por Andrade y Segura (2016) en sistemas agroforestales de café en Tolima, Colombia, se presentaron rangos de sombra que van desde 35 % a 79 %.

Dentro de los SAF de café de los tres sitios se presentó una diferencia de - 0,08 °C a -2,09 ° C, con respecto a la temperatura a pleno sol, mientras que en la humedad se presentó una incremento desde 0,68 hasta 9, 39 % más en relación a la humedad a campo abierto; esto se produce por lo que manifiesta Farrell y Altieri (2014) que los árboles moderan los cambios de temperatura, dando como resultado temperaturas máximas más bajas y mínimas más altas bajo los árboles, en comparación con las áreas abiertas; por ende, a disminución de temperatura y la reducción de los movimientos del aire debido al dosel de los árboles reduce el promedio de evaporación. También se puede encontrar mayor humedad relativa bajo los árboles en comparación con los sitios abiertos.

Cuando la densidad entre los árboles y arbustos es baja, no opone mayor resistencia a la velocidad del viento, mientras que si la densidad es alta la velocidad disminuirá considerablemente. La densidad para que pueda controlar

la velocidad del viento tiene que ser de un 60 % (ONF, 2013). En nuestro estudio, la diferencia entre la velocidad del viento externa e interna estuvo en valores negativos de -0,25 para Chaguarpamba y de -0,33 para los sitios de Lobongo y Lozumbe, lo cual indica que la arborización de los sistemas fue lo suficientemente densa como para disminuir la velocidad, estas diferencias se corresponden con el nivel de sombra en cada sitio.

En los tres sitios seleccionados, la especie con mayor peso ecológico fue *Coffea,* con un 107 %, esto se explica por el potencial agroecológico que tiene la zona para el desarrollo de este cultivo; así mismo sobresalen *Musa, Inga, Myrsine, Acacia, Solanum, Citrus, Persea,* entre otros, esto resultados coinciden con los de (Guapucal, 2013) en su estudio sobre caracterización de sistemas agroforestales tradicionales en Buesaco; que dichas especies estratifican el sistemas en bajo, medio y alto, tanto en su distribución vertical como horizontal.

Las condiciones microclimáticas se presentaron con sombra promedio de 24,75 a 60 %, temperaturas que estuvieron entre 22,8 y 26,9 ° C, humedad relativa del aire de 59 y 68 %, finalmente viento con una velocidad no mayor a 0,4 m/s en los SAF de café para la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo las cuales son idóneas, según lo manifestado por autores como Arcila, (2011), SCAN, (2015) y Vogel (2014) lo que plantea como hipótesis que dándose un manejo tecnificado a las plantaciones se podría asegurar altos valores en calidad y rendimiento para el productor.

De acuerdo con el estudio de la distribución espacial de los sistemas agroforestales de café se pudo establecer correlaciones Pearson entre las variables de altura y diámetro de copa de los árboles, estas correlaciones

fueron positivas directas (0,63 - 0,85) para los tres sistemas estudiados, por lo tanto, si una de las variables incrementa la otra también se modificará, esto mismo ocurrió en los estudios realizados por Dávila *et al*. (2012), en análisis de distribución, estructura y volumen de bosques de roble negro en Colombia, donde menciona que los árboles de esta especie se asemejan más a un cilindro a medida que su diámetro aumenta, los coeficiente mórficos también serán mayores. Ramírez *et al*. (2013), por otro lado, en estudios de diversidad florística en plantaciones agroforestales de cacao en México, donde la estructura y las medidas diamétricas además de correlacionarse entre ellas se relacionan con la edad de los árboles.

Navia *et al. (2017),* encontró que en el componente arbóreo de cercas vivas en SAF en Nariño, los valores de humedad fueron mayores bajo sombra debido a la acumulación de hojarasca de los árboles, que además de aportar materia orgánica genera un microclima que mejoran las condiciones para el desarrollo del cultivo; esto nos ayuda a justificar el por qué las condiciones microclimáticas de los SAF de café de la zona cafetalera Chaguarpamba-Olmedo, según las correlaciones de Pearson interactúan entre sí; es decir, al presentar valores negativos su relación es negativa moderada entre ellas y cuando una de las variables aumenta la otra disminuye, por otro lado, cuando sus valores son positivos su relación es directa y las variables son dependientes la una de la otra; otros autores como DaMatta y Rodríguez (2007), mencionan que la arborización mejora las condiciones micro-climáticas, especialmente por la reducción de los eventos extremos de la temperatura del aire y del suelo, reducción de la velocidad del viento, mantenimiento de la humedad relativa (HR) y aumento de la disponibilidad hídrica en el suelo.

Los sistemas agroforestales de café tienen un gran potencial para combinar el doble desafío del desarrollo local y de la conservación de la biodiversidad al contrario de la caficultura realizada a pleno sol. Aunque haya diferentes tipos de plantaciones bajo sombra que varían en el manejo de intensidad y en la complejidad de la vegetación, estas no dejan de presentar mayores beneficios a los pequeños caficultores. Sin embargo, ellos desconocen datos importantes o no los cuantifican, tales como intensidad de luz que alcanza la copa de los árboles, las fluctuaciones diarias de la temperatura, la humedad relativa, la nutrición y las condiciones pormenorizadas de manejo impuestas al cafetal, lo que nos les permite darle un manejo técnico a sus cultivares y de esta manera no visualizar altos rendimientos.

Es importante destacar que, aunque en muchos casos en que se comparan las producciones de cafetales sombreados y a pleno sol, una eventual mayor producción de los cafetales sombreados puede ocurrir en las primeras cosechas, hecho que no siempre se sustenta, ya que no se han realizado evaluaciones durante largos periodos de producción.

6. CONCLUSIONES

- Las especies con mayor Índice de Valor de Importancia para todos los sitios caracterizados fueron: *Coffea arabica* L., por ser considerada la especie de interés agrícola en todos los sistemas evaluados, *Musa paradisiaca* L. *Inga edulis* Mart y *Solanum oblongifolium* Humb. & Bonpl. ex Dunal, Solan. Syn, siendo las dos primeras más frecuentes en todas las parcelas evaluadas.
- Las condiciones microclimáticas dentro y fuera de los sistemas agroforestales en los tres sitios estudiados, presentaron diferencias en temperatura y humedad relativa.
- La falta de uniformidad de sombra y su influencia en las condiciones microclimáticas, dentro de un mismo sitio se presentaron parcelas que no cumplían con las condiciones microclimáticas óptimas recomendadas en otras investigaciones.
- En la zona estudiada se presentaron correlaciones positivas moderadas y altas entre las variables vegetativas, altura de la planta y diámetro de copa; pero los elementos del microclima no existieron correlaciones.

7. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar nuevas investigaciones sobre el efecto que tienen las diferentes especies que componen el sistema agroforestal en el desarrollo del cultivo de café.
- ✓ Realizar estudios sobre el desarrollo del cafetal en condiciones de cielo abierto y en sistemas agroforestales, particularmente para las condiciones más bajas y altas de la provincia de Loja.
- ✓ Establecer investigaciones en los mismos pisos altitudinales y sitios evaluados, en temporada seca.

8. BIBLIOGRAFIA

Arcila, J. 2007a. Factores que determinan la productividad del cafetal. En: Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, H. Sistemas de Producción de café en Colombia. Vol 1, pp. 61 -86.

