



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS**  
**CARRERA AGROPECUARIA**

Trabajo de Integración Curricular previa la  
obtención del Grado Académico de Ingeniero  
Agropecuario.

**Proyecto de Investigación:**

**“FERTILIZACIÓN EDÁFICA EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) Y  
SU INCIDENCIA EN LA FRUCTIFICACIÓN ”**

**Autor:**

ANGEL FRANCISCO ROMERO PEREZ

**Director de Proyecto de Investigación:**

ING. ROMMEL ARTURO RAMOS REMACHE, MSC

**Mocache – Los Ríos - Ecuador**

**2023**



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **ANGEL FRANCISCO ROMERO PEREZ**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

*Angel Romero P*

---

**ANGEL FRANCISCO ROMERO PEREZ**

**C.C. 1206805556**



## CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Rommel Arturo Ramos Remache, M.Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Angel Francisco Romero Pérez**, realizo el Proyecto de Investigación de grado titulado: **“Fertilización edáfica en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su incidencia en la fructificación”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

Ing. Rommel Arturo Ramos Remache, M.Sc  
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## Certificado del reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico

El suscrito **Ing. M. Sc. Rommel Arturo Ramos Remache**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado **FERTILIZACIÓN EDÁFICA EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) Y SU INCIDENCIA EN LA FRUCTIFICACIÓN**, perteneciente al estudiante de la carrera Agropecuaria **Ángel Francisco Romero Pérez**, CERTIFICA: el cumplimiento de parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 6%.

URKUND		Lista de fuentes	Bloques	Abrir sesión
Documento	ANGEL ROMERO PEREZ_URKUND.docx (D178831685)			
Presentado	2023-11-15 00:28 (-05:00)			
Presentado por	rramos@uteq.edu.ec			
Recibido	rramos.uteq@analysis.urkund.com			
Mensaje	PROYECTO CACAO ANGEL ROMERO <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>			
	6% de estas 20 páginas, se componen de texto presente en 6 fuentes.			
		+	Categoría	Enlace/nombre de archivo
		+		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / D...
		+		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / D...
			Fuentes alternativas	
		+		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / D...
		+		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / D...

**Cuadro 1.** Reporte de la herramienta antiplagio Urkund del Informe de Investigación **FERTILIZACIÓN EDÁFICA EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) Y SU INCIDENCIA EN LA FRUCTIFICACIÓN.**

Ing. M. Sc. Rommel Arturo Ramos Remache  
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS**  
**CARRERA AGROPECUARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“Fertilización edáfica en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su incidencia en la fructificación”

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montufar

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Raquel Guerrero Chuez, M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Marcos Heredia Pinos, M.Sc.

MOCACHE – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a mi Universidad, gracias por haberme permitido formarme en ella, gracias a todas las personas que fueron partícipes ya sea de forma directa o indirecta, fueron responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la Universidad.

Gracias a mis padres que fueron mi pilar durante este proceso, gracias a Dios por qué fue mi principal apoyo para cada día levantarme y continuar sin tirar la toalla, espero y este momento perdurará con el tiempo, no sólo en la mente de las personas que agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo en guiarme en mi proyecto de tesis: a ellos les agradezco con todo mi ser.

## DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, por darme salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad.

A mi madre por poner en mi toda su confianza y su fe y a mi padre por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me han influenciado siempre por el valor mostrado para salir hacia adelante.

A mis amigos de curso por su apoyo, por estar presentes en cada momento de este trayecto, por esos consejos positivos de superación y hoy estar logrando el objetivo.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por permitirme lograr dar un paso más hacia el éxito. Por convertirme en un profesional competitivo, lleno de conocimientos y expectativas.

También de manera muy especial a todos/as maestros, docentes por darme una formación profesional con calidad: como el Ing. Gregorio Vásquez, Danilo Yáñez, Rommel Ramos y entre otros.

## RESUMEN

Como es de conocimiento general, el cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los cultivos tradicionales económicamente más importantes en Ecuador, es cultivado por innumerables familias inmersas en su producción y comercialización. Un tema trascendental en este cultivo es la nutrición, la cual es muy importante para que el cultivo se desarrolle fisiológicamente y crezca de manera óptima, obteniendo los niveles de producción esperados. En este trabajo de investigación se planteó evaluar la eficiencia de distintos fertilizantes químicos utilizados en la fertilización edáfica del cultivo de cacao y su incidencia en el rendimiento del producto final, todo esto con la finalidad de comprobar cuál de estos productos se asemeja más a los requerimientos nutricionales demandados por este cultivo para expresar su máximo potencial genético. La investigación desarrollada fue de tipo experimental (bloques completamente al azar) donde se registró el comportamiento productivo del cultivo de cacao CCN-51 en respuesta a la aplicación de tres fertilizantes comerciales (T1 Ferticacao, T2 Dr. Cacao, T3 YaraMila Complex) y un testigo (T0). Se evaluó cuantitativamente el efecto de los fertilizantes en la etapa productiva del cultivo para lo cual se presentaron las siguientes variables a medir: índice de floración, índice de fructificación e incidencia de Cherrelle Wilt. En virtud de los resultados obtenidos se logró establecer que el tratamiento con mejores resultados en el índice de floración fue el T2 (DrCacao) con un promedio de 1.66. En lo que respecta al índice de fructificación el tratamiento que mostro mejor resultado fue el T3 (Yaramila Complex) con un promedio de 1.63. Y, finalmente en el índice de Cherrelle Wilt se obtuvo que el tratamiento con mayor incidencia fue el T0 (Testigo sin fertilización) con un promedio 1.71.

**Palabras claves:** Fertilización edáfica, Cherrelle Wilt, Índice de floración, Índice de fructificación.

## ABSTRACT

As is generally known, cocoa (*Theobroma cacao* L.) is one of the most economically important traditional crops in Ecuador, it is cultivated by countless families immersed in its production and marketing. A transcendental issue in this crop is nutrition, which is very important for the crop to develop physiologically and grow optimally, obtaining the expected production levels. In this research work, it was proposed to evaluate the efficiency of different chemical fertilizers used in soil fertilization of cocoa crops and their impact on the performance of the final product, all with the aim of verifying which of these products most closely resembles the requirements. nutritional requirements demanded by this crop to express its maximum genetic potential. The research developed was experimental (completely randomized blocks) where the productive behavior of the CCN-51 cocoa crop was recorded in response to the application of three commercial fertilizers (T1 Ferticacao, T2 Dr. Cacao, T3 YaraMila Complex) and a witness (T0). The effect of fertilizers on the productive stage of the crop was quantitatively evaluated, for which the following variables were presented to be measured: flowering index, fruiting index and incidence of Cherrelle Wilt. Based on the results obtained, it was established that the treatment with the best results in the flowering index was T2 (DrCacao) with an average of 1.66. Regarding the fruiting index, the treatment that showed the best results was T3 (Yaramila Complex) with an average of 1.63. And, finally, in the Cherrelle Wilt index, it was found that the treatment with the highest incidence was T0 (Control) with an average of 1.71.

**Keywords:** Edaphic fertilization, Cherrelle Wilt, Flowering index, Fruiting index.

## Tabla de contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
CÓDIGO DUBLÍN .....	xiv
Introducción.....	15
CAPÍTULO I.....	16
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
<b>1.1. Problema de la investigación</b> .....	17
<i>1.1.1. Planteamiento del problema</i> .....	17
<i>Diagnóstico</i> .....	17
<i>Pronóstico</i> .....	17
<i>1.1.1. Formulación del problema</i> .....	18
<i>1.1.2. Sistematización del problema</i> .....	18
<b>1.2. Objetivos</b> .....	19
<i>1.2.1. Objetivo General</i> .....	19
<i>1.2.2. Objetivos Específicos</i> .....	19
<b>1.3. Justificación</b> .....	20
CAPÍTULO II.....	21
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
<b>2.1. Marco conceptual</b> .....	22
<i>2.1.1. Fertilizantes</i> .....	22
<i>2.1.2. Fertilización Edáfica</i> .....	22
<i>2.1.3. Cacao fino de aroma</i> .....	22
<i>2.1.4. Cacao CCN-51</i> .....	22
<i>2.1.5. Absorción Radicular</i> .....	22
<b>2.2. Marco referencial</b> .....	22
<i>2.2.1. origen y taxonomía del cultivo de cacao</i> .....	22
<i>2.2.2. Descripción botánica del cultivo de cacao</i> .....	23

