



1859

unl



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“Influencia de la vegetación arbórea y arbustiva en el microclima de los Sistemas Agroforestales café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales del cantón Puyango de la provincia de Loja, época seca 2018”

Tesis previa a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo.

Autor:

Kervin Joel Elizalde Sanchez.

Director:

Ing. Klever Chamba Caillagua.

Loja – Ecuador
2019

CERTIFICACIÓN

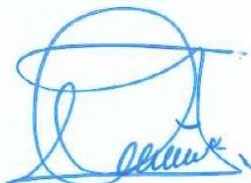
Ing. Klever Aníbal Chamba Caillagua.

DIRECTOR DE TESIS

En calidad de director de la tesis titulada “**Influencia de la vegetación arbórea y arbustiva en el microclima de los Sistemas Agroforestales café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales del cantón Puyango de la provincia de Loja, época seca 2018**”. De autoría del señor egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica Kervin Joel Elizalde Sanchez, certifico que dicha tesis ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad y se ha realizado dentro del cronograma aprobado por las instancias correspondientes, por lo que autorizo su presentación pública y privada.

Loja 05 de Agosto del 2019.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Klever', is written over a faint circular stamp or watermark.

Ing. Klever Chamba Caillagua

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL

Una vez cumplida la reunión del Tribunal de calificación del trabajo final de tesis “Influencia de la vegetación arbórea y arbustiva en el microclima de los Sistemas Agroforestales café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales del cantón Puyango de la provincia de Loja, época seca 2018” de autoría del señor Kervin Joel Elizalde Sanchez, egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica, se le propuso realizar algunas correcciones, mismas que han sido incluidas en el documento final.

En tal virtud nos permite certificar que el trabajo final consolidado de investigación está acorde a los requerimientos de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, por lo tanto se autoriza continuar con los trámites correspondientes.

Loja 09 de septiembre del 2019.



PhD. Max Encalada Córdova.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Mg.Sc. Paulina Fernández Guarnizo.
VOCAL DE TRIBUNAL



Mg.Sc. Nohemí del Carmen Jumbo.
VOCAL DE TRIBUNAL

AUTORÍA

Yo Kervin Joel Elizalde Sanchez declaro ser el autor del presente trabajo de investigación y eximo expresamente 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.

Autor: Kervin Joel Elizalde Sanchez

Firma:



Cedula: 0804325272

Fecha: 10/09/2019

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo Kervin Joel Elizalde Sanchez declaro ser el autor de la tesis titulada **“Influencia de la vegetación arbórea y arbustiva en el microclima de los Sistemas Agroforestales café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales del cantón Puyango de la provincia de Loja, época seca 2018”** como requisito para optar al grado de **Ingeniero 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 el RDI, en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio con 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 diez días del mes de septiembre del dos mil diecinueve, firma el autor.

Firma: 

Autor: Kervin Joel Elizalde Sanchez

Numero de cedula: 0804325272

Dirección: La Argelia – Loja, **Correo electrónico:** elizaldekevin81@gmail.com

Celular: 0997206137

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de tesis: Ing. Klever Chamba Caillagua.

Tribunal de grado: PhD. Max Córdova.

Mg.Sc. Paulina Fernández Guarnizo.

Mg.Sc. Nohemí del Carmen Jumbo.

AGRADECIMIENTO

Primeramente le agradezco infinitamente a Dios, por ser mi guía de todos los días, por no abandonarme y darme las fuerzas necesarias para seguir adelante.

A mis padres, por su sacrificio apoyo incondicional y por creer en mí a pesar de las adversidades, a mis hermanos por inspirarme a seguir adelante.

A la Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y a todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica por sus conocimientos y experiencias brindadas durante los años de formación universitaria.

Al Ingeniero Klever Chamba por el esfuerzo desplegado en la asesoría para la elaboración, ejecución y culminación de esta investigación, así mismo al Dr. Max Encalada por haber confiado en mí y haberme permitido ser partícipe del proyecto de investigación que estaba bajo su tutoría.

A los productores de la zona cafetalera Puyango, quienes facilitaron y colaboraron para cumplir con éxito el trabajo de campo de la presente investigación.

A mis compañeros en especial para Cynthia, Ledy, Jhoa, José, Paulo, Andreina Suka, Junior y Rebeca, por haber compartido muchos momentos juntos.

Kerwin Joel Elizalde Sánchez

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Lucio Elizalde y Marlene Sanchez por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos Eric, Valeria y Joan por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mis abuelos Novarino Sanchez y Zoila Rogel por sus consejos y motivación.

Además a mis tíos, primos y amigos, por apoyarme cuando más lo necesitaba y por extender su mano en los momentos difíciles.

Kevin Joel Elizalde Sánchez

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CERTIFICACIÓN.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iii
AUTORÍA.....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Condiciones edafoclimáticas.....	4
2.2 Los sistemas agroforestales café.....	4
2.3 Principales géneros de plantas utilizados como sombra en el cultivo de café.....	5
2.4 Tipos de sombra en el cultivo de café.....	5
2.4.1 Sombra temporal o provisional.....	5
2.4.2 Sombra semipermanente o intermedia.....	6
2.4.3 Sombra permanente.....	6
2.5 Manejo de sombra en el cultivo del café.....	6
2.6 Influencia de la sombra en el microclima.....	7
2.7 Influencia de la sombra en el crecimiento del café.....	8
2.8 Influencia de la sombra en la producción del café.....	8
2.9 Investigaciones similares del microclima en sistemas agroforestales con café.....	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1 Localización del estudio.....	11
3.1.1 Localización específica de la zona de estudio.....	12

3.1.2	Características edafoclimáticas del cantón Puyango.....	13
3.2	Materiales y equipos.....	13
3.3	Metodología general.....	13
3.3.1	Caracterizar la vegetación arbórea y arbustiva utilizada como sombra en los sistemas agroforestales (SAFs) de cultivo de caféto (<i>Coffea arabica</i> L.).....	14
3.3.2	Evaluar las condiciones del microclima que se producen en los sistemas agroforestales en relación al caféto (<i>Coffea arabica</i> L.).....	15
4.	RESULTADOS	17
4.1	Caracterización de la vegetación arbórea y arbustiva utilizada como sombra en los sistemas agroforestales (SAFs) de cultivo de caféto (<i>Coffea arabica</i> L.).....	17
4.1.1	Sitio Guácimo.....	18
4.1.2	Sitio Loma Oscura de El Arenal.....	22
4.1.3	Sitio San José de Mercadillo.....	26
4.2	Evaluación de las condiciones del microclima que se producen en los sistemas agroforestales en relación al caféto (<i>Coffea arabica</i> L.).....	30
4.2.1	Sitio Guácimo.....	30
4.2.2	Sitio Loma Oscura de El Arenal.....	34
4.2.3	Sitio San José de Mercadillo.....	38
4.2.4	Análisis de correlación, entre las variables micro-climáticas de los tres sitios de estudio.....	42
5.	DISCUSIÓN	44
5.1	Caracterización de la vegetación arbórea y arbustiva utilizada como sombra en los sistemas agroforestales (SAFs) de cultivo de caféto (<i>Coffea arabica</i> L.).....	44
5.1.1	Especies arbóreas y arbustivas presentes.....	44
5.1.2	Altura de los árboles y arbustos.....	44
5.1.3	Diámetro de copa.....	45
5.1.4	Índice de valor de importancia simplificado (IVIs).....	45
5.2	Condiciones del microclima que se producen en los sistemas agroforestales en relación al caféto (<i>Coffea arabica</i> L.).....	46
5.2.1.	Sombra.....	46

5.2.2.	Temperatura.....	47
5.2.3	Humedad relativa.....	47
5.2.4.	Velocidad del viento.....	48
6.	CONCLUSIONES	49
7.	RECOMENDACIONES	50
8.	BIBLIOGRAFÍA	51
9.	ANEXOS	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Especies arbóreas y arbustivas identificadas en los sistemas agroforestales con café, pertenecientes a los tres sitios del cantón Puyango.....	17
Cuadro 2.	Especies arbóreas y arbustivas del sistema agroforestal en el sitio el Guácimo del cantón Puyango.....	18
Cuadro 3.	Coefficiente de variación de altura y diámetro de la copa de las especies en el sistema agroforestal del sitio el Guácimo del cantón Puyango.....	20
Cuadro 4.	Índice de valor de importancia simplificado de las especies del sistema agroforestal en el sitio el Guácimo del cantón Puyango.....	21
Cuadro 5.	Especies arbóreas y arbustivas del sistema agroforestal en el sitio Loma Oscura parroquia El Arenal, del cantón Puyango.....	22
Cuadro 6.	Coefficiente de variación de altura y diámetro de la copa de las especies del sistema agroforestal en el sitio Loma Oscura del cantón Puyango.....	24
Cuadro 7.	Índice de valor de importancia simplificado de las especies del sistema agroforestal en el sitio Loma Oscura del cantón Puyango.	24
Cuadro 8.	Especies arbóreas y arbustivas del sistema agroforestal en el sitio San José de Mercadillo del cantón Puyango.....	26
Cuadro 9.	Coefficiente de variación de altura y diámetro de la copa de las especies del sistema agroforestal en el sitio San José de Mercadillo del cantón Puyango.....	28
Cuadro 10.	Índice de valor de importancia simplificado de las especies del sistema agroforestal en el sitio San José de Mercadillo del cantón Puyango.....	28
Cuadro 11.	Análisis de correlación de las variables climáticas del sitio San José de Mercadillo.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación del cantón Puyango: a) Ubicación de la provincia de Loja en el contexto de la república del Ecuador. b) Ubicación del cantón Puyango en el contexto de la provincia de Loja.....	11
Figura 2.	Mapa del cantón Puyango con los sitios seleccionados para la evaluación.....	12
Figura 3.	Altura de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Guácimo del cantón Puyango.....	19
Figura 4.	Diámetro de copa de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Guácimo del cantón Puyango.....	19
Figura 5.	Altura de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Loma Oscura del cantón Puyango.....	23
Figura 6.	Diámetro de copa de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Loma Oscura del cantón Puyango.....	23
Figura 7.	Altura de las especies arbóreas y arbustivas del sitio San José de Mercadillo del cantón Puyango.....	27
Figura 8.	Diámetro de copa de las especies arbóreas y arbustivas del sitio San José de Mercadillo del cantón Puyango.....	27
Figura 9.	Medias del porcentaje de sombra de las tres parcelas muestreadas en el sitio Guácimo.....	30
Figura 10.	Medias de temperatura perteneciente las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo.....	31
Figura 11.	Medias de diferencia temperatura perteneciente a las tres parcelas durante las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo.....	31
Figura 12.	Medias de humedad relativa perteneciente las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo.....	32
Figura 13.	Medias de diferencia de humedad relativa perteneciente a las tres parcelas, durante las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo...	32
Figura 14.	Medias de la velocidad del viento perteneciente a las seis vistas de evaluación en el sitio Guácimo.....	33
Figura 15.	Medias de diferencia de la velocidad del viento correspondiente a las tres parcelas, durante las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo.....	33

Figura 16.	Medias del porcentaje de sombra de las parcelas muestreadas en el sitio Loma Oscura de El Arenal.....	34
Figura 17.	Medias de temperatura perteneciente las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo.....	35
Figura 18.	Medias de diferencia de temperatura perteneciente a las tres parcelas, durante las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo.....	35
Figura 19.	Medias de humedad relativa perteneciente las seis visitas de evaluación en el sitio Loma Oscura.....	36
Figura 20.	Medias de diferencia de humedad relativa perteneciente a las tres parcelas, durante las seis visitas de evaluación en el sitio Loma Oscura.....	36
Figura 21.	Medias de velocidad del viento perteneciente las seis visitas de evaluación en el sitio Loma Oscura.....	37
Figura 22.	Medias de diferencia de la velocidad del viento perteneciente a las tres parcelas, durante las seis visitas de evaluación en el sitio Loma Oscura.....	37
Figura 23.	Medias del porcentaje de sombra de las tres parcelas muestreadas en el sitio San José de Mercadillo.....	38
Figura 24.	Medias de temperatura tomadas durante las seis visitas de evaluación en el sitio San José de Mercadillo.....	39
Figura 25.	Medias de diferencia de temperatura correspondientes a las tres parcelas durante las seis visitas de evaluación en el sitio San José Mercadillo.....	39
Figura 26.	Medias del porcentaje de humedad relativa perteneciente a las seis visitas de evaluación en el sitio San José de Mercadillo.....	40
Figura 27.	Medias de diferencia de humedad relativa pertenecientes a las tres parcelas durante las seis visitas de evaluación en el sitio San José Mercadillo.....	40
Figura 28.	Medias de la velocidad del viento perteneciente las seis visitas de evaluación en el sitio San José de Mercadillo.....	41
Figura 29.	Medias de diferencia de la velocidad del viento pertenecientes a las tres parcelas durante las seis visitas de evaluación en el sitio San José Mercadillo.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Formato para el registro de las especies arbóreas y arbustivas.....	58
Anexo 2.	Formato de registro de las variables microclimaticas internas y externas.....	59
Anexo 3.	Encuesta realizada a los productores de la zona cafetalera del cantón Puyango.....	60
Anexo 4.	Registro de especies arbóreas y arbustivas en el sitio San José de Mercadillo.....	61
Anexo 5.	Registro de especies arbóreas y arbustivas en el sitio Guácimo.....	63
Anexo 6.	Registro de especies arbóreas y arbustivas en el sitio Loma Oscura.....	65
Anexo 7.	Base de datos del % de sombra y temperatura en el sitio San José de Mercadillo.....	67
Anexo 8.	Base de datos de Humedad Relativa en el sitio San José de Mercadillo.....	68
Anexo 9.	Base de datos de la Velocidad del viento en el sitio San José de Mercadillo.....	69
Anexo 10.	Base de datos del % de sombra y Temperatura en el sitio Guácimo.	70
Anexo 11.	Base de datos de Humedad Relativa en el sitio Guácimo.....	71
Anexo 12.	Base de datos de la velocidad del viento en el sitio Guácimo.....	72
Anexo 13.	Base de datos del % de sombra, temperatura en el sitio Loma Oscura.....	73
Anexo 14.	Base de datos de Humedad relativa en el sitio Loma Oscura.....	74
Anexo 15.	Base de datos de la velocidad del viento en el sitio Loma Oscura.....	75
Anexo 16.	Escala de la velocidad del viento según Beaufort.....	76
Anexo 17.	Fotografías de los recorridos realizados en la zona cafetalera Puyango, donde se realizó la investigación. A. San José de Mercadillo; B. Guácimo; C. Loma Oscura de El Arenal.....	77
Anexo 18.	Socialización de resultados de Tesis. A. Presentación de resultados en el aula del IX Ciclo de la Carrera de Ingeniería Agronómica; B. Registro de estudiantes presentes en la socialización de resultados de tesis.....	78

“INFLUENCIA DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA Y ARBUSTIVA EN EL MICROCLIMA DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN TRES PISOS ALTITUDINALES DEL CANTÓN PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ÉPOCA SECA 2018.”

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la zona cafetalera del cantón Puyango en tres sitios (pisos altitudinales), ubicados a 890 m s.n.m (Guácimo), 1 034 m s.n.m (Loma Oscura) y 1 316 m s. n. m (San José de Mercadillo) en cada piso altitudinal se delimitaron tres parcelas de 400 m² cada una como unidades de muestreo aleatorio, donde se evaluaron las siguientes variables: número de especies arbóreas y arbustivas, altura, diámetro de copa e índice de valor de importancia simplificado (IVIs). Además, en cada una de las parcelas se registró dentro y fuera del sistema agroforestal 10 datos de variables climáticas como: luminosidad para determinar el % sombra, temperatura, humedad relativa (HR) y velocidad del viento, correspondiente al periodo Octubre 2018– Enero del 2019 con una frecuencia de evaluación de 20 días. Como resultado de la investigación se registraron 10 familias, y 11 especies vegetales en los tres sitios; los datos de altura y diámetro de copa no presentaron uniformidad entre individuos de la misma especie en los tres pisos altitudinales. Las especies con mayor IVIs para los tres sitios fueron *Musa paradisiaca* L. e *Inga edulis* Mart. En la zona de estudio, el porcentaje de sombra estuvo entre 36,29 y 61,98 %; la temperatura dentro del sistema agroforestal entre 23,72 y 27,41 °C, la humedad relativa de 61,52 a 75,70 %, mientras que la velocidad del viento fluctuó entre 0,04 y 0,26 m s⁻¹. En comparación con resultados de varias investigaciones sobre los requerimientos óptimos del cultivo de café: el porcentaje de sombra estuvo dentro de los rangos recomendados (40 y 60%), a excepción del sitio Loma Oscura (61,98%); la temperatura en el periodo de estudio no se encontró dentro de los valores óptimos (16 y 23 °C), alcanzando valores superiores; mientras que los valores de humedad relativa (70 y 85 %), y de velocidad del viento (4 m s⁻¹) sí estuvieron dentro de estos valores óptimos para el cultivo de café.

Palabras claves: café, sistemas agroforestales, microclima.

ABSTRACT

This research took place in the Puyango canton coffee area in three different places (altitudinal floors), located at 890 m. a. s. l. (Guácimo), 1 034 m. a. s. l. (Loma Oscura) and 1 316 m. a. s. l. (San José de Mercadillo). On each altitudinal floor, three different parcels, of 400 m² each, were delimited. Each one was used as random sampling units. The following variables were evaluated: number of tree and bush species, height, tree top diameter and simplified importance value index (SIVI). Besides, on each parcel in and out of the agroforest system ten weather variable data were registered: brightness to determine the percentage of shadow, temperature, relative humidity (RH), and wind speed during the period October 2018 – January 2019, with an evaluation frequency of twenty days. This research determined 10 families and 11 species of vegetables in the three places; the data of height and tree top diameter were not uniform among individuals of the same species on the three altitudinal floors. The most SIVI species on the three places were *Musa paradisiaca* L. and *Inga edulis* Mart. In the area under study the percentage of shadow was between 36.29 and 61.98 %. The temperature inside the agroforest system was between 23.72 and 27.41 °C. The relative humidity was between 61.52 and 75.70 %. The wind speed varied between 0.04 and 0.26 m s⁻¹. In comparison with the results of some researches about the optimal requirements of coffee farming: the percentage of shadow was between the recommended ranges (40 and 60 %), except for the site Loma Oscura (61.98 %); the temperature during the period under study was not found inside the optimal values (16 and 23 °C); while the values of relative humidity (70 y 85 %), and wind speed (4 m s⁻¹) were inside the optimal values for the coffee farming.

Key words: coffee, agroforest systems, micro weather.

1. INTRODUCCIÓN.

El café pertenece a la familia rubiácea y al género *Coffea*. Dos especies son de importancia económica en el mundo: *Coffea arabica* Linneo y *C. canephora* Pierre ex Froehner, las cuales se conocen en el mercado como cafés arábigos y robustas respectivamente. En general el café de la especie *C. arabica* presenta aroma y acidez pronunciadas, mientras que el café robusta se caracteriza por tener mayor cuerpo (Canet *et al.*, 2016).

La producción mundial de café, durante el ciclo 2016/17 (setiembre-octubre) se estimó en 156.6 millones de sacos de 60 kg lo que significa un incremento de 2,4 % respecto al ciclo anterior (Escamilla, 2017).

Los principales países productores son: Brasil que contribuye con el 33 %, Vietnam con el 20 % Colombia con el 8 % e Indonesia con el 6 % correspondiente al 64 % de la producción mundial (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, 2014).

En el Ecuador el café es un cultivo de gran importancia económica ya que cuenta con 199 215 ha cultivadas, el 68 % de esta área corresponde a la especie *Coffea arabica* L. y el 32 % a *Coffea canephora* (PRO ECUADOR, 2013), con una producción de 5 283 000 kg de café en grano según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (2016).

Mientras tanto en la provincia de Loja cuenta con una superficie sembrada de 8 381 ha, con producciones de 1 583 000 kg (Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca, 2015), siendo los cantones Calvas, Espíndola y Puyango quienes aportan con la mayor cantidad (Banco Central del Ecuador, 2015).

La caficultura se practica en altitudes que van desde los 300 hasta casi los 2 000 metros sobre el nivel del mar en zonas que exhiben una gran variedad de climas, suelo y tipos de vegetación. No obstante la elevación más indicada para la producción del café se sitúa entre los 600 y 1 200 metros (CIMAT, 2006). Con precipitaciones que varían desde 1 200 hasta 2 000 mm por año, temperaturas ideales para los cafetos de la especie arábica oscilan entre 18 °C y 24 °C y el óptimo de pluviosidad se ubica entre 1 500 mm y 1 900 mm anuales (Jiménez, 2007).

En cuanto al sistema de cultivo en el Ecuador la mayoría de los cultivos de café se realizan en sistemas agroforestales, los cuales según DaMatta y Rodríguez (2007) presentan ciertas ventajas frente a la plantación a pleno sol, debido a que si bien ofrecen mayores rendimientos en el largo plazo rinde menos, ya que su renovación es más temprana que en un sistema agroforestal; además las altas producciones de este sistema exigen mayores inversiones en la reposición de nutrientes, que muchas veces no están al alcance de los pequeños y medianos productores, que generan la mayor parte del volumen cosechado.

La sombra generada por las especies en el sistema agroforestal, contribuye con beneficios para la productividad y la calidad de las plantas de café que crecen en superficies no óptimas y son afectadas por temperaturas mayores, por lo tanto la sombra puede ofrecer condiciones ambientales ideales (Jezeer y Verweij, 2015) las especies más utilizadas para sombra en los sistemas agroforestales café corresponden a los géneros: Acacia, Mussa, Eucalyptus, Inga y Citrus (Rojas, 2005).

En nuestra provincia de Loja los sistemas agroforestales que tienen como base al cultivo de café, han logrado sostenerse en las pequeñas y medianas unidades productivas, pero no se han conseguido 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 sistemas agroforestales a los requerimientos de la especie (Consejo Cafetalero Nacional, 2013) lo que merece la realización del presente estudio que aporte con información exhaustiva sobre las condiciones de los sistemas agroforestales con base en café y que permitan tomar decisiones sobre su manejo en los variados ecosistemas.

La investigación se inserta dentro del macro proyecto institucional denominado: Efecto de la sombra y la densidad poblacional en el desarrollo del cafeto (*Coffea arabica* L.) en sistemas agroforestales de la provincia de Loja, el mismo que es auspiciado por la Universidad Nacional de Loja y que está siendo ejecutado por docentes investigadores de la carrera de Ingeniería Agronómica.

Conociendo estos antecedentes se planteó como objetivo general, evaluar las características de la vegetación y su influencia en los cambios del microclima de los sistemas agroforestales café (*Coffea arabica* L.) en época seca correspondiente a tres pisos altitudinales del cantón Puyango.

Para lograr el cumplimiento del objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar la vegetación arbórea y arbustiva utilizada como sombra en los sistemas agroforestales de cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales del cantón Puyango.
- Evaluar las condiciones del microclima que se producen en los sistemas agroforestales en relación al café (*Coffea arabica* L.)

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Condiciones edafoclimáticas.

El café como todo cultivo prefiere ciertas condiciones climáticas para su desarrollo, entre ellas está la altitud que incide en forma directa sobre la temperatura y la precipitación. La altitud a la que puede encontrarse está entre los 500 y 1 700 m s.n.m (café de calidad superior a partir de los 800 m s.n.m) (Centro de Investigaciones en Café, 2011).

Mientras tanto la cantidad y distribución de las lluvias durante el año son aspectos muy importantes, para el buen desarrollo del cafeto, por lo tanto requieren precipitaciones que varían desde 1 200 hasta 2 000 mm por año, en cuanto a la temperatura ideal para los cafetos de la especie arábica oscilan entre 18 °C y 24 °C (Jiménez, 2007).

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. arábica*. La limitación por este factor se da cuando se presentan valores iguales o mayores a 90 % pues favorece la presencia de enfermedades fungosas (Alvarado y Rojas, 2007).

La velocidad de los vientos mayores de 4 m s⁻¹ (14.4 km h⁻¹) es perjudicial para el café, puesto que eleva la evaporación provocando que las hojas se sequen y caigan en forma prematura, en general las zonas más adecuadas para el cultivo del cafeto se caracterizan por presentar vientos de poca fuerza (Alvarado y Rojas, 2007).

En cuanto a la heliofanía (duración del brillo solar u horas de sol) el cultivo del cafeto se desarrolla arriba de las 1000 horas luz al año. (Agencia de Regulación y Control Fitosanitario, 2013).

El cafeto prospera en un suelo profundo, bien drenado, que no sea demasiado ligero ni demasiado pesado. Los limos volcánicos son ideales, la reacción del suelo debe ser más bien acida, una variación del pH de 4.2 – 5.1 se considera la mejor para el cafeto (DaMatta y Rodríguez, 2007).

2.2 Los sistemas agroforestales café.

La agroforestería es una estrategia que tiene como objetivos reforzar y establecer la sostenibilidad en las fincas de los agricultores mediante la promoción de la diversificación productiva y capacitación en el manejo de sistemas estratificados mejorar y mantener todo

tipo de agricultura; aumentar los niveles de materia orgánica del suelo, fijación del nitrógeno atmosférico, reciclaje de nutrientes, modificación del microclima dentro del cultivo (Farfán, 2014).

DaMatta y Rodríguez (2007) citan entre las principales interacciones positivas en cafetales arborizados, las siguientes:

Aspectos bióticos: Reducción de la incidencia de *Cercospora coffeicola* del minador de la hoja (*Leucoptera coffeella* Guérin-Ménéville & Perrottet) y de arvenses especialmente gramíneas.

Aspectos endógenos: Atenuación del ciclo bienal de la producción de café, disminuyendo el estímulo a la superproducción que a su vez reduce el agotamiento de la planta y el secamiento de las yemas apicales y en última instancia hace el cultivo más perdurable.

Aspectos económicos: Ganancias adicionales derivadas de la explotación de la especie usada para la arborización (madera, frutos, látex, entre otros).

2.3 Principales géneros de plantas utilizados como sombra en el cultivo de café.

Los géneros más utilizados para sombra de café corresponden a Acacia, Albizia, Erythrina, Inga y Leucaena, tratándose de leguminosas que además de la reducción de la actividad lumínica fijan nitrógeno en el suelo y aportan cantidades considerables de residuos vegetales naturales o por podas como material de cobertura. También se utiliza frutales, principalmente cítricos y otros cultivos maderables como paraíso (*Melia azederach* L.), araucaria (*Araucaria angustifolia* Bert.) en combinación con hierba mate (Capa y Vicuña 2006).