Arcila, J. 2007b. Crecimiento y desarrollo de la planta de café. En Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, H. Sistemas de Producción de café en Colombia. Primera edición, pp. 21 – 60.

Arcila, J. 2011. Factores que determinan la productividad del Café. Colombia: Cenicafé.

Aguirre N, y Aguirre Z. 2014. Especies leñosas y cultivos objetivos para sistemas agroforestales en zonas semiáridas del sur del Ecuador. pp. 21-30.

Andrade, H. J., y Segura, M. A. 2016. Dinámica de la sombra de *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales con café en tolima, colombia. Agronomía Costarricense. Vol 40. N°.2. pp 77-86.

Alarcó, A. 2011. Modelo de gestión productiva para el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en el Sur de Ecuador. Investigación de fin de carrera. Universidad Polítécnica de Madrid, pp 228.

Alvarado, M., y Rojas, G. 2007. Cultivo y beneficiado del café. 2da Reimpresión. Editorial Universidad Estatal a Distancia. 184 p. San José, Costa Rica. ISBN 9977-64-768-2.

Alves, M.C.; Silva, F.M.; Sanches, L.; Carvalho, L.G. de. y Ferraz, G.A. 2013. Geospatial analysis of ecological vulnerability of coffee agroecosystems in Brazil, Applied Geomatics. Vol. 5, N°. 2. pp. 87-97.

Benítez, J. Y., Vega, M. R., A. Vidal Corona, J. R., y Rivera, R. C. 2003. Estimación del diámetro de copa a partir del diámetro normal (d1,3) en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst. Vol, 12. N°, 2. pp, 37-41.

Biedma, G., y Soria, V. 2001. Pruebas de significación en Bioestadística. Scielo, 207-208. Budowski, G. 1990. Home gardens in Tropical America: a review. In: Tropical home gardens. Tokyo, Japan: United Nations University Press.

Bertrand, B.; Boulanger, R.; Dussert, S.; Ribeyre, F.; Berthiot, L.; Descroix, F. y Joët, T. 2012. Climatic factors directly impact the volatile organic compound fingerprint in green Arabica coffee bean as well as coffee beverage quality,Food Chemistry. Vol. 135, N°. 4, pp. 2575-2583.

Bautista- Sampayo, C. 2013. Estructura del bosque y arquitectura de brinzales de Abies religiosa en Tlaxco, Tlaxcala. Tesis de Maestría no publicada. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México.

Cárdenas, M. A. 2014. Estudio comparativo de la composición florística, estructura y diversidad de frutales en dos ecosistemas del campo de

producción 50PK CPO-0, Llanos del Orinoco Colombiano. Scielo: Colombia Forestal. Vol. 17. N°2. pp 203-299.

Cárdenas, S. I. 2007. Caracterización morfológica y agronómica de la colección núcleo de café (*Coffea arabica* L.) tesis de Doctorado en Agricultura Agroecológica. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 117 p.

Carrasco, L. 2009. Efecto de la radiación ultravioleta-B en plantas. IDESIA, Vol 27, N°. 3, pp 59-76.

Chen, J. 2018. Conceptos Básicos de la Fotosíntesis. Consultado el 7 de Julio del 2018. Disponible en: https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/conceptos-basicos-de-la-fotosintesis/.

Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC). 2013. Situación del sector cafetalero ecuatoriano: diagnóstico. Portoviejo, Ecuador. 71 p.

Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC). 2012. El Sector Cafetalero en el Ecuador. Consultado: el 8 de Agosto del 2017, en: http://www.cofenac.org/wpcontent/uploads/2010/09/Diagn%C3%B3sticoSector-Caf%C3%A9- Ecu2011.pdf.

Dávila, D. E., Alvis, J. F., y Ospina, R. 2012. Distribución Espacial y Volumen de los Bosques Roble Negro (*Colombobalanus excelsa* (Lozano, Hern. Cam. & Henao, J.E.) Nixon & Crepet) en el parque nacional cueva de los Guácharos. Colombia Forestal. Vol 15. N° 2. pp 207-214.

Delgado, G., Burbano, A., y Parra, A. S. 2011. Evaluación de la macrofauna del suelo asociada a diferentes sistemas con café (*Coffea arabiga* L). Revista de Ciencias Agricolas, Vol. 28. N°.1. pp 91-106.

DaMatta, F., y Rodríguez, N. 2007. Producción sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del Neotrópico: una visión agronómica y ecofisiológica, Vol 25, N° 1, pp 113-123.

De La Mata, P., Cabello, P., De La Haba, P. y Agüera, E. 2013. Study of the senescence process in leaves primary of sunflowers (*Helianthus annus* L.) plants under two different light intensities. Photosynthetica, Vol. 51, N°. 1, pp. 85-94.

Duicela, L. y Corral, R. 2009. Café y ambiente, reflexiones sobre la contribución de la caficultura en la conservación de los recursos naturales. COFENAC-GTZ. 110 p.

EFE. 2017. Producción de Café a nivel mundial. Consultado el 6 de Diciembre de 2017, en: https://www.efe.com/efe/america/economia/produccion-mundial-de-cafe-bajo-un-1-7-en-ano-2016-2017-y-no-cubre-la-demanda/20000011-3460080.

Encalada, C. M., Soto C. F., y Morales G. D. 2016. Crecimiento de posturas de cafeto (*Coffea arabica* L.) con cuatro niveles de sombra en dos condiciones edafoclimáticas de Ecuador, Vol. 37, N°2, pp 72-78.

ESPAC. 2016. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continúa. QUITO: ESAG. Consultado el 23 de enero del 2018, en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac2016/Informe%20ejecutivo%20EPAC_2016.pdf.

Elosegi, A., y Sabater, S. 2009. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. España: Rubes.

Flórez, C., Duque, J., y Arias, H. 2017. Guía para la caracterización de las variedades de café. CENICAFE. N°. 476. 12p.

FAPECAFES. 2010. Consultado el 18 de septiembre del 2017, en: www.fapecafes.org.ec.

Franck, N; Vaast, P. 2009. Limitation of coffee leaf photosynthesis by stomatal conductance and light availability under different shade levels. Tree Physiology, Vol 23, pp- 761–769.

FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2015. Consultado el 2 de noviembre del 2017, en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61949/Panorama_Agroalimentario_Caf__2015.pdf.

Freire, G. G. 2000. Conservación de la Biodiversidad en los sistemas agroforestales de cacaoteros y bananeros de Talamanca-Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Farfán, F. 2011. Producción de café en sistemas agroforestales. CENICAFE. pp. 162-200.

Farrell, G. J., y Altieri, A. M. 2014. Sistemas Agroforestales. SOCLA Vol. 12. pp 229-243.

Guapucal M. C.; Burbano C. A.; Estacio, L. F. 2013. Caracterización de fincas con sistemas agroforestales tradicionales en la vereda Franco Villa, municipio de Buesaco, Nariño. AGROFORESTERÍA NEOTROPICAL. No 3, pp 47-61.

GPL LOJA. 2014. (Gobierno Provincial de Loja). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Loja. Consultado de 29 de Diciembre del 2017, en: https://www.loja.gob.ec/files/image/LOTAIP/podt2014.pdf.

GADCHAGUARPAMBA. 2015. Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chaguarpamba. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Chaguarpamba. Consultado el 27 de Marzo del 2018, en: http://app.sni.gob.ec/snilink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/DIGNOSTICO%20PDOT%20CHAGUARPAMBA%202014_17-11 2014.pdf.

