



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE CAFÉ ROBUSTA
VARIEDAD CONILÓN "COFFEA CANNEPHORA PIERRE EX
FROENHER" EN LA GRANJA EXPERIMENTAL SANTA INÉS"

CUN SAREZ MARIA GISELLA
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE CAFÉ ROBUSTA
VARIEDAD CONILÓN "COFFEA CANNEPHORA PIERRE EX
FROENHER" EN LA GRANJA EXPERIMENTAL SANTA INÉS"

CUN SAREZ MARIA GISELLA
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE CAFÉ ROBUSTA VARIEDAD
CONILÓN "COFFEA CANNEPHORA PIERRE EX FROENHER" EN LA GRANJA
EXPERIMENTAL SANTA INÉS"

CUN SAREZ MARIA GISELLA
INGENIERA AGRÓNOMA

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 27 DE ABRIL DE 2021

MACHALA
2021

Tesis Cun

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 Submitted to Universidad Técnica de Machala 2%
Trabajo del estudiante

2 1library.co <1%
Fuente de Internet

3 www.personal.us.es <1%
Fuente de Internet

4 www.airelibrelapalma.org <1%
Fuente de Internet

5 hdl.handle.net <1%
Fuente de Internet

6 republica.gt <1%
Fuente de Internet

7 cipotato.org <1%
Fuente de Internet

8 www.atlasbotani.eu <1%
Fuente de Internet

9 revzoilomarinaldo.sld.cu <1%
Fuente de Internet

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, CUN SAREZ MARIA GISELLA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE CAFÉ ROBUSTA VARIEDAD CONILÓN "COFFEA CANNEPHORA PIERRE EX FROENHER" EN LA GRANJA EXPERIMENTAL SANTA INÉS", otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 27 de abril de 2021



CUN SAREZ MARIA GISELLA
0705576122

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, las fuerzas y aumentar mi fe a lo largo del tiempo, sin él no hubiera podido alcanzar esta meta.

A mis padres y hermano por esforzarse cada día para que yo pueda culminar mis estudios y ser un apoyo incondicional durante todos estos años.

A mi familia en general por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi carrera.

A todas las personas que confiaron en mí, que vieron un gran potencial y estuvieron dispuestas a brindarme la mano si lo necesitaba.

María Gisella Cun Sarez.

AGRADECIMIENTO

A Dios en primer lugar porque me ha permitido llegar a este punto de mi vida, ha sido un camino muy largo, pero gracias a sus fuerzas pude salir de cada situación.

De manera especial a mi tutor de tesis Ing. José Quevedo, por haberme enseñado mucho durante mis años de estudio, por inspirarme a amar la profesión y apoyarme en todo momento.

A mi madre Senobia Sarez por inspirarme a ser una profesional de excelencia y una mujer de bien. A mi padre Richard Cun por ser el pilar fundamental de este trabajo de investigación, gracias papi por estar conmigo incluso en las peores situaciones, incluso si hay Covid. A mi hermano por alentarme a seguir cada día y estar en todas, por hacerme ver las cosas de una manera diferente y enseñarme a tener paciencia.

A mi abuelita Nelly Sarez por amarme y enseñarme a sonreír en los peores momentos y ser inmensamente feliz en los mejores. A mi abuelito Gregorio Cun por la paciencia y el amor que me brindó en sus campos, por alentarme e inspirarme a amar lo que hacemos.

A mis tíos Miguel, Ronald y Javier, por instruirme y enseñarme lo que saben, por la paciencia que me brindaron y el amor que me tienen. A mi tía María del Cisne por hacerme sonreír siempre y porque sé que puedo confiar en ella.

A mis tíos Dalia Vaca y Kervin Cun por ser mi refugio en los peores momentos, por amarme sin importar qué y por apoyarme en este largo camino.

A mis primas Dayana L. Cun y Mishell Cun, por quererme y cuidar de mí cuando lo necesité y por ser parte de este largo proceso. A mis amigos y amigas, en especial a Linda Cardona, Tatiana Jiménez y Gabriela Armijos por estar prestas a ayudarme en lo que necesitaba, las quiero mucho chicas.

A todos, infinitas gracias, los amo.

Evaluación de la adaptabilidad de café robusta variedad Conilón “*Coffea canephora* Pierre ex Froenher” en la granja Experimental Santa Inés.

Autor

María Gisella Cun Sarez.

Tutor

Ing. Mgs. José Nicasio Quevedo Guerrero.

RESUMEN

El café (*Coffea* spp.), es uno de los productos más importantes del mundo y es cultivado en más de ochenta países, proporcionando ingresos significativos, ayudando a millones de familias campesinas, mismas que se han visto afectadas por los cambios climáticos que se han ido dando, incluyendo el ataque de organismos patógenos, por lo que se buscan variedades resistentes. En el Ecuador la caficultura es una actividad muy destacada puesto que tiene relevancia económica, ambiental y social, siendo cultivado en veintitrés de las veinticuatro provincias, esto gracias a las aptitudes agroecológicas que presenta el país, sin embargo se ha visto gravemente afectada por el ataque de diversas plagas y enfermedades, siendo desplazada por otros cultivos a lo largo de los años y bajando de manera drástica el área utilizada para la producción de café por lo que en 2019 se llegó a sesenta mil hectáreas sembradas de dicho cultivo, esto de las trescientas cuarenta y seis mil novecientos setenta y un hectáreas que correspondía a cafetales en pie en 1983, donde ciento cinco mil familias dependían de la producción de este cultivo, la variedad Conilón (*Coffea canephora* Pierre ex Froenher) fue ingresada a las tierras patrias en 1962 por INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), siendo Pichilingue la primer estación que estableció una colección de café robusta, desde entonces se han visto resultados considerables puesto que ha presentado características importantes de adaptabilidad a diferentes suelos y climas, brinda un mayor rendimiento y es tolerante a diversas plagas y enfermedades, la provincia de El Oro cuenta con un clima favorable para el correcto desarrollo del café, es por esto que se llevó a cabo esta investigación con el objetivo de evaluar la adaptabilidad de plantas de café robusta cultivar Conilón en la granja experimental Santa Inés, determinando el factor más influyente en la adaptabilidad de plantas y evaluando el crecimiento, número de ramas secundarias y área foliar emitidas de

acuerdo a las aplicaciones de cuatro tratamientos, para el estudio se usó un área de 527m², dispuestos en 5 bloques, donde se sembraron las 179 plantas de Conilón y se asignaron 5 tratamientos, cada tratamiento en un bloque (T1: 100g de bio compost + 30g NPK; T2: 150g de bio compost + 30g NPK; T3: 200g de bio compost + 30g NPK; T4: 250g de bio compost + 30g NPK; T5: testigo) en cada una se evaluaron 10 unidades experimentales y sometidos a 2 evaluaciones 1. Con sombra; 2. Sin sombra, de acuerdo a esto se pudo determinar que las plantas sin sombrero presentan mejor respuesta induciendo ser el factor más influyente durante el proceso de adaptabilidad, en cuanto al crecimiento y número de ramas secundarias de las plantas de café robusta cultivar Conilón, el T2 mostró respuestas superiores tanto en las plantas con y sin sombra, el área foliar presentó mayores resultados en el T1 en las plantas con sombra, y del mismo modo en aquellas plantas sin sombrero.

Palabras clave:

Conilón, adaptabilidad, área foliar, análisis, sombra.

Evaluation of the adaptability of robust coffee variety Conilon "Coffea canephora Pierre ex Froenher" at the Experimental farm Santa Inés.

Author

María Gisella Cun Sarez.

Specialist

Ing. Mgs. José Nicasio Quevedo Guerrero.