2.4 Tipos de sombra en el cultivo de café.

2.4.1 Sombra temporal o provisional.

Es la que se utiliza para proteger el café de los rayos directos del sol durante los dos primeros años de establecido. Entre las especies más utilizadas se encuentra el gandul (*Cajanus cajan* L), crotalaria arbustiva (*Crotalaria sp* L), flemigia (*Flemigia sp* L), higuerrilla (*Ricinus comunis* L.) y guineos o plátanos (Musáceas), siendo estos últimos los más recomendados por los ingresos que puedan generar en esta primera etapa, cuando aún el café no ha entrado en producción (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 2004).

2.4.2 Sombra semipermanente o intermedia.

Está constituida por plantas que abrigan al café hasta que la sombra definitiva logre proteger adecuadamente el cafetal. Entre las especies más comúnmente utilizadas como sombra semipermanente en las zonas cafetaleras están; las guamas, (Ingas) como el guajiniquil, pepeto de río y guama blanca; el poró, el pito, el gualiqueme (*Erythrina fusca* Lour.); y el cuernavaca (*Solanum sp* L) y en menor escala el cacahuanance o madreado (*Gliricidia sepium* Kunth) y flor amarilla (*Cassia siamea* Lam) que crecen bien en las partes bajas donde el café es de inferior calidad (FHIA, 2004).

2.4.3 Sombra permanente.

Son plantas que por sus hábitos de crecimiento y longevidad conviven con los cafetales, proporcionándoles sombra durante todo el ciclo productivo. Para la elección de las especies de sombra definitiva o permanente a utilizar en la empresa cafetalera, deben priorizarse los que garanticen buen desarrollo y longevidad y que además reúnan las características deseables como: Buen crecimiento, desarrollo, longevidad y compatible con el cultivo; permita una buena filtración y distribución de luz; de raíz profunda para que no compita con el cafeto y tenga sólido anclaje; que produzca considerable cantidad de hojarasca y que sea buena fijadora de nitrógeno atmosférico. Las leguminosas, principalmente las del género (Inga) llenan la mayoría de estas características: el Cuje, el Chalum, la Guaba y el Pepeto (Asociación Nacional de Café, 2015).

2.5 Manejo de sombra en el cultivo del café.

Los árboles deben podarse de manera que sus ramas no interfieran con el libre desarrollo del café, esto se hace desde temprana edad para darle forma de sombrilla a éstos levantando sus copas, raleando el follaje e induciéndolos a la formación de ramas secundarias y terciarias. Debe mantenerse una distancia no menor de 4 a 6 pies y no mayor de 20 pies entre el follaje de los árboles de sombra y los cafetos. Esto permite que haya espacios libres para la ventilación e iluminación del cafetal. Cuando la distancia es mayor de 20 pies, se pierde en gran medida el efecto que la sombra tiene en amortiguar el impacto de la lluvia sobre el suelo (Monroig, 2016).

2.6 Influencia de la sombra en el microclima.

El efecto más directo de la sombra se da sobre la intensidad y calidad de luz solar ya que al actuar como filtro, estos factores son modificados influyendo directamente sobre la fisiología de las plantas, especialmente regulando la fotosíntesis y la respiración (ANACAFE, 2015).

Es por ello que el café aprovecha aproximadamente uno por ciento de la luz solar incidente (ideal aprox. 1 500 horas luz año⁻¹) para el proceso fotosintético. Si la temperatura de la hoja sobrepasa los 34 °C, el nivel de asimilación será prácticamente cero, por ello el coeficiente de fotosíntesis de las plantas bajo sombra es más alto que cuando están a plena exposición solar (Jiménez, 2007).

Se ha observado una mayor conservación de humedad en el suelo en plantaciones sombreadas. Algunos estudios han demostrado que los suelos de plantaciones con sombra densa poseen 70 % más humedad que plantaciones sin sombra (ANACAFE, 2015).

Además se regula la temperatura, lo cual trae como consecuencia la disminución de la evapotranspiración, alargamiento de vida útil de la plantación y el control de algunas plagas (Siles y Vaast, 2002).

Véliz *et al.*, (2012), mencionan con respecto a la precipitación, el dosel de sombra la intercepta y puede disminuir su intensidad y el escurrimiento superficial bajo el dosel especialmente en caso de pequeñas lluvias (< 5mm). Sin embargo esto puede ser controversial, debido a que las hojas de los árboles acumulan el agua de la lluvia y forman gotas de mayor tamaño, las cuales, cuando rebalsan de la hoja (eso sucede cuando las lluvias son más abundantes, > 5mm), pueden provocar mayor impacto sobre las hojas de los cafetos.

Por lo tanto, otras especies arbóreas como la *Inga edulis* Mart e *Inga densiflora* Mart (especies de guabas) disminuyen la energía cinética de la lluvia. El efecto de estas especies de disminuir la energía cinética puede estar relacionado a características diferentes en cuanto a la copa que permiten interceptar más lluvia y distribuirla a lo largo de las ramas y del tronco, lo que conlleva a su vez a disminuir el impacto sobre el suelo (Thériez, 2015).

2.7 Influencia de la sombra en el crecimiento del café.

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 (Cirilo, 2004).

Visto así, la producción del cultivo se debe considerar como el resultado de la eficiencia del follaje del cultivo en la interceptación y utilización de la luz disponible (Jerez y Martín, 2012).

Los cafetales bajo sombra mantienen sus hojas durante el verano y comienzan el proceso de revestimiento con el inicio de las lluvias, mientras que los cafetales a pleno sol pierden rápidamente sus hojas en el verano y comienzan el proceso de revestimiento aún antes de las lluvias (Guharay *et al.*, 2000).

También es conocido que las hojas de café que reciben sol directo muestran una tasa de fotosíntesis menor que las hojas bajo sombra. Esto se puede explicar quizá porque las hojas de café están sujetas a foto-inhibición y a foto-respiración en condiciones de alta radiación, lo cual no permite fotosíntesis e incluso puede provocar daños permanentes en el aparato fotosintético (Chavez *et al.*, 2018).

2.8 Influencia de la sombra en la producción del café.

Aunque el uso de árboles de sombra contribuye a la diversificación de los sistemas cafetaleros y mejorar la provisión de varios servicios ecosistémicos, también se conoce que pueden tener un efecto reductor en el rendimiento de los cafetos. Al respecto Siles *et al.*, (2010) encontró reducciones del rendimiento bajo sombra (*Inga edulis* Mart) de 38 % en comparación con cafetales sin sombra.

Esto puede deberse a la menor luminosidad que entra bajo el sistema con árboles (Rapidel *et al.*, 2015), debido a que el número de nudos productivos obedece en gran parte al proceso de la fotosíntesis, dependiendo de las condiciones climáticas, la fotosíntesis de cultivos sombreados puede ser ligeramente inferior a los cultivos al pleno sol (Campanha *et al.*, 2005 y López *et al.*, 2012).

En un estudio realizado por Farfán (2010), se determinó que el promedio de la producción por hectárea (10 000 plantas ha⁻¹) de cinco cosechas, en el primer ciclo de siembra fue

de 3 900.9 kg ha⁻¹ de café pergamino seco por año y en el segundo ciclo (de zoca) el promedio de la producción de tres cosechas fue de 3 403.3 kg ha⁻¹ de café pergamino seco, el promedio de la producción de los ciclos (siembra y zoca), indican que en caficultura libre exposición solar con densidades de siembra de 10 000 plantas ha⁻¹ y con tecnologías que no implican el uso de productos químicos de síntesis se puede producir en promedio 3 651.65 kg ha⁻¹ de café pergamino seco.

En cambio el promedio de producción por hectárea de nueve cosechas de café, indican que en la zona central de Colombia y con una caficultura bajo sombrío no superior al 35 % con densidades de siembra de 4 500 plantas ha⁻¹ y con prácticas en las cuales no se emplea productos químicos de síntesis se puede producir en promedio 1 912.50 kg ha⁻¹ de café pergamino seco.

Sin embargo la sombra no es el único factor con influencia sobre los rendimientos de los cafetos cultivados en sistemas agroforestales (diversificados); Existe una serie de factores o aspectos que también tienen influencia y que deben ser considerados entre ellos, el clima, el suelo, las plagas-enfermedades y el manejo general que cada productor realice de todo el sistema. Un manejo eficiente del café y de todo el sistema diversificado asociado, puede conllevar a rendimientos similares a los obtenidos a plenos sol (Villarreyna, 2016).

Por otra parte Cerda *et al.*, (2015), Encontró también similitud de rendimientos en café a pleno sol y café cultivado en sistema agroforestal (sombra diversificada) ambos sistemas con alto manejo; aunque se observó una leve tendencia a mayor rendimiento en el café a pleno sol esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

2.9 Investigaciones similares del microclima en sistema agroforestales con café.

En un estudio realizado en Brasil, se evaluó el microclima, desarrollo y rendimiento de *Coffea canephora* cultivado a pleno sol y sombrío con árboles de caucho, se obtuvo que el sombreado influyó directamente en el microclima al reducir la temperatura del aire en verano e invierno, así como al aumentar la humedad relativa. La luminosidad en el verano tuvo una disminución promedio de 905 lúmenes ft⁻² a lo largo del día, que fue equivalente a 72,49 %, y la luminosidad en el invierno tuvo una disminución promedio de 1 665 lúmenes ft⁻² que fue equivalente a 88,04 % (Vasconcellos *et al.*, 2016).

Así mismo en un trabajo realizado en la Región de Pasco en Perú, se compararon las condiciones microclimáticas de una parcela de *Coffea arabica* L. bajo sombra con *Inga* spp., con una parcela de monocultivo de *C. arabica* sin sombra durante tres años, se efectuaron mediciones de la temperatura del aire, la humedad del aire y la temperatura del suelo. Los resultados indican que la sombra de los árboles reduce la temperatura media del aire de $0,4 \pm 0,04$ °C y la temperatura del suelo de $1,7 \pm 0,3$ °C, y aumenta la humedad del aire de $3,9 \pm 0,4$ % con respecto a la zona no sombreada. Sin embargo, la media mensual de las temperaturas del aire en la zona sin sombra, e incluso la temperatura máxima, no superan excesivamente el límite que posibilita la fotosíntesis (34 °C); además, las temperaturas mínimas mensuales varían poco entre zonas con sombra y sin sombra; mientras que la fluctuación de las temperaturas del suelo fue más acusada en la zona sin sombra (Ehrenbergerová *et al.*, 2017).

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Localización del estudio.

El estudio se realizó en tres sitios previamente seleccionados (Guácimo, Loma Oscura de El Arenal y San José de Mercadillo) los mismos que corresponden a los tres pisos altitudinales del cantón Puyango, el cual se encuentra ubicado en el extremo sur de la provincia de Loja en las siguientes coordenadas: Longitud: Este 578 167 m - Oeste 624 933 m y Latitud: Norte 9 549 354 m – Sur 9 573 736 m (CINFA, 2018), a una altitud promedio de 1 380 m s.n.m y una temperatura media anual de 23 °C (Prefectura de Loja, 2017).

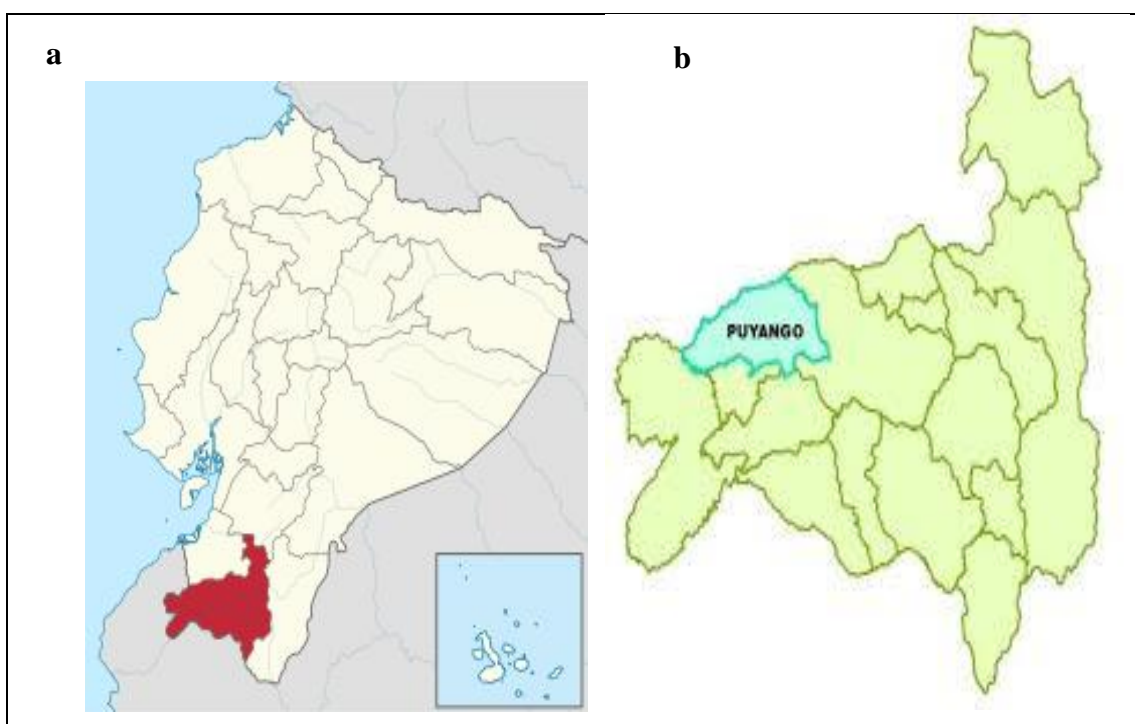


Figura 1. Ubicación del cantón Puyango: **a)** Ubicación de la provincia de Loja en el contexto de la república del Ecuador. **b)** Ubicación del cantón Puyango en el contexto de la provincia de Loja.

La presente investigación, se la inicio a partir del 15 Octubre del 2018 hasta el 15 de Enero del 2019, en un intervalo de registro de datos cada 20 días, dando como resultados seis visitas en los sitios de estudio del cantón Puyango.

3.1.1 Localización específica de la zona de estudio.

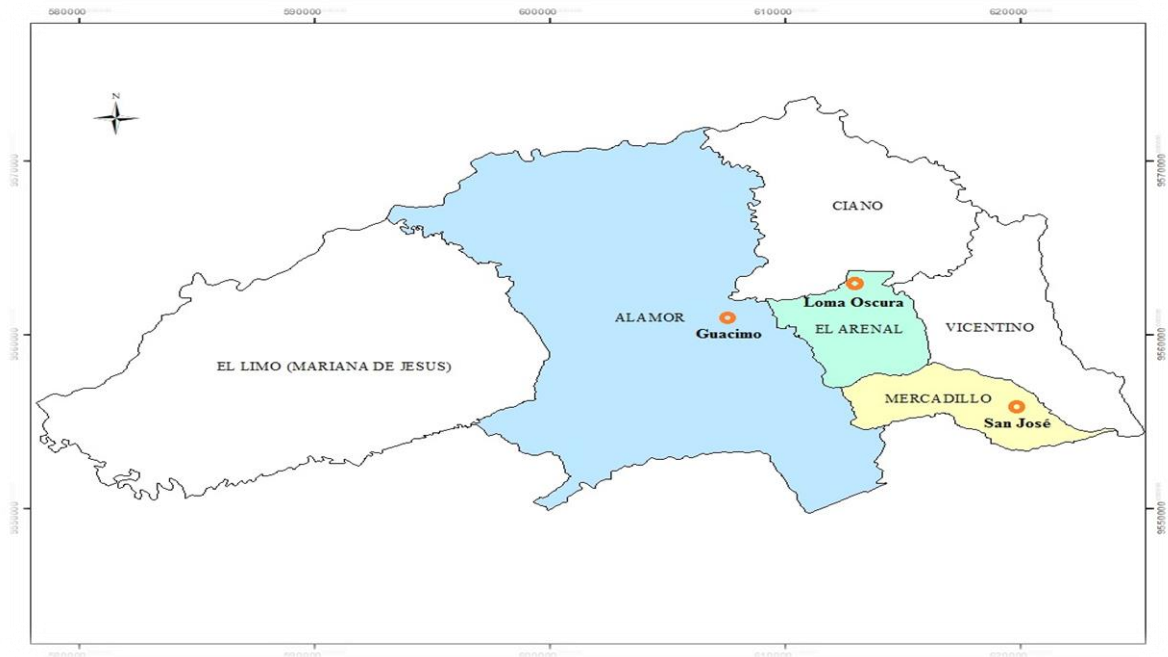


Figura 2. Mapa del cantón Puyango con los sitios seleccionados para la evaluación.

En lo relacionado con la altitud se consideraron tres pisos con los siguientes rangos:

Piso 1: de 600 a 900 m s. n. m.

Piso 2: de 901 a 1 200 m s. n. m.

Piso 3: más de 1 200 m s. n. m.

Sobre la base de estos criterios los sitios seleccionados fueron:

Sitio 1: Guácimo, ubicado a 890 m s. n. m. en las coordenadas 608 614 y 9 560 670.

Sitio 2: Loma Oscura de El Arenal, ubicado a 1 034 m s. n. m en las coordenadas 605 523 y 9 567 257

Sitio 3: San José de Mercadillo, ubicado a 1 316 m s. n. m. en las coordenadas 605 327 y 9 567 269.

3.1.2 Características edafoclimáticas del cantón Puyango.

Suelos. Son de topografía irregular, de poca profundidad, con una capa arable que está entre los 0,30 m y 0,40 m; arcillosos, frágiles, de color rojizo amarillento, pesados, saturados de agua y poco fértiles, con un pH ácido.

Clima. Está dado tanto por su ubicación geográfica como por sus niveles altitudinales, posee dos tipos de climas bien definidos; la parte baja posee un clima denominado tropical mega térmico seco (Ab); mientras que la parte más alta del cantón posee un clima denominado como ecuatorial mesotérmico semi húmedo (Ch). La temperatura varía desde 15 °C en la parte más alta hasta los 24 °C en la parte más baja del cantón, la precipitación varía desde los 700 mm hasta 1 500 mm anuales, los meses que mayor precipitación registran son febrero, marzo y abril (G.A.D. Municipal de Puyango, 2014).

3.2 Materiales y equipos

3.2.1 Materiales: claves taxonómicas de especies arbóreas y arbustivas, cámara fotográfica, spray color rojo, cinta métrica de 100 metros, cinta plástica de color amarillo para delimitar parcelas, hipsómetro, regla, lápiz, hojas de registro y calculadora.

3.2.2 Equipos: dos anemómetros, dos termo higrómetros digitales marca AIMO modelo MS6252B, dos luxómetros SPER CIENTIFIC modelo 840022, un GPS marca Maguellan, computadora.

3.3 Metodología general.

La investigación fue de tipo descriptiva y correlacionar el diseño a implementar en campo fue un diseño no experimental longitudinal de tendencia, en donde se analizaron cambios al paso del tiempo en categorías, conceptos, variables o sus relaciones de alguna población en general.

Por tal motivo se realizó un muestreo poblacional, en que cada sitio (piso altitudinal) se dividió en tres parcelas y cada parcela fue una población.

Las variables medidas fueron:

- Variables independientes: Pisos altitudinales de los sitios, Guácimo, Loma Oscura de El Arenal y San José de Mercadillo.

- Variables dependientes: Vegetación: especies arbóreas y arbustivas y microclima: Sombra (%), temperatura del aire (°C), humedad relativa HR (%) y velocidad del viento (m s^{-1}).

3.3.1 Caracterizar la vegetación arbórea y arbustiva utilizada como sombra en los sistemas agroforestales (SAFs) de cultivo de café (*Coffea arabica* L).

Se procedió a delimitar tres parcelas de 20 x 20 m, en cada sitio (piso altitudinal) con cinta de color amarillo, en donde se registró las siguientes variables:

Especies arbóreas y arbustivas de sombra: Se tomó en cuenta solo las especies con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 5 cm (Aguirre, 2015). Las especies que no fueron reconocidas se tomaron muestras de ramas y se tomaron fotografías para su posterior identificación en el herbario de la Universidad Nacional de Loja.

Altura: La medición se realizó con el uso de un hipsómetro y calculando la altura mediante trigonometría.

Diámetro de la altura del pecho (DAP): se midió a 1,3 m desde el nivel del suelo, para ello se calculó la circunferencia del árbol con una cinta, con estos datos se aplicó la siguiente ecuación $D = \frac{P}{\pi}$ en donde P = perímetro; $\pi = 3,1416$ (Wightman *et al.*, 2006).

Diámetro de la copa (m): Se utilizó una cinta métrica extendiéndola entre dos personas bajo la copa; la lectura se realizó donde se forman las perpendiculares entre la cinta y la proyección de la copa, luego se girará 90° para repetir el proceso, para luego sumar los dos diámetros, dividiéndolos entre dos para obtener el promedio; siguiendo una orientación norte/sur, este/oeste para dicha medición (Mora, 1984).

Cálculo del área basal (AB): para evaluar esta variable se utilizó la siguiente fórmula.

$AB = (\pi/4) DAP^2$; donde $\pi = 3.1416$; DAP= Diámetro a la altura del pecho, que para una mayor precisión, el cálculo se lo realizó por árboles o arbustos individuales (Bucarey, 1967).

A partir de estas variables se determinó los siguientes indicadores:

Cálculo de la densidad relativa: para el cálculo de la densidad relativa se aplicó la siguiente fórmula.

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Numero de individuos por especie}}{\text{Numero total de individuos}} \times 100$$

Cálculo de frecuencia relativa: para calcular la frecuencia relativa se empleó la siguiente fórmula según (Espinosa *et al.*, 2010).

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Numero de parcelas en la que se presenta cada especie}}{\text{Numero total de parcelas muestreadas}} \times 100$$

Índice de valor de importancia simplificado (IVIs): esta variable nos ayudó a jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados, y se calculó de la siguiente manera (Muñoz *et al.*, 2014):

$$\text{IVIs} = \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa.}$$

Registro de la edad del cultivo, cultivares y manejo: en cada sitio se determinó la edad de los árboles de cafeto, cultivares y el manejo mediante entrevistas a los productores de cada zona de estudio.

3.3.2 Evaluar las condiciones del microclima que se producen en los sistemas agroforestales en relación al cafeto (*Coffea arabica* L.)

Para los datos climáticos, se registraron 10 datos en cada una de las tres parcelas tanto dentro y fuera del sistema agroforestal (SAFs) en diferentes horas del día con una frecuencia cada 20 días, por 4 meses dando un total de 6 evaluaciones o visitas en campo realizadas, las variables a medir fueron.

Intensidad de luz: se midió con un luxómetro (lux), se colocó a nivel del suelo en la parte media y en la copa de las plantas de cafeto dentro del sistema y a su vez se colocó otro instrumento en condiciones de cielo despejado.

Temperatura del aire: se utilizó un termo-higrómetro, se colocó a nivel del suelo en la parte media y en la copa de las plantas de cafeto dentro del sistema, al igual se colocó un segundo instrumento en condiciones de cielo despejado.

Humedad relativa: se utilizó un termo-higrómetro, se colocó a nivel del suelo, en la parte media y en la copa de las plantas de cafeto dentro del sistema y simultáneamente se colocó un segundo instrumento en condiciones de cielo abierto.

Velocidad del viento: se midió en metros por segundo ($m s^{-1}$), con el uso de un anemómetro, el cual se colocó a la altura del tercio medio y de la copa del árbol dentro del sistema, simultáneamente se colocó un segundo instrumento en condiciones de cielo despejado.

Para el procesamiento y análisis de los datos se calculó en base a porcentajes, correlaciones con software Excel 2010 e Infostat versión 2008.

4. RESULTADOS.

4.1 Caracterización de la vegetación arbórea y arbustiva utilizada como sombra en los sistemas agroforestales (SAFs) de cultivo de café (*Coffea arabica* L.)

En los tres sitios de estudio del cantón Puyango se clasificó todas las especies vegetales, de acuerdo al tipo de vegetación herbácea arbustiva y arbórea y también con el nombre común, científico y a la familia que pertenecen como se puede observar en la Cuadro.1; existieron 10 especies que corresponden a árboles y 1 especie a herbácea.

Cuadro 1. Especies arbóreas y arbustivas identificadas en los sistemas agroforestales con café, pertenecientes a los tres sitios del cantón Puyango.

Nº	Nombre común	Nombre científico	Familia	Biotipo
1	Guineo	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	Musaceae	Herbácea
2	Guabo	<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae	Árbol
3	Guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Árbol
4	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck.	Rutaceae	Árbol
5	Vainillo	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby.	Caesalpiniaceae	Árbol
6	Papayo	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Árbol
7	Porotillo	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	Fabaceae	Árbol
8	Maco maco	<i>Myrsine dependes</i> (Ruiz & Pav).	Primulaceae	Árbol
9	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	Árbol
10	Manguillo	<i>Hedyosmun mexicanum</i> Cordem.	Chloranthaceae	Árbol
11	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Árbol

4.1.1 Sitio Guácimo.

4.1.1.1 Especies arbóreas, arbustivas y herbáceas presentes. Las especies arbóreas y herbáceas encontradas en el sistema agroforestal fueron 9 pertenecientes a 8 familias respectivamente de las cuales las más representativas fueron las herbáceas que corresponden a *Musa paradisiaca* L con aproximadamente 425 plantas ha⁻¹ seguido de especies arbóreas como; *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby con 42 plantas ha⁻¹, mientras que *Psidium guajava* L; *Carica papaya* L; *Erythrina fusca* Lour; *Inga edulis* Mart con aproximadamente 17 plantas ha⁻¹ y por último y en menor proporción se encontró especies arbóreas como; *Guazuma ulmifolia* Lam y *Hedyosmun mexicanum* Cordem, con una estimación de 8 plantas ha⁻¹ cada una (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies arbóreas y arbustivas del sistema agroforestal en el sitio el Guácimo del cantón Puyango.

