



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos
Naturales y del Ambiente
Carrera de Ingeniería Agronómica

Tema:

**Evaluación de adaptabilidad de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.),
utilizando Lluvia sólida en el cantón Caluma, provincia Bolívar.**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agronómica.

Autores:

Tamara Pensilvania Cruz Ycaza
Wilson Darwin Mullo Nono

Director:

Ing. Washington Donato Ortiz M.Sc.

Guaranda – Ecuador

2020

**Evaluación de adaptabilidad de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.),
utilizando Lluvia sólida en el cantón Caluma, provincia Bolívar.**

Revisado y aprobado por los miembros del tribunal:

.....
ING. WASHINGTON DONATO ORTIZ M.Sc.
DIRECTOR

.....
ING. KLÉBER ESPINOZA MORA Mg.
BIOMETRISTA

.....
DRA. ARACELI BEATRIZ LUCIO QUINTANA Ph.D.
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Tamara Pensilvania Cruz Ycaza con C.I. 120410475-4 y Wilson Darwin Mullo Nono con C.I. 060540751-9; declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe técnico científico, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



TAMARA CRUZ YCAZA
CI: 120410475-4



WILSON MULLO NONO
CI: 060540751-9

AUTORES

ING. WASHINGTON DONATO ORTIZ M.Sc.
CI: 180196455-0
DIRECTOR

DRA. ARACELI BEATRIZ LUCIO QUINTANA Ph.D.
CI: 020109215-2
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA



NOTARIA PÚBLICA PRIMERA DEL CANTÓN GUARANDA



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Dr. Guido Fabián Fierro Barragán

DECLARACION JURADA

TAMARA PENSILVANIA CRUZ YCAZA Y WILSON DARWIN MULLO NONO

En la ciudad de Guaranda, Capital de la Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy día, LUNES, SIETE DE SEPTIEMBRE DEL DOS MIL VEINTE, ante mí Doctor GUIDO FABIAN FIERRO BARRAGAN, NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA, comparecen: TAMARA PENSILVANIA CRUZ YCAZA Y WILSON DARWIN MULLO NONO, de estados civiles, solteros, por sus propios derechos, con números de teléfonos celulares (0993769440) y (0969441486). Los comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, capaces de contraer obligaciones, domiciliados en las ciudades de Caluma y Cuenca de las provincias de Bolívar y Azuay, en su orden, y de tránsito por esta ciudad de Guaranda, a quienes de conocer doy fe en virtud de haberme exhibido sus cédulas de ciudadanía y papeletas de votación cuyas copias adjunto a esta escritura.- Advertidos por mí el Notario de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados de que comparecen al otorgamiento de la misma sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, juramentadas en debida forma, prevenidos de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, bajo juramento declara lo siguiente: "Previo a la obtención del título de Ingenieros Agrónomos, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar, manifestamos que los criterios e ideas emitidas en el presente proyecto de investigación, titulado **"EVALUACIÓN DE ADAPTABILIDAD DE CLONES DE CACAO (theobroma cacao L.). UTILIZANDO LLUVIA SOLIDA EN EL CANTÓN CALUMA, PROVINCIA BOLIVAR."**, es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autoras". Para el otorgamiento de esta escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso. Leída que les fue a los comparecientes íntegramente por mí el Notario, se ratifican en todo su contenido y firman conmigo en unidad de acto, e incorporo esta escritura pública al protocolo de instrumentos públicos, a mi cargo. De todo lo cual doy fe.-

Tamara Cruz Ycaza

TAMARA PENSILVANIA CRUZ YCAZA
C.C. 120410475-4
DECLARANTE

Wilson Darwin Mullo Nono

WILSON DARWIN MULLO NONO
C.C. 060540751-9
DECLARANTE



Guido Fabián Fierro Barragán
Doctor Guido Fabián Fierro Barragán
NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA
Resp. G.C.



Dir. 10 de Agosto s/n y Eloy Alfaro
Teléf: Of.2-985-202.Cel.0985100358
GUARANDA-PROVINCIA-BOLÍVAR
ECUADOR

Lista de fuentes Bloques jdonato (jdonato) ▾

Documento	142145.docx (D81458766)	Categoría	Enlace/nombre de archivo
Presentado por	2020-10-12 20:13 (-05:00)	Fuentes alternativas	
Presentado por	jdonato@ueb.edu.ec	tesis (1).docx	
Recibido	jdonato.ueb@analysis.orkund.com	FINAL-FINAL.docx	
	6% de estas 58 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.	Tesis Cristian Guaman 03 F	
		PROYECTO FINAL.pdf	

99% # 1 Activo .TATAL DE BOL

<p>UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente Carrera de Ingeniería Agronómica</p> <p>Tema:</p> <p>Evaluación de adaptabilidad de clones de cacao (Theobroma cacao L.), utilizando Lluvia sólida en el cantón Caluma, provincia Bolívar.</p> <p>Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agronómica.</p>	<p>UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente Carrera de Ingeniería Agronómica</p> <p>Tema:</p> <p>Evaluación agronómica de clones de cacao (Theobroma cacao L.) utilizando Lluvia sólida (Poliacrilato de potasio) en el cantón Caluma, provincia Bolívar.</p> <p>Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agronómica.</p> <p>Autores:</p> <p>Tamara Pensilvania Cruz Ycaza Wilson Darwin Mullo Nono</p> <p>Director:</p> <p>Ing. Washington Donato Ortiz M.Sc.</p> <p>Guaranda - Ecuador</p>	<p>Extraído: 2020-08-18 10:08 (-05:00)</p> <p>Documento: tesis (1).docx (D77948888)</p> <p>Unidad: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</p> <p>Recibido: jdonato.ueb@analysis.orkund.com</p> <p>Presentado por: ppschala@ueb.edu.ec</p>
---	---	---

DEDICATORIA

A Dios por darme sabiduría y fortaleza en medio de las dificultades, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio.

A mis padres por inculcarme el gusto por la lectura y el amor al estudio.

A David por acompañarme en este proceso, apoyándome siempre en cada decisión que tomo, por haber dedicado tiempo y esfuerzo motivándome, sin dudar ni un solo momento de mi capacidad.

La vida es el examen más difícil... La mayoría fracasa por intentar copiar a los demás, sin darse cuenta que todos tenemos un examen diferente, que cada **NO** que recibas se convierta en un impulso para continuar. El esfuerzo, sacrificio y constancia te llevará a cumplir tus metas.

“A la cima no se llega superando a los demás, sino superándose a sí mismo.”

Tamy...

DEDICATORIA

A mi adorada madre María Nono que desde el cielo derrama sus bendiciones, por todo su esfuerzo, consejos, en mi mente y corazón está la imagen de la madre cariñosa, abnegada, trabajadora, dulce que nunca permitió que me falte su buen ejemplo y amor desinteresado, si en esta vida he conseguido y he llegado a ser una persona de bien es POR Y PARA USTED, gracias por hacer de mí un hombre con valores y sentir el orgullo de que usted fue quien me dio la vida mamita. LA AMO MUCHO MADRE MÍA.

A mi padre Manuel Mullo por sus consejos, valores, por ser ejemplo de lucha y éxito en la vida, por apoyarme y creer siempre en mí.

A mi amada novia Leydy por su amor y apoyo incondicional, por nunca dejarme vencer, por no abandonarme a pesar de todo, por mostrarme lo bello de amar, por ser la persona que amo con todas mis fuerzas y por estar junto a mí en cada etapa de la vida que hemos recorrido juntos.

A mis hermanas Yadira y Camila por siempre estar al pendiente de mí, por apoyarme en los momentos más difíciles de mi vida y nunca dudaron que lograría este soñado triunfo.

Wilson...

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal de Bolívar y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente y sus docentes, porque todos han aportado a nuestra formación como profesionales.

Al Director Ing. Washington Donato Ortiz, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia y motivación ha logrado guiarnos en cada paso de este Proyecto de Investigación.

Al Ing. Kléber Espinoza Mora, Área de Biometría; que con su conocimiento científico contribuyó para culminar este trabajo.

A la Dra. Araceli Lucio Quintana, Área de Redacción Técnica por su valiosa guía y asesoramiento.

Agradecimiento especial a la Dra. Ruth Medina, Ing. Sonia Fierro, Dr. Fernando Veloz, Ing. José Sánchez, Ing. Carlos Monar, Ing. Marcelo Rojas, quienes siempre me ayudaron, apoyaron y creyeron en mí.

A mi compañero de trabajo por demostrar ser un buen amigo y a su novia Leydy por su ayuda.

A ustedes, gracias...

Tamy...

AGRADECIMIENTO

A la a la Universidad Estatal de Bolívar, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente.

Al Ing. Washington Donato Ortiz, Director del Proyecto, por su gran contribución técnica científica y tiempo brindado para culminar exitosamente esta investigación.

Al Ing. Ing. Kléber Espinoza Mora, Biometrista, quien apoyó con su conocimiento y tiempo para culminar este proyecto.

A la Dra. Araceli Lucio Quintana, Área de Redacción técnica, por los conocimientos brindados a lo largo de la elaboración del trabajo de investigación.

Wilson...

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.	
I	INTRODUCCIÓN	1
II	PROBLEMA	3
III.	MARCO TEÓRICO	5
3.1.	Origen	5
3.2.	Taxonomía	5
3.2.1.	Clasificación taxonómica	6
3.3.	Descripción morfológica de la planta	6
3.3.1.	Sistema radicular	6
3.3.2.	Tallo	7
3.3.3.	Hojas	7
3.3.4.	Inflorescencias - flores	8
3.3.5.	Fruto	8
3.4.	Condiciones edafoclimáticas	9
3.4.1.	Altitud	9
3.4.2.	Suelo	9
3.4.3.	Humedad relativa	9
3.4.4.	Precipitación	10
3.4.5.	Viento	10
3.4.6.	Luminosidad	10
3.4.7.	Temperatura	11
3.5.	Prácticas agronómicas	11
3.5.1.	Preparación del suelo	11
3.5.2.	Densidad de plantación	12
3.5.3.	Trazado y balizado del terreno	12
3.5.4.	Control de malezas	12
3.5.5.	Fertilización	13
3.6.	Recursos genéticos del cacao	13
3.7.	Mejoramiento genético	13
3.8.	Clones de cacao	15
3.8.1.	Cacao Nacional	15
3.8.2.	Cacao CCN-51	16
3.9.	Plagas	16
3.9.1.	Hormigas arrieras (<i>Atta cephalotes</i>)	17
3.9.2.	Trips (<i>Selenothrips rubrocinctus</i>)	17
3.9.3.	Barrenador del tallo (<i>Cerambycidae</i> sp.)	17
3.10.	Enfermedades	17
3.10.1.	Antracnosis (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>)	17
3.10.2.	Escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>)	18
3.11.	Poliacrilato de potasio (Luvia sólida)	18
3.11.1.	¿Cómo funcionan los polímeros absorbentes?	19
		X

3.11.2.	Beneficios de la lluvia sólida	20
IV.	MARCO METODOLÓGICO	22
4.1.	Materiales	22
4.1.1.	Localización de la investigación	22
4.1.2.	Zona de vida	22
4.1.3.	Material experimental	23
4.1.4.	Materiales de campo	23
4.1.5.	Materiales de oficina	23
4.2.	Métodos	23
4.2.1.	Factores en estudio	23
4.2.1.1.	Factor A: Clones de cacao	23
4.2.1.2.	Factor B: Dosis de Lluvia sólida	23
4.2.2.	Tratamientos	24
4.2.3.	Tipo de diseño	24
4.2.3.1.	Procedimiento	24
4.2.4.	Tipos de análisis	25
4.3.	Métodos de evaluación y datos tomados	25
4.3.1.	Altura de planta (AP)	25
4.3.2.	Días a la brotación de ramas (DBR)	26
4.3.3.	Diámetro del tallo (DT)	26
4.3.4.	Ramas por planta (RP)	26
4.3.5.	Número de brotes (NB)	26
4.3.6.	Número de hojas (NH)	26
4.3.7.	Diámetro de corona foliar (DCF)	26
4.3.8.	Índice de vigor (IV)	27
4.3.9.	Incidencia enfermedades (IE)	27
4.3.10.	Porcentaje de sobrevivencia (PS)	27
4.4.	Manejo del experimento	28
4.4.1.	Análisis físico y químico del suelo	28
4.4.2.	Tumba y troceo	28
4.4.3.	Amontonamiento del material después de la tumba	28
4.4.4.	Distribución de unidades experimentales	28
4.4.5.	Hoyado	29
4.4.6.	Dosificación e hidratación de poliacrilato de potasio	29
4.4.7.	Trasplante	29
4.4.8.	Control de malezas	30
4.4.9.	Fertilización	30
4.4.10.	Control de plagas	30
4.4.11.	Riego	30
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
5.1.	Prueba de Tukey en el Factor A: Clones de cacao	32
5.2.	Prueba de Tukey en el Factor B: Dosis de lluvia sólida	42

5.3.	Interacción de factores A x B	54
5.4.	Contrastes ortogonales	61
5.5.	Coefficiente de variación (CV)	63
5.6	Análisis de correlación y regresión lineal	63
5.6.1.	Coefficiente de correlación “r”	64
5.6.2.	Coefficiente de regresión “b”	64
5.6.3.	Coefficiente de determinación (R^2 %)	64
5.7.	Costos económicos de las diferentes dosis de lluvia sólida	64
VI.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	67
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
7.1.	Conclusiones	68
7.2.	Recomendaciones	69
	Bibliografía	70
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	CONTENIDO	PÁG.
1	Características de los clones de cacao: INIAP Aroma Pichilingue EETP-800, INIAP Fino Pichilingue ETPP-801.....	15
2	Características del clon de cacao: CCN-51.	16
3	Ficha técnica de lluvia sólida.....	20
4	Situación geográfica y climática.....	22
5	Combinación de los factores A x B: 3 x 3 = 9.....	24
6	ADEVA.....	25
7	Resultados de la prueba de Tukey al 5 % en el Factor A: Clones de cacao: A1: Aroma Pichilingue EETP-800, A2: Fino Pichilingue EETP-801 y A3: CCN 51; en relación a las variables: Altura de planta (AP) (30, 90 y 180 días), Días a la brotación de ramas (DBR), Diámetro del tallo (DT) (30, 90 y 180 días), Ramas por planta (RP) (60 y 180 días), Número de brotes (NB) (60 y 180 días), Número de hojas (NH) (90 y 180 días), Diámetro de corona foliar (DCF) (180 días) e Índice de vigor (IV) (180 días), (Caluma. 2018).....	32
8	Resultados de la prueba de Tukey al 5 % en el Factor B: Dosis de lluvia sólida: B1: 0 gramos por planta, B2: 36 gramos por planta, B3: 54 gramos por planta, para comparar los promedios de las variables: en relación a las variables: Altura de planta (AP) (30, 90 y 180 días), Días a la brotación de ramas (DBR), Diámetro del tallo (DT) (30, 90 y 180 días), Ramas por planta (RP) (60 y 180 días), Número de brotes (NB) (60 y 180 días), Número de hojas (NH) (90 y 180 días), Diámetro de corona foliar (DCF) (180 días) e Índice de vigor (IV) (180 días), (Caluma. 2018).....	41
9	Resultados para comparar los promedios de tratamientos A x B: Clones de cacao x Dosis de lluvia sólida: para comparar los promedios de las variables: Altura de planta (AP) (30, 90 y 180 días), Días a la brotación de ramas (DBR), Diámetro del tallo (DT) (30, 90 y 180 días), Ramas por planta (RP) (60 y 180 días), Número de brotes (NB) (60 y 180 días), Número de hojas (NH) (90 y 180 días), Diámetro de corona foliar (DCF) (180 días) e Índice de vigor (IV) (180 días), (Caluma. 2018).....	53
10	Contrastes ortogonales establecidos en base a las medias de A1: Aroma Pichilingue EETP-800 vs. A2: Fino Pichilingue EETP-801.....	61

11	Contrastes ortogonales establecidos en base a las medias de A1: Aroma Pichilingue EETP-800 vs. A3: CCN 51.....	62
12	Contrastes ortogonales establecidos en base a las medias de A2: Fino Pichilingue EETP-801 vs. A3: CCN 51.....	62
13	Resultado del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs), que tuvieron una estrechez significativa sobre el Índice de vigor (Variable dependiente Y) en el cultivo de cacao, (Caluma, 2018).....	63
14	Costos económicos de las diferentes dosis de lluvia sólida.....	65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO	CONTENIDO	PÁG.
1	Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Altura de planta a los 30 y 90 días.....	33
2	Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Altura de planta a los 180 días.	34
3	Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Días a la brotación de ramas.....	35
4	Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Diámetro de tallo a los 30, 90 y 180 días.	35
5	Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Ramas por planta a los 60 y 180 días.	36
6	Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Número de brotes a los 60 y 180 días.....	37
7	Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Número de hojas a los 90 días.....	38
8	Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Número de hojas a los 180 días.....	38
9	Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Diámetro de corona foliar a los 180 días	39
10	Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Índice de vigor a los 180 días.....	40
11	Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Altura de planta a los 30 y 90 días.....	42
12	Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Altura de planta a los 180 días.....	43
13	Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Días a la brotación de ramas.....	44
14	Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Diámetro de tallo a los 30 días.....	45
15	Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Diámetro de tallo a los 90 días.....	45

16	Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Diámetro de tallo a los 180 días.....	46
17	Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Ramas por planta a los 60 y 180 días.....	47
18	Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Número de brotes a los 60 y 180 días	48
19	Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Número de hojas a los 90 días.....	49
20	Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Número de hojas a los 180 días.....	49
21	Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Diámetro de corona foliar a los 180 días	50
22	Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Índice de vigor a los 180 días.....	51
23	Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Altura de planta a los 30, 90 y 180 días....	54
24	Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Días a la brotación de ramas.....	55
25	Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Diámetro de tallo a los 30, 90 y 180 días...	56
26	Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Ramas por planta a los 60 y 180 días.....	57
27	Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Número de brotes a los 60 y 180 días.....	58
28	Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Número de hojas a los 90 y 180 días.....	59
29	Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Diámetro de corona foliar a los 180 días.....	60
30	Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Índice de vigor a los 180 días.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO

- 1 Mapa de la ubicación del ensayo
- 2 Resultados del análisis físico y químico del suelo
- 3 Base de datos
- 4 Promedio de riegos registrados con las diferentes dosis de lluvia sólida
- 5 Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo (Caluma. 2018)
- 6 Glosario de términos técnicos

RESUMEN

La producción mundial de cacao supera los 4'000.000 de TM de granos. En Ecuador la producción de cacao, es un rubro de gran importancia, genera significativas fuentes de ingresos económicos. En el cantón Caluma existen 4770 hectáreas sembradas las mismas que aplicadas una mejora tecnológica estarán en capacidad de abastecer los mercados locales, nacionales y regionales. Lluvia sólida, es una tecnología cuyo componente principal es el polímero poliacrilato de potasio, el cual permite gelatinizar los líquidos y rehidratarlos repetidas veces durante su vida útil. Los objetivos de esta investigación fueron: Determinar la mejor dosis de lluvia sólida en el desarrollo de los clones de cacao. Establecer los costos económicos de las diferentes dosis de lluvia sólida. El presente ensayo se desarrolló en el sector Lomas de Pita, cantón Caluma, provincia Bolívar. Se utilizó 243 plantas de cacao: A1: 81 plantas de Aroma Pichilingue EETP-800, A2: 81 plantas de Fino Pichilingue EETP-801, A3: 81 plantas de CCN 51. Tres dosis de lluvia sólida: B1: 0 gramos por planta, B2: 36 gramos por planta, B3: 54 gramos por planta. En el análisis estadístico se evaluó: Prueba de Tukey al 5 % para el Factor A, Factor B y para las interacciones A x B, cuando la prueba de Fisher fue significativa. Contrastes ortogonales comparaciones: Aroma Pichilingue EETP-800 vs. Fino Pichilingue EETP-801; Aroma Pichilingue EETP-800 vs. CCN-51; Fino Pichilingue EETP-801 vs. CCN-51. Análisis de correlación y regresión lineal simple. En función de los resultados estadísticos inferimos que el desarrollo de los clones de cacao no es igual con las dosis de lluvia sólida, por tanto, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna. Se concluye: El desarrollo de los tres clones de cacao fue similar. El empleo de lluvia sólida permitió mantener niveles de humedad en el suelo que favoreció el buen desarrollo fenológico del cultivo. Para la zona agroecológica de Caluma y en la época de trasplante realizada (1 de julio), se evidenció un mayor vigor en B3: 54 gramos. Económicamente es rentable utilizar lluvia sólida en dosis de 54 gramos por planta como reservorio de agua, haciendo factible el trasplante de cacao en meses de estiaje, siendo \$ 11.61 más económico que sin aplicar lluvia sólida.

SUMMARY

World cocoa production exceeds 4,000,000 MT of grain. In Ecuador, cocoa production is a very important item, generating significant sources of economic income. In the canton Caluma there are 4770 hectares planted, which, if applied, will be able to supply local, national and regional markets. Solid rain is a technology whose main component is the polyacrylate potassium polymer, which allows gelatinizing the liquids and rehydrating them repeatedly during their useful life. The objectives of this research were: To determine the best dose of solid rain in the development of cocoa clones. Establish the economic costs of the different doses of solid rain. The present trial was developed in the Lomas de Pita sector, Caluma canton, Bolívar province. 243 cacao plants were used: A1: 81 plants of Pichilingue Aromatic EETP-800, A2: 81 plants of Pichilingue Fine EETP-801, A3: 81 plants of CCN 51. Three doses of solid rain: B1: 0 grams per plant, B2: 36 grams per plant, B3: 54 grams per plant. In the statistical analysis, the following were evaluated: Tukey test at 5% for Factor A, Factor B and for interactions A x B, when Fisher's test was significant. Contrasts orthogonal comparisons: Aroma Pichilingue EETP-800 vs. Fine Pichilingue EETP-801; Aroma Pichilingue EETP-800 vs. CCN-51; Fine Pichilingue EETP-801 vs. CCN-51. Correlation analysis and simple linear regression. Based on the statistical results we infer that the development of the cocoa clones is not the same with the doses of solid rain, therefore we reject the null hypothesis and accept the alternative hypothesis. It is concluded: The development of the three cocoa clones was similar. The use of solid rain allowed to maintain humidity levels in the soil that favored the good phenological development of the crop. For the Caluma agroecological zone and at the time of the transplant carried out (July 1), a greater vigor was evident in B3: 54 grams. It is economically profitable to use solid rain in doses of 54 grams per plant as a water reservoir, making it possible to transplant cocoa in dry months, being \$ 11.61 cheaper than without applying solid rain.

I. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de cacao (*Theobroma cacao L.*), supera los 4'000.000 de TM de granos, y cinco países: Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria y Camerún, concentran el 84 % de la producción. El continente africano es responsable del 73 % de la producción y del 64 % de la superficie sembrada de cacao. Los países de América contribuyen con el 17 % de la producción mundial y el 17 % del área sembrada de cacao; Asia y Oceanía aportan el 10 % de la producción y el 19 % de la superficie sembrada. En América: Brasil, Ecuador, República Dominicana, Perú, Colombia y México representan los mayores productores (Arvelo, M., Delgado, T. y Maroto, S. 2017).

En Ecuador la producción de cacao, es un rubro de gran importancia, genera significativas fuentes de ingresos económicos y brinda trabajo a miles de personas. Debido a la importancia de este cultivo, a partir del año 2013 el Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG viene trabajando en el fomento productivo del cacao Nacional, a través del Proyecto de Reactivación de Café y Cacao Nacional Fino de Aroma, cuyo objetivo principal es fomentar su productividad y producción (SIPA. Sistema de Información Pública Agropecuaria. 2014).

Las principales provincias productoras de cacao en Ecuador son: Los Ríos con 25.64 % y Guayas con 25.07 %; seguidas de Manabí con 16.08 %, Esmeraldas con 9.86 %, Santo Domingo de los Colorados con 5.19 % y Bolívar con 2.75 % de la superficie productiva. La provincia Bolívar posee una alta potencialidad para la producción de cacao en las estribaciones de la parte baja, hacia el litoral, estimándose una superficie sembrada de 9710 has, con una producción de 5666 TM, y un rendimiento de 0.58 TM/ha (SIPA. 2017).

En el cantón Caluma existen 4770 hectáreas sembradas las mismas que aplicadas una mejora tecnológica estarán en capacidad de abastecer los mercados locales

nacionales y regionales (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Caluma. 2017).

Ecuador es el primer productor de cacao fino de aroma del mundo, conocido también como cacao Nacional; en el país también se cultiva el clon CCN-51, material de alto rendimiento y buen contenido de grasas, pero de sabor y aroma inferior al cacao Nacional (INIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2009).

El uso racional y eficiente del agua en riego de cultivos es un factor que cada día toma mayor importancia. En este sentido emplear polímeros que permitan aprovechar mejor el agua de lluvia o riego y, paralelamente, disminuir las pérdidas por filtración, contribuye a mejorar la eficiencia en el manejo del agua, minimizar los costos y proteger los ecosistemas (Rojas, B. *et al.*, 2004)

Lluvia sólida, Silos de agua o Agua sólida, es una tecnología que emplea agua en estado sólido, basada en una fórmula cuyo componente principal es el polímero poliacrilato de potasio, el cual permite gelatinizar los líquidos y rehidratarlos repetidas veces durante su vida útil, ciclo que se puede repetir de ocho a diez años (Bautista, A. 2014).

Los objetivos de esta investigación fueron:

- ✓ Determinar la mejor dosis de lluvia sólida en el desarrollo de los clones de cacao.
- ✓ Establecer los costos económicos de las diferentes dosis de lluvia sólida.

II. PROBLEMA

La producción y exportación de cacao Nacional representa un importante rubro de ingresos para el país; sin embargo, la baja productividad limita la posibilidad de aumentar dicho ingreso para beneficio de los actores de la cadena productiva. El bajo rendimiento de las huertas tradicionales, se ve afectado por la edad avanzada de las plantaciones, asociado con condiciones climáticas adversas, presencia de enfermedades y baja población entomológica; bajo nivel de adopción por los agricultores de la tecnología mejorada disponible.