ABSTRACT

Coffee (*Coffea* spp.) is one of the most important products in the world and is grown in more than eighty countries, providing significant income, and helping millions of peasant families themselves that have been affected by climate changes that have been occurring, including the attack of pathogenic organisms, so resistant varieties are sought. In Ecuador, coffee farming is a very important activity since it has economic, environmental and social relevance, being cultivated in 23 of the 24 provinces, this thanks to the agroecological skills that the country presents, however has been severely affected by the attack of various pests and diseases being displaced by other crops over the years and drastically reducing the area used for coffee production so that in 2019 it reached sixty thousand hectares sown from that crop, this of the three hundred and forty-six thousand nine hundred and seventy-one hectares that corresponded to standing coffee plantations in 1983 where at this time one hundred and five thousand families depended on the production of this crop. The variety Conilón (*Coffea canephora* Pierre ex Froenher) was entered to the homelands in 1962 by INIAP (National Institute of Agricultural Research), being Pichilingue the first station that established a collection of Robusta coffee, considerable results have been seen since then, as it has presented important characteristics of adaptability to different soils and climates, provides higher yields and is tolerant to various pests and diseases, Ecuador is a country with agroecological skills, as is the province of El Oro, which has a favourable climate for the proper development of coffee, that is why this research was carried out with the objective of evaluating the adaptability of robust coffee plants to grow Conilón in the experimental farm Santa Inés, determining the most influential factor in the adaptability of plants and evaluating growth, number of secondary branches and foliar area emitted according to the applications of four treatments, for the study was used an area of

527m², arranged in 5 blocks, where the 179 plants of Conilón were planted and 5 treatments were assigned, each treatment in a block (T1: 100g of bio compost + 30g NPK; T2: 150g of bio compost + 30g NPK; T3: 200g of bio compost + 30g NPK; T4: 250g of bio compost + 30g NPK; T5: control) each with 10 experimental units and submitted to 2 evaluations 1. With shade; 2. Without shade, on the basis of this it was possible to determine that plants without shade have a better response inducing to be the most influential factor during the process of adaptability, as for the growth and number of secondary branches of the Conilon robusta coffee plants, T2 showed superior responses in both shade and shadowless plants, the foliar area showed greater results in T1 in shady plants, and in the same way in those plants without shade.

Keywords:

Conilón, adaptability, leaf area, analysis, shade.

ÍNDICE

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	8
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. HISTORIA	15
2.3. IMPORTANCIA	16
2.4. TAXONOMÍA	16
2.5. PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN ECUADOR	17
2.6. PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN LA PROVINCIA DE EL ORO	17
2.7. CAFÉ CONILÓN	18
2.8. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS	18
2.8.1. Temperatura	18
2.8.2. Altitud	18
2.8.3. Precipitación	18
2.8.4. Humedad relativa	18
2.8.5. Suelo	19
2.9. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL CAFÉ CONILÓN	19
2.9.1. Crecimiento vegetativo	19
2.9.2. Sistema radicular	21
2.10. FASES FENOLÓGICAS DEL CAFÉ CONILÓN	22
2.10.1. Floración	22
2.10.2. Fructificación	22
2.11. NUTRICIÓN PARA EL CAFÉ CONILÓN	23
2.12. IMPLEMENTACIÓN DE SOMBRA EN EL CULTIVO DE CAFÉ CONILÓN	23
3. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. MATERIALES	25

3.1.1.	Localización del experimento.	25
3.1.2.	Ubicación geográfica	25
3.1.3.	Factores climáticos y ecológicos.	25
3.1.4.	Materiales de campo	26
3.1.5.	Material Genético	26
3.1.6.	Diseño del experimento	26
3.1.7.	Variables evaluadas	26
3.2.	METODOLOGÍA	27
3.2.1.	Siembra de café Conilón	27
3.2.2.	Aplicación del riego	27
3.2.3.	Aplicación de los tratamientos asignados.	27
3.2.4.	Estimación de la altura	28
3.2.5.	Determinación del área foliar	28
3.2.6.	Determinación del número de ramas secundarias.	28
4.	RESULTADO Y DISCUSIÓN	29
4.1.	VARIABLE ALTURA DE LA PLANTA	29
4.2.	VARIABLE NÚMERO DE RAMAS SECUNDARIAS	30
4.3.	VARIABLE ÁREA FOLIAR	32
5.	CONCLUSIONES	34
6.	RECOMENDACIONES	35
7.	BIBLIOGRAFÍA	36
8.	ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Análisis de varianza factorial para determinar las posibles interacciones entre los tratamientos respecto a la altura de las plantas con sombra y sin sombra. 29
- Tabla 2.** Análisis de varianza factorial para determinar las posibles interacciones entre los tratamientos respecto al número de ramas secundarias de las plantas con sombra y sin sombra. 30
- Tabla 3.** Análisis de varianza factorial para determinar las posibles interacciones entre los tratamientos respecto al área foliar de las plantas con sombra y sin sombra. 32

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Gráficos de perfil de las medias marginales estimadas para la variable altura de las plantas con sombra y sin sombra respecto a los tratamientos. 30
- Figura 2.** Gráficos de perfil de las medias marginales estimadas para la variable número de ramas secundarias en las plantas con sombra y sin sombra respecto a los tratamientos. 31
- Figura 3.** Gráficos de perfil de las medias marginales estimadas para la variable área foliar en las plantas con sombra y sin sombra respecto a los tratamientos. 33

1. INTRODUCCIÓN

En más de ochenta países es cultivado el café, siendo uno de los productos más importantes del mundo proporcionando ingresos significativos, ayudando así a más de veinte millones de familias campesinas, sin embargo, estas se han visto afectadas por los cambios climáticos que se han dado a lo largo de los años disminuyendo sus producciones, del mismo modo se incluye el ataque de plagas y enfermedades, por lo que se buscan variedades resistentes (Panhuysen & Pierrot, 2014).

En la actualidad son muchos los productores que buscan cultivos de alto rendimiento y tolerantes a diversos factores que se presentan durante la vida del mismo, en este caso el cultivo de café siendo un rubro importante en el mundo y en el Ecuador ha sido muy utilizado por pequeños agricultores y se fue extendiendo dentro del territorio ecuatoriano, sin embargo, una de las primeras especies que se introdujeron fue el Arábico que se vio afectado por diversas enfermedades, dejando a muchos en condiciones poco favorables. (Bustamante, 2014).

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) realizó los diferentes trabajos de investigación y comenzó la distribución de la variedad Robusta (*Coffea canephora*), empezando por la zona Litoral, siendo Los Ríos, Guayas y Esmeraldas las principales provincias, posteriormente en la zona Interandina, siendo parte de esto las provincias de Pichincha, Bolívar, Cotopaxi, incluyendo provincias de la Amazonía como Sucumbíos, Orellana y Napo. Siguiendo con las investigaciones de INIAP, en las estaciones experimentales de Pichilingue y Napo Payamino, fueron seleccionados los clones con una alta producción y adaptados al Trópico Húmedo de la Costa y Amazonía, para poder distribuirlos en el territorio ecuatoriano. (Bustamante, 2014). De acuerdo a estudios realizados esta especie puede alcanzar rendimientos de 1.5 a 2 t.ha-1 (Pérez et al., 2014)

1.1.

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la adaptabilidad de plantas de café robusta cultivar Conilón en la granja experimental Santa Inés.

1.2.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el factor más influyente en la adaptabilidad de plantas de café robusta Conilón en la Granja Experimental Santa Inés.
- Evaluar el crecimiento, número de ramas secundarias y área foliar emitidas de las plantas de café robusta cultivar Conilón de acuerdo a las aplicaciones de 4 dosis de biocompost + 30NPK.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. HISTORIA

Desde tiempos inmemorables el café es conocido por su uso en bebidas, las mismas que se consumen alrededor del mundo, su semilla procede del cafeto, rubiácea que se desarrolla de mejor manera en climas preferentemente cálidos.