GADSANTARUFINA. 2015. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Santa Rufina. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Santa

Rufina. Consultado el 27 de Marzo del 2018, en: app.sni.gob.ec/.../1160034730001_PDOT%20SANTA%20RUFINA_30-10 2015_23-2014.pdf.

GADTINGUE. 2015. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia La Tingue. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia la Tingue. Consultado el 27 de Marzo del 2018, en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1160028680001_DIAGN%C3%93STICOPROPUESTA%20Y%20MODELO%20DE%20GESTION%20%20FINAL%20SUBIDA%20A%20LA%20SEMPLADES%2019-10-2015_22-10-2015_17-46-05.pdf

Gliessman, S. Agroecología, procesos ecológicos en agricultura sostenible. 2002. Turrialba. CATIE-LITOCAT, pp 359. ISBN: 9977573859.

González, B.C.; Pérez D. A..; Rivera E. R.; Gloria M. Martín Alonso.; y Rolando Viñals Nuñez. 2015. Influencia de las precipitaciones en el rendimiento de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner cultivado en suelos Pardos de la región oriental de Cuba. Vol. 36. N°.4. pp. 21-27.

Gutiérrez-Báez, C., Flores-Guido, J. O.-D., y Zamora-Crescencio, P. 2013. Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del punto de union territorial (put) de Yucatán, México. Polibotanica. N°. 33. pp 151-174.

Haggar, J; Barrios, M; Bolaños, M; Merlo, M; Moraga, P; Munguia, M; Ponce, A; Romero, S; Soto, G; Staver, C; Virginio, E. 2011. Coffee agroecosystem performance under full sun, shade, conventional and organic management regimes in Central America. Agroforestry Systems, Vol 82, pp- 285-301.

Heredia, B. 2011. Guía Técnica para el Cultivo del Café. Instituto del Café De Costa Rica Centro de Investigaciones en Café CICAFE, pp. 3.

Hernández, N. y Soto, F. 2012. Influencia de tres fechas de siembra sobre el crecimiento y la relación fuente-demanda del cultivo del maíz (*Zea mays* L). Cultivos Tropicales, vol. 33, N°. 1, pp. 28 – 34. ISSN 1819-4087.

Hernández, N., Soto, F., y Plana, R. 2015. Comportamiento del crecimiento y rendimiento del cultivo del trigo (*Triticum*. Cultivos Tropicales. Vol 36. N°1. pp 86-92.

Inglés, F.M. 2012. Ecos del Café. Consultado el 23 Octubre del 2017, en: http://academic.uprm.edu/mmonroig/id51.htm.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2011. Resultados del Censo Nacional Agropecuario, Estadísticas. Consultado el 18 de octubre del 2017, en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacionalagropecuario/ 19.

INAMHI. 2011. Nuestra Historia. Metereología e Hidrología: Pasado, Presente y Futuro en el Ecuador. Quito.

INAMHI. 2014. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología Informes meteorológicos. Consultado el 18 de Noviembre del 2017, en: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/.

Jaramillo, C., Silva, R., Prieto, H., Cecon, P., y Pereira, M. 2010. Producción y crecimiento vegetativo de cafetales bajo fertilización y niveles de sombra. Scientia Agricola, Vol. 67, N°. 6, pp. 639-645.

Jerez, E. y Martín, R. 2012. Comportamiento del crecimiento y el rendimiento de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). Cultivos Tropicales, vol. 33, N°. 4, pp. 53-58. ISSN 1819-4087.

Jiménez, A., y Massa, P. 2015. Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola Ecuador. Economía, Vol. 40. N°. 40. pp 117-137.

López, J. C., 2017. Influencia de la Luz en el crecimiento del cultivo de café. Consultado el 14 de enero del 2018, en: https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-del-cultivo/.

López M., R., J.M.P. Vázquez A., R. Martínez V. y M.A. López R. 2013. Rentabilidad de fincas de café. In: R. López M., G. Díaz P. y A. Zamarripa C., eds. El sistema producto café en México: problemática y tecnología de producción. INIFAP-CIRGOC. Vol 1. 462 p.

MAE. 2013 (Ministerio del Ambiente). Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental. Consultado el 28 de Noviembre del 2017, en: www.ambiente.gob.ec.

Mayoral, L. E., Hernández, J. I., Cavazos, M. L., y Morgado., R. L. 2015. Estructura y diversidad arbórea en sistemas agroforestales de café en la Sierra de Atoyac, Veracruz. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Vol 21. N° 3. pp 69-82.

Manrique, M. A. 2014. Estudio de la variabilidad climática y los agroecosistemas cafeteros desde la dinámica de sistemas. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas, Bogotá D.C., Colombia.

Manson, R.H,; A. Contreras y F. López-Barrera. 2008. Estudios de la biodiversidad en cafetales. In: R.H. Manson, V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehltreter, eds. Agro-ecosistemas cafetaleros de Veracruz.Vol 1. pp, 1-14.

Méndez, V.E., S.R Gliessman y G.S. Gilbert. 2007. Tree biodiversity in farmer cooperatives of a shade coffee landscape western El Salvador. Vol 119. No 1. pp, 145-159.

Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., y Eibl, B. 2015. Sistemas Agroferestales: Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales. 1era edición, CIPAV. 454 pp. Colombia. ISBN 978-958-9386-74-3.

Monroy-Martínez, R., Ponce-Díaz, A., Colín-Bahena, H., Monroy-Ortiz, C., y García-Flores, A. 2016. Los huertos familiares tradicionales soporte de seguridad alimentaria en comunidades campesinas del estado de Morelos, México. Revista del Doctorado Interinstitucional en Ciencias Ambientales. No 6. pp 33-43.

Muñoz J.; Erazo S.; Armijos D. 2014. Composición florística y estructura del bosque seco de la quinta experimental "El Chilco" en el suroccidente del Ecuador. Ecuador. Revista CEDAMAZ. Vol. 4. N°1. pp 53-61.

Marín, G. L. 2011. Sistemas Agroforestales 1era ed. Caldas - Colombia: Espacio Gráfico Comunicaciones S.A.

Navia, J. F.; Muñoz, D. A.; Solarte, J. G. 2017. Caracterización del componente arbóreo de cercas vivas en sistemas agroforestales en el departamento de Nariño. Colombia. Revista Temas Agrarios. Vol, 22. N° 2. pp 68-76.

NOSCUE, E. A. 2014. Adopción de los sistemas agroforestales con el cultivo del café (*Coffea arabica* L). LA PLATA-HUILA: UNAD.pp 71.

ONF.2013.Organización Nacional Forestal. Guía Técnica SAF para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables. Costa Rica. Consultado el 14 de junio del 2018, en: https://www.onfcr.org/article/guia-tecnica-saf/.

Pineda-López, M. del R,; G. Ortiz-Ceballos y L.R. Sánchez-Velásquez. 2005. Los cafetales y su papel en la captura de carbono: un servicio ambiental aún no valorado en Vera-cruz. Vol. 11. N°. 2. pp 3-14.

Ponce, L., Acuña, I., Proaño, P., y Orellana, K. 2018. El sistema agroforestal cafetalero. Su importancia para la seguridad agroalimentaria y nutricional en Ecuador. Revista Cubana de Ciencias Forestales, Vol 6. N°1. pp 116-129.

Pérez, E. y Geissert, D. 2006. Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: el caso café (*Coffea* arabica L.)-palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart). Interciencia, Vol. 31, N°.8, pp. 555- 562.

