



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA
CARRERA DE INGIENERIA AGROINDUSTRIAL

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

TEMA:

“INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS Y
SUELO SOBRE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL
PERICARPIO DE CACAO FINO DE AROMA (*Theobroma cacao*)
EN LA PROVINCIA DE MANABÍ”

AUTORES:

GÓMEZ GARCÍA JONATHAN ALEXANDER
MERO ANCHUNDIA JOSHELYN MELANIE

TUTOR:

ING. ÁNGEL PRADO CEDEÑO MG.

MANTA – MANABI – ECUADOR

2019

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los Honorables Miembros del tribunal Examinador luego del debido análisis y su cumplimiento de la Ley aprueban el informe de investigación sobre el tema:
“INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS Y SUELO SOBRE
LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL PERICARPIO DE CACAO FINO
DE AROMA (*Theobroma cacao*) EN LA PROVINCIA DE MANABÍ”

Ing. Mirabella Lucas Ormaza, Mg. Sc

Ing. María Isabel Mantuano, Mg. Sc

Ing. Edison Lavayen Delgado, Mg. Sc

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, cumpliendo el total de 420 horas, bajo la modalidad de titulación por investigación, cuyo tema del proyecto es **“Influencia de las condiciones agroclimáticas y suelo sobre la composición bromatológica del pericarpio de cacao fino de aroma (*Theobroma cacao*) en la provincia de Manabí”**, el mismo que ha sido desarrollado de acuerdo a los lineamientos internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo CERTIFICO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe a la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado, corresponde a la señorita Mero Anchundia Joshelyn Melanie y al señor Gómez García Jonathan Alexander, estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, periodo académico 2018 (2), quienes se encuentran aptos para la sustentación de su trabajo de titulación.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta,... de agosto de 2019.

Lo certifico,

Ing. Ángel Prado Cedeño

Docente Tutor

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Jonathan Alexander Gómez García y Joshelyn Melanie Mero Anchundia, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias especialidad de Ingeniería Agroindustrial, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

Jonathan Alexander Gómez García

Joshelyn Melanie Mero Anchundia

AGRADECIMIENTOS

A papá Dios por brindarme protección, energía y sabiduría durante esta etapa académica.

A mi Mamá Narcisa García, y Papá Raúl Gómez por su apoyo incondicional para guiarme hacia el camino correcto.

A mis tías por sus consejos.

Al Ing. Ángel Prado Cedeño tutor de esta tesis por creer en este proyecto, por su valiosa colaboración y guía durante la realización de la misma.

A los agricultores que con su aporte hicieron posible parte de esta investigación

A la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por posibilitarme la admisión para poder cursar todos estos años de preparación académica.

A la facultad ciencias agropecuarias por permitirme ser parte de esta gran familia institucional

Al personal universitario, y amigos que también hicieron posible la finalización de este proceso de titulación.

Jonathan Alexander Gómez García

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme iluminado y darme las fuerzas necesarias para culminar esta etapa de mi vida profesional.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento:

A mi familia que por su apoyo moral y económico que me ayudo para culminar esta etapa de mi vida.

De igual manera al Ing. Ángel Prado Cedeño Mg. Director de tesis por su dedicación y paciencia, hemos logrado culminar este trabajo de investigación.

A mis amigos y que me ayudaron incondicionalmente en esta investigación.

Joshelyn Mero A.

DEDICATORIA

A Dios y a mi madre

Con inmenso amor y cariño

Le dedico este trabajo de titulación.

Jonathan Alexander Gómez García

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios y a mis padres.

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar,

A mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

Joshelyn Mero A.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	2
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	3
DECLARACIÓN DE AUTORIA	4
AGRADECIMIENTOS	5
DEDICATORIA.....	7
RESUMEN.....	12
SUMMARY	13
CAPÍTULO I	14
MARCO TEÓRICO	14
1.1. EL CACAO	14
1.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	15
1.3. TIPOS DE CACAO	16
1.3.1. CRIOLLO.....	16
1.3.2. FORASTERO.....	16
1.3.3. TRINITARIO	16
1.3.4. NACIONAL DEL ECUADOR	17
1.3.5. FINO DE AROMA	17
1.4. MAZORCA O FRUTO DEL CACAO	17
1.5. PRODUCCION DE CACAO FINO DE AROMA	18
1.6. CONDICIONES AGROCLIMATICAS	19
1.6.1. PRECIPITACIONES.....	20
1.6.2. TEMPERATURA.....	21
1.6.3. HUMEDAD RELATIVA.....	21
1.7. SUELO.....	21
1.7.1. TEXTURA DEL SUELO	22
1.7.1.1. CLASES DE TEXTURAS	23
1.8. PROBLEMA	24
1.9. JUSTIFICACION.....	26
1.10. OBJETIVOS.....	27
1.10.1. Objetivo General.....	27
1.10.2. Objetivos Específicos	27
1.11. HIPOTESIS	27
CAPITULO II	28
2.1. METODOLOGÍA.....	28
2.2. FACTOR DE ESTUDIO	28

VARIABLES PARA LA MEDICIÓN EXPERIMENTAL	28
VARIABLES INDEPENDIENTES.....	28
VARIABLES DEPENDIENTES.....	28
2.3. TIPO DE DISEÑO	28
2.4. TRATAMIENTOS.....	29
2.4.1. Determinación de humedad.....	29
2.4.2. Determinación de ceniza	30
2.4.3. Determinación de Grasa	30
2.4.4. Determinación de proteína.....	32
2.4.5. Determinación de carbohidratos.....	33
2.4.6. Análisis de suelo	33
CAPITULO III	34
RESULTADOS Y DISCUSIONES	34
CAPITULO IV	39
CONCLUSIONES.....	39
RECOMENDACIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ubicación y propietarios de las fincas.....	29
Tabla 2	Correlación de análisis proximal y variables climáticas (Zona Norte) .	35
Tabla 3	Correlación de análisis proximal y variables climáticas (Zona Centro)	36
Tabla 4	Correlación de análisis proximal y variables climáticas (Zona Sur)	37
Tabla 5	Clase textural de las Zonas Norte, Centro y Sur de Manabí.....	37
Tabla 6	Resultados de análisis proximal.....	52
Tabla 7	Medias mensuales de precipitación, temperatura y humedad relativa	53

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito el estudio de la influencia de las condiciones agroclimáticas y de suelo en el contenido proximal del pericarpio de cacao fino de aroma (*Theobroma cacao L*) clon 103, para ello se realizó una correlación, con 8 localidades, segmentadas en tres zonas de la provincia de Manabí (Norte, Centro y Sur). Se evaluaron las características proximales del pericarpio, los análisis aplicados se hicieron por triplicado y fueron basados en la norma internacional AOAC. Se obtuvo diferencias estadísticas entre las localidades, demostrando así la zona sur una correlación fuerte entre ceniza - temperatura con un valor de ($r= 0.88$), por consiguiente, la zona centro presentó valores de correlación significativa entre las variables ceniza – humedad relativa de ($r= 0.79$), por otro lado, la zona norte indicó valores de correlación moderada entre carbohidratos – precipitación con un rango de ($r= 0.64$).

Palabras claves: pericarpio de cacao, condiciones agroclimáticas, suelos, análisis proximal.

SUMMARY

The purpose of this research was to study the influence of agro climatic and soil conditions on the proximal content of the fine aroma cocoa pericarp (*Theobroma cacao* L) clone 103, for this purpose a correlation was made, with 8 locations, segmented in three zones of the province of Manabí (North, Center and South). The proximal characteristics of the pericarp were evaluated, the analyzes applied were done in triplicate and were based on the international AOAC standard. Statistical differences between the localities were obtained, thus demonstrating the southern zone a strong correlation between ash - temperature with a value of ($r = 0.88$), therefore, the central zone presented significant correlation values between the ash - relative humidity variables of ($r = 0.79$), on the other hand, the northern zone indicated moderate correlation values between carbohydrates - precipitation with a range of ($r = 0.64$).

Keywords: cocoa pericarp, agro climatic conditions, soils, proximal analysis.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. EL CACAO

El cacao (*Theobroma cacao L*) es una planta tropical, es un cultivo importante desde el punto de vista económico en los sectores donde se desarrolla. Nuestro país posee las condiciones idóneas para el desarrollo de este cultivo, porque su ubicación geográfica y características edafoclimáticas favorecen su establecimiento y producción. Las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas, ocupan en cuanto a superficie y producción las zonas con mayor área de siembra, por tener suelos y mano de obra suficiente estas zonas alcanzan una mayor importancia a nivel nacional. Manabí, es una provincia especializada en agricultura, en relación al resto del país en la variedad fino de aroma, la que se constituye en un gran interés en el mercado por ser el cacao seleccionado para los más finos chocolates del mundo, debido a su calidad en sabor y aroma (Lu *et al.* 2018); (Andrade & Mendoza 2015).