El proceso de renovación gradual de huertas deterioradas requiere de la disponibilidad de clones de cacao Nacional con mejor desempeño productivo, así se asegura la rentabilidad y disminuye la incertidumbre de las decisiones adicionales de inversión en tecnología que realice el productor.

La carencia de indicadores técnicos y económicos que reflejen las respuestas favorables de las huertas rehabilitadas, debilitan los argumentos para convencer a los productores sobre la bondad de las prácticas de rehabilitación de las huertas con clones mejorados. El reforzamiento de estos argumentos mediante la disponibilidad de una sólida información local obtenida a partir de una parcela demostrativa, reforzará los esfuerzos de transferencia, apoyados por la demostración visual de los efectos de la rehabilitación en las huertas y los beneficios obtenidos.

Uno de los principales retos de la agricultura en general y de la cacaocultura en particular consiste en aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a los riesgos múltiples relacionados con el cambio climático y el ambiente. La aplicación eficiente del riego requiere que se use la cantidad óptima de agua y que, además, ésta esté disponible cuando sea requerida por la planta. Lluvia sólida

es una opción de alta tecnología y amigable con el ambiente su composición química lo hace un producto biodegradable, esto es que al término de su vida útil no produce ningún daño al medio ambiente. La mayor parte del agua que se utiliza en el riego se filtra al subsuelo; lluvia sólida es un almacenador de agua, la retiene durante períodos considerables, y, cuando ésta se agota, vuelve a recargarse con un mínimo riego, muy bien puede constituirse en una alternativa tecnológica que ayude al pequeño agricultor cuando la disponibilidad de agua no sea oportuna y afecte los cultivos. Entre los beneficios de mayor relevancia de la lluvia sólida, está disminuir la sobreexplotación de mantos acuíferos y recursos hídricos, permitiendo así la resiliencia ecológica en el ecosistema.

La presente investigación se inició con el propósito de producir la base científica e informativa para seleccionar la mejor dosis de lluvia sólida trasplantando los clones de cacao sin tener que esperar la temporada de lluvias, reduciendo el consumo excesivo de agua lo cual repercute en menos gasto; contar con clones que a futuro no solo despunten en la producción como el reconocido CCN-51 sino que presenten mejores perfiles sensoriales (diferentes sabores), como paso previo para el establecimiento de jardines de multiplicación clonal, siendo esto una pauta para motivar al agricultor, beneficiando a la comunidad, poniendo a disponibilidad una nueva alternativa de producción agrícola, para mejorar la productividad de los sistemas de producción locales.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Origen

Tradicionalmente se ha sostenido 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 2000 años antes de Cristo. No obstante, estudios recientes demuestran que por lo menos una variedad de cacao tiene su punto de origen en la Alta Amazonía y que ha sido utilizada en la región por más de 5000 años. La cultura del cacao en Ecuador es antigua, se sabe que a la llegada de los españoles en la costa del Pacífico, ya se observaban grandes árboles de cacao que demostraban el conocimiento y la utilización de esta especie en la región costera, antes de la llegada de los europeos (ANECACAO. Asociación Nacional de Exportadores de Cacao e Industrializados del Ecuador. 2015).

En la segunda mitad del siglo XVI, este rentable negocio atrajo el interés de empresarios guayaquileños y, en 1600, ya se tenían las primeras cosechas, siempre a orillas de los afluentes río arriba de Guayaquil, por lo que es conocido en el mundo como Cacao de Arriba. Existen registros de que Ecuador produce cacao desde 1780, pero en 1911 fue cuando llegó a ser uno de los mayores exportadores (Guerrero, G. 2013).

3.2. Taxonomía

Linneo, en el año 1737, clasificó el cacao (*Theobroma cacao*). Luego, Benthán y Hooker, en 1862, dieron una clasificación definitiva como especie de la familia Sterculiaceae, la cual actualmente pertenece al orden de las Malvales. Las diferentes especies del género *Theobroma* han tenido varias clasificaciones

botánicas derivadas de las dificultades encontradas con el abundante polimorfismo y tipos intermedios como resultado del cruzamiento dirigido entre formas definidas, buscando fijar tipos de mayor aprovechamiento económico (Batista, L. 2009).

3.2.1. Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
Filo:	Tracheophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Género:	Theobroma (Hassler, M. 2018).

3.3. Descripción morfológica de la planta

3.3.1. Sistema radicular

En plantas reproducidas por semillas el sistema radicular presenta una raíz principal denominada raíz pivotante o raíz primaria, a partir la cual se desarrollan la mayoría de las raíces secundarias a unos 15 a 20 cm de profundidad. Éstas se extienden en forma horizontal a 5 y 6 metros del tronco del árbol, con raíces laterales que se dividen repetidamente. Las raíces secundarias que se encuentran en la parte inferior de la raíz pivotante, tienen un crecimiento hacia abajo en dirección a la roca madre o hacia la capa freática. La forma y desarrollo de las raíces del cacao dependen principalmente de la textura, estructura y consistencia del suelo así como del modo de reproducción; en suelos profundos bien aireados su crecimiento puede alcanzar hasta 2 metros de profundidad; en suelos pedregosos su crecimiento es tortuoso; cuando el suelo es de una estructura granular uniforme y de textura arcillosa, la raíz crece erecta o derecha (Batista, L. 2009).

En el cacao clonal, que proviene de una ramilla, un acodo o un injerto, su sistema radicular no es pivotante sino de tipo fasciculado a excepción de aquellas plantas reproducidas por injertos donde el patrón mantiene su sistema radicular pivotante original (Quiroz, J. y Elizalde, M. 2014).

3.3.2. Tallo

El cacao es un árbol de tamaño mediano a bajo, aunque puede alcanzar alturas hasta de 20 m o más, cuando crece libremente bajo sombra intensa (Quiroz, J. y Elizalde, M. 2014).

Cuando la planta se origina a partir de semilla el tronco es ortotrópico, de crecimiento recto vertical hasta una altura de 0.80 a 1.50 metros en forma normal. Luego se abre dando origen a 3, 4 o 5 ramas, distribuidas al mismo nivel formando la mesa, molinillo o verticilo. El cacao clonal, presenta el tronco o tallo principal plagiotrópico de crecimiento horizontal o lateral, en las plantas producidas por injerto a partir de una yema injertada en un patrón. Igualmente, cuando la planta es producida a través de estacas o ramillas enraizadas (García, J. 2014).

Los brotes verticales, llamados “chupones” nacen tanto en las plantas propagadas por estacas como por semilla (León, J. 2000).

3.3.3. Hojas

Exhiben pigmentaciones diferentes, las hojas adultas son completamente verdes, de lámina simple, entera, de forma que va desde lanceolada a casi ovalada, margen entero, nervadura pinnada, y ambas superficies glabras. El nervio central es prominente y el ápice de la hoja es agudo. Las hojas están unidas al tronco o a las ramas por medio de los pecíolos, siendo los del tronco más largos que los de las ramas. Las hojas tienen, tanto en la base como en la parte superior, una

estructura abultada constituida por un tejido parenquimatoso, cargado de gránulos de almidón, denominada pulvino que, a consecuencia de estímulos de los rayos de luz solar, orientan las hojas mediante movimientos de rotación, buscando posición en relación con sus necesidades de luz. El tamaño de las hojas es variable; lo cual depende de caracteres genéticos y de su posición en el árbol, las hojas de la periferia que están muy expuestas a la luz solar son más pequeñas que las que están ubicadas en el interior del árbol (Batista, L. 2009).

3.3.4. Inflorescencias - flores

Los cojines o pulvínulos florales aparecen en el tronco sin hojas (caulifloria), de yemas latentes, dando origen a las inflorescencias, siguen la filotaxia foliar, pueden formar de 40 a 60 flores; solo del 1.5 a 6 % desarrollan fruto (Murillo, D., Welva, G. y García, Z. 2011).

La flor tiene un pedicelo largo y fino de 1 a 1.5 cm de longitud; normalmente 5 sépalos agudos y rosados, de 6 a 8 mm de largo, pubescentes, que en flor abierta se expanden formando ángulo recto con el pecíolo. La corola consiste de 5 pétalos blancos, de 6 a 8 mm de largo, formados por una base cóncava en forma de concha y por una lígula triangular, muy delgada en la base, ancha y cóncava hacia el ápice. El centro de la flor lo ocupa el tubo estaminal, compuesto por 5 estambres fértiles, cortos y doblados hacia afuera, cada uno encerrado en la concha de un pétalo, y de cinco estaminodios internos, agudos y largos, de posición erecta. Los estambres fértiles tienen 2 anteras con 2 sacos polínicos cada una. El ovario es un cuerpo ovoide, súpero, con 5 celdas y placentación central, con 30 a 50 óvulos. El estilo cilíndrico y blanco, de 2 a 3 mm de largo, se abre arriba en 5 ramas estigmáticas (León, J. 2000).

3.3.5. Fruto

El fruto de cacao es una drupa normalmente conocido como mazorca, tanto el tamaño como la forma de los frutos varían ampliamente dependiendo de sus características genéticas, el medio ambiente donde crece y se desarrolla el árbol,

así como el manejo en la plantación. Las mazorcas por sus formas están clasificadas como: Amelonado, Calabacillo, Angoleta y Cundeamor, variando según el tipo o la especie. El color también varía con muchas tonalidades, pero existen dos colores básicos, el verde y el color rojo. El color verde es específico del cacao Forastero, mientras que los colores rojo y verde están presentes en el Criollo y Trinitario. Las superficies de las mazorcas se presentan desde lisas hasta fuertemente rugosas, con surcos superficiales o profundos y lomos individuales o pareados. (Batista, L. 2009)

La semilla o almendra de cacao tiene forma de haba puede variar desde triangular, ovoide, alargada o redondeada; están cubiertas de una pulpa mucilaginosa de color blanco de sabor agridulce, cuyos cotiledones pueden ser de color blanco o violetas con una longitud de 2 a 3 cm. El peso varía de 2 a 3.7 g según su genética. La longitud de las semillas varía de 20 a 30 mm y de ancho entre 10 a 17 mm (INTA. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. 2010)

3.4. Condiciones edafoclimáticas

3.4.1. Altitud

Se cultiva desde el nivel del mar hasta alturas considerables, siendo el rango óptimo de 250 a 900 msnm; el cacao puede crecer y producir en zonas de altitudes hasta los 1200 msnm; por encima de ello, puede haber problemas al momento de la floración debido a que es susceptible a la caída de flores y frutos pequeños por diferencial térmico entre el día y la noche, sobre todo en época de frío (Cueva, C. 2017).

3.4.2. Suelo

Requiere suelos bien estructurados con porosidad de 10 a 66 %, con buena retención de humedad. De textura franca, franco-arcillosa, franco-arenosa: 30 a 40 % de arcilla, 50 % de arena y 10 a 20 % de limo. Un buen drenaje es esencial y

deseable. Los suelos deben de tener un pH de 6 a 7 y un contenido de materia orgánica mayor a 3 % (López, P., Ramírez, M., Mendoza, A. 2011).

3.4.3. Humedad relativa

La humedad relativa del aire es de gran importancia en el cacao, pues cuando está por encima del 80 % facilita el desarrollo de enfermedades producidas por hongos. El promedio es de es de 70 a 80 % (Batista, L. 2009).

3.4.4. Precipitación

El cacao para satisfacer sus necesidades hídricas requiere anualmente entre 1500 y 2500 mm en zonas bajas y cálidas, y entre 1200 a 1500 mm en zonas frescas, bien distribuidos y con un mínimo de 100 mm por mes (Motato, N. y Cedeño, J. 2010).

En lugares donde la lluvia tiene un promedio anual superior a 4000 mm, la explotación del cultivo sólo podría ser rentable en suelos muy bien drenados o en suelos de topografía inclinada, donde no es posible la acumulación de agua. En la mayoría de las regiones productoras de cacao, la cantidad de lluvia caída es superior a la evapotranspiración, por tanto el agua debe ser eliminada por otros medios, pues el árbol del cacao es muy sensible a los excesos y carencia de agua. La distribución mensual de la lluvia con adecuada frecuencia es muy importante ya que evita déficit, y excesos que perjudican la planta (Batista, L. 2009).

3.4.5. Viento

El cacao es una planta muy sensible al viento, a medida que la velocidad del viento se incrementa por ejemplo, más allá de 5m/segundo, aumenta la transpiración y probabilidad de daño directo a las hojas. La duración e intensidad del viento puede variar de un lugar a otro y el principal efecto de los vientos fuertes es que causan la defoliación del cacao (AGROCALIDAD. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento y Calidad del Agro. 2012).

3.4.6. Luminosidad

La iluminación influye en la capacidad de la planta para producir energía, la respiración de las hojas y el crecimiento de tallos, hojas, raíces y cojines florales. La cantidad de luz del sol está relacionada con la necesidad de nutrientes y con la fertilidad del suelo. Un cacaotal con mucha sombra no forma flores y por tanto, no forma mazorcas, por exceso de sombra la planta no tiene suficiente luz en las hojas, no crece y por tanto no produce (Echeverri, J. 2013).

3.4.7. Temperatura

La temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. El efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y en grado en la intensidad de floración (menor intensidad). Así mismo, controla la actividad de las raíces y de los brotes de la planta (Paredes, M. 2003).

La temperatura media anual para el cultivo del cacao se ubica en 25 °C con un rango de temperaturas media mensual entre 24 °C y 26 °C, que es considerado óptimo para la producción. Zonas con temperaturas medias mensuales superiores a 31 °C e inferiores a 20 °C no se consideran aptas para la producción comercial del cacao (Arvelo, M., Delgado, T. y Maroto, S. 2017).

La temperatura del suelo es, asimismo, un factor decisivo del desarrollo radicular, temperaturas inferiores a 10 °C y superiores a 30 °C lo reducen marcadamente y valores térmicos alejados de dichos límites llegan a anularlo (Agustí, M. 2010).

3.5. Prácticas agronómicas

3.5.1. Preparación del suelo

Se prohíbe eliminar bosque primario o secundario para establecer cacao, salvo el consentimiento de las autoridades competentes del Ecuador, Ministerio del Ambiente (AGROCALIDAD. 2012).

El suelo debe ser preparado con varios meses de anticipación al trasplante, preferiblemente en la época de menos precipitación, comprendiendo las siguientes labores: Tumba y pica de la vegetación existente; repicado de los árboles; trazado del terreno y construcción de zanjas para drenaje, de ser necesario (Quiroz, J. y Mestanza, S. 2012).

3.5.2. Densidad de plantación

Para el cacao que se reproduce de forma clonal es conveniente tomar en cuenta condiciones medioambientales y sobre todo la altitud. La distancia de siembra recomendada para zonas con mayor luminosidad es de 4 x 3 (833 plantas por hectárea) y a 3 x 3 (1111 plantas por hectárea); para zonas con menor luminosidad se recomienda a 4 x 4 (625 plantas por hectárea) (INIAP. 2014).

3.5.3. Trazado y balizado del terreno

Trazar un terreno es determinar la distribución espacial y fijar los lugares donde se sembrará el cacao permanentemente. Para efectuar el trazado, balizado y posterior trasplante se debe considerar la topografía del terreno y la densidad poblacional en función del tipo de planta que se sembrará (cacao clonal, sea ramilla o injerto, y/o plantas provenientes de semillas). En un terreno plano o ligeramente inclinado cabe un trazado en “marco real” conocido como “en cuadro”; mientras que en terrenos con pendientes pronunciados se recomienda el trazado en curvas de nivel, el cual consiste en sembrar las plantas siguiendo las líneas de nivel perpendiculares a la pendiente y en curva de nivel (Quiroz, J. y Mestanza, S. 2012).

3.5.4. Control de malezas

Las malezas compiten con el cacao por nutrientes, anhídrido carbónico, agua y luz, son hospederas de plagas y enfermedades, especialmente, de áfidos que son transmisores de enfermedades. El daño es muy importante en la etapa de establecimiento y la fase juvenil del cacaotal. La limpieza manual es la más recomendable; las labores profundas no son adecuadas, pues pueden dañar el sistema radicular. Otra forma de limpieza es mediante la aplicación química, con este método se debe tener mucha precaución, en especial, con las plantas que salen del vivero, pues son muy susceptibles al daño de los herbicidas, cuando se realicen aplicaciones de herbicidas es importante que no entren en contacto con la planta (Arvelo, M., Delgado, T. y Maroto, S. 2017).

3.5.5. Fertilización

La tierra del hoyo se mezcla con 120 g de 18-46-0 o de un abono completo con alto contenido de fósforo; si hay disponibilidad de algún abono orgánico bien descompuesto, se incluye en la mezcla en la proporción de 3 a 4 kg por sitio de siembra. Transcurridos los 2 primeros meses del trasplante, se aplican 135 g de urea, fraccionadas en dos aplicaciones mientras haya humedad en el suelo y distribuidos en la corona a 15 cm del pie de cada planta (INIAP. 2014).

3.6. Recursos genéticos del cacao

La diversidad genética del cacao comprende el conjunto de poblaciones silvestres, nativo e introducido, con distinto origen genético y grado evolutivo, que ocupan nichos ecológicos específicos y que, teniendo caracteres semejantes y distintivos, se muestran variables o diferentes (García, C. 2007).

Los recursos genéticos vegetales, según el Instituto Internacional para los Recursos Fitogenéticos, representan la materia viviente que puede propagarse sexual o asexualmente; con un valor potencial para la alimentación, agricultura o forestería y pueden ser variedades primitivas (razas locales), variedades obsoletas, variedades modernas; poblaciones en proceso de mejora genética, poblaciones

silvestres y especies relacionadas al género Theobroma” (M&O Consulting S.A.C. 2008).

3.7. Mejoramiento genético

Con la ampliación de las áreas sembradas en Latinoamérica, se presentaron y dispersaron las enfermedades, lo que provocó un profundo efecto en el establecimiento de programas de mejoramiento por resistencia como otro objetivo, especialmente en Ecuador por Escoba de bruja. Lo que resultó en algunos beneficios, especialmente respecto a la conciencia en la importancia del germoplasma de las especies y los avances considerables respecto a los materiales disponibles (Rondón, J. 2000)

La selección clonal consiste en propagar vegetativamente, individuos superiores seleccionados a partir de descendencias híbridas. Este método permite aumentar los rendimientos y la homogeneidad de las plantaciones, sin embargo, presenta algunas limitantes, dependiendo de la técnica de propagación usada (injertos, estacas). El ciclo de selección toma algunos años, incluye la selección de diferentes individuos dentro de una colección con características deseables entre las que se enlistan: productividad, resistencia a plagas, enfermedades y calidad (Quiroz, J. 2002).

El uso de variedades mejoradas de cacao, en combinación con prácticas agrícolas apropiadas, permite entre otras cosas incrementar la producción y combatir las enfermedades en forma eficaz, duradera, económica y amigable con el ambiente. Entre las características que debe de tener un buen material genético para su finca (súper árbol) están: Producir más de 50 mazorcas por árbol al año; adaptarse a las condiciones del lugar; producir semillas de más de 1 gramo (fermentado y seco); la cantidad de mazorcas para producir 1 kg de cacao fermentado y seco, debe ser menor a 25; producir más de 1.5 kg de cacao seco/árbol/año; demostrar tolerancia a plagas y enfermedades del lugar; no tener dificultad para polinizarse consigo misma, o demás clones de su finca (Hidalgo, N. 2015).

INIAP realizó la liberación de una primera generación de clones de cacao en la década de los 70's, los cuales para ese entonces se destacaban por su nivel de rendimiento de 1.2 TM ha. Posteriormente, en el año 2009 se liberaron cuatro nuevos clones de cacao con niveles de rendimiento superior. El material genético de cacao Nacional generado en la Estación Experimental Tropical Pichilingue durante la última década ha constituido la base para el desarrollo y crecimiento de nuevas áreas que son manejadas masivamente y con la visión de alta productividad.

Durante el mes de octubre del 2016, el INIAP realizó la liberación de 2 nuevos materiales de cacao: Aroma Pichilingue EETP-800 y Fino Pichilingue EETP-801, los cuales en su conjunto superan las 2 TM/ha/año en condiciones de secano, conservando las características de calidad sensorial (INIAP. 2017).

3.8. Clones de cacao

3.8.1. Cacao Nacional

El cacao fino y de aroma tiene características distintivas de aroma y sabor buscadas por los fabricantes de chocolate. Ecuador, por sus condiciones geográficas y su riqueza en recursos biológicos, es el productor por excelencia de Cacao Arriba fino y de aroma (63 % de la producción mundial) proveniente de la variedad Nacional cuyo sabor ha sido reconocido durante siglos en el mercado internacional. Este tipo de grano es utilizado en todos los chocolates refinados. Sin embargo, los que muchos no saben que el chocolate fino se distingue por su pureza, específicamente, el sabor y fragancia que el cacao tiene. Ecuador se posiciona como el país más competitivo de América Latina en este campo, seguido de lejos por Venezuela, Panamá y México (ANECACAO. 2015).

Tabla 1. Características de clones de cacao: INIAP EETP-800 e INIAP EETP-801.

Descriptor	INIAP	INIAP
-------------------	--------------	--------------

	Aroma Pichilingue EETP-800	Fino Pichilingue EETP-801
Forma del fruto:	Elíptica	Oblonga
Largo del fruto (cm):	19.17	21.8
Ancho del fruto (cm):	8.86	10.1
Color del fruto:	Amarillo	Amarillo
Hábito de crecimiento:	Copa semi-erecta	Copa semi-erecta
Semilla por fruto:	40-42	45
Largo de la semilla (cm):	2.43	2.68
Ancho de la semilla (cm):	1.38	1.26
Índice de mazorca:	18	18
Índice de semilla:	1.4	1.4
Floración:	Primer y tercer trimestre del año	Primer y tercer trimestre del año
Rendimiento kg/ha/año:	2000	2000
Escoba de bruja:	Tolerante	Tolerante
Moniliasis:	Tolerante	Tolerante
Mal de machete:	Tolerante	Tolerante

Fuente: INIAP. 2017.

3.8.2. Cacao CCN-51

En 1960 Homero Castro logra en Naranjal seleccionar varios híbridos con las características deseadas, procediendo luego a clonar algunos de ellos a los que los denominó con las siglas CCN-51, cuyo significado es “Colección Castro Naranjal”. Los diferentes clones CCN fueron obtenidos del híbrido entre los clones ICS-95 x IMC-67 (Imperial College Selection e Iquitos Mixed Cabacillo), habiendo procedido luego al realizar un segundo cruce entre dicho híbrido con un cacao encontrado por él en el Oriente ecuatoriano y denominado “Canelos” (Carrión, S. 2012).

Tabla 2. Características del clon de cacao: CCN-51.

Descriptor	CCN-51
Forma del fruto:	Elíptica
Tamaño del fruto:	Grande
Color del fruto:	Rojo
Semillas por fruto:	44

Peso seco de semilla (g):	1.4
Índice de mazorca:	6
Rendimiento kg/ha/año:	2760
Escoba de bruja:	Moderadamente resistente
Moniliasis:	Moderadamente susceptible

Fuente: García, L. 2012.

3.9. Plagas

La mayoría de las plagas que afectan el cacao usualmente no constituyen problemas económicos en el cultivo. Generalmente el mayor daño que causan los insectos y ácaros en el cultivo del cacao es cuando atacan, plantas en viveros o recién sembradas en campo. Plagas que normalmente causan daños insignificantes en plantaciones adultas o que han sido establecidas por varios años, muchas veces causan daños económicamente importantes durante los primeros meses de las plantaciones (Johnson, M., Bonilla, J. y Agüero, L. 2008).

3.9.1. Hormigas arrieras (*Atta cephalotes*)

Son insectos de color pardo-rojizo, cabeza grande y mandíbulas fuertes. Estas hormigas son muy activas en la noche y pueden defoliar severamente a la planta en corto tiempo. Se caracterizan por hacer cortes semicirculares desde los bordes hacia la nervadura central de las hojas. Los fragmentos de hojas son transportados a sus nidos y una vez acondicionados en las cámaras sirven para el desarrollo del hongo (*Rozites gongylophora*), del cual se alimentan. Las hormigas arrieras construyen montículos de tierra alrededor de los orificios de entrada y salida de sus nidos (INIAP. 2014)

3.9.2. Trips (*Selenothrips rubrocinctus*)

Causan daños en las hojas debido a numerosas picadas causando manchas necróticas en ellas, ataca el envés de las hojas tiernas y causa enroscamiento de la hoja muy parecido al del áfido (Johnson, M., Bonilla, J. y Agüero, L. 2008).

3.9.3. Barrenador del tallo (*Cerambycidae* sp.)

El ataque de la mayoría de estos insectos es un ataque secundario. Algunas especies logran matar plantas jóvenes menores de un año de edad. La hembra raspa la corteza tierna en la parte terminal del tallo y pone sus huevos. Al desarrollarse las larvas, penetran en el tallo y se alimentan internamente, formando pequeñas galerías. Alcanzan su estado de pupas después de varios meses, provocando la muerte de las plantas y ramas afectadas (Mendoza, C. 2013).

3.10. Enfermedades

3.10.1. Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*)

La enfermedad incide en el desarrollo y la producción de las plantas al atacar los brotes tiernos, hojas y tallos más expuestos al sol. La antracnosis causa lesiones secas con borde amarillo que normalmente avanzan del borde hacia adentro de las hojas hasta dañarlas completamente, tras lo cual, las hojas se caen, mientras dejan las ramas desnudas y estimulan la emisión de nuevas ramas que también son infectadas, da la apariencia de pequeñas escobas (Phillips, W. 2009).

3.10.2. Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

Afecta a todos los órganos de crecimiento activo, principalmente los brotes tiernos y frutos, en los cuales produce hipertrofias y crecimientos anormales. Los brotes crecen deformados e hinchados, por lo que se llama “Escoba verde”, después de seis a siete semanas se empiezan a secar llamándose “Escoba seca” (Mendoza, C. 2013).

La severidad del daño causado varía en base a las condiciones climáticas, presión del inóculo, tipo de cacao y forma en que se maneja la plantación (Johnson, M., Bonilla, J. y Agüero, L. 2008).