Proaño, G. 2016. Cafetales registran cifras record en el Ecuador. Consultado el 22 de Junio de 2018, en: http://www.revistalideres.ec/lideres/cafetales-cifrasrecord-ecuador-produccion-semillas.html

Reynolds, M., Foulkes, J., Slafer, G., Berry, P., Parry, M., Snape, J. y Angus W. 2009. Increased biomass must be considered to be the highest priority and be addressed by manipulating photosynthetic efficiency. Raising yield potential in wheat. Journal of Experimental Botany, Vol. 60, N°. 7, pp. 1899–1918, ISSN 0098-8472.

Richter, A,; M.A. Klein,; T. Tscharntke y M. Jason. 2007. Abandonment of coffee agroforests increases insect abundance and diversity. Agroforestry Systems. Vol, 69. No, 3. pp 175-182.

Rivera, M., Nikolskii, I., Castillo, M., Ordaz, V., Díaz, G., y Guajardo, R. 2013. Vulnerabilidad de la producción del café (*Coffea arabica* L.) al cambio climático global. Scielo, Vol.31. N°. 4. pp 305-313.

Rodríguez, A., Guevara, F., Gómez, H., Fonseca, M., Gómez, J. C., y Pinto, R. 2016. Anatomía foliar relacionada con la ruta fotosintética en árboles de café (*Coffea arabica* L., var. Caturra Rojo) expuestos a diferentes niveles de radiación solar en la Sierra Maestra, Granma, Cuba. Sistema de Información Científica Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, Vol. 65. N°3, 248-254 pp.

Roncal-García, S.,; L. Soto-Pinto, J,; Castellanos-Albores, N,; Ramírez-Marcial y B. de Jong. 2008. Sistemas agrofores-tales y almacenamiento de carbono en comunidades indígenas de Chiapas, México. Vol, 33. No 3. pp 200-206.

Rojas, A.,Hartman, K. y Almonacid, R., 2012. El impacto de la producción de café sobre la biodiversidad, la transformación del paisaje y las especies exóticas invasoras. En Ambiente y Desarrollo, Vol 16, N°. 30, pp 93-104.

Ramírez-Meneses, A., García-López, E., Obrador-Olán, J. J., Ruiz-Rosado, O., y Camacho-Chiu, W. 2013. Diversidad florística en plantaciones agroforestales de cacao en cárdenas, Tabasco, Mexico. Universidad y ciencia: Trópico Húmedo. Vol 29. N° 3. pp 215-230.

Sánchez, Y. K., Tapia, M. E., y Salazar, J. C. 2017. Importancia cultural de vegetación arbórea en sistemas ganaderos del municipio de San Vicente del Caguán, Colombia. Rev. U.D.C.A. Vol 20. N° 2. pp 393-401.

Siebert, S. 2002. From shade to sungrown perennial crops in Sulawesi, Indonesia: implications for biodiversity conservation and soil fertility. Biodiversity and Conservation, Vol. 11, N°. 11, pp. 1889-1902, ISSN 1572-9710.

Solórzano, N. y Querales, D. 2013. Crecimiento y desarrollo del café (*Coffea arabica* L) bajo la sombra de cinco especies arbóreas. Vol. 25 (1), N° 47, pp. 61-80.

Soto, F. 2006. Ecofisiología del cafeto. En: Rivera, R. y Soto, F. El cultivo del cafeto en Cuba. Investigaciones y perspectivas. pp. 81 -137. ISNB 959-7023-37-7.

Soto-Pinto, L., V. Villalvazo-López, G. Jiménez-Ferrer, N. Ramírez-Marcial, G. Montoya y F.L. Sinclair. 2007. The role of local knowledge in determining shade composition of multistrata coffee systems in Chiapas. Vol 16. N° 2. pp 419-436.

SINAGAP. 2016. Rendimientos de Café Grano Seco en el Ecuador 2016. Consultado el 5 de Diciembre del 2017, en: http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_cafe_grano_seco2016.pdf.

Santaella, W. 2013. Modelos espaciales de la dinámica de la vegetación y escenarios de cambio climático en el «Timberline» selva nublada - paramo de

la vertiente norte de la Sierra Nevada de Mérida (Venezuela); escenario B1 y situación constante. Vol 39. pp 63-82.

SNI. 2014. (Sistema Nacional de Información). Consultado el 28 de Marzo del 2018, en: http://sni.gob.ec/inicio.

Sarango, F. P. 2015. Sistemas Agroforestales Potencialidades para el caso del Ecuador. Revista Revela, Vol 3, pp 1-6.

SCAN. 2015. La regulación de la sombra “Una alternativa para hacer el cafetal sostenible”. Guatemala: “Creación de Capacidades en Asistencia Técnica a Productores de Café en Guatemala". Pp, 100.

Taiz, L. y Zeiger, E. 2006. Plant Physiology, Quinta edición, editor Sinauer Associates, I, 782 p. ISBN 9780878935659.

Toledo, V.M. y P. Moguel. 2012. Coffee and sustainability: the multiple values of traditional shaded coffee. Journal of Sustainable. Vol. 36. N°. 3. pp 353-377.

Valdez, J., Soto, F., Osuna, T. y Baez, M., 2012. Phenological prediction models for White corn (Zea mayz L.) and fall army worm (Spodoptera frugiperda J. E. Smith). Agrociencia, Vol. 46, No. 4, pp 399-410.

Vargas-Zapata MA, Boom-Urueta CJ, Seña-Ramos LI, Echeverry-Iglesias AL, Martínez Hernández NJ. 2015. Composición vegetal, preferencias alimenticias y abundancia de Biblidinae (Lepidoptera: Nymphalidae) en un fragmento de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. Acta biológica Colombiana. Vol. 20. N°3. pp 79-92.

Vogel, A. 2014. Sistemas Agroforestales en el Trifinio: Experiencias y aprendizajes con pequeños productores en seis microcuencas. Guatemala: Programa Bosques y Agua/GIZ - Plan Trifinio.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA														
Precipitación Total Mensual (mm)														
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS														
NOMBRE: ZARUMA											CODIGO: M0180			
PERIODO: 2010 - 2015 LATITUD: 3G 41' 51.1" S LONGITUD: 79G 36' 41.6" W ELEVACION: 1100.00														
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
2010	220.5	320.1	423.7	213.3	103.5	22.2	27.5	15.0	5.3	18.7	38.7	162.4	1570.9	130.9
2011	330.3	269.9	192.2	328.4	34.6	66.5	57.2	1.4	5.4	31.5	45.3	206.6	1569.3	130.9
2013	209.2		276.6						0.0	27.5	3.9	93.7		
2013	224.4	298.1	439.5	36.9	375.3	40.0	1.5	1.1	10.0	45.5	33.6	152.3	1658.2	138.1
2015	281.2	153.1	438.5	340.7	189.4	8.2	6.8	0.0						
SUMA	1265.6	1041.2	1770.5	919.3	702.8	93.0	93.0	17.5	20.7	123.2	121.5	615.0	6827.2	568.9
MEDIA	253.1	260.3	354.1	229.3	175.7	23.2	23.2	4.3	5.1	30.3	30.3	153.7	1554.9	129.5
MINIMA	209.2	153.1	192.2	36.9	34.6	1.5	1.5	0.0	0.0	3.9	3.9	93.7		0.0
MAXIMA	330.3	320.1	439.5	340.7	375.3	57.2	57.2	15.0	10.0	45.3	45.3	206.6		439.5