Nº	Nombre común	Familia	Nombre científico	ni	Plantas/ha
1	Guineo	Musaceae	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	51	425
2	Vainillo	Caesalpinaceae	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby.	6	42
3	Guayabo	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	2	17
4	Papayo	Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	2	17
5	Porotillo	Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	2	17
6	Guabo	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	2	17
7	Maco maco	Primulaceae	<i>Myrsine dependes</i> (Ruiz & Pav).	2	17
8	Guácimo	Malvaceae	<i>Guazuma</i> <i>ulmifolia</i> Lam.	1	8
9	Manguillo	Chloranthaceae	<i>Hedyosmun</i> <i>mexicanum</i> Cordem.	1	8
Total				69	

*ni= Número de individuos (en las tres parcelas del sitio).

4.1.1.2 Altura y diámetro de la copa: La mayor altura de las especies que se registró dentro del sistema agroforestal corresponde a *Guazuma ulmifolia* Lam con un promedio de 7,9 m; sin embargo la de menor altura se dio en la especie de *Psidium guajava* L con un promedio de 2,4 m (Figura 3), en lo que respecta al diámetro de copa, el mayor se evidencio en la especie de *Guazuma ulmifolia* Lam con un promedio de 11,5 m; mientras que el menor se observó en la especie de *Erythrina fusca* Lour con un promedio de 0,85 m (Figura 4).

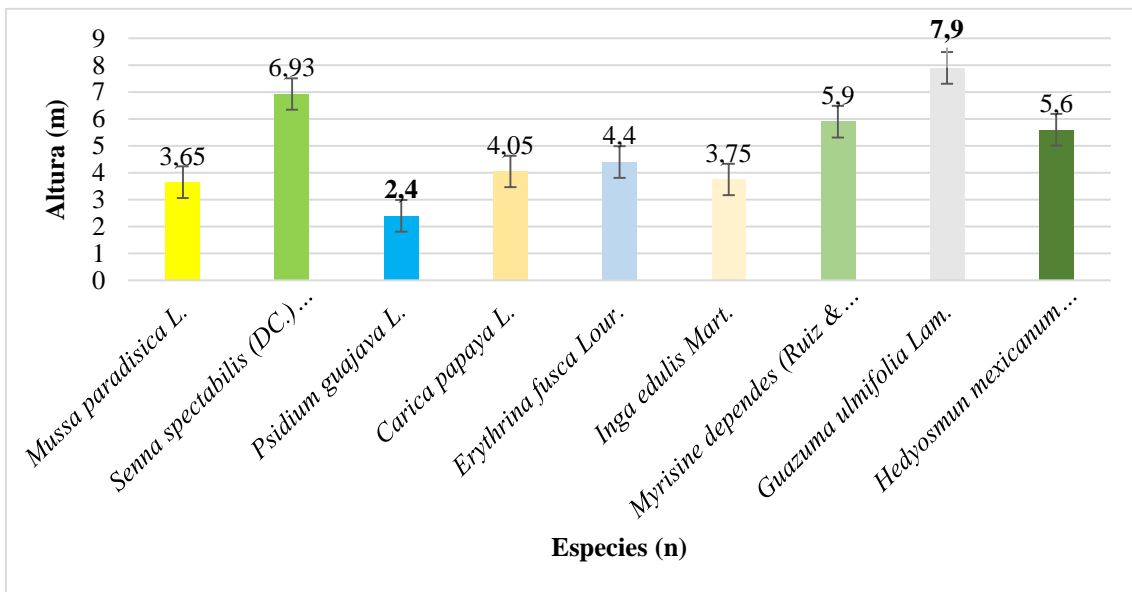


Figura 3. Altura de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Guácimo del cantón Puyango.

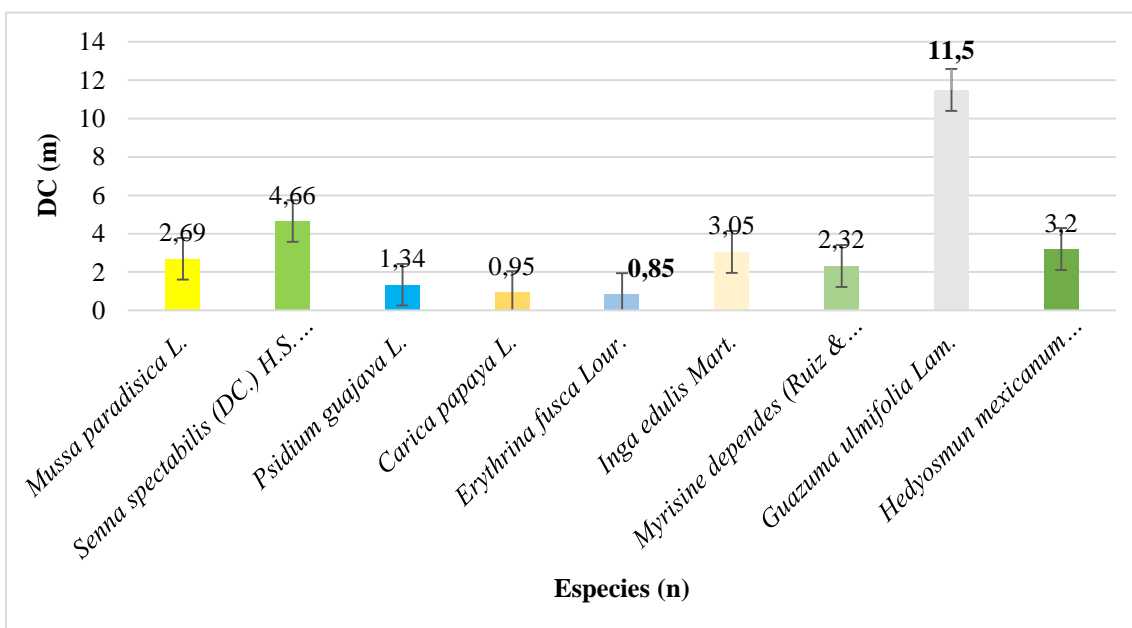


Figura 4. Diámetro de copa de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Guácimo del cantón Puyango.

En cuanto a la variación de altura de las especies, la que presento mayor variación fue *Carica papaya* L con un 25,93 % mientras que la menor variación fue para *Psidium guajava* L con 4,17 %; las especies con mayor variación del diámetro de copa fueron para *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby con un 26,85 % y la de menor variación para *Psidium guajava* L con un 8,21 % (Cuadro 3).

Cuadro 3. Coeficiente de variación de altura y diámetro de la copa de las especies en el sistema agroforestal del sitio el Guácimo del cantón Puyango.

N°	Nombre común	Nombre científico	Altura		Diámetro de copa	
			m	C.V %	m	C.V %
1	Guineo	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,65	20,43	2,69	25,52
2	Vainillo	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby.	6,93	18,32	4,66	26,85
3	Guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.	2,4	4,17	1,34	8,21
4	Papayo	<i>Carica papaya</i> L.	4,05	25,93	0,95	5,26
5	Porotillo	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	4,4	15,91	0,85	11,18
6	Guabo	<i>Inga edulis</i> Mart.	3,75	20,00	3,05	14,75
7	Maco maco	<i>Myrsine dependes</i> (Ruiz & Pav)	5,9	18,64	2,32	16,38
8	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	7,9	0,00	11,5	0,00
9	Manguillo	<i>Hedyosmun mexicanum</i> Cordem.	5,6	0,00	3,2	0,00

4.1.1.3 Frecuencia relativa densidad relativa e índice de valor de importancia simplificado (IVIs): Las especies con mayor frecuencia relativa fueron para *Mussa paradisica* L y *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby con un 23,20 % cada una, mientras que las demás obtuvieron 7,66 % cada una. En lo referente a la densidad relativa, las especies que tuvieron un mayor porcentaje fueron *Mussa paradisica* L y *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby 73,91 y 8.70 % respectivamente, las demás especies ocuparon porcentajes de 2,90 y 1,45 %.

El IVIs encontrado en este sitio determinó la importancia de las especies, siendo la de mayor importancia *Mussa paradisica* L con 97,1 seguido de *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby con un 31,9 las cuales representan el 48,55 y 15,95 % respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Índice de valor de importancia simplificado de las especies del sistema agroforestal en el sitio el Guácimo del cantón Puyango.

N°	Nombre común	Nombre científico	Frecuencia relativa %	Densidad relativa %	IVIs	%
1	Guineo	<i>Mussa paradisica</i> L.	23,20	73,91	97,1	48,55
2	Vainillo	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby.	23,20	8,70	31,9	15,95
3	Guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.	7,66	2,90	10,6	5,3
4	Papayo	<i>Carica papaya</i> L.	7,66	2,90	10,6	5,3
5	Porotillo	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	7,66	2,90	10,6	5,3
6	Guabo	<i>Inga edulis</i> Mart.	7,66	2,90	10,6	5,3
7	Maco maco	<i>Myrsine dependes</i> (Ruiz & Pav)	7,66	2,90	10,6	5,3
8	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	7,66	1,45	9,1	4,55
9	Manguillo	<i>Hedyosmun</i> <i>mexicanum</i> Cordem.	7,66	1,45	9,1	4,55
Total			100	100	200	100

4.1.1.4 Edad del cultivo, cultivares y manejo: El cultivo al momento de realizar la investigación tuvo una edad de 4 años. Los cultivares del sitio fueron: Sarchimor, Acawa y Castillo. En cuanto al manejo del cultivo, el productor realiza la fertilización con gallinaza en la época de lluvias de una a dos veces al año al principio y/o al final de la época. Así también, realizan riego por aspersión en la época seca al inicio y durante la floración del cultivo principalmente en los meses de septiembre y octubre. En este sitio no realizan podas al cultivo, pero si a las plantas de sombra en los meses de enero principalmente. Todas las labores culturales lo realizan manualmente.

4.1.2 Sitio Loma Oscura de El Arenal.

4.1.2.1 Especies arbóreas, arbustivas y herbáceas presentes: Las especies arbóreas y arbustivas encontradas en el sistema agroforestal fueron 7 pertenecientes a 6 familias (Cuadro 5), de las cuales las más representativas fueron las herbáceas que corresponden a *Musa paradisiaca* L con aproximadamente 500 plantas ha⁻¹ seguido de las arbóreas como; *Inga edulis* Mart con 158 plantas ha⁻¹ y *Erythrina fusca* Lour con 42 plantas ha⁻¹; mientras que *Psidium guajava* L, *Citrus sinensis* Osbeck, *Carica papaya* L, se registró en promedio de 17 plantas ha⁻¹ y por ultimo *Mangifera indica* L con 8 plantas ha⁻¹.

Cuadro 5. Especies arbóreas y arbustivas del sistema agroforestal en el sitio Loma Oscura parroquia El Arenal, del cantón Puyango.

N°	Nombre común	Familia	Nombre científico	ni	Plantas/ha
1	Guineo	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	60	500
2	Guabo	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	19	158
3	Porotillo	Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i> Lour	5	42
4	Guayabo	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	2	17
5	Naranja	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck.	2	17
6	Papayo	Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	2	17
7	Mango	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	1	8
Total				91	

*ni= Número de individuos (en las tres parcelas del sitio).

4.1.2.2 Altura y diámetro de la copa: El mayor promedio de altura de las especies que se registró dentro del sistema agroforestal fue la especie de *Psidium guajava* L con un promedio de 8,55 m mientras que la especie con menor altura corresponde a *Musa paradisiaca* L con 3,15 m (Figura 5); el mayor diámetro de copa se evidencio en la especie *Mangifera indica* L con un promedio de 6,1 m mientras que el menor diámetro de copa se registró en *Citrus sinensis* Osbeck con un promedio de 1,65 m (Figura 6).

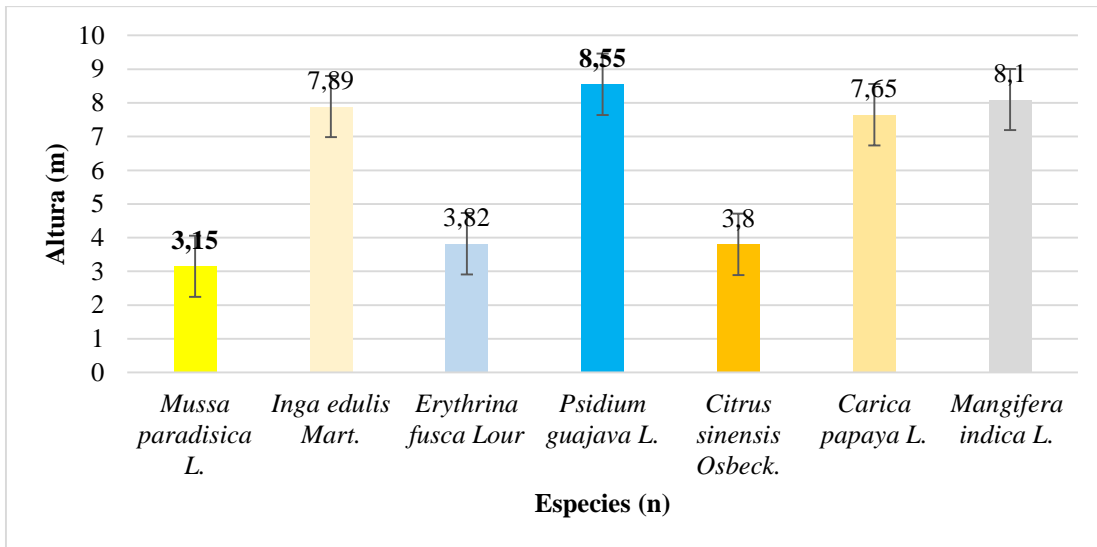


Figura 5. Altura de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Loma Oscura del cantón Puyango.

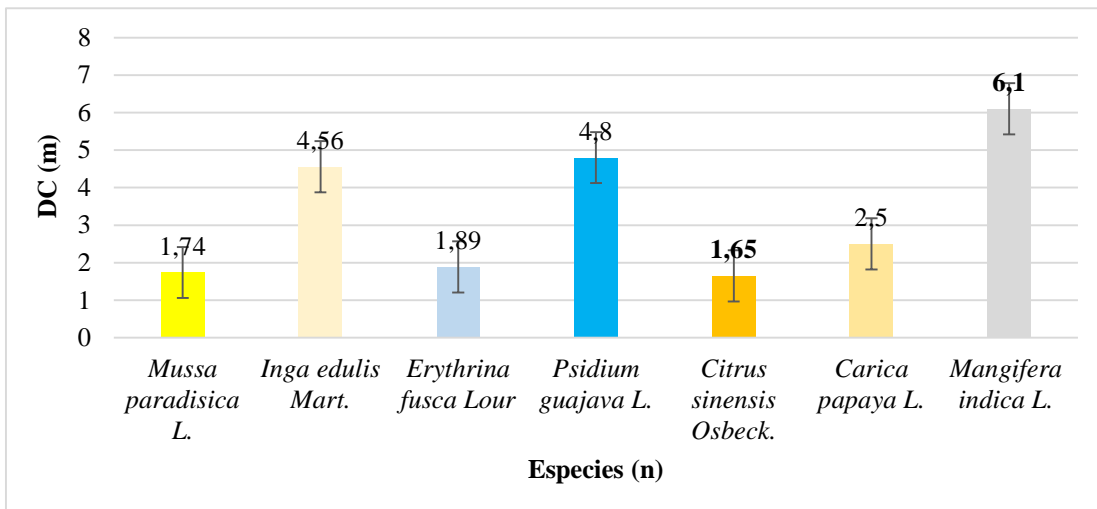


Figura 6. Diámetro de copa de las especies arbóreas y arbustivas del sitio Loma Oscura del cantón Puyango.

En el Cuadro 6, la mayor variación de altura de las especies fue para *Erythrina fusca* Lour con un 54,97 %; mientras que la menor se presentó en la especie de *Carica papaya* L con un 5,88 %; en lo que respecta al grado de variación de copa, donde hubo una mayor variación fue en la especie de *Erythrina fusca* Lour con el 87,83 % y la menor variación se registró en *Psidium guajava* L con el 16,67 % respectivamente.

Cuadro 6. Coeficiente de variación de altura y diámetro de la copa de las especies del sistema agroforestal en el sitio Loma Oscura del cantón Puyango.

N°	Nombre común	Nombre científico	Altura		Diámetro de copa	
			m	C.V %	m	C.V %
1	Guineo	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,15	20,32	1,74	24,71
2	Guabo	<i>Inga edulis</i> Mart.	7,89	39,54	4,56	45,18
3	Porotillo	<i>Erythrina fusca</i> Lour	3,82	54,97	1,89	87,83
4	Guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.	8,55	6,43	4,8	16,67
5	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck.	3,8	15,79	1,65	21,82
6	Papayo	<i>Carica papaya</i> L.	7,65	5,88	2,5	20,00
7	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	8,1	0,00	6,1	0,00

4.1.2.3 Frecuencia relativa densidad relativa e índice de valor de importancia simplificado (IVIs): Las especies con mayor frecuencia relativa fueron para *Mussa paradisiaca* L e *Inga edulis* Mart con un 25 % cada una, mientras que las demás obtuvieron porcentajes de 16,66 y 8,33 % cada una. En lo referente a la densidad relativa, las especies que tuvieron un mayor porcentaje fueron: *Mussa paradisiaca* L e *Inga edulis* Mart con 65,93 y 20,88 % respectivamente, las demás especies ocuparon porcentajes de 5,49: 2,20 y 1,10%.

El IVIs encontrado en este sitio determinó la importancia de las especies, siendo la de mayor importancia *Mussa paradisiaca* L con 90,93 seguido de *Inga edulis* Mart con un 45,88 lo que representa el 45,46 y 22,94 % (Cuadro 7).

Cuadro 7. Índice de valor de importancia simplificado de las especies del sistema agroforestal en el sitio Loma Oscura del cantón Puyango.

N°	Nombre común	Nombre científico	Frecuencia relativa %	Densidad relativa %	IVIs	%
1	Guineo	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	25	65,93	90,93	45,46
2	Guabo	<i>Inga edulis</i> Mart.	25	20,88	45,88	22,94
3	Porotillo	<i>Erythrina fusca</i> Lour	16,66	5,49	22,15	11,07
4	Guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.	8,33	2,20	10,53	5,26
5	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck.	8,33	2,20	10,53	5,26
6	Papayo	<i>Carica papaya</i> L.	8,33	2,20	10,53	5,26

7	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	8,33	1,10	9,43	4,71
Total			100	100	200	100

4.1.2.4 Edad del cultivo, cultivares y manejo: El cultivo durante la etapa de estudio tuvo una edad de 7 años. Los cultivares del sitio fueron: Sarchimor y Castillo. En cuanto al manejo del cultivo, el productor realiza la fertilización con abonos orgánico de una a dos veces al año al principio y/o al final de la época. También realizan riego por aspersión principalmente en los meses de octubre y noviembre para estimular la floración. En este sitio no realizan podas al cultivo ni tampoco a los árboles, las labores de limpieza, deshierbas y cosecha la realizan manualmente.

4.1.3 Sitio San José de Mercadillo.

4.1.3.1 Especies arbóreas, arbustivas y herbáceas presentes: Las especies con mayor número por área fue las herbáceas, que corresponde a *Musa paradisiaca* L con aproximadamente 541 plantas ha⁻¹; mientras que entre las especies arbóreas se encontraron en un número de tres que corresponden a *Inga edulis* Mart; *Psidium guajava* L y *Citrus sinensis* Osbeck con 17, 17 y 8 plantas ha⁻¹ respectivamente (Cuadro 8).

Cuadro 8. Especies arbóreas y arbustivas del sistema agroforestal en el sitio San José de Mercadillo del cantón Puyango.

Nº	Nombre común	Familia	Nombre científico	ni	Plantas/ha
1	Guineo	Musaceae	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	65	541
2	Guabo	Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	2	17
3	Guayabo	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	2	17
4	Naranja	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck.	2	8
Total				71	583

*ni= Número de individuos (en las tres parcelas del sitio).

4.1.3.2 Altura y diámetro de la copa: La mayor altura de las especies que se registró dentro del sistema agroforestal fue *Psidium guajava* L con un promedio de 6,85 m y un diámetro de copa de 5,75 m; mientras que la menor altura se dio en la especie de *Mussa paradisiaca* L con un promedio de 2,54 m y un diámetro de copa de 1,87 m (Figura 7) (Figura 8).

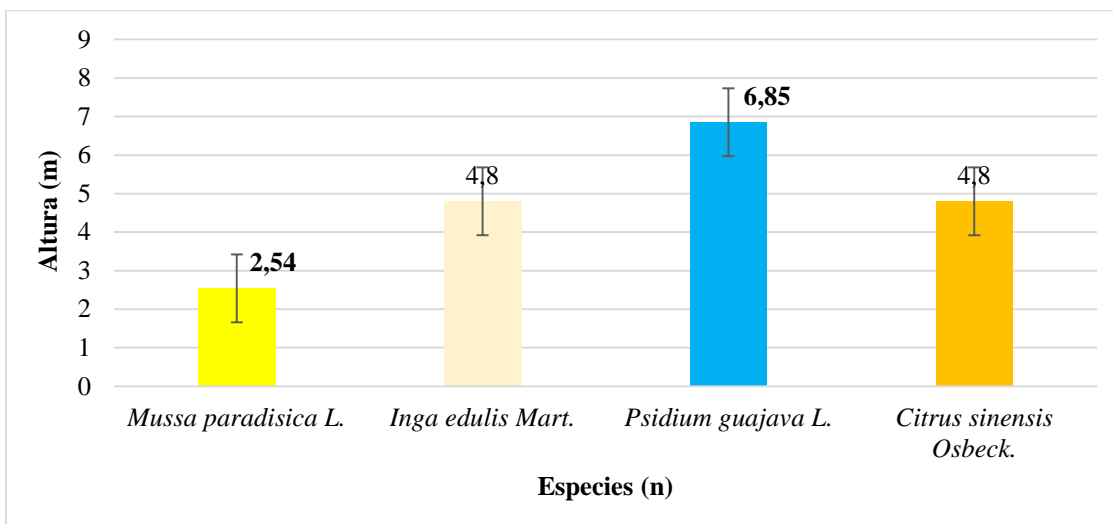


Figura 7. Altura de las especies arbóreas y arbustivas del sitio San José de Mercadillo del cantón Puyango.

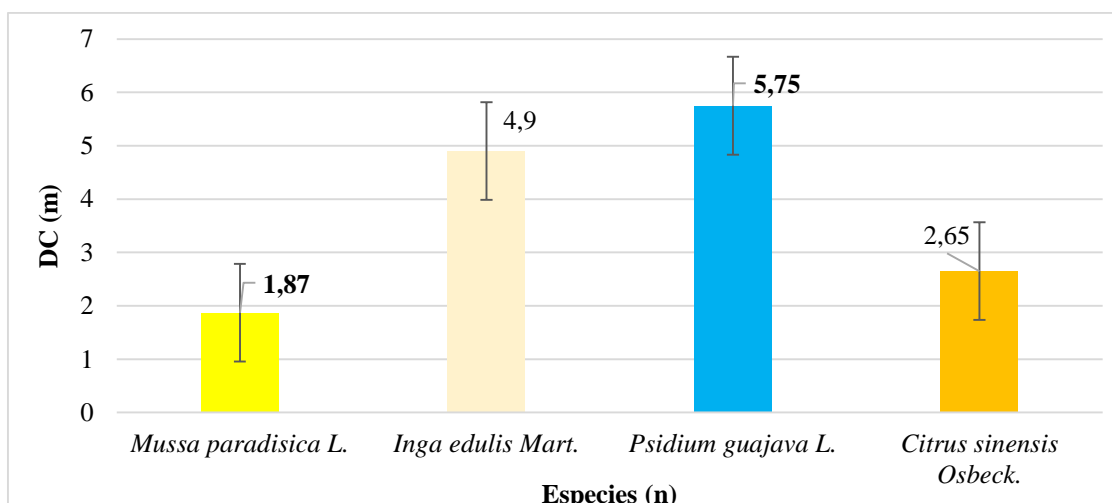


Figura 8. Diámetro de copa de las especies arbóreas y arbustivas del sitio San José de Mercadillo del cantón Puyango.

En lo que respecta al grado de variación de altura de las especies, la mayor variación se registró en la especie *Musa paradisiaca L* con un 31,89 %, mientras que el menor grado de variación se encontró en *Citrus sinensis Osbeck* con un 4,17 %. En cuanto al grado de variación del diámetro de copa, donde hubo mayor variación fue en la especie *Inga edulis Mart* con un 30,61 % y el menor grado se evidencio en la especie *Citrus sinensis Osbeck* con un 9,43 % (Cuadro 9).

Cuadro 9. Coeficiente de variación de altura y diámetro de la copa de las especies del sistema agroforestal en el sitio San José de Mercadillo del cantón Puyango.

N°	Nombre común	Nombre científico	Altura		Diámetro de copa	
			m	C.V %	m	C.V %
1	Guineo	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,54	31,89	1,87	28,34
2	Guabo	<i>Inga edulis</i> Mart.	4,8	31,25	4,9	30,61
3	Guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.	6,85	10,95	5,75	13,04
4	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck.	4,8	4,17	2,65	9,43

4.1.4.3 Frecuencia relativa densidad relativa e índice de valor de importancia simplificado (IVIs): La especie con mayor frecuencia y densidad relativa fue *Mussa paradisica* L con 33,22 y 91,55 %, mientras que para las especies de *Inga edulis* Mart, *Psidium guajava* L y *Citrus sinensis* Osbeck fueron de 22,26 y 2,82 % respectivamente (Cuadro 10).

El IVIs determinó la importancia de las especies dentro del sistema agroforestal, se obtuvo de la suma de frecuencia relativa más la densidad relativa, mismas que se ordenaron de mayor a menor siendo; *Mussa paradisica* L la de mayor importancia con un 124,77 lo que representa el 62,38%.

Cuadro 10. Índice de valor de importancia simplificado de las especies del sistema agroforestal en el sitio San José de Mercadillo del cantón Puyango.

N°	Nombre común	Nombre científico	Frecuencia relativa %	Densidad relativa %	IVIs	%
1	Guineo	<i>Mussa paradisica</i> L.	33,22	91,55	124,77	62,38
2	Guabo	<i>Inga edulis</i> Mart.	22,26	2,82	25,08	12,54
3	Guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.	22,26	2,82	25,08	12,54
4	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck.	22,26	2,82	25,08	12,54
Total			100	100	200	100

4.1.1.4 Edad del cultivo, cultivares y manejo: La plantación de cafeto al momento del estudio tuvo una edad de tres años. Los cultivares existentes fueron: Sarchimor y Acawa. La fertilización la realizan con fertilizantes completos y urea al inicio de la época de lluvias (noviembre-diciembre) y en marzo-abril. El riego lo aplican en época seca en el mes de agosto, septiembre y octubre mediante mangueras y por goteo, la propiedad cuenta con un reservorio de almacenamiento de agua. Por otro lado realizan podas sanitarias después de la cosecha y podan los árboles de sombra cada año; sin embargo en estas prácticas no consideran la regulación de la luz.