Las plantas necesitan condiciones favorables para llevar a cabo su desarrollo, se debe tener en cuenta los requerimientos de cada variedad de este cultivo, el suelo debe tener materia orgánica, pH y textura adecuados a las exigencias del cacao, además deben absorber elementos nutritivos en proporciones específicas de los macro y micro elementos. Propiedades del suelo de gran importancia para lograr cultivos de alta productividad. La planta también precisa de condiciones climáticas adecuadas como temperatura, humedad y precipitaciones para obtener buenos rendimientos de producción y reducir la susceptibilidad a plagas y enfermedades. Las condiciones antes mencionadas, logran que los cultivos produzcan granos de cacao de excelente calidad aromática para que sean utilizados principalmente en la fabricación de chocolate (Rojas s. f); (Arvelo *et al.* 2016).

1.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

El *Theobroma Cacao*, es un árbol frutal cuyo origen no se conoce con certeza, existen varias teorías acerca de su procedencia, algunos investigadores mencionan que su domesticación fue realizada por las civilizaciones de las antiguas culturas indígenas mexicanas como los olmecas, mayas y aztecas hace unos 2.000 años (Fins *et al.* 2013).

No obstante, se ha sostenido tradicionalmente que el punto de origen de la domesticación del cacao se encontraba en Mesoamérica entre México, Guatemala y Honduras, donde su uso está atestiguado alrededor de 2.000 años antes de Cristo. Pero estudios recientes demuestran que por lo menos una variedad de *T. cacao* tiene su punto de origen de la región Amazónica, específicamente en la cuenca alta del río Amazonas que actualmente comprende territorios de los países de Ecuador, Colombia, Brasil, Perú y Bolivia (Anecacao 2015); (Guaman 2007).

La historia relata que, cuando los españoles llegaron a América los granos de cacao eran usados como monedas y como insumo para preparar deliciosas bebidas, un siglo después las semillas fueron llevadas a Europa y por tanto, su cultivo se expandió notablemente en el siglo XIX a otras regiones, por lo que en la actualidad es producido por más de 40 países ubicados en la región tropical de África, Asia y América. A finales del siglo antes mencionado, los suizos producen el primer chocolate en leche y es así que luego los chocolates suizos conquistan cantidades de premios en festivales internacionales, dando origen a la industria que conocemos hoy en día (Corpoica 2007); (Ríos *et al.* 2017); (Anecacao 2015).

Así mismo, se tiene información de que durante la época de La Colonia, el cacao en el Ecuador se expandió principalmente en 4 zonas ecológicas: la zona denominada como "Arriba" que comprende la zona de la cuenca baja del río Guayas, básicamente las actuales provincias de Los Ríos y Guayas; la zona de Manabí, con el cacao llamado de Bahía, que corresponde a la zona humedad de ésta provincia; la zona de Naranjal, hacia el sur, que corresponde una pequeña parte de la provincia del Guayas y la provincia de El Oro; la zona de Esmeraldas,

que tenía un cacao acriollado muy especial, al que se le denominaba esmeraldas (Carrión 2012).

1.3. TIPOS DE CACAO

El árbol de cacao es una especie tropical que pertenece al género *Theobroma* de la familia de las Esterculiáceas que comprende una de las 23 especies del género *Theobroma*. A nivel mundial se conocen cacaos tipo: criollo, forastero amazónico, trinitario y nacional del Ecuador denominado fino de aroma (Espinel & Delgado 2010).

1.3.1. CRIOLLO

De árboles bajos, poco robustos, copa redonda con hojas pequeñas, verdes y ovaladas, de color verde claro; sus frutos son verdes rojizos cuando están inmaduros, verdes y ovaladas, de color verde claro; sus frutos son verdes rojizos cuando están inmaduros y amarillos con tendencia al rojo cuando maduran, almendras de color morado. Se cultivan en Centroamérica, México, Colombia y parcialmente en Venezuela (Espinel & Delgado 2010).

1.3.2. FORASTERO

Llamado también amazónico por provenir de la cuenca del Amazonas y sus afluentes; sus mazorcas inmaduras son verdes y amarillas al madurar, formando un pequeño cuello de botella en la base; las almendras son pequeñas, aplanadas y de color morado. Representa el 80% de la producción mundial, se encuentra en Brasil, África occidental y en parte de Asia (Espinel & Delgado 2010).

1.3.3. TRINITARIO

Es muy heterogéneo y posiblemente el resultado de un cruzamiento de criollo con el forastero, siendo su calidad intermedia. Fue seleccionado en trinidad de donde se originó su nombre; sus frutos inmaduros son rojos y verdes, al madurar anaranjados y amarillos; las almendras son morados y muy variables en su sabor. Representa el 10-15% de la producción mundial (Espinel & Delgado 2010).

1.3.4. NACIONAL DEL ECUADOR

Fue cultivado exclusivamente en el Ecuador hasta 1920; tiene sus propias y constantes características parecidas al forastero, pero muy diferente en su sabor y aroma, actualmente hay pocas plantaciones con nacional puro; predominan los de cruzamientos naturales entre el nacional por trinitario conocido como “complejo nacional por trinitario”. Este cacao es muy apetecido por la industria de cacao fino, especialmente en Europa (Espinel & Delgado 2010).

1.3.5. FINO DE AROMA

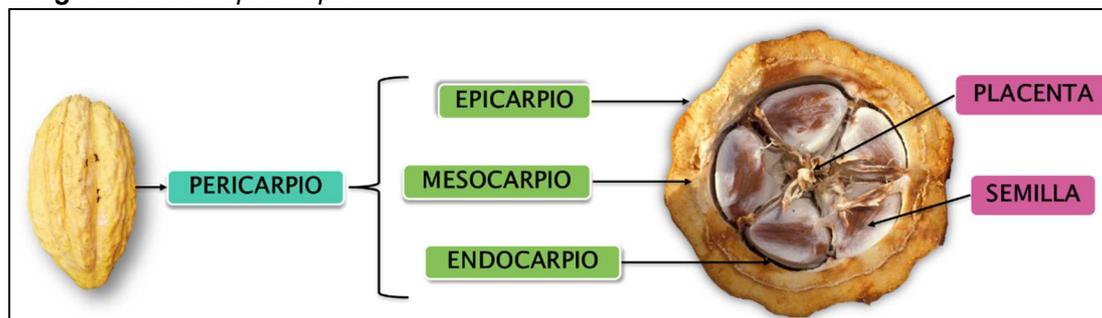
El cacao que comúnmente crece en el Ecuador es el de la clase “fino de aroma” y el de la clase CCN-51; el cacao fino de aroma viene de dos tipos de cacao el criollo y el trinitario, a este se lo suele mezclar en ocasiones con el cacao tipo forastero en la elaboración de varios productos. Lo que caracteriza a este tipo de cacao es su aroma y color que brinda al producto final que es el chocolate dándole un sabor y brillo característico. También se usa en la elaboración del chocolate en polvo, pero en pequeñas cantidades, ya que su principal uso es en los chocolates finos y los chocolates utilizados para coberturas (Argüello 2015).

1.4. MAZORCA O FRUTO DEL CACAO

El fruto del cacao llamado comúnmente mazorca, es una drupa grande, cuya superficie está dividida por cinco surcos profundos, que varían conforme al tipo de mazorcas, y su tamaño varía entre los 10 a 35 cm de longitud y del ancho que puede ser de 7 a 9 cm, con un peso que va desde 200 hasta 1.000 gramos o más, dependiendo del material y las condiciones agroecológicas donde se cultive (Heredia 2015); (Fariñas, *et al.* 2002); (Pinto 2012). El fruto está constituido por el pericarpio, que es la parte del fruto que recubre la semilla, corresponde al 90% del fruto y es el principal desecho del proceso de beneficio del Cacao (Nizama 2015).

En el pericarpio se distinguen tres capas de afuera hacia adentro que son:

Fig. 1 Partes del pericarpio.



Elaborado por Gómez y Mero. 2019

El epicarpio es la capa externa (piel o cascara) que rodea al fruto, y está formado por tejidos epidérmicos (Ishola 2016). Mientras que el mesocarpio es la parte que tiene mayor grosor y se encuentra entre en el epicarpio y el endocarpio (generalmente la parte comestible pulposa, jugosa), es una capa de células semi-leñosas (Ishola 2016).

El endocarpio constituye la capa interna del fruto, es aquella parte que está en contacto con la semilla y es un tejido leñoso (Heredia 2015), entre el mesocarpio y el endocarpio, también hay una parte llamada arilo o placenta de la semilla que se puede consumir. Esta parte es generalmente de color blanco y jugosa (Ishola, 2016).