9. ANEXOS

Anexo 1. Datos estación meteorológica “Zaruma”.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA														
Temperatura Máxima media (°C)														
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS														
NOMBRE: ZARUMA											CODIGO: M0180			
PERIODO: 2010 - 2015 LATITUD: 3G 41' 51.1" S LONGITUD: 79G 36' 41.6" W ELEVACION: 1100.00														
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
2010	29.9	28.8	29.3	29.5	29.1	29.4	29.6	30.8	31.7	32.2.	32.1	29.4	361.8	30.1
2011	27.8	28.3	28.9	28.1	29.2	28.6	28.4	30.9	31.9	31.6	30.9	28.1	352.7	29.3
2013	26.6		28.1						32.4	31.5	32.8	30.3		
2014	26.9	26.6	27.7	28.5	28.0	28.6	30.3	30.9		31.6	31.3	29.6	351.6	29.3
2015	28.2	28.3	27.7	28.7	28.4	29.0	29.7	30.7	31.6					
MEDIA	26.6	28.0	28.3	28.7	28.6	28.9	29.5	30.8	31.9	31.7	31.7	29.3	355.5	29.6
MINIMA	29	2826.6	27.7	28.1	28.0	28.6	28.4	30.7	31.6	31.5	30.9	28.1		26.6
MAXIMA	29.9	28.8	29.3	29.5	29.2	29.4	30.3	30.9	32.4	32.2	32.8	30.3		32.8

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA														
Temperatura Mínima media (°C)														
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS														
NOMBRE: ZARUMA											CODIGO: M0180			
PERIODO: 2010 - 2015 LATITUD: 3G 41' 51.1" S LONGITUD: 79G 36' 41.6" W ELEVACION: 1100.00														
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
2010	18.1	18.1	18.1	18.0	17.7	17.4	16.2	15.9	16.4	16.4	15.6	15.9	203.8	16.9
2011	16.7	16.7	17.2	17.6	17.5	17.4	16.7	16.1	16.4	16.3	16.6	17.1	202.3	16.8
2013	18.1		18.5						15.9	17.4	16.9	17.6		
2014	18.0	18.0	17.9	18.6	18.4	18.0	17.4	16.7	17.1	17.3	17.6	17.8	212.8	17.7
2015	18.1	18.3	17.8	18.3	18.7	17.5	17.1	16.8						
MEDIA	17.8	17.7	17.9	18.1	18.0	17.5	16.8	16.3	16.4	16.8	16.6	17.1	207.5	17.2
MINIMA	16.7	16.7	17.2	17.6	17.5	17.4	16.2	15.9	15.9	16.3	15.6	15.9		15.6
MAXIMA	18.3	18.3	18.5	18.6	18.7	18.0	17.4	16.8	17.1	17.4	17.6	17.8		18.7

Anexo 2. Datos frecuencia y densidad absoluta e índice de valor de importancia simplificado e las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lozumbe.

N. Común	N. Científico	FaS	FR	N° Spp	Planta/ ha	DaS	DR	IVIs
Café	*Coffea arabica L.*	1	9	900	5000	0,5000	83	92
Banano	*Musa paradisiaca L.*	1	9	40	222	0,0222	4	13
Guabo	*Inga edulis Mart.*	1	9	27	150	0,0150	3	12
Lozumbe	*Myrsine andina*	1	9	20	111	0,0111	2	11
Naranjo	*Citrus x sinensis (L.)*	1	9	9	50	0,0050	1	10
Fernán Sánchez	*Triplaris cumingiana Fisher y Meyer*	1	9	7	39	0,0039	1	10
Guabo Blanco	*Inga edulis Mart.*	1	9	10	56	0,0056	1	10
Porotillo	*Erythrina velutina Willd.*	0,7	6	6	33	0,0033	1	7
Pachaco	*Schizolobium parahybum*	0,3	3	6	33	0,0033	1	3
Arabisco	*Jacaranda mimosifolia*	0,3	3	6	33	0,0033	1	3
Pico-Pico	*Acnistus arborescens (L.) Schltdl.*	0,3	3	6	33	0,0033	1	3
Guayabo	*Psidium guajava L.*	0,3	3	5	28	0,0028	0	3
Mango	*Mangifera indica L*	0,3	3	5	28	0,0028	0	3
Zapote	*Pouteria sapota*	0,3	3	5	28	0,0028	0	3
Chaya	*Cnidoscolus aconitifolius; (Mill.) I.M.Johnst.*	0,3	3	5	28	0,0028	0	3
Colorado	*Schinopsis balansae*	0,3	3	5	28	0,0028	0	3
Laritaco	*Vernonanthura patens (Kunth) H. Rob.*	0,3	3	5	28	0,0028	0	3
Cedro	*Cedrela odorata L.*	0,3	3	4	22	0,0022	0	3
Papayo	*Carica papaya L.*	0,3	3	4	22	0,0022	0	3
Total		**11**	**100**	**1075**	**5972**	**0,6**	**100**	**200**

Anexo 3. Datos frecuencia y densidad absoluta e índice de valor de importancia simplificado de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Chaguarpamba.

N. Común	N. Científico	FaS	Fr	N° Spp	Planta/ha	DaS	DR	IVIs
Café	*Coffea arabica* L.	1	30	750	4167	0,41666667	93	123
Banano	*Musa paradisiaca* L.	1	30	35	194	0,01944444	4	34
Borrachero	*Solanum oblongifolium* Humb. & Bonpl. ex Dunal, Solan. Syn	0,33	10	14	78	0,00777778	2	12
Pico-Pico	*Acnistus arborescens* (L.) Schltdl.	0,33	10	8	44	0,00444444	1	11
Guayabo	*Psidium guajava* L.	0,33	10	2	11	0,00111111	0	10
Laritaco	*Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob.	0,33	10	1	6	0,00055556	0	10
Total		**3,32**	**100**	**810**	**4500**	**0**	**100**	**200**

Anexo 4. Datos frecuencia y densidad absoluta e índice de valor de importancia simplificado de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Lobongo.

N. Común	N. Científico	FaS	Fr	N° Spp	Planta/ha	DaS	DR	IVIs
Café	*Coffea arabica* L.	1	14	900	5000	0,5000	93	107
Banano	*Musa paradisiaca* L.	1	14	30	167	0,0167	3	17
Faique	*Acacia macracantha* Willd	1	14	15	83	0,0083	2	16
Guabo	*Inga edulis Mart.*	1	14	11	61	0,0061	1	15
Leucaena	*Leucaena leucocephala;* (Lam.) de Wit	0,33	5	4	22	0,0022	0	5
Naranjo	*Citrus x sinensis* (L.)	0,33	5	2	11	0,0011	0	5
Salvia	*Salvia offficinalis* L.	0,33	5	2	11	0,0011	0	5
Aguacate	*Persea americana* Mill	0,33	5	2	11	0,0011	0	5
Limón	*Citrus × limon (L.)* Osbeck	0,33	5	1	6	0,0006	0	5
Pico-Pico	*Acnistus arborescens* (L.) Schltdl.	0,33	5	1	6	0,0006	0	5
Balsa	*Ochroma pyramidale* Cav.	0,33	5	1	6	0,0006	0	5
Laritaco	*Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob.	0,33	5	1	6	0,0006	0	5
Mandarino	*Citrus reticulata* L.	0,33	5	1	6	0,0006	0	5
TOTAL		**6,97**	**100**	**971**	**5394**	**1**	**100**	**200**

Anexo 5. Escala de Interpretación de Pearson.