4.2 Evaluación de las condiciones del microclima que se producen en los sistemas agroforestales en relación al caféto (*Coffea arabica* L.)

4.2.1 Sitio Guácimo.

4.2.1.1 Sombra: El porcentaje de sombra tuvo variación mínima entre las parcelas uno y dos siendo estas de 56,32 y 56,56 % mientras que en la parcela tres el porcentaje fue un poco mayor en comparación con las dos anteriores siendo esta de 59,15 % (Figura 9), obteniendo una media general de las tres parcelas para determinar el porcentaje de sombra de la finca total lo cual fue del 57,34 %.

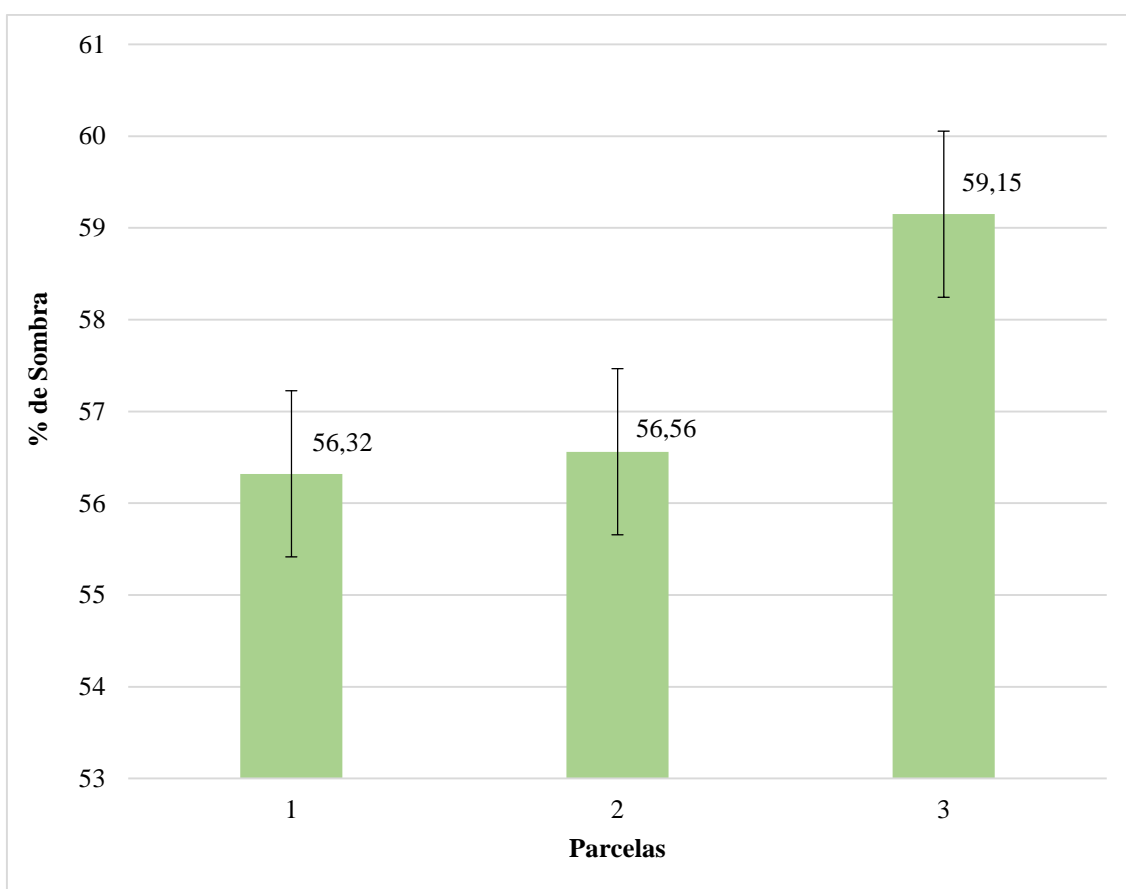


Figura 9. Medias del porcentaje de sombra de las tres parcelas muestreadas en el sitio Guácimo.

4.2.1.2 Temperatura.

a. Temperatura interna y externa del SAFs: La temperatura del aire en el sitio de estudio fue de 24,8 a 31,61 °C a nivel interno del SAFs, con una media de 27,41 °C, mientras que a nivel externo la temperatura fue de 24,96 a 32,02 °C con una media de 27,98 °C, durante el periodo de evaluación (Figura 10) (Anexo 10).

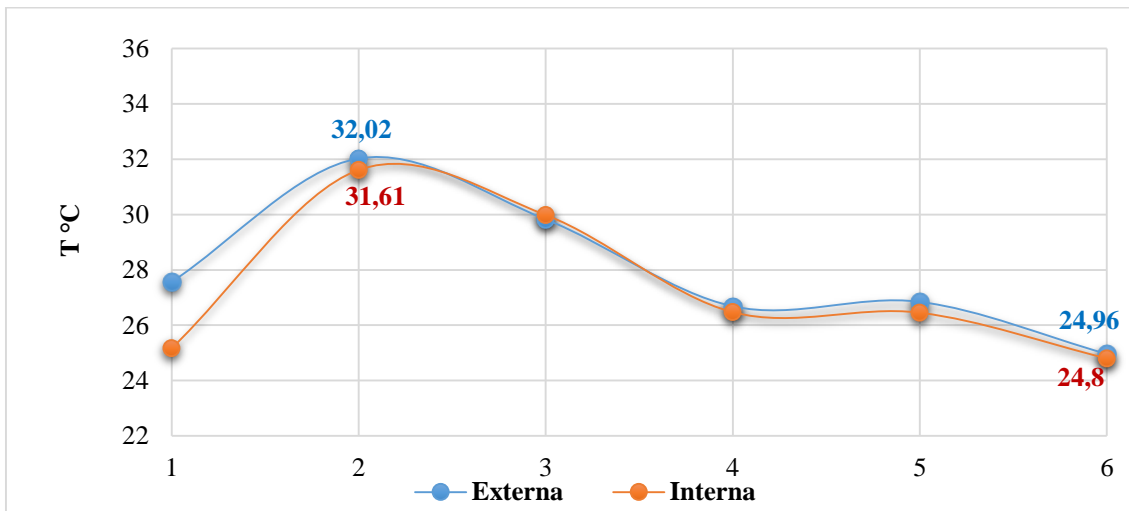


Figura 10. Medias de temperatura perteneciente las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo.

b. Diferencias de temperatura: Entre la temperatura externa e interna se presentó una diferencia en las tres parcelas durante las seis fechas evaluadas, obteniéndose valores de -0,79; 0,44 y -0,33 °C, con una media general de las tres parcelas que fue de -0,23 °C lo que indica que dentro del SAFs la temperatura fue levemente menor (Figura 11).

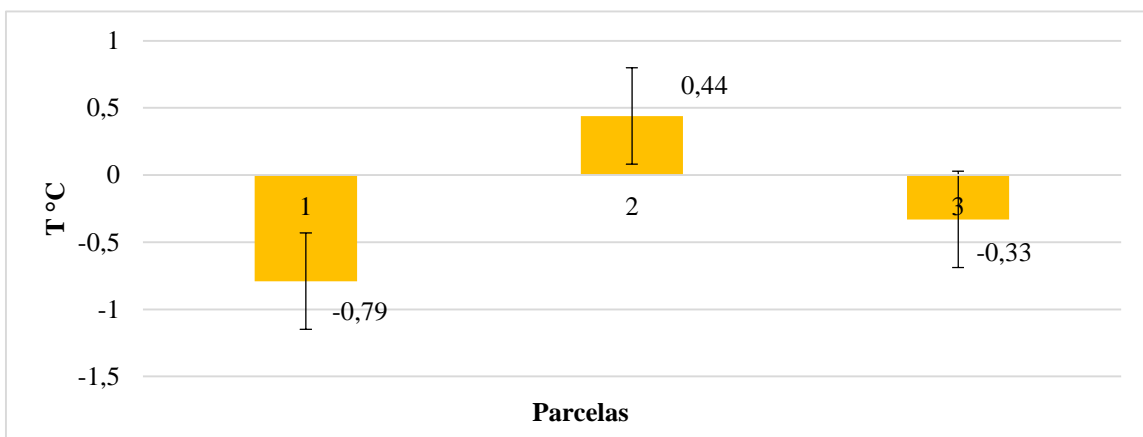


Figura 11. Medias de diferencia temperatura perteneciente a las tres parcelas durante las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo.

4.2.1.3 Humedad relativa.

a. Humedad relativa interna y externa del SAFs: La humedad relativa durante las seis fechas de evaluación se registró en un rango de 39,79 a 83,32 % a nivel interno SAFs, mientras que a nivel externo del SAFs fue de 42,11 a 81,58 % (Figura 12), alcanzando una media general de 64,42 % a nivel interno del SAFs y de 62,31 % fuera del SAFs (Anexo 11).

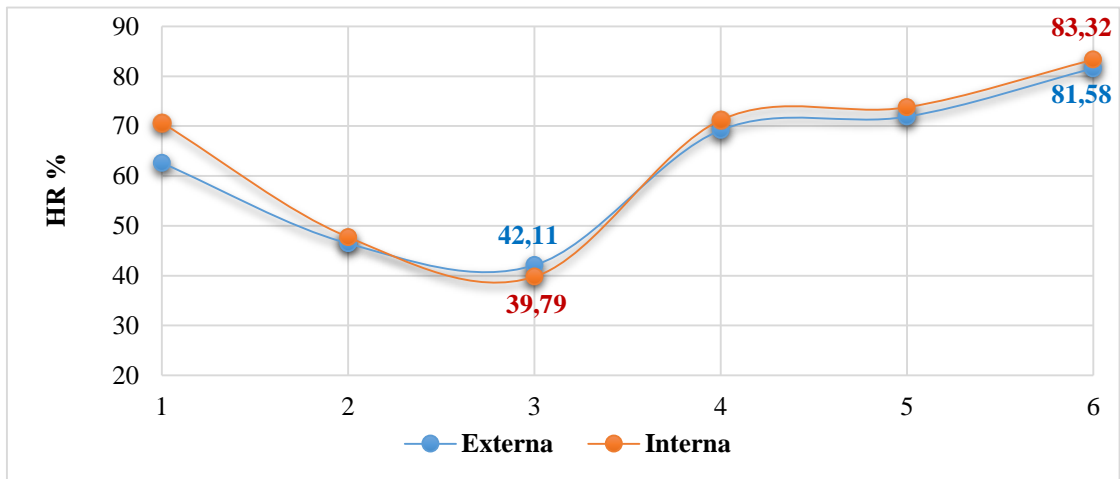


Figura 12. Medias de humedad relativa perteneciente las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo.

b. Diferencias de la humedad relativa: La diferencia del porcentaje de humedad relativa en la parcela uno fue un poco mayor 3,8 % en comparación con la parcela dos y tres que fue de 1,19 % y 1,32 %, se obtuvo una media general de las tres parcelas que fue de 2,10 % lo que indica que dentro del SAFs la humedad relativa fue un poco mayor (Figura 13).

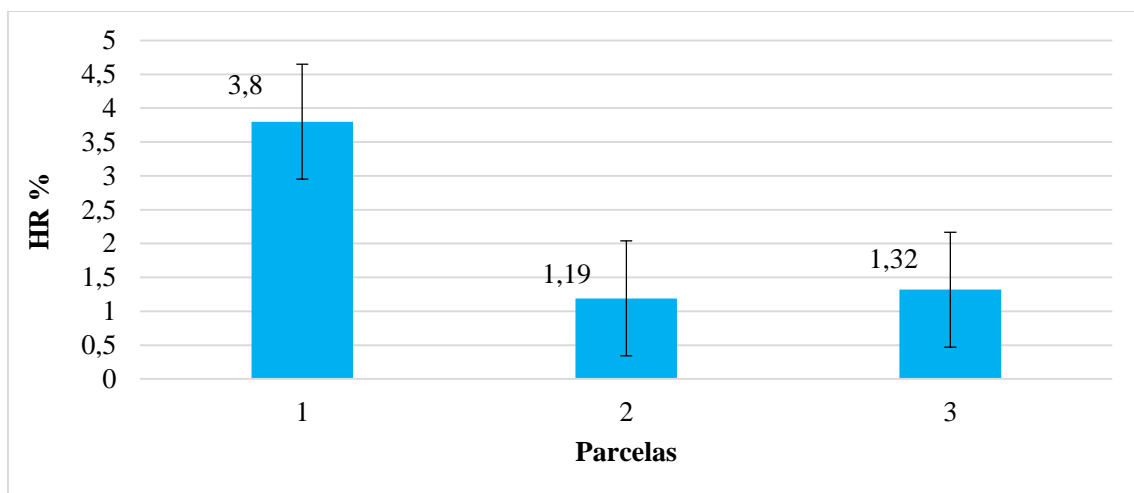


Figura 13. Medias de diferencia de humedad relativa perteneciente a las tres parcelas, durante las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo.

4.2.1.4 Velocidad del viento.

a. **Velocidad del viento dentro y fuera del SAFs:** La velocidad del viento en el sitio de estudio tuvo variación en las seis fechas de evaluación fluctuando de 0,05 a 0,63 m s⁻¹ a nivel interno del SAFs, mientras que a nivel externo del SAFs fue de 0,19 a 2,07 m s⁻¹ (Figura 14) (Anexo 12).

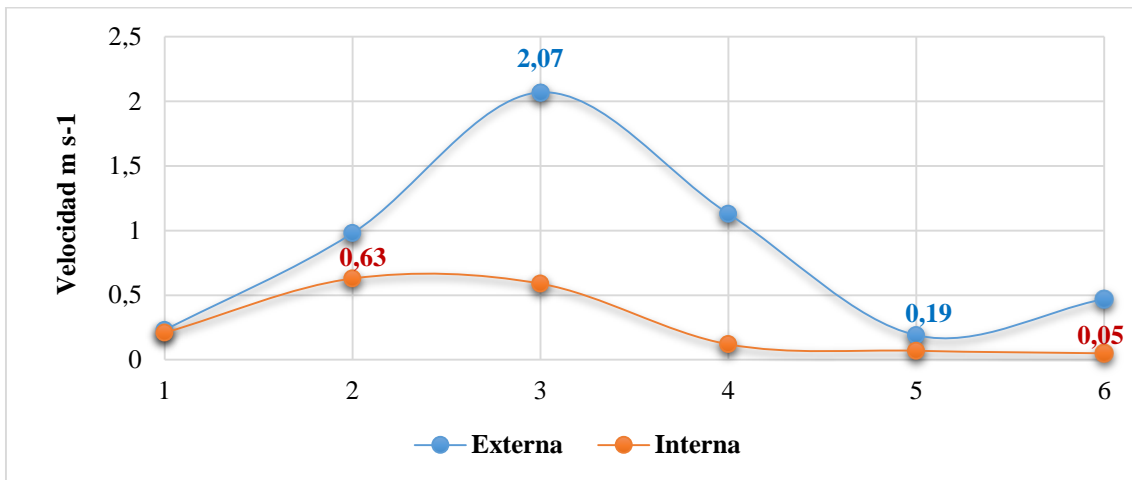


Figura 14. Medias de la velocidad del viento perteneciente a las seis vistas de evaluación en el sitio Guácimo.

b. **Diferencia de la velocidad del viento:** La diferencia de la velocidad del viento entre el medio interno y externo, se observó de -0,29, -0,8 y -0,65 m s⁻¹, correspondiente a las tres parcelas, durante las seis fechas de evaluación (Figura 15), con una media general de las tres parcelas de -0,58 m s⁻¹ lo que indica que la velocidad del viento fue menor dentro del SAFs.

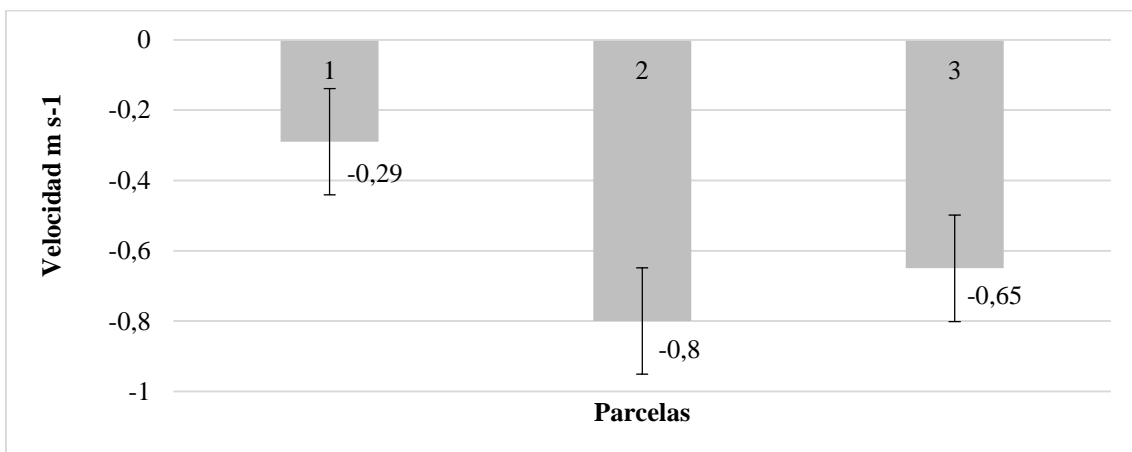


Figura 15. Medias de diferencia de la velocidad del viento correspondiente a las tres parcelas, durante las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo.

4.2.2 Sitio Loma Oscura de El Arenal.

4.2.2.1 Sombra: Durante las seis visitas de evaluación el porcentaje de sombra en la primera y tercera parcela fue de 58,57 y 59,68 % respectivamente; mientras que en la segunda parcela fue de 67,68 % un poco mayor con respecto a las anteriores debido a la mayor cantidad de vegetación presente en ese lugar (Figura 16), obteniéndose a su vez una media general de las tres parcelas de 61,98 % de sombra.

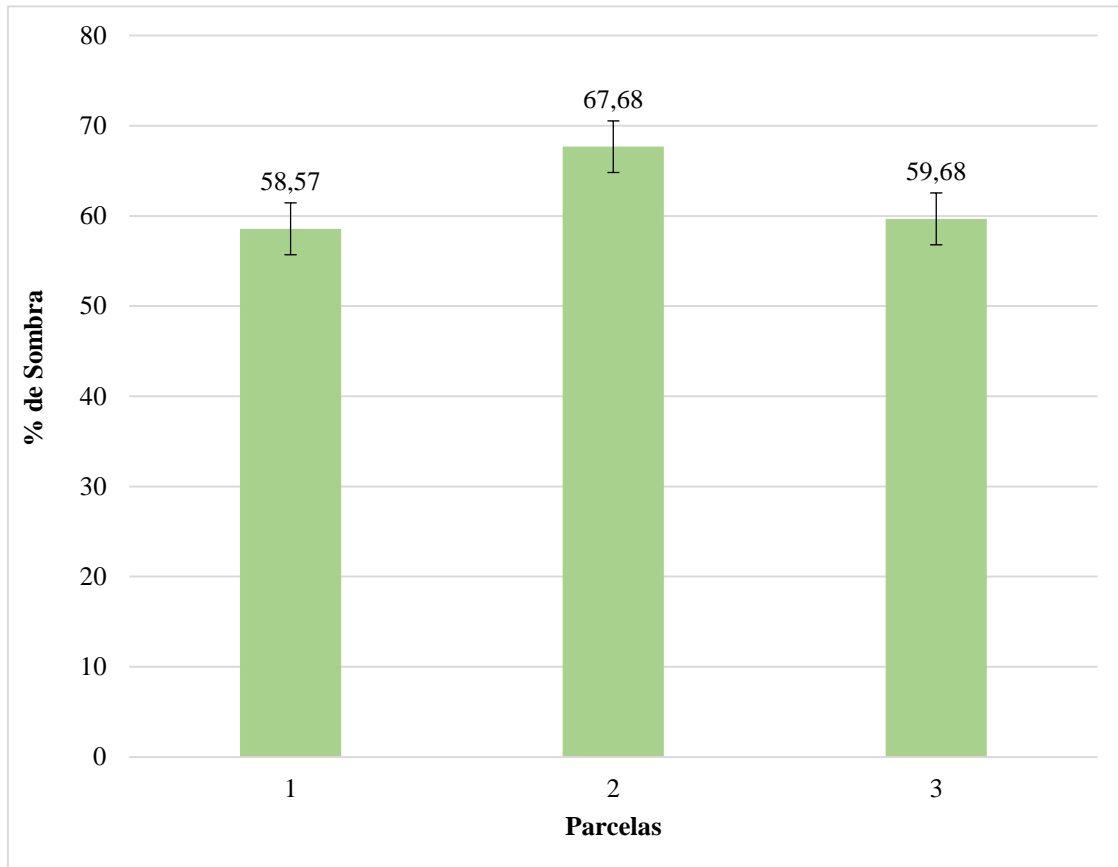


Figura 16. Medias del porcentaje de sombra de las parcelas muestreadas en el sitio Loma Oscura de El Arenal.

4.2.2.2 Temperatura.

a. **Temperatura dentro y fuera del SAFs:** La temperatura del aire en el sitio de estudio se ubicó en un rango de 21,45 a 27,04 °C a nivel interno del SAFs con una media de 23,72 °C, mientras que a nivel externo la temperatura fue de 21,04 a 29,52 °C, con una media de 25,01 °C (Figura 17) (Anexo 13).

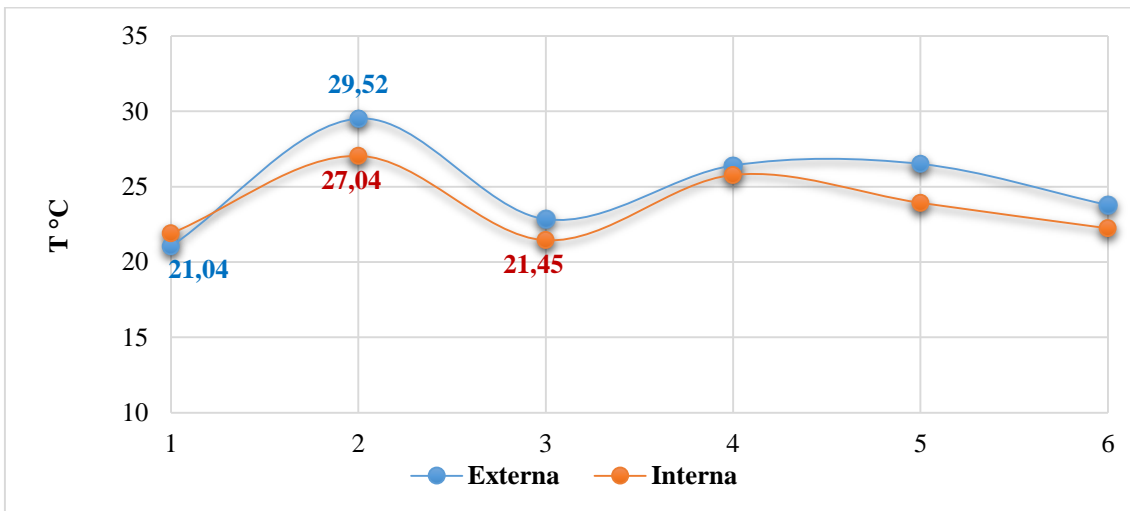


Figura 17. Medias de temperatura perteneciente las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo.

b. **Diferencias de temperatura:** Entre la temperatura externa e interna se presentó una diferencia en las tres parcelas durante las seis fechas evaluadas, obteniéndose valores de -1,24; -1,27 y -0,38 °C. Se obtuvo una media general de las tres parcelas que fue de -1,30 °C lo que indica que dentro del SAFs la temperatura fue levemente menor (Figura 18).

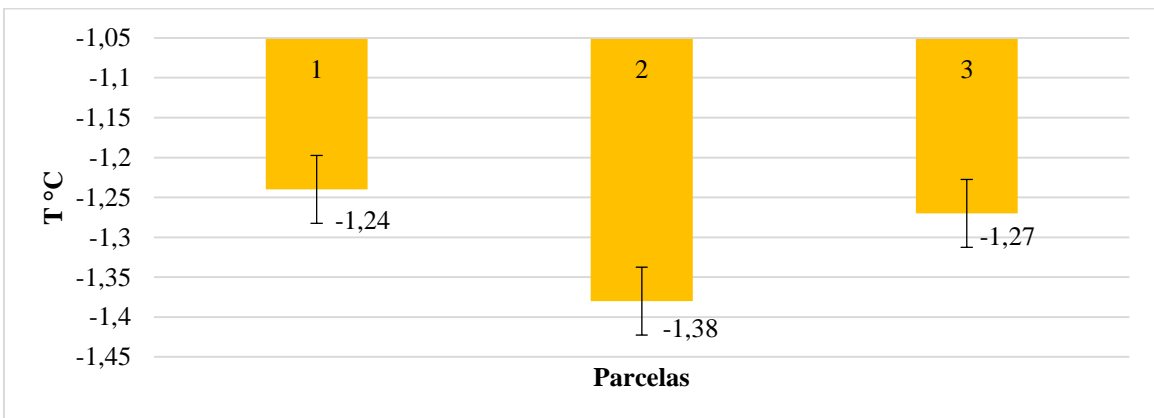


Figura 18. Medias de diferencia de temperatura perteneciente a las tres parcelas, durante las seis visitas de evaluación en el sitio Guácimo.

4.2.2.3 Humedad relativa.

a. **Humedad relativa interna y externa del SAFs:** La humedad relativa en el periodo de evaluación se ubicó en un rango de 62,06 a 84,98 % a nivel interno SAFs, mientras que a nivel externo del SAFs fue de 53,3 a 86,28 % (Figura 19) (Anexo 14), alcanzando una media general de 75,60 % a nivel interno del SAFs y de 71,70 % fuera del SAFs.