1.5. PRODUCCION DE CACAO FINO DE AROMA

El cacao se cultiva en regiones cálidas y húmedas en más de 50 países ubicados en cuatro continentes (África, América, Asia y Oceanía); 23 de ellos son países de América en los cuales se produce cacao a nivel comercial, siendo este un cultivo de gran importancia económica, social, ambiental, y particularmente cultural, para los territorios en donde se produce (Arvelo *et al.* 2016).

Los ocho mayores países productores de cacao son Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Ecuador, Nigeria, Brasil, Camerún y Malasia, que representan el 90% de la producción mundial. El continente africano lidera la producción mundial de cacao, nuestro país Ecuador se encuentra en la séptima posición como productor mundial de cacao (Ríos *et at.* 2017); (Arvelo *et al.* 2017).

Los países que conforman la producción de cacao fino de aroma en la región latinoamericana según los indicadores son; Bolivia (2.000 TM), Brasil (173.800 TM), Colombia (60.535 TM), Costa Rica (545 TM), Ecuador (270.000), México (30.000 TM), Panamá (1.000 TM), Perú (115.000 TM), Republica Dominicana (80.000 TM), Trinidad y Tobago (500 TM) (Castro & Vignati 2018).

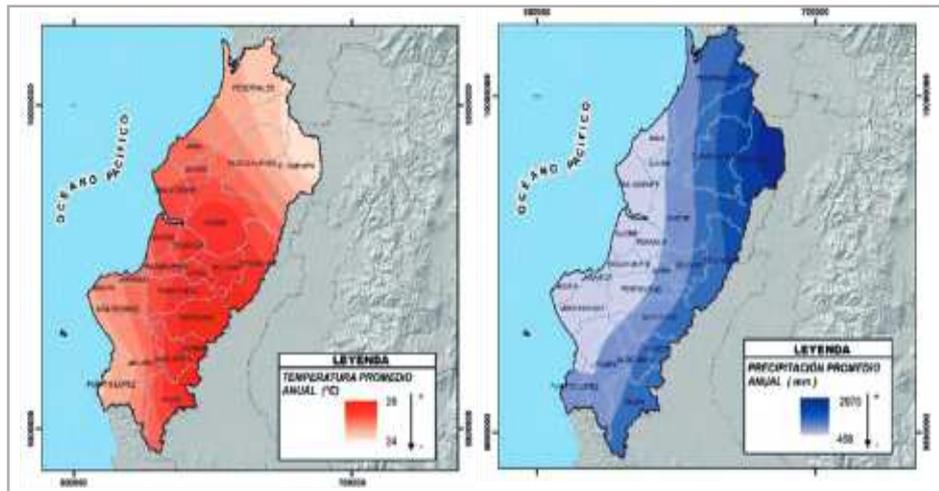
Las provincias que se destacan en producción de cacao fino de aroma son; Los Ríos (95.815 t), Manabí (60.080 t), Guayas (93.683 t), Esmeraldas (36.826 t), otros (87.234 t) en relación a los rendimientos guayas representa un mayor rendimiento con 0.97 t/ha, Los Ríos con 0.73 t/ha, Esmeraldas con 0.50 t/ha y Manabí 0.48 t/ha (MAG 2017).

Hay que indicar que los cantones con más cacao son: Chone (35.487 ha), Pichincha (15.245 ha), Flavio Alfaro (14.498 ha), El Carmen (9.004 ha), Bolívar (7.228 ha), Santa Ana (4.818 ha), Pedernales (4.250 ha) y Portoviejo (4.139 ha), en contraste con Tosagua, Rocafuerte, Paján y 24 de Mayo que tienen 130, 86, 36 y 31 ha (Espinel & Delgado 2010).

1.6. CONDICIONES AGROCLIMATICAS

Los elementos del clima con mayores efectos sobre el establecimiento adecuado de las plantaciones de cacao y su óptima producción son la precipitación, la temperatura y la humedad. Ecuador es un país que se caracteriza por su gran biodiversidad, gracias a su ubicación geográfica y peculiaridades edafoclimáticas. Basa su economía en el sector agropecuario, entre ellas la producción de cacao. La provincia de Manabí está ubicada en la Región Litoral de Ecuador, con condiciones climáticas que oscilan entre subtropical seco a tropical húmedo. La estación invernal que se inicia a principios de diciembre y concluye en mayo es calurosa debido a la influencia de la corriente cálida del Niño. El verano que va de junio a diciembre es menos caluroso y está influenciado por la corriente fría de Humboldt (Arvelo *et al.* 2017); (L. Chafía *et al.* 2016); (Reyna *et al.* 2017)

Fig. 2 Índice de Isotermas e Isoyetas en la provincia de Manabí, Ecuador.



Elaborado por Cartaya, Zurita, & Montalvo en el Departamento Central de Investigación de la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí” (2015).

1.6.1. PRECIPITACIONES

La precipitación es parte fundamental dentro del ciclo hidrológico ya que es la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre, y provee de agua dulce para el desarrollo de la vida (Carrera *et al.* 2016).

La precipitación presenta diferencias importantes en la provincia. Desde zonas con escasas precipitaciones (400 mm \pm) hasta sectores con abundante precipitación (3.000 mm \pm). Un papel fundamental lo juega una combinación de los vientos locales. El cacao necesita para su desarrollo adecuado, entre 1.800 y 2.500 milímetros de lluvia anual, pero distribuidas durante todo el año. Ya que el agua es un elemento esencial para que la planta pueda efectuar todos sus procesos metabólicos (Cartaya *et al.* 2016); (Quiroz & Mestanza 2012); (Alcívar & Mutre 2015).

En particular, la precipitación y la temperatura constituyen factores fundamentales en la determinación de la humedad del suelo. La respuesta del suelo frente a estas variables atmosféricas condiciona el rendimiento de los cultivos. La precipitación condiciona la humedad del suelo en forma directa, siendo así el aporte más importante de agua al suelo (C. Pántano *et al.* 2014).

1.6.2. TEMPERATURA

La temperatura es uno de los principales controladores de la distribución y productividad de las plantas, con efectos importantes en la actividad fisiológica, bioquímica y metabólica. El calor es necesario para la vida; cada proceso vital y cada nivel de desarrollo están limitados a un rango de temperatura. Las plantas requieren para su crecimiento que las temperaturas no presenten valores extremos, máximos o mínimos (Yepes & Silveira 2011); (Mafla & Moreno 2011).

La provincia de Manabí cuenta con variaciones poco significativas de temperatura, entre 24 a 26 °C aproximadamente. Esto se explica por estar ubicada en la región ecuatorial que es considerada isotermal. El cultivo requiere una temperatura moderada entre los 23 y 26 grados centígrados, sin variaciones muy amplias durante la noche y el día. La temperatura es un factor que tiene mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación (Cartaya *et al.* 2016); (Quiroz & Mestanza 2012); (Torres 2012).

1.6.3. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa está relacionada con el rendimiento de los vegetales. Para el cultivo de cacao el ambiente debe ser húmedo, un promedio de 70 a 80 % de humedad relativa es el más aconsejable. Existe una relación inversa de la temperatura con la humedad por lo que, a elevadas temperaturas, aumenta la capacidad de contener vapor de agua y por tanto disminuye la humedad relativa. Con temperaturas bajas, el contenido en humedad relativa aumenta (Pérez & de Paul Cortes 2007); (Quiroz & Mestanza 2012); (Portillo 2006).

1.7. SUELO

El suelo es un material extraordinario, es la capa superficial de la tierra, la que ha sido transformada muy despacio por la descomposición de la acción meteorológica, la acción de la vegetación y del ser humano. Los suelos permiten el enraizamiento de las plantas (anclaje), con lo que éstas pueden obtener agua, oxígeno y nutrientes. Gracias al suelo y a la radiación solar, las plantas por medio de la fotosíntesis, producen alimentos, forrajes, fibras, masas forestales y energías renovables. Los suelos son la base de todos los ecosistemas terrestres,

y hacen posible la vida en el planeta, está compuesto de partículas minerales de tamaños diferentes procedentes de la alteración del material parental, y de materia orgánica (por ejemplo, residuos de plantas y de animales), así como de cantidades variables de agua y de aire (FAO 2002); (Porta *et al.* 2011).

Por lo que, el desarrollo de los cultivos depende principalmente de la calidad del sitio, es decir de las condiciones de clima y suelo, para lograr una alta producción. Los suelos volcánicos, por su productividad, representan un recurso importante para la agricultura en diferentes regiones del mundo. El 31% del territorio ecuatoriano tiene suelos de origen volcánicos, formados a partir de materiales piroclásticos, asociados a la actividad de varios volcanes, especialmente el Cotopaxi, Tungurahua, Sangay y Reventador (García & Schlatter 2012).

1.7.1. TEXTURA DEL SUELO

La textura del suelo indica la cantidad de partículas individuales de arena, limo y arcilla presentes en el suelo, que determina considerablemente las propiedades físicas del suelo, para establecer la textura del suelo se realiza el análisis de la composición mecánica en el laboratorio (que es la relación entre el contenido y proporción de partículas de diferentes tamaños), y en dependencia de los porcentajes de las partículas, se acude al triangulo textural y según los porcentajes de las partículas se determina la textura del suelo (Vera *et al.* 2017).