Valor	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlaión positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Anexo 6. Datos de las medias microclimáticas del sitio Lozumbe

Fecha	Hora	Parcela	% Sombra	T (°C)	HR (%)	Viento (m/s)
30-11-17	15:10 a 15:25 pm	1	69,01	0,52	-3,40	-
	15:30 a 15:45 pm	2	44,65	3,92	-11,80	-
	15:45 a 16:00 pm	3	42,99	2,62	-0,60	-
18-01-18	11:36 a 11:50 am	1	64,67	-1,68	3,80	-
	12:00 a 12:15 pm	2	52,88	-0,50	1,40	-
	12:20 a 12:35 pm	3	58,92	1,44	0,80	-
9-03-18	12:00 a 12:10 pm	1	67,89	-2,30	3,46	0
	12:20 a 12:30 pm	2	58,34	-2,94	1,20	-0,2
	12:40 a 12:46 pm	3	34,35	-2,84	0,50	-1,18
23-03-18	12:57 a 13:05 pm	1	75,86	0,38	-2,46	-0,02
	13:12 a 13:17 pm	2	66,65	-1,94	11,10	-0,3
	13:19 a 13:27 pm	3	54,34	-1,30	7,10	2,0
19-04-18	10:00 a 10:10 pm	1	86,41	1,10	15,16	-0,4
	10:15 a 10:20 pm	2	74,77	1,40	16,08	-1,5
	10:25 a 10:31 pm	3	52,12	0,78	10,26	-0,1

T: Temperatura; **HR:** Humedad Relativa

Anexo 7. ANOVA de las medias de los datos micro climáticos del sitio Lozumbe

FECHA	**PARCELA**	**NDSLoz**	**MEDIA**	**E.E**	**SIGNIFICANCIA**
30 Nov 2017	1	5	69,01	7,91	A
18 Ene 2018	1	5	64,68	10,85	A
9 Marz 2018	1	5	67,89	6,36	A
23 Marz 2018	1	5	75,86	2,97	A
19 Abril 2018	1	5	86,42	6,11	A
30 Nov 2017	2	5	44,65	7,91	A
18 Ene 2018	2	5	52,88	10,85	A
9 Marz 2018	2	5	58,34	6,36	AB
23 Marz 2018	2	5	66,65	2,97	A
19 Abril 2018	2	5	74,77	6,11	AB
30 Nov 2017	3	5	42,99	7,91	A
18 Ene 2018	3	5	58,92	10,85	A
9 Marz 2018	3	5	34,35	6,36	B
23 Marz 2018	3	5	54,34	2,97	B
19 Abril 2018	3	5	52,12	6,11	B

NDSLoz: Número de datos de sombra sitio Lozumbe.

FECHA	PARCELA	**NDTLoz**	MEDIA	E.E	SIGNIFICANCIA
30 Nov 2017	1	5	0,52	0,28	C
18 Ene 2018	1	5	-1,68	0,75	B
9 Marz 2018	1	5	-2,30	0,44	A
23 Marz 2018	1	5	0,38	0,32	A
19 Abril 2018	1	5	1,10	0,18	A
30 Nov 2017	2	5	3,92	0,28	A
18 Ene 2018	2	5	-0,50	0,75	AB
9 Marz 2018	2	5	-2,94	0,44	A
23 Marz 2018	2	5	-1,94	0,32	B
19 Abril 2018	2	5	1,40	0,18	A
30 Nov 2017	3	5	2,62	0,28	B
18 Ene 2018	3	5	1,44	0,75	A
9 Marz 2018	3	5	-2,84	0,44	A
23 Marz 2018	3	5	-1,30	0,32	B
19 Abril 2018	3	5	0,78	0,18	A

NDTLoz: Número de datos de temperatura sitio Lozumbe.

FECHA	PARCELA	**NDHrLoz**	MEDIA	E.E	SIGNIFICANCIA
30 Nov 2017	1	5	-3,40	1,29	A
18 Ene 2018	1	5	3,80	2,83	A
9 Marz 2018	1	5	3,46	1,72	A
23 Marz 2018	1	5	-2,64	1,45	B
19 Abril 2018	1	5	15,16	1,48	AB
30 Nov 2017	2	5	-11,80	1,29	B
18 Ene 2018	2	5	1,40	2,83	A
9 Marz 2018	2	5	1,20	1,72	A
23 Marz 2018	2	5	11,10	1,45	A
19 Abril 2018	2	5	16,08	1,48	A
30 Nov 2017	3	5	-0,60	1,29	A
18 Ene 2018	3	5	0,80	2,83	A
9 Marz 2018	3	5	0,50	1,72	A
23 Marz 2018	3	5	7,10	1,45	A

19 Abril 2018	3	5	15,16	1,48	B

NDHrLoz: Número de datos de humedad relativa sitio Lozumbe.

FECHA	PARCELA	**NDVLoz**	MEDIA	E.E	SIGNIFICANCIA
30 Nov 2017	1	5	0	0,21	A
	2	5	-0,19	0,21	A
	3	5	-1,18	0,21	B
23 Marz 2018	1	5	-0,02	0,74	A
	2	5	-0,29	0,74	A
	3	5	2,11	0,74	A
19 Abril 2018	1	5	-0,34	0,22	A
	2	5	-1,50	0,22	B
	3	5	-0,99	0,22	AB

NDVLoz: Número de datos de viento sitio Lozumbe.

Anexo 8. Datos de las medias microclimáticas del sitio Chaguarpamba.

Medias del porcentaje de sombra y medias de la diferencia de temperatura, humedad relativa y viento en el sitio Chaguarpamba.

Fecha	**Hora**	**Parcela**	**% Sombra**	**T (°C)**	**HR (%)**	**Viento (m/s^{-1})**
19-01-18	10:32 a 11:50 pm	1	17,60	0,86	-6,90	-
	11:50 a 12:10 pm	2	10,91	-0,76	-9,24	-
	12:15 a 12:30 pm	3	20,96	-0,70	-7,24	-
08-02-18	14:50 a 15:10 pm	1	21,69	-0,86	0,80	-
	15:14 a 15:28 pm	2	1,09	0,12	6,40	-
	15:30 a 15:40 pm	3	21,98	0,00	4,00	-
23-02-18	13:55 a 14:15 pm	1	26,66	-0,32	6,60	-0,58
	14:15 a 14:30 pm	2	3,05	0,98	-2,86	0,13
	14:35 a 14:45 pm	3	50,90	-0,68	6,42	0,07
23-03-18	10:46 a 10:53 am	1	48,20	-0,60	0,10	-0,05
	10:57 a 11:00 am	2	5,72	-1,12	2,02	0,00
	11:05 a 11:10 am	3	48,50	-0,72	0,90	-0,44
19-04-18	11:32 a 11:38 am	1	45,32	0,72	2,08	-0,67
	11:40 a 11:45 am	2	2,73	0,48	2,88	-0,30
	11:47 a 11:51 am	3	45,73	1,22	4,16	-0,64

T: Temperatura; **HR:** Humedad Relativa

Anexo 9. ANOVA de los datos micro climáticos del sitio Chaguarpamba.