Las plántulas recién trasplantadas son susceptibles de la infección por Escoba bruja, presentando tejidos tiernos muy vulnerables al ataque, la infección deja de constituir una amenaza cuando los brotes foliares han crecido y madurado, ya que en esta condición no son colonizados por el hongo que desencadena la enfermedad (Amores, F., Garzón, I. y Suárez, C. 2010).

3.11. Lluvia sólida (Poliacrilato de potasio)

Lluvia sólida es un proyecto tecnológico, cuyo componente principal es el polímero poliacrilato de potasio, el cual permite gelatinizar los líquidos y rehidratarlos repetidas veces durante su vida útil, ciclo que se puede repetir de ocho a diez años. Tiene una consistencia similar a partículas de polvo y a los que su creador el Ing. Jesús Rico Velasco ha denominado silos de agua, tienen una estructura molecular que les permite absorber y retener hasta 200 veces su peso líquido y formar una pequeña estructura de reserva de agua, volviéndose ‘agua sólida’ cuando se hidrata y crece gracias al efecto del agua (Bautista, A. 2014).

Los polímeros son macromoléculas cuyo elevado tamaño se ha conseguido por la unión de moléculas más pequeñas, llamadas monómeros. El polímero se consigue uniendo estas pequeñas moléculas una a continuación de otra, a modo de eslabones de una cadena. El número de eslabones o unidades de monómero se denomina grado de polimerización y proceso por el que se realiza esta unión, polimerización (Espí, E. *et al.*, 2001).

3.11.1. ¿Cómo funcionan los polímeros absorbentes?

El mecanismo por el que algún polímero es capaz de absorber tanto volumen de soluciones acuosas no es solamente físico, sino que depende de su naturaleza química. Entre las fuerzas que contribuyen a su hinchamiento son la energía libre de mezcla y la respuesta elástica del entrecruzamiento, aunque también existen polímeros que presentan en su estructura unidades ionizables, es decir que presentan forma de iones. Así, cuando un polímero de estas características se introduce en un medio acuoso, las unidades iónicas se disocian y crean una

densidad de carga a lo largo de las cadenas y una elevada densidad de iones en el gel. Este carácter iónico produce unas nuevas fuerzas que condicionan el hinchamiento. Por un lado, la diferencia entre la concentración de iones entre el gel hinchado y la solución externa produce una presión osmótica, es decir la fuerza que debe aplicarse sobre una solución cuando se necesita frenar el flujo por medio de una membrana de características semipermeables, que sólo puede reducirse a través de la dilución de carga, es decir, por el hinchamiento del gel, y por otro, la densidad de carga neta entre las cadenas genera repulsiones electrostáticas que tienden a expandir el gel, lo que contribuye al hinchamiento (Cabildo, M. *et al.*, 2010).

Al mezclarse el polímero con el suelo se consigue, por un lado, aprovechar mejor el agua de lluvia o riego al perderse menor cantidad de agua por filtración, y por otro lado, también se consigue disminuir la evaporación de la misma. Estos dos factores son suficientes para mejorar la actividad biológica y aumentar la producción del suelo. Además, la utilización de polímeros también produce una mejora de la estructura del suelo y de la aireación del mismo (Estrada, A. 2006).

3.11.2. Beneficios de la lluvia sólida

- ✓ Posibilidad de iniciar la siembra sin esperar la temporada de lluvias, las plantas no sufren estrés hídrico por falta de lluvia durante su crecimiento.
- ✓ Se reducen los costos en los sistemas de riego.
- ✓ Se reduce el uso de fertilizantes.
- ✓ Puede ser usada para combatir incendios de pastizales y arbustos.
- ✓ Su composición química lo hace un producto biodegradable (Velasco, S. 2006).
- ✓ La mayor parte el agua líquida que se utiliza en el riego se filtra al subsuelo. La Lluvia sólida la retiene durante períodos considerables, y, cuando ésta se agota, vuelve a recargarse con un mínimo riego. Manteniendo uniformidad en la humedad de las raíces, permitiendo un mejor desarrollo de las raíces.
- ✓ Se aplica fácilmente, es fácil de transportar y almacenar.
- ✓ Actúa como reservorio de agua (Tenhonen, M. y Moffett, C. 2018).

Tabla 3. Ficha técnica de lluvia sólida.

Forma	- Granulado sólido
Medidas del grano	- Fino de 0 a 0.3 mm - Medio de 0.35 a 0.5 mm - Grueso de 1.7 a 2 mm - Muy Grueso de 3.2 a 4 mm
pH	- Neutro
Densidad	- 0.7 – 0.85 kg/dm ³
Solubilidad en agua	- Insoluble
Tiempo de adsorción	- De 5 a 45 min. Dependiendo de la medida del grano
Almacenamiento	- Indefinido
Composición	- Poliacrilamida 94.13 % - Humedad 5.87 % - Poliacrilato de potasio
Vida activa en tierra	- Hasta 10 años (las sales de agua la reducen)
Empaque	- Frascos de 500 g y costales de 25 kg

Fuente: Silos de Agua. 2012.

En México, la lluvia sólida ya fue probada el Municipio de Autlán, Jalisco, donde no sólo permitió reducir costos, sino incrementar la producción en maíz de 600 kilos a diez toneladas de maíz por hectárea. La tecnología puede almacenarse en costales de plástico y trasladarse de zonas donde llueve. En Hidalgo (México), con el uso de silos de agua la producción de maíz aumentó de mil 100 kilos a 3 mil y la producción de fréjol por hectárea logró acrecentarse de 450 kilos a 1.8 toneladas. En el ámbito internacional, Colombia ha ensayado en invernadero con rosas y claveles y el incremento de raíces fue de 300 por ciento, mientras que el follaje y las flores se multiplicaron en 100 por ciento, consumiendo sólo 25 por ciento de agua de lo que se emplea con el riego tradicional. En la India se ha empleado en siembra de maní, fréjol, maíz, algodón, papaya y palmeras de coco. Los resultados muestran que con el riego tradicional cada palmera se requiere de 80 litros de agua; con la lluvia sólida sólo se utilizan 50 litros cada tres meses,

permitiendo un ahorro de hasta 95 % en el costo de riego (Perea, E. y Damián, G. 2012).

IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Materiales

4.1.1. Localización de la investigación

Provincia: Bolívar.

Cantón: Caluma.

Parroquia: Pita.

Sector: Lomas de Pita.

Tabla 4. Situación geográfica y climática.

Altitud:	282 msnm
Latitud:	01° 37' 42.8" S
Longitud:	79° 17' 18.8" W
Temperatura máxima:	32 °C
Temperatura mínima:	17 °C
Temperatura media anual:	22.5 °C
Precipitación media anual:	1100 mm
Heliofanía promedio anual:	720 horas/luz/año
Humedad relativa promedio anual:	80 %

Fuente: Estación Meteorológica Granja El Triunfo-Universidad Estatal de Bolívar y registro GPS IN SITU Caluma. 2018.

4.1.2. Zona de vida

La vegetación según el sistema de zonas de vida de Holdridge, corresponde al bosque húmedo Tropical, (bh-T).

4.1.3. Material experimental

243 plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.): 81 plantas de Aroma Pichilingue EETP-800, 81 plantas de Fino Pichilingue EETP-801 y 81 plantas de CCN 51.

4.1.4. Materiales de campo

Azadillas, balanza, baldes, bomba de mochila, cámara digital, calibrador de Vernier, carretilla, estacas, excavadoras, flexómetro, fertilizantes, fundas, fungicidas, GPS, insecticidas, letreros de identificación, libreta de campo, lluvia sólida, machetes, martillo, medidor de humedad, motosierra, piolas, pluviómetro, rastrillos, tarjetas, tensiómetro, tijeras de podar, tractor.

4.1.5. Materiales de oficina

Calculadora, computador, lápiz, papel bond tamaño A₄, paquete estadístico Statistix 9.0.

4.2. Métodos

4.2.1. Factores en estudio

4.2.1.1. Factor A: Clones de cacao:

A1: Aroma Pichilingue EETP-800.

A2: Fino Pichilingue EETP-801.

A3: CCN-51.

4.2.1.2. Factor B: Dosis de lluvia sólida:

B1: 0 gramos por planta.

B2: 36 gramos por planta.

B3: 54 gramos por planta.

4.2.2. Tratamientos

Tabla 5. Combinación de los factores A x B: $3 \times 3 = 9$.

Tratamiento N°	Código	Descripción	
		Clones de cacao	Dosis de lluvia sólida por planta
T1	A ₁ B ₁	EETP-800	0 gramos por planta
T2	A ₁ B ₂	EETP-800	36 gramos por planta
T3	A ₁ B ₃	EETP-800	54 gramos por planta
T4	A ₂ B ₁	EETP-801	0 gramos por planta
T5	A ₂ B ₂	EETP-801	36 gramos por planta
T6	A ₂ B ₃	EETP-801	54 gramos por planta
T7	A ₃ B ₁	CCN-51	0 gramos por planta

T8	A ₃ B ₂	CCN-51	36 gramos por planta
T9	A ₃ B ₃	CCN-51	54 gramos por planta

4.2.3. Tipo de diseño

Bloques Completos al Azar en arreglo factorial de 3 x 3 x 3 repeticiones. (DBCA).

4.2.3.1. Procedimiento

Nº de tratamientos:	9
Nº de repeticiones:	3
Nº de unidades experimentales:	27
Distancia entre repeticiones:	4 m
Nº de plantas en el ensayo:	243
Nº de plantas por tratamiento:	9
Distancia entre plantas:	3 m x 3 m
Área total del ensayo con caminos:	30 m x 85 m = 2550 m ²
Área neta del ensayo:	18 m x 81 m = 1458 m ²
Área total de la unidad experimental:	10 m x 9 m = 90 m ²
Área neta de la unidad experimental:	6 m x 6 m = 36 m ²

4.2.4. Tipos de análisis

✓ Análisis de Varianza ADEVA.

Tabla 6. ADEVA.

Fuentes de variación	Grados de libertad	C.M.E*
Bloques (r-1)	2	$f^2 e + 9 f^2 \text{ bloques}$
Factor A (a-1)	2	$f^2 e + 9 \theta^2 A$
Factor B (b-1)	2	$f^2 e + 9 \theta^2 B$
A x B (a-1) (b-1)	4	$f^2 e + 3 \theta^2 A \times B$

Error Experimental (t-1)(r-1)	16	$f^2 e$
TOTAL (a x b x r)-1	26	

***Cuadrados Medios Esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por los investigadores.**

- ✓ Prueba de Tukey al 5 % para el Factor A, Factor B y para para las interacciones A x B, cuando la prueba de Fisher sea significativa (Fisher protegido).
- ✓ Contrastes ortogonales comparaciones: Aroma Pichilingue EETP-800 vs. Fino Pichilingue EETP-801; Aroma Pichilingue EETP-800 vs. CCN 51; Fino Pichilingue EETP-801 vs. CCN 51.
- ✓ Análisis de correlación y regresión lineal simple.

4.3. Métodos de evaluación y datos tomados

4.3.1. Altura de planta (AP)

Se midió con un flexómetro en cm desde el nivel del suelo hasta el ápice de la planta (hoja más alta), a los 30, 90 y 180 días después del trasplante, en todas las plantas de cada unidad experimental.

4.3.2. Días a la brotación de ramas (DBR)

Se evaluó contando los días transcurridos desde la fecha de trasplante hasta que cada planta tardó en emitir ramas en cada tratamiento.

4.3.3. Diámetro del tallo (DT)

Se midió en mm con un calibrador Vernier, tomando como punto fijo una altura de 10 cm desde el suelo a los 30, 90 y 180 días después del trasplante en todas las plantas de cada unidad experimental.

4.3.4. Ramas por planta (RP)

Este dato se registró a los 60 y 180 días después del trasplante, contando el número de ramas en todas plantas de cada unidad experimental y se calculó un promedio.

4.3.5. Número de brotes (NB)

Se realizó mediante el conteo directo de brotes, a los 60 y 180 días después del trasplante, en todas las plantas de cada unidad experimental.

4.3.6. Número de hojas (NH)

Se registró a los 90 y 180 días después del trasplante, mediante el conteo directo del número de hojas en todas las plantas de cada unidad experimental.

4.3.7. Diámetro de corona foliar (DCF)

Se midió con un flexómetro en cm las dos ramas opuestas más lejanas de la planta a los 180 días después del trasplante, en todas las plantas de cada unidad experimental.

4.3.8. Índice de vigor (IV)

Medida en cm^3 que hace referencia al volumen de biomasa de la planta, se registró a los 180 días después del trasplante en todas las plantas de cada unidad experimental, utilizando los datos de altura de planta, diámetro de la corona foliar y circunferencia de tallo, para ello se utilizó los datos del diámetro del tallo en cm y se multiplicó por π (Anexo N° 3); aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{IV} = \frac{C^2}{4} \sqrt{H^2 * \frac{L^2}{4}}; \text{ donde:}$$

C = Circunferencia del tallo en cm.

H = Altura de la planta en cm.

L = Diámetro de corona en cm.

4.3.9. Incidencia de enfermedades (IE)

Se evaluó mensualmente tomando en cuenta la presencia y/o ausencia de las enfermedades, calculando el porcentaje de plantas afectadas, mediante la fórmula de James, W. 1974:

$$\text{Incidencia de enfermedades} = \frac{\text{Número de plantas enfermas por tratamiento}}{\text{Número de plantas totales por tratamiento}} * 100$$

4.3.10. Porcentaje de sobrevivencia (PS)

Se determinó por conteo directo de las plantas que sobrevivieron al final del ensayo en base al número de plantas que se trasplantó, se expresó en porcentaje (%) y se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Sobrevivencia} = \frac{\text{Número de plantas vivas por tratamiento}}{\text{Número de plantas totales por tratamiento}} * 100$$

4.4. Manejo del experimento

4.4.1. Análisis físico y químico del suelo

Al inicio y al final del ensayo se tomaron varias submuestras de puntos diferentes, a una profundidad de 0-30 cm, estas fueron mezcladas homogéneamente se tomó una muestra de 2 kg de tierra y se envió al Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas del INIAP-Estación Experimental Tropical Pichilingue, para su análisis físico químico, con el fin de realizar el plan de fertilización apropiado para el cultivo (Anexo 2).

4.4.2. Tumba, troceo y repique

Se procedió a la tumba eliminando en forma total la plantación antigua con la ayuda de una motosierra; luego se procedió al troceo de los troncos y ramas. Posteriormente se cortó al ras del suelo los troncos, para aclaramiento gradual del terreno antes de dejarlo listo para el trasplante.

4.4.3. Amontonamiento del material después de la tumba

Se procedió a realizar montones de rastrojos para su posterior descomposición con la ayuda de un tractor, esta actividad facilitó realizar la chapia y el balizado de la plantación.

4.4.4. Distribución de unidades experimentales

Se delimitó el ensayo mediante el estaquillado y balizado de las parcelas en el campo, con tres bloques de nueve parcelas cada uno y un total de 27 unidades experimentales, de acuerdo al croquis de campo.

4.4.5. Hoyado

Se procedió a la apertura de hoyos cuyas dimensiones fueron de 0.40 x 0.40 x 0.40 m, de ancho, largo y profundidad, con un distanciamiento de 3 m entre hoyos, 3 m entre hileras y 4 m entre repeticiones. En la extracción de tierra de los hoyos se separó los primeros 15 a 20 cm con mayor contenido de materia orgánica a un lado y el restante de la parte más profunda a otro lado.

4.4.6. Dosificación e hidratación de poliacrilato de potasio

Pesamos los gramos de lluvia sólida a utilizar de acuerdo a cada uno de los tratamientos, estas dosis fueron establecidas de acuerdo a cálculos obtenidos de densidad de siembra de cacao y dosificaciones de poliacrilato de potasio por hectárea de frutales, se realizó la conversión y se midió los litros de agua necesarios para su hidratación en un tanque de 200 litros dejándolo absorber; al tener hidratado el producto, se procedió a la aplicación en todo el experimento según las dosis para cada unidad experimental.

4.4.7. Trasplante

Una vez realizado los hoyos en todas las parcelas de investigación, se efectuó el trasplante, se colocó el polímero hidratado al fondo del hoyo, encima se agregó 500 gramos de humus para proporcionar nutrientes, luego se colocaron al sitio definitivo las plantas haciendo un corte en los lados de la funda, teniendo cuidado de que el cuello de la raíz se sitúe al mismo nivel que la superficie del terreno, tratando de no dañar las raicillas, luego se invirtió la colocación de las capas de tierra amontonadas anteriormente; es decir la capa superficial fue al fondo mezclada con materia orgánica y la que estuvo en el fondo fue arriba, de tal manera que facilite la permeabilidad, aireación y penetración de las raíces. Finalmente, para evitar la formación de bolsas de aire, se apisonó suavemente la tierra alrededor de la planta.

4.4.8. Control de malezas

El control de malezas se realizó en forma manual, con la utilización de machetes durante los seis meses de la investigación.

4.4.9. Fertilización

Se realizó basándose en los resultados del análisis químico del suelo. Transcurridos los dos primeros meses del trasplante, se aplicaron 135 g de urea,

fraccionadas en dos aplicaciones y distribuidos en la corona a 15 cm del pie de cada planta.

4.4.10. Control de plagas

Para controlar hormiga arriera (*Atta cephalotes*), se aplicó Atta-Kill (Sulfluramida) en dosis de 20-50 g/m², colocados en él o los caminos que conducían a la entrada del hormiguero y en el contorno del orificio del hormiguero.

4.4.11. Riego

El primer riego se realizó al establecer el ensayo poniéndolo a capacidad de campo, y una vez trasplantado el cacao se aplicaron riegos tomando en consideración: Los tratamientos con y sin dosis de lluvia sólida ya que se utilizó ésta como reservorio de agua en el suelo en condiciones de estiaje; las necesidades hídricas y exigencias del cultivo de cacao que en zonas húmedas requiere en época seca entre 100 a 120 mm de agua. Cuando se cultiva cacao durante el verano se recomienda regar semanalmente una vez cada 4 días a razón de 17.5 litros/planta/día (Aguilar, L., López, A. 2016).

Se avaluó semanalmente la humedad y de acuerdo a las lecturas que se obtuvieron en el tensiómetro se aplicaron riegos, la frecuencia de los riegos y el volumen aplicado variaron en los tratamientos sin y con dosis de lluvia sólida ya que estos últimos mantuvieron niveles de humedad en el suelo por más tiempo.

Se utilizó tensiómetros de la marca Irrometer, de una longitud de 30 cm, son dispositivos que actúan como una verdadera raíz y nos facilitó la labor de decidir cuándo regar. Los tensiómetros miden la intensidad de la fuerza con la que el suelo retiene el agua, lo que permite que la humedad del suelo interactúe con el instrumento a través de la punta de cerámica, cuanto más seco esté el suelo mayor presión de succión ejercerá sobre el dispositivo, y mayores valores de presión marcará el vacuómetro. Cuando llueve o se riega ocurre el proceso contrario, el

agua penetra a través de la cápsula al interior del depósito, reduciéndose la tensión, hasta llegar a su valor inicial, cero, en caso de quedar el suelo saturado de agua.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 7. Resultados de la prueba de Tukey al 5 % en el Factor A: Clones de cacao: A1: Aroma Pichilingue EETP-800, A2: Fino Pichilingue EETP-801 y A3: CCN 51; en relación a las variables: Altura de planta (AP) (30, 90 y 180 días), Días a la brotación de ramas (DBR), Diámetro del tallo (DT) (30, 90 y 180 días), Ramas por planta (RP) (60 y 180 días), Número de brotes (NB) (60 y 180 días),

Número de hojas (NH) (90 y 180 días), Diámetro de corona foliar (DCF) (180 días) e Índice de vigor (IV) (180 días), (Caluma. 2018).

Promedios Factor A: Clones de cacao					
Variables	A1: Aroma Pichilingue EETP-800, A2: Fino Pichilingue EETP-801, A3: CCN 51			Media general	CV (%)
AP (30 días) (NS)	A3	A2	A1	35.30 cm	5.48
	36.07 A	35.01 A	34.83 A		
AP (90 días) (NS)	A1	A2	A3	41.82 cm	5,37
	41.88 A	41.83 A	41.77 A		
AP (180 días) (*)	A2	A1	A3	69.84 cm	5.85
	73.36 A	68.92 AB	67.27 B		
DBR (NS)	A3	A1	A2	38 días	10.28
	39 A	39 A	36 A		
DT(30 días) (NS)	A3	A2	A1	8.21 cm	7.55
	8.62 A	8.08 A	7.94 A		
DT(90 días) (NS)	A3	A2	A1	13 cm	7.17
	13.20 A	12.92 A	12.91 A		
DT (180 días) (NS)	A2	A3	A3	20.97 cm	9.29
	21.27 A	20.93 A	20.72 A		
RP (60 días) (NS)	A2	A1	A3	2 ramas	17.59
	2 A	2 A	2 A		
RP (180 días) (NS)	A2	A3	A1	3 ramas	14.94
	3 A	3 A	3 A		
NB (60 días) (NS)	A3	A1	A2	3 brotes	15.81
	4 A	3 A	3 A		
NB (180 días) (NS)	A2	A1	A3	8 brotes	9.30
	9 A	8 AB	8 B		
NH (90 días) (NS)	A3	A1	A2	17 hojas	15.55
	18 A	17 A	17 A		
NH (180 días) (*)	A2	A3	A1	65 hojas	10.77
	71 A	64 AB	61 B		
DCF (180 días) (NS)	A2	A3	A1	66.94 cm	5
	68.31 A	67.38 A	65.14 A		
IV (180 días) (NS)	A2	A3	A1	25962 cm ³	17.99
	28370 A	24977 A	24538 A		

Fuente: Investigación en el campo 2018.

* = Significativo al 5 %.

NS= No significativo.

5.1. Prueba de Tukey en el Factor A: Clones de cacao

La respuesta de los clones: en el Factor A: Clones de cacao: A1: Aroma Pichilingue EETP-800, A2: Fino Pichilingue EETP-801 y A3: CCN 51; en relación a las variables: Altura de planta (AP) (30 y 90 días), Días a la brotación de ramas (DBR), Diámetro del tallo (DT) (30, 90 y 180 días), Ramas por planta

(RP) (60 y 180 días), Número de brotes (NB) (60 y 180 días), Número de hojas (NH) (90 días), Diámetro de corona foliar (DCF) (180 días) e Índice de vigor (IV) (180 días), fue no significativa (NS), (Tabla 7).

Las variables: Altura de planta (AP) (180 días) y Número de hojas (NH) (180 días), fueron significativas (*), (Tabla 7).

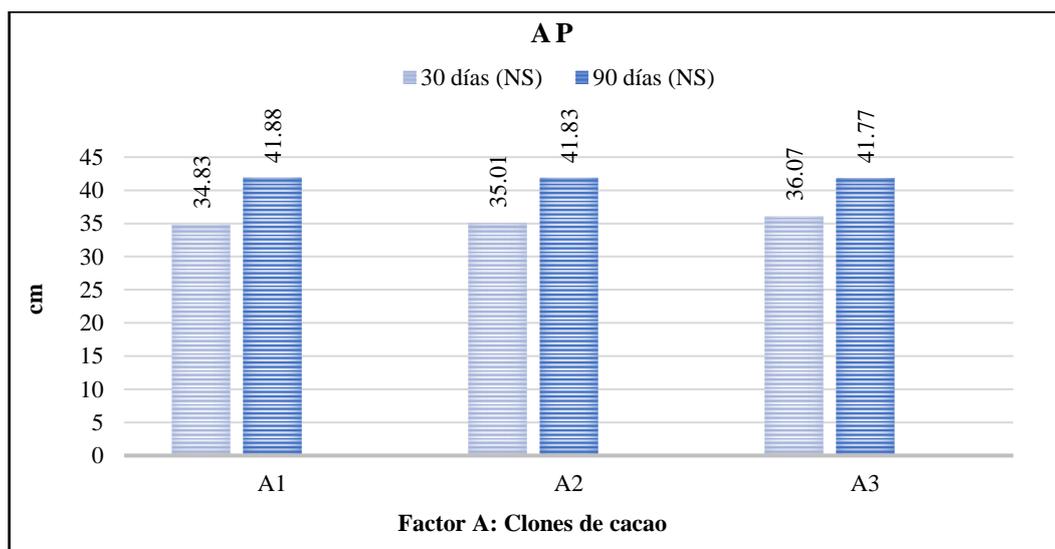


Gráfico 1. Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Altura de planta a los 30 y 90 días.

La variable Altura de planta a los 30 y 90 días de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue no significativa; sus valores son similares numéricamente, pero estadísticamente no tienen diferencias. El mayor promedio a los 30 días se obtuvo en A3: CCN 51 con 36.07 cm, mientras que el menor promedio de altura se presentó en A1: Aroma Pichilingue EETP-800 con 34.83 cm. Con una media general de 35.30 cm, y un coeficiente de variación de 5.48 %, (Tabla 7 y Gráfico 1).

A los 90 días el mayor promedio se presentó en A1: Aroma Pichilingue EETP-800 con 41.88 cm y el menor promedio se obtuvo en A3: CCN 51 con 41.77 cm con una media general de 41.82 cm, y un coeficiente de variación de 5.37 %, (Tabla 7 y Gráfico 1).