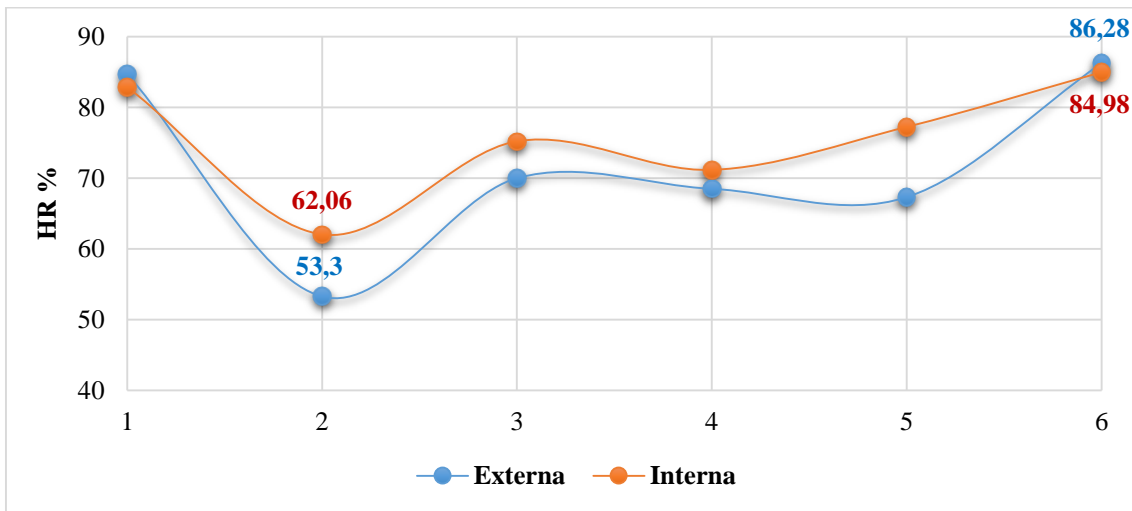


Figura 19. Medias de humedad relativa perteneciente las seis visitas de evaluación en el sitio Loma Oscura.

b. **Diferencias de la humedad relativa:** La diferencia del porcentaje de humedad relativa, en la parcela uno fue mayor 5,41 % en comparación con la parcela dos y tres que fue de 3,24 % y 3,01% respectivamente (Figura 20), se obtuvo una media general de 4,59 % lo que indica que dentro del SAFs la humedad relativa fue un poco mayor.

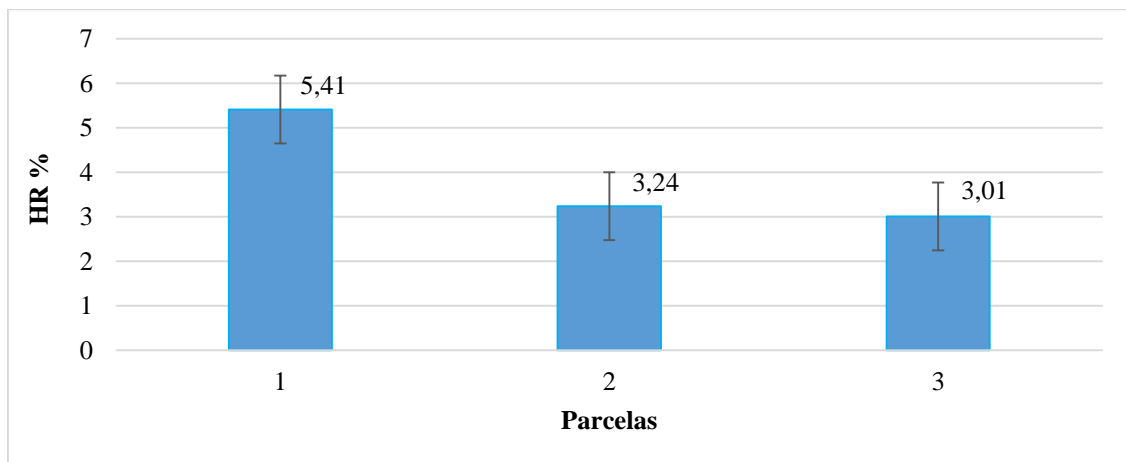


Figura 20. Medias de diferencia de humedad relativa perteneciente a las tres parcelas, durante las seis visitas de evaluación en el sitio Loma Oscura.

4.2.2.3 Velocidad del viento.

a. **Velocidad del viento dentro y fuera del SAFs:** La velocidad del viento en el sitio de estudio, tuvo variación en las seis fechas de evaluación fluctuando de 0,01 a 0,11 m s⁻¹ a nivel interno del SAFs, mientras que a nivel externo del SAFs fue de 0,03 a 0,54 m s⁻¹ (Figura 21) (Anexo 15).

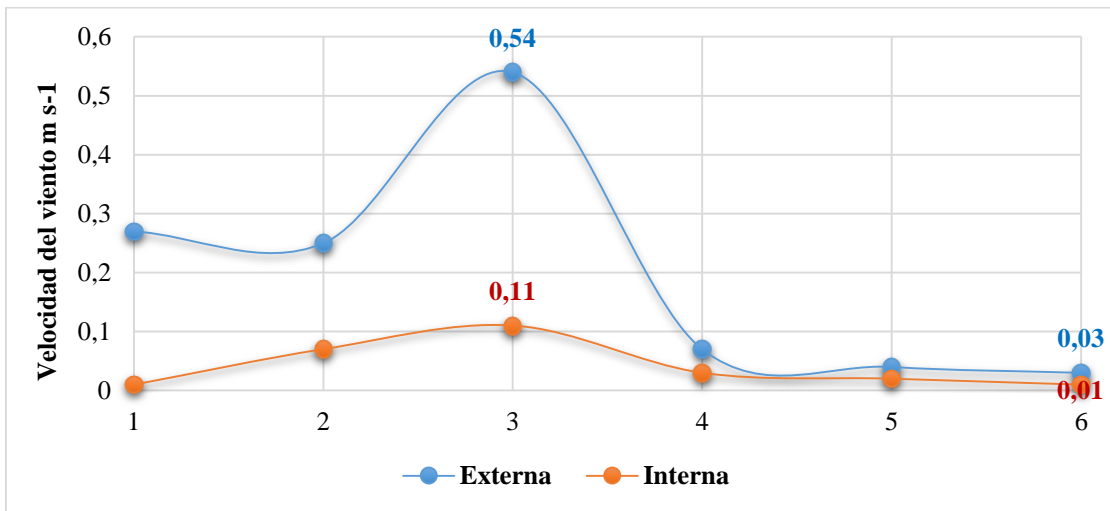


Figura 21. Medias de velocidad del viento perteneciente las seis visitas de evaluación en el sitio Loma Oscura.

b. **Diferencia de la velocidad del viento:** La diferencia de la velocidad del viento entre el medio interno y externo, se observó de -0,26, -0,18 y -0,06 m s⁻¹, correspondiente a las tres parcelas, durante las seis fechas de evaluación (Figura 22). Con una media general de -0,16 m s⁻¹, lo que indica que la velocidad del viento fue menor dentro del SAFs.

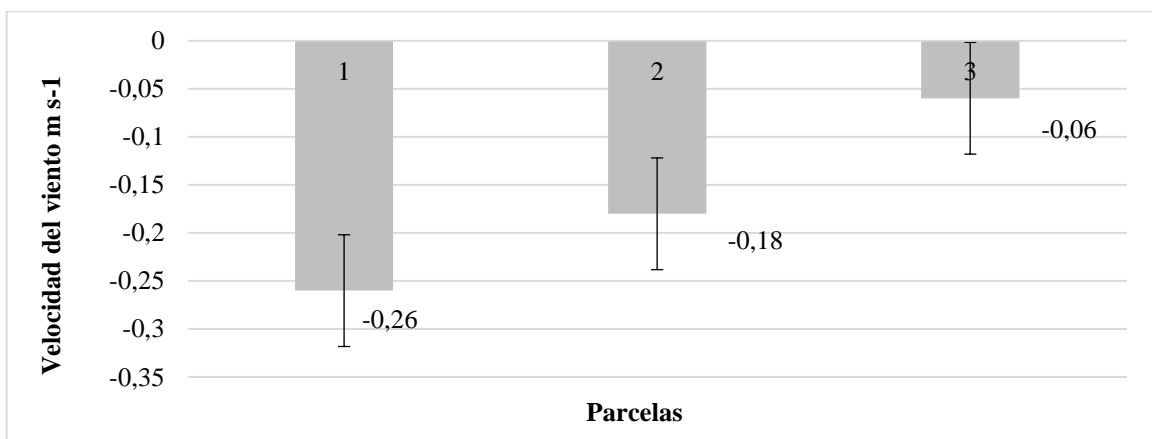


Figura 22. Medias de diferencia de la velocidad del viento perteneciente a las tres parcelas, durante las seis visitas de evaluación en el sitio Loma Oscura.

4.2.3 Sitio San José de Mercadillo.

4.2.3.1 Sombra: Durante las seis visitas de evaluación se determinó el porcentaje de sombra en las tres parcelas, en la primera se registró un promedio de 45,15 % de sombra debido a la vegetación arbórea que fue un poco más densa en comparación con la parcela dos y tres lo cual su porcentaje de sombra en promedio fue de 30,92 y 32,81 % (Figura 23), estas últimas presentaron mayor uniformidad en cuanto al porcentaje de sombra ya que en su mayoría estuvieron conformados por cultivo de *Mussa paradisiaca* L. El promedio de sombra de las tres parcelas fue de 36,29 %.

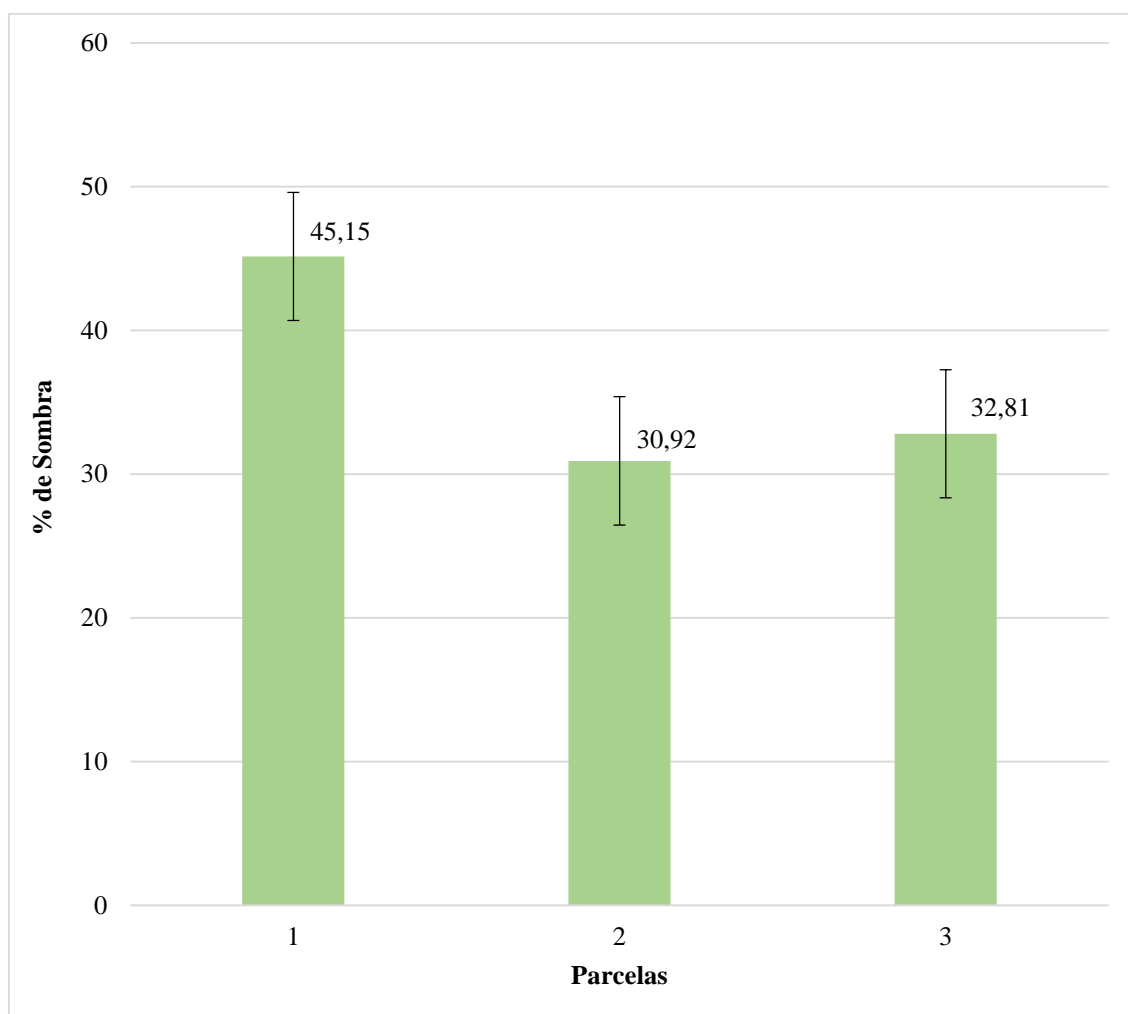


Figura 23. Medias del porcentaje de sombra de las tres parcelas muestreadas en el sitio San José de Mercadillo.

4.2.3.2 Temperatura.

a. **Temperatura interna y externa del SAFs:** La temperatura del aire en el sitio de estudio se ubicó en un rango de 22,25 a 29,87 °C a nivel interno del SAFs, con una media general de 26,74 °C, mientras que a nivel externo la temperatura fue de 23,26 a 31,6 °C con una media general de 27,55 °C (Figura 24) (Anexo 10), durante las seis fechas de evaluación.

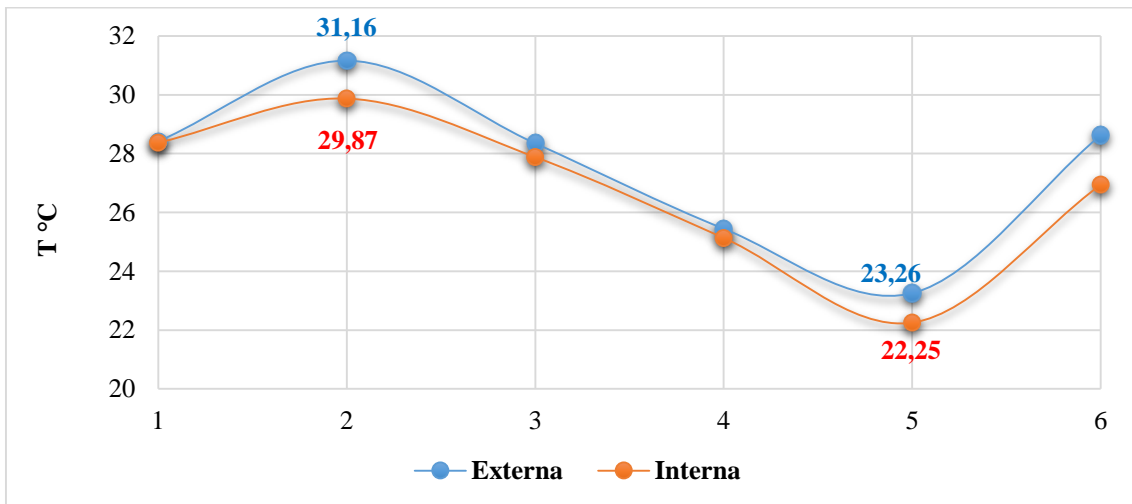


Figura 24. Medias de temperatura tomadas durante las seis visitas de evaluación en el sitio San José de Mercadillo.

b. **Diferencias de temperatura:** Entre la temperatura externa e interna se presentó una diferencia en las tres parcelas durante las seis fechas evaluadas, obteniéndose valores de -0,55; -0,87 y -0,99 °C con una media general de las tres parcelas que fue de -0,80 °C lo que indica que dentro del SAFs la temperatura fue levemente menor (Figura 25).

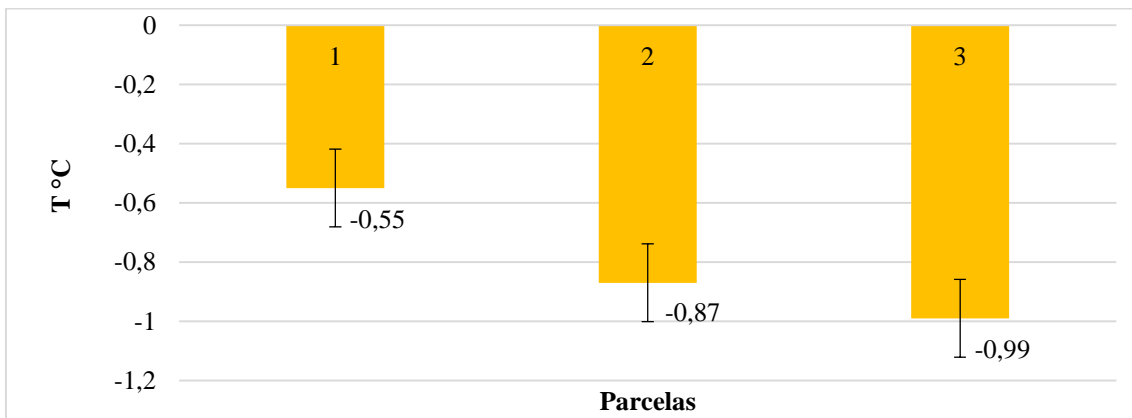


Figura 25. Medias de diferencia de temperatura correspondientes a las tres parcelas durante las seis visitas de evaluación en el sitio San José Mercadillo

4.2.3.3 Humedad relativa.

a. **Humedad relativa interna y externa del SAFs:** La humedad relativa durante las seis fechas de evaluación se ubicó en un rango de 46,14 a 81,57 % a nivel interno SAFs, mientras que a nivel externo del SAFs fue de 44,44 a 78,92 %, (Figura 26) (Anexo 8) alcanzando una media general de 61,52 % dentro del SAFs y de 59,51% fuera del SAFs.

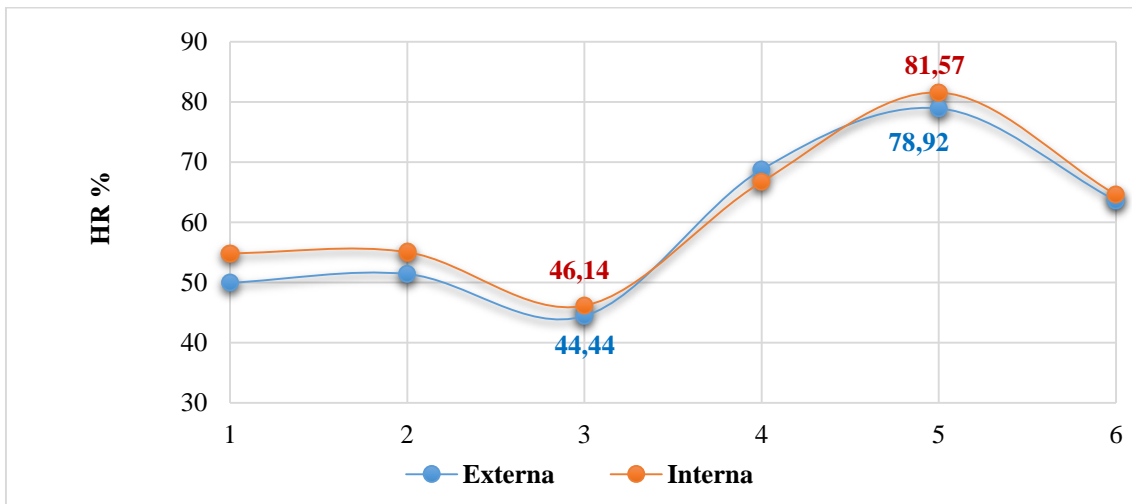


Figura 26. Medias del porcentaje de humedad relativa perteneciente a las seis visitas de evaluación en el sitio San José de Mercadillo.

b. **Diferencias de la humedad relativa:** La diferencia del porcentaje de humedad relativa en la parcela uno y dos fue de 2,16 y 2,67 %, mientras que en la parcela tres se evidencio de 1,06 %. Se obtuvo una media general de las tres parcelas que fue de 1,96 % lo que indica que dentro del SAFs la humedad relativa fue un poco mayor (Figura 27).

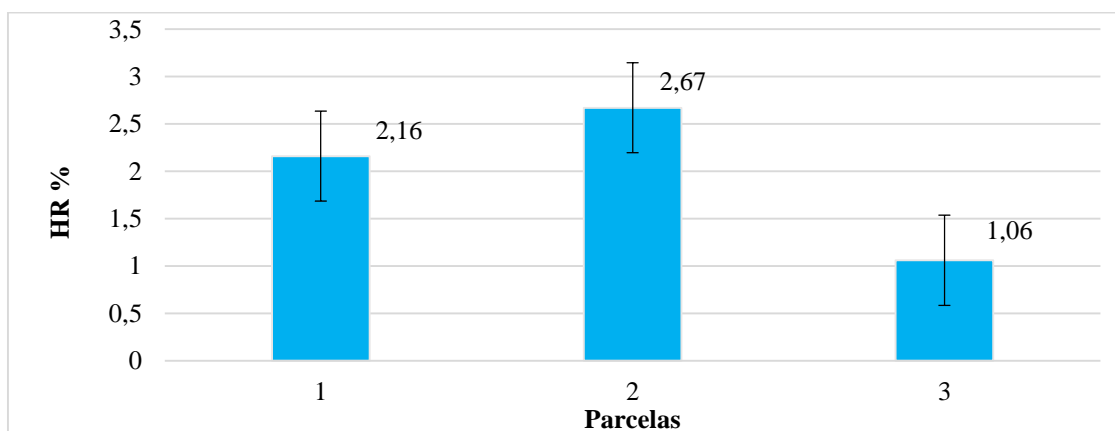


Figura 27. Medias de diferencia de humedad relativa pertenecientes a las tres parcelas durante las seis visitas de evaluación en el sitio San José Mercadillo.

4.2.3.4 Velocidad del viento.

a. **Velocidad del viento interna y externa del SAFs:** La velocidad del viento en el sitio de estudio, tuvo variación en las seis fechas de evaluación fluctuando de 0,01 a 0,52 m s⁻¹ a nivel interno del SAFs; mientras que a nivel externo del SAFs fue de 0,11 a 0,99 m s⁻¹ (Figura 28) (Anexo 9).

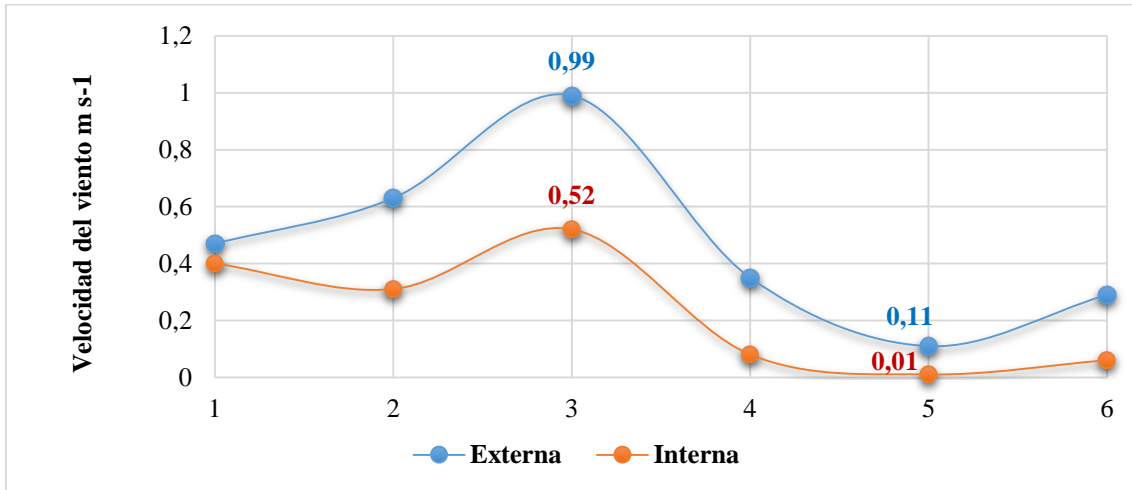


Figura 28. Medias de la velocidad del viento perteneciente las seis visitas de evaluación en el sitio San José de Mercadillo.

b. **Diferencia de la velocidad del viento:** La diferencia de la velocidad del viento entre el medio interno y externo, se observó de -0,33; -0,23 y -0,17 m s⁻¹ correspondiente a las tres parcelas, durante las seis fechas de evaluación (Figura 29), con una media general de -0,24 m s⁻¹ lo que indica que la velocidad del viento fue menor dentro del SAFs.

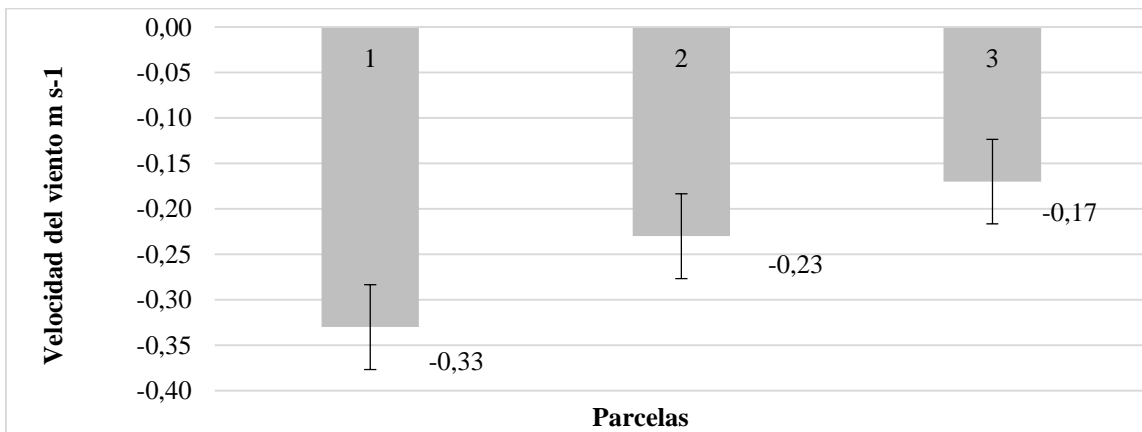


Figura 29. Medias de diferencia de la velocidad del viento pertenecientes a las tres parcelas durante las seis visitas de evaluación en el sitio San José Mercadillo.