2.2.2.1. Raíz.....	23
2.2.2.2. Tallo.....	23
2.2.2.3. Hoja.....	24
2.2.2.4. Flor.....	24
2.2.2.5. Fruto.....	24
2.2.3. <i>Principales países productores</i> .....	24
2.2.4. <i>Importancia Socio-Económica del cultivo de cacao en el Ecuador.</i> .....	24
2.2.5. <i>Buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de cacao</i> .....	25
2.2.6. <i>Tipos de fertilizantes</i> .....	25
2.2.7. <i>Fertilización en el cultivo del cacao</i> .....	26
2.2.8. <i>Requerimientos nutricionales del cultivo de cacao</i> .....	27
2.2.9. <i>Función de los elementos en el cultivo de cacao</i> .....	27
2.2.9.1. <i>Función del Nitrógeno</i> .....	27
2.2.9.2. <i>Función del Fosforo</i> .....	27
2.2.9.3. <i>Función del Potasio</i> .....	27
2.2.9.4. <i>Función del Calcio</i> .....	28
2.2.9.5. <i>Función del Azufre</i> .....	28
2.2.9.6. <i>Función del Magnesio</i> .....	28
2.2.9.7. <i>Función del Boro</i> .....	28
2.2.9.8. <i>Función del Zinc</i> .....	29
2.2.9.9. <i>Función del Cobre</i> .....	29
2.2.10. <i>Deficiencias nutricionales del cultivo de cacao</i> .....	29
2.2.10.1. <i>Deficiencia de Nitrógeno</i> .....	29
2.2.10.2. <i>Deficiencia de Fosforo</i> .....	29
2.2.10.3. <i>Deficiencia de Potasio</i> .....	29
2.2.10.4. <i>Deficiencia de Calcio</i> .....	30
2.2.10.5. <i>Deficiencia de Magnesio</i> .....	30
2.2.10.6. <i>Deficiencia de Azufre</i> .....	30
2.2.10.7. <i>Deficiencia de Boro</i> .....	30
2.2.10.8. <i>Deficiencia de Zinc</i> .....	30
2.2.11. <i>Investigaciones Relacionadas</i> .....	30
CAPÍTULO III .....	32
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.1. <i>Localización de la investigación</i> .....	33

<b>3.2. Tipo de investigación</b> .....	33
<b>3.3. Método de investigación</b> .....	33
<b>3.3.1. Manejo del experimento</b> .....	34
<b>3.3.1.1. Adecuamiento de la plantación</b> .....	34
<b>3.3.1.2. Aplicación de los tratamientos</b> .....	34
<b>3.4. Fuente de recopilación de información</b> .....	34
<b>3.4.1. Fuentes primarias</b> .....	34
<b>3.4.2. Fuentes secundarias</b> .....	34
<b>3.5. Diseño de la investigación</b> .....	34
<b>3.6. Instrumentos de investigación</b> .....	36
<b>3.6.1. Índice de floración</b> .....	36
<b>3.6.2. Índice de fructificación</b> .....	36
<b>3.6.3. Incidencia de Cherrelle Wilt</b> .....	36
<b>3.7. Tratamiento de los datos</b> .....	37
<b>3.8. Recursos humanos y materiales</b> .....	37
CAPÍTULO IV .....	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
4.1. Índice de floración .....	39
4.2. Índice de fructificación.....	40
4.3. Incidencia de Cherrelle Will.....	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	43
5.1. Conclusiones.....	44
5.2. Recomendaciones.....	44
CAPÍTULO VI .....	46
BIBLIOGRAFÍA .....	46
<b>6.1. Referencias bibliográficas</b> .....	47
CAPITULO VII.....	49
ANEXOS.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Taxonomía del cacao (Theobroma cacao L.)</i> .....	23
<b>Tabla 2.</b> <i>Condiciones meteorológicas de la zona de estudio</i> .....	33
<b>Tabla 3.</b> <i>Tratamientos a evaluar</i> .....	35
<b>Tabla 4.</b> <i>Análisis de varianza del experimento.</i> .....	37
<b>Tabla 5.</b> <i>Materiales, reactivos y equipo de campo que se utilizarán en la investigación</i> .....	37
<b>Tabla 6.</b> <i>Índice de floración obtenidos en el cultivo de cacao CCN-51</i> .....	39
<b>Tabla 7.</b> <i>Índice de fructificación obtenidos en el cultivo de cacao CCN-51</i> .....	41
<b>Tabla 8.</b> <i>Índice de Cherrelle Wilt obtenidos en el cultivo de cacao CCN-51</i> .....	42
<b>Tabla 9.</b> <i>Análisis de varianza índice de floración a los 15 días</i> .....	52
<b>Tabla 10.</b> <i>Análisis de varianza índice de floración a los 30 días</i> .....	52
<b>Tabla 11.</b> <i>Análisis de varianza índice de floración a los 45 días</i> .....	53
<b>Tabla 12.</b> <i>Análisis de varianza índice de floración a los 60 días</i> .....	53
<b>Tabla 13.</b> <i>Análisis de varianza índice de fructificación a los 15 días</i> .....	54
<b>Tabla 14.</b> <i>Análisis de varianza índice de fructificación a los 30 días</i> .....	54
<b>Tabla 15.</b> <i>Análisis de varianza índice de fructificación a los 45 días</i> .....	55
<b>Tabla 16.</b> <i>Análisis de varianza índice de fructificación a los 60 días</i> .....	55
<b>Tabla 17.</b> <i>Análisis de varianza índice de Cherelle Wilt a los 15 días</i> .....	56
<b>Tabla 18.</b> <i>Análisis de varianza índice de Cherelle Wilt a los 30 días</i> .....	56
<b>Tabla 19.</b> <i>Análisis de varianza índice de Cherelle Wilt a los 45 días</i> .....	57
<b>Tabla 20.</b> <i>Análisis de varianza índice de Cherelle Wilt a los 60 días</i> .....	57

## CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Fertilización edáfica en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) y su incidencia en la fructificación”				
Autor:	Angel Francisco Romero Perez				
Palabras clave:	Fertilización edáfica	Cherrelle Wilt	Índice de floración	Índice de fructificación	
Fecha de publicación:					
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2023				
<b>Resumen:</b>	<p>Como es de conocimiento general, el cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) es uno de los cultivos tradicionales económicamente más importantes en Ecuador, es cultivado por innumerables familias inmersas en su producción y comercialización. Un tema transcendental en este cultivo es la nutrición, la cual es muy importante para que el cultivo se desarrolle fisiológicamente y crezca de manera óptima, obteniendo los niveles de producción esperados. En este trabajo de investigación se planteó evaluar la eficiencia de distintos fertilizantes químicos utilizados en la fertilización edáfica del cultivo de cacao y su incidencia en el rendimiento del producto final, todo esto con la finalidad de comprobar cuál de estos productos se asemeja más a los requerimientos nutricionales demandados por este cultivo para expresar su máximo potencial genético. La investigación desarrollada fue de tipo experimental (bloques completamente al azar) donde se registró el comportamiento productivo del cultivo de cacao CCN-51 en respuesta a la aplicación de tres fertilizantes comerciales (T1 Ferticacao, T2 Dr. Cacao, T3 YaraMila Complex) y un testigo sin aplicación (T0). Se evaluó cuantitativamente el efecto de los fertilizantes en la etapa productiva del cultivo para lo cual se presentaron las siguientes variables a medir: índice de floración, índice de fructificación e incidencia de Cherrelle Wilt. En virtud de los resultados obtenidos se logró establecer que el tratamiento con mejores resultados en el índice de floración fue el T2 (DrCacao) con un promedio de 1.66. En lo que respecta al índice de fructificación el tratamiento que mostro mejor resultado fue el T3 (Yaramila Complex) con un promedio de 1.63. Y, finalmente en el índice de Cherrelle Wilt se obtuvo que el tratamiento con mayor incidencia fue el T0 (Testigo sin fertilización) con un promedio 1.71.</p>				
<b>Abstract:</b>	<p>As is generally known, cocoa (<i>Theobroma cacao</i> L.) is one of the most economically important traditional crops in Ecuador, it is cultivated by countless families immersed in its production and marketing. A transcendental issue in this crop is nutrition, which is very important for the crop to develop physiologically and grow optimally, obtaining the expected production levels.. The research developed was experimental (completely randomized blocks) where the productive behavior of the CCN-51 cocoa crop was recorded in response to the application of three commercial fertilizers (T1 Ferticacao, T2 Dr. Cacao, T3 YaraMila Complex) and a witness (T0). The effect of fertilizers on the productive stage of the crop was quantitatively evaluated, for which the following variables were presented to be measured: flowering index, fruiting index and incidence of Cherrelle Wilt. Based on the results obtained, it was established that the treatment with the best results in the flowering index was T2 (DrCacao) with an average of 1.66. Regarding the fruiting index, the treatment that showed the best results was T3 (Yaramila Complex) with an average of 1.63. And, finally, in the Cherrelle Wilt index, it was found that the treatment with the highest incidence was T0 (Control) with an average of 1.71.</p>				
Descripción:					
URL:					

## Introducción

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es una de las frutas más demandadas a nivel mundial, si bien es originaria de América, los países africanos son los mayores productores y exportadores de esta fruta. Ecuador se sitúa como el cuarto productor mundial de cacao y el primero de Latinoamérica, esta fruta posee una alta relevancia para el país, ya que se establece como el sexto producto de exportación y representa el 3,2% del total de sus exportaciones (1).

En nuestro país, el cacao es uno de los productos tradicionales económicamente más importantes, es cultivado por innumerables familias inmersas en su producción y comercialización (2). Este cultivo se establece principalmente en la región costa, cuyas provincias con mayor producción son: Guayas (81.94 t), Los Ríos (39.26 t), Cañar (23.80 t), y Manabí (18.26 t). Las variedades mayormente cultivadas son: Fino de Aroma (35%) cuyo color característico es el amarillo, y CCN51 (65 %) (3).