Esto determina que la textura sea de gran importancia para la fertilidad del suelo, y; consecuentemente para el crecimiento de las plantas, el cultivo de cacao requiere suelos profundos, de la serie de los francos (franco limoso, franco arcillo limosos, franco arenoso fino) con buen drenaje y topografía regular o de pendiente moderado (Procacaho 2015).

1.7.1.1. CLASES DE TEXTURAS

2. Arcilloso
3. Arcillo limoso
4. Arcillo arenoso
5. Franco
6. Franco arcilloso
7. Franco limoso
8. Franco arcillo arenoso
9. Franco arenoso
10. Areno arcilloso
11. Arenoso
12. Areno francoso (Vera *et al.* 2017).

1.8. PROBLEMA

Manabí es una de las zonas con mayor área de siembra en cuanto a superficie y producción de cacao fino de aroma. Los granos de cacao son los principales ingredientes en la fabricación de chocolates y derivados. Sin embargo, luego del beneficio del cacao se generan grandes volúmenes de subproducto debido al manejo inadecuado del mismo, representando un grave problema para la industria cacaotera, ya que, al ser quemados o depositados sin control alguno en las mismas plantaciones como abono conforman un sustrato para la propagación de microorganismos patógenos al cultivo, generándose de esta manera una contaminación ambiental (Piña *et al.* 2016), (Adi *et al.* 2016).

La descomposición de esta materia orgánica es responsable de la aparición de olores fétidos en las fincas de cacao, así como también de la multiplicación y propagación de enfermedades tales como: pudrición del fruto (*Phytophthora sp*), moniliasis, causada por (*Moniliophthora roreri*), escoba de bruja, provocada por (*Moniliophthora perniciosa*), mazorca negra, cuyo agente etiológico es (*Phytophthora palmivora*) y el mal de machete, (*Ceratocystis cacaofunesta*) causa principal de las pérdidas económicas de la actividad cacaotera. Sin embargo, los subproductos generados en las transformaciones agroindustriales y por pérdidas postcosecha, aún no han sido aprovechados eficientemente para generar otro producto con valor económico, de interés comercial y/o social (Carrera *et al.* 2016).

Esto, sin duda alguna, conlleva a importantes pérdidas anuales y al incremento del uso de agroquímicos, desinfectantes, herramientas y mano de obra. Las cáscaras partidas, debido a su forma cóncava, en épocas de lluvias son depósitos de agua que facilitan la multiplicación de insectos proporcionando focos para la propagación de patógenos (Mendoza *et al.* 2017); (Ortiz & Álvarez 2015).

Según Donkoh *et. al* (2016) mencionan que, después de la eliminación de los granos de cacao de la fruta, aproximadamente entre el 52-76% del peso del cacao, es la cáscara de la vaina, ya que, por cada tonelada de frijoles secos producidos, se generan diez toneladas de cáscaras de vainas de cacao; Balladares (2015) considera que, sólo se aprovecha económicamente el 10% del peso del grano fresco del cacao y el 90% restante constituye respectivamente subproductos orgánicos de finca y de industrias de procesamiento.

Con la creciente demanda de cacao en grano por la industria de chocolates, se anticipa que la producción de cascara de la vaina de cacao continuará aumentando en los próximos años, representando así una gran amenaza y desafiante gestión de residuo; Por esta razón hay un interés creciente en la utilización de estas cáscaras en procesos productivos que permitan emplear estos materiales y así obtener beneficios económicos y ambientales (Dako *et al.* 2016); (Piña *et al.* 2016).

1.9. JUSTIFICACION

En la provincia de Manabí el aprovechamiento del pericarpio de cacao es muy escaso, debido a que no se ha despertado un gran interés en cuanto a su utilización o bien sea porque se desconocen las características que posee como material orgánico. Este trabajo propone investigar mediante análisis proximal la composición bromatológica de la cascara de la vaina de cacao y mediante su valor real evaluar su potencial, para su posterior empleo, que genere un beneficio para el sector cacaotero.

En la actualidad se han desarrollado varios estudios con el propósito de buscar una alternativa para darle un empleo adecuado, algunos investigadores aseguran que pueden ser utilizadas como fuente de extracción de pectinas, biomasa celulósica por fermentación en estado sólido que permite obtener alimento humano y animal, o como absorbente de bajo costo para el tratamiento de agua contaminada siendo así un material de gran importancia que puede permitir convertir varios productos con valor agregado.

El cacao es un producto de gran demanda a nivel mundial por lo que es considerado como un gran generador económico para las personas que se dedican a esta actividad, por lo que esta investigación pretende evidenciar la relación que existe entre las condiciones medioambientales, los nutrientes del suelo con los contenidos proximales de la mazorca del cacao y promover el interés en la obtención de nuevos productos que sean sustentables que les permita obtener grandes resultados económicos a partir del subproducto de la cascara de la vaina de cacao que se genera luego del beneficio del cacao aprovechando así en su totalidad al fruto, logrando una gran eficiencia dentro de este sector productivo.

1.10. OBJETIVOS

1.10.1. Objetivo General

- Identificar la influencia de las condiciones agroclimáticas y suelo sobre la composición bromatológica del pericarpio de cacao fino de aroma (*Theobroma cacao*) clon 103 de la provincia de Manabí.

1.10.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar el pericarpio de cacao fino de aroma clon 103 extraída de tres localidades de las zonas norte, centro y sur de la provincia de Manabí.
- Verificar el contenido de fibra en el pericarpio de cacao fino de aroma clon 103.
- Determinar la textura del suelo de las plantaciones del cacao fino de aroma clon 103, en las zonas de la provincia de Manabí mediante el método del triángulo textural.

1.11. HIPOTESIS

Las condiciones agroclimáticas y de suelo influyen sobre la composición bromatológica del pericarpio de cacao fino de aroma (*Theobroma cacao*) clon 103 en la provincia de Manabí.

CAPITULO II

2.1. METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de análisis químico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ubicado en la Ciudad de Manta, Av. Circunvalación - Vía a San Mateo (Latitud 0°57´ S y de Longitud 80°42 W y Altitud aproximada de 20 m.s.n.m) en el periodo 2019-2020.

Para la realización de este estudio se utilizó una correlación entre las zonas, condiciones agroclimáticas y el suelo, en el contenido bromatológico del cacao fino de aroma Clon 103.

2.2. FACTOR DE ESTUDIO

VARIABLES PARA LA MEDICIÓN EXPERIMENTAL

VARIABLES INDEPENDIENTES

- Zona Norte
- Zona Centro
- Zona sur

VARIABLES DEPENDIENTES

- Proteína
- Grasas
- Hidratos de carbono
- Humedad
- Ceniza

2.3. TIPO DE DISEÑO

Se utilizó el modelo de correlación lineal de Pearson que es un índice estadístico que permite medir la fuerza de la relación lineal entre dos variables.

2.4. TRATAMIENTOS

La recolección de las muestras de cacao fino de aroma Clon 103 se las realizo en tres localidades de las Zonas Norte, Centro y Sur de la provincia de Manabí; en la siguiente tabla se describe la ubicación y los nombres de los propietarios de las respectivas fincas:

Tabla 1 Ubicación y propietarios de las fincas.

Zona	Localidad	Cantón	Propietario de la finca
NORTE	1	El Carmen	Carmen Magdalena Barreto Cuadros
	2	Flavio Alfaro	Cristóbal Colon Cantos Moreira
	3	Pedernales	Fausto Erazo
CENTRO	1	Santa Ana	Erick Reynaldo Cedeño Cedeño
	2	San Placido	Alfredo Chancay
	3	Rocafuerte	José Abad Basurto Ruiz
SUR	1	Jipijapa	Vicente Orley Roble Holguín
	2	Paján	Benjamín Rondan Zorrilla Baque

Elaborado por: Gómez y Mero. 2019

2.4.1. Determinación de humedad

Según el método 925.45 de la AOAC, iniciamos ambientando las cajas Petri colocándolas semi abiertas ya rotuladas en la estufa a 105 °C durante 20 minutos para eliminar residuos de humedad, ya una vez cumplido el tiempo previamente establecido, con ayuda de las pinzas retiramos de la estufa las cajas Petri y las colocamos en el desecador por 20 minutos para que enfríen.