4.2.4 Análisis de correlación, entre las variables micro-climáticas de los tres sitios de estudio.

Mediante el análisis de correlación se determinó el grado de asociación entre las variables climáticas (Cuadro 5), se observó una correlación lineal alta y baja negativa, entre humedad relativa y la temperatura siendo el r de $-0,85$; $-0,84$ y $-0,26$, respectivamente para los tres sitios, es decir mientras la temperatura aumenta la humedad relativa baja, también se observó una correlación entre la velocidad del viento y la temperatura con un r de $0,30$ y $0,50$ en los sitios San José de Mercadillo y Guácimo por lo tanto si la velocidad del viento aumenta la temperatura se incrementa levemente, por otro lado en el sitio Loma Oscura se observó correlación lineal baja negativa entre el viento y la humedad relativa con un r de $-0,16$ por lo cual si la velocidad del viento aumenta, la humedad relativa disminuye en menor cantidad, asimismo se obtuvo una correlación lineal media negativa entre el viento y la humedad relativa con un r de $-0,47$ y $-0,56$ en los sitios San José de Mercadillo y Guácimo, si la velocidad del viento aumenta, la humedad relativa disminuye en menor proporción. Y por último en el sitio Loma Oscura se observó una correlación lineal media negativa, entre temperatura y la sombra siendo el r de $-0,26$ es decir mientras la sombra aumenta la temperatura disminuye.

Cuadro 11. Análisis de correlación de las variables climáticas del sitio San José de Mercadillo.

Sitio	Variable 1	Variable 2	C. Pearson	Interpretación de Pearson
San José de Mercadillo	Temperatura	Humedad Relativa	-0,85	Correlación lineal alta (negativa)
	Viento	Temperatura	0,30	Correlación lineal media (positiva)
	Viento	Humedad relativa	-0,47	Correlación lineal media (negativa)
Guácimo	Temperatura	Humedad Relativa	-0,84	Correlación lineal alta (negativa)
	Viento	Temperatura	0,50	Correlación lineal media (positiva)
	Viento	Humedad Relativa	-0,56	Correlación lineal media (negativa)
Loma Oscura de El Arenal	Temperatura	Humedad Relativa	-0,81	Correlación lineal alta (negativa)
	Viento	Humedad Relativa	-0,16	Correlación lineal baja (negativa)
	Sombra	Temperatura	-0,26	Correlación lineal media (negativa)

5. DISCUSIÓN.

5.1 Caracterización de la vegetación arbórea y arbustiva utilizada como sombra en los sistemas agroforestales (SAFs) de cultivo de café (*Coffea arabica* L.)

5.1.1 Especies arbóreas y arbustivas presentes.

Las especies registradas en los tres sitios (piso altitudinal) fueron las siguientes: *Mussa paradisiaca* L; *Inga edulis* Mart. *Psidium guajava* L; *Citrus sinensis* Osbeck; *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby; *Carica papaya* L; *Erythrina fusca* Lour; *Guazuma ulmifolia* Lam; *Hedyosmun mexicanum* Cordem y *Mangifera indica* L siendo las representativas *Mussa paradisiaca* L; *Inga edulis* Mart, *Psidium guajava* L y *Erythrina fusca* Lour, debido a que estuvieron establecidas en mayor cantidad en los tres sitios evaluados y por la importancia que tiene para el productor ya que obtiene ingresos extra.

Al respecto Montagnini (2014), manifiesta que en América Latina, se puede considerar que los sistemas agroforestales con café son de dos grandes tipos: los que se basan principalmente en el asocio del café con árboles de servicio como: *Inga edulis* Mart, *Erythrina fusca* Lour y los que incluyen árboles de producción de madera o de frutas, existiendo los dos tipos de sistemas en nuestra zona de estudio.

Además Virginio *et al.*, (2014), señala que los sistemas agroforestales en base al cultivo de café tienen principalmente como sombra especies frutales de la región, lo que contribuye a la conservación de la biodiversidad y al manejo sostenible de la actividad agrícola; Así mismo Capa y Vicuña (2006) señalan que los géneros más utilizados para sombra de café corresponden a *Acacia*, *Albizia*, *Erythrina*, *Inga* y *Leucaena*, tratándose de leguminosas que además de la reducción de la actividad lumínica fijan nitrógeno en el suelo y aportan cantidades considerables de residuos vegetales.

5.1.2 Altura de los árboles y arbustos.

En los tres sitios de estudio existió variabilidad en cuanto a la altura de las especies arbóreas y herbáceas, en promedios de 4,17 a 31,89 % de variación, esto obedece a la edad del cultivo y a la regeneración natural de las mismas. Lo que concuerda con Aguirre y Aguirre (2014) donde señalan que en sistemas agroforestales en zonas semiáridas del Sur del Ecuador los árboles dispersos en cultivos perennes es una práctica muy difundida,

las especies que se usan son en unos casos de regeneración natural, que han sido dejadas y cuidadas en el terreno y que presentan variabilidad en su altura; y en otros casos sembradas por los propietarios con el apoyo de proyectos de desarrollo que trabajan en la zona.

5.1.3 Diámetro de copa.

Las especies registradas con el mayor diámetro de copa fueron; *Guazuma ulmifolia* Lam, con un promedio de 11,5 m seguido de *Psidium guajava* L con 5,75 m e *Inga edulis* Mart, con 4,56 m correspondiente a los tres sitios evaluados. En lo que respecta al coeficiente de variación del diámetro de copa en los tres sitios se presentó la mayor variabilidad en las siguientes especies: *Erythrina fusca* Lour con un 87,83 %, seguido de *Inga edulis* Mart con un 45,18 % y 30,61 % y *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby con el 26,85 % de variación, indicando que no existe uniformidad en cuanto a la sombra establecida en ambos sitios de estudio

Farfán (2014) menciona que en sistemas de café con sombrío es común observar algunas áreas con muy poca sombra y otras con demasiado sombrío, o que el cultivo en su totalidad presente poco sombrío en su inicio o demasiada sombra en estados avanzados de desarrollo de los árboles, este hecho está determinado por el nivel de sombra o el porcentaje de cobertura y la distribución de la sombra la cual depende de la estructura del árbol, de su arquitectura, de la forma y el desarrollo de las copas, la distancias de siembra y del manejo dado a los árboles, entre otros.

5.1.4 Índice de valor de importancia simplificado (IVIs).

El IVIs (índice de valor de importancia simplificado) de las especies está determinado por la densidad relativa y frecuencia relativa de las mismas; en los tres sitios evaluados se determinó el IVIs, por lo cual las especies con un alto IVIs fueron; *Mussa paradisica* L, con un promedio de 52,13 %, seguido de *Inga edulis* Mart con el 13,59 %.

En un estudio realizado por Zapata (2019) en Colombia las especies arbóreas de mayor importancia ecológica en los sistemas agroforestales de café fueron *Citrus sinensis* Osbeck, *Calliandra pittieri* Standl, *Inga edulis* Mart y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav), lo cual estaría relacionado con las preferencias de los productores por estas especies debido

a interacciones biofísicas, ambientales y/o económicas favorables, al asociarlas con el café.

Así mismo 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 %. Por otra parte García *et al.*, (2015) señala que como parte componente de la estructura y diversidad a las familias: Fabaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae y Malvaceae con mayor índice de valor de importancia cabe recalcar que los principales criterios que los productores usan al momento de tomar decisiones de dejar un árbol de sombra para el cultivo de café en sistemas agroforestales es tomando en cuenta el uso, el valor económico y alimenticio.

5.2 Condiciones del microclima que se producen en los sistemas agroforestales en relación al cafeto (*Coffea arabica* L.)

5.2.1. Sombra.

El promedio general de la sombra en los tres sitios de estudio fue de 36,29; 57,34 y 61,98 %, con una media general de 51,87 % lo que concuerda con SCAN (2014), donde señala que el café se comporta mejor bajo niveles de sombra adecuados, siendo recomendable su cultivo entre el 40 al 60 % de sombra dependiendo de las condiciones ambientales y de suelo de la región cafetalera; además Montagnini *et al.*, (2015) en estudios realizados en Turrialba concluye que los valores intermedios entre el 45 % y el 54 % de sombra permiten los mejores niveles de productividad de café.

Por su parte Danielle *et al.*, (2012) informa que los niveles de sombra del 35, 50 y 65 % favorecen el proceso fotosintético en época de lluvia; sin embargo, estación seca el 50 % de sombreado reduce este proceso.

En estudios realizados por Zapata *et al.*, (2017) se encontraron que la sombra en los cafetales disminuye la transpiración del café, pero cuando es superior al 40 % reduce la fotosíntesis neta, por ende se ve afectada la productividad; según Chaves *et al.*, (2008) la fotosíntesis tiende a ser mayor bajo sombra, en comparación con cafetales a pleno sol, lo que se explica por el hecho de que las hojas del cafeto están sujetas a foto-inhibición y a foto-respiración en condiciones de alta radiación.

5.2.2. Temperatura.

La temperatura al interior del sistema agroforestal en los tres sitios de estudio fue de 26,74; 27,41 y 23,72 °C con una media general de 25,95 °C durante el periodo de evaluación, cabe recalcar que los datos corresponden al registro durante el día, generalmente de 08H00 a 17H00. Según Montoya y Jaramillo (2016) la temperatura óptima para el cultivo del café está entre 18 y 21 °C por lo tanto, los cultivos de café en zonas que estén por debajo de esta temperatura requieren de mayor tiempo cronológico para alcanzar la producción potencial; por otra parte CICAFFE (2011) menciona que la temperatura promedio anual favorable para el cafeto se ubica entre los 17 a 23 °C.

En la zona de estudio se registró una diferencia promedio de temperatura dentro del sistema agroforestal con relación al medio exterior (pleno sol) siendo esta de -0,78 °C por lo que en general la temperatura fue un poco menor dentro del sistema agroforestal que a pleno sol. En este sentido Lin (2010) manifiesta que los árboles de sombra ayudan a mantener más frescos los arbustos de café durante el día y más calientes en la noche, lo cual es esencial para la productividad y la calidad del café, además autores como Macedo *et al.*, (2011) en su estudio realizado en sistemas agroforestales con café asociado con robles en primavera, verano y otoño presentan diferencias siempre superiores a 1 °C frente a los sistemas sin sombra; Así mismo Morais *et al.*, (2006) obtuvo que las temperaturas promedio mensuales en cafetales a pleno sol son mayores en comparación con los bosques agroforestales en aproximadamente 2,1 °C.

En un trabajo realizado en la Región de Pasco en Perú en el que se compara las condiciones microclimáticas de una parcela de *Coffea arabica* L. bajo sombra con Inga spp., con una parcela de monocultivo de *C. arabica* sin sombra durante tres años, los resultados indicaron que la sombra de los árboles reduce la temperatura media del aire de $0,4 \pm 0,04$ °C (Ehrenbergerová *et al.*, 2017).

5.2.3 Humedad relativa.

La humedad relativa durante las seis fechas de evaluación al interior del sistema agroforestal en los tres sitios de estudio fue de 61,52; 64,42 y 75,60 % respectivamente, con una media general de 67,18 %, por su parte Alvarado y Rojas (2007) afirman que 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. arábica*. La limitación por este factor se da cuando se presentan valores iguales o mayores a 90 % pues favorece la presencia de enfermedades fungosas.

En un estudio realizado por Nieto (2016) se observaron valores en promedio de humedad relativa frente a la sombra indicando que fincas con sombrero medio y bajo presentaron una humedad relativa mayor con 69,4 y 69,0 % respectivamente, mientras que en fincas de sombrero de 64,5 %, en los meses lluviosos de transición y secos, en el estudio realizado se tomaron únicamente los datos correspondientes a época seca.

En la zona de estudio se registró una diferencia promedio de humedad relativa dentro del sistema agroforestal con relación al medio exterior (pleno sol) siendo esta de 2,88 %, correspondientes, siendo la humedad relativa mayor dentro del sistema agroforestal; según Farfán (2014), se justifica debido a que la sombra regula la humedad y la temperatura dentro del cultivo, reduce la evapotranspiración de árboles y el cultivo, disminuye el daño causado por el granizo y la lluvia).

Por otra parte Vasconcellos *et al.*, (2016) en su trabajo de investigación presento valores promedio que variaron del 1,9 al 4,5 %. De la misma manera en el estudio realizado por Martini, Biondi y Batista (2016) evaluando variables microclimaticas entre calles con y sin árboles, para cada temporada, obtuvieron diferencias de humedad relativa de 6,4 % y de 5,6 % en invierno.

5.2.4. Velocidad del viento.

La velocidad del viento al interior del sistema agroforestal en los tres sitios fue de 0,23; 0,26 y 0,04 m s⁻¹, con una media general de 0,17 m s⁻¹ por lo cual mediante la escala de Beaufort se determinó que pertenece a un viento en calma y ventolina. Por otra parte AGROCALIDAD (2013), manifiesta que la velocidad de los vientos mayores de 4 m s⁻¹ (14,4 km h⁻¹) es perjudicial para el café, puesto que eleva la evaporación, provocando que las hojas se sequen y caigan en forma prematura, en general las zonas más adecuadas para el cultivo del cafeto se caracterizan por presentar vientos de poca fuerza.

Jaramillo (2005) menciona que la vegetación tiene una fuerte influencia sobre la velocidad de viento, el componente turbulento del aire dentro de las comunidades vegetales depende de la forma del árbol, del índice del área foliar, de la distancia de siembra y las prácticas de cultivo como el sombrero.

6. CONCLUSIONES.

- ✚ Se caracterizó de manera general las especies vegetales de los sistemas agroforestales con café en el cantón Puyango, con un total de 10 familias, y 11 especies respectivamente.
- ✚ Las especies con mayor frecuencia y densidad relativa presentes en los tres sitios de estudio, fueron *Mussa paradisica* L; *Inga edulis* Mart y *Psidium guajava* L, *Erythrina fusca* Lour.
- ✚ Existió una variabilidad en cuanto a altura y diámetro de copa entre las especies dentro del sistema agroforestal en los tres sitios, lo que nos da a entender que no existió un plan desde el principio para el manejo y establecimiento de las especies que son utilizadas como sombra para el cultivo de café.
- ✚ Las condiciones del microclima como temperatura, humedad relativa y viento presentaron modificaciones dentro de los sistemas agroforestales, respecto a las condiciones externas del mismo.

7. RECOMENDACIONES.

- ✚ Realizar nuevas investigaciones sobre la producción de café en sistemas agroforestales.
- ✚ Realizar un plan de establecimiento y manejo, orientado a la diversificación de especies de sombra importantes de la zona de estudio.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- AGROCALIDAD, 2013. Guía de buenas prácticas agrícolas para café. Recuperado el 26 de julio del 2018 en: <http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/dia/guia-cafe.pdf>
- Aguirre, Z. 2015. Métodos para medir la biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. Loja –Ecuador. 72 p.
- Aguirre, Z. y Aguirre, C. 2014. Especies leñosas y cultivos objetivos para sistemas agroforestales en zonas semiáridas del sur del Ecuador. Revista Bosques. Latitud Cero, vol. 4, pp. 21-30.
- Alvarado, M. y Rojas, G. 2007. Cultivo y beneficio del café. San José, Costa Rica: EUNED.
- ANACAFE, (2015). Asociación Nacional de Café. La sombra del cafetal recuperado el 30 de junio del 2018 https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_Sombra
- Andrade, H. Segura, M. Dinámica de la sombra de *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales con café en Tolima, Colombia. Agronomía Costarricense 40(2): 77-86. ISSN: 0377-9424 / 2016
- Andrade, H., Segura, M., Canal, D., Gómez, M., Marín, M., Sierra, E., Ortiz, I, Alvarado, J., Feria, M., 2013. Estrategias de adaptación al cambio climático en sistemas de producción agrícola y forestal en el Departamento del Tolima. Sello Editorial Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. 100p.
- BCE, 2015. Banco Central del Ecuador. Reporte de coyuntura sector agropecuario. Recuperado el 31 de julio del 2018 en: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201502.pdf>
- Bucarey, J. 1967. El Cipres (*Cupressus Lucsitánica* mil) como base de las reforestaciones planificadas en el valle central de Costa Rica. Costa Rica. Costa Rica.
- Campanha, M., Santos, R., De Freitas, G., Martinez, H., Garcia, S., Finger, F 2005. Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. Agroforestry Systems 63:75-82.

- Canet, G., Soto, C., Ocampo, P., Rivera, J., Navarro, A., Guatemala, G., Villanueva, S. 2016. La Situación y tendencias de la producción de café en América Latina y El Caribe. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ). 148 p.; 21.6 cm X 27.9 cm ISBN: 978-92-9248-651-8
- Capa y Vicuña. 2006. “Implantación del sistema Silvoagrícola Café *Coffea arabica* L. y Cacao *Theobroma cacao* L. con árboles maderables Guayacán *tabebuia chrysantha* (jacq.) Nicholson y Caoba *Swietenia macrophylla* king. En la estación experimental el Padmi” Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador pág. 19
- CEDRSSA, 2014. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Producción y mercado de café en el mundo y en México. México. Av. Congreso de la Unión núm. 66, Col. El Parque, Del. Venustiano Carranza, 15960 México, D.F., Edif. I, planta baja pág. 18
- Chaves, A., Ten-Caten, A., Ribeiro, A., Pinheiro, H. y DaMatta, F. 2008. Seasonal changes in photoprotective mechanisms of leaves from shaded and unshaded field-grown coffee (*Coffea arabica* L.) trees. *Trees - Structure and Function*, vol. 22, no. 3, pp. 351-361
- CICAFE, 2011. Centro de Investigaciones en Café. Guía Técnica para el Cultivo del Café. Instituto del Café de Costa Rica, 1a ed. Heredia Costa Rica pág. 63
- CIMAT, 2006. Taller de Ciencia para Jóvenes. Consultado el 08 de Diciembre de 2014 en http://personal.cimat.mx:8181/~gil/ciencia_para_jovenes/SCC/06/roles/cafe.pdf
- CINFA (Centro Integrado de Geomática Ambiental UNL), 2018. Laboratorio de Geomática. Universidad Nacional de Loja, Loja - Ecuador.
- Cirilo, A. 2004. Fecha de siembra y rendimiento en maíz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, vol. 4, no. 6, pp. 122-127.
- COFENAC, 2013. Consejo Cafetalero Nacional. Situación del sector cafetalero ecuatoriano: diagnóstico. Portoviejo, Ecuador. 71 p.
- DáMatta, F. y Rodríguez, N. 2007. Producción sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del Neotrópico. Una visión agronómica y ecofisiológica. *Agronomía Colombiana*, vol. 25, no. 1, pp. 113-123, ISSN 0120-9965.

- Danielle P., Baliza Rodrigo L., Cunha, Rubens Ja., Guimaraes, Joao PRAD Barbosa, Fabricio W., Ávila y Alexandre MA Passos. 2012. Características fisiológicas y desarrollo de las plantas de café bajo diferentes niveles de sombreado. *Revista brasileira de Ciencias agrarias*,7(1): 37 - 43. ISSN: 1981-0997.
- Encalada, M., Soto, F. y Morales, D. 2016. Crecimiento de posturas de cafeto (*Coffea arabica* L.) con cuatro niveles de sombra en dos condiciones edafoclimáticas de Ecuador. *Cultivos Tropicales*, vol. 37, no. 2, pp. 72-78.
- Escamilla, M. 2017. Panorama Internacional café. Coordinación general de administración de riegos de precios dirección de estudios y análisis de mercados. (ASERCA) Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios pág. 26
- Espinosa, Z., Hernández, V., Perez, A., y Acosta, C. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *SciELO*, 26 (1): 1-17.
- Farfán, F. 2007. Producción de café en sistemas agroforestales, en: Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, L., e Hincapié, E. 2004 *Sistemas de producción de café en Colombia*. Chinchiná (Colombia), Cenicafe-FNC, 2014, pp. 161-200.
- Ehrenbergerová, L., Senfeldr, M., Habrová, H. 2017. Impact of tree shading on the microclimate of a coffee plantation: a case study from the Peruvian Amazon. *Bois et forêts des tropiques*, 4 (334).
- Farfán, F. 2010. Café orgánico al sol y bajo sombra. Una doble posibilidad para la zona cafetalera de Colombia. Caldas (Colombia), *Revista Científica Cenicafe*. pág. 8
- Farfán, F. 2014. *Agroforesteria y Sistemas Agroforestales con Café*. Colombia, 342 p, Consultado el 20 de junio de 2019, en: https://www.cenicafe.org/es/publications/Agroforester%C3%ADa_y_sistemas_agroforestales_con_caf%C3%A9.pdf
- FHIA, 2004. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Producción de café con sombra de maderables. La Lima, Cortés, Honduras, C.A. pág. 24

- G.A.D.M. PUYANGO (Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón Puyango), 2014. Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial Del Cantón Puyango 2012-2022 - Actualización 2014. Consultado el 24 de marzo de 2018, en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/PDOTPuyangoActualizaci%C3%B3nDiagn%C3%B3stico2014_14-11-2014.pdf
- García, L., Valdez, J., Luna, M., y López, R. 2015. Estructura y diversidad Arbórea en sistemas agroforestales de café en la Sierra de Atoyac, Veracruz. *Madera y Bosques*, vol. 21, no. 3, pp. 69-82. ISSN 1405-0471
- Guharay, F., Monterrey, J., Monterroso, D., Staver, C., 2000. Manejo integrado de plagas en el Cultivo de Café Serie Técnica –Manual Técnico No 44 CATIE: Managua –Nicaragua
- Jaramillo, A. 2005. Clima Andino y café en Colombia. CENICAFÉ. Chinchiná, Caldas, Colombia, 196 p.
- Jerez, E. y Martín, R. 2012. Comportamiento del crecimiento y el rendimiento de la variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.) Spunta. *Cultivos Tropicales*, vol. 33, no. 4, pp. 53-58.
- Jezeer, R. y Verweij, P. 2015. Café en Sistema Agroforestal–doble dividendo para la biodiversidad y los pequeños agricultores en Perú. Hivos, The Hague, Holanda.
- Jiménez, J. 2007. Fijación biológica de nitrógeno por leguminosas arbóreas para sombra de café en Puerto Rico. Tesis MSc. Universidad de Puerto Rico. 48 pp
- Lin, B. 2010. The role of agroforestry in reducing water loss through soil evaporation and crop transpiration in coffee agroecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 150, no. 4, pp. 510-518.
- López, D., Virginio, E., Avelino, J. 2012. Shade is conducive to coffee rust as compared to full sun exposure under standardized fruit load conditions *Crop Protection* 38: 21-29.
- Macedo J., de Souza P., de Souza R., y Paulo B. 2011. Microclimate in coffee plantation grown under grevillea trees shading. Maringa, Brasil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 33 (2): 201-206. ISSN: 1679-9275. Recuperado en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026596002>

- Matini A., Biondi D., y Batista A.C. 2017. The microclimate of different landscape arrangements in street trees of curitiba-pr state. *Ciencia Forestal*.27 (4) DOI: 10.5902/1980509830313. Recuperado en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/534/53453782013/index.html>
- Monroig, M. 2016. Uso de sombra temporera o permanente. Recuperado el 26 de noviembre del 2018 disponible en: http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj1890/USO_DE_SOMBR A_TEMPORERA_O_PERMANENTE.pdf
- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., Eibl, B. 2015. *Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales. Serie técnica. Informe técnico 402.* CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. 454p.
- Montoya. E y Jaramillo, A. 2016. Efecto de la temperatura en la producción de café. *Revista Cenicafe* 67 (2): 58-65.
- Mora, E. 1984. Normas para la investigación silvicultural de especies para leña. Costa Rica: AGRINTER K10.
- Morais H., Caramori P., Ribeiro A., Gomes J y Koguishi, M. 2006. Microclimatic characterization and productivity of coffee plants grown under shade of pigeon pea in Southern Brazil. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 41 (5): 4. SSN 0100-204XOn-line version ISSN 1678-3921
- Muñoz, J., Erazo, S. y Armijos. D. 2014. Composición florística y estructura del bosque seco de la quinta experimental “El Chilco” en el suroccidente del Ecuador. *CEDAMAZ*, vol. 4, no. 1, pp. 53-61.
- Nieto, Z. 2016. Comportamiento ecofisiológico de café variedad castillo bajo tres niveles de sombrero en el municipio de Tibacuy, Cundinamarca. Tesis de Magister en Agroforestería Tropical. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales –UDCA, 62 p
- Prefectura de Loja, 2017. Cantones de Loja. Consultado el 08 de Agosto del 2018 en <http://www.prefecturaloja.gob.ec>
- PRO ECUADOR, 2013. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. Análisis Sectorial de Café. Ecuador. 52p.