Un tema transcendental en este cultivo es la nutrición, la cual es muy importante para que el cultivo se desarrolle fisiológicamente y crezca de manera óptima, obteniendo los niveles de producción esperados conforme a la edad y la variedad sembrada. La fertilización edáfica es una manera de compensar los nutrientes que se encuentran escasos en el suelo, los cuales imposibilitan un buen desarrollo y producción del cultivo (4).

No obstante, la fertilización deficiente es uno de los factores limitantes de la baja productividad del cultivo de cacao; además las investigaciones sobre este tema han sido relativamente escasas, debido a que es una práctica que se encuentra en pleno desarrollo. Para la aplicación de fertilizantes, además del tipo y de las dosis a emplear, se debe tener presente otros factores que pueden ser decisivos para que el cultivo produzca ganancias. El abono no produce ganancias si no se utiliza en forma adecuada (5).

“El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la eficiencia de distintos fertilizantes químicos utilizados en la fertilización edáfica del cultivo de cacao y su incidencia en el rendimiento del producto final, todo esto con la finalidad de comprobar cuál de estos productos se asemeja más a los requerimientos nutricionales demandados por este cultivo para expresar su máximo potencial genético.

**CAPÍTULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de la investigación**

### ***1.1.1. Planteamiento del problema***

En el Ecuador el cultivo de cacao es fundamental para la economía de los grandes y medianos productores. No obstante, en la actualidad se ha visto afectado por su bajo nivel de productividad, cuya depreciación se debe a la incidencia de factores bióticos, abióticos y la disminución de la fertilidad de los suelos, el cual es un limitante para que exista un decrecimiento de la producción y así la planta no pueda expresar su máximo potencial genético. Para ello, surge la obligación de buscar nuevas alternativas para poder implementar aplicaciones con minerales y macronutrientes escasos en el suelo.

La fertilización del cultivo de cacao es uno de los principales inconvenientes que concurre en el Ecuador, otro componente que afecta es el limitante económico en los pequeños productores ya que no constan con los medios necesarios para acceder a los fertilizantes por sus sobrepuestos en el mercado, y por lo cual no puedan implementar aplicaciones con minerales y macronutrientes escasos en el suelo que requiere el cultivo para expresar su máximo rendimiento. La última limitante es el factor técnico, por consecuencia a una inadecuada distribución del fertilizante ya que los trabajadores dedicados a esta labor tienen un desconocimiento de una correcta distribución del fertilizante y por ende se va gastar más fertilizantes, lo que representa una pérdida de dinero y baja productividad

#### ***Diagnóstico***

El cultivo de cacao es desarrollado principalmente por pequeños y medianos productores, quienes muchas veces cuentan con recursos limitados, lo que impide la aplicación de todas las tecnologías necesarias para obtener el máximo rendimiento del cultivo, limitando el rendimiento por debajo del promedio nacional y el desconocimiento de una adecuada distribución del fertilizante.

#### ***Pronóstico***

El cacao, como cualquier cultivo, necesita fertilizantes para mantener un rendimiento estable, la fertilización permite que el suelo recupere los nutrientes absorbidos por los cultivos. Sin fertilización, el suelo se desgasta con el tiempo y pierde su fertilidad, lo que resulta en menores rendimientos y menores ganancias

### ***1.1.1. Formulación del problema***

- ¿La aplicación de tres fertilizantes mediante fertilización edáfica permitirá alcanzar altos índices de floración y fructificación en el cultivo de cacao CCN-51?

### ***1.1.2. Sistematización del problema***

- ¿Cuál de los tres fertilizantes comerciales incidirá más en el índice de floración en el cultivo de cacao CCN-51?
- ¿Cuál de los tres fertilizantes comerciales provocara un mayor índice de fructificación del cacao CCN-51?
- ¿La fertilización edáfica del cacao CCN-51 con tres fertilizantes comerciales mejorará la vigorosidad de la planta y reducirá la incidencia de Cherrelle Wilt?

## **1.2. Objetivos**

### ***1.2.1. Objetivo General***

- Evaluar la fertilización edáfica en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su incidencia en la fructificación.

### ***1.2.2. Objetivos Específicos***

- Calcular el índice de floración obtenido mediante la aplicación de tres fertilizantes comerciales mediante la fertilización edáfica.
- Determinar el índice de fructificación obtenido mediante la aplicación de tres fertilizantes comerciales mediante la fertilización edáfica.
- Analizar la incidencia de Cherrelle Wilt.

### **1.3. Justificación**

En Ecuador, el cultivo de cacao es fuente de ingresos para muchas familias involucradas en este acto productivo. Se considera al sector cacaotero de gran importancia para la sociedad ecuatoriana, ya que el rol que desempeña tanto el agricultor como el comerciante es esencial para el desarrollo socioeconómico de nuestro país. Ecuador debido a sus características edafoclimáticas, posee suelos ricos en nutrientes, lo cual ha sido aprovechado de gran manera por nuestros agricultores a lo largo del tiempo. Sin embargo, en la actualidad la sobreexplotación de los suelos y la mala práctica en la distribución de los nutrientes (fertilizantes) empleados en la agricultura hace que sus cultivos no sean lo suficientemente productivos y sustentables.

Por lo que, mediante la presente investigación, se evaluó la eficacia de distintos fertilizantes comerciales con el fin de obtener información relevante que sea de ayuda para los productores cacaoteros de nuestro país, ya que está demostrado que, elevando el nivel de tecnificación mediante un correcto plan nutricional, los cultivos fácilmente pueden duplicar o incluso triplicar su productividad y, así poder ser sostenibles a lo largo de los años.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco conceptual**

### ***2.1.1. Fertilizantes***

Los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo para un mayor desarrollo de los cultivos agrícolas (6).

### ***2.1.2. Fertilización Edáfica***

Consiste en aplicar el fertilizante de manera directa, en la base de la planta, al sustrato o directamente en el suelo, para que los nutrientes se localicen lo más cercano posible a la zona de absorción radicular y pueden ser tomados por la planta (7).

### ***2.1.3. Cacao fino de aroma***

Es conocido por sus notas ácidas y dulces, sabores tostados delicados, aroma frutal y notas florales. Por eso, nuestro chocolate presenta una riqueza de aromas y una profunda experiencia sensorial (8).

### ***2.1.4. Cacao CCN-51***

Es una variedad de alto rendimiento y con alta resistencia a las enfermedades que se cultiva para la industria del chocolate de calidad comercial (9).

### ***2.1.5. Absorción Radicular***

Se caracteriza por la absorción del agua y sales minerales a través de las raíces de las plantas en un trayecto de corta distancia. Este tipo de absorción es el principal método utilizado por las plantas para obtener agua (10).

## **2.2. Marco referencial**

### ***2.2.1. origen y taxonomía del cultivo de cacao***

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un árbol originario de la región neotropical del Amazonas de Ecuador, Colombia y Perú, esparciéndose al Centro Sur de América, África y Asia. El cultivo de cacao ha logrado una difusión importante en diversos países de América Latina, llegando el cultivo de cacao a ser un componente socio cultural de los agricultores de los países tropicales, el cual constituye una fuente de ingresos económicos de los pequeños, medianos y grandes agricultores (11).

**Tabla 1.** *Taxonomía del cacao (Theobroma cacao L.)*

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden</b>	<i>Malvales</i>
<b>Familia</b>	<i>Sterculiaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Theobroma</i>
<b>Especie</b>	<i>cacao L.</i>

### **2.2.2. Descripción botánica del cultivo de cacao**

El cacao es un cultivo perenne, de unos 6 metros de altura. Posee hojas de unos 30 cm de longitud y flores muy pequeñas de color rosa que se forman en el tronco y las ramas. En sus frutos se producen las semillas o también llamadas almendras, éstas están cubiertas por la mazorca que es una cáscara gruesa. Las semillas se caracterizan por tener sabores y aromas característicos del chocolate (12).

Este cultivo requiere de suelos francos arcillosos, profundos, ricos en materia orgánica, con buen drenaje y con una topografía regular. Las plantas requieren suelos con un pH que van desde 4- 7. La cosecha de este fruto se realiza de manera manual cuando se producen cambios en el fruto, que muestran una coloración externa propia de su madurez y un sonido hueco. Con el objetivo de tener una buena producción, durante toda su vida el cultivo debe recibir manejo agronómico con prácticas tales como control de malezas, la fertilización, la poda, el manejo integrado de plagas y enfermedades (12).

#### **2.2.2.1. Raíz**

La raíz principal es pivotante y puede alcanzar de 1.5 - 2.0 m. de profundidad. Las raíces laterales en su mayoría se encuentran en los primeros 30 cm del suelo, pudiendo alcanzar 5 – 6 m de longitud horizontal (13).

#### **2.2.2.2. Tallo**

El tallo en su primera fase de crecimiento, es ortotrópico que perdura por 12-15 meses; después da lugar a 4 - 5 ramas secundarias de crecimiento plagiotrópico (13).