“Kaffa”, perteneciente a África Oriental fue el lugar donde creció de manera autóctona, es de aquí su denominación como “café”, de acuerdo a las investigaciones fue en la Edad Media donde marineros africanos transportaron las semillas de esta planta hacia Arabia pues eran atraídos por su olor, siendo así utilizado meramente como cultivo, fue llevado a la Meca por peregrinos y luego de esto fue a Europa, sin embargo su consumo tardó en ser aceptado a causa de su color negro (Echeverri et al., 2005).

2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL CAFÉ

Aunque los investigadores no se ponen de acuerdo sobre el origen del café, la mayoría de ellos considera que en su forma silvestre (Arábica), fue encontrado en el altiplano de Abisina o lo que se conoce actualmente como Etiopía y se hizo popular como bebida estimulante en el siglo XIII, los musulmanes en el siglo XV introdujeron el café en Turquía, Persia y Egipto, posteriormente fue llevado a Europa llegando a esta en el siglo XVII, donde fue comercializado, haciéndose popular y llegando a diferentes países como Italia, Inglaterra y Francia, a continuación fue desplazado a Ceilán e Indonesia y también Sudamérica, siendo Brasil el primer país donde fue establecido en 1727 (Gotteland & De Pablo V., 2007).

En Ecuador fue el INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) quien introdujo el café al Territorio Ecuatoriano, siendo la estación de Pichilingue donde se estableció la primera colección de café Robusta y desde aquí en 1962 se logró establecer progresivamente este cultivo en diferentes partes del país (Duicela et al., 2018).

2.3. IMPORTANCIA

El café (*Coffea* spp.) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial pues genera impactos significativos en la economía de muchísimos países en vías de desarrollo que se encuentran en las regiones subtropicales y tropicales, incluyendo a Ecuador (Villalta & Gatica, 2019)

Del mismo modo tiene importancia social pues muchos sectores se involucran en su producción incluyendo etnias que se encuentran dentro del territorio nacional tales como: Kichwas, Shuaras y Tsáchilas, en lo ambiental este cultivo puede ser usado en diferentes sistemas agroforestales para conservar la biodiversidad y diversos recursos naturales, así mismo la salud del ser humano se ve beneficiada por el consumo de los derivados de dicho cultivo pues de acuerdo a investigaciones realizadas se muestra una correlación inversa con enfermedades hepáticas, enfermedades neurodegenerativas y diabetes tipo 2 (Almeida & Vegas, 2016).

2.4. TAXONOMÍA

El café es perteneciente al género *Coffea* el mismo que consta con un aproximado de 100 especies, sin embargo, tres de estas son cultivadas de forma comercial, por lo que se tiene el siguiente orden de acuerdo a su comercialización:

Coffea arabica L., *Coffea canephora* Pierre ex-Froehner y *Coffea liberica* Bull ex-Hiern.

De acuerdo a la clasificación taxonómica tenemos que pertenecen al Reino: Plantae, **División:** Magnoliophyta, **Sub-división:** Angiospermae, **Clase:** Magnoliata, **Sub-clase:** Asteridae, **Orden:** Rubiales, **Familia:** Rubiaceae, **Género:** *Coffea* y las especies antes mencionadas (Mora, 2008).

2.5. PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN ECUADOR

En el Ecuador la caficultura es una actividad muy destacada puesto que tiene relevancia económica, ambiental y social, el café es cultivado en veintitrés de las veinticuatro provincias, esto gracias a las aptitudes agroecológicas que presenta el país.

En 1983 el Ministerio de Agricultura y Ganadería realizó el primer censo cafetero donde se evidenció que 426.965 hectáreas eran aptas para este cultivo de café dentro del país, de las que 346.971 correspondía a cafetales en pie y produciendo, también se constató que 105.000 familias dependían de la producción de este cultivo, en la actualidad estos números han disminuido drásticamente, muchos agricultores han preferido cambiar de cultivos, siendo así que hasta el 2002 sólo quedaban 160.528 hectáreas sembradas de café y de estas en la actualidad quedan 60.000 hectáreas, esto de acuerdo a la Asociación Nacional de Exportadores de Café en 2019 (Fórum Café, 2020).

2.6. PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN LA PROVINCIA DE EL ORO

La provincia de El Oro cuenta con un clima muy favorable para el desarrollo de diversos cultivos, incluyendo el café, En 2009 ocupaba 10171 hectáreas dentro de la provincia, siendo así el quinto producto con más producción a nivel provincial, llegando a producir 2201 toneladas métricas con un rendimiento de trescientos kilogramos por hectárea, debido a los daños causados por las diversas enfermedades fue disminuyendo su uso, por lo que en 2010 ocupó el sexto lugar, hasta que en 2016 la superficie plantada se redujo a 361 hectáreas con un rendimiento de doscientos kilogramos por hectárea (Leiva, 2017).

En 2018 la producción de café en la provincia fue de ciento treinta y tres hectáreas plantadas de las que se obtuvieron veinticinco toneladas por hectárea (Castro & Barrezueta, 2020)

2.7. CAFÉ CONILÓN

El café Conilón se lo conoce genéricamente como café robusta y es una especie que obligatoriamente necesita una fecundación cruzada, esto se debe a que tiene autoincompatibilidad gametofítica lo que inviabiliza la autofecundación (Ferrão et al., 2007).

2.8. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS

2.8.1. Temperatura

El café Conilón se cultiva normalmente en temperaturas mayores a 17°C y menores a 34°C (Partelli et al., 2013), cuando es cultivado a menos de 17°C disminuye su crecimiento, actividad fotosintética y afecta su rendimiento (Amaral et al., 2006).

2.8.2. Altitud

Siendo esta planta nativa de África Occidental específicamente de los bosques que se encuentran en la línea ecuatorial, la altura estimada desde 0 msnm hasta los 1000 msnm (Mendez, 2011).

2.8.3. Precipitación

El café robusta necesita un aproximado de 2000 a 3000 mm de lluvia anuales para que su producción sea óptima al igual que su desarrollo (Duicela, 2005).

2.8.4. Humedad relativa

El porcentaje de humedad relativa óptima para café robusta se encuentra entre un 80 y 90%, como mínima puede estar entre 53 y 73% y la máxima entre 98 y 99% y una luminosidad de mil horas de luz anuales (Carvajal, 1984).

2.8.5. Suelo

Los suelos en los que el café robusta se desarrolla bien deben tener un buen drenaje, estructura granular, franco, y profundo especialmente en su primer horizonte para que sus raíces puedan desarrollarse de mejor manera (Carvajal, 1984).

2.9. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL CAFÉ CONILÓN

El café Conilón tiene una gran variabilidad en relación a su tamaño, tamaño de hojas maduras, ramificación de los tallos, hojas nuevas color bronce y frutos que van de rojos a amarillos, a pesar de que este cultivo fue implantado desde 1950 son pocos los estudios realizados a comparación con el arábica.

2.9.1. Crecimiento vegetativo

El desarrollo vegetativo en el caso de las plantas que son arbustivas y perennes como el café ocurre durante toda la vida de la planta y en mayor parte está intercalado con el desarrollo reproductivo, siendo así que se pueden determinar 3 etapas: germinación y transplante (2 meses), almácigo (5 y 6 meses) y la siembra definitiva hasta la primer floración (11 meses), durante este tiempo se considera específicamente vegetativo, en adelante el desarrollo reproductivo y vegetativo se da de forma simultánea durante la vida de la planta (Arcila, 2007).

En cuanto al crecimiento de las ramas ya sea de forma plagiotrópicas y ortotrópicas, la expansión foliar o la formación de sus nudos varía, pues depende de las condiciones a las que el cultivo es sometido, esto incluye el régimen de temperatura y lluvia, las horas luz que recibe, siendo así que en las regiones no ecuatoriales tiene un crecimiento lento en cuanto a la parte aérea durante los periodos de invierno y durante el verano su crecimiento es rápido (Incaper, 2017).