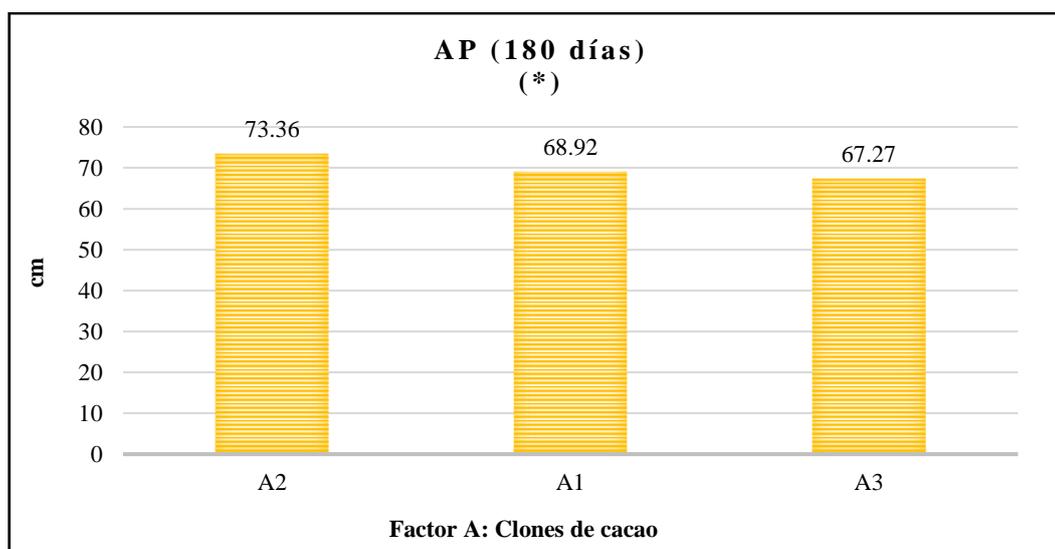


Gráfico 2. Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Altura de planta a los 180 días.

Altura de planta a los 180 días, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue significativa; es decir los clones incidieron significativamente en esta variable. El mayor promedio se obtuvo en A2: Fino Pichilingue EETP-801 con 73.36 cm; mientras que el menor promedio de altura se presentó A3: CCN-51 en con 67.27 cm. Con una media general de 69.84 cm, y un coeficiente de variación de 5.85 %, (Tabla 7 y Gráfico 2).

El crecimiento del cacao está estrechamente relacionado con el genotipo-ambiente, condiciones naturales del sitio donde se encuentran las plantaciones y manejo integral del cultivo.

Dependiendo de las potencialidades hereditarias (genes) de la planta y de un ambiente que permita que dichos genes se expresen en el fenotipo (caracteres visibles de la planta) (Moreno, E. s.f.).

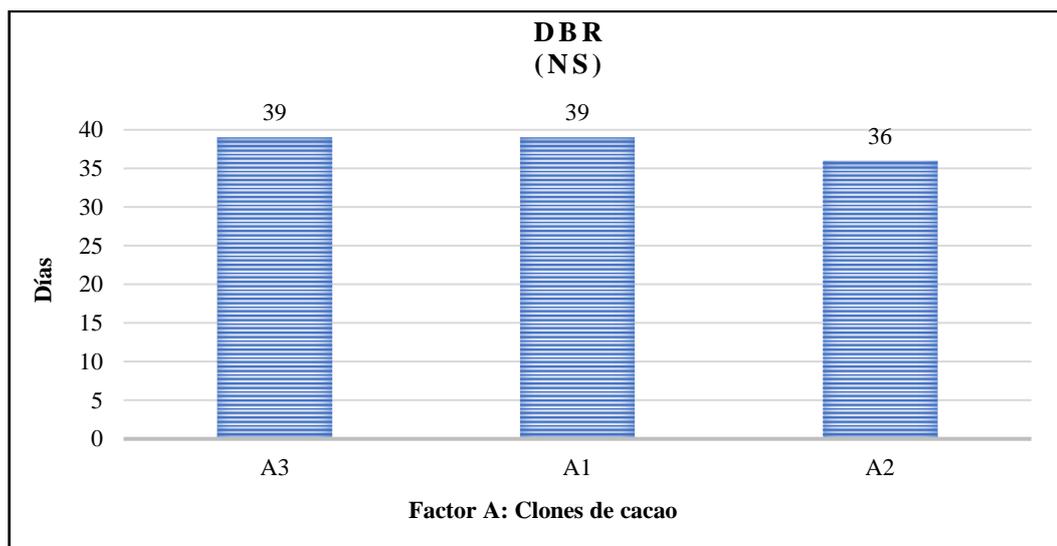


Gráfico 3. Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Días a la brotación de ramas.

La variable Días a la brotación de ramas, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue no significativa; los clones más tardíos fueron A3: CCN-51 y A1: Aroma Pichilingue EETP-800 con 39 días, mientras que el más precoz fue A2: Fino Pichilingue EETP-801 con 36 días. Una media general de 38 días y un coeficiente de variación de 10.28 %, (Tabla 7 y Gráfico 3).

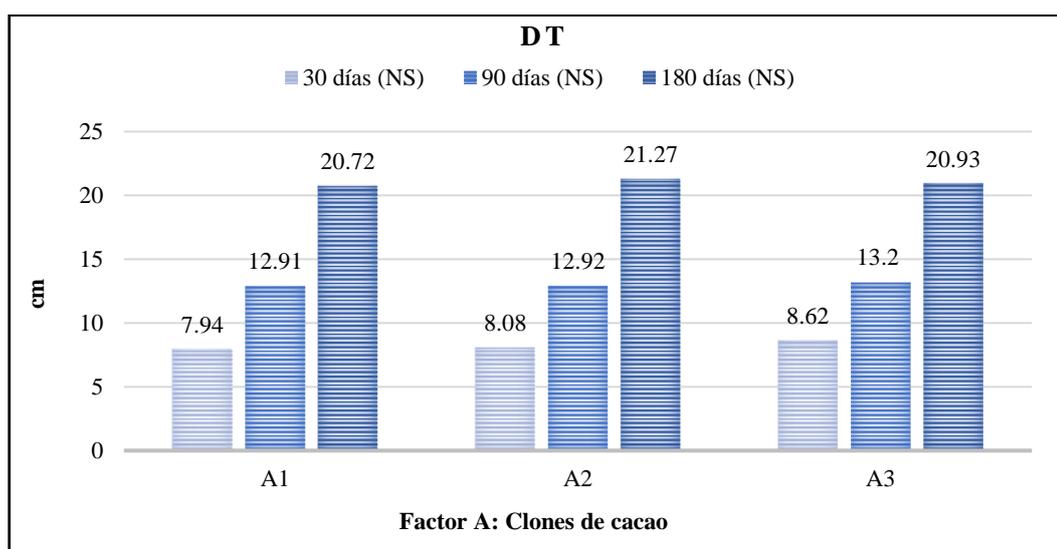


Gráfico 4. Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Diámetro de tallo a los 30, 90 y 180 días.

Diámetro de tallo a los 30, 90 y 180 días, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue no significativa, sus valores numéricamente presentan mínimas diferencias, pero estadísticamente no tienen diferencias.

A los 30 días el mayor promedio se presentó en A3: CCN-51 con 8.62 cm; el menor promedio se registró en A1: Aroma Pichilingue EETP-800 con 7.94 cm. La media general fue de 8.21 cm y un coeficiente de variación de 7.55 %, (Tabla 7 y Gráfico 4).

A los 90 días el mayor promedio se presentó en A3: CCN-51 con 13.20 cm, el menor promedio se registró en A1: Aroma Pichilingue EETP-800 con 12.91 cm. Con media general de 13 cm y un coeficiente de variación de 7.17 %, (Tabla 7 y Gráfico 4).

A los 180 días el mayor promedio se presentó en A2: Fino Pichilingue EETP-801 con 21.27 cm, el menor promedio se registró en A3: CCN-51 con 20.72 cm. La media general fue de 20.97 cm y un coeficiente de variación de 9.29 %, (Tabla 7 y Gráfico 4).

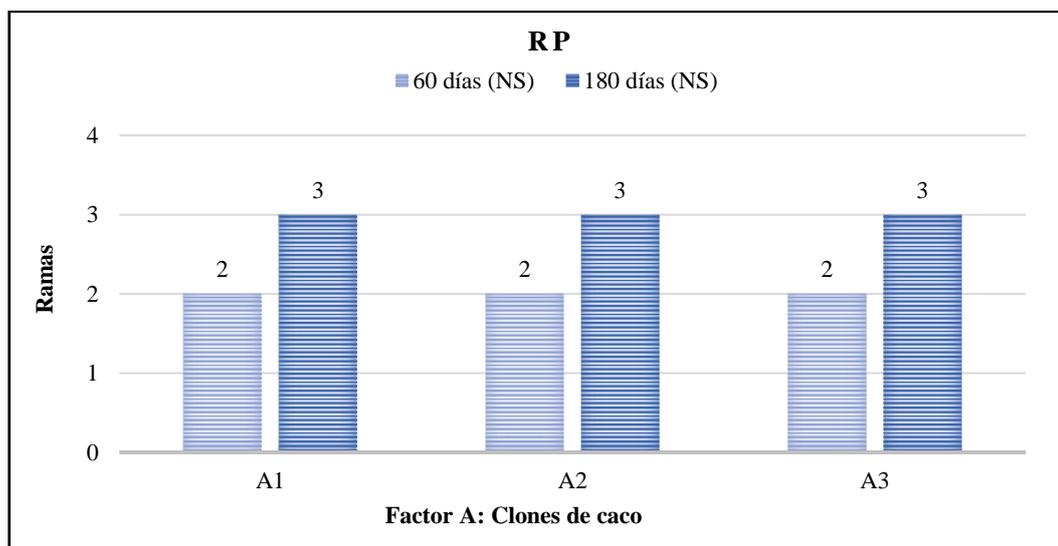


Gráfico 5. Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Ramas por planta a los 60 y 180 días.

La variable Ramas por planta a los 60 y 180 días, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue no significativa, no existieron diferencias estadísticas ni numéricas. A los 60 días la media general en todos los clones fue de 2 ramas y un coeficiente de variación de 17.59 %. A los 180 días la media general en todos los clones fue de 3 ramas y un coeficiente de variación de 14.94 %, (Tabla 7 y Gráfico 5).

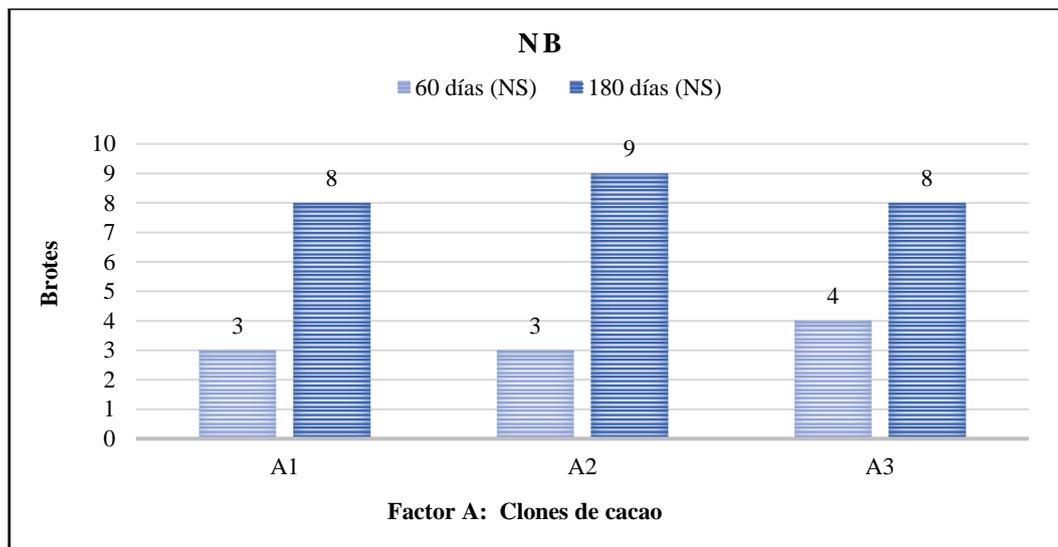


Gráfico 6. Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Número de brotes a los 60 y 180 días.

En la variable Número de brotes a los 60 y 180 días, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue no significativa, no existió diferencia estadística, ni numérica.

El mayor promedio a los 60 días se presentó en A3: CCN 51 con 4 brotes; el menor promedio se registró en A1: Aroma Pichilingue EETP-800 y A2: Fino Pichilingue EETP-801 con 3 brotes respectivamente. Se registró un coeficiente de variación de 15.81 % (Tabla 7 y Gráfico 6).

A los 180 días, el mayor promedio se registró en A2: Fino Pichilingue EETP-801 con 9 brotes; el menor promedio en A1: Aroma Pichilingue EETP-800 y A3: CCN 51 con 8 brotes cada clon. Se presentó una media general de 8 brotes y un coeficiente de variación de 9.30 % (Tabla 7 y Gráfico 6).

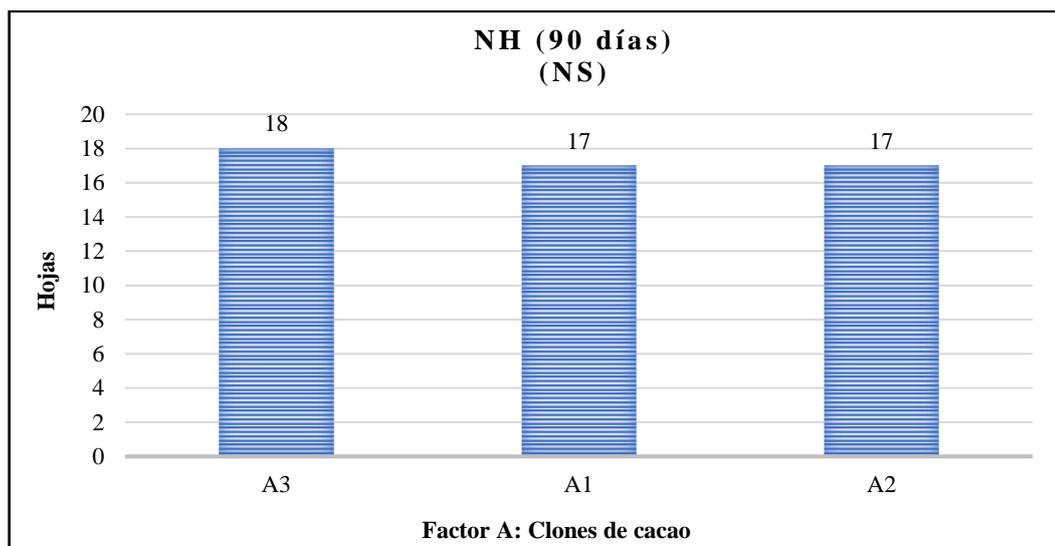


Gráfico 7. Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Número de hojas a los 90 días.

A los 90 días, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue no significativa, el mayor promedio se registró en A3: CCN-51 con 18 hojas; mientras que el menor promedio se obtuvo en A1: Aroma Pichilingue EETP-800 y A2: Fino Pichilingue EETP-801 con 17 hojas respectivamente. La media general fue de 17 hojas y un coeficiente de variación de 15.55 %, (Tabla 7 y Gráfico 7).

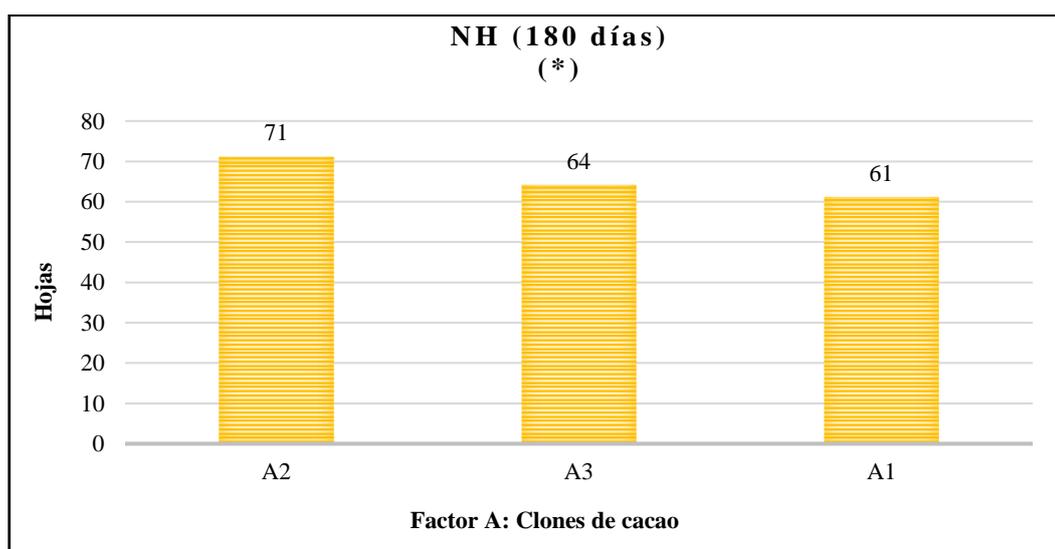


Gráfico 8. Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Número de hojas a los 180 días.

A los 180 días de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue significativa, el mayor promedio se registró en A2: Fino Pichilingue EETP-801 con 71 hojas; mientras que el menor promedio se obtuvo en A1: Aroma Pichilingue EETP-800 con 61 hojas. Se presentó una media general de 65 hojas y un coeficiente de variación de 10.77 % (Tabla 7 y Gráfico 8).

El crecimiento, como todo proceso fisiológico, está influenciado por los factores del medio externo relacionados con el genotipo-ambiente del material vegetativo que se utilice.

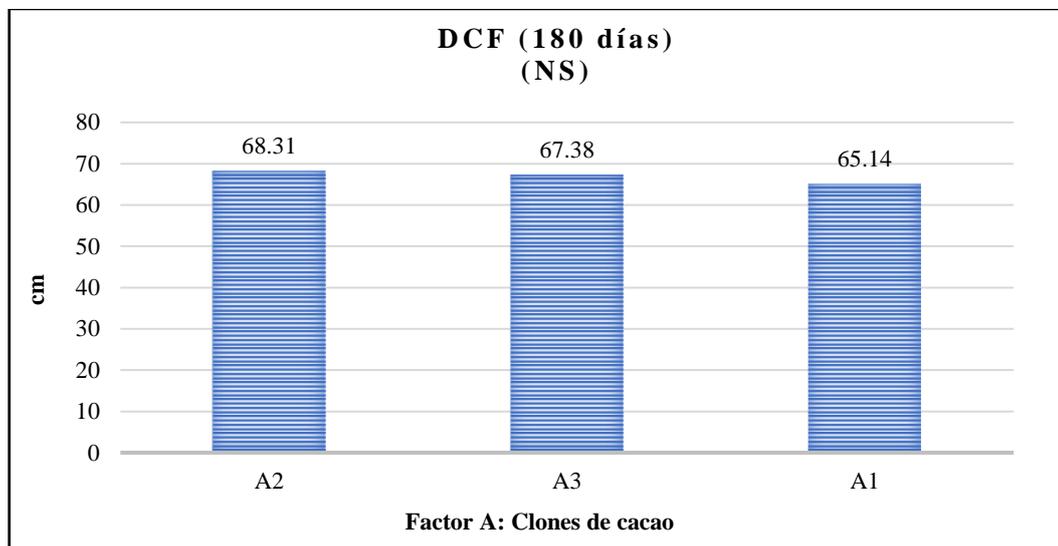


Gráfico 9. Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Diámetro de corona foliar a los 180 días.

Diámetro de corona foliar, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue no significativa, sus valores son similares numéricamente, pero estadísticamente no tienen diferencias.

El mayor promedio se presentó en A2: Fino Pichilingue EETP-801 con 68.31 cm, mientras que el menor promedio se registró en A1: Aroma Pichilingue EETP-800 con 65.14 cm. La media general fue de 66.94 cm y un coeficiente de variación de 5 %, (Tabla 7 y Gráfico 9).

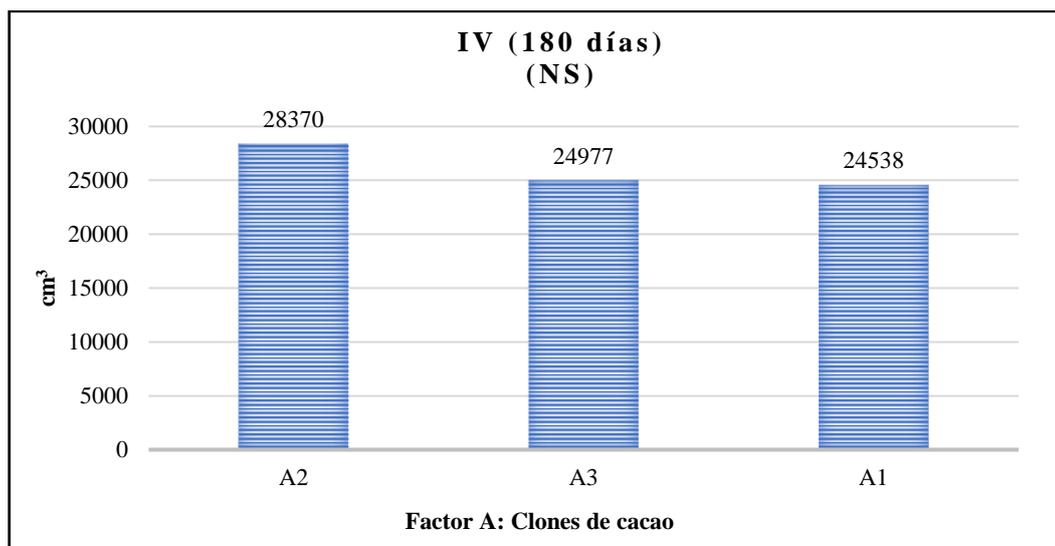


Gráfico 10. Resultados promedios del factor A: Clones de cacao, en la variable Índice de vigor a los 180 días.

El Índice de vigor los 180 días, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue no significativa. El mayor promedio se presentó en A2: Fino Pichilingue EETP-801 con 28370 cm³, el menor promedio se registró en A1: Aroma Pichilingue EETP-800 con 24538 cm³. La media general fue de 25962 cm³ y un coeficiente de variación de 17.99 %, (Tabla 7 y Gráfico 10).

Sus valores son similares numéricamente, pero estadísticamente no tienen diferencias; sin embargo, el clon Fino Pichilingue EETP-801 registró el mayor índice vigor en la primera etapa de establecimiento del ensayo.

Tabla 8. Resultados de la prueba de Tukey al 5 % en el Factor B: Dosis de lluvia sólida: B1: 0 gramos por planta, B2: 36 gramos por planta, B3: 54 gramos por planta, para comparar los promedios de las variables: en relación a las variables: Altura de planta (AP) (30, 90 y 180 días), Días a la brotación de ramas (DBR), Diámetro del tallo (DT) (30, 90 y 180 días), Ramas por planta (RP) (60 y 180 días), Número de brotes (NB) (60 y 180 días), Número de hojas (NH) (90 y 180 días), Diámetro de corona foliar (DCF) (180 días) e Índice de vigor (IV) (180 días), (Caluma. 2018).

Promedios Factor B: Dosis de lluvia sólida					
Variables	B1: 0 gramos por planta, B2: 36 gramos por planta, B3: 54 gramos por planta.			Media general	CV (%)
AP (30 días) (NS)	B3	B2	B1	35.30 cm	5.48
	36 A	35.64 A	34.27 A		
AP (90 días) (NS)	B2	B3	B1	41.82 cm	5.37
	42.44 A	42.14 A	40.89 A		
AP (180 días) (*)	B3	B2	B1	69.84 cm	5.85
	72.23 A	70.79 AB	66.52 A		
DBR (**)	B1	B2	B3	38 días	10.28
	48 A	34 B	32 B		
DT (30 días) (NS)	B2	B3	B1	8.21 cm	7.55
	8.41 A	8.40 A	7.84 A		
DT (90 días) (*)	B3	B2	B1	13 cm	7.17
	13.43 A	13.38 A	12.22 B		
DT (180 días) (**)	B3	B2	B1	20.97 cm	9.29
	22.58 A	21.19. AB	19.15 A		
RP (60 días) (NS)	B2	B1	B1	2 ramas	17.59
	2 A	2 A	2 A		
RP (180 días) (**)	B3	B2	B1	3 ramas	14.94
	4 A	4 A	3 B		
NB (60 días) (**)	B3	B2	B1	3 brotes	15.81
	4 A	4 A	3 B		
NB (180 días) (**)	B3	B2	B1	8 brotes	9.30
	9 A	9 A	6 B		
NH (90 días) (NS)	B3	B1	B2	17 hojas	15.55
	18 A	17 A	17 A		
NH (180 días) (**)	B3	B2	B1	65 hojas	10.77
	79 A	69 B	48 C		
DCF (180 días) (**)	B2	B3	B1	66.94 cm	5
	69.74 A	68.68 A	62.42 B		
IV (180 días) (**)	B3	B2	B1	25962 cm ³	17.99
	31404 A	27542 A	18940 B		

Fuente: Investigación en el campo 2018.

*= Significativo al 5 %.

**= Altamente significativo al 1 %.

NS= No significativo.

5.2. Prueba de Tukey en el Factor B: Dosis de lluvia sólida

La respuesta de las Dosis de lluvia sólida: B1: 0 gramos por planta, B2: 36 gramos por planta y B3: 54 gramos por planta, en las variables: Altura de planta (AP) (30 y 90 días), Diámetro del tallo (DT) (30 días), Ramas por planta (RP) (60 días), Número de hojas (NH) (90 días), de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue no significativa, no incidieron significativamente las dosis de lluvia sólida en estas variables, las diferencias numéricas quizás fueron debidas al azar (Tabla 8).

Altura de planta (AP) (180 días) y Diámetro del tallo (DT) (90 días), fueron significativas (*), (Tabla 8).

Días a la brotación de ramas (DBR), Diámetro del tallo (DT) (180 días), Ramas por planta (RP) (180 días), Número de brotes (NB) (60 y 180 días), Número de hojas (NH) (180 días), Diámetro de la corona foliar (DCF) (180 días) e Índice de vigor (IV) (180 días), fueron altamente significativas (**), (Tabla 8).