- Rapidel, B., Allinne, C., Cerdan, C., Meylan L., Virginio, F., Avelino, J. 2015. In: Montagnini F.; Somarriba E.; Murgueitio E.; Fassola H.; Eibl B. (Eds.). Sistemas Agroforestales: Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales. Colombia: CATIE, p. 5-20. (Serie técnica. Informe técnico CATIE. 402 p).
- Rojas, F., Canessa, R. y Ramírez, J. 2005. Cafetales arbolados. Revista Forestal, vol. 2, no. 4, pp. 1-6.
- Sánchez, S., Mendoza, M., y García, R. 2017. Diversificación de la sombra Tradicional de cafetales en Veracruz mediante especies maderables. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, vol. 8, no. 40, pp. 7-17
- SCAN (Plataforma Nacional de Café Sostenible), 2014. La regulación de la sombra “Una alternativa para hacer el cafetal sostenible”. Consultado el 10 de abril de 2019, en: <http://scanprogram.org/wp-content/uploads/2012/08/Doc-2-Regulacion-de-la-sombra-Full.pdf>
- Siles, P. y Vaast, P. 2002. Comportamiento fisiológico del café asociado con *Eucalyptus deglupta*. Terminali aivorensis y sin sombra. Agroforesteria en las Américas, vol., 9, no 35-36, pp. 44-49. ISSN 1022-7482
- Siles, P., Harmand, J., Vaast, P. 2010. Effects of *Inga densiflora* on the microclimate of coffee (*Coffea arabica* L.) and overall biomass under optimal growing conditions in Costa Rica. Agroforest system. Published online. 18 p
- SINAGAP, 2015. Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca. Boletín situacional del café. Recuperado el 29 de julio del 2018 en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-de-cultivo-2015>.
- Thériez, M. 2015. Los efectos de la sombra sobre la energía cinética de las gotas de agua, la cobertura del suelo, la infiltración del agua, la roya y el dieback en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. Informe de pasantía voluntaria. CIRAD. 32 p.
- Vasconcellos, A. Partelli, F. Oliosi, G. y; Macedo, J. 2016. Microclimate, development and productivity of robusta coffee shaded by rubber trees and at full sun. Ceará, Brasil. Revista Ciencia Agronómica. 47(4):700-709. ISSN: 0045-6888. Recuperado en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195346209014>

- Villarreyna, R. 2016. Efecto de los árboles de sombra sobre el rendimiento de los cafetos, basado en perfiles de daño. CATIE pág. 34
- Virginio, E., Caicedo, C. y Astorga, C. 2014. Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. Consultado el 08 de junio de 2019, en:file:///C:/Users/Usuario/Downloads/AgrofSostAmazoniaEcuador32014.pdf
- Wightman, K., Cornelius, J., y Ugarte, J., 2006. Manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para productores de la Amazonia Peruana. Perú ICRAF Technical No 4.
- Zapata, P., Andrade, H. y Nieto, Z. 2017. Comportamiento ecofisiológico del cafeto (*Coffea arabica* L.) CV. Castillo en sistemas agroforestales de Tibacuy, Cundinamarca. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, vol. 20, no. 1, pp. 61-70.
- Zapata, P. 2019. Composición y estructura del dosel de sombra en sistemas agroforestales con café de tres municipios de Cundinamarca, Colombia. Revista Ciencia Forestal. Ci. Fl., Santa María, v. 29, n. 2, p. 685-697. ISSN 1980-5098

9. ANEXOS.

Anexo 1. Formato para el registro de las especies arbóreas y arbustivas.



Universidad
Nacional
de Loja

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

Proyecto: Influencia de la vegetación arbórea y arbustiva en el microclima de los Sistemas Agroforestales café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales del cantón Puyango de la provincia de Loja, época seca 2018.

Zona:

Sitio:

Altitud:

Área:

Fecha:

Datos específicos:

Parcela	Nº de especie	Familia	Nombre científico	Nombre común	Altura (m)	Diámetro de copa (m)
1						
2						
3						

Anexo 2. Formato de registro de las variables microclimaticas internas y externas.



Universidad
Nacional
de Loja

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

Proyecto: Influencia de la vegetación arbórea y arbustiva en el microclima de los Sistemas Agroforestales café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales del cantón Puyango de la provincia de Loja, época seca 2018.

Zona:

Sitio:

Altitud:

Área:

Fecha:

Datos específicos:

Parcela	Muestra	LUZ (Lux)	Temperatura	Humedad relativa (%)	Viento m s ¹
1					
2					
3					

Anexo 3. Encuesta realizada a los productores de la zona cafetalera del cantón Puyango.



**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

Proyecto: Efecto de la sombra y la densidad poblacional en el desarrollo del cafeto (*Coffea arabica* L.) en sistemas agroforestales en tres localidades de Loja.

Proyecto de tesis: Influencia de la vegetación arbórea y arbustiva en el microclima de los Sistemas Agroforestales café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales del cantón Puyango de la provincia de Loja, época seca 2018.

Encuesta dirigida a los productores de café en sistemas agroforestales, en la zona de Puyango con el propósito de obtener información sobre el manejo de sus cultivares con fines netamente académicos. Le rogamos se digne contestar las siguientes preguntas:

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha:de 2018. N°.

Nombre.....Edad.....

Cantón..... Parroquia.....Barrio.....

1. ¿Qué edad tiene su cultivo?
.....
2. ¿Qué cultivares tiene en su plantación?
.....
3. ¿Qué tipo de fertilización realiza y en qué época?
.....
4. ¿Realiza riego en su cafetal? SI (), No ()
5. ¿Cuándo realiza el riego y de qué manera?
.....
6. ¿Realiza podas del cafetal? SI (), NO ().
7. ¿En qué momento realiza las podas?
.....
8. ¿Qué tipo de poda realiza?
.....
9. ¿Realiza podas de la sombra? SI (), NO ().
10. ¿Cuándo realiza la poda de la sombra?

Anexo 4. Registro de especies arbóreas y arbustivas en el sitio San José de Mercadillo.

Nº	Especies	Altura de la planta (m)	Promedio	Diámetro de la copa (m)	Promedio
1	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,5	2,54	2,1	1,87
2	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,5		1,6	
3	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,3		1,8	
4	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,2		1,25	
5	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,2		1,55	
6	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,8		2,2	
7	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,5		1,2	
8	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,7		1,2	
9	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,7		2,1	
10	<i>Mussa paradisica</i> L.	4		1,2	
11	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,5		1,4	
12	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,4		1,6	
13	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,7		1,5	
14	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,1		1,8	
15	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,75		1,1	
16	<i>Mussa paradisica</i> L.	2		0,6	
17	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,2		1,5	
18	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,5		1,4	
19	<i>Mussa paradisica</i> L.	4,5		2,6	
20	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,5		2,4	
21	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,3		1,9	
22	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,5		1,4	
23	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,6		1,7	
24	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,4		1,4	
25	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,3		2,2	
26	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,3		1,25	
27	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,5		2,5	
28	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,6		1,5	
29	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,7		1,35	
30	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,8		1,5	
31	<i>Mussa paradisica</i> L.	3		2,4	
32	<i>Mussa paradisica</i> L.	2		1,9	
33	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,7		2,3	
34	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,6		1,9	
35	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,7		1,8	
36	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,7		1,4	
37	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,5		1,75	
38	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,3		1,7	
39	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,1		2,5	
40	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,3		2,9	

41	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,7		2,4	
42	<i>Mussa paradisica</i> L.	2		2,4	
43	<i>Mussa paradisica</i> L.	2		2,6	
44	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,1		1,6	
45	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,7		3,3	
46	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,2		2,1	
47	<i>Mussa paradisica</i> L.	2		1,5	
48	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,4		1,7	
49	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,1		2,8	
50	<i>Mussa paradisica</i> L.	1,5		1,5	
51	<i>Mussa paradisica</i> L.	3		1,9	
52	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,8		2,4	
53	<i>Mussa paradisica</i> L.	2		1,9	
54	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,2		1,85	
55	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,5		1,9	
56	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,8		2,3	
57	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,2		1,6	
58	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,5		2,6	
59	<i>Mussa paradisica</i> L.	3		2,8	
60	<i>Inga edulis</i> Mart.	6,3	4,8	6,4	4,9
61	<i>Inga edulis</i> Mart.	3,3		3,4	
62	<i>Psidium guajava</i> L.	7,6	6,85	6,5	6,85
63	<i>Psidium guajava</i> L.	6,1		5	
64	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck.	4,6	4,8	2,4	2,65
65	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck.	5		2,9	

Anexo 5. Registro de especies arbóreas y arbustivas en el sitio Guácimo.

Nº	Especies	Altura de la planta (m)	Promedio (m)	Diámetro de la copa (m)	Promedio (m)
1	<i>Mussa paradisica</i> L.	5	3,65	4	2,69
2	<i>Mussa paradisica</i> L.	4,5		4,3	
3	<i>Mussa paradisica</i> L.	4,8		3,5	
4	<i>Mussa paradisica</i> L.	4,8		2,4	
5	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,5		3	
6	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,8		3	
7	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,4		2,8	
8	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,8		3,3	
9	<i>Mussa paradisica</i> L.	3		2,2	
10	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,2		2,8	
11	<i>Mussa paradisica</i> L.	4,8		2,5	
12	<i>Mussa paradisica</i> L.	4,6		3,4	
13	<i>Mussa paradisica</i> L.	4,2		3,8	
14	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,6		3,9	
15	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,4		2,8	
16	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,5		2,25	
17	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,8		2,2	
18	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,6		2,15	
19	<i>Mussa paradisica</i> L.	4		2,6	
20	<i>Mussa paradisica</i> L.	5,1		4,1	
21	<i>Mussa paradisica</i> L.	4		3,1	
22	<i>Mussa paradisica</i> L.	4,2		3,3	
23	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,2		2,2	
24	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,5		1,5	
25	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,5		3,4	
26	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,3		2,6	
27	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,8		2,1	
28	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,2		2,2	
29	<i>Mussa paradisica</i> L.	3		1,8	
30	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,2		3,4	
31	<i>Mussa paradisica</i> L.	2,9		1,7	
32	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,2		1,5	
33	<i>Mussa paradisica</i> L.	5,2		2	
34	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,2		2,8	
35	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,4		2,1	
36	<i>Mussa paradisica</i> L.	5,2		2	
37	<i>Mussa paradisica</i> L.	3		3,3	
38	<i>Mussa paradisica</i> L.	3		2,3	
39	<i>Mussa paradisica</i> L.	3		1,6	
40	<i>Mussa paradisica</i> L.	3,1		2,1	
41	<i>Mussa paradisica</i> L.	4		2,5	
42	<i>Mussa paradisica</i> L.	4		3,2	

43	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3		2,3	
44	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3		2,1	
45	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,5		2,2	
46	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,5		3,2	
47	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	4,1		3,2	
48	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2,2		2,4	
49	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,8		3	
50	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	4,8		2,8	
51	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3		2,4	
52	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby.	4,2		2,5	
53	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby.	7,6		4,2	
54	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby.	7,2	6,93	4,4	4,66
55	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby.	8,1		6,1	
56	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby.	7,5		6,2	
57	<i>Psidium guajava</i> L.	2,3	2,4	1,23	1,34
58	<i>Psidium guajava</i> L.	2,5		1,45	
59	<i>Carica papaya</i> L.	3	4,05	0,9	0,95
60	<i>Carica papaya</i> L.	5,1		1	
61	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	1,5	4,4	0,76	0,85
62	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	2,9		0,95	
63	<i>Inga edulis</i> Mart.	3	3,75	2,6	3,05
64	<i>Inga edulis</i> Mart.	4,5		3,5	
65	<i>Myrsine dependes</i> (Ruiz & Pav)	7		1,94	
66	<i>Myrsine dependes</i> (Ruiz & Pav)	4,8	5,9	2,7	2,32
67	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	7,9	7,9	11,5	11,5
68	<i>Hedyosmun mexicanum</i> Cordem	3,2	3,2	3,2	3,2

Anexo 6. Registro de especies arbóreas y arbustivas en el sitio Loma Oscura.

N°	Especies	Altura de la planta (m)	Promedio (m)	Diámetro de la copa (m)	Promedio (m)
1	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,1	3,15	1,2	1,74
2	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2		1,1	
3	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2,7		2,1	
4	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3		1,6	
5	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,6		2,8	
6	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,8		1,8	
7	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,6		1,8	
8	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,5		1,4	
9	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	4		2,1	
10	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	4		2,15	
11	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,4		2,15	
12	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,4		3	
13	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2,9		1,2	
14	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3		1,8	
15	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2,5		1,8	
16	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,3		1,4	
17	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,2		1	
18	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2		1,5	
19	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,1		1,4	
20	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,2		1,6	
21	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,1		2,1	
22	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3		1,8	
23	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2,9		1,3	
24	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,5		2,1	
25	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,5		2,3	
26	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	4,3		2,2	
27	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	4,3		2,2	
28	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,3		1,6	
29	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2,5		1,9	
30	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,1		1,2	
31	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,2		1,3	
32	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,8		1,7	
33	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,8		1,7	
34	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2,5		1,8	
35	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2,5		1,8	
36	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3		1,8	
37	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,5		1,8	
38	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3		1,8	
39	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,5		1,9	
40	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	4		1,95	
41	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,5		1,8	
42	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	4,2		1,4	
43	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2,5		1,6	
44	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	4,2		1,5	
45	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3		2,8	
46	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,1		1,8	
47	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3		1,7	
48	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,6		1,6	

49	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,1		1,4	
50	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2,3		1,2	
51	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	3,2		1,2	
52	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2		1,6	
53	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2,4		1,8	
54	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2,4		1,8	
55	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2		1,4	
56	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2,5		1,8	
57	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2		1,5	
58	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	4		1,2	
59	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	4,1		2,8	
60	<i>Mussa paradisiaca</i> L.	2		1,1	
61	<i>Inga edulis</i> Mart.	10,1		5,1	
62	<i>Inga edulis</i> Mart.	5,2		3,3	
61	<i>Inga edulis</i> Mart.	5,1		3	
62	<i>Inga edulis</i> Mart.	4,7		2,2	
63	<i>Inga edulis</i> Mart.	7,7		4,7	
64	<i>Inga edulis</i> Mart.	10,2		9,2	
65	<i>Inga edulis</i> Mart.	8,1		4	
66	<i>Inga edulis</i> Mart.	13		7,1	
67	<i>Inga edulis</i> Mart.	4,8		1,8	
68	<i>Inga edulis</i> Mart.	13		5,2	
69	<i>Inga edulis</i> Mart.	14		6,5	
70	<i>Inga edulis</i> Mart.	7,2		4,6	
71	<i>Inga edulis</i> Mart.	5,5		2,2	
72	<i>Inga edulis</i> Mart.	5,6		2,15	
73	<i>Inga edulis</i> Mart.	10 ,50		7,4	
74	<i>Inga edulis</i> Mart.	12,5		4,4	
75	<i>Inga edulis</i> Mart.	5,7		3,6	
76	<i>Inga edulis</i> Mart.	5,1		2,6	
77	<i>Inga edulis</i> Mart.	7,1	7,89	6,1	4,56
78	<i>Inga edulis</i> Mart.	7,6		6,6	
79	<i>Erythrina fusca</i> Lour	5,4		1	
80	<i>Erythrina fusca</i> Lour	2,1		1	
81	<i>Erythrina fusca</i> Lour	2,2		0,95	
82	<i>Erythrina fusca</i> Lour	2,2		1,3	
83	<i>Erythrina fusca</i> Lour	7,2	3,82	5,2	1,89
84	<i>Psidium guajava</i> L.	8		4	
85	<i>Psidium guajava</i> L.	9,1	8,55	5,6	4,8
86	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck.	3,2		1,29	
87	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck.	4,4	3,8	2	1,65
88	<i>Carica papaya</i> L.	7,2		2	
89	<i>Carica papaya</i> L.	8,1	7,65	3	2,5
90	<i>Mangifera indica</i> L.	8,1	8,1	6,1	6,1

Anexo 7. Base de datos del % de sombra y temperatura en el sitio San José de Mercadillo.

Variable: Sombra												
PARCELA		EVALUACIONES					SOMBRA (%)					
1		6					45,15					
2		6					30,92					
3		6					32,81					
Variable: Temperatura			Zona: Puyango				Sitio: San José de Mercadillo		Altitud: 1300 m s.n.m			
Fecha	09/10/2018		24/10/2018		05/11/2018		03/12/2018		24/12/2018		15/01/2019	
Hora	11:00 a 11:50 h		13:45 a 14:45 h		09:55 a 11:00 h		09:00 a 09:55 h		16:00 a 17:05h		11:45a 12:45h	
Parcela	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna
1	28,3	32,7	31,7	30	31	27,6	25,6	24,9	21,5	20	30,8	32,1
	28,5	31,8	32,7	30	30,6	27,8	25,1	24,8	21,6	20,3	30,5	31,3
	28,6	31	32	30	30,2	28,1	25,8	24,8	21,6	20,2	30,1	30,5
	28,8	30,3	32,2	31	29,3	28,3	25,1	24,7	21,6	20,2	30	30
	29,2	30,1	32,7	31	29	28,8	25,5	25,1	21,6	20,2	29,3	29
	29,3	29,7	33,5	31	28,1	29,1	25,6	25,3	21,7	21,2	29,1	28,4
	30,1	29,6	33,2	31	28,1	29,1	25,3	25,4	21,7	21,2	29	27,4
	30,3	29,5	33,2	31	27	29,1	24,8	24,1	21,7	21,2	28,8	26,3
	30,8	29,2	32,7	31	26,8	29	24,2	24,2	21,8	21,2	28,5	26,8
	31,2	28,8	32,2	30,1	26,7	29	24,3	24,2	21,8	21,2	28,5	26,7
2	27,8	29,1	29,3	30,5	29,8	28	24,3	23,8	22,2	21,9	27,2	25,4
	28	28,2	29,5	29,7	29,8	27,7	24,1	23,7	22,2	21,9	27,2	24,8
	28	27,7	29	29	29,8	27,1	24,1	24,1	22,2	21,8	27,2	24,3
	27,8	27,2	29,1	29,2	29,7	27,1	24,6	24,2	23,3	22,5	27,3	24,4
	28	27	29,2	29,3	29,1	27,2	24	24,3	23,2	22,5	27,6	24,1
	28	28,2	28,8	29,6	28,6	27,3	24,5	24,5	23,4	22,7	27,8	25,3
	28	28,7	29,8	29,2	28,5	27,5	24,9	24,5	23,6	22,7	28	25,3
	28	28,7	30,5	29,7	27,8	27,5	25	24,7	23,6	22,8	28,1	25,3
	28	28,7	30,8	29,2	27,6	27,3	25,5	24	23,6	22,8	28,2	25,4
	28	28,7	31,2	29,2	27,5	27,2	26	25	23,7	22,8	28,2	25,1
3	27,3	27,8	31,5	29,3	27	27,8	26,1	26,6	24	23	28,1	25,8
	27,7	27,6	31	29,3	27,2	27,8	26,1	26,7	24,5	23	28,3	26,4
	27,7	27,3	31,2	29,3	27,6	27,6	26,8	26,3	24,7	23	28,3	27,4
	27,8	27	31,6	29,3	27,3	27,5	26,8	26,2	24,9	23,4	28,7	27,4
	27,8	26,3	31,7	29,3	27,6	27,6	26,4	26,1	24,8	23,6	28,8	26,9
	28	25,8	31,3	29	27,5	27,5	26,6	26	24,8	23,7	29	27,1
	28	25,8	30,2	30	27,7	27,6	26,3	26	25,3	23,5	29,1	27,1
	27,8	26,1	30,2	30	27,8	27,6	26,5	26,3	25,6	24,1	29	27,1
	27,8	26,3	31,3	30	27,7	27,7	26,6	26,7	25,8	24,5	29	27,4
	28	26,3	31,6	30	28,00	27,80	27,00	26,8	25,7	24,3	29,1	27,8
Promedio	28,42	28,37	31,16	29,87	28,35	27,88	25,45	25,13	23,26	22,25	28,63	26,94
PARCELA	EVALUACIONES		MEDIA T. EXTERNA (%)		MEDIA T. INTERNA (%)		DIFERENCIA					
1	6		27,84		27,29		-0,55					
2	6		27		26,12		-0,87					
3	6		27,79		26,81		0,98					

Anexo 8. Base de datos de Humedad Relativa en el sitio San José de Mercadillo.

Variable: Humedad Relativa			Zona: Puyango				Sitio: San José de Mercadillo				Altitud: 1300m s.n.m	
Fecha	09/10/2018		24/10/2018		05/11/2018		03/12/2018		24/12/2018		15/01/2019	
Hora	11:00 a 11:50 h		13:45 a 14:45 h		09:55 a 11:00 h		09:00 a 09:55 h		16:00 a 17:05h		11:45a 12:45h	
Parcela	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna
1	42,5	45	43,2	52,2	37	46	66	64	90	90	62	56
	45,2	47,2	44,7	52	40,5	45,5	65,5	65	90	90	58,5	56,2
	47,7	48	46,7	53	40,2	45,5	68,5	63,7	88,5	91	61,2	59,2
	47	50,2	46,2	55,5	41,7	44,7	66,5	65,5	86	87	62	58,2
	48,5	50,2	45,2	54,5	43,5	44,7	65	66,5	87	87	61	60
	48,2	52	42,7	54,5	43,5	42,2	65,5	64,5	86	88	66	61,5
	48,5	53	44,5	57	45,5	42,7	64,5	65	86	88	66,2	62,5
	48,5	52,5	45	56,2	46,7	42,7	64	65	84,5	88	61,5	63,5
	48	52,7	45,7	54,4	46,7	42,2	63,4	65,5	85,5	86	63,2	64,5
	48,2	53,7	45,7	55,5	48	43,2	60,5	67,5	86,5	87	62,5	64
2	48,5	51,5	54,2	50,5	40,5	48,5	69,5	71	77	78	67	62,2
	48,7	53	54,5	54	40,5	46,2	72,5	73,5	78,5	79	67	66,5
	49,7	55	54	56,5	41,2	47,2	73	72	79	80	68	67
	48	55,7	55,2	55,7	41,5	47,2	73	73,5	77,5	81	67,5	67
	49,2	57,7	55	55,5	42,2	47,2	72	73	76	81	67	68
	48,5	57	54	57,5	43,7	47,2	73	70	78	81	64,5	70
	48,15	54	54	58,2	45	47,5	72	69,5	76,5	88	66	66,5
	49	53,5	51	57,2	45	46,7	73	72	78	82	65,5	69,5
	49	53,5	50	55,5	46	47	73	72	78,5	82	66	69
	48,7	53,5	47,1	56	46,2	47	74	70	77,5	80	66	67,5
3	49,7	55,7	57,7	57,5	47,7	47	67	60,2	70	79	63,5	66
	49	56,5	58,5	56,5	47,7	47	68	61,2	70	76	61,7	65,5
	49,7	57	59,2	51	47,7	46,7	68,5	61,7	72	76	62,7	67,5
	49,5	57,2	58,5	51	47	47,2	69	62,5	72	75	63,2	67
	49,7	59,2	58,5	51,2	46,7	47,5	69	63,5	73,5	75	63	64,5
	52	61,7	55	52,7	46,2	48	70	64,5	72,5	76	59,7	64
	58,5	62,7	55,5	56,7	46,5	47,5	71	63,5	73,5	75	60,2	64,5
	60	62,5	52,7	57,7	46	47,2	71	65	73,5	74	61	67
	60	62	53	58	46,5	47,7	71	64,5	72,5	73	63,5	65,5
	61	62	55,2	57,2	46,00	47,20	64	66,00	71,5	74	60,7	67
Promedio	49,96	54,85	51,41	55,03	44,44	46,14	68,76	66,71	78,92	81,57	63,59	64,58
PARCELA	EVALUACIONES		MEDIA HR. EXTERNA (%)				MEDIA HR. INTERNA (%)				DIFERENCIA	
1	6		58,31				60,48				2,16	
2	6		60,24				62,91				2,67	
3	6		59,99				61,07				1,06	

Anexo 9. Base de datos de la Velocidad del viento en el sitio San José Mercadillo.

Variable: Viento		Zona: Puyango					Sitio: San José de Mercadillo		Altitud: 1300m s.n.m			
Fecha	09/10/2018	24/10/2018		05/11/2018		03/12/2018		24/12/2018		15/01/2019		
Hora	11:00 a 11:50 h	13:45 a 14:45 h		09:55 a 11:00 h		09:00 a 09:55 h		16:00 a 17:05h		11:45a 12:45h		
Parcela	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna
1	0,46	0,33	1,4	0,2	1,65	0	0,8	0,46	0	0	0,06	0,2
	0,33	0,4	0,6	0,26	0,46	0,4	1,04	0	0	0	0	0
	0,13	0,86	1,7	0,86	0,46	0,13	1,15	0	0	0	0	0
	0,13	0	1,45	0,06	0,93	0,53	0,66	0	0	0	0,13	0
	0,33	0,06	0,53	0,46	0,4	0,2	0,06	0,06	0	0	0,06	0
	0,93	0	0,86	0,73	1,3	0,66	0,2	0	0	0	0,06	0
	0,06	0	0,6	0	0,33	0,53	0,26	0	0	0	0,06	0
	0	0	1,4	0	1,2	0,2	0	0	0	0	0,8	0
	0,66	0,2	0,7	0	1,9	0,86	0,33	0	0	0	0,33	0
	0,06	0,06	0,7	0	0,66	0,13	0	0	0	0	0,2	0
2	1,3	1,4	0,86	0	0,26	0	0,4	0,33	0,2	0	0,8	0,4
	0,93	0,53	1,85	0	0,93	1,65	0,06	0	0	0	0,2	0
	0,6	0,33	0,3	1,35	0,66	1,45	0	0	0,06	0	0,66	0,2
	0,26	0,8	0	0,8	0,93	0,33	0,12	0,06	0	0	0,26	0
	0,06	0,13	0,53	0,06	1,15	0,46	1,3	0	0,26	0	0,06	0,8
	0,6	0,06	0,06	0,26	1	0,4	0	0	0,13	0	0,33	0,26
	0,6	0,46	0,06	0,3	2,15	0,33	0,06	0	0,06	0	0,8	0
	1,3	0,26	0	0,8	1,45	0,06	0,2	0	0,33	0	0,4	0
	0,6	0,06	0,46	0,06	0,8	0,4	0,4	0	0	0	0,6	0
	0,6	0,2	0,06	0,26	0,6	0,46	0,26	0	0	0	0,33	0
3	0	0,66	0,8	0	1,55	0,4	0,46	0,13	0,53	0	0	0
	0	0,26	0,8	0,33	0,06	0,53	0,06	0,03	0,4	0	0,13	0
	0,13	1,25	0,6	0,13	0	1,85	0,93	0,6	0,46	0,33	0	0
	0,53	0,26	0	0,4	1,95	0,2	0,16	0,13	0,06	0	0	0
	0,06	0,93	0,6	0,06	1,25	0,86	0,33	0	0	0,06	0,33	0
	0,86	0,6	0,06	1,1	1,8	0,46	0,2	0,16	0,6	0	0,13	0
	0	0,13	0,7	0	1,3	0,53	0,06	0,03	0	0	0,4	0
	0,06	0,86	1,35	0,13	0,66	0,33	0	0	0	0	0,33	0
	1,65	0,26	0	0,46	1,25	0,73	0,53	0,53	0,025	0	0,33	0
	0,86	0,53	0	0,2	0,60	0,66	1	0,00	0,06	0	0,86	0
Promedio	0,47	0,40	0,63	0,31	0,99	0,52	0,35	0,08	0,11	0,01	0,29	0,06
PARCELA	EVALUACIONES	MEDIA HR. EXTERNA (%)		MEDIA HR. INTERNA (%)		DIFERENCIA						
1	6	0,48		0,15		-0,33						
2	6	0,49		0,26		-0,23						
3	6	0,46		0,29		-0,17						

Anexo 10. Base de datos del % de sombra y Temperatura en el sitio Guácimo.