### **2.2.2.3. Hoja**

Son de color verde, de lámina simple, entera de forma que va desde lanceoladas o casi ovaladas, con una nervadura pinnada y ambas superficies glabras. Las hojas cuando jóvenes son muy delicadas por lo que son apetecidas por los insectos y dañadas por el viento poseen un color verde pálido y al alcanzar su madures hacen el cambio de color (14).

### **2.2.2.4. Flor**

El cacao es cauliflor, produciendo inflorescencia en pequeños cojinetes florales. La flor es hermafrodita, con un tamaño entre 1-2 cm de diámetro, y es sostenida por un pedicelo de 1-3 cm. Posee cinco sépalos unidos en su base, de color blanco o rosado, con pétalos alternos fusionados a los sépalos (15).

### **2.2.2.5. Fruto**

Es conocido botánicamente como una drupa; pero generalmente se le conoce como mazorca. El tamaño y la forma dependen en gran medida de las características genéticas de la planta, el medio ambiente, así como el manejo de la plantación (14).

## **2.2.3. Principales países productores**

El cacao es una planta tropical que es autóctona de las regiones ecuatoriales de América, pero que en la actualidad se cultiva en muchos países con un clima tropical cálido, principalmente en África (Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria y Camerún) donde se cultiva aproximadamente el 70% de la producción mundial (16). Durante los últimos años, en América Latina y el Caribe el cultivo de cacao se ha difundido a nivel comercial en al menos 23 países, donde Brasil, Ecuador, República Dominicana, Perú, Colombia y México representan los mayores productores, concentrando más del 90 % de la producción y de la superficie sembrada del continente (17).

## **2.2.4. Importancia Socio-Económica del cultivo de cacao en el Ecuador.**

El cultivo de cacao es una de las actividades agrícolas más importantes en el desarrollo socioeconómico del país, formando una gran cantidad de empleo a un sin número de personas inmersas en esta actividad, la cual es una fuente de ingresos económicos de muchas familias en el Ecuador. A nivel mundial se reconoce al cacao ecuatoriano por su sabor y fino aroma, este prestigio le permite al Ecuador competir con otros países por la buena calidad del grano del cacao, mas no por su productividad (2).

La estratificación del cultivo del cacao en Ecuador está representada con un 70% por pequeños productores, medianos productores con un 20%, y finalmente los grandes productores representan un 10%. Ecuador exporta cacao principalmente como producto primario, el cual es muy importante al ser uno de los rubros más representativos del país, generando gran cantidad de empleos principalmente en familias que se dedican a la agricultura familiar (2).

### ***2.2.5. Buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de cacao***

En orden cronológico, las siguientes son las prácticas que se deben realizar para conseguir una plantación moderna con un adecuado manejo de la moniliasis del cacao:

- Disminuya los niveles de sombreamiento en los casos en el que este se considera excesivo.
- Destruya los árboles improductivos de cacao; su condición no permite la rehabilitación por ninguno de los medios disponibles.
- Soquee los árboles improductivos en donde la condición de sanidad de raíces permita su renovación a través de la injertación en un chupón basal o en el tronco.
- Poda los árboles sanos y productivos, disminuyendo su altura, hasta solamente tres a cuatro metros, esto facilita el alcance de los frutos enfermos o de los maduros a cosechar.
- Implemente el RE-SE, programa semanal de remoción de frutos enfermos, como respuesta concreta de la investigación a este problema sanitario.
- Haga drenajes y manéjelos si su lote se encharca con facilidad.
- Fertilice su cacaotal de acuerdo a un plan de nutrición (18).

### ***2.2.6. Tipos de fertilizantes***

Los abonos son un producto muy necesario en la agricultura ya que aportan aquellos nutrientes que necesitan los cultivos para su correcto desarrollo y poder llegar a altos rendimientos (19).

Los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo para un mayor desarrollo de los cultivos agrícolas. Los fertilizantes pueden ser orgánicos, químicos u orgánico-minerales. También se hallan los conocidos como fertilizantes ecológicos, que se pueden elaborar a partir de un componente natural como es la orina (19).

Los primeros proceden de residuos animales o vegetales. La mayoría son de acción lenta, ya que proporcionan nitrógeno a medida que las bacterias los descomponen y su efectividad y rapidez de acción dependen del tipo de terreno. Son orgánicos el estiércol (vaca, oveja, etc.), los residuos animales (huesos triturados, cuernos, etc.), el compost obtenido a partir de restos vegetales y otras materias orgánicas, la turba y los extractos húmicos. Estos últimos desbloquean minerales, activan la flora microbiana, favorecen el desarrollo radicular, etc. (20).

La principal ventaja de los abonos orgánicos es el aporte de materia orgánica al suelo que ayuda a mejorar la estructura de este a largo plazo. Además, el nitrógeno orgánico se descompone de forma lenta y gradual por lo que se aportan nutrientes a largo plazo. En el caso de las deyecciones orgánicas el precio también es un punto muy positivo (19).

Los principales inconvenientes de los abonos orgánicos es su heterogeneidad y la dificultad para conocer exactamente su composición. Este problema se incrementa en el caso de deyecciones ganaderas no compostadas. Su almacenamiento y conservación son también un inconveniente respecto a los abonos minerales (19).

Por otro lado, los fertilizantes químicos son de acción rápida y estimulan el crecimiento y vigor de las plantas. Y finalmente, Por lo que respecta a los fertilizantes orgánico-minerales, estos se obtienen de la mezcla o combinación de abonos minerales -nitrógeno, potasio, magnesio, etc.- y orgánicos (19).

#### ***2.2.7. Fertilización en el cultivo del cacao***

Los fertilizantes son sustancias hidrosolubles y por ello requieren humedad en el suelo. Los fertilizantes deben asociarse al manejo del cultivo, especialmente a la poda, ya que luego de realizar esta práctica, es necesario nutrir (4).

Fertilizar es suministrar nutrientes a los cultivos por medio de abonos orgánicos o inorgánicos, lo cual implica el incremento de la fertilidad del suelo y, por ende, la disponibilidad de los nutrientes para las plantas. El proceso mediante el cual los vegetales utilizan el alimento se denomina nutrición; los elementos involucrados, nutrientes (18).

### ***2.2.8. Requerimientos nutricionales del cultivo de cacao***

La nutrición vegetal es el proceso que le permite a las plantas interceptar y absorber los minerales que requiere para su crecimiento y desarrollo. Las plantas absorben del suelo un número de elementos nutritivos en proporciones específicas. Es importante que estas proporciones se mantengan balanceadas para facilitar su absorción radicular (21).

El cacao como todo cultivo para desarrollarse de manera óptima requiere de suelos fértiles, un suelo fértil además de un aspecto deseable debe tener una buena constitución química, la que está dada por macroelementos nutricionales primarios como: Nitrógeno, Fósforo, Potasio; macroelementos secundarios como: Calcio y Magnesio y micronutrientes como: Hierro, cobre, Manganeso y Zinc que intervienen en el metabolismo de la planta (22).

### ***2.2.9. Función de los elementos en el cultivo de cacao***

#### ***2.2.9.1. Función del Nitrógeno***

- Promueve el crecimiento y el desarrollo del cultivo.
- Forma parte de la molécula de clorofila.
- Es esencial en la síntesis de aminoácidos y proteínas.
- Es importante en la división celular.
- Incrementa el número de flores.
- Mejora el peso y el tamaño de los frutos.

#### ***2.2.9.2. Función del Fosforo***

- Promueve el desarrollo de raíces.
- Importante en la formación de flores, frutos y semillas.
- Vital en el proceso de fotosíntesis y en el transporte, almacenamiento y transferencia de energía.
- Acelera la maduración de los frutos.

#### ***2.2.9.3. Función del Potasio***

- Denominado el elemento de la calidad.
- Encargado del engrosamiento de frutos, granos y tubérculos.
- Translocación de los fotosintatos (carga del floema).
- Regula el agua en las células y en los tejidos (transpiración, concentración de sales).
- Promueve mecanismos de resistencia a plagas y patógenos.

- Activa la absorción de nitratos.
- Aumento de sólidos solubles.

#### **2.2.9.4. *Función del Calcio***

- Crecimiento y fortaleza en tallos y raíces jóvenes (división celular y elongación de las células).
- Aumenta la vida de anaquel de frutos y órganos cosechados.
- Componente de la pared celular y de la membrana plasmática.
- Facilita el aprovechamiento del boro.
- Regula la transpiración.
- Reduce la tasa respiratoria.

#### **2.2.9.5. *Función del Azufre***

- Se le confiere propiedades insecticidas y fungosas.
- Mejora la asimilación y el metabolismo del Nitrógeno (sinergismo).
- Forma compuestos que confieren resistencia al frío y a la sequía.

#### **2.2.9.6. *Función del Magnesio***

- Componente estructural de la clorofila (fotosíntesis).
- Necesario para la formación de azúcares, aceites y grasas.
- Interviene en el llenado de los frutos.
- Interviene en el metabolismo del fósforo.
- Importante en el cargue del floema de nutrientes elaborados.
- Activa procesos enzimáticos.