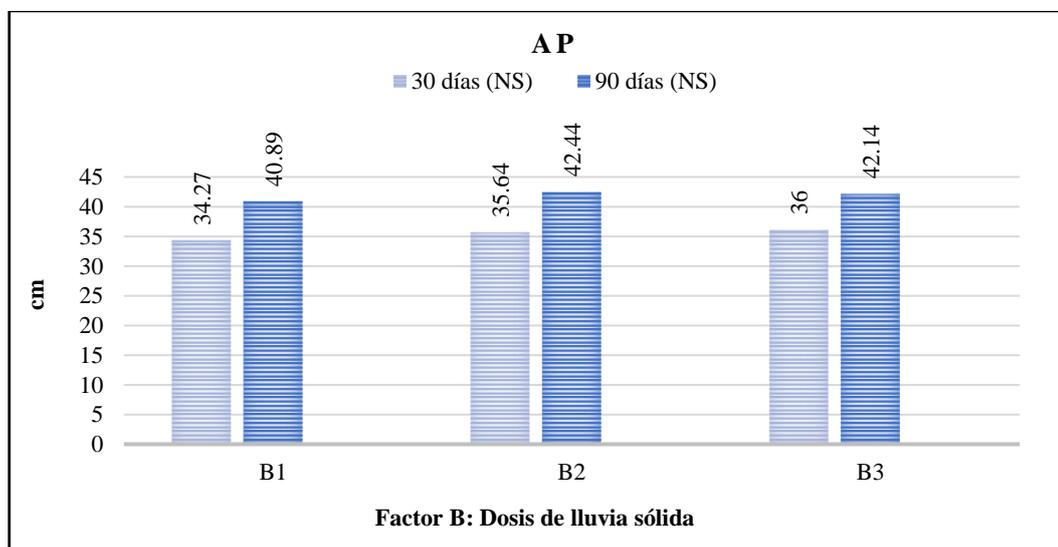


Gráfico 11. Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Altura de planta a los 30 y 90 días.

Altura de planta a los 30 y 90 días, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue no significativa, sus valores numéricamente presentan mínimas diferencias, pero estadísticamente no.

A los 30 días, el mayor promedio se registró en B3: 54 gramos por planta con 36 cm; el menor promedio se obtuvo en B1: 0 gramos por planta con 34.27 cm. Con una media general de 35.30 cm y un coeficiente de variación de 5.48 %, (Tabla 8 y Gráfico 11).

A los 90 días, el mayor promedio se registró en B2: 36 gramos por planta con 42.44 cm; mientras que el menor promedio se obtuvo en B1: 0 gramos por planta con 40.89 cm. La media general fue de 41.82 cm y un coeficiente de variación de 5.37 %, (Tabla 8 y Gráfico 11).

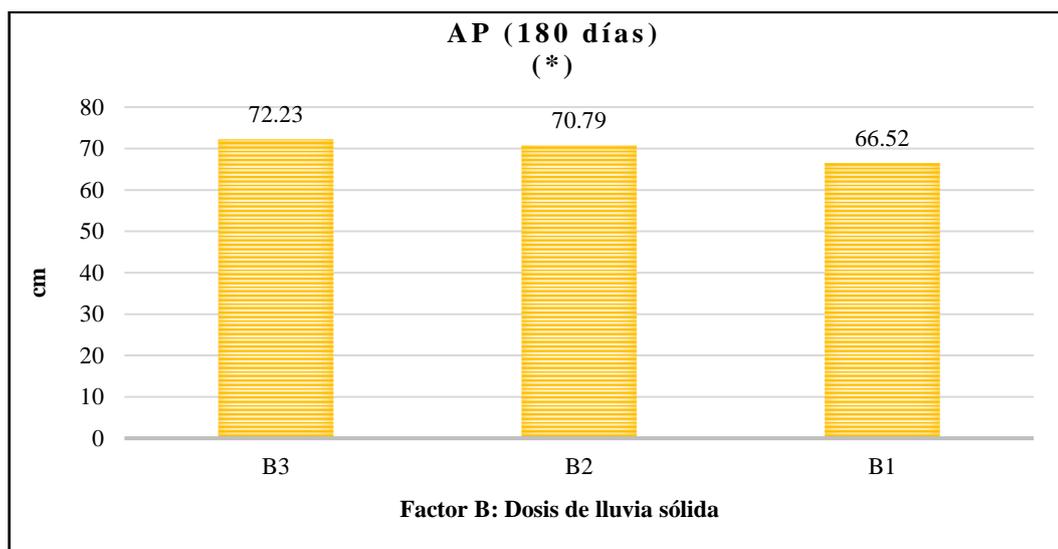


Gráfico 12. Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Altura de planta a los 180 días.

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue significativa. El mayor promedio se registró en B3: 54 gramos por planta con 72.23 cm; mientras que el menor promedio se obtuvo en B1: 0 gramos por planta con 66.52 cm. Con una media

general de 69.84 cm y un coeficiente de variación de 5.85 %, (Tabla 8 y Gráfico 12).

Las dosis de lluvia sólida si incidieron en esta variable, de acuerdo a los resultados contribuyeron al incremento de altura, a mayor dosis mayor altura. La planta de cacao es sensible al contenido de humedad disponible en el suelo y la respuesta morfológica es la reducción del tamaño de la planta en altura, diámetro del tallo, área foliar y número de hojas. La reducción es proporcional a la magnitud de la deficiencia de humedad. Las plantas que no fueron sometidas a estrés hídrico, mostraron mayor crecimiento con relación a las plantas sometidas a dicho estrés (García, J. 2014).

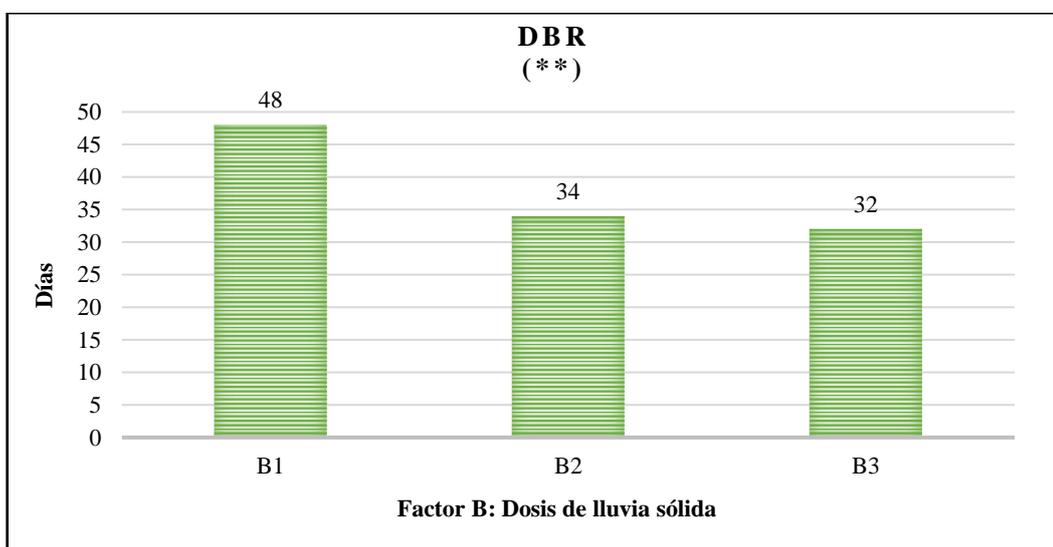


Gráfico 13. Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Días a la brotación de ramas.

La variable Días a la brotación, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue altamente significativa; las dosis de lluvia sólida incidieron en forma significativa en esta variable, la brotación más tardía fue a los 48 días en B1: 0 gramos por planta, y la más precoz a los 32 días en B3: 54 gramos por planta. Con una media general de 38 días y un coeficiente de variación de 10.28 %, (Tabla 8 y Gráfico 13).

Con lluvia sólida emitieron sus primeros brotes 14 y 16 días antes que las plantas en las que no se les aplicó el polímero.

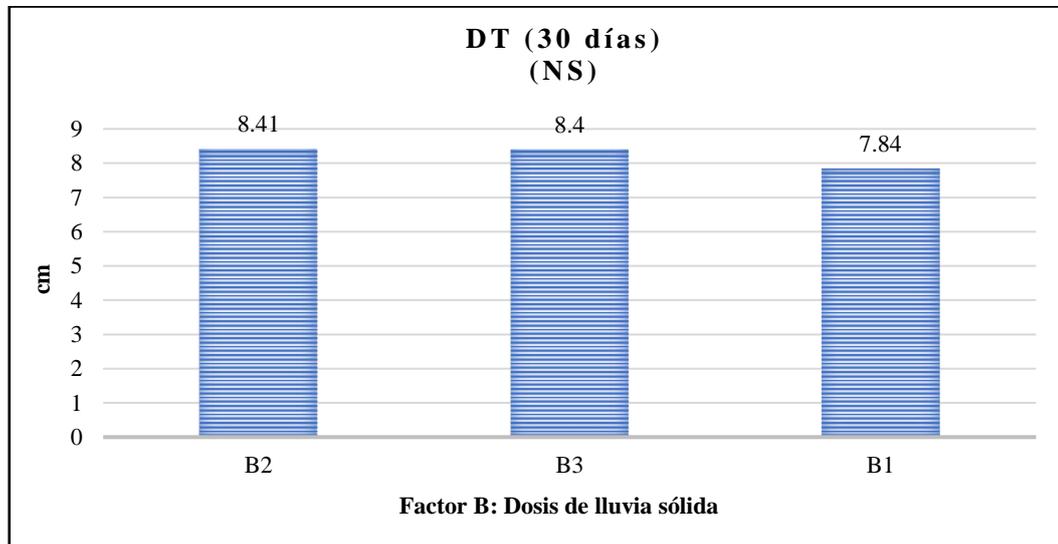


Gráfico 14. Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Diámetro de tallo a los 30 días.

Diámetro de tallo a los 30 días, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue no significativa. El mayor promedio se obtuvo en B2: 36 gramos por planta con 8.41 cm; el menor promedio en B1: 0 gramos por planta con 7.84 cm. Con una media general de 8.21 cm y un coeficiente de variación de 7.55 %, (Tabla 8 y Gráfico 14).

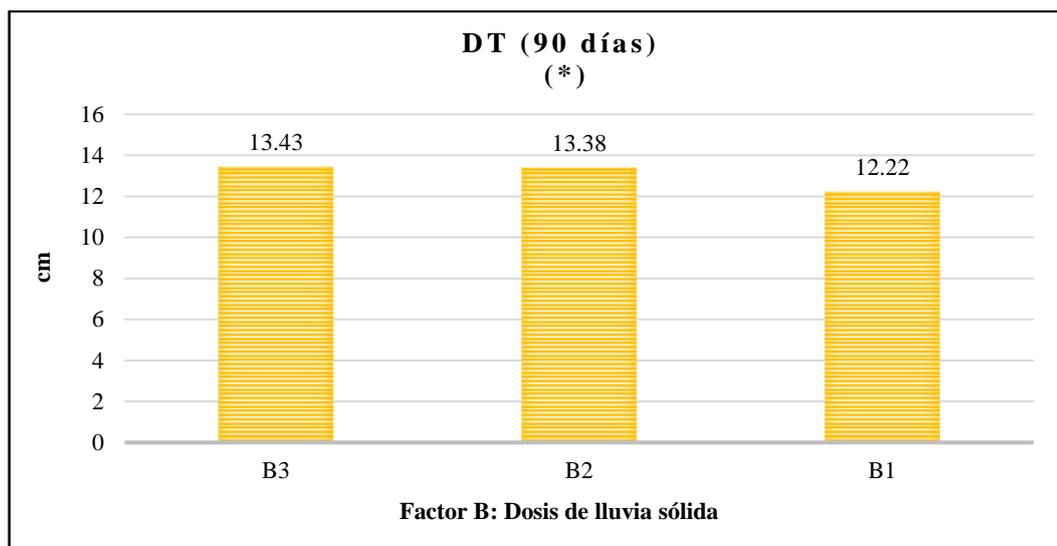


Gráfico 15. Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Diámetro de tallo a los 90 días.

Diámetro de tallo a los 90 días fue significativa el mayor promedio se obtuvo en B3: 54 gramos por planta con 13.43 cm; el menor promedio en B1: 0 gramos por planta con 12.22 cm. La media general fue de 13 cm y un coeficiente de variación de 7.17 %, (Tabla 8 y Gráfico 15).

Existieron diferencias en el diámetro de tallo, el empleo de lluvia sólida en las condiciones del ensayo permitió mantener niveles de humedad en el suelo que favorecieron el buen desarrollo de las plantas.

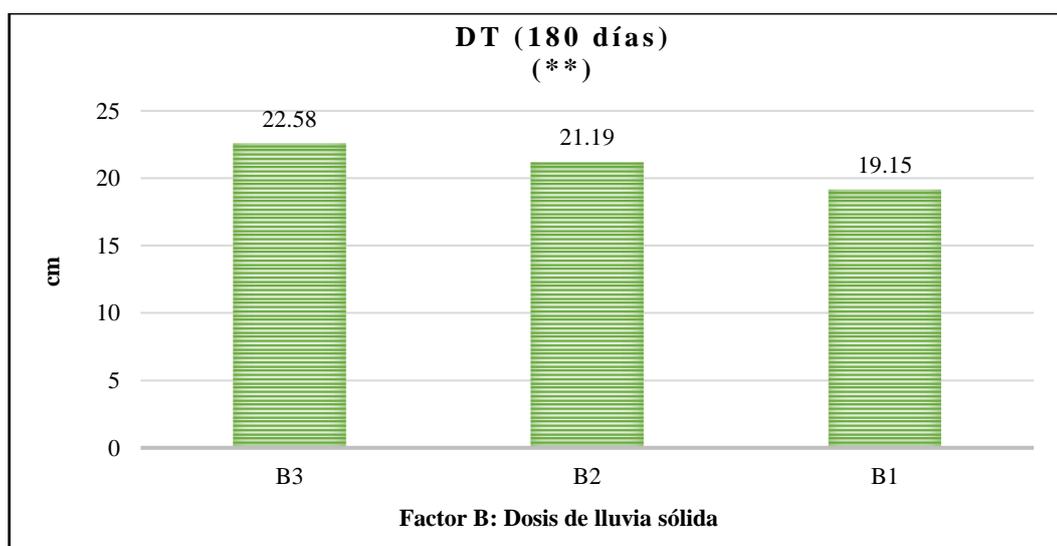


Gráfico 16. Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Diámetro de tallo a los 180 días.

A los 180 días fue altamente significativa el mayor promedio se obtuvo en B3: 54 gramos por planta con 22.58 cm; el menor promedio en B1: 0 gramos por planta con 19.15 cm. Con una media general de 20.97 cm y un coeficiente de variación de 9.29 %, (Tabla 8 y Gráfico 16).

El cacao se ha trasplantado tradicionalmente en épocas lluviosas, las condiciones vulnerables a falta de humedad se presentan en la etapa de establecimiento más aún si el trasplante se realiza en la época seca como es el caso de esta investigación, afectando la falta de humedad de manera importante el crecimiento y desarrollo del cultivo de cacao.

En períodos de sequía inducida los incrementos en el diámetro del tallo disminuyeron al igual que el número de hojas; pero al aplicar polímeros retenedores de agua se tuvo un efecto positivo independiente del genotipo, mejorando el uso eficiente del agua y la fotosíntesis (Rigato, C. *et al.* 2009).

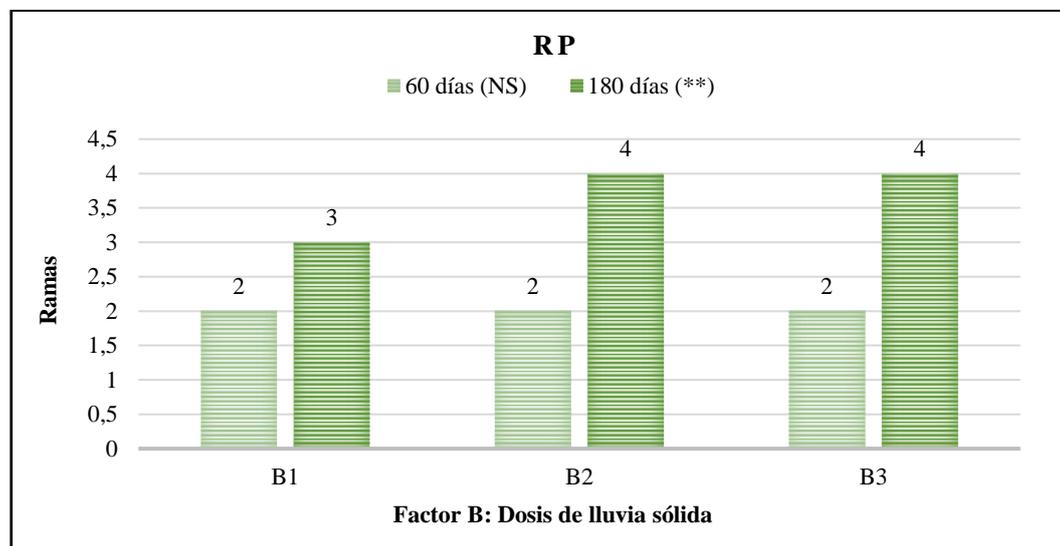


Gráfico 17. Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Ramas por planta a los 60 y 180 días.

Ramas por planta a los 60 días fue no significativa en todas las dosis se obtuvieron 2 ramas, y un coeficiente de variación de 17.59 %, (Tabla 8 y Gráfico 17).

A los 180 días fue altamente significativa, el mayor promedio se obtuvo en B3: 54 gramos por planta y B2: 36 gramos por planta con (3.67) 4 ramas respectivamente; el menor promedio en B1: 0 gramos por planta con (2.89) 3 ramas. Con una media general de 3 ramas y un coeficiente de variación de 14.94 %, (Tabla 8 y Gráfico 17)

Existió diferencia en las diferentes dosis de lluvia sólida evaluadas, influyendo en la emisión y crecimiento de las ramas., cuando el déficit hídrico se desarrolla lentamente, se dan cambios en procesos de desarrollo que tienen varios efectos sobre el crecimiento.

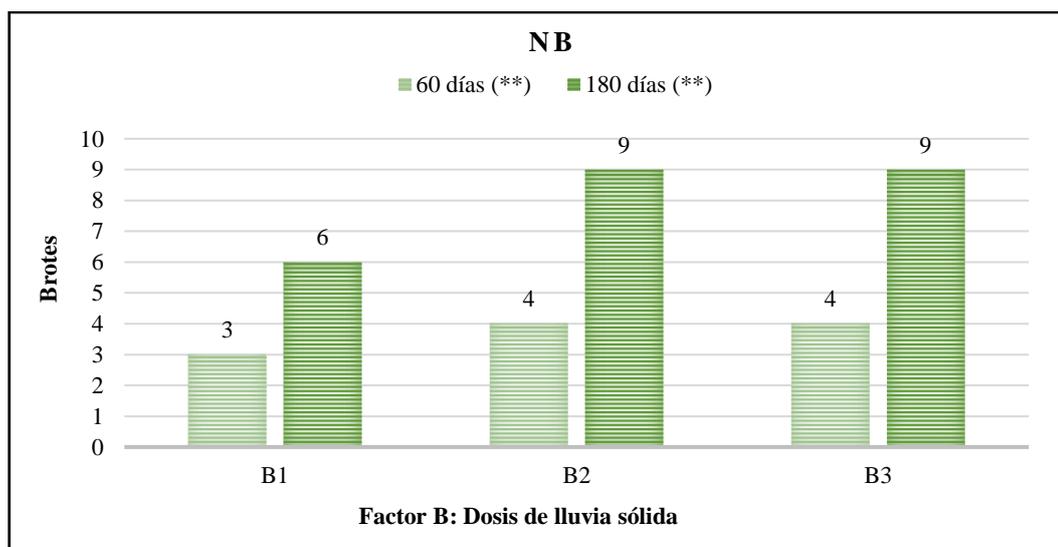


Gráfico 18. Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Número de brotes a los 60 y 180 días.

La variable Número de brotes a los 60 y 180 días, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue altamente significativa. A los 60 días, el mayor promedio se registró en B3: 54 gramos por planta (3.67) y B2: 36 gramos por planta (3.55) con 4 brotes respectivamente; el menor promedio se obtuvo en B1: 0 gramos por

planta con (2.78) 3 brotes. Se presentó una media general de 3 brotes y un coeficiente de variación de 15.81 % %, (Tabla 8 y Gráfico 18).

A los 180 días, el mayor promedio se registró en B3: 54 gramos por planta (9.33) y B2: 36 gramos por planta con (8.78) 9 brotes respectivamente; mientras que el menor promedio se obtuvo en B1: 0 gramos por planta con (6.22) 6 brotes. La media general fue de 8 brotes y un coeficiente de variación de 9.30 %, (Tabla 8 y Gráfico 18).

A medida que las plantas sin lluvia sólida estaban sometidas por mayor tiempo al estrés por falta de humedad el efecto fue mayor, resultando al final en un menor número de brotes. El déficit de agua, afectó el desarrollo de plantas de cacao en etapa de establecimiento, la disminución de la presión de turgencia limitó la expansión foliar y la proliferación de nuevos brotes.

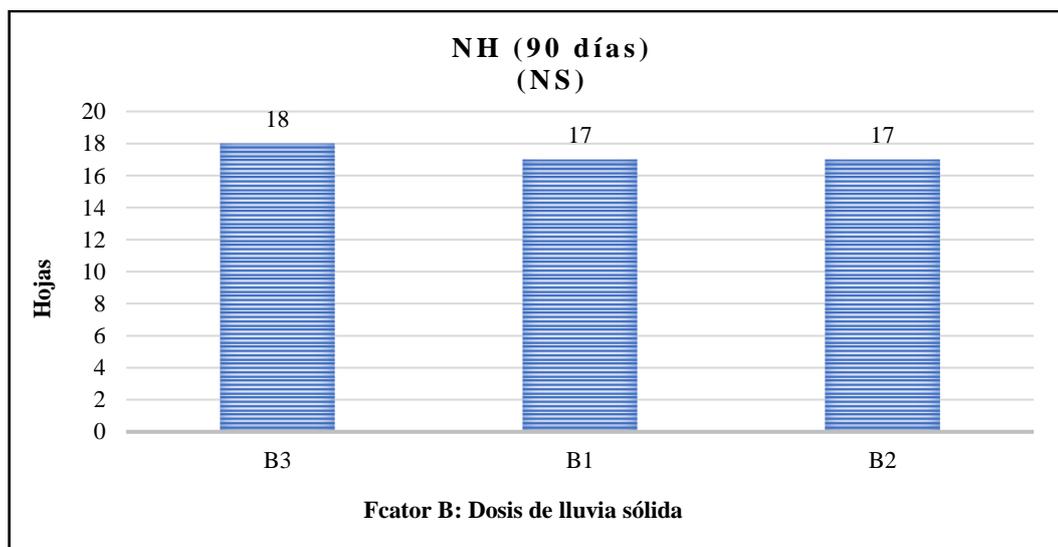


Gráfico 19. Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Número de hojas a los 90 días.

La variable Número de hojas a los 90 días, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % fue no significativa, el mayor promedio se registró en B3: 54 gramos por planta con 18 hojas; el menor promedio se obtuvo en B1: 0 gramos por planta y B2: 36

gramos por planta con 17 hojas respectivamente. Se presentó una media general de 17 hojas y un coeficiente de variación de 15.55 % %, (Tabla 8 y Gráfico 19).

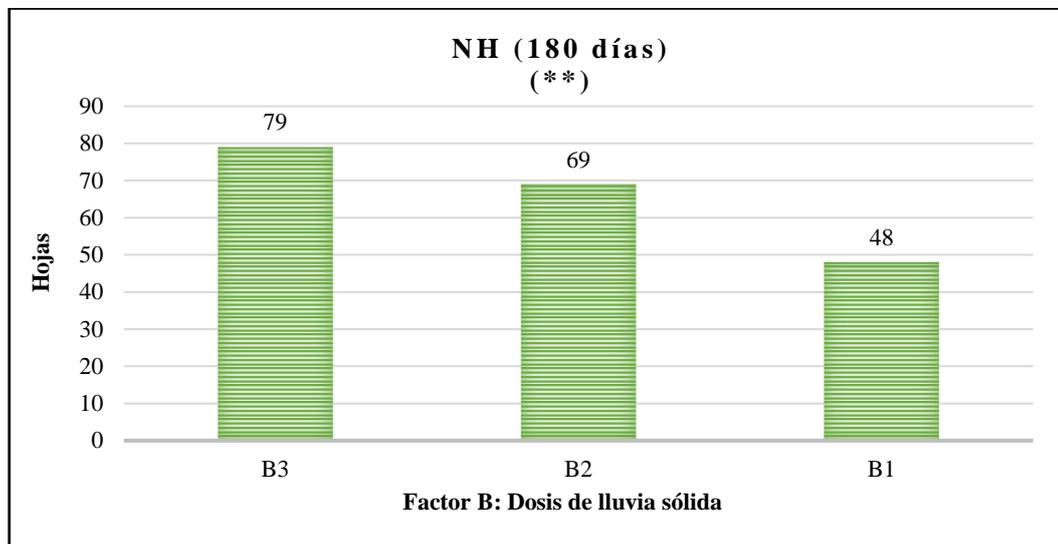


Gráfico 20. Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Número de hojas a los 180 días.

A los 180 días fue altamente significativa, el mayor promedio se registró en B3: 54 gramos por planta con 79 hojas; mientras que el menor promedio se obtuvo en B1: 0 gramos por planta con 48 hojas. La media general fue de 65 hojas y un coeficiente de variación de 10.77 %, (Tabla 8 y Gráfico 20).

Las diferentes condiciones de disponibilidad de humedad impuesta tuvieron un efecto directo en el aumento del número de hojas, pues a mayor dosis de lluvia sólida mayor número de hojas.

El crecimiento es uno de los principales procesos fisiológicos sensibles a la sequía los tratamientos más limitantes en humedad redujeron el tamaño individual y el número de hojas.