FECHA	PARCELA	**NDSCh**	MEDIA	E.E	SIGNIFICANCIA
19 Ene 2018	1	5	17,60	14,73	A
8 Feb 2018	1	5	21,69	4,71	A
23 Feb 2018	1	5	26,66	14,16	A
23 Marz 2018	1	5	48,21	3,84	A
19 Abril 2018	1	5	45,32	13,71	A
19 Ene 2018	2	5	10,91	14,73	A
8 Feb 2018	2	5	1,09	4,71	B
23 Feb 2018	2	5	3,04	14,16	A
23 Marz 2018	2	5	5,72	3,84	B
19 Abril 2018	2	5	2,73	13,71	A
19 Ene 2018	3	5	20,96	14,73	A
8 Feb 2018	3	5	21,98	4,71	A
23 Feb 2018	3	5	50,90	14,16	A
23 Marz 2018	3	5	48,50	3,84	A
19 Abril 2018	3	5	45,73	13,71	A

NDSCh: Número de datos de sombra sitio Chaguarpamba

FECHA	PARCELA	**NDTCh**	MEDIA	E.E	SIGNIFICANCIA
19 Ene 2018	1	5	0,86	0,20	A
8 Feb 2018	1	5	-0,86	0,43	A
23 Feb 2018	1	5	-0,32	0,36	AB
23 Marz 2018	1	5	-0,60	0,12	A
19 Abril 2018	1	5	0,72	0,19	AB
19 Ene 2018	2	5	-0,76	0,20	B
8 Feb 2018	2	5	0,12	0,43	A
23 Feb 2018	2	5	0,98	0,36	A
23 Marz 2018	2	5	-1,12	0,12	B
19 Abril 2018	2	5	0,48	0,19	B
19 Ene 2018	3	5	-0,70	0,20	B
8 Feb 2018	3	5	0,0	0,43	A
23 Feb 2018	3	5	-0,68	0,36	B
23 Marz 2018	3	5	-0,60	0,12	AB
19 Abril 2018	3	5	1,22	0.19	A

NDTCh: Número de datos de temperatura sitio Chaguarpamba

FECHA	PARCELA	**NDHrCh**	MEDIA	E.E	SIGNIFICANCIA
19 Ene 2018	1	5	-6,90	2,40	A
8 Feb 2018	1	5	0,80	1,86	A
23 Feb 2018	1	5	6,60	1,43	A
23 Marz 2018	1	5	0,10	0,41	B
19 Abril 2018	1	5	2,08	1,22	A
19 Ene 2018	2	5	-9,24	2,40	A
8 Feb 2018	2	5	6,40	1,86	A
23 Feb 2018	2	5	-2,86	1,43	B
23 Marz 2018	2	5	2,02	0,41	A
19 Abril 2018	2	5	2,88	1,22	A
19 Ene 2018	3	5	-7,24	2,40	A
8 Feb 2018	3	5	4,00	1,86	A
23 Feb 2018	3	5	6,42	1,43	A
23 Marz 2018	3	5	0,90	0,41	AB
19 Abril 2018	3	5	4,16	1,22	A

NDHrCh: Número de datos de humedad relativa sitio Chaguarpamba

FECHA	PARCELA	**NDVCh**	MEDIA	E.E	SIGNIFICANCIA
23 Feb 2018	1	5	-0,58	0,26	A
	2	5	0,13	0,26	A
	3	5	0,07	0,26	A
23 Marz 2018	1	5	-0,05	0,11	AB
	2	5	0,0	0,11	A
	3	5	-0,44	0,11	B
19 Abril 2018	1	5	-0,67	0,34	A
	2	5	-0,30	0,34	A
	3	5	-0,64	0,34	A

NDVCh: Número de datos de viento sitio Chaguarpamba

Anexo 10. Datos de las medias microclimáticas del sitio Lobongo.

Medias del porcentaje de sombra y medias de la diferencia de temperatura, humedad relativa y viento en el sitio Lobongo.

Fecha	Hora	Parcela	% Sombra	T (°C)	HR (%)	Viento (m/s^{-1})
30-11-17	9:50 a 10:05 am	1	48,11	-3,06	23,40	-
	10:05 a 10:25 am	2	75,26	-4,28	18,40	-
	10:30 a 10:50 am	3	84,84	-3,84	18,60	-
23- 02-17	10:05 a 10:30 am	1	40,53	0,94	3,20	-
	10:35 a 10:50 am	2	38,04	-1,40	10,88	-
	10:55 a 11:10 am	3	67,39	-4,42	19,22	-
9-03-18	9:30 a 9:45 am	1	52,94	-3,94	3,86	0,02
	9:50 a 10:00 am	2	68,43	-5,04	13,46	-0,04
	10:05 a 10:10 am	3	89,85	-3,70	19,32	0,00
23-03-18	9:05 a 9:10 am	1	47,01	-1,08	0,40	0,01
	9:13 a 9:18 am	2	69	-1,26	1,70	-0,01
	9:20 a 9:25 am	3	82,23	-2,02	-2,10	0,01
19-04-18	12:35 a 12:40 pm	1	16,36	0,90	2,90	-1,32
	12:40 a 12:45 pm	2	62,81	0,46	3,12	-0,75
	12:46 a 12:51 pm	3	79,20	0,32	4,44	-1,24

T: Temperatura; **HR:** Humedad Relativa

Anexo 11. ANOVA de los datos micro climáticos del sitio Lobongo.

FECHA	PARCELA	**NDSLob**	MEDIA	E.E	SIGNIFICANCIA
30 Nov 2017	1	5	87,84	5,66	A
23 Feb 2018	1	5	40,53	9,35	A
9 Marz 2018	1	5	52,94	8,50	B
23 Marz 2018	1	5	47,01	3,20	C
19 Abril 2018	1	5	11,69	11,29	B
30 Nov 2017	2	5	75,26	5,66	A
23 Feb 2018	2	5	38,04	9,35	A
9 Marz 2018	2	5	68,43	8,50	AB
23 Marz 2018	2	5	69	3,20	B
19 Abril 2018	2	5	62,81	11,29	A
30 Nov 2017	3	5	84,84	5,66	A
23 Feb 2018	3	5	67,39	9,35	A
9 Marz 2018	3	5	89,85	8,50	A
23 Marz 2018	3	5	82,23	3,20	A
19 Abril 2018	3	5	79,20	11,29	A

NDSLob: Número de datos de sombra sitio Lobongo.

FECHA	PARCELA	**NDTLob**	MEDIA	E.E	SIGNIFICANCIA
30 Nov 2017	1	5	-3,06	1,00	A
23 Feb 2018	1	5	0,94	0,27	A
9 Marz 2018	1	5	-3,94	0,41	A
23 Marz 2018	1	5	-1,08	0,22	A
19 Abril 2018	1	5	0,90	0,23	A
30 Nov 2017	2	5	-4,28	1,00	A
23 Feb 2018	2	5	-1,40	0,27	B
9 Marz 2018	2	5	-5,04	0,41	A
23 Marz 2018	2	5	-1,26	0,22	AB
19 Abril 2018	2	5	0,46	0,23	A
30 Nov 2017	3	5	-3,84	1,00	A
23 Feb 2018	3	5	-4,42	0,27	C
9 Marz 2018	3	5	-3,70	0,41	A
23 Marz 2018	3	5	-2,02	0,22	B
19 Abril 2018	3	5	0,32	0,23	A

NDTLob: Número de datos de temperatura sitio Lobongo.