Y luego procedemos con el pesado de las cajas ambientadas, anotamos el peso, taramos y colocamos 3 g de muestra, llevamos nuevamente las cajas Petri ya con la muestra, dentro de la estufa y la sometemos a 105 °C por 3 horas. Ya terminado el proceso retiramos las cajas de la estufa y las colocamos en el desecador por 20 minutos para que enfríen y pesamos. Y por último procedemos a aplicar la respectiva fórmula para obtener el porcentaje de cenizas presente en cada una de nuestras muestras:

$$\% \text{Humedad} = \frac{((P1 + P2) - P2)}{PM} * 100$$

Interpretamos nuestra formulación de la siguiente manera:

P1: peso de la caja petri vacía en gramos

P2: peso de la caja petri con muestra seca en gramos

PM: peso de la muestra en gramos

2.4.2. Determinación de ceniza

Según el método 923.03 de la AOAC, empezamos con la rotulación de los crisoles usando el lápiz HB con su respectivo código, luego continuamos con la ambientación de los crisoles dentro de la mufla a una temperatura de 600°C durante 60 minutos, pasado el tiempo estimado con ayuda de las pinzas para crisoles dejamos enfriar las muestras dentro del desecador alrededor de 30 minutos.

Procedemos pesando los crisoles ambientados en la balanza analítica y anotamos su peso; taramos y colocamos 4 gramos de muestra dentro del crisol. Colocamos los crisoles con las muestras dentro de la mufla a una temperatura de 600°C por 4 horas, luego dejamos enfriar por 30 minutos en el desecador para obtener el peso final de la muestra.

Y posteriormente procedemos a aplicar la respectiva formulación para obtener el porcentaje de cenizas presente en cada una de nuestras muestras:

$$\%Ceniza = \frac{(P2 - P1)}{PM} * 100$$

Interpretamos nuestra formulación de la siguiente manera:

P2: peso del crisol con las cenizas en gramos

P1: peso del crisol vacío en gramos

PM: peso de la muestra en gramos

2.4.3. Determinación de Grasa

Según el método 920.39 de la AOAC, iniciamos ambientando el balón esmerilado colocándolo en la estufa a una temperatura de 105 ° C durante 20 minutos, para eliminar residuos de humedad del material a utilizar. Una vez cumplido el tiempo establecido, retiramos el balón de la estufa con la ayuda de unas pinzas y lo

colocamos en el desecador durante 20 minutos para que se enfrié. A continuación, tomamos un cartucho de celulosa lo colocamos en un vaso de precipitación de 5 ml (para facilitar la colocación de la muestra dentro del cartucho) pesamos los recipientes en la balanza analítica y taramos.

Utilizando una espátula colocamos dentro del cartucho de celulosa 3 gramos de muestra, después tapamos con algodón la parte superior del cartucho con el fin de evitar de que la muestra flote durante el proceso, posteriormente ingresamos el cartucho de celulosa ya con la muestra, en la parte interior del equipo soxhlet. Una vez que se haya enfriado el balón esmerilado, lo retiramos del desecador con las pinzas y lo llevamos a la balanza analítica para pesarlo, anotamos y guardamos el peso exacto del balón esmerilado vacío.

Luego procedemos a medir el reactivo en este caso hexano. En una probeta de 250 ml, la cantidad de 225 ml de hexano puro y lo añadimos dentro del balón esmerilado, unimos las tres partes del equipo soxhlet que constas de (tubo refrigerante, equipo de soxhlet, balón esmerilado), centramos y lo aseguramos con las pinzas del soporte universal, abrimos el flujo de agua que circula dentro del tubo refrigerante para lograr condensar los vapores que ascienden durante el proceso, luego encendemos la plancha eléctrica y lo sometemos a 140 °C por 4 horas.

Ya una vez cumplido el tiempo comenzamos a desarmar el equipo para retirar el cartucho con la muestra que está dentro de la cámara del equipo soxhlet, volvemos a armar para realizar la correcta recuperación del hexano, que consiste en separar la grasa - hexano totalmente, dejamos que quede aproximadamente 1 ml de hexano dentro del balón evitando así que se quemé la muestra resultante.

Retiramos el balón esmerilado de la plancha eléctrica con las pinzas y lo colocamos en la estufa a 105 ° C por 30 minutos, seguidamente lo llevamos a enfriar al desecador por 30 minutos con el fin de que no gane humedad y a la vez peso. Una vez que haya enfriado, lo retiramos del desecador con las pinzas y lo llevamos a pesar a la balanza analítica, tomamos el peso y lo anotamos; posteriormente procedemos a obtener el porcentaje de grasa de nuestra muestra, aplicando la siguiente formula:

$$\%Grasa = \frac{(PBG - PBV)}{PM} * 100$$

Interpretamos nuestra formulación de la siguiente manera:

PBG: peso del balón con grasa en gramos

PBV: peso del balón vacío en gramos

PM: peso de la muestra en gramos

2.4.4. Determinación de proteína

Según el método 954.01 de la AOAC, el proceso inicia con su primera fase denominada Digestión para ello realizamos la asepsia de los tubos de ensayos correspondientes de la Unidad digestora (Bloc-Digest) procediendo con la rotulación de los tubos de ensayo de 100ml, luego pesamos 2 g de muestra del pericarpio de cacao fino de aroma previamente deshidratada; colocamos en los tubos una unidad de catalizador de Kjeldahl, vertimos los 2 g de la muestra, para luego adicionarle 15 ml de ácido sulfúrico al 99%, con ayuda de una probeta de 25 ml, preparamos los tubos de digestión con las respectivas muestras en el Bloc-Digest. El equipo empezará la digestión programada a una temperatura de 400°C por 90 minutos; al finalizar, el líquido obtenido es de un color verde esmeralda característico y luego dejamos enfriar la muestra a temperatura ambiente.

En la segunda fase llamada Destilación preparamos el equipo Kjeldahl con 500 ml de solución NaOH al 45 N y agua destilada en los respectivos reservorios al nivel indicado en el equipo. En un matraz de Erlenmeyer vaciamos 40 ml de solución de H₃BO₃ al 4% y añadimos 1 ml de Indicador Mortimer (la muestra toma una coloración roja), colocamos dentro del equipo el tubo de ensayo con la muestra obtenida de la digestión, el equipo empezara su labor automáticamente, el proceso tiene una duración de 5 minutos por muestra (la muestra adopta una coloración azul).

Una vez ya obtenida la muestra destilada pasamos a la última fase denominada titulación que consiste en valorar finalmente la cantidad de amonio presente en las muestras; para realizar este proceso calibramos una bureta de 25 ml de HCl

al 0.2 N en el que se deja caer gota a gota la disolución hasta llegar al punto que la muestra cambie de un color azul a una coloración naranja. Y posteriormente procedemos a aplicar la respectiva formulación para determinar el porcentaje de proteína en cada una de las muestras:

$$\%N = \frac{V_{con\ HCl} * N_{HCl} * V_N}{PM} * F$$

Interpretamos nuestra formulación de la siguiente manera:

Vcon HCl: volumen de consumo de HCl

N HCl: normalidad del HCl (0.2 N)

V N: valor de nitrógeno (1.4007)

PM: peso de la muestra

F: factor proteico (6.25)

2.4.5. Determinación de carbohidratos

Los carbohidratos se estimaron por diferencia, como se muestra en la ecuación indicada: %Carbohidratos totales = 100 – (%humedad + %proteína + % grasa + % ceniza) (JM & JM 2012).

2.4.6. Análisis de suelo

Los análisis de suelo se los realizó en la Estación Experimental Tropical Pichilingue – Quevedo (INIAP).

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se realizó un análisis de correlación con la intención de aceptar el modelo teórico y cuál de las Zonas influye en el contenido bromatológico del pericarpio de cacao fino y de aroma clon 103. Primero se efectuó un análisis por Zona y después se evaluaron entre cada uno de los resultados de dichas Zonas.

➤ **Efecto de la precipitación, temperatura y humedad relativa en el contenido proximal del pericarpio de cacao fino de aroma en la Zona Norte de la provincia de Manabí.**

La Zona Norte presentó los siguientes valores de correlaciones como se describe a continuación:

- La temperatura mostró una correlación positiva moderada ($r= 0.51$) sobre el contenido de humedad del pericarpio de cacao, esta misma variable mostró una correlación débil ($r= 0,13$) en lo que a proteína se refiere, mientras que para ceniza, grasa y carbohidratos esta variable mostró una correlación negativa con valores de ($r= - 0,67$), ($r= - 0,14$) y ($r= - 0,46$) respectivamente. En tanto que la precipitación presentó como resultado una correlación positiva en estos últimos tres parámetros que fluctuaron entre ($r= 0, 55$), ($r= 0,34$) y ($r= 0,64$) para ceniza, grasa y carbohidratos respectivamente, por otro lado, la precipitación no mostró su influencia sobre la humedad ($r= - 0,43$) ni contenido de proteína del pericarpio del cacao ($r= - 0,76$). La variable HR mostró un comportamiento similar al de la precipitación con resultados de ($r= 0,54$) para ceniza, ($r= 0,62$) para grasa y ($r= 0,40$) para carbohidratos, mientras que para humedad del pericarpio y para proteínas los resultados fueron negativos con ($r= - 0,24$) y ($r= - 0,53$) respectivamente.