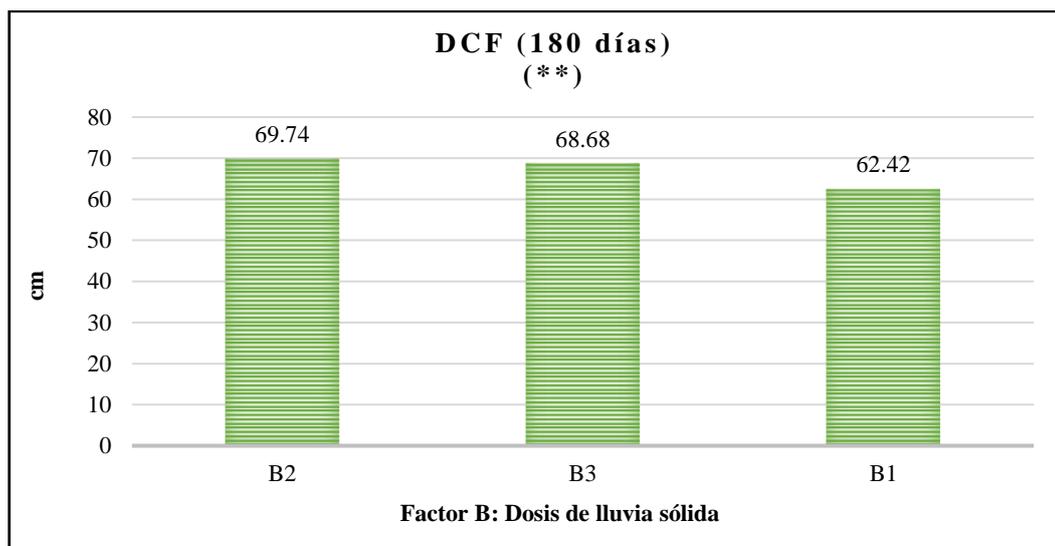


Gráfico 21. Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Diámetro de corona foliar los 180 días.

Diámetro de corona foliar a los 180 días fue altamente significativa el mayor promedio se obtuvo en B2: 36 gramos por planta con 69.74 cm; el menor promedio en B1: 0 gramos por planta con 62.42 cm. Con una media general de 66.94 cm y un coeficiente de variación de 5 %, (Tabla 8 y Gráfico 21).

Las plantas que no recibieron lluvia sólida mostraron menor diámetro de corona foliar; quizás se deba a que las plantas que se trasplantaron con lluvia sólida no presentaron condiciones de estrés por falta de humedad, lo cual contribuyó en el desarrollo de la corona foliar. En la medida que la planta tenga una buena arquitectura y un buen diámetro de corona foliar, tendrá mayor capacidad para elaborar fotoasimilados.

El principal efecto visible de estrés hídrico es la disminución del crecimiento de la parte aérea, principalmente reducción del área foliar. El crecimiento finalmente se ve disminuido por la disminución de la presión de turgencia, que limita la expansión foliar y la proliferación de nuevos brotes (Skiryicz, A. e Inzé, D. 2010).

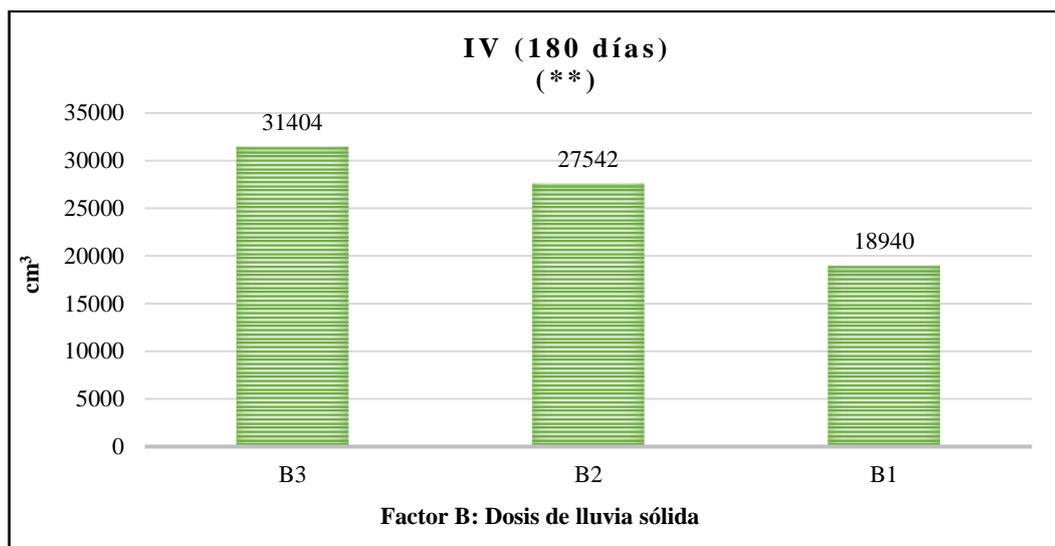


Gráfico 22. Resultados promedios del factor B: Dosis de lluvia sólida, en la variable Índice de vigor a los 180 días.

Índice de vigor a los 180 días fue altamente significativa el mayor promedio se obtuvo en B3: 54 gramos por planta con 31404 cm³; el menor promedio en B1: 0 gramos por planta con 18940 cm³. Con una media general de 25962 cm³ y un coeficiente de variación de 17.99 %, (Tabla 8 y Gráfico 22).

El índice de vigor determina el comportamiento de las plantas en campo, es decir que, a mayor índice de vigor, mayor crecimiento y adaptabilidad de las plantas. La lluvia sólida de acuerdo a los resultados favoreció el incremento del vigor, a mayor dosis mayor vigor; sin lluvia sólida el vigor en las plantas de cacao tiende a reducirse por la disminución de la humedad del suelo. La humedad disponible en el período de tiempo considerado en esta investigación y para las distintas dosis de lluvia sólida aplicadas en las plantas de cacao contribuyó para el normal desarrollo del cultivo, porque la raíz se mantuvo húmeda por varios meses, y se rehidrató en menor número de ocasiones por lo cual no se afectaron los procesos fisiológicos de las plantas en campo; siendo lo contrario para aquellas plantas en no hubo presencia de lluvia sólida, resultados que indican que si bien la falta de humedad no causó la muerte de las plantas por los riegos constantes que se dieron si disminuyó significativamente su desarrollo al exponerse a un estrés continuo.

Los agricultores dependen de la estación lluviosa para el trasplante de cacao, pero con esta alternativa tecnológica se permite trasplantar en cualquier época del año.

Tabla 9. Resultados para comparar los promedios de tratamientos A x B: Clones de cacao x Dosis de lluvia sólida en las variables: Altura de planta (AP) (30, 90 y 180 días), Días a la brotación de ramas (DBR), Diámetro del tallo (DT) (30, 90 y 180 días), Ramas por planta (RP) (60 y 180 días), Número de brotes (NB) (60 y 180 días), Número de hojas (NH) (90 y 180 días), Diámetro de corona foliar (DCF) (180 días) e Índice de vigor (IV) (180 días), (Caluma. 2018).

Variables	Tratamientos									Media General	CV %
	T9	T2	T7	T5	T3	T6	T8	T4	T1		
AP (30 días) (NS)	37.44 A	36.65 A	35.97 A	35.47 A	35.36 A	35.20 A	34.79 A	34.37 A	32.48 A	35.30 cm	5.48
AP (90 días) (NS)	43.69 A	42.98 A	42.86 A	41.96 A	41.86 A	41.73 A	41.48 A	40.77 A	39.09 A	41.82 cm	5.37
AP (180 días) (NS)	75.37 A	74.01 A	73.75 A	70.96 A	69.02 A	68.94 A	67.99 A	64.87 A	63.73 A	69.84 cm	5.85
DBR (NS)	52 A	48 A	45 AB	36 BC	34 BC	34 C	33 C	33 C	28 C	38 días	10.28
DT (30 días) (NS)	9.07 A	8.92 A	8.29 A	8.13 A	8.02 A	8 A	7.87 A	7.83 A	7.81 A	8.21 cm	7.55
DT (90 días) (NS)	13.99 A	13.70 A	13.38 A	13.30 A	13.28 A	12.77 A	12.33 A	12.25 A	12.09 A	13 cm	7.17
DT (180 días) (NS)	22.93 A	22.54 A	22.27 A	21.91 A	21.64 A	20.03 A	19.59 A	18.96 A	18.89 A	20.97 cm	9.29
RP (60 días) (NS)	3 A	3 A	2 A	2 A	2 A	2 A	2 A	2 A	2 A	2 ramas	17.59
RP (180 días) (NS)	4 A	4 A	4 A	4 A	4 A	4 A	3 A	3 A	3 A	3 ramas	14.94
NB (60 días) (NS)	4 A	4 A	4 A	4 A	3 A	3 A	3 A	3 A	3 A	3 brotes	15.81
NB (180 días) (NS)	10 A	10 AB	9 AB	9 AB	9 AB	8 BC	6 C	6 C	6 C	8 brotes	9.30
NH (90 días) (NS)	20 A	18 A	18 A	18 A	17 A	17 A	16 A	16 A	16 A	17 hojas	15.55
NH (180 días) (NS)	82 A	79 A	78 A	75 A	68 AB	61 ABC	54 BC	49 BC	42 C	65 hojas	10.77
DCF (180 días) (NS)	72.32 A	70.65 A	70.13 A	68.87 A	66.78 AB	66.51 AB	65.93 AB	63.32 AB	58 B	66.94 cm	5
IV (180 días) (NS)	32920 A	32746 A	31424 AB	28546 AB	28380 AB	22822 AB	20768 AB	18047 B	18004 B	25962 cm ³	17.99

Fuente: Investigación en el campo 2018.

NS=

No

significativo.

5.3. Interacción de factores A x B (Clones de cacao x Dosis de lluvia sólida)

La respuesta de la interacción del Factor A: Clones de cacao: A1: Aroma Pichilingue EETP-800, A2: Fino Pichilingue EETP-801 y A3: CCN 51 por Factor B: Dosis de lluvia sólida: B1:0 gramos por planta, B2. 36 gramos por planta y B3: 54 gramos por planta, en relación a las variables: Altura de planta (AP) (30, 90 y 180 días), Días a la brotación de ramas (DBR), Diámetro del tallo (DT) (30, 90 y 180 días), Ramas por planta (RP) (60 y 180 días), Número de brotes (NB) (60 y 180 días), Número de hojas (NH) (90 y 180 días), Diámetro de corona foliar (DCF) (180 días) e Índice de vigor (IV) (180 días), fue no significativa (Tabla 9); es decir fueron factores no dependientes.

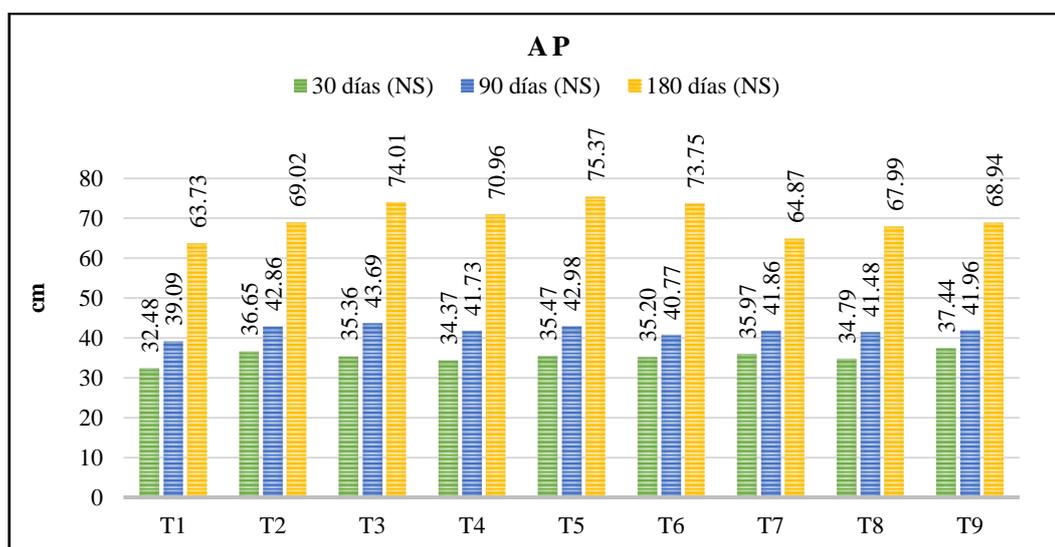


Gráfico 23. Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Altura de planta a los 30, 90 y 180 días.

En la variable Altura de planta a los 30, 90 y 180 días, los clones y las dosis no incidieron significativamente. A los 30 días el mayor promedio se registró en T9: A₃B₃ (CCN-51 + 54 gramos por planta) con 37.44 cm, mientras que el menor promedio se presentó en T1: A₁B₁ (Aroma Pichilingue EETP-800 + 0 gramos por planta) con 32.48 cm. Se presentó una media general de 35.30 cm y un coeficiente de variación de 5.48 %, (Tabla 9 y Gráfico 23).

A los 90 días el mayor promedio se registró en T3: A₁B₃ (Aroma Pichilingue EETP-800 + 54 gramos por planta) con 43.69 cm, mientras que el menor promedio se presentó en T1: A₁B₁ (Aroma Pichilingue EETP-800 + 0 gramos por planta) con 39.09 cm. Se presentó una media general de 41.82 cm y un coeficiente de variación de 5.37 %, (Tabla 9 y Gráfico 23).

A los 180 días el mayor promedio se registró en T5: A₂B₂ (Fino Pichilingue EETP-801 + 36 gramos por planta) con 75.37 cm, mientras que el menor promedio se presentó en T1: A₁B₁ (Aroma Pichilingue EETP-800 + 0 gramos por planta) con 63.73 cm. Se presentó una media general de 69.84 cm y un coeficiente de variación de 5.85 %, (Tabla 9 y Gráfico 23).

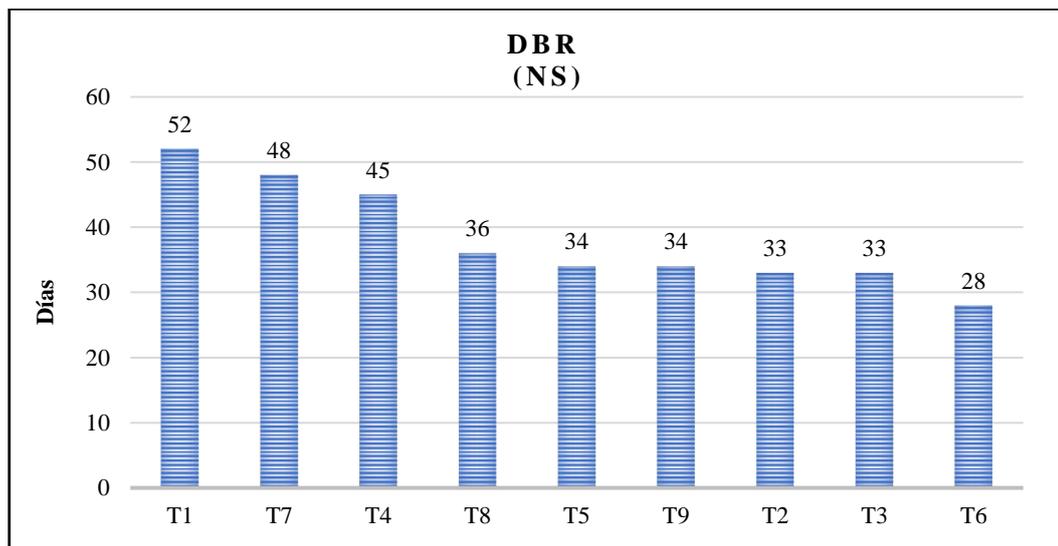


Gráfico 24. Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Días a la brotación de ramas.

En Días a la brotación de ramas el tratamiento más tardío se registró en T1: A₁B₁ (Aroma Pichilingue EETP-800 + 0 gramos por planta) con 52 días; siendo el tratamiento más precoz el T6: A₂B₃ (Fino Pichilingue EETP-801 + 54 gramos por planta) con 28 días. Se presentó una media general de 38 días y un coeficiente de variación de 10.28 %, (Tabla 9 y Gráfico 24).

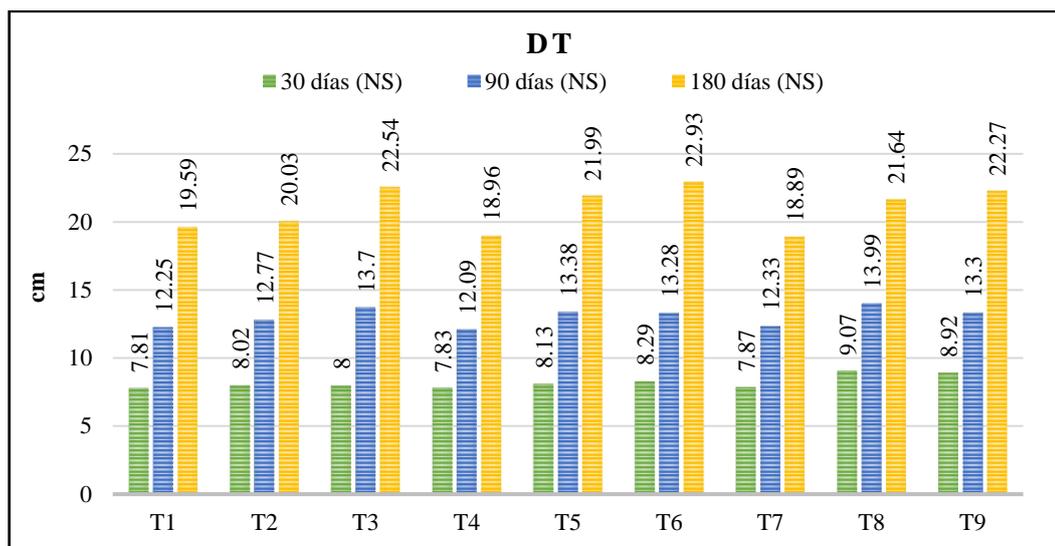


Gráfico 25. Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Diámetro de tallo a los 30, 90 y 180 días.

En Diámetro del tallo a los 30, 90 y 180 días, clones y dosis fueron factores independientes en esta variable. A los 30 días el mayor promedio se obtuvo en T8: A₃B₂ (CCN-51 + 36 gramos por planta) con 9.07 cm; mientras que el menor promedio se obtuvo en T1: A₁B₁ (Aroma Pichilingue EETP-800 + 0 gramos por planta) con 7.81 cm. Con una media general de 8.21 cm y un coeficiente de variación de 7.55 %, (Tabla 9 y Gráfico 25).

A los 90 días el mayor promedio se obtuvo en T8: A₃B₂ (CCN-51 + 36 gramos por planta) con 13.99 cm; mientras que el menor promedio se obtuvo en T4: A₂B₁ (Fino Pichilingue EETP-801 + 0 gramos por planta) con 12.09 cm. Con una media general de 13 cm y un coeficiente de variación de 7.17 %, (Tabla 9 y Gráfico 25).

A los 180 días el mayor promedio se obtuvo en T6: A₂B₃ (Fino Pichilingue EETP-801 + 54 gramos por planta) con 22.93 cm; mientras que el menor promedio se obtuvo en T4: A₂B₁ (Fino Pichilingue EETP-801 + 0 gramos por planta) y T7: A₃B₁ (CCN-51 + 0 gramos por planta) con 18.89 cm. Con una media general de 20.97 cm y un coeficiente de variación de 9.29 %, (Tabla 9 y Gráfico 25).

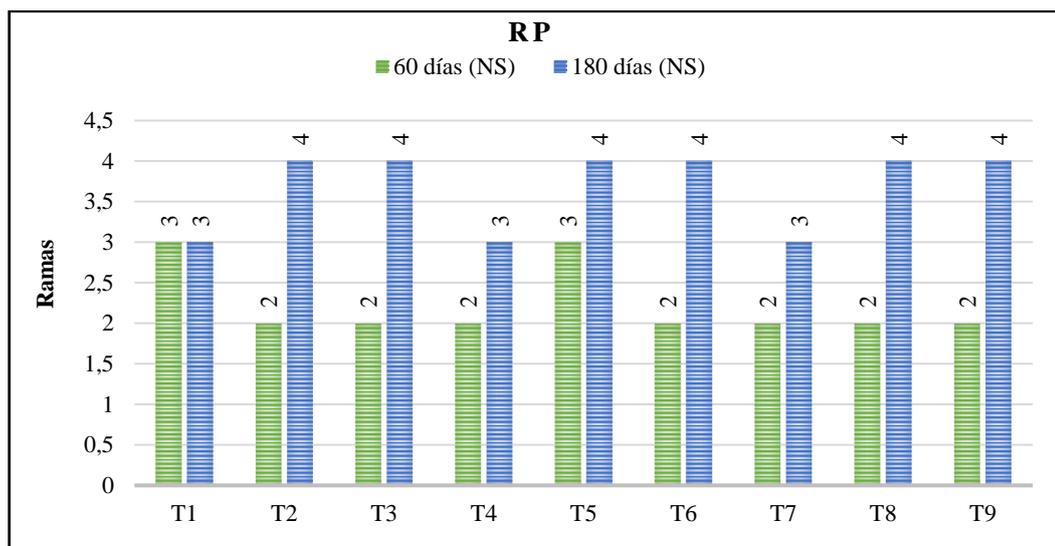


Gráfico 26. Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Ramas por planta a los 60 y 180 días.

Los clones y las dosis de lluvia sólida no incidieron significativamente en esta variable fueron factores independientes en esta variable.

A los 60 días el mayor promedio se obtuvo en T1: A₁B₁ (Aroma Pichilingue EETP-800 + 0 gramos por planta) y T5: A₂B₂ (Fino Pichilingue EETP-801 + 36 gramos por planta) con 3 ramas respectivamente; el resto de los tratamientos tuvieron 2 ramas cada uno. Se presentó una media general de 2 ramas y un coeficiente de variación de 17.59 %, (Tabla 9 y Gráfico 26).

A los 180 días el mayor promedio se obtuvo en T3, T8, T2, T5, T6 y T9 con 4 ramas respectivamente; el menor promedio en T4, T7 y T1 con 3 ramas. Con una media general de 3 ramas y un coeficiente de variación de 14.94 %, (Tabla 9 y Gráfico 26).

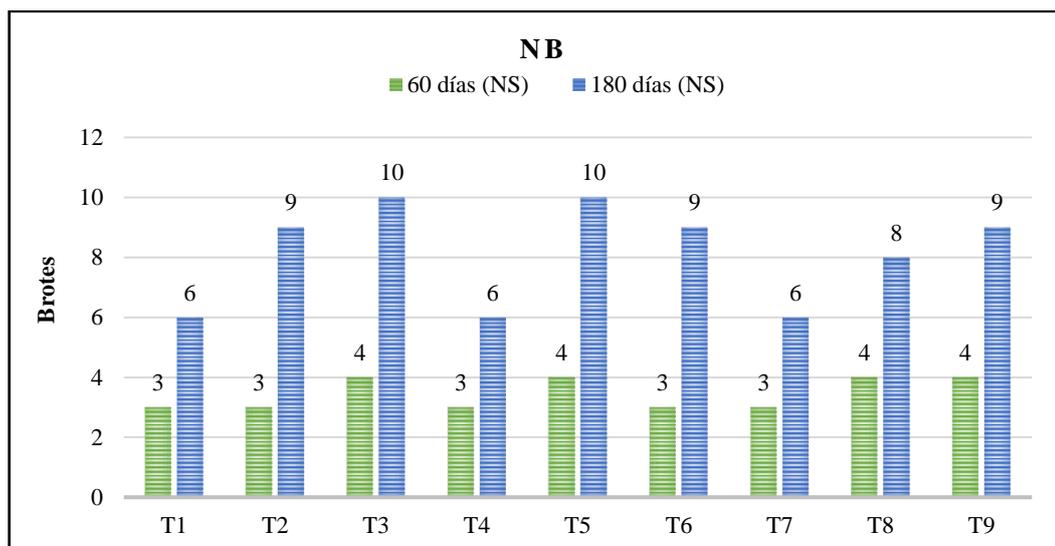


Gráfico 27. Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Número de brotes a los 60 y 180 días.

A los 60 días, el mayor promedio se registró en T9, T3, T5 y T8 con 4 brotes cada uno; el menor promedio se obtuvo en T2, T6, T7, T1 y T4 con 3 brotes respectivamente. Se presentó una media general de 3 brotes y un coeficiente de variación de 15.81 % %, (Tabla 9 y Gráfico 27).

A los 180 días, el mayor promedio se presentó en T5 y T3 con 10 brotes cada uno; el menor promedio se registró en T1, T7 y T4 con 6 brotes respectivamente. La media general fue de 8 brotes y un coeficiente de variación de 9.30 %, (Tabla 9 y Gráfico 27).

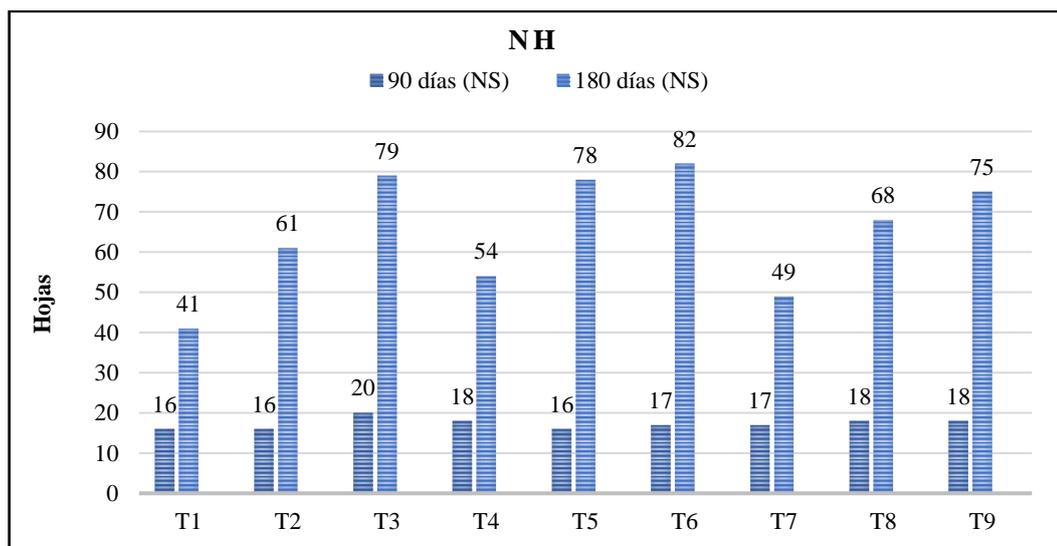


Gráfico 28. Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Número de hojas los 90 y 180 días.

Clones y dosis de lluvia no tuvieron efecto en esta variable fueron factores independientes, sus valores son similares numéricamente, pero estadísticamente no tienen diferencias.