Cuando se somete al cultivo durante la época seca a periodos largos sin riego el crecimiento plagiotrópico desciende y aumenta en la época lluviosa. Es importante las

primeras lluvias después de un periodo seco para el crecimiento de las ramas plagiotrópicas, es necesario indicar que la poda realizada después de la cosecha no afecta al crecimiento plagiotrópico de las ramas (Silveira & Carvalho, 1996).

Cuando se realiza un riego continuo el crecimiento plagiotrópico aumenta dependiendo de la época, sin embargo, el crecimiento es mayor en los cultivos no regados, esto quiere decir que la disponibilidad hídrica y no la temperatura es relevante para el crecimiento plagiotrópico luego de la época seca, esto debe ser considerado para una óptima fertilización y poda (Silveira & Carvalho, 1996).

Se ha llegado a creer que la formación de las hojas a lo largo del año está asociada de manera directa al crecimiento de los tallos, los inicios foliares resultan de la actividad de la yema apical de las ramas laterales (Rena & Maestri, 1985).

El área foliar es un descriptor de procesos fisiológicos que incluyen la fotosíntesis, movimiento de nutrientes, transpiración, crecimiento, capacidad de interceptar lluvia y productividad, incluyendo la proyección de las hojas en el suelo, de las horas luz o radiación que ingrese al cultivo y sea receptado por las hojas dependerá el crecimiento, la demanda de nutrientes, actividad fotosintética, demanda de agua, incidencia de plagas y enfermedades y por consiguiente su producción (Montoya et al., 2009).

La radiación solar de acuerdo a su intensidad tiene consecuencias sobre las plantas de tal manera que se ve afectada su fotosíntesis, tolerancia, morfología, supervivencia y crecimiento (Promis, 2013), aquellas especies expuestas a climas cálidos con mayor intensidad de radiación muestran hojas más delgadas y alargadas por lo que su área foliar es menor, esto merma el efecto de las altas temperaturas y del mismo modo el sobrecalentamiento (Cruz, 2014)

La formación de los nudos en las ramas laterales tiene relación directa con la producción de hojas, es decir que la tasa de crecimiento como el tamaño de la hoja depende de la época en que se produce su expansión, por lo tanto, aquellas que fueron formadas al inicio de la época lluviosa tienen una mayor tasa de crecimiento y área

foliar comparadas con aquellas que fueron formadas al final de esta misma estación, sin embargo, la caída de las hojas aumenta en la temporada seca y coincide en la temporada de cosecha y postcosecha (Silveira & Carvalho, 1996).

El envejecimiento del cultivo crea un desequilibrio en el área foliar y la masa seca total de la planta puesto que se ve afectada por el exceso de ramas ortotrópicas, lo que crea una reducción en el vigor y productividad del cultivo por lo tanto se establece la importancia de la poda (Bragança, 2005), por lo que para tener altos niveles de producción es necesario tener un buen crecimiento vegetativo (Plaza et al., 2015).

2.9.2. Sistema radicular

Son pocas las investigaciones realizadas en café Conilón sin embargo se ha podido determinar que la robustez de este tipo de café está asociada a la eficiencia y extensión del sistema radicular. El café Conilón presenta una alta plasticidad en la absorción de nutrientes y agua gracias a la morfología, profundidad, distribución y arquitectura en el suelo pero también depende de la edad de la planta (Bragança, 2005), el manejo de los requerimientos nutricionales y el riego (Barreto et al., 2006), la forma en que se obtienen las plántulas pudiendo ser de manera sexual o asexual (Silva et al., 2010) y la competencia que ejercen las plantas arvenses sobre el cultivo (DaMatta et al., 2007).

De acuerdo a investigaciones realizadas se puede determinar que tanto las plantas propagadas de forma sexual y asexual tienen un sistema radicular similar (Partelli, Araújo, et al., 2014), teniendo así raíces absorbentes con menos 1.00 mm de diámetro (Partelli et al., 2006).

Es importante recalcar que el riego y una distancia de siembra de 2m x 1m afecta el patrón de crecimiento (Partelli, Covre, et al., 2014) lo que permite que el sistema radicular sea más vigoroso en las capas más superficiales, estimula el desarrollo de las raíces secundarias y primarias, la raíz pseudopivotante reduce su profundidad en cuando a penetración en el suelo (Belan et al., 2011). Una distancia de siembra más corta incrementa la longitud, peso en materia seca, volumen y la superficie total del sistema

radicular por superficie de suelo (C. P. Ronchi et al., 2015), pese a esto no es necesario una elevada fertilización por área esto se debe a la abundancia de raíces por volumen de suelo (Guarçoni, 2011).

2.10. FASES FENOLÓGICAS DEL CAFÉ CONILÓN

2.10.1. Floración

El café Conilón florece simultáneamente, es decir tiene floración gregaria, no obstante, en campo se observan flores con temporalidades e intensidades variables. En este tipo de café los glomérulos o inflorescencias se forman en cada yema ubicadas de forma aleatoria en las axilas de las hojas de las ramas secundarias, del crecimiento de ramas plagiotrópicas depende la floración (DaMatta et al., 2007).

De acuerdo a investigaciones realizadas se pudo observar que el café Conilón tiene como promedio 3.4 flores por glomérulo y 3.3 glomérulos por axilas foliares, dando como resultado que una sola roseta en una rama plagiotrópica puede producir hasta 24 paquetes florales (Silveira & Carvalho, 1996).

La floración es un proceso complejo y se divide en cuatro fases: iniciación, diferenciación, periodo de inactividad del botón floral y apertura de la flor (C. Ronchi et al., 2015)

2.10.2. Fructificación

La fructificación inicia después de la apertura de las flores donde se produce el desarrollo y maduración, el porcentaje de frutos en relación a las flores depende de la cantidad de agua que reciben las plantas, siendo así que en plantas no regadas se presenta un 38% de caída de frutos (Belan et al., 2011).

El periodo de crecimiento de los frutos es muy similar al café arábica, dividiéndose en cinco fases: chumbinho, expansión rápida, formación del endospermo y maduración del fruto (Atizaga & Herrera, 1995).

2.11. NUTRICIÓN PARA EL CAFÉ CONILÓN

El café es un cultivo que requiere de altas cantidades de potasio (K) y nitrógeno (N), mientras que de fósforo (P) lo requiere en bajas medidas sin dejar de ser esencial, siendo así que la aplicación de nitrógeno debe estar entre 20 y 60 g/N/aplicación, potasio (K) entre 20 y 40 g/planta/año y fósforo (P) entre 10 y 50/planta/año, esto para que pueda verse favorecido su desarrollo (Carvajal, 1984).

El café Conilón es una de las especies más productivas presentando requisitos nutricionales bastante altos que influyen en su tasa de crecimiento, esto puede variar de acuerdo a las fases fenológicas y edad de la planta (Catani & Moraes, 1958), por ejemplo, entre los 24 y 30 meses de edad el café Conilón empieza su temporada de producción comercial, lo que hace que requiera hasta 1.53; 1.55 y 2.24 veces más la cantidad de N, P y K respectivamente (Bragança, 2005).

El uso de compost orgánico o bicompost favorece la microfauna del suelo alojando microorganismos benéficos que ayudan con la protección de la planta contra patógenos como la roya y bacterias, ayudan a liberar de manera adecuada los nutrientes y favorece la producción de hojas y desarrollo de la planta (Jiménez et al., 2016), de la misma manera si se realiza una mezcla de abono convencional más un abono orgánico se mejora la estructura física y química del suelo y ayuda al aumento de microfauna es decir de organismos benéficos (Eghball et al., 2004).