Tabla 2 Correlación de análisis proximal y variables climáticas (Zona Norte)

	Coefficiente de correlación				
	<i>Humedad del pericarpio</i>	<i>Ceniza</i>	<i>Grasas</i>	<i>Proteínas</i>	<i>Carbohidratos</i>
Temperatura	0,51	-0,67	-0,14	0,13	-0,46
Precipitación	-0,43	0,55	0,34	-0,76	0,64
H R	-0,24	0,54	0,62	-0,53	0,40

Elaborado por: Gómez y Mero. 2019

- **Efecto de la precipitación, temperatura y humedad relativa en el contenido proximal del pericarpio de cacao fino de aroma. en la Zona Centro de la provincia de Manabí.**

La Zona Centro presentó los siguientes valores de correlaciones como se describe a continuación:

- La humedad del pericarpio ($r= 0,29$), ceniza ($r= 0,67$) y grasas ($r= 0,01$) se vio correlacionada positivamente con la temperatura, sin embargo la proteínas ($r= -0,06$) y carbohidratos ($r= -0,60$) presentaron valores negativos en relación a esta variable. La precipitación presento valores de correlación positiva entre humedad del pericarpio ($r= 0,04$), ceniza ($r= 0,15$) y proteínas ($r= 0,02$), mientras que grasas ($r= -0,33$) y carbohidratos ($r= -0,13$) mostraron valores negativos, con la HR se obtuvieron correlaciones positivas entre humedad del pericarpio, ceniza, grasas ($r= 0,48$), ($r= 0,79$), ($r= 0,49$) respetivamente, en lo que respecta con proteínas ($r= -0,12$) y carbohidratos ($r= -0,73$) presentaron valores de correlación negativos.

Tabla 3 Correlación de análisis proximal y variables climáticas (Zona Centro)

	Coeficiente de correlación				
	Humedad del pericarpio	Ceniza	Grasas	Proteínas	Carbohidratos
Temperatura	0,29	0,67	0,01	-0,06	-0,60
Precipitación	0,04	0,15	-0,33	0,02	-0,13
H R	0,48	0,79	0,49	-0,12	-0,73

Elaborado por: Gómez y Mero. 2019

➤ **Efecto de la precipitación, temperatura y humedad relativa en el contenido proximal del pericarpio de cacao fino de aroma. en la Zona Sur de la provincia de Manabí.**

La Zona Sur presentó los siguientes valores de correlaciones como se describe a continuación:

- La temperatura presentó una correlación positiva fuerte con la ceniza con un valor de ($r= 0,88$), la humedad del pericarpio y proteína se vieron correlacionadas positivamente por la temperatura de manera moderada, evidenciando resultados de ($r= 0,51$) y ($r= 0,51$) respectivamente, en tanto que para grasa y carbohidratos acreditó una correlación negativa de ($r= - 0,85$) y ($r= - 0,51$) correspondientemente. El mismo comportamiento se comprobó en lo que se relaciona a precipitación y su correlación con humedad del pericarpio ($r= 0,70$), ceniza ($r= 0,31$) y proteína ($r= 0,17$) siendo positiva en los tres valores mencionados anteriormente, no así para grasa y carbohidratos cuyos resultados fueron ($r= - 0,71$) y ($r= - 0,58$) respectivamente evidenciando correlaciones negativas.
- Mientras que, la HR se comportó de una forma contraria a la temperatura y precipitación ya que en cambio mostró correlaciones negativas en humedad, ceniza y proteína, con valores de ($r= - 0,23$), ($r= - 0,55$) y ($r= - 0,90$) correspondientemente y correlaciones positivas en lo referente a grasa y carbohidratos con valores que están en ($r= 0,43$) y ($r= 0,69$) respectivamente.

Tabla 4 Correlación de análisis proximal y variables climáticas (Zona Sur)

	Coeficiente de correlación				
	<i>Humedad del pericarpio</i>	<i>Ceniza</i>	<i>Grasas</i>	<i>Proteínas</i>	<i>Carbohidratos</i>
Temperatura	0,51	0,88	-0,85	0,51	-0,51
Precipitación	0,70	0,31	-0,71	0,17	-0,58
H R	-0,23	-0,55	0,43	-0,90	0,69

Elaborado por: Gómez y Mero. 2019

➤ **Tipos de textura de los suelos de la provincia de Manabí.**

La textura óptima del suelo para el cultivo del cacao es de suelos franco, franco-arcilloso, franco-arenoso, en el podemos señalar que la mayor parte de las zonas de Manabí presentan este tipo de textura.

Tabla 5 Clase textural de las Zonas Norte, Centro y Sur de Manabí

ZONA	LOCALIDAD	CANTON	CLASE TEXTURAL
Norte	1	El Carmen	Arcilloso
Norte	2	Flavio Alfaro	Franco-Arenoso
Norte	3	Pedernales	Franco-Limoso
Centro	1	Santa Ana	Franco-limoso
Centro	2	San Placido	Franco-Arcilloso
Centro	3	Rocafuerte	Franco
Sur	1	Jipijapa	Franco-Limoso
Sur	2	Paján	Franco-Arcillo-Arenoso

Fuente: Estación Experimental Tropical Pichilingue – Quevedo (INIAP).

DISCUSIÓN

Estos resultados concuerdan con los expresados por (Infocacao 2015) quien manifiesta que los carbohidratos en los frutos se ven influenciados por la disponibilidad de agua ya sea por déficit como por exceso lo que en el caso de la zona centro en sus tres localidades no se encontraron diferencias en las precipitaciones por tanto no ejerció correlación positiva.

Así mismo, los resultados del presente trabajo concuerdan con los encontrados por (Ferreyra & Defilippi 2012), quien afirma que los factores meteorológicos que se presentan en la pre cosecha que afectan las características composicionales de los frutos son el Clima (temperatura, precipitación y HR) y justamente es lo que se ha evidenciado en el presente estudio, este mismo autor manifiesta también que son muy escasos los trabajos que permiten relacionar los efectos de factores de medio ambientales sobre los frutos, el aspecto más trabajado se refiere a la relación del nivel del calcio en estos y sus efectos en la postcosecha.

A pesar de que los resultados de esta investigación demuestran una fuerte influencia de las condiciones ambientales sobre la composición química del pericarpio de cacao fino y de aroma clon 103, (Bobadilla *et al.* 2016) manifiesta que contrariamente a la importante incidencia de las condiciones de clima, es difícil de estudiarla y establecer comparaciones entre sus efectos sobre la calidad composicional, tomando incluso zonas extensas y mejor región con climatología diferente.

En este mismo sentido, (Val Falcón 2013) afirma que en la bibliografía que se dispone, los resultados de este tipo de investigaciones son contradictorios, tal vez debido a la complejidad y a los múltiples factores que inciden sobre la composición química del fruto.

En lo que respecta a los resultados de los análisis de suelo, los resultados concuerdan con los de (Leiva 2012), quien afirma que la mejor textura corresponde a suelos francos a franco-arcillosos, pero que también se pueden seleccionar suelos de textura franco-arcillosa, franco-limosa y franco -arenosa, suelto y profunda.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

- La ceniza del pericarpio de cacao fino de aroma clon 103 fue la que más se vio influenciada por la correlación positiva de las condiciones meteorológicas en las tres zonas, evidenciando que la de mayor correlación fue la temperatura en la zona sur ($r= 0,88$).
- El contenido de humedad también se mostró fuertemente influenciada proyectando correlaciones positivas moderadas en las tres zonas presentando su mayor expresión en la correlación con la precipitación ($r= 0,70$).
- La composición química en torno a los carbohidratos fue la que menos se correlacionó con las condiciones meteorológicas observadas, presentándose en la zona centro ningún tipo de influencia en su contenido
- Las conclusiones generales de las Zonas norte, centro, sur y sus localidades a través del análisis de correlación se describe que la mayor parte de los datos levantados si cumplen con los estándares del modelo teórico, en ese sentido y dirección, a través del levantamiento de información se aprueba el modelo teórico.