Variable: Sombra												
PARCELA		EVALUACIONES					SOMBRA (%)					
1		6					56,32					
2		6					56,56					
3		6					59,15					
Variable: Temperatura		Zona: Puyango					Sitio: Guácimo			Altitud: 940 m s.n.m		
Fecha	09/10/2018		24/10/2018		05/11/2018		03/12/2018		24/12/2018		15/01/2019	
Hora	08:55 a 10:h		12:00 a 13:25 h		12:35 a 13:35 h		14:00 a 15:00 h		11:00 a 11:55 h		14:00 a 15:00 h	
Parcela	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna
1	26,2	23,3	32	29,3	30	30,8	27,3	27,1	26,6	26,7	24,8	24,4
	26,5	23,3	32,5	29,1	29,7	30,5	27,2	27,1	26,8	26,6	24,6	24,5
	26,3	32,2	32,5	29,1	29,5	30	27,1	27,2	26,8	26,5	24,7	24,8
	26,5	33,2	32,2	29,3	29,6	29,8	27,2	27,2	27,2	26,2	24,7	24,9
	26,5	23,2	31,8	29,4	29,6	29,8	27,3	27,1	27,1	26,2	24,8	24,9
	26,5	23,2	32,2	29,7	29,8	29,6	27,3	27	27,1	26,1	25	24,9
	26,4	23,2	30,8	29,6	30,1	29,3	27,5	26,8	27,2	26,2	24,8	24,3
	26,3	23,2	30,7	29,5	30,2	29,2	27,3	27	27,1	26,2	24,8	24,5
	26,5	23,1	31,1	29,3	30,1	29,2	27,2	27,2	27,1	26,2	24,7	24,6
	26,3	23	30,2	28,8	30	29,3	27,3	27,3	27	26,1	24,7	24,2
2	27,8	26,5	30,8	34	30,1	30,7	27,2	26,1	26,3	26,3	24,8	24,6
	27,8	25	31	34,2	29,7	31,3	26,8	26,2	26,3	26,3	24,8	24,6
	27,8	25,1	31,1	34	29,1	31,7	26,8	26,2	26,3	26,3	24,8	24,6
	27,8	25,3	31,2	33,5	28,3	32	26,7	26,2	26,3	26,3	24,8	24,4
	27,8	25,3	31,2	33	28,2	32,2	26,6	26,3	26,5	26,5	24,8	24,4
	28	25,5	31,2	32,7	28,6	32,5	26,5	26,3	26,6	26,5	24,2	24,6
	28	25,5	31,1	33	28,8	32,7	26,5	26,3	26,7	26,6	24,3	24,6
	28	25,5	31,1	33,7	29	33	26,2	26,3	26,8	26,6	24,1	24,4
	28,2	25,2	31,2	33,7	29,2	33	26,2	26,5	27	26,6	24,1	24,3
	28,2	25,2	31,3	34,2	29,5	33,2	26,1	26,6	27,1	26,3	24,9	24,4
3	28,3	25,1	32,7	29,8	29,8	33,7	26,8	25,8	26,5	26,7	24,7	24,4
	28,2	25,1	32,2	30,5	30,1	33,7	26	25,8	26,6	26,7	24,8	24,8
	28,2	25,6	34	31,1	30,6	34	26,1	26	26,7	26,6	25,7	25,1
	28,2	25,5	34,5	31,7	30,5	34,2	26,2	26	26,8	26,6	25,9	25,4
	28,2	25,5	32,5	32,2	30,6	34,2	26,3	26	27	26,6	25,3	25,3
	28,3	25	33	32,2	31,1	34,5	26,3	26	27,1	26,6	25,9	25,4
	28,3	24,5	34,7	32,2	30,7	34,2	26,3	26,1	27,1	26,6	25,9	25,3
	28,5	24,3	33,7	33	30,3	34	26,2	26,1	27,1	26,6	25,8	25,8
	28,5	24,7	33,2	33,5	30,7	34,2	26,1	26,2	27,2	26,7	25,8	25,8
	28,8	24,8	33	33	31,20	34,20	25,80	26,2	27,2	26,6	25,8	25,9
Promedio	27,56	25,17	32,02	31,61	29,82	32,02	26,68	26,47	26,84	26,45	24,96	24,80
PARCELA	EVALUACIONES		MEDIA T. EXTERNA (%)		MEDIA T. INTERNA (%)		DIFERENCIA					
1	6		27,82		27,03		-0,79					
2	6		27,64		28,08		0,44					
3	6		28,49		28,17		-0,33					

Anexo 11. Base de datos de Humedad Relativa en el sitio Guácimo.

Variable: Humedad Relativa		Zona: Puyango					Sitio: Guácimo				Altitud: 940 m s.n.m	
Fecha	09/10/2018	24/10/2018		05/11/2018		03/12/2018		24/12/2018		15/01/2019		
Hora	08:55 a 10:h	12:00 a 13:25 h		12:35 a 13:35 h		14:00 a 15:00 h		11:00 a 11:55 h		14:00 a 15:00 h		
Parcela	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna
1	68	74,5	45,5	52,2	43	42	64	65	73	75,5	82	80,5
	67,5	74,5	46,2	52,7	44	42,7	65	65,5	76	77	80	81
	67	75	45,2	53,3	44	42,7	65,5	67	71,5	73	81	83
	65	73,5	44,5	53,5	44	43,5	66,5	67	70	73	82	83
	64	74,5	45,7	51,1	44,5	44	66	66,5	70	72,5	81,5	84,5
	64	74,5	44,7	51	44	44,2	64,5	67	69,5	73	81	84,5
	62,5	74	47,5	52	44	44,7	66	67,5	70	73	80	84
	62,5	75	48,2	52,2	42,7	45,7	64,5	68,5	70	74,5	80	83,5
	62,5	74,5	48,7	52,5	42,7	46	65	67	70	73,5	80,5	83,5
	65	75,5	49	53,3	43	45,7	65	67,5	70,5	73	80	83
2	62,2	66	48,7	41,2	39	42,7	67,5	73,5	72,5	73	80,5	83
	62,2	68,5	48,7	41,2	39,7	42	69,5	73	72,5	77	81	82,5
	61,7	71,5	48,7	41	40,7	40,7	69,5	72,5	71,5	74,5	80,5	82,5
	61,7	69,5	48,7	41,2	43,2	41,2	69	74	71,5	78,5	80,5	83
	62,5	69,5	48,7	43	43,5	39	70	74	73,5	78,5	81	83,5
	61	68,5	48,2	44	43,2	39	70,5	73,5	73,5	76	81,5	84,5
	60,5	67,5	49,5	44	42,5	38,2	70,5	71,5	73	76	81,5	84
	61,5	68,5	49	45,2	42,5	38	71	71,5	74	75	81	84,5
	61,5	68,5	49	44,2	42,5	38,2	71	72	73	73,5	81,5	84,5
	62	69	49	44,2	42	38	71	72,5	72	73	81,5	84
3	61	69	46,7	52,7	41,7	36	73,5	75	74	73	81,5	83
	61	68,5	45,7	51,2	41,2	36,2	73	74	74,5	72	82,5	83,5
	61,7	67,5	43	50,7	40,5	35,7	73	74	73,5	71,5	83	83,5
	61,5	68,5	42,7	48,2	40,5	35,5	72,5	74	74	72,5	83	83
	62	68	44,5	47,7	41,7	34,7	71,5	73,5	73	73,5	83,5	83
	61,7	67,5	44,7	47	39,6	36,2	71,5	73,5	71,5	74	83	83
	61,2	69,5	41	46,5	40,2	35	72	74,5	70,5	70,5	83,5	84,5
	60,2	70	43,5	45,7	41,7	35,5	72	73,5	70	70	83	83
	61,7	70	44,5	44,7	40,7	35,5	72,5	74,5	69,5	71,5	83	83,5
	62,2	69	44,5	44,7	40,70	35,20	73	73,50	69	72	83	83
Promedio	62,63	70,67	46,47	47,74	42,11	39,79	69,20	71,22	71,90	73,78	81,58	83,32
PARCELA	EVALUACIONES		MEDIA HR. EXTERNA (%)			MEDIA HR. INTERNA (%)			DIFERENCIA			
1	6		61,99			65,79			3,8			
2	6		62,68			63,87			1,19			
3	6		62,28			63,59			1,32			

Anexo 12. Base de datos de la velocidad del viento en el sitio Guácimo.

Variable: Viento		Zona: Puyango					Sitio: Guácimo				Altitud: 940 m s.n.m	
Fecha	09/10/2018	24/10/2018		05/11/2018		03/12/2018		24/12/2018		15/01/2019		
Hora	08:55 a 10:h	12:00 a 13:25 h		12:35 a 13:35 h		14:00 a 15:00 h		11:00 a 11:55 h		14:00 a 15:00 h		
Parcela	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna
1	0,66	0	0,8	1,15	1,6	0,06	0,26	0,73	0,4	0,06	1	0
	0	0	0,06	0,86	1,1	0,66	0,8	0,8	0	0	0,6	0
	0	0	0,4	1,1	1,45	2,25	0,46	0	0	0	0	0
	0	0,06	0,06	0,49	1,6	0,8	0	0,33	0	0	0,13	0
	0	0	0,46	0	0,8	0,73	0,06	0	0,26	0	0,33	0
	0,06	0,33	1,25	0,8	2,4	1	0	0,26	0,16	0,13	0,6	0
	0,06	0,2	1,75	1	1,1	1,3	0,33	0,06	0,26	0,73	0,46	0
	0,39	0,13	1,65	0	1,35	0,2	0,8	0,73	0	0	0,4	0
	0,33	0,73	2,01	0,8	2,4	0,06	0,66	0	0	0	0,46	0
	0,2	0,4	1,4	0,33	2,2	0,2	0	0	0,13	0	0,53	0
2	0,2	0,46	0	1,2	2,65	0,93	1,55	0	0	0	0,26	0
	0	0,2	0,8	1,8	2,4	0	0,86	0	0	0	0	0
	0,26	0	0,86	1,65	2,75	0,73	1,7	0	0,6	0	0,53	0
	0,26	0	1	0,6	1,25	0,2	3,1	0	0,4	0	0,13	0
	0,8	0	0,73	0,86	3,1	0,26	2,2	0,06	0	0	0,44	0
	0,06	0,06	1,7	0	2,75	0,46	2,09	0	0	0	0,8	0
	0	0,26	0,6	0,2	2,75	0,93	2,95	0	0	0	0,13	0
	0,06	0,26	0,86	0	2,7	0,13	1,55	0	0	0	0,93	0
	0,26	0	0,6	0,7	3,65	0,33	1,05	0,06	0,3	0,26	0,46	0
0	0	0,1	0	4,55	0,26	1,7	0	0	0	0,46	0	
3	0,26	0,26	0,46	0,13	1,1	0,46	1,1	0	0	0	0,33	0
	0,26	0	0,4	0,33	0,93	0,06	1,04	0,06	0,4	0,26	0,93	0
	0	0,2	0,1	0	1,5	0	0,46	0	0,26	0	1	0
	0,26	0	1,47	0	1,9	0,53	0,2	0	0	0	0,73	0
	0,26	0,2	2,9	0,53	1,25	0,46	2,09	0,06	0,26	0,2	0,26	0
	0,13	1,4	1,9	0,26	1,9	0,13	0,66	0,4	0,53	0	0,46	0
	0,26	0,4	1,7	2,04	3,45	0,86	0,53	0	0,4	0	0,2	0
	0,46	0,6	0,86	1,2	1,45	0,93	0,93	0	0,46	0	0,26	0
	1,2	0	0,8	0,2	2,65	0,33	0,8	0	0,66	0	0,8	0
0,33	0,06	1,8	0,6	1,30	1,15	4	0,00	0,33	0,46	0,53	0	
Promedio	0,23	0,21	0,98	0,63	2,07	0,55	1,13	0,12	0,19	0,07	0,47	0,00
PARCELA	EVALUACIONES		MEDIA HR. EXTERNA (%)		MEDIA HR. INTERNA (%)		DIFERENCIA					
1	6		0,61		0,32		-0,29					
2	6		1,03		0,21		-0,8					
3	6		0,9		0,25		-0,65					

Anexo 13. Base de datos del % de sombra, temperatura en el sitio Loma Oscura.

Variable: Sombra												
PARCELA		EVALUACIONES					SOMBRA (%)					
1		6					58,57					
2		6					67,68					
3		6					59,68					
Variable: Temperatura			Zona: Puyango				Sitio: Loma Oscura Arenal			Altitud: 1034 m s.n.m		
Fecha	09/10/2018		24/10/2018		05/11/2018		03/12/2018		24/12/2018		15/01/2019	
Hora	15:30 a 16:20 h		08:00 a 09:10 h		16:20 a 17:20 h		09:00 a 10:00 h		08:00 a 08:55 h		17:00 a 17:55 h	
Parcela	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna
1	21,5	22,1	28,8	24,1	24,3	21,8	25,3	24,5	23,7	23,5	24,5	24,1
	21,3	21,8	29,1	25	23,8	21,7	25,5	25	24,1	23,1	24,3	23,9
	21,3	21,7	28,5	25,3	24,1	21,7	25,5	24,7	24,5	23,1	24,2	23,8
	21,1	21,6	28	26	24	21,7	25,5	25,1	24,7	23,8	24,2	23,4
	21,3	21,6	28,3	26,8	23,6	21,7	25,6	25,5	24,8	23	24,1	23,5
	21,1	22,3	28,8	26,3	23,5	21,7	25,7	25,5	25,1	23,2	24	23,3
	21,2	22,7	30,1	26,3	23,3	21,7	25,8	25,2	25,3	23,1	24	23,1
	21,1	22,6	30,2	27,2	23,2	21,7	26,1	24,8	25,6	23,1	24,8	23,2
	21,1	22,5	30,3	27,1	23	21,7	26,3	24,5	25,7	22,6	24	23,1
	21,2	22	30,3	28	22,8	21,6	26,6	24,6	25,8	22,8	24	23,1
2	21	21,7	30,5	27,6	22,8	21,6	25,1	26,8	25,8	23,3	24,2	22,6
	21	21,7	30,5	27,3	23,1	21,5	25,5	26,3	25,9	24,6	24,1	22,4
	21,1	21,7	30,3	27,3	23,2	21,5	25,7	27,7	25,8	24	23,8	22
	21	21,6	30,5	27,3	23,2	21,5	26	27	26	23,7	23,7	22,1
	20,8	21,6	30,5	27,3	22,8	21,5	26,3	26,1	26,3	23,6	23,6	21,9
	21	21,6	30,6	27,1	22,7	21,5	26,6	25,8	26,8	23,6	23,6	22,1
	21,3	21,7	30,3	27	22,8	21,5	26,7	26	26,9	23,5	23,6	21,5
	21,3	21,8	30,1	27,7	22,7	21,5	26,7	25,8	26,8	23,5	23,6	21,9
	20,8	21,8	30,2	26,6	22,5	21,5	27	25,6	26,7	23,3	23,6	21,4
	20,7	21,8	29,1	26,6	22,2	21,3	27	25,5	27,2	23,5	23,6	21,1
3	21	22	29,1	27,6	22,1	21,3	27	25,5	27,8	24,3	23,6	21,3
	20,5	22,5	29,1	27,7	22,3	21,3	27,1	25,7	27,6	24,3	23,7	21,1
	20,5	22	28,8	27,7	22,6	21,2	27,2	25,8	27,9	24,8	23,7	21,6
	21,5	22	29	27,7	22,6	21,2	27,1	25,8	27,8	24,7	23,6	21,8
	21,3	21,8	29	27,6	22,1	21,1	27,2	26	27,9	24,9	23,5	21,7
	21,5	21,8	29,1	27,8	22,2	21,1	27,2	26,1	28,2	25,2	23,3	21,6
	21,3	21,8	29,2	27,8	22,3	21,1	27,2	26,2	28,4	25,2	23,2	21,5
	20,5	21,8	29,1	27,8	22	21,1	27,3	26,5	28,6	25,1	23,1	21,8
	20,5	21,7	29,1	27,8	21,7	21,1	27,2	26,7	28,7	25,3	23,1	20,6
	20,5	21,7	29,1	27,7	21,80	21,10	27,20	27	28,9	26,2	23,1	20,7
Promedio	21,04	21,90	29,52	27,04	22,84	21,45	26,41	25,78	26,51	23,93	23,78	22,24
PARCELA	EVALUACIONES		MEDIA T. EXTERNA (%)		MEDIA T. INTERNA (%)		DIFERENCIA					
1	6		24,83		23,59		-1,24					
2	6		25,08		23,7		-1,38					
3	6		25,15		23,88		-1,27					

Anexo 14. Base de datos de Humedad relativa en el sitio Loma Oscura.

Variable: Humedad Relativa		Zona: Puyango					Sitio: Loma Oscura Arenal				Altitud: 1034 m s.n.m	
Fecha	09/10/2018		24/10/2018		05/11/2018		03/12/2018		24/12/2018		15/01/2019	
Hora	15:30 a 16:20 h		08:00 a 09:10 h		16:20 a 17:20 h		09:00 a 10:00 h		08:00 a 08:55 h		17:00 a 17:55 h	
Parcela	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna
1	79,5	79,5	56	68	64	73,5	71	78,5	79	79	82	82,5
	79,5	81,5	53	68,1	66	74	72	79,5	77,5	80	84	83,5
	80,5	82	56,2	68,5	66	74,5	72	78,5	77	79	83,5	83,5
	80	81,5	55,2	68	65,5	74	70,5	78,5	75,5	81,5	83,5	83,5
	80	83	59	69,5	68,5	74,5	70	75	75	79,5	83	85
	83,5	84,5	54	68,2	68	74,5	70,5	78	74,5	79,5	85	84,5
	83,5	80,3	51,2	67,1	68,5	74,5	68,5	76,5	73	79,5	85	83,5
	84	79	50,5	66,2	68	74,5	70	73,5	72,5	80	84,5	83,5
	83	80	49,7	66,3	69,5	74,5	70	73,5	72,5	82	85	84
84	82	50,7	66,5	69,5	74,5	69	78,5	71,5	82	85	85	
2	84,5	82	50,7	66	70	74,5	72	71,5	75	72	85	81,5
	85	82	51,2	58,2	69	75	71,5	64	73	73	85,5	82,5
	84,5	82,5	52,5	58,2	68,5	75	72	65,5	71,5	77	84	82,5
	85,5	82,5	52,2	58,2	68,5	75	68,5	68,5	71,5	71,5	85,5	83
	85,5	84	51,5	59	69,5	75,5	68,5	73	70,5	80	85	83,5
	85,5	83	51,1	58,7	70,5	75,5	66	74	70	82	87	83
	86,6	83,5	50,2	58,2	70	75,5	66	74,5	68	79,5	86,5	82,5
	85,5	83	52,2	58,7	70	75,5	66	73,5	66	83,5	87	83,5
	86,6	81,5	51	59,2	71	75,5	68	71,5	64,5	82	87	90,5
86,5	83	54	60,7	72	75,5	65	73	63,5	82	89	85,5	
3	87	84	54,5	60,7	72,5	75,5	68,5	67,5	61,2	72,5	89,5	86
	87	82,5	52,7	59,2	72,5	75,5	70	70	60	72,5	89,5	86
	86,5	83	55	59,7	71,5	75,5	68	69	58,5	74	88	90
	87	86	55	59,5	71	76	67	69,5	57	74,5	88	87
	86,5	84	57	58	72,5	76,5	67,5	65,5	56,5	75	89	86,6
	87	84	55,5	59,2	73	76,5	67	62,5	57	72,5	89,5	85,3
	87	84,5	55,2	59	73	76,5	67,5	65	55,7	72,5	83,5	88
	87	86,7	54,2	58	73,5	76,5	65,5	64,5	59,2	71,5	89	87,6
	87	86	53,2	58,5	74,5	76	63,5	64	56,2	73	90	87,3
87,5	85	54,5	58,5	74,50	76,50	64	59,00	57,7	75	90,5	89	
Promedio	84,76	82,87	53,30	62,06	70,03	75,22	68,52	71,18	67,35	77,25	86,28	84,98
PARCELA	EVALUACIONES		MEDIA HR. EXTERNA (%)			MEDIA HR. INTERNA (%)			DIFERENCIA			
1	6		71,98			77,39			5,41			
2	6		71,83			75,07			3,24			
3	6		71,31			74,32			3,01			

Anexo 15. Base de datos de la velocidad del viento en el sitio Loma Oscura.

Variable: Viento			Zona: Puyango				Sitio: Loma Oscura Arenal		Altitud: 1034 m s.n.m			
Fecha	09/10/2018		24/10/2018		05/11/2018		03/12/2018		24/12/2018		15/01/2019	
Hora	15:30 a 16:20 h		08:00 a 09:10 h		16:20 a 17:20 h		09:00 a 10:00 h		08:00 a 08:55 h		17:00 a 17:55 h	
Parcela	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna
1	0	0	0,06	0	0,53	0,06	0	0	0	0	0	0
	0,4	0	0,06	0	0,06	0,33	0	0	0	0	0	0
	0,26	0	0,93	0,2	3,6	0	0	0	0	0	0	0
	0,4	0,06	0,46	0,3	0,46	0,06	0	0	0	0	0	0
	0,26	0,06	0	0	0,26	0	0	0	0,06	0	0	0
	0,46	0,06	0	0	0	0,13	0,46	0	0	0	0	0
	0,53	0	0,7	0,2	0,66	0,1	0,33	0	0	0	0	0
	0,6	0	1,1	0,2	1,2	0,06	0	0	0	0	0	0
	0	0	0,8	0,3	1,5	0,2	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0,4	0,2	1,55	0,2	0	0	0	0	0	0
	0,46	0,06	0,2	0	0	0	0	0	0,06	0	0,13	0
	0,6	0	0,02	0	0,66	0,5	0	0	0	0	0	0
	0,06	0	0	0	0,4	0,06	0,33	0	0,2	0,06	0	0
	0,6	0	0	0	0,2	0	0,06	0	0	0	0	0
	0,93	0	0	0	0,6	0,2	0	0	0	0	0,2	0
	0,73	0,06	0,06	0	0,06	0,13	0	0	0	0	0	0
	0,33	0	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,26	0	0,8	0	1,2	0	0	0	0	0	0	0
3	0,06	0	0,6	0	1,55	0,33	0	0	0	0	0	0
	0,4	0	0,2	0	0,46	0,13	0	0	0	0	0	0
	0	0	0,8	0,2	0,13	0,26	0	0	0,86	0	0	0
	0,06	0,06	0,04	0	0,2	0	0,33	0,26	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0,13	0,06	0	0
	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0
	0	0	0,06	0	0	0	0,6	0,53	0	0	0	0
	0,6	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	0,2	0	0,06	0	0,26	0	0,13	0,13	0	0	0,26	0
	0	0	0,01	0,2	0,66	0	0	0	0	0	0,4	0
	0	0	0	0	0,00	0,06	0	0,00	0	0	0	0
Promedio	0,27	0,01	0,25	0,07	0,54	0,11	0,07	0,03	0,04	0,00	0,03	0,00
PARCELA	EVALUACIONES		MEDIA HR. EXTERNA (%)		MEDIA HR. INTERNA (%)		DIFERENCIA					
1	6		0,3		0,05		-0,26					
2	6		0,21		0,03		-0,18					
3	6		0,1		0,04		-0,06					

Anexo 16. Escala de la velocidad del viento según Beaufort.

ESCALA DE BEAUFORT			
Núm. Beaufort	Nombre en tierra	Velocidad equivalente a 10 m de altura sobre terreno descubierto, intervalo en 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 releva por el movimiento del pero no por las veletas.
2	Flojito	1.6 a 3.3	El viento se percibe en el rostro, las hojas se agitan, la veleta se mueve.
3	Flojo	3.4 a 5.4	Hojas y ramitas agitadas constantemente, el viento despliega 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 crestas en los estanques.
6	Fresco	10.8 a 13.8	Las grandes ramas se agitan, los hilos telegráficos silban; el uso del paraguas se hace difícil
7	Frescachón	13.9 a 17.1	Los árboles enteros se agitan, la marcha contra el viento es penosa
8	Duro	17.2 a 20.7	El viento rompe las ramas, es imposible la marcha contra el viento
9	Muy duro	20.8 a 24.4	El viento ocasiona ligeros daños en las viviendas (arranca cañerías, chimeneas y tejados)
10	Temporal	24.5 a 28.4	Raro en los continentes, árboles arrancados, importantes daños en las viviendas
11	Borrasca	28.5 a 32.6	Observado muy raramente, acompañado de grandes destrozos
12	Huracán	> 32.7	Estragos graves y extensos

Anexo 17. Fotografías de los recorridos realizados en la zona cafetalera Puyango, donde se realizó la investigación. A. San José de Mercadillo; B. Guácimo; C. Loma Oscura de El Arenal.

A



B



C



Anexo 18. Socialización de resultados de Tesis. A. Presentación de resultados en el aula del IX Ciclo de la Carrera de Ingeniería Agronómica; B. Registro de estudiantes presentes en la socialización de resultados de tesis.

A



B



**AREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

Registro de asistencia de los estudiantes del ciclo IX presentes en la socialización de los resultados de Tesis.

Título: Influencia de la vegetación arbórea y arbustiva en el microclima de los Sistemas Agroforestales café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales del cantón Puyango de la provincia de Loja, época seca 2018.

Autor: Kervin Joel Elizalde Sánchez

Fecha: 23/07/2019

Hora: 8h00 a 9h00

Nº	Apellidos y Nombres	Nº de cédula	Firma
1	Córdova Zambiano Juliana L	1150671608	
2	Fernandez Alroyo David Alejandro	1105023327	
3	Conea Comoverde Jhon Alexander	1105777922	
4	JAEN RICAUD XIMENA MARTEL	1104452139	
5	Romero Romero María José	1150208393	
6	Silva Patricia Amijos Chunchu	1106045014	
7	Teresa Alejandra Jiménez Guayoray	1900786847	
8	Jessenia Amparo López Salas	1105320129	
9	Maldonado Estrella Luzcano	1105581963	
10	Escobedo Beatriz Saranyo Pinta	1105048704	
11	Silvana Elisabeth Pinta Pinta	1150143475	
12	Jose Agustin Guachamani Sanchez	1105889876	
13	Richard Fabricio Razo González	1105926076	
14			