2.12. IMPLEMENTACIÓN DE SOMBRA EN EL CULTIVO DE CAFÉ CONILÓN

Del cuidado de las plántulas depende la producción de las plantas, en los viveros es necesario que por lo menos haya un 50% de luminosidad (Braun et al., 2007), sin

embargo depende de los niveles de luminosidad a los que la planta fue adaptada responden de manera diferente en sus características, ya sean estas anatómicas, bioquímicas, fisiológicas o de crecimiento, la eficiencia de este último está relacionado con la capacidad de la planta de adaptarse a la intensidad luminosa del ambiente a la que está siendo establecida (Fanti & Perez, 2005). Una de las características para determinar la respuesta de adaptación de las plantas a la intensidad luminosa es el crecimiento, este depende de la actividad cambiante, fotosíntesis y hormonas localizadas en las zonas apicales (Paiva et al., 2003).

Para el establecimiento de un cafetal es necesario tener un mínimo de 20% de sombra y como máximo 50% en campo, esto también permite que exista diversificación de productos en la plantación, disminuye los daños por el viento y reduce la caída de flores y hojas (Montagnini et al., 2015), minimiza el exceso de radiación solar, mejora la fertilidad del suelo, reduce la lixiviación (Vaast et al., 2006).

A pesar de que la utilización de sombra es utilizada en café arábica y robusta, el café Conilón es una especie que se originó en zonas con temperaturas elevadas y de estación moderada seca (DaMatta, 2004), es por esto que un exceso de sombra es perjudicial para el desarrollo y producción del café Conilón (Paulo et al., 2001).

El uso de especies de copas anchas como sombrío no representan diferencias significativas en la altura de las plantas de café sembradas a diferentes distancias, esto de acuerdo a un análisis de correlación ($r=0.996$) en los valores de las mediciones, mientras más distancia tienen las plantas entre sí, menos sombra necesitan, sin embargo, mientras las plantas se desarrollan la cantidad de sombrío debe disminuir (Farfán et al., 2003).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Localización del experimento.

La presente investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Santa Inés ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias perteneciente a la Universidad Técnica de Machala; situada en la Avenida Panamericana, km 5.5 vía Machala-Pasaje, parroquia El Cambio, provincia de El Oro – Ecuador.

3.1.2. Ubicación geográfica

El área de estudio está ubicada en las coordenadas siguientes (UTM) Universal Transverse Mecator:

Zona: 17 Sur.

Latitud: 03°17'16''S

Longitud: 79°54'05''W

Altitud: 6 msnm

3.1.3. Factores climáticos y ecológicos.

Según las zonas de vida de Holdridge y de acuerdo al mapa Ecológico del Ecuador el sitio de estudio presenta condiciones agroclimáticas:

Temperatura: 25°C,

Precipitación: 500mm anuales

Heliofanía: 2 a 3 horas diarias

Lo que caracteriza a esta zona como bms-T (Bosque muy seco – Tropical)

3.1.4. Materiales de campo

- ✓ Cinta métrica
- ✓ Palines
- ✓ Machetes
- ✓ Bomba de riego
- ✓ Tijera de podar
- ✓ Cuaderno de notas
- ✓ Biocompost
- ✓ NPK

3.1.5. Material Genético

Para el trabajo de investigación se sembraron 179 plantas de café Conilón de las cuales fueron evaluadas 100, este material que fue traído del cantón Zaruma, donadas por el Sr. Arturo Peñarrieta.

3.1.6. Diseño del experimento

Para el estudio se usó un área de 527m², dispuestos en 5 bloques, donde se sembraron las 179 plantas de Conilón y se asignaron 5 tratamientos, cada tratamiento en un bloque (T1: 100g de bio compost + 30g NPK; T2: 150g de bio compost + 30g NPK; T3: 200g de bio compost + 30g NPK; T4: 250g de bio compost + 30g NPK; T5: testigo) cada una con 10 unidades experimentales y sometidos a 2 evaluaciones 1. Con sombra; 2. Sin sombra.

3.1.7. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: altura de planta, área foliar, número de ramas secundarias.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Siembra de café Conilón

El terreno donde fue establecido el cultivo de café fue en la última parte del cultivo de cacao, constaba con cinco camas y un sistema de riego por aspersión, para realizar la siembra del café variedad Conilón se procedió a la limpieza de dicho terreno, posteriormente se realizó la balizada y el hoyado para la siembra con 20cm de profundidad y 15 cm de ancho.

La siembra del café se realizó a 1.5m entre planta por 1.5m entre hilera en cada cama, en esta etapa se realizó la primera aplicación de los tratamientos y la segunda aplicación fue a los nueve meses después de la siembra.

3.2.2. Aplicación del riego

El riego se realizó una vez por semana con una duración de 2 hora.

3.2.3. Aplicación de los tratamientos asignados.

La fertilización fue dada de manera edáfica y se estableció de la siguiente manera:

- Con Sombra

- T1: 100g de biocompost + 30g NPK
- T2: 150g de biocompost + 30g NPK
- T3: 200g de biocompost + 30g NPK
- T4: 250g de biocompost + 30g NPK
- T5: testigo

Sin Sombra

- T1: 100g de biocompost + 30g NPK
- T2: 150g de biocompost + 30g NPK
- T3: 200g de biocompost + 30g NPK
- T4: 250g de biocompost + 30g NPK
- T5: testigo

3.2.4. Estimación de la altura

Para determinar la altura de las plantas se usó cinta métrica, la medición se realizó desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta, los datos se expresaron en centímetros y fueron tomados cada mes.

3.2.5. Determinación del área foliar

La determinación del área foliar se realizó seleccionando 3 hojas de las ramas medias de cada planta para luego proceder al cálculo usando el programa ImageJ con la ayuda de una hoja milimetrada como referencia.

3.2.6. Determinación del número de ramas secundarias.

Para determinar el número de ramas secundarias se realizó el conteo cada mes a todas las plantas de estudio.

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLE ALTURA DE LA PLANTA

De acuerdo al análisis de varianza factorial (Tabla 1) todos los tratamientos tuvieron un nivel de significancia menor al ($p=0.05$), lo que indica que existen diferencias significativas de los tratamientos con sombra y sin sombra, respecto a la variable altura.

Tabla 1. Análisis de varianza factorial para determinar las posibles interacciones entre los tratamientos respecto a la altura de las plantas con sombra y sin sombra.

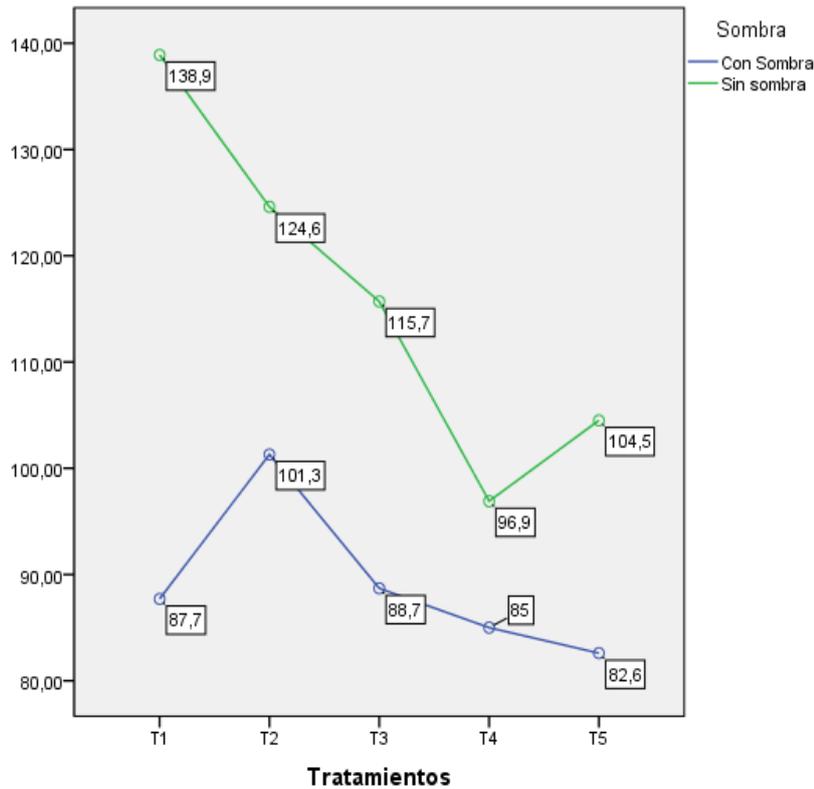
Variable dependiente: ALTURA DE PLANTA	
	Sig.
Tratamientos	,000
Sombra	,000
Tratamientos * Sombra	,009