#### **2.2.9.7. *Función del Boro***

- Importante en el desarrollo radicular, hojas y botones florales.
- Esencial en la polinización, crecimiento de semillas y frutos.
- Importante en la germinación del polen y en la formación del tubo polínico.
- Formación de la pared celular.
- Transporte de azúcares vía floema.

#### **2.2.9.8. Función del Zinc**

- Interviene en la formación de las auxinas (hormonas de crecimiento).
- Favorece la maduración de los frutos.
- Interviene en la síntesis de la clorofila.
- Estimula el vigor de la planta y el desarrollo vegetativo.

#### **2.2.9.9. Función del Cobre**

- Importante en el control de la humedad en los tejidos de la planta y en el crecimiento del tallo y de las hojas.
- Interviene en los procesos de fecundación de flores, fotosíntesis y respiración.
- Promueve resistencia a enfermedades (taninos).
- Deficiente en suelos arenosos y suelos lixiviados (18).

#### **2.2.10. Deficiencias nutricionales del cultivo de cacao**

Las deficiencias nutricionales son comunes verlas más a menudo en las hojas del cacao, aunque también se pueden presentar en las flores o el fruto. Por lo tanto, si no se hace una debida corrección de estas deficiencias oportunamente, el cultivo se verá afectado reflejándose en disminución de producción, pérdidas de flores o frutos, susceptibilidad a plagas y enfermedades, entre otras, afectando así los rendimientos y la productividad (4).

##### **2.2.10.1. Deficiencia de Nitrógeno**

Se observa amarillamiento en las hojas, lento crecimiento, hojas y tallos delgados, caída de hojas y floración prematuras (4).

##### **2.2.10.2. Deficiencia de Fosforo**

La planta crece lentamente y las hojas más pequeñas no se desarrollan. Raíces cortas, delgadas y poco profundas, plantas con precario desarrollo vegetativo y una deficiencia en los procesos de formación de flores, frutos, semillas, entre otros. Además, las hojas maduras desarrollan color pálido en los filos y en las puntas; las hojas jóvenes se tornan más pálidas que las venas (18).

##### **2.2.10.3. Deficiencia de Potasio**

Se caracteriza por el amarillamiento del borde de las hojas hacia adentro, frutos sin un llenado adecuado, sin sabor, entrenudos cortos (4).

#### ***2.2.10.4. Deficiencia de Calcio***

Necrosis de las hojas más nuevas, formando islas entre las nervaduras, ordenadas simétricamente sobre la nervadura central. En los frutos se nota una pudrición apical y deformaciones; se afecta el crecimiento de las raíces, hay muerte de brotes y yemas con caída prematura de hojas (4).

#### ***2.2.10.5. Deficiencia de Magnesio***

Se identifica como clorosis intervenal que se presenta en hojas viejas formando islas de tejidos muertos entre las nervaduras y en algunos casos necrosis marginal, genera baja concentración de hidratos de carbono debido a la disminución de la fotosíntesis. Es muy común en suelos ácidos y en viveros (4).

#### ***2.2.10.6. Deficiencia de Azufre***

Disminución en la producción de clorofila. Hojas nuevas pálidas y poco desarrolladas e incluso detención en la síntesis de proteínas por falta de aminoácidos: Cisteína y metionina (18).

#### ***2.2.10.7. Deficiencia de Boro***

Se presenta en hojas nuevas con tamaño reducido y una curvatura convexa por el encogimiento de la nervadura central; la lámina foliar tiene un aspecto corchoso quebradizo y endurecido con necrosis postrera. La rama presenta entre nudos cortos y una baja viabilidad del polen; frutos y flores mal formadas con aborto de frutos. Es típica en suelos alcalinos, arenosos y lixiviados (4).

#### ***2.2.10.8. Deficiencia de Zinc***

La deficiencia de este elemento provoca cierta deformación y un retraso en la planta, también provoca un Arrosetamiento en hojas jóvenes, clorosis intervenal en hojas nuevas, así como tallos cortos y delgados (18).

#### ***2.2.11. Investigaciones Relacionadas***

En base en la investigación reportada por Jumbo (23) en el año 2019, en el Cantón Quinsaloma, Los Ríos. Tuvo como objetivo fue evaluar la fertilización edáfica de este cultivo con tres niveles de silicato de calcio y tres de nitrógeno, mediante el planteamiento de un diseño de bloques completos al azar bajo un esquema factorial 3x3, evaluándose tres

niveles de aplicación a razón de 150, 250 y 350 kg/ha de silicato de calcio y tres de úrea obteniéndose 9 dosis diferentes más un tratamiento testigo. Los resultados obtenidos demostraron que la combinación de 350 kg de silicato más 250 kg de úrea (T8) alcanzó un mayor índice de floración, del mismo modo en la variable de fructificación se observó un comportamiento similar alcanzando una media de 24.87 mazorcas por árbol.

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización de la investigación

La investigación se llevó a cabo en la finca “EL ING” localizada en cantón Quinsaloma vía la Ercilia recinto Barbones sus coordenadas geográficas 1° 12' 22" Sur, 79° 18' 52" Oeste altitud 128m clima tropical seco con una temperatura media anual es de 24.9°C precipitación promedio anual de 2252.5 mm 84% de humedad relativa.

**Tabla 2.** *Condiciones meteorológicas de la zona de estudio.*

Parámetros	Promedio
Temperatura (°C)	24,9
Humedad relativa (%)	84
Precipitación anual (mm)	2262
Heliofania (horas luz/año)	1.347
Zona Ecológica	Bh-T
Topografía	Irregular

**Fuente:** INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (24).

### 3.2. Tipo de investigación

La investigación desarrollada fue de tipo experimental donde se registró el comportamiento productivo del cultivo de cacao CCN-51 en respuesta a la aplicación de tres fertilizantes comerciales en forma de urea dirigida al suelo (23).

### 3.3. Método de investigación

La presente investigación se basó en la observación directa de los cambios ocurridos durante el experimento, además de registrarse las mediciones correspondientes que permitieron alcanzar los objetivos propuestos en el presente estudio (23).

Se empleó el método estadístico al analizar los datos recolectado durante el ensayo, permitiendo obtener información precisa sobre la producción y crecimiento vegetativo obtenido gracias a los tratamientos aplicados (23).

### ***3.3.1. Manejo del experimento***

#### ***3.3.1.1. Adecuamiento de la plantación***

Para el presente trabajo investigativo se dispuso de una plantación de cacao CCN-51 de 7 años de edad en etapa productiva, cultivado bajo sistema de siembra de triángulo equilátero a una distancia de 3-3 m entre plantas obteniendo así una densidad poblacional de 1280 plantas/ha. Las plantas fueron sometidas a poda de mantenimiento antes de la aplicación de los tratamientos. El control de malezas que se realizó fue de acuerdo al programa de la finca que es mediante la utilización de motoguadaña. Se realizó una corona alrededor de la planta con un radio de 1 m, dentro del cual no existió maleza ni hojarasca. Previo a la aplicación de los fertilizantes se aplicó riego de manera localizada cuidando de no generar encharcamiento (23).

#### ***3.3.1.2. Aplicación de los tratamientos.***

Los tratamientos fueron aplicados de acuerdo a las dosis establecidas (Tabla 2), de manera única y bajo sistema de aplicación dispersa de manera uniforme en toda la circunferencia generada para el efecto. Los fertilizantes fueron aplicados con el terreno humedecido, el mismo que se mantendrá uniforme durante todo el proceso experimental mediante riego localizado (23).

## **3.4. Fuente de recopilación de información**

### ***3.4.1. Fuentes primarias***

Las fuentes primarias responden a la observación directa de la evolución de la planta durante el periodo de ensayo, el registro de los datos obtenidos y la experiencia adquirida.

### ***3.4.2. Fuentes secundarias***

Las fuentes secundarias de la investigación se obtuvieron a través de medios informativos como revistas científicas online, libros, documentos de internet y otras fuentes bibliográficas actualizadas.

## **3.5. Diseño de la investigación**

Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar, evaluándose tres tipos de fertilizantes comerciales tales como: Ferticaco (N 14 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 3% , K<sub>2</sub>O 28 %, MgO 5%, S 6%, Zn 0.1%, B 0.3%) DrCacao (N 12 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4% , K<sub>2</sub>O 22%, Ca 0,56%, MgO 4%,

S 3,62%, B 0,19, Zn 0,08%, Mn 0,02%) YaraMila Complex (N 12 %, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 7%, NO<sub>3</sub> 5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 11% , K<sub>2</sub>O 18 %, MgO 2,7 %, S 8%, B 0,015%, Fe 0,2 %, Mn 0,02%, Zn 0,02%) , más un tratamiento testigo, para lo cual se emplearon 25 plantas por cada unidad experimental y distribuidos en cinco bloques. Los tratamientos evaluados se presentan en la Tabla 3. El diseño de la investigación responde al siguiente modelo matemático:

El diseño de la investigación responde al siguiente modelo matemático:

**(Ecuación 1)**

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$	Variable respuesta
$\mu$	Es la media general
$T_i$	Efecto del i- ésimo tratamiento
$B_j$	Efecto j- ésimo bloque
$E_{ij}$	Error experimental en la unidad j del tratamiento i (25).