RECOMENDACIONES

- Realizar otros estudios destinados a correlacionar la influencia de las condiciones meteorológicas y de suelo sobre todos los componentes del fruto, pero entre provincias o zonas más distantes con diferencias en las condiciones ambientales y de suelo mucho más marcado.
- Ejecutar nuevas investigaciones en Manabí para confirmar los resultados obtenidos en el presente estudio de las condiciones agroclimáticas y la incidencia en el contenido proximal de otros pericarpios de frutos.
- Tomar muy en cuenta el factor altitudinal en futuras investigaciones ya que se presume que puede tener influencia sobre el contenido proximal del pericarpio de cacao fino y de aroma
- Para posibles estudios de correlación entre condiciones agroclimáticas y contenido proximal se recomienda asociar un número mayor de datos para ambas variables.
- Es importante dar a conocer al agricultor sobre el impacto del clima y la modificación de este en el producto cosechado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Adi, O., Ofori, K., Frimpong, S., EL Boakye, M., Sasu, C., & Pobee, M. (2016). Physicochemical and Antimicrobial Properties of Cocoa Pod Husk Pectin Intended as a Versatile Pharmaceutical Excipient and Nutraceutical. *Journal of Pharmaceutics*, p. 1-12.
2. Alcívar, C., & Mutre, B. (Junio de 2015). Análisis de los procesos de mantenimiento de los cultivos y su impacto en los costos de producción agrícola de la asociación de agricultores, productores, comercializadores y exportadores Inés María. Milagro.
3. Andrade, L., & Mendoza, H. (2015). Paisaje natural y cultural del cacao fino de aroma como oferta agro turística en Manabí. *Espamciencia*, p. 17-24, v. 6.
4. Anecacao. (2015). Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. Obtenido de <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/historia-del-cacao.html>
5. Argüello, A. (Mayo de 2015). Elaboración de un confite con el exudado del mucílago de cacao. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito.
6. Arvelo, M., Delgado, T., Maroto, S., Rivera, J., Higuera, I., & Navarro, A. (2016). Estado actual sobre la producción, el comercio y cultivo del cacao en América. *IICA*, p. 152.
7. Arvelo, M., González, D., Maroto, S., Delgado, T., & Montoya, P. (2017). *Manual Técnico del Cultivo de Cacao Prácticas Latinoamericanas*. IICA, p. 165.
8. Balladares Grazzo, C. A. (23 de Noviembre de 2015). Caracterización físico - química de los lixiviados del cacao y café del litoral ecuatoriano, como potenciales fuentes de producción de bioetanol. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. España.
9. Bobadilla, G., Valdivia, M., Machuca, M., Balois, R., & González, L. (2016). Factores precosecha, cosecha y poscosecha inherentes al cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.): Una revisión. *Revista Bio Ciencias*, p. 256-268.

10. C. Pántano, V., B. Spescha, L., C. Penalba, O., & M. Murphy, G. (2014). Influencia de la variabilidad de temperatura y precipitación en la situación hídrica del suelo, en la región oriental de secano de la Argentina. *Meteorológica*, p. 21-36, v. 39.
11. Carrera, D., Guevara, P., Tamayo, L., Balarezo, A., Narváez, C., & Morocho, D. (2016). Relleno de series anuales de datos meteorológicos mediante métodos estadísticos en la zona costera e interandina del Ecuador, y cálculo de la precipitación media. *IDESIA*, p. 81-90.
12. Carrera, K., Herrera, L., Díaz, M., & Leiva, M. (2016). Micobiota asociada a frutos de cacao con síntomas de moniliasis en la Amazonía ecuatoriana. *Centro Agrícola*, p. 48-54, v. 43.
13. Carrión, J. (17 de Noviembre de 2012). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51, Jama-Manabí. Universidad San Francisco de Quito. Quito.
14. Cartaya, S., Zurita, S., & Montalvo, V. (2016). Métodos de ajuste y homogenización de datos climáticos para determinar índice de humedad de Lang en la provincia de Manabí, Ecuador. *La Técnica*, p. 94-106.
15. Castro, L., & Vignati, F. (2018). Observatorio del cacao fino y de aroma para América Latina. *Iniciativa Latinoamericana del Cacao*, p. 19.
16. Chan, S.-Y., & Choo, W.-S. (2013). Effect of extraction conditions on the yield and chemical properties of pectin from cocoa husks. *Food Chemistry*, p. 3752–3758, v. 141.
17. Corpoica. (2007). Escalamiento, validación y ajuste de tecnologías para la producción masiva de plantas clonadas de cacao. *Corpoica*, p. 78.
18. Dako, O., Kwakye, K., Manso, S. F., Gyasi, M. E., Sasu, C., & Pobee, M. (2016). Physicochemical and Antimicrobial Properties of Cocoa Pod Husk Pectin Intended as a Versatile Pharmaceutical Excipient and Nutraceutical. *Hindawi*, v. 1.
19. Espinel, R., & Delgado, J. (2010). Manejo técnico del cultivo de cacao en Manabí. *INIAP*, p. 141, v. 75.

20. FAO. (2002). Los fertilizantes y su uso. IFA, p. 77.
21. Fariñas, L. G., Bertorelli, L. O., Parra, J. A., & Pablo. (2002). Características físicas del fruto de cacao tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de Cumboto, Venezuela. *Agronomía Tropical*, p. 343-362, v. 52.
22. Ferreyra, R., & Defilippi, B. (2012). Factores de Precosecha que Afectan la Postcosecha de la Palta Hass. *Clima, Suelo y Manejo*. La Cruz: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Cruz.
23. Fins, L., Chávez, E. S., & Chaverri, F. Q. (2013). La historia del cacao y del chocolate. *Catie*, p. 36, v. 11.
24. García, L., & Schlatter, J. (2012). Caracterización de suelos a lo largo de un gradiente altitudinal en Ecuador. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, p. 456-464, v. 7.
25. Guaman, C. (2007). Estudio de factibilidad para el cultivo de "cacao 51" en la parroquia Cristóbal Colon de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados y su comercialización. Escuela Politécnica Nacional. Santo Domingo.
26. Heredia, S. (2015). Estudio del efecto de las condiciones de los tratamientos químicos en el proceso de obtención de andamios porosos para aplicaciones biomédicas. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil.
27. Inatec. (2016). Manual del protagonista prácticas de conservación de suelos y agua. Instituto Nacional Tecnológico, p. 122.
28. Infocacao. (2015). El ambiente y su efecto en el comportamiento de la planta de cacao. *Procacaho*, v. 5.
29. Ishola, F. T. (Agosto de 2016). Chemical composition of the essential oils of five fruit trees and non-volatile constituents of *Theobroma cacao* L. Pod-husk. Universidad de Ibadan. Ibadan.
30. JM, M.-R., & JM, D.-A. (2012). Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. *Nutrición Clínica y dietética hospitalaria*, p. 111.

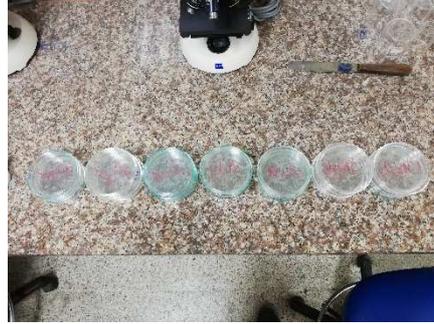
31. Kalvatchev, Z., Garzaro, D. J., & Guerra, F. (1998). *Theobroma cacao* L.: Un nuevo enfoque para nutrición y salud. *Agroalimentaria*, p. 23-25, v. 4.
32. L. Chafla, A., Rodríguez, Z., Boucourt, R., Espín, J., & Silva, L. (2016). Aislamiento, selección y caracterización de hongos celulolíticos a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L). *Cuban Journal of Agricultural Science*, p. 411- 420, v. 50.
33. Leiva, E. (2012). Aspectos para la nutrición del cacao *Theobroma cacao* L. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
34. Lu, F., Rodriguez, J., Van, I., J. Westwood, N., Shaw, L., S. Robinson, J., Charalampopoulos, D. (2018). Valorisation strategies for cocoa pod husk and its fractions. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, p. 80-88, v. 14.
35. Mafla, H., & Moreno, D. (2011). Manejo e interpretación de variables del clima y de agro meteorología desde la finca del agricultor, ante los efectos de la ola invernal. Colombia: Produmedios.
36. MAG. (2017). Boletín situacional - Cacao. MAG, p. 6.
37. Mendoza, L., Jiménez, J., & Ramírez, M. (2017). Evaluación de la pectina extraída enzimáticamente a partir de las cáscaras del fruto de cacao (*theobroma cacao* l.). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, p.132 vol. 20.
38. Nizama, K. (27 de Noviembre de 2015). Obtención y caracterización de pectina a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.). Universidad Nacional de Piura. Perú.
39. Ortiz, K. L., & Álvarez, R. (2015). Efecto del vertimiento de subproductos del beneficio de cacao (*Theobroma cacao* l.) Sobre algunas propiedades químicas y biológicas en los suelos de una finca cacaotera, municipio de yaguar á (Huila, Colombia). *Boletín científico centro de museos*, p. 67, v. 19.
40. Pérez, H., & de Paul Cortes, M. (2007). Simulación y control de la temperatura dentro de un invernadero. Universidad de la Salle. Bogotá.