De acuerdo a la figura 1, se puede observar que el T2 con sombra (150g biocompost + 30NPK) obtuvo una altura mayor, mientras que en las plantas sin sombra el T1 (100g biocompost + 30NPK) superó la altura del tratamiento antes mencionado. Jiménez, (2016) indica que el uso de compost orgánico mezclado con uno convencional mejora la estructura física y química del suelo y ayuda al aumento de microfauna es decir de organismos benéficos y favorece el desarrollo de la planta, Carvajal, (1984) señala que el café requiere entre 20 y 60 g/N/aplicación, (K) entre 20 y 40 g/planta/año y (P) entre 10 y 50g/planta/año, para que favorezca el desarrollo de las plantas, de acuerdo a los tratamientos aplicados de 30 NPK se concuerda con dicho autor.

La mayoría de los tratamientos con sombra fueron inferiores a aquellos tratamientos que para su estudio no tuvieron sombra, exceptuando el T2 (150g biocompost + 30NPK) que tuvo la altura más alta de los tratamientos antes mencionados. De acuerdo a los resultados obtenidos por Farfán et al., (2003) mediante un análisis de correlación ($r=0.996$) en los valores de las mediciones no presentaron efectos significativos sobre el

desarrollo de las plantas con sombra, concordando con los resultados obtenidos de los tratamientos: T1, T3, T4 y T5, obteniendo valores semejantes entre ellos, pero no mayores a los tratamientos que no tuvieron sombrero.

Figura 1. Gráficos de perfil de las medias marginales estimadas para la variable altura de las plantas con sombra y sin sombra respecto a los tratamientos.



4.2. VARIABLE NÚMERO DE RAMAS SECUNDARIAS

De acuerdo al análisis de varianza factorial (Tabla 2), la interacción entre tratamientos y sombra tuvieron un nivel de significancia mayor al ($p=0.05$), lo que indica que no existen diferencias significativas en los tratamientos con sombra y sin sombra, respecto a la variable número de ramas secundarias.

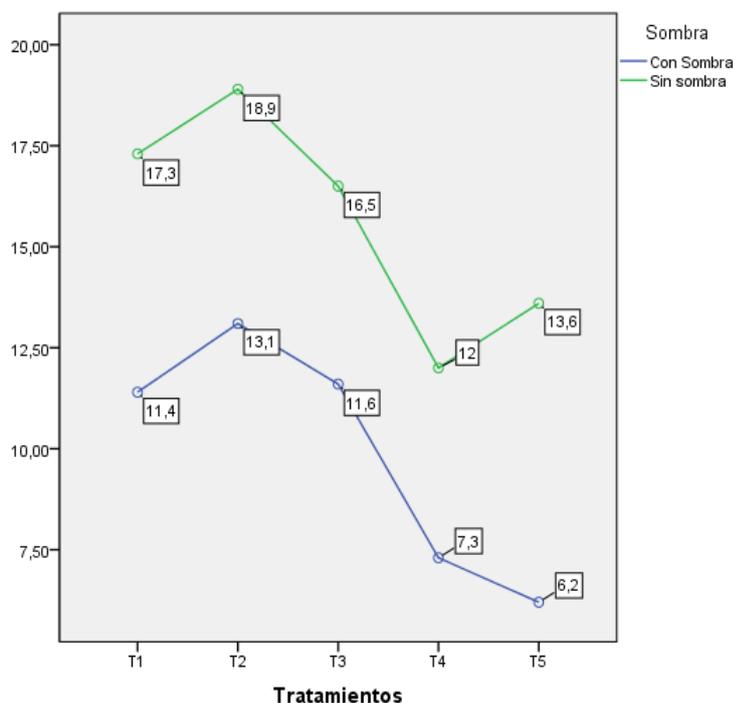
Tabla 2. Análisis de varianza factorial para determinar las posibles interacciones entre los tratamientos respecto al número de ramas secundarias de las plantas con sombra y sin sombra.

Variable dependiente: NÚMERO DE RAMAS SECUNDARIAS	
	Sig.
Tratamientos	,000
Sombra	,000
Tratamientos * Sombra	,790

De acuerdo a la figura 2, se puede observar que en cuanto al T2 con sombra (150g biompost + 30NPK) obtuvo un mayor número de ramas secundarias, en las plantas sin sombra el mismo tratamiento obtuvo la mayor cantidad de ramas secundarias sin embargo supera a aquellas que tuvieron sombrero durante la investigación.

Se puede visualizar que la mayoría de los tratamientos con sombra tuvieron un menor número de ramas secundarias en cuanto a aquellos que para su estudio no la tuvieron, exceptuando el T2 (150g biompost + 30NPK) que tuvo el mayor número de ramas secundarias para los tratamientos antes mencionados. Incaper, (2017) indica que el crecimiento de las ramas depende de las condiciones a las que el cultivo es sometido, incluyendo el régimen de temperatura, lluvia y horas luz que recibe, por lo que en las zonas con horas luz escasa su crecimiento es lento, lo que concuerda con los resultados obtenidos de acuerdo a los tratamientos aplicados.

Figura 2. Gráficos de perfil de las medias marginales estimadas para la variable número de ramas secundarias en las plantas con sombra y sin sombra respecto a los tratamientos.



4.3. VARIABLE ÁREA FOLIAR

De acuerdo al Análisis de varianza factorial (Tabla 3), todos los tratamientos tuvieron un nivel de significancia menor al ($p=0.05$), lo que indica que existen diferencias significativas con respecto a la variable área foliar.

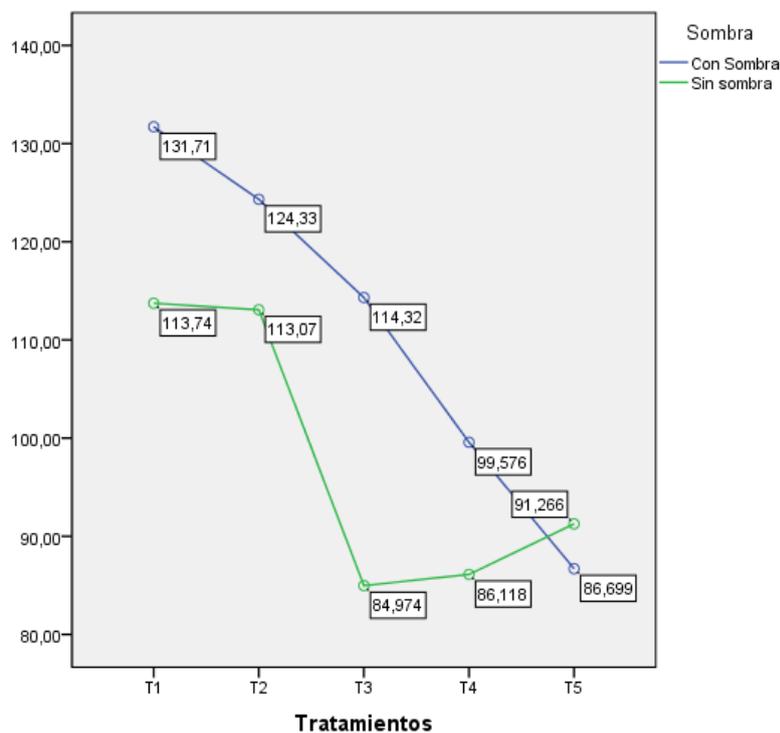
Tabla 3. Análisis de varianza factorial para determinar las posibles interacciones entre los tratamientos respecto al área foliar de las plantas con sombra y sin sombra.