Los tratamientos estuvieron conformados por los 5 bloques, los mismos que se detallan a continuación:

**Tabla 3.** *Tratamientos a evaluar.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis por hectárea</b>	<b>Plantas U.E.</b>	<b>Rep.</b>	<b>Total</b>
T0 Testigo sin fertilización		5	5	25
T1	150 kg Fertilizante (N 14 %, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 3% , K <sub>2</sub> O 28 %, MgO 5%, S 6%, Zn 0.1%, B 0.3%)	5	5	25
T2	150 kg Dr.Cacao (N 12 %, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 4% , K <sub>2</sub> O 22%, Ca 0,56%, MgO 4%, S 3,62%, B 0,19, Zn 0,08%, Mn 0,02%)	5	5	25
T3	150 kg YaraMila Complex (N 12 %, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 7%, NO <sub>3</sub> 5%, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 11% , K <sub>2</sub> O 18 %, MgO 2,7 %, S 8%, B 0,015%, Fe 0,2 %, Mn 0,02%, Zn 0,02%)	5	5	25
<b>Total plantas</b>				<b>100</b>

### **3.6. Instrumentos de investigación**

Se evaluó cuantitativamente el efecto de los fertilizantes en la etapa productiva del cultivo de cacao (floración, número de mazorcas y mazorcas abortadas) para lo cual se presentaron las siguientes variables a medir (23)

#### ***3.6.1. Índice de floración***

La variable fenológica de floración fue registrada cada 15 días, contabilizándose el número de cojinetes florales en cada árbol y luego los datos se acumularon para presentar el total de flores al finalizar el ensayo. Se empleó una escala arbitraria de 0 a 4, dependiendo del grado de emisión de flores por las plantas en cada unidad experimental. Esta escala estuvo dispuesta de manera que 0 = 0% (nula presencia de flores); 1 = 1-25% (poca presencia de flores); 2 = 26-50 % (ligera presencia de flores); 3 = 51-75 % (moderada presencia de flores) y 4 = >100% (abundante floración) (23).

#### ***3.6.2. Índice de fructificación***

Cada 15 días se contabilizaron los frutos recién formados en los mismos árboles seleccionados para contar las flores. Los frutos recién formados se diferenciaron de aquellos contabilizados en el último registro básicamente por su tamaño. Los datos se acumularon para presentar el total de frutos. Esta escala estuvo dispuesta de manera que 0 = 0% (nula presencia de frutos); 1 = 1-25% (poca presencia de frutos); 2 = 26-50 % (ligera presencia de frutos); 3 = 51-75 % (moderada presencia de frutos) y 4 = >100% (abundante frutos) (23).

#### ***3.6.3. Incidencia de Cherrelle Wilt***

Dentro de esta variable se evaluó el número de Cherrelle Wilt, registrada mensualmente empleando una escala arbitraria de 0 a 4, dependiendo de la presencia de frutos marchitos prematuramente (menos de seis semanas) por las plantas en cada unidad experimental. Esta escala estuvo dispuesta de manera que 0 = 0% (nula presencia); 1 = 1-25% (poca presencia); 2 = 26-50 % (ligera presencia); 3 = 51-75 % (moderada) y 4 = >76% (abundante), estos datos fueron registrados de acuerdo a los periodos de evaluación (23).

### 3.7. Tratamiento de los datos

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de la varianza y para las comparaciones de las medias se empleó el Test de Tukey a una probabilidad del 5% ( $p < 0.05$ ). El esquema del análisis de varianza se muestra en la Tabla 4. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el empleo del Software estadístico InfoStat versión 2018 (23).

**Tabla 4.** *Análisis de varianza.*

<b>Fuente de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	(r-1)	4
Tratamientos	(tr-1)	3
Error experimental	Diferencia	12
<b>Total</b>	<b>tr - 1</b>	<b>19</b>

### 3.8. Recursos humanos y materiales

Para el desarrollo de esta investigación se dispuso de recurso humano que fue conformado gracias a la ayuda del Ing. Rommel Ramos en calidad de Tutor de la Unidad y el Sr. Angel Francisco Romero Perez en calidad de Autor. Los materiales a empleados se presentan en la siguiente lista a continuación.

**Tabla 5**

*Materiales, reactivos y equipo de campo que se utilizarán en la investigación*

<b>Materiales, insumos y equipos de campo</b>
Machetes
Tijeras de podar
Cinta métrica
Calibrador pie de rey
Balanza
Lápices
Cuaderno de registro
Guantes
Mandil
Cámara
Ferticacao
Dr. Cacao
YaraMila Complex

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1. Índice de floración

Al realizar el análisis de varianza de índice de floración, se obtuvo como resultado que si se encontró diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) al aplicar la prueba de Tukey. Dando como resultado que el T2 (DrCacao) es diferente al resto de los tratamientos empleados con un promedio de 1.66, además se logró obtener un índice de floración de 1.28. Estos resultados difieren con los de Pinargote (26) que obtuvo como resultado en el índice floración que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales con un promedio de 2.04 indicando que ninguno de los tratamientos en estudio influyeron en la variable floración.

Durante la toma de datos se observó que el T2 (DrCacao) obtuvo un índice de floración superior a los demás tratamientos con un promedio de 1.66, seguido del tratamiento T3 (YaramilaComplex) 1.21, el T1(Ferticacao) 1.17 y finalmente el T0 sin aplicación (Testigo) se obtuvo el índice de floración más bajo con un promedio de con 1.08. Según la investigación de Jumbo (23) los tratamientos T8 y T9 alcanzaron los mayores índices de floración durante el experimento lo cual demuestra que las mayores dosis de silicato de calcio y urea permitieron alcanzar una mayor tasa de floración.

Untuña (27) en su investigación manifestó que todos los promedios registrados por los clones de cacao se encuentran ubicados en la escala de ausencia y poca floración siendo el clon de cacao CCN-51 el promedio más alto 1.92 en la época seca del año 2013 donde evaluó el clon CCN-51.

**Tabla 6.** Índice de floración obtenidos en el cultivo de cacao CCN-51 bajo fertilización edáfica con fertilizantes comerciales.

Tratamiento	15 días	30 días	45 días	60 días	Promedio
T0 (Testigo sin fertilización )	1.00 b	1.08 b	1.16 b	1.08 b	1.08
T1 (Ferticacao)	1.16 b	1.16 b	1.22 b	1.16 b	1.17
T2 (Dr. Cacao)	1.52 a	1.58 a	1.82 a	1.74 a	1.66
T3 (Yaramila Complex)	1.08 b	1.32 b	1.22 b	1.24 b	1.21
CV	13,40	10,37	21,87	18,67	1.28

*La variable fenológica de floración fue registrada empleando una escala arbitraria de 0 a 4, dependiendo del grado de emisión de flores por las plantas en cada unidad experimental. Esta escala está dispuesta de manera que 0 = 0% (nula presencia de flores); 1 = 1-25% (poca presencia de flores); 2 = 26-50 % (ligera presencia de flores); 3 = 51-75 % (moderada presencia de flores) y 4 = >76% (abundante floración)*

#### **4.2. Índice de fructificación**

Al realizar el análisis de varianza del índice de fructificación este dio como resultado que en los tratamientos empleados si se encontró diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ) al aplicar la prueba de Tukey. Obteniendo como promedio general 1.28. Todo lo contrario ocurre con los resultados obtenidos por Pinargote (26) la cual en su investigación de índice de fructificación señala que no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos e indico que obtuvo un promedio de 2.09.

Cabe señalar que, en la toma de datos se pudo evidenciar que el T3 (Yaramila Complex) y el T2 (DrCacao) obtuvieron un índice de fructificación mayor a los demás tratamientos con un promedio de 1.63 y 1.30 respectivamente, seguido por el T1 (Ferticacao) con 1.16 y, finalmente el T0 (testigo) 1.04 con el menor promedio. Estos resultados van en sintonía con los obtenidos por Pinargote (26) quien en su trabajo de investigación de índice de fructificación obtuvo que el tratamiento T1 (SUMICOAT II) resultó estadísticamente superior a los demás tratamientos con un promedio de 2.25, durante los meses de evaluación. Por otra parte, Jumbo (23) da a conocer en su investigación que durante los primeros 15 días no se evidenció diferencias entre los tratamientos evaluados, alcanzando un promedio de 1.26 mazorcas por plantas. No obstante, a partir de los 30 días pudo observar diferencias estadísticas entre los tratamientos, donde se observa que el tratamiento T8 alcanzó el mejor promedio de producción con 7.10 mazorcas.

Paspuel (28), en su investigación demostró que la aplicación de fertilizantes de origen inorgánico favoreció la respuesta fisiológica de la planta en la producción de frutos, potencializando la genética altamente productiva que posee esta variedad de cacao. En su ensayo evaluó tres tipos de fertilizantes alcanzando un promedio de producción de frutos de 32 mazorcas por plantas al emplear fertilizantes inorgánicos, por encima de la fertilización orgánica y el testigo sin fertilizar.

**Tabla 7.** Índice de fructificación obtenidos en el cultivo de cacao CCN-51 bajo fertilización edáfica con fertilizantes comerciales.