A los 90 días el mayor promedio se registró en T3: A₁B₃ (Aroma Pichilingue EETP-800 + 54 gramos por planta) con 20 hojas; el menor promedio se obtuvo en T1, T2 y T5 con 16 hojas cada uno. Se presentó una media general de 17 hojas y un coeficiente de variación de 15.55 %, (Tabla 9 y Gráfico 28).

A los 180 días el mayor promedio se registró en T6: A₂B₃ (Fino Pichilingue EETP-801 + 54 gramos por planta) con 82 hojas; el menor promedio se obtuvo en T1: A₁B₁ (Aroma Pichilingue EETP-800 + 0 gramos por planta) con 42 hojas. Se presentó una media general de 65 hojas y un coeficiente de variación de 10.77 %, (Tabla 9 y Gráfico 28).

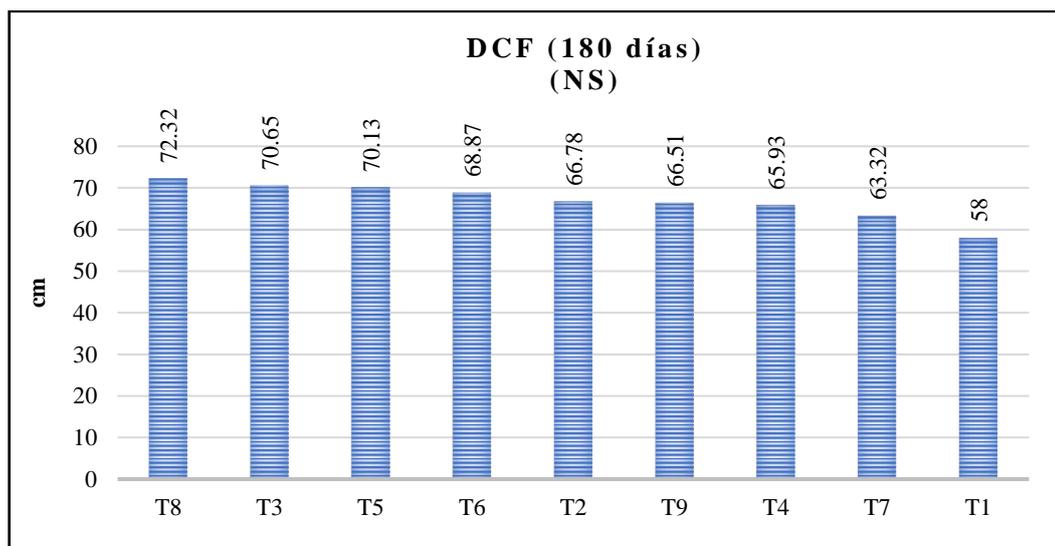


Gráfico 29. Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Diámetro de corona foliar a los 180 días.

A los 180 días, el mayor promedio se obtuvo en T8: A₃B₂ (CCN-51 + 36 gramos por planta) con 72.32 cm; mientras que el menor promedio se registró en T1: A₁B₁ (Aroma Pichilingue EETP-800 + 0 gramos por planta) con 58 cm. Con una media general de 66.94 cm y un coeficiente de variación de 5 %, (Tabla 9 y Gráfico 29).

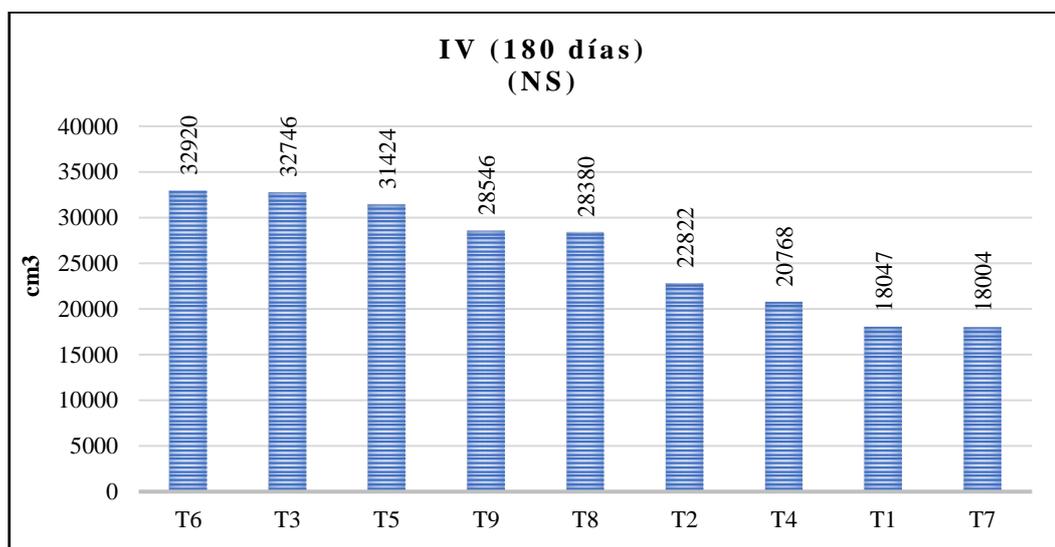


Gráfico 30. Interacción del factor A: Clones de cacao por el factor B: Dosis de lluvia sólida en la variable Índice de vigor a los 180 días.

En Índice de vigor a los 180 días, el mayor promedio se obtuvo en T6: A₂B₃ (Fino Pichilingue EETP-801 + 54 gramos por planta) con 32920 cm³; mientras que el menor promedio se registró en T7: A₁B₁ (CCN-51 + 0 gramos por planta) con 18004 cm³. Con una media general de 25962 cm³ y un coeficiente de variación de 17.99 %, (Tabla 9 y Gráfico 30).

Durante el tiempo de investigación no hubo mortalidad de plantas, registrándose a los 180 días el 100 % de sobrevivencia en todos los tratamientos; aunque se evidenció mayor altura de planta e índice de vigor en las plantas de cacao con dosis de lluvia sólida, resaltando el clon Fino Pichilingue EETP-801. Todas las plantas presentaron buen estado fitosanitario no se registraron enfermedades quizás, debido a la baja presión de patógenos durante este período de verano.

5.4. Contrastes ortogonales

Tabla 10. Contrastes ortogonales establecidos en base a las medias de A1: Aroma Pichilingue EETP-800 vs. A2: Fino Pichilingue EETP-801.

Variables	Promedios	
	Aroma Pichilingue EETP-800	Fino Pichilingue EETP-801
Altura de planta (AP) (180 días) (*)	68.92 cm	73.36 cm
Número de hojas (NH) (180 días) (*)	61 hojas	71 hojas

* Significativo al 5 %.

Los contrastes y comparaciones ortogonales planteadas (Tabla 10), determinaron las tendencias de comportamiento entre las medias analizadas, al comparar los clones de cacao Aroma Pichilingue EETP-800 vs. Fino Pichilingue EETP-801, se estableció que hubo diferencias estadísticas significativas (*) para las variables: Altura de planta (AP) (180 días) y Número de hojas (NH) (180 días). Registrando el clon Fino Pichilingue EETP-801 mayor altura de planta y mayor Número de Hojas (180 días) en relación al clon EETP-800, (Tabla 10).

Tabla 11. Contrastes ortogonales establecidos en base a las medias de A1: Aroma Pichilingue EETP-800 vs. A3: CCN 51.

Variables	Promedios	
	Aroma Pichilingue EETP-800	CCN-51
Altura de planta (AP) (180 días) (*)	68.92 cm	67.27 cm
Número de hojas (NH) (180 días) (*)	61 hojas	64 hojas

* Significativo al 5 %.

Se presentó diferencia estadística significativa entre los dos clones en la variable Altura de planta (AP) (180 días) y Número de hojas (NH) (180 días), presentando el promedio más alto en altura el clon Aroma Pichilingue EETP-800 y el mayor número de hojas se registró en el clon CCN-51, (Tabla 11).

Tabla 12. Contrastes ortogonales establecidos en base a las medias de A2: Fino Pichilingue EETP-801 vs. A3: CCN 51.

Variables	Promedios	
	Aroma Pichilingue EETP-801	CCN-51
Altura de planta (AP) (180 días) (*)	73.36 cm	67.27 cm
Número de hojas (NH) (180 días) (*)	71 hojas	64 hojas

* Significativo al 5 %.

El clon Fino Pichilingue EETP-801 presentó mayor número de hojas superando con 7 hojas y mayor altura de plantas superando con 6.09 cm al clon CCN 51. Estos resultados confirman la estabilidad del clon en esta zona agroecológica, (Tabla 12).

5.5. Coeficiente de variación (CV)

En esta investigación se calcularon valores del CV inferiores al 20 % en las variables que estuvieron bajo el control del investigador por lo tanto las inferencias, conclusiones y recomendaciones son válidas para esta zona agroecológica.

5.6. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 13. Resultado del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs), que tuvieron una estrechez significativa sobre el vigor (Variable dependiente Y) en el cultivo de cacao, (Caluma, 2018).

Componentes del vigor (Variable independiente X)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b)	Coefficiente de determinación (R ² %)
Altura de planta (180 días)	0.54 **	0.2916	29.16
Días a la brotación de ramas	-0.68 **	-0.4624	46.24
Diámetro de tallo (30 días)	0.38 *	0.1444	14.44
Diámetro de tallo (90 días)	0.58 **	0.3364	33.64
Diámetro de tallo (180 días)	0.92 **	0.8464	84.64
Ramas por planta (180 días)	0.56 **	0.3136	31.36
Número de brotes (60 días)	0.47 *	0.2209	22.09
Número de brotes (180 días)	0.70 **	0.49	49
Número de hojas (90 días)	0.40 *	0.16	16
Número de hojas (180 días)	0.78 **	0.6084	60.84
Diámetro corona foliar (180 días)	0.73 **	0.5329	53.29

Fuente: Investigación en el campo 2018.

** = Altamente significativo al 1 %.

* = Significativo al 5 %.

5.6.1. Coeficiente de correlación “r”

Correlación es la relación o estrechez significativa positiva o negativa entre dos variables y su valor máximo es +/-1 y no tiene unidades. En esta investigación las variables que tuvieron una estrechez altamente significativa y positiva con el vigor fueron: Diámetro de tallo (90 y 180 días), Número de hojas (180 días), Diámetro de corona foliar (180 días), Número de brotes (180 días), Ramas por planta (180 días), Altura de planta (180 días), y en respuesta diferente; es decir una relación negativa fue Días a la brotación (Tabla 13).

5.6.2. Coeficiente de regresión “b”

Regresión es el incremento o disminución de la variable dependiente (Y), por cada cambio único de las variables independientes (Xs). En este experimento las variables que contribuyeron a incrementar el vigor fueron: Diámetro de tallo (180 días), Número de hojas (180 días), Diámetro corona foliar (180 días), Número de brotes (180 días); es decir que valores más elevados de estas variables, significaron mayor incremento del vigor. Sin embargo, el componente que redujo el vigor fue Días a la brotación de ramas; es decir una brotación más tardía, se refleja en un menor vigor, (Tabla 13).

5.6.3. Coeficiente de determinación (R^2 %)

El (R^2) nos indica en qué porcentaje se incrementó o redujo el índice de vigor por efecto de un componente de desarrollo vegetativo. En esta investigación el mayor vigor se debió al incremento del 84.64 % de Diámetro de tallo (180 días), 60.84 % a Número de hojas (180 días), 53.29 % a Diámetro de corona foliar, 49 % a Número de brotes (180 días), 33.64 % a Diámetro de tallo (90 días), 31.36 % a Ramas por planta (180 días); es decir que valores más elevados de estas variables, significaron mayor vigor en plantas de cacao al final del ensayo. La reducción en

el vigor se debió en un 46.24 % a Días a la brotación de ramas, mientras más tardía la brotación menor vigor presentaron plantas, (Tabla 13).

5.7. Costos económicos de las diferentes dosis de lluvia sólida

Debido a que la plantación recién se estableció y no está en producción, al utilizar lluvia sólida en la plantación de cacao se tomó en cuenta los valores que variaron entre cada una de las dosis: Lluvia sólida, agua para riego, jornales en riegos, (Tabla 14).

Tabla 14. Costos económicos de las diferentes dosis de lluvia sólida.

Costos variables	Dosis de lluvia sólida		
	B1 (0 g/planta) 945 litros/6 meses	B2 (36 g/planta) 546 litros/6 meses	B3 (54 g/planta) 459 litros/6 meses
Lluvia sólida (\$)	0	1.01	1.51
Agua de riego (\$)	1.89	1.09	0.92
Jornales de riego (\$)	23.63	13.65	11.48
Total (\$)	25.52	15.75	13.91

Fuente: Investigación en el campo 2018.

En los seis meses de ensayo desde julio a diciembre de acuerdo a las lecturas del tensiómetro Irrometer se determinó la cantidad de agua a regar en las plantas con diferentes dosis de lluvia sólida; con la dosis cero se regó cada 15 días, con la dosis de 36 gramos a los 63 días y con la dosis de 54 gramos a los 85 días después del trasplante. Las plantas con dosis de lluvia sólida sobrevivieron gracias a que se mantuvieron niveles de humedad en el suelo por más tiempo, el desarrollo vegetativo no se vio afectado por estrés hídrico y se evidenció un mayor vigor vegetativo de las plantas tratadas. Lo contrario sucedió en las plantas trasplantadas con dosis cero debido a que se regaron quincenalmente para evitar la muerte de las mismas por falta de humedad y aunque sobrevivieron en un 100 % no presentaron un índice de vigor satisfactorio.

El costo de agua fue de 2 dólares por metro cúbico, el de lluvia sólida 28 dólares el kilo y el jornal costó 5 dólares por cada 200 litros regados. Con dosis cero de lluvia se regó un promedio de 945 litros de agua, el costo total fue de 25.52 dólares; en la dosis de 36 gramos se regó un promedio de 546 litros, reduciéndose 399 litros en riego, gastando 15.75 dólares, teniendo un ahorro 9.77 dólares en referencia a la dosis cero; se regó un promedio de 459 litros en la dosis de 54 gramos, 486 litros menos que en la dosis cero y 87 litros menos que en la dosis de 36 gramos, gastando 13.91 dólares, ahorrando 11.61 dólares con relación a la dosis cero. Y hubo una diferencia de 1.84 dólares en las dosis de 36 y 54 gramos respectivamente, además se reducen las frecuencias y volúmenes de riego.

De acuerdo con los costos totales al final del ensayo se infiere que la utilización de lluvia sólida al trasplante con la dosis alta de 54 gramos se reduce en un 54.51 % el gasto de mantenimiento con una diferencia de 45.49 % con la dosis cero y 11.68 % con la dosis media de lluvia sólida. Además, el almacenamiento de agua en forma sólida para ser utilizado directamente a nivel de la raíz y las frecuencias de riego bajas permiten ahorrar costos indirectos como combustible, mantenimiento de equipos y accesorios, así como mano de obra calificada.

VI. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

En función de los resultados estadísticos inferimos que el desarrollo de los clones de cacao no es igual con las dosis de lluvia sólida, por cuanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna pues la aplicación de lluvia sólida tuvo un efecto significativo en cuanto a las variables agronómicas.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

En base al análisis e interpretación de los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

- ✓ En el Factor A (Clones de cacao), los tres clones fueron similares esta zona agroecológica; este promedio es sólo considerado por los seis meses de estudio, en la primera etapa de establecido el huerto clonal.
- ✓ El Factor B (Dosis de lluvia sólida) en la zona agroecológica de Caluma y en la época de trasplante realizada (1 de julio), permitió mantener niveles de humedad en el suelo que favorecieron el buen desarrollo fenológico del cultivo, se evidenció un mayor índice de vigor en B3: 54 gramos por planta.
- ✓ En la interacción del factor A x B aunque estadísticamente no hubo diferencias numéricamente el tratamiento que presentó mejor índice de vigor a los 180 días con 32920 cm³ fue T6: A₂B₃ (Fino Pichilingue EETP-801 + 54 gramos por planta).
- ✓ Las variables que contribuyeron a incrementar el vigor fueron: Diámetro de tallo (180 días) con 84.64 %, Número de hojas (180 días) con 60.84 %, Diámetro de corona foliar (180 días) con 53.29 %, Número de brotes (180 días) con 49 %, Diámetro de tallo (DT) (90 días) con 33.64 % y Ramas por planta (180 días) con 31.36 %.

- ✓ Económicamente es rentable utilizar lluvia sólida en dosis de 54 gramos por planta como reservorio de agua, haciendo factible el trasplante de cacao en meses de estiaje, siendo \$ 11.61 más económico que sin aplicar lluvia sólida.

7.2. Recomendaciones

En base a las diferentes conclusiones sintetizadas en esta investigación se recomienda:

- ✓ Continuar con el seguimiento y evaluación del experimento hasta la fase de producción de los clones para determinar cuál es el que brinda mayor rentabilidad y generar información consistente para esta zona agroecológica.
- ✓ Bajo las condiciones del ensayo, se sugiere emplear dosis 54 gramos por planta de lluvia sólida, por ser más económica, acortar los días de brotación y mejorar variables de crecimiento como el diámetro, altura e índice de vigor de las plantas de cacao en meses de estiaje.
- ✓ Realizar estudios enfocados a dosificación y fertilización con lluvia sólida, para lograr mayor eficiencia en la producción, mejorar la economía del agricultor y aportar a nuevas tecnologías limpias en la agricultura.
- ✓ Validar este ensayo en otras zonas agroecológicas, para corroborar el potencial de la lluvia sólida.
- ✓ Efectuar la retroinformación de los resultados a los agricultores, socializando la posibilidad de trasplante en meses de estiaje sin disponer de riego utilizando lluvia sólida, no generando pérdidas siendo viable y mejorando los ingresos económicos para el sector.

Bibliografía

1. Amores, F., Garzón, I. y Suárez, C. 2010. Producción intensiva de cacao Nacional con sabor “Arriba”: Tecnología, presupuesto y rentabilidad. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Manual Técnico N° 82. Quevedo, Ecuador. p. 42.
2. ANECACAO. Asociación Nacional de Exportadores de Cacao e industrializados del Ecuador. 2015. Historia del cacao. Recuperado el 27 de julio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/historia-del-cacao.html>
3. Aguilar, L., López, A. 2016. Balance de agua y requerimientos de riego en cacao. Recuperado el 27 de mayo de 2019. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/306079740_Balance_de_agua_y_requerimientos_de_riego_en_cacao
4. Agustí, M. 2010. Fruticultura. Editorial Mundi-Prensa. ISBN 978-84-8476-398-7. Madrid, España. p. 507.
5. AGROCALIDAD. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento y Calidad del Agro. 2012. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Cacao. Resolución Técnica N°183. Inocuidad de los Alimentos. p. 15.
6. Arvelo, M., González, D., Maroto, S., Delgado, T. y Montoya, P. 2017. Manual Técnico del Cultivo de Cacao. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA. ISBN: 978-92-9248-732-4. San José, Costa Rica. pp. 25, 59, 76.
7. Arvelo, M., Delgado, T. y Maroto, S. 2017. Situación de la producción de cacao en el mundo y en América. En: Arvelo, M., González, D., Delgado, T., Maroto, S. y Montoya, P. 2017. Estado actual sobre la producción, el comercio y cultivo del cacao en América. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA ISBN: 978-92-9248-719-5. San José, Costa Rica. pp. 4, 101, 152.
8. Batista, L. 2009. Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc-

CEDAF. Recuperado el 20 de junio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>

9. Bautista, A. 2014. Lluvia sólida innovación mexicana. Ingeniería química. Academia Panamericana de ingeniería. Ciudad de México, México. Recuperado el 2 de junio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.academiapanamericanaingenieria.org>
10. Cabildo, M., Claramunt, R., Cornago, M., Escolástico, C., Esteban, S., Farrán. *et al.*, 2010. Reciclado y tratamiento de residuos. Editorial UNED. ISBN: 978-84-362-5504-1 Madrid, España. p. 390.
11. Carrión, S. 2012. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (*Theobroma cacao L.*) variedad CCN-51, Jama, Manabí. Tesis Ing. Agroempresas. Universidad San Francisco de Quito. Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición. Quito, Ecuador. p. 4.
12. Cueva, C. 2017. Cacao sostenible. Manual DAS. Recuperado el 17 de junio de 2018. [En línea]. Disponible en: <https://das.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/cacao-sostenible-manual-DAS.pdf>
13. Echeverri, J. 2013. Tecnología moderna en la producción de cacao: Manual para productores orgánicos. Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG. ISBN 978-9968-877-56-5. San José, Costa Rica. pp. 18, 46.
14. Espí, E., Díaz, T., Fontecha, A., Jiménez, J., López, J. y Salmerón, A. 2001. Los filmes plásticos en la producción. Editorial Mundi-Prensa. ISBN 9788484760047. Madrid, España. p. 320.
15. Estrada, A. 2006. Los Polímeros. Ponencia presentada en el II Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia. León, Guanajuato.
16. García, C. 2007. Mejoramiento genético del cacao. En: Diplomado en Cultivos Industriales Tropicales. Ed. UNAS. Tingo María. pp. 69, 98.
17. García, L. 2012. Catálogo de cultivares de cacao del Perú. Recuperado el 23 de julio de 2018. [En línea]. Disponible en: https://issuu.com/riicchperu/docs/cultivaresdecacaoxluisgarcia_segund/57
18. García, J. 2014. Caracterización de las respuestas fisiológicas y bioquímicas en tres clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) sometidos a diferentes niveles de déficit hídrico. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Agronomía, Escuela de postgrados-Programa de doctorado. Bogotá, Colombia. p. 166.

19. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Caluma. 2017. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Caluma. p. 143.
20. Guerrero, G. 2013. El cacao ecuatoriano su historia empezó antes del siglo XV. Revista Líderes, 1.
21. Hassler, M. 2018. World Plants: Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World. In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2015 Annual Checklist (Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Kunze T., Flann C., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., eds). Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
22. Hidalgo, N. 2015. Materiales Genéticos de cacao (*Theobroma cacao* L.). Recuperado el 12 de julio de 2018. [En línea]. Disponible en: http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/materiales_geneticos_cacao.pdf
23. INIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2009. Manual de cultivo de cacao para la Amazonía ecuatoriana. Estación Experimental Central de la Amazonía. Coca, Ecuador. pp. 25, 143.
24. INIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2014. Cacao nutrición. Recuperado el 12 de julio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/cacao/nutricion.pdf>
25. INIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2017. Programa Nacional de Cacao del INIAP desarrolla clones de cacao de alta productividad. Recuperado el 12 de junio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/web/programa-nacional-de-cacao-del-iniap-desarrolla-clones-de-cacao-de-alta-productividad/>
26. INTA. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. 2010. Guía técnica del cultivo de cacao. Edición N° 4. Managua, Nicaragua. Recuperado el 19 de julio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/Guia%20CACAO%202010.pdf>
27. James, W. 1974. Assessment of plant diseases and losses. Annual Review of Phytopathology 12:27-48.