Variable dependiente: ÁREA FOLIAR	
	Sig.
Tratamientos	,000
Sombra	,000
Tratamientos * Sombra	,000

De acuerdo a la figura 3, se puede observar que el T1 con sombra (100g biompost + 30NPK) obtuvo una mayor área foliar, en cuanto a las plantas sin sombra el mismo tratamiento obtuvo mayores resultados en cuanto área foliar sin superar aquellas que sí la tuvieron durante la investigación.

Se puede visualizar la mayoría de los tratamientos sin sombra tuvieron una menor área foliar, exceptuando el T1(100g biompost + 30NPK) y T2 (150g biompost + 30NPK) que tuvieron valores altos en cuanto a los tratamientos antes mencionados. Según Promis, (2013) la radiación solar de acuerdo a su intensidad tiene consecuencias sobre las plantas de tal manera que se ve afectada su fotosíntesis, tolerancia, morfología, supervivencia y crecimiento, por otro lado Cruz, (2014) indica que aquellas especies expuestas a climas cálidos con mayor intensidad de radiación muestran hojas más delgadas y alargadas por lo que su área foliar es menor, esto merma el efecto de las altas temperaturas y del mismo modo el sobrecalentamiento, esto concuerda con los resultados obtenidos.

Figura 3. Gráficos de perfil de las medias marginales estimadas para la variable área foliar en las plantas con sombra y sin sombra respecto a los tratamientos.



5. CONCLUSIONES

Por los resultados expuestos en el trabajo de titulación: Evaluación de la adaptabilidad de café robusta variedad Conilón "*Coffea canephora* Pierre ex Froenher" en la granja Experimental Santa Inés, se puede concluir lo siguiente:

De acuerdo a los resultados obtenidos y variables estudiadas las plantas sin sombrero presentan mejor respuesta siendo el factor más influyente durante el proceso de adaptabilidad del café robusta cultivar Conilón en la Granja Experimental Santa Inés.

En cuanto al crecimiento y número de ramas secundarias de las plantas de café robusta cultivar Conilón, el T2 (150g biocompost + 30NPK) presentó respuestas superiores tanto en las plantas con y sin sombra.

El área foliar presentó mayores resultados en el T1 (100g biocompost + 30NPK) en las plantas con sombra, y del mismo modo en aquellas plantas sin sombrero.

6. RECOMENDACIONES

Es recomendable el uso de sombra adecuada para la etapa de desarrollo vegetativo de las plantas robusta cultivar Conilón, así mismo la aplicación de 150g biocompost + 30NPK durante la etapa antes mencionada puesto que mostró resultados favorables.

Profundizar el estudio de dicho cultivo en la etapa de desarrollo con porcentajes de sombra adecuados y una dosificación diferente en cuanto el cultivo vaya avanzando.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, I. P., & Vegas García, A. (2016). *VII Congreso Latinoamericano de Agronomía: Artículos in extenso*. www.cidecuador.com
- Amaral, J. F., Amaral, J. A., & Rena, A. B. (2006). *Crecimiento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese*. 41 no.3.
https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006000300002
- Arcila, J. (2007). *recimiento y desarrollo de la planta de café C Capítulo 2*. Blanecolor Ltda.
- Atizaga, R., & Herrera, J. (1995). *Desarrollo Del Fruto Y Semilla De Cafe*. 19(1), 61–67. http://www.mag.go.cr/rev_agr/v19n01_061.pdf
- Barreto, C., Sakai, E., Arruda, F., Silva, E., & Pires, R. (2006). Irrigação distribuição espacial do sistema radicular do cafeeiro fertirrigado por gotejamento em campinas. *FEAGRI - UNICAMP*, 65.
- Belan, L., Silva, K., Tomaz, M., Jesus, W., Amaral, J., & Amaral, J. (2011). Aspectos Fisiológicos Do Cafeeiro Conilon: Uma Abordagem Sistemática Physiological Aspects of Conilon Coffee: a Systematic Approach. *Nucleus*, 8(1), 225–240.
- Bragança, S. M. (2005). *Crecimiento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (Coffea canephora Pierre)*.
- Braun, H., Zonta, J. H., Soares de Souza Lima, J., & Fialho dos Reis, E. (2007). Produção de mudas de café ‘conilon’ propagadas vegetativamente em diferentes níveis de sombreamento. *Idesia (Arica)*, 25(3), 85–91. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292007000300009>
- Bustamante, C. (2014). *Determinación de la compatibilidad genética en nueve materiales superiores de café Robusta (Coffea canephora L.)*.
- Carvajal, J. F. (1984). *Foro de cubierta Cafeto-Cultivo y Fertilizacion*.
- Castro, C., & Barrezueta, S. (2020). 1 aspectos sociales y económicos: caso productores de café en la provincia el oro. In *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas* (Vol. 3, Issue 1). <https://orcid.org/0000-0002-6656-2730>
- Catani, R., & Moraes, F. (1958). A composição química do cafeeiro. In *Revista de*

- Agricultura* (Vol. 1, pp. 45–57).
- Cruz, J. (2014). *Universidad Nacional Agraria Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente*.
- DaMatta, F. M. (2004). Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: A review. In *Field Crops Research* (Vol. 86, Issues 2–3, pp. 99–114). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.09.001>
- DaMatta, F. M., Ronchi, C. P., Maestri, M., & Barros, R. S. (2007). Ecophysiology of coffee growth and production. In *Brazilian Journal of Plant Physiology* (Vol. 19, Issue 4, pp. 485–510). Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400014>
- Duicela, L. (2005). *Calidad física y organoléptica de cafés robustas ecuatorianos*.
- Duicela, L., Andrade, J., Farfán, D., & Velásquez, S. (2018). Calidad organoléptica, métodos de beneficio y cultivares de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) en la amazonía del Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19–2. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81357541011>
- Echeverri, D., Buitrago, L., Montes, F., Mejía, I., & González, M. del P. (2005). *Café para cardiólogos coffee for cardiologists*.
- Eghball, B., Ginting, D., & Gilley, J. E. (2004). Residual Effects of Manure and Compost Applications on Corn Production and Soil Properties. *Agronomy Journal*, 96(2), 442. <https://doi.org/10.2134/agronj2004.0442>
- Fanti, S. C., & Perez, S. C. J. G. de A. (2005). Influência do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenanthera pavonina* L. *Ciência Florestal*, 13(1), 49. <https://doi.org/10.5902/198050981723>
- Farfán, F., Arias, J. J., & Riaño, N. (2003). Desarrollo de una metodología para medir sombrero en sistemas agroforestales con café. In *24 Cenicafé* (Vol. 54, Issue 1).
- Ferrão, R. G., Almeida Da Fonseca, F., Amélia, M., Ferrão, G., Bragança, S. M., Carlos, A., Filho, V., & Sérgio Volpi, P. (2007). *Cultivares de Café Conilon*.
- Fórum Café. (2020). *Café de Ecuador — Revista Fórum Café*. <https://www.revistaforumcafe.com/el-cafe-en-ecuador>
- Gotteland, M., & De Pablo V., S. (2007). Algunas verdades sobre el café. In *Revista Chilena de Nutrición* (Vol. 34, Issue 2, pp. 105–115). Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología. <https://doi.org/10.4067/s0717->