FECHA	PARCELA	**NDHrLob**	MEDIA	E.E	SIGNIFICANCIA
30 Nov 2017	1	5	23,40	3,05	A
23 Feb 2018	1	5	3,20	1,23	C
9 Marz 2018	1	5	3,86	1,53	C
23 Marz 2018	1	5	0,40	1,22	A
19 Abril 2018	1	5	2,90	0,70	A
30 Nov 2017	2	5	18,40	3,05	A
23 Feb 2018	2	5	10,88	1,23	B
9 Marz 2018	2	5	13,46	1,53	B
23 Marz 2018	2	5	1,70	1,22	A
19 Abril 2018	2	5	4,44	0,70	A
30 Nov 2017	3	5	18,60	3,05	A
23 Feb 2018	3	5	19,22	1,23	A
9 Marz 2018	3	5	19,32	1,53	A
23 Marz 2018	3	5	-2,10	1,22	A
19 Abril 2018	3	5	3,12	0,70	A

NDHrLob: Número de datos de humedad relativa sitio Lobongo.

FECHA	PARCELA	**NDVLob**	MEDIA	E.E	SIGNIFICANCIA
9 Marz 2018	1	5	0,02	0,10	A
	2	5	-0,04	0,10	A
	3	5	0,0	0,10	A
23 Marz 2018	1	5	0,01	0,01	A
	2	5	-0,01	0,01	A
	3	5	0,01	0,01	A
19 Abril 2018	1	5	-1,33	0,54	A
	2	5	-0,75	0,54	A
	3	5	-1,22	0,54	A

NDVLob: Número de datos de viento sitio Lobongo.

Anexo 12. Escala de BEAUFORT.

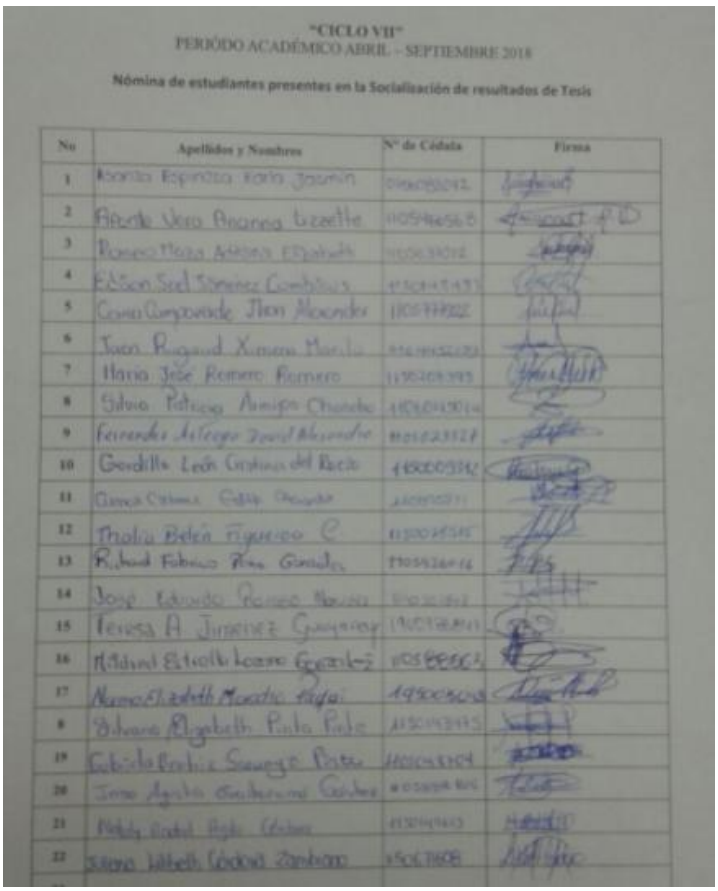
ESCALA DE BEAUFORT PARA LA FUERZA DEL VIENTO			
Núm. Beaufort.	**Nombre en tierra**	**Velocidad equivalente a 10 m de altura sobre el terreno descubierto intervalo metros por segundo.**	**Características para la estimación en tierra.**
0	Calma	0.0 a 0.2	El humo se eleva verticalmente
1	Ventolina	0.3 a 1.5	El viento se revela por el movimiento de el, pero no de las veletas.
2	Flojito	1.6 a 3.3	El viento se percibe en el rostro, las hojas se mueven y la veleta también.
3	Flojo	3.4 a 5.4	Hojas y ramitas se mueven constantemente, el viento desplega las banderolas.
4	Bonancible	5.5 a 7.9	El viento levanta polvo y hojitas de papel, ramitas agitadas.
5	Fresquito	8.0 a 10.7	Los arbustos con hojas se balancean, se forman olitas con cresta en los estanques.
6	Fresco	10.8 a 13.8	Las grandes ramas se agitan, los cables teleféricos silban, el uso de paraguas se hace difícil.
7	Frescachón	13.9 a 17.1	Los arboles enteros se agitan, la marcha contra el viento es penosa.
8	Duro	17.2 a 20.7	El viento rompe las ramas, la marcha contra el viento es difícil.
9	Fuerte	20.8 a 24.4	El viento ocasiona ligeros daños en las viviendas ocasiona ligeros daños en (cañerías, viviendas.)
10	Temporal	24.5 a 32.6	Raro en los continentes, árboles arrancados, importantes daños en las viviendas
11	Borrasca	28.5 a 28.4	
12	Huracán	➢ 32.7	Estragos graves y extensos

Anexo 13. Fotografías de los sistemas agroforestales de café evaluados.

Sistema Agroforestal de Café del sitio Lozumbe a 850 m s.n.m.

Sistema Agroforestal de Café del sitio Lobongo a 1 719 m s.n.m.

Sistema Agroforestal de Café del sitio Chaguarpamba a 1 459 m s.n.m.



"CICLO VII"
PERÓDO ACADÉMICO ABRIL – SEPTIEMBRE 2018

Nómina de estudiantes presentes en la Socialización de resultados de Tesis

No	Apellidos y Nombres	N° de Cédula	Firma
1	Ibarra Espinosa Maria Jasmin	[illegible]	
2	Abrade Vera Arianna Lizette	[illegible]	
3	Romero Mora Adriana Elizabeth	[illegible]	
4	Edison Saul Jiménez Cumbicus	[illegible]	
5	Correa Campoverde Jhon Alexander	[illegible]	
6	Juan Ruiguad Ximena Marita	[illegible]	
7	Maria José Romero Romero	[illegible]	
8	Silvia Patricia Armijos Chacha	[illegible]	
9	Fernandez Arteaga David Alexandro	[illegible]	
10	Gordillo León Cristina del Rocío	[illegible]	
11	[illegible]	[illegible]	
12	Thalia Belén Figueroa C.	[illegible]	
13	Richard Fabricio Ríos González	[illegible]	
14	José Eduardo Romero Moreno	[illegible]	
15	Teresa A. Jiménez Guayaquil	[illegible]	
16	Maldonado Estrella Lizeth Geovanna	[illegible]	
17	Nancy Elizabeth Morocho Rojas	[illegible]	
18	Silvana Elizabeth Pinta Pinta	[illegible]	
19	Gabriela Beatriz Saavedra Pintado	[illegible]	
20	Jorge Agustín Guaicha Gualán	[illegible]	
21	Nelly Rachel Ayala Cárdenas	[illegible]	
22	Juana Isabel Cabrera Zambrano	[illegible]	

Socialización de Resultados en el aula del séptimo ciclo de Agronomía.