Tratamiento	15 días	30 días	45 días	60 días	Promedio
T0 (Testigo sin fertilización )	1.00 b	1.08 b	1.00 b	1.08 b	1.04
T1 (Ferticacao)	1.08 b	1.16 b	1.24 b	1.16 b	1.16
T2 (Dr. Cacao)	1.16 b	1.52 a	1.14 b	1.40 b	1.30
T3 (Yaramila Complex)	1.52 a	1.58 a	1.70 a	1.72 a	1.63
CV	14.25	13.90	14.05	14.14	1.28

La variable de fenológica de fructificación fue registrada empleando una escala arbitraria de 0 a 4, dependiendo del grado de fructificación por las plantas en cada unidad experimental. Esta escala está dispuesta de manera que 0 = 0% (nula presencia de fructificación); 1 = 1- 25% (poca presencia de fructificación); 2 = 26-50 % (ligera presencia de fructificación); 3 = 51-75 % (moderada presencia de fructificación) y 4 = >76% (abundante incidencia de fructificación).

### 4.3. Incidencia de Cherrelle Will

El cultivo de cacao es de relativa importancia socioeconómica en países tropicales como el Ecuador. No obstante, persisten problemas sanitarios que limitan el aumento de la productividad y por lo tanto, generan un daño a la economía de los pequeños y medianos productores. La presencia de "Cherelle Wilt" y enfermedades de la mazorca en cacao son el principal factor limitante de la producción en este cultivo (13).

Los resultados obtenidos indican que el T0 sin aplicación (Testigo) y el T2 (DrCacao) obtuvieron la mayor incidencia de Cherrelle Wilt con un promedio de 1.71 y 1.20 seguido del T1 (Ferticacao) con 1.16 y por último el T3 (YaramilaComplex) con el promedio más bajo de 1.05 de indecencia de Cherrelle Wilt. Estos resultados difieren a los obtenidos por Pinargote (26) quien en su trabajo de investigación estableció que la mayor cantidad de Cherelles Wilt se presentaron en los tratamientos T2 YaraMila y T3 Ferticacao con un promedio de 1.44 y 1.58 en su orden siendo el T1 SUMICOATII el tratamiento con menos incidencia de Cherelles Wilt con un promedio de 1.25.

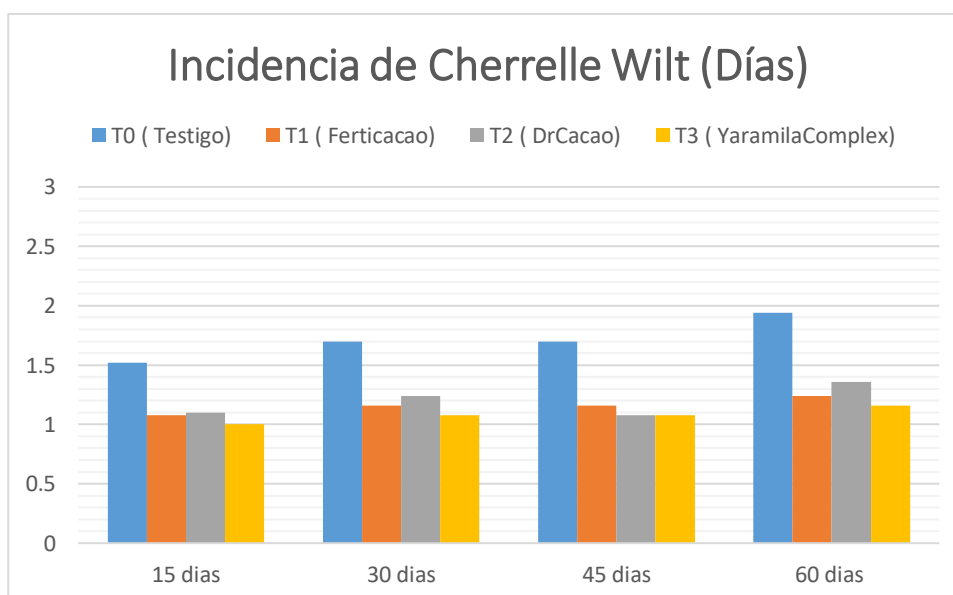
Segun Jumbo (23), este manifiesta que la mayor cantidad de Cherelles Wilt obtenido por el clon CCN-51 se debe a su producción descontrolada, lo que permite que la planta aborte cierta cantidad de frutos en el crecimiento, la misma afirmación la sostiene Quiroz, el cual indica en su trabajo de investigación que la muerte prematura de frutos se debe a un problema de regulación fisiológica del número de frutos.

**Tabla 8 . Índice de Cherrelle Wilt obtenidos en el cultivo de cacao CCN-51 bajo fertilización edáfica con fertilizantes comerciales.**

Tratamiento	15 días	30 días	45 días	60 días	Promedio
T0 (Testigo T0 sin fertilización )	1.52 a	1.70 a	1.70 a	1.94 a	1.71
T1 (Ferticacao)	1.08 b	1.16 b	1.16 b	1.24 b	1.16
T2 (Dr. Cacao)	1.10 a	1.24 b	1.08 b	1.36 b	1.20
T3 (Yaramila Complex)	1.00 b	1.08 b	1.08 b	1.16 b	1.05
<b>CV</b>	10.35	14.10	17.68	16.18	1.08

La variable de incidencia de Cherrelle Wilt fue registrada empleando una escala arbitraria de 0 a 4, dependiendo del grado de emisión de flores por las plantas en cada unidad experimental. Esta escala está dispuesta de manera que 0 = 0% (nula presencia de Cherrelle Wilt); 1 = 1- 25% (poca presencia de Cherrelle Wilt); 2 = 26-50 % (ligera presencia de Cherrelle Wilt); 3 = 51-75 % (moderada presencia de Cherrelle Wilt) y 4 = >76% (abundante incidencia de Cherrelle Wilt).

**Gráfico 1.** Incidencia de Cherrelle Wilt en el cultivo de cacao fertilizado edáficamente con fertilizantes comerciales



**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

En virtud de los resultados antes expresados se puede concluir lo siguiente basado en la interpretación de los datos:

- Se determinó que la aplicación de fuentes de fertilizantes edáficos si influye en la incidencia de floración y fructificación del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), ya que se pudo observar que los tratamientos en los que se emplearon diferentes fertilizantes (Ferticacao, Dr. Cacao y Yaramila Complex) muestran mejores resultados.
- Entre los tratamientos estudiados el T2 (Dr. Cacao) registró la mayor producción en cuanto al índice de floración de la investigación, superando a los demás tratamientos con un promedio de 1.66, seguido del tratamiento T3 (YaramilaComplex) con 1.21, el T1 (Ferticacao) con 1.17 y finalmente el T0 sin fertilización (Testigo) obtuvo el índice de floración más bajo con un promedio de 1.08.
- En relación a los resultados de índice de fructificación existieron dos tratamientos que sobresalen al resto, siendo los tratamientos T3 (Yaramila Complex) y T2 (DrCacao) los cuales obtuvieron un mejor resultado a los demás tratamientos empleados con un promedio de 1.63 y 1.30 respectivamente, seguido por el T1 (Ferticacao) con 1.16 y, finalmente el T0 sin fertilización (testigo) 1.04 con el menor promedio.
- De acuerdo a la incidencia de Cherelle Wilt en el trabajo de investigación realizado se concluye que las incidencias más bajas se registraron en el T3 (Yaramila Complex) y T1 (Ferticacao) con un promedio de 1.05 y 1.16 respectivamente. Mientras que las más altas fueron el T0 sin fertilización (Testigo) y T2 (DrCacao) con un promedio de 1.71 y 1.20.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda implementar paralelamente a las aplicaciones de los fertilizantes edáficos un bioestimulante para ayudar a la planta en sus procesos fisiológicos, así como a la rápida recuperación a situaciones de estrés (biótico y abiótico) un manejo adecuado del cultivo, como control de malezas, eliminación de chupones, poda fitosanitaria (mantenimiento), entre otras para evitar nuevos focos de infección y diseminación de los agentes patógenos.

- En el caso de la floración en el cultivo de cacao, es necesaria la aplicación de fertilizantes foliares a base de Ca y B para aumentar la producción y retención de las flores. Todo esto complementado a una fertilización edáfica para un mejor cuajado y llenado del fruto.
- Se recomienda la implementación de fungicidas ya sea de origen químico o biológico complementados con una exhaustiva remoción de mazorcas que presenten síntomas de Cherville Wilt, todo esto con el fin de potencializar la eficiencia en el control de esta enfermedad en el cultivo de cacao, reduciendo altamente la incidencia de la misma.