75182007000200002

- Guarçoni, A. (2011). *Características da fertilidade do solo influenciadas pelo plantio adensado de café conilon*. 32(Semina: Ciências Agrárias), 949–958. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n3p949>
- Incaper. (2017). *Café Conilon*.
- Jiménez, E., Alvarado, I., Martínez, F., Gutierrez, A., Galdámez, J., & Morales, J. (2016). Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. *Periodicidad: Semestral*, 3(1). <https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.211>
- Leiva, I. (2017). *Análisis de oferta y demanda del café en la provincia de El Oro y Ecuador en los últimos ocho años*.
- Mendez, I. (2011). *Paquete Tecnológico Café Robusta (Coffea canephora P.)*. <https://www.yumpu.com/es/document/read/3484431/paquete-tecnologico-cafe-robusta-coffee-canephora-p>
- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., & Eibl, B. (2015). *Sistemas agroforestales funciones productivas, socioeconómicas y ambientales*.
- Montoya, E., Arcila, J., Jaramillo, Á., Riaño, N., & Quiroga, F. (2009). *Modelo para simular la producción potencial del cultivo de café en Colombia*.
- Mora, N. (2008). *Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección Regional Huetaar Norte Agrocadena de Café*.
- Paiva, L. C., Guimarães, R. J., & Souza, C. A. S. (2003). Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, 27(1), 134–140. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542003000100016>
- Panhuisen, S., & Pierrot, J. (2014). *Barómetro de Café*. <http://hivos.org/>
- Partelli, F. L., Araújo, A. V., Vieira, H. D., Dias, J. R. M., de Menezes, L. F. T., & Ramalho, J. C. (2014). Microclimate and development of “Conilon” coffee intercropped with rubber trees. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 49(11), 872–881. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014001100006>
- Partelli, F. L., Covre, A. M., Oliveira, M. G., Alexandre, R., da Vitória, E., & da Silva, M. B. (2014). Root system distribution and yield of “Conilon” coffee propagated by seeds or cuttings. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 49(5), 349–355.

<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014000500004>

- Partelli, F. L., Marré, W. B., Falqueto, A. R., Vieira, H. D., & Cavatti, P. C. (2013). Seasonal Vegetative Growth in Genotypes of *Coffea canephora*, as Related to Climatic Factors. *Journal of Agricultural Science*, 5(8). <https://doi.org/10.5539/jas.v5n8p108>
- Partelli, F. L., Vieira, H. D., Santiago, A. R., & Barroso, D. G. (2006). Yield and root development of “Conilon” coffee plants propagated by cuttings and seeds. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 41(6), 949–954. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2006000600008>
- Paulo, E., Berton, R., Cavichioli, J., Bulisani, E., & Kasai, F. (2001). *Produtividade do café apoaã em consórcio com leguminosas na região da alta paulista (1)*. 60, 195–199.
- Plaza, L. F., Loor, R. G., Guerrero, H., & Duicela, L. (2015). Phenotypic characterization of *Coffea canephora* Pierre germoplasm for yield improvement in ecuador resumen. *Espamciencia issn*, (6)1.
- Promis, Á. (2013). Medición y estimación del ambiente lumínico en el interior del bosque. Una revisión measuring and estimating the below-canopy light environment in a forest. A review. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 19. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.02.014>
- Rena, A., & Maestri, M. (1985). Fisiologia do cafeeiro. *CENICAFE*, 2, 1–87. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CAFE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expression=mfn=006052>
- Ronchi, C., Araújo, F., Almeida, W., Alves da Silva, M., Magalhães, C., Oliveira, L., & Drumond, L. (2015). *Respostas ecofisiológicas de cafeeiros submetidos ao deficit hídrico para concentração da florada no Cerrado de Minas Gerais*. 50, 26. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000100003>
- Ronchi, C. P., de Sousa Júnior, J. M., de Almeida, W. L., Souza, D. S., Silva, N. O., de Oliveira, L. B., de Moura Guerra, A. M. N., & Ferreira, P. A. (2015). Morfologia radicular de cultivares de café arábica submetidas a diferentes arranjos espaciais. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 50(3), 187–195. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000300001>

- Silva, V., Carmargos, W., Salgado, B., Cardoso, R., Gava, M., DaMatta, F., & Loureiro, M. (2010). Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. In *Pesq. agropec. bras* (Issue 5).
- Silveira, J., & Carvalho, C. (1996). *Efeito da época de irrigação sobre o crescimento do ramo plagiotrópico e da longevidade foliar do café Conilon*. <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/busca?b=ad&id=20219&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22SILVEIRA, J. S. M.%22&qFacets=autoria:%22SILVEIRA, J. S. M.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>
- Vaast, P., Bertrand, B., Perriot, J.-J., Guyot, B., & Génard, M. (2006). Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(2), 197–204. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2338>
- Villalta Villalobos, J., & Gatica Arias, A. (2019). A look back in time: Genetic improvement of coffee through the application of biotechnology. *Agronomy Mesoamerican*, 30(2), 577–599. <https://doi.org/10.15517/am.v30i2.34173>

8. ANEXOS



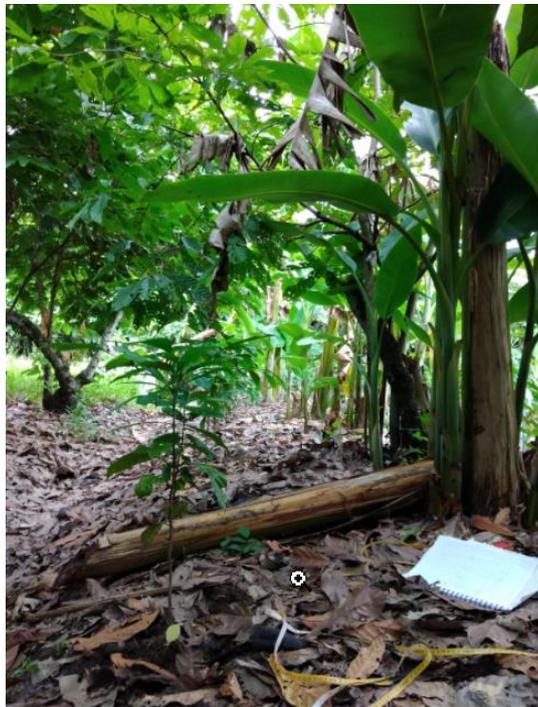
Anexo 1. Vista de ramas secundarias



Anexo 2. Riego



Anexo 3. Toma de datos



Anexo 4. Café Conilón con sombra.



Anexo 5. Café Conilón sin sombra



Anexo 6. Plantación



Anexo 7. Hoja para determinar el área foliar (Sin sombra)



Anexo 8. Hoja para determinar el área foliar (Con sombra)

Anexo 9. Tabla 2. Prueba DHS de Tukey respecto a la altura de la planta

ALTURA DE PLANTA			
DHS de Tukey ^{a,b}			
Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T4. 250g Compost+30NPK	20	90,9500	
T5. Testigo	20	93,5500	
T3. 200g Compost+30NPK	20	102,2000	102,2000
T2. 150g Compost+30NPK	20		112,9500
T1. 100g Compost+30NPK	20		113,3000
Sig.		,241	,253

Anexo 10. Tabla 4. Prueba DHS de Tukey respecto al número de ramas secundarias

RAMAS SECUNDARIAS			
DHS de Tukey ^{a,b}			
Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T4. 250g Compost+30NPK	20	9,6500	
T5. Testigo	20	9,9000	
T3. 200g Compost+30NPK	20		14,0500
T1. 100g Compost+30NPK	20		14,3500
T2. 150g Compost+30NPK	20		16,0000
Sig.		1,000	,450

Anexo 11. Tabla 6. Prueba DHS de Tukey respecto al número de ramas secundarias

ÁREA FOLIAR				
DHS de Tukey ^{a,b}				
Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
T5. Testigo	20	88,9825		
T4. 250g Compost+30NPK	20	92,8470	92,8470	
T3. 200g Compost+30NPK	20		99,6455	
T2. 150g Compost+30NPK	20			118,7025
T1. 100g Compost+30NPK	20			122,7250
Sig.		,828	,348	,806