28. Johnson, M., Bonilla, J. y Agüero, L. 2008. Manual de manejo y producción del cacaotero. Recuperado el 29 de julio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01J71.pdf>
29. León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. Número 84 de Colección de libros y materiales educativos. Editor Agroamérica, 2000. ISBN 92-9039-395-5. San José, Costa Rica. pp. 107, 522.
30. López, P., Ramírez, M., Mendoza, A. 2011. Paquete Tecnológico Cacao (*Theobroma cacao* L.) establecimiento y mantenimiento. Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sureste de México: Trópico Húmedo. Huimanguillo, Tabasco. pp. 3.
31. M&O Consulting S.A.C. 2008. Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú “Proyecto de Cooperación UE-Perú en materia de asistencia técnica relativa al comercio-apoyo al Programa Estratégico Nacional Exportaciones (PENX 2003-2013)”. Consultoría: 24/2007/PNRC/LOTE 2. Lima, Perú. pp. 22, 152.
32. Mendoza, C. 2013. El cultivo de cacao. Opción rentable para la selva. ISBN 978-612-4043-50-5. Lima, Perú. pp. 22, 48.
33. Moreno, E. s.f. Crecimiento y desarrollo de plantas. Recuperado el 9 de abril de 2019. [En línea]. Disponible en: http://bibliofep.fundacionempresaspoliar.org/media/16993/libro_mundo_biologia_lw_13.pdf
34. Motato, N. y Cedeño, J. 2010. Manejo técnico del cultivo de cacao en Manabí. Recuperado el 7 de julio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1292/4/iniappom75%20p1-9.pdf>
35. Murillo, D., Welva, G., García, Z. 2011. Cultivo de cacao. Universidad de Antioquía. Facultad de Ciencias Agrarias. Ingeniería Agropecuaria. Recuperado el 27 de julio de 2018. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/66479203/CACAO>
36. Paredes, M. 2003. Manual del cultivo del cacao, Ministerio de agricultura de Perú. Recuperado el 30 de julio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/215.pdf>
37. Perea, E. y Damián, G. 2012. Exporta investigador mexicano lluvia sólida, tecnología menospreciada en México pese a sequía recurrente. Recuperado el 13 de febrero de 2019. [En línea]. Disponible en: http://www.atl.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=4461:exporta-investigador-mexicano-lluvia-solida-tecnologia-menospreciada-en-mexico-pese-a-sequia-recurrente&catid=139:noticias-nacionales&Itemid=779

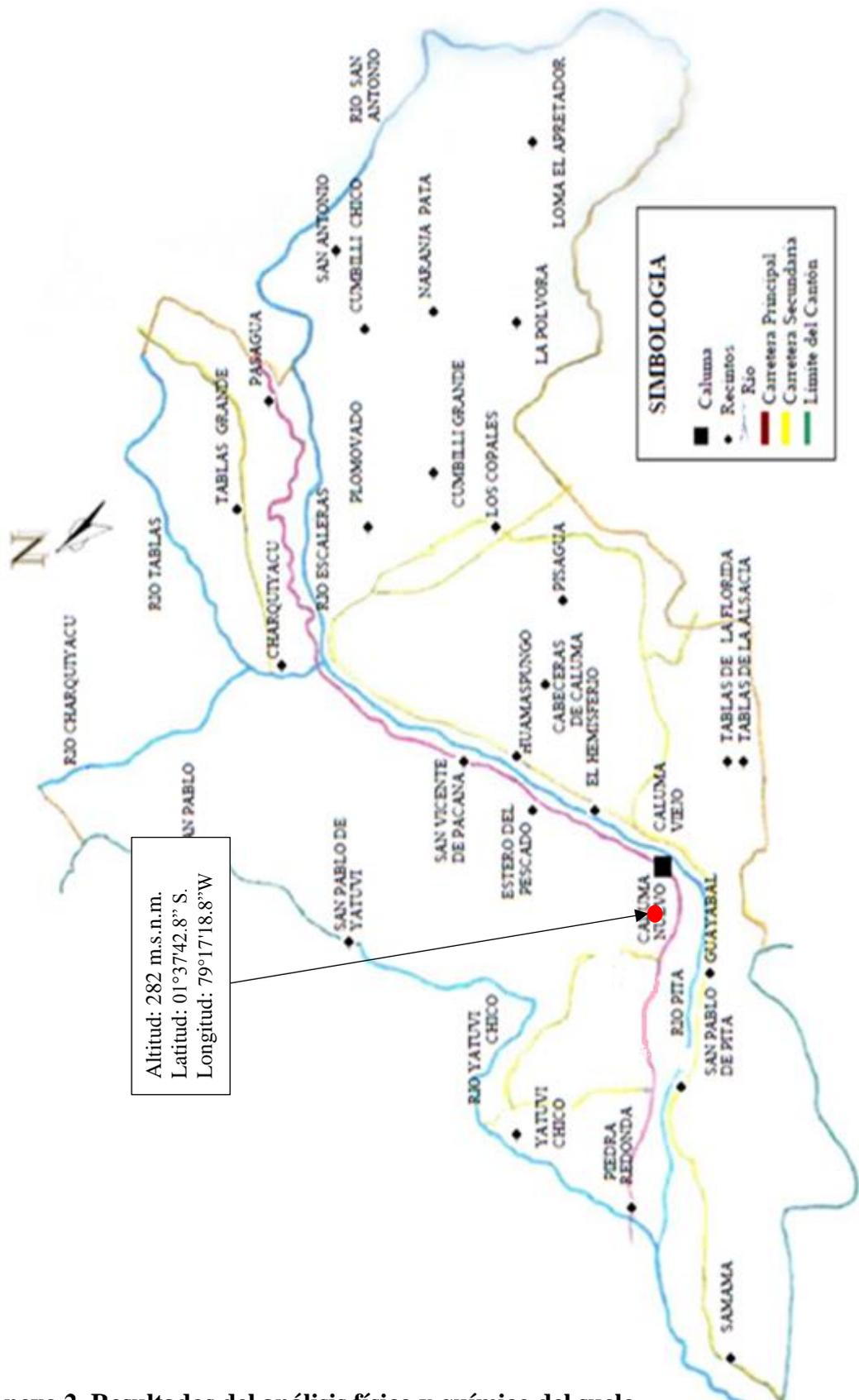
38. Phillips, W. 2009. Catálogo: enfermedades del cacao en Centroamérica. Serie Técnica. Manual Técnico. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 24.
39. Quiroz, J. y Elizalde, M. 2014. Guía técnica del cultivo de cacao. Recuperado el 3 de junio de 2018. [En línea]. Disponible en: https://www.feedingknowledge.net/home?p_p_id=1_WAR_feeding_knowledgeportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=pop_up&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&_1_WAR_feeding_knowledgeportlet_cmd=serveAttachment&_1_WAR_feeding_knowledgeportlet_stepAttachmentId=7817
40. Quiroz, J. y Mestanza, S. 2012. Establecimiento y manejo de una plantación de cacao. Programa Nacional del Cacao. Recuperado el 27 de julio de 2018. [En línea]. Disponible en: http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/12/boletin_146_establecimiento_y_manejo_de_una_plantaci%C3%B3n_de_cacao.pdf
41. Quiroz, J. 2002. Caracterización molecular y morfología de genotipos superiores de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza. Escuela de Posgrado. Turrialba, Costa Rica. p. 25.
42. Rigato, J., *et al.* 2009. Physiological characteristics and growth of grafts of *Theobroma cacao* L. bred under different doses of water retaining polymers and submitted to a cycle of moisture deficit., pp. 190 En "Summaries 16 International coca research conference. (Working document)".
43. Rojas, B., Aguilera, R., Prin, J., Cequea, H., Cumana, J., Rosales, E. *et al.* 2004. Estudio de la germinación de semillas de tomate en suelos áridos extraídos de la península de Araya (Venezuela) al utilizar polímeros de tipo Hidrogeles. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 5 (1), 2.
44. Rondon, J. 2000. Mejoramiento genético del cacao (*Theobroma cacao* L.). En: Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Bucaramanga, Corpoica. pp. 37, 38.
45. Silos de agua. S.A. 2012. Hoja de datos de seguridad. Ficha técnica Silos de Agua. Recuperado el 30 de junio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13384/TM-2433.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
46. Skirycz, A., e Inzé, D. 2010. More from less: plant growth under limited water. *Current Opinion in Biotechnology* 21, 197-203.
47. SIPA. Sistema de Información Pública Agropecuaria. 2014. Zonificación agroecológica económica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)

en el Ecuador Continental a escala 1:250000. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado el 18 de junio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cacao/zonificacion-de-cultivo-cacao-ecuador>

48. SIPA. Sistema de Información Pública Agropecuaria. 2017. Rendimientos de cacao almendra seca (*Theobroma cacao*) en el Ecuador 2017. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Informe de Rendimientos Objetivos de Cacao. Recuperado el 2 de junio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/informe-de-rendimientos-objetivos/rendimiento-de-cacao>
49. Tenhonen, M. y Moffett, C. 2018. ¿Qué es Silos de agua? Recuperado el 9 de julio de 2018. [En línea]. Disponible en: <http://silosdeagua.cl/que-es-silos-de-agua/>
50. Velasco, S. 2006. Lluvia Sólida. Ponencia presentada en IV Foro Mundial del Agua, Ciudad de México.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de la ubicación del ensayo



Anexo 2. Resultados del análisis físico y químico del suelo



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
 Nombre : Echeverría
 Dirección :
 Ciudad : Caluma
 Teléfono :
 Fax :
DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : Miguel
 Provincia : Bolívar
 Cantón : Caluma
 Parroquia :
 Ubicación : Sitio Loma de Pita

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo Actual :
 N° Reporte : 4234
 Fecha de Muestreo : 18/06/2018
 Fecha de Ingreso : 18/06/2018
 Fecha de Salida : 05/07/2018

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		ppm				meq/100ml				ppm			
	Identificación	Area	NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
89934	Lote Viscate		12	36	1,02	17	1,8	6	11,4	17,3	244	10,1	0,34	
89935			6,7	PN	A	A	A	M	B	A	A	M	B	



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados.

INTERPRETACION		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
MAC = Muy Acido	LAc = Liger Acido	LAI = Suelo: agua (1:2,5)	Olse Modificado	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
Ac = Acido	PN = Pnac. Neutro	RC = Requiere Cal	N,P,B = Colorimetría	Fosfato de Calcio Monobásico	
MeAc = Mediu. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino	S = Turbidimetría	B,S	
			K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción automática		

X. W. [Signature]
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

X. G. [Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO



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

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : Echeverria Chico José Miguel
 Dirección :
 Ciudad : Caluma
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : Miguel
 Provincia : Bolívar
 Cantón : Caluma
 Parroquia :
 Ubicación : Sitio Loma de Pita

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo Actual :
 N° de Reporte : 4234
 Fecha de Muestreo : 18/06/2018
 Fecha de Ingreso : 18/06/2018
 Fecha de Salida : 05/07/2018

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m		Ca		Mg		Ca+Mg		(meq/l) ^{1/2}		ppm		Textura (%)	
	Al+H	Al	Na	C.E.	Mg	K	Mg	K	K	Σ	RAS	CI	Arenal	Limo	Arcilla	Clase Textural	
89934	0,09	B		0,29	8,7	2,88	9,4	1,76	27,88	23,19			26	42	32	Franco-Arcilloso	
89935				NS	9,4	1,76			18,43	19,82							



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán Technicos en los resultados.

INTERPRETACION

Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y CI	
B	NS	S	B	M	A
M	LS	MS	M	M	A
T					

ABREVIATURAS

C.E.
M.O.
RAS

METODOLOGIA USADA

C.E.
M.O.
Al+H

X. W. P. [Signature]
RESPONSABLE DFTO. SUELOS Y AGUA

X. Goeta [Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO



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

Nombre : Echeverría Muñoz Vicente David
 Dirección : reydavidecheverria@gmail.com
 Ciudad : Caluma
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : Caluma
 Provincia : Bolívar
 Cantón : Caluma
 Parroquia :
 Ubicación : Sitio

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
 N° Reporte : 5577
 Fecha de Muestreo : 25/04/2019
 Fecha de Ingreso : 25/04/2019
 Fecha de Salida : 14/05/2019

N° Muestr. Laborat.	6.7 PS Datos del Lote		ppm				meq/100ml				ppm			
	Identificación	Area	NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
94925	Muestra 1		18	40	0,79	12	0,6	25	6,9	20,3	338	20,8	0,20	



INTERPRETACIÓN

pH		Elementos: de N a B	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	B = Bajo	RC = Requiere Cal
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	M = Medio	
MeAc = Mediu. Acido	N = Neutro	A = Alto	

X. W. [Signature]
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S

+ [Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO



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.cetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : Echeverria Muñoz Vicente David
 Dirección : reydavidecheverria@gmail.com
 Ciudad : Caluma
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : Caluma
 Provincia : Bolívar
 Cantón : Caluma
 Parroquia :
 Ubicación : Sitio

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo Actual :
 N° de Reporte : 5577
 Fecha de Muestreo : 25/04/2019
 Fecha de Ingreso : 25/04/2019
 Fecha de Salida : 14/05/2019

N° Muest. Laborat.	meq/100ml		dS/m		Ca		Ca+Mg		(meq/l)½		ppm		Textura (%)		Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	Mg	K	Mg	K	Σ	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
94925					20,0	0,76	15,95	13,39				39	49	12	Franco



INTERPRETACION

Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl	
B	= Bajo	NS	= No Salino	S	= Salino
M	= Medio	LS	= Lig. Salino	MS	= Muy Salino
T	= Tóxico			A	= Medio
				M	= Medio
				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 Weibley Black
Al+H	= Titulación con NaOH

X. W. [Signature]
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

+ [Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 3. Base de datos

Código de variables de la base de datos:

REP: Repeticiones.

TRAT: Tratamientos.

FA: Factor A.

FB: Factor B.

AP: Altura de planta (cm) (30, 60 y 180 días)

DB: Días a la brotación.

DT: Diámetro del tallo (30, 60 y 180 días).

DCF: Diámetro de la corona foliar (180 días).

IV: Índice de vigor (IV) (180 días).

RP: Ramas por planta (60 y 180 días).

NB: Número de brotes (60 y 180 días).

NH: Número de hojas (90 y 180 días).

CT: Circunferencia de tallo.

PS: Porcentaje de sobrevivencia (180 días).

TRAT	REP	FA	FB	AP 30	AP 90	AP 180	DB	DT 30	DT 90	DT 180	RP 60	RP 180	NB 60	NB 180	NH 90	NH 180	DCF 180	IV 180
1	1	1	1	31.03	36.55	55.85	50	7.03	10.24	18	3	3	2	6	13	34	50	11162.20
2	1	1	2	39.03	43.8	69.35	32	7.97	12.54	20	3	4	4	10	16	69	65.33	22357.89
3	1	1	3	32.02	38.85	71.48	33	7.83	13	23	2	4	4	9	17	72	68.11	31773.34
4	1	2	1	36.24	44.42	74.39	42	7.09	10.5	18.05	2	3	3	6	17	54	64.33	19235.09
5	1	2	2	34.94	42.44	74.33	35	7.36	12.72	21.38	2	3	4	9	16	83	70.93	29731.81
6	1	2	3	35.06	40.38	70.45	27	7.86	11.92	24.45	3	4	3	8	19	90	69.89	36313.29
7	1	3	1	36.28	42.28	68.15	57	7.39	12.46	16.09	2	3	3	7	16	54	67.72	14740.31
8	1	3	2	32.08	38.94	69.45	42	9.3	14.04	19.95	2	4	3	7	16	72	69.94	23850.39
9	1	3	3	37.09	40.47	68.24	37	9.87	14.14	25.43	2	4	4	9	19	72	68.54	37315.36
1	2	1	1	31.18	40.5	69.35	55	8.05	12	19.9	2	2	3	6	13	47	61.67	20894.81
2	2	1	2	34.94	41.09	68.25	33	8.87	13	19.78	2	3	3	8	13	52	66.89	22035.77
3	2	1	3	36.11	44.03	76.35	32	8.15	14	22.2	2	4	4	10	20	78	69.11	32082.46
4	2	2	1	33.14	38.71	70.25	49	8.19	12.26	18.83	2	3	3	7	18	57	63.89	19633.23
5	2	2	2	35.6	42.18	77.78	37	8.38	13.62	23.43	3	4	3	11	19	85	69.56	36642.40
6	2	2	3	35.11	40.02	76.35	28	8.54	13.96	21.28	2	3	4	10	14	76	70	29858.10
7	2	3	1	35	42.27	67.78	42	8.71	12.52	18.01	2	3	3	6	18	49	59.67	16184.41
8	2	3	2	34	40.16	62.28	33	8.59	13.2	23.97	2	4	4	8	20	65	72.78	32129.84
9	2	3	3	38.9	43.28	67.22	31	8.47	12.74	19.6	2	3	4	9	20	83	64.44	20529.48
1	3	1	1	35.23	40.22	66	50	8.35	14.5	20.86	3	3	3	6	22	44	62.33	22084.19
2	3	1	2	35.99	43.69	69.45	34	7.22	12.78	20.31	2	4	3	8	18	63	68.11	24072.14
3	3	1	3	37.96	48.2	74.2	33	8.02	14.1	22.42	2	3	3	10	22	87	74.72	34381.42
4	3	2	1	33.74	42.05	68.25	45	8.21	13.5	20	2	3	2	6	18	51	69.58	23434.67
5	3	2	2	35.87	44.32	74	30	8.65	13.8	20.91	3	4	4	10	14	67	69.89	27897.59
6	3	2	3	35.43	41.92	74.45	30	8.47	13.96	23.06	2	4	3	10	18	79	66.72	32587.51
7	3	3	1	36.63	41.02	58.67	45	7.51	12	22.58	2	3	3	6	18	45	62.56	23087.27
8	3	3	2	38.29	45.34	72.25	33	9.31	14.72	20.99	2	3	4	8	17	68	74.25	29158.89
9	3	3	3	36.34	42.14	71.35	33	8.42	13.02	21.78	2	4	4	9	16	71	66.56	27792.96

Índice de vigor

AP-180	DT-180	CT-180	DCF-180	C ² /4	DCF/4	H ²	L*H	Raíz	IV-180
55.85	18	5.65	50	7.99	625.00	3119.22	1949514.06	1396.25	11162.20
69.35	20	6.28	65.33	9.87	1067.00	4809.42	5131664.51	2265.32	22357.89
71.48	23	7.23	68.11	13.05	1159.74	5109.39	5925579.88	2434.25	31773.34
74.39	18.05	5.67	64.33	8.04	1034.59	5533.87	5725273.38	2392.75	19235.09
74.33	21.38	6.72	70.93	11.28	1257.77	5524.95	6949094.12	2636.11	29731.81
70.45	24.45	7.68	69.89	14.75	1221.15	4963.20	6060829.75	2461.88	36313.29
68.15	16.09	5.05	67.72	6.39	1146.50	4644.42	5324828.54	2307.56	14740.31
69.45	19.95	6.27	69.94	9.82	1222.90	4823.30	5898420.97	2428.67	23850.39
68.24	25.43	7.99	68.54	15.96	1174.43	4656.70	5468978.87	2338.58	37315.36
69.35	19.9	6.25	61.67	9.77	950.80	4809.42	4572785.57	2138.41	20894.81
68.25	19.78	6.21	66.89	9.65	1118.57	4658.06	5210359.77	2282.62	22035.77
76.35	22.2	6.97	69.11	12.16	1194.05	5829.32	6960491.02	2638.27	32082.46
70.25	18.83	5.92	63.89	8.75	1020.48	4935.06	5036147.51	2244.14	19633.23
77.78	23.43	7.36	69.56	13.55	1209.65	6049.73	7318044.28	2705.19	36642.40
76.35	21.28	6.69	70	11.17	1225.00	5829.32	7140920.06	2672.25	29858.10
67.78	18.01	5.66	59.67	8.00	890.13	4594.13	4089358.76	2022.22	16184.41
62.28	23.97	7.53	72.78	14.18	1324.23	3878.80	5136429.35	2266.37	32129.84
67.22	19.6	6.16	64.44	9.48	1038.13	4518.53	4690812.66	2165.83	20529.48
66	20.86	6.55	62.33	10.74	971.26	4356.00	4230796.47	2056.89	22084.19
69.45	20.31	6.38	68.11	10.18	1159.74	4823.30	5593791.43	2365.12	24072.14
74.2	22.42	7.04	74.72	12.40	1395.77	5505.64	7684604.94	2772.11	34381.42
68.25	20	6.28	69.58	9.87	1210.34	4658.06	5637858.46	2374.42	23434.67
74	20.91	6.57	69.89	10.79	1221.15	5476.00	6687033.96	2585.93	27897.59
74.45	23.06	7.24	66.72	13.12	1112.89	5542.80	6168527.26	2483.65	32587.51
58.67	22.58	7.09	62.56	12.58	978.44	3442.17	3367950.23	1835.20	23087.27
72.25	20.99	6.59	74.25	10.87	1378.27	5220.06	7194632.70	2682.28	29158.89
71.35	21.78	6.84	66.56	11.70	1107.56	5090.82	5638383.22	2374.53	27792.96

Anexo 4. Promedio de riegos registrados con las diferentes dosis de lluvia sólida

RIEGOS

Meses	B1 (0 gramos/planta)	B2 (36 gramos/planta)	B3 (54 gramos/planta)
Julio	135	0	0
Agosto	162	189	0
Septiembre	189	0	243
Octubre	189	189	0
Noviembre	162	0	0
Diciembre	108	189	243
TOTAL (L)	945	567	486

**Anexo 5. Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo
(Caluma. 2018)**

Limpieza del ensayo



Estaquillado y hoyado



Aplicación de lluvia sólida

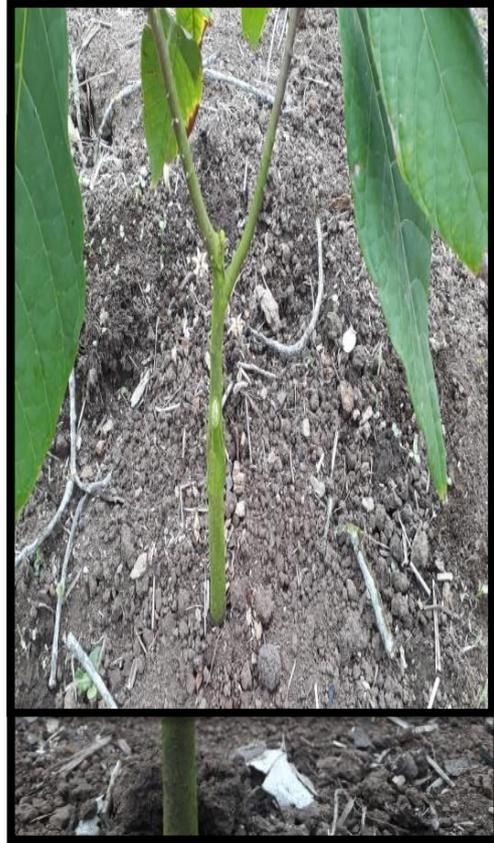


Aplicación de humus



Trasplante

Brotación



Control de malezas



Diámetro de tallo

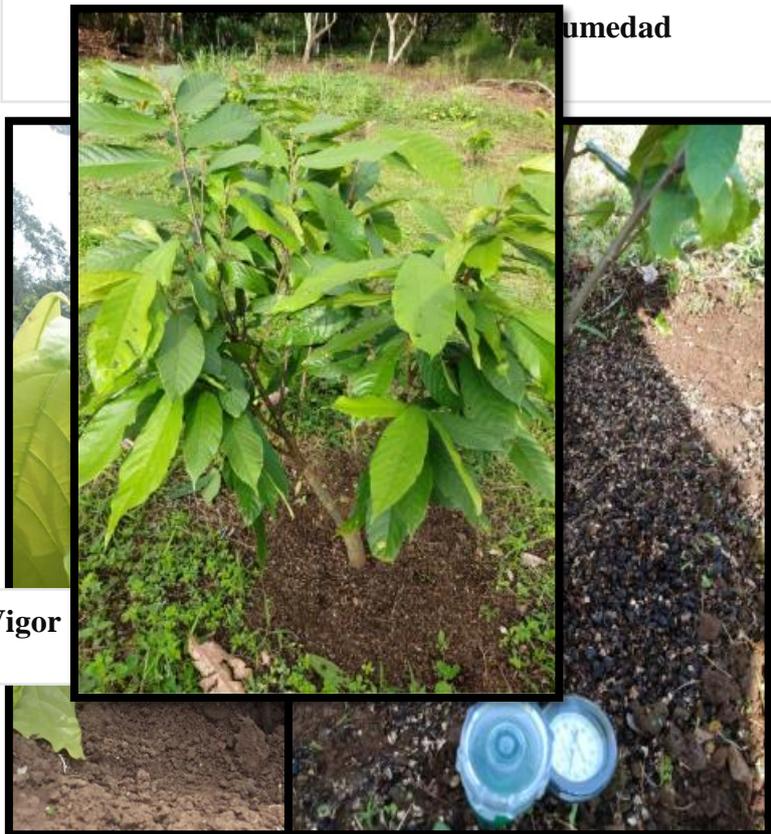


Altura de planta





Vigor



umedad



Visita del Tribunal



Anexo 6. Glosario de términos técnicos

Balizado. - Es la indicación del punto o sitio donde se plantará el cacao, usando una baliza, que puede ser una tira de caña guadua, trozo de palo o marcado puntual con cal.



Cambio climático. - Variación sustantiva y significativa del clima, que se atribuye directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera y cuyos efectos se suman o afectan la variabilidad natural del clima. Este fenómeno es resultado del aumento de la concentración de ciertos gases en la atmósfera (gases de efecto invernadero), fundamentalmente dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, producidos por actividades humanas vinculadas con el uso de combustibles fósiles, la industrialización, la agricultura y el cambio en el uso del suelo.

Chapia. - Limpieza de hierbas y maleza de un terreno cultivado.

Caulifloria. Término botánico para referirse a las plantas cuyas flores y frutos crecen directamente del tallo o del tronco. Esta característica facilita la polinización de los árboles mediante la dispersión de las semillas por animales que no pueden trepar o volar.

Clon. - Es una copia genéticamente igual de la planta madre, se obtiene por reproducción asexual por cualquiera de sus forma, injerto, in vitro, acodo etc.. Estas partes de la planta se colocan en un medio favorable para que pueda vivir, enraizar o producir ramas y más tarde frutos, llevando consigo todas las características genéticas deseables de la planta madre a la nueva planta. Casi cualquier planta se puede clonar eso aplica para al cacao y sus diferentes tipos, variedades e híbridos. Todos los individuos de dicho grupo presentan condiciones similares en la apariencia física (tamaño, vigor, tipo, color, tamaño de frutos, productividad, etc.).

Filotaxia. - Disposición que presentan las hojas en el tallo. La disposición que presentan es característica de cada especie y tiene la función de que las hojas estén expuestas al sol con el mínimo de interferencias posibles por parte de sus compañeras.

Inóculo. - Microorganismos o sus partes (esporas, fragmentos miceliales, etc.) capaces de provocar infección o simbiosis cuando se transfieren a un huésped. Organismos simbióticos o patógenos transferidos por cultivo.

Jardín clonal. - Área donde se cultiva colección o grupo seleccionados y plenamente identificados para obtener material de propagación vegetativa; es un lugar de la finca, dedicado al mantenimiento de clones, donde se pueden observar características de cada clon, entre ellas: producción y tolerancia a enfermedades, compatibilidad, entre otras. En estos jardines deben de estar sembrados también, los clones de materiales para la producción de semillas (patrones).

Productividad. - Es una medida de la eficiencia de la producción determinada por relación entre lo que se produce y el área requerida para producirlo. Se calcula con base en las estadísticas de producción (en toneladas) sobre la superficie cosechada (en hectáreas).

Pinnada. - Hoja compuesta donde existe un eje principal con folíolos dispuestos a ambos lados de él. También se aplica a la nervadura que presenta un conjunto de nervios secundarios a ambos lados del nervio central o medio.

Pulvínulo. - Base foliar engrosada en forma de cojinete que, por variaciones en la turgencia de sus células, puede provocar en las hojas o folíolos movimientos násticos.

Resiliencia. - Es la capacidad del sistema ecológico de absorber las alteraciones climáticas sin perder su estructura básica, su funcionamiento, su capacidad de autoorganización y de adaptación al estrés y al cambio.

Reproducción asexual. - Sistema reproductivo en el que no intervienen los gametos; la propagación es por semilla vegetativa y los descendientes son genéticamente idénticos a la planta madre.

Tallo plagiotrópico. - Tallo de eje horizontal, crece en forma paralela al suelo, es un eje horizontal.

Tallo ortotrópico. - Tallo de eje cuya dirección de crecimiento es perpendicular al suelo, es un eje erecto.

Tensiómetro. - Es un aparato que mide la fuerza con que es retenida el agua en el suelo. Su comportamiento se puede comparar al de una “raíz mecánica”, indicando en una escala graduada el esfuerzo que les cuesta a las plantas extraer el agua. La punta de cerámica es permeable a los solutos y al agua, pero no al suelo y al aire, y por lo tanto no se detecta el potencial de solutos.

Verticilo. - Conjunto de tres o más hojas, ramas u otros órganos que brotan de un tallo en el mismo nivel.