## **CAPÍTULO VI**

### **BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Referencias bibliográficas

1. Ekosnegocios. Ecuador es el cuarto productor mundial de cacao y el número 1 en Latinoamérica. Ekosnegocios. 2019.
2. Toscano H. Evaluación de la sustentabilidad de cinco unidades productivas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Valencia de la provincia de los Ríos. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2022.
3. Carlos M, Mayra P, Jenny Molina & JE. Evaluación de la sostenibilidad socio-económica en fincas productoras de cacao en el centro-norte de Ecuador: una propuesta de estrategias inter-organizacionales. Acta Agronómica. 2021.
4. Compañía Nacional de Chocolates. Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) nutrición y fertilización. Compañía Nacional de Chocolates. 2021.
5. Ruales J, Ballesteros. HB&W. Efecto de la fertilización con diversas fuentes sobre el rendimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.). Ciencias Agrícolas. 2011.
6. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. ¿Qué es y para qué sirve el fertilizante? Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2019.
7. Herrera G. Fertilización edáfica. Terramia. 2016.
8. Béjar D, Espinoza A. Estudio de factibilidad de producción y comercialización del cacao en el cantón Naranjal, Provincia del Guayas. Universidad Politécnica Salesiana. 2023.
9. Perfectdailygrind. Variedad CCN – 51: Una Amenaza Para la Industria Del Cacao. Perfectdailygrind. 2019.
10. Almeida S. Absorción radicular. know.ne. 2018.
11. Suárez K. Evaluación de la sustentabilidad de cinco unidades productivas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Buena Fe de la provincia de los Ríos. [Online]; 2022.
12. Olivo G. Evaluación de la sustentabilidad de cinco unidades productivas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Mocache de la provincia de los Ríos. [Online]; 2022.
13. Anzuales V. Sustentabilidad de sistemas de producción de cacao, (*Theobroma cacao* L.) en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. [Online]; 2019.
14. Avilés E. Evaluación de la sustentabilidad de cinco unidades productivas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Quevedo de la provincia de los Ríos. [Online]; 2022.
15. Arvelo M, González D, Maroto S, Montoya. TD&P. Manual técnico del cultivo de cacao buenas prácticas para América Latina. [Online]; 2017.
16. Netnews. Top 5 de países productores de cacao. [Online]; 2021.
17. Arvelo M, González D, Delgado T, Maroto S, Montoya. P. Estado actual sobre la producción, el comercio y cultivo de cacao en América. [Online]; 2017.
18. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Manejo fitosanitario del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) medidas para la temporada invernal. [Online]; 2012.

19. Consumer E. Tipos de fertilizantes. [Online]; 2021.
20. Borrero. CA. Abonos orgánicos. [Online]; 2019.
21. Vélez J. “Evaluación de la respuesta de cacao CCN-51 a plena exposición solar a las aplicaciones de Azufre (S) y Magnesio (Mg) en la zona de Zapotal, Provincia de Los Ríos”. [Online]; 2018.
22. Rodríguez P. “Estudio de la fertilización edáfica en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la hacienda San José, cantón Babahoyo”. [Online]; 2019.
23. Jumbo J. Fertilización edáfica con tres niveles de silicato de calcio y tres de nitrógeno en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Quinsaloma. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2019.
24. INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología,. Anuario meteorológico N° 63. INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología,. 2021.
25. Silva R, Barrios R. Dideño de Experimentos. Universidad de Oriente. 2018.
26. Pinargote M. Comportamiento productivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 ante diferentes formulaciones de fertilización. Quevedo, 2014. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2014.
27. Untuña J. Niveles de fertilización empleando SUMICOAT II en la producción de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) asociados con Fernansánchez. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2014.
28. Paspuel M. Respuesta del cacao a la aplicación del fertilizante “full cacao” en comparación con la fertilización convencional en Pangua. Universidad Central del Ecuador. 2018.

## **CAPITULO VII**

### **ANEXOS**



**Anexo 1.** Limpieza de maleza antes de aplicar los tratamientos



**Anexo 2.** Establecimiento de los tratamientos a evaluar



**Anexo 3.** Dosificación de los tratamientos a evaluar



**Anexo 4.** Índice de fructificación



**Anexo 5.** Índice de Floración



**Anexo 6.** Índice Cherrelle Wilt



**Anexo 7.** Toma de datos

**Anexo 8. Tablas de análisis de varianza**

**Tabla 9.**

*Análisis de varianza índice de floración a los 15 días*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Adj R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>		
<i>15 días</i>	<i>20</i>	<i>0,75</i>	<i>0,60</i>	<i>13,40</i>		
F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor	
Model	0,91	7	0,13	5,13	0,0067	
TRAT	0,79	3	0,26	10,36	0,0012	
REP	0,12	4	0,03	1,21	0,3568	
Error	0,31	12	0,03			
Total	1,22	19				

**Tabla 10.**

*Análisis de varianza índice de floración a los 30 días*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Adj R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>		
<i>15 días</i>	<i>20</i>	<i>0,83</i>	<i>0,74</i>	<i>10,37</i>		
F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor	
Model	1,07	7	0,15	8,63	0,0007	
TRAT	0,73	3	0,24	13,70	0,0004	
REP	0,34	4	0,09	4,83	0,0149	
Error	0,21	12	0,02			
Total	1,29	19				

**Tabla 11.***Análisis de varianza índice de floración a los 45 días*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Adj R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>
<i>15 días</i>	20	0,59	0,35	21,87

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Model	1,52	7	0,22	2,46	0,0813
TRAT	1,45	3	0,48	5,52	0,0129
REP	0,06	4	0,02	0,18	0,9462
Error	1,05	12	0,09		
Total	2,57	19			

**Tabla 12.***Análisis de varianza índice de floración a los 60 días*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Adj R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>
<i>15 días</i>	20	0,73	0,56	18,67

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Model	1,88	7	0,27	4,52	0,0110
TRAT	1,33	3	0,44	7,45	0,0045
REP	0,55	4	0,14	2,33	0,1156
Error	0,71	12	0,06		
Total	2,59	19			

**Tabla 13.***Análisis de varianza índice de fructificación a los 15 días*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Adj R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>
<i>15 días</i>	<i>20</i>	<i>0,72</i>	<i>0,55</i>	<i>14,25</i>

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Model	0,87	7	0,12	4,34	0,0129
TRAT	0,79	3	0,26	9,16	0,0020
REP	0,08	4	0,02	0,72	0,5935
Error	0,35	12	0,03		
Total	1,22	19			

**Tabla 14.***Análisis de varianza índice de fructificación a los 30 días*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Adj R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>
<i>15 días</i>	<i>20</i>	<i>0,75</i>	<i>0,61</i>	<i>13,90</i>

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Model	1,25	7	0,18	5,20	0,0064
TRAT	0,95	3	0,32	9,20	0,0020
REP	0,30	4	0,08	2,20	0,1304
Error	0,41	12	0,03		
Total	1,67	19			

**Tabla 15.***Análisis de varianza índice de fructificación a los 45 días*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Adj R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>
<i>15 días</i>	<i>20</i>	<i>0,81</i>	<i>0,69</i>	<i>14,05</i>

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Model	1,58	7	0,23	7,09	0,0017
TRAT	1,38	3	0,46	14,43	0,0003
REP	0,20	4	0,05	1,59	0,2409
Error	0,38	12	0,03		
Total	1,96	19			

**Tabla 16.***Análisis de varianza índice de fructificación a los 60 días*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Adj R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>
<i>15 días</i>	<i>20</i>	<i>0,78</i>	<i>0,65</i>	<i>14,14</i>

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Model	1,53	7	0,22	6,01	0,0035
TRAT	1,40	3	0,47	12,80	0,0005
REP	0,14	4	0,03	0,93	0,4804
Error	0,44	12	0,04		
Total	1,97	19			

**Tabla 17.***Análisis de varianza índice de Cherelle Wilt a los 15 días*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Adj R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>
<i>15 días</i>	<i>20</i>	<i>0,83</i>	<i>0,73</i>	<i>10,35</i>

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Model	0,97	7	0,14	8,26	0,0009
TRAT	0,93	3	0,31	18,59	0,0001
REP	0,04	4	0,01	0,52	0,7213
Error	0,20	12	0,02		
Total	1,17	19			

**Tabla 18.***Análisis de varianza índice de Cherelle Wilt a los 30 días*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Adj R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>
<i>15 días</i>	<i>20</i>	<i>0,76</i>	<i>0,62</i>	<i>14,10</i>

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Model	1,27	7	0,18	5,44	0,0053
TRAT	1,16	3	0,39	11,58	0,0007
REP	0,11	4	0,03	0,84	0,5258
Error	0,40	12	0,03		
Total	1,67	19			

**Tabla 19.***Análisis de varianza índice de Cherelle Wilt a los 45 días*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Adj R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>
<i>15 días</i>	<i>20</i>	<i>0,70</i>	<i>0,52</i>	<i>17,68</i>

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Model	1,38	7	0,20	4,00	0,0174
TRAT	1,34	3	0,45	9,08	0,0021
REP	0,04	4	0,01	0,19	0,9402
Error	0,59	12	0,05		
Total	1,97	19			

**Tabla 20.***Análisis de varianza índice de Cherelle Wilt a los 60 días*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Adj R<sup>2</sup></b>	<b>CV</b>
<i>15 días</i>	<i>20</i>	<i>0,77</i>	<i>0,64</i>	<i>16,18</i>

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Model	2.18	7	0,31	5,86	0,0039
TRAT	1,87	3	0,62	11.72	0,0007
REP	0,31	4	0,08	1,46	0,2752
Error	0,64	12	0,05		
Total	2,82	19			