41. Pinto, M. (2012). Tecnología para la producción de cacao, como sistema agroforestal en regiones potenciales de Colombia. Bogotá: Produmedios.
42. Piña, A., Nieto, D., & Robles, F. (2016). Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en el cultivo y producción del hongo comestible seta (*Pleurotus* spp.). *Revista internacional de contaminación ambiental*, p.141-151, v.32.
43. Porta, J., López, M., & M. Poch, R. (2011). *Introducción a la Edafología. Uso y protección de suelos*. Madrid: Mundi-Prensa.
44. Portillo, M. A. (2006). *Manual de Agricultura Protegida. Los 5 Pilares*. Universidad Zamorano.
45. Quiroga, A., & Bono, A. (2012). *Manual de fertilidad y evaluación de suelos*. La Pampa, Argentina: INTA.
46. Quiroz, J., & Mestanza, S. (2012). *Establecimiento y manejo de una plantación de cacao*. Iniap, p. 10.
47. Reyes, H., & Capriles de Reyes, L. (2000). *El cacao en Venezuela. Moderna Tecnología para su cultivo*. Caracas, Venezuela: Chocolates El Rey C. A.
48. Reyna-Bowen, L., Reyna-Bowen, M., & Vera-Montengro, L. (2017). Zonificación del territorio para aplicar labranza de conservación mecanizada utilizando el enfoque de evaluación multicriterio. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, p. 40-49, v. 26.
49. Ríos, F., Rehpani, C., Ruiz, A., & Lecaro, J. (2017). Estrategias país para la oferta de cacaos especiales políticas e iniciativas privadas exitosas en el Perú, Ecuador, Colombia y República Dominicana. *Coexca*, p. 140.
50. Rojas, E. I. (s. f). *Aspectos para la nutrición del cacao Theobroma cacao L*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
51. Torres, L. A. (2012). *Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico*.
52. Torrez, V. (s. f). *Manual Internacional de Fertilidad de Suelos*. Instituto de la Potasa y el Fósforo AC INPOFOS, p. 163.

53. Val Falcón, J. (2013). Tratamientos y tecnologías postcosecha para la fruta fresca. La calidad como punto de partida: prácticas precosecha. Fruyver, s. p.
54. Vera, L., Mesías, F., Hernández, A., & Guzmán, A. (2017). Manual para la cartografía de suelos y la descripción de perfiles de suelos. Calceta: Humus.
55. Yepes, A., & Silveira, M. (2011). Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global (revisión). Colombia Forestal, p. 213-232, v. 14.
56. Yusof, F., Khanahmadi, S., Amid, A., & Mahmud, S. S. (2016). Cocoa pod husk, a new source of hydrolase enzymes for preparation of cross linked enzyme aggregate. Springer plus, 1 v.10.

ANEXOS

Anexo 1. Rotulación de cajas petri para Determinación de humedad.



Anexo 2. Ambientación de cajas petri.



Anexo 3. Pesado y colocación de muestra en la estufa.



Anexo 4. Peso final de la muestra.



Anexo 5. Rotulación y ambientación de crisoles para Determinación ceniza



Anexo 6. Pesado de la muestra



Anexo 7. Peso final de la muestra



Anexo 8. Pesado de la muestra y hexano para Determinar grasas



Anexo 9. Ensamblado del equipo Soxhlet y muestra final



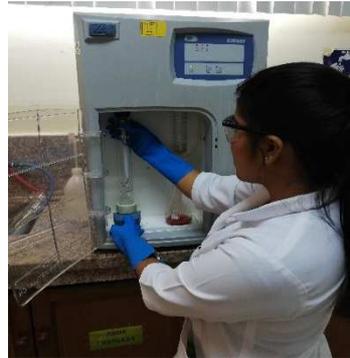
Anexo 10. Determinación de proteína, rotulación y adición de catalizador Kjeldahl en los tubos



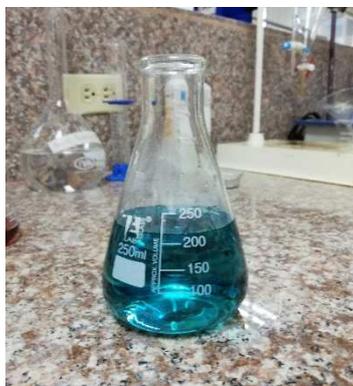
Anexo 11. Resultado de muestra de la Digestión



Anexo 12. Destilación en el equipo de Kjeldahl



Anexo 13. Titulación de la muestra



Anexo 14. Toma de muestra de suelo con calicata.



Anexo 15. Toma de muestra de cacao.



Tabla 6 Resultados de análisis proximal.

ZONA	LOCALIDAD	CODIGO	HUMEDAD	CENIZAS	GRASAS	PROTEINAS	HC
NORTE	1	NL1R1	13,03	1,59	0,07	3,45	81,86
		NL1R2	13,59	1,67	0,06	3,72	80,96
		NL1R3	13,50	1,53	0,07	5,27	79,63
	2	NL2R1	18,34	1,14	0,06	5,2	75,25
		NL2R2	15,64	1,06	0,06	6,13	77,10
		NL2R3	17,37	1,38	0,07	4,47	76,71
	3	NL3R1	13,49	1,47	0,05	4,48	80,10
		NL3R2	14,24	1,37	0,05	5,24	79,09
		NL3R3	13,90	1,52	0,06	4,96	79,56
CENTRO	1	CL1R1	14,40	1,60	0,12	3,54	80,34
		CL1R2	13,17	1,49	0,46	4,39	80,48
		CL1R3	12,85	1,68	0,10	3,96	81,41
	2	CL2R1	13,69	1,65	0,27	6,68	77,70
		CL2R2	15,98	1,41	0,31	6,19	76,11
		CL2R3	17,24	1,67	0,15	6,45	74,48
	3	CL3R1	17,54	16,42	0,16	5,77	60,11
		CL3R2	16,75	17,27	0,16	5,46	60,36
		CL3R3	17,82	16,92	0,46	5,42	59,37
SUR	1	SL1R1	12,29	1,35	0,99	5,2	80,17
		SL1R2	12,77	1,36	0,84	4,28	80,75
		SL1R3	13,44	1,39	0,91	5,22	79,04
	2	SL2R1	15,14	1,47	0,31	5,19	77,89
		SL2R2	14,50	1,50	0,57	5,36	78,07
		SL2R3	12,38	1,49	0,56	5,12	80,46

Elaborado por: Gómez Jonathan y Mero Joshelyn. 2019.

Tabla 7 Medias mensuales de precipitación, temperatura y humedad relativa

Codigo INAMHI	Zona	Localidad	CANTON	MAYO			JUNIO			JULIO		
				PRECIP	TEMP	HR	PRECIP	TEMP	HR	PRECIP	TEMP	HR
M0026	Norte	1	El Carmen	129,1	24,4	91	78,4	23,7	92	23,8	22,8	91
M1230	Norte	2	Flavio Alfaro	16	25	87	3,3	25	85	1,2	24,4	87
M1217	Norte	3	Pedernales	2,9	24,8	83	1,1	24,4	85	0	23,3	85
M1208	Centro	1	Santa Ana	14,7	25,1	84	1,1	24,6	84	0,3	23,9	81
M0005	Centro	2	San Placido	13,3	24,8	82	0,4	24,2	82	0	23,6	80
M0165	Centro	3	Rocafuerte	23,7	26	86	0,4	25,2	85	0	24,9	90
M0169	Sur	1	Jipijapa	6	24,3	84	0,5	23,6	87	0	23,4	82
M0171	Sur	2	Pajan	120,5	25,6	82	0	25,5	83	0	25,3	83

Fuente: Anuario Meteorológico. Nº 53 – 2013. 2017



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Gómez García Jonathan Alexander	Nombre	: Sin Nombre	Cultivo Actual	: Cacao
Dirección	: jonathan6098@gmail.com	Provincia	: Manabí	N° de Reporte	: 5901
Ciudad	: Manta	Cantón	: Santa Ana	Fecha de Muestreo	: 10/07/2019
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 10/07/2019
Fax	: dayra.romero@iniap.gob.ec	Ubicación	:	Fecha de Salida	: 24/07/2019

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		M.O.	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural	
	Identificación	Area		Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla		
95655	Muestra CL1 (Erick Cedeño)										24	36	40	Arcilloso
95656	Muestra CL2 (Alfredo Chancay)										70	20	10	Franco-Arenoso
95657	Muestra CL3 (José Bazurto)										8	88	4	Franco-Limoso
95658	Muestra NL1 (Carmen Barreto)										36	52	12	Franco-Limoso
95659	Muestra NL2 (Cristóbal Cantos)										36	36	28	Franco-Arcilloso
95660	Muestra NL3 (Fausto Erazo)										40	42	18	Franco
95661	Muestra SL1 (Vicente Robles)										32	50	18	Franco-Limoso
95662	Muestra SL2 (Benjamín Zorrilla)										56	10	34	Franco-Arcillo-Arenoso

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Conductímetro
M.O.	= Titulación de Welkley Black
Al+H	= Titulación con NaOH

x. W. [Signature]
RESPONSABLE DFTO. SUELOS Y AGUA

+ *[Signature]*
RESPONSABLE LABORATORIO