

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“CONTROL DE ENFERMEDADES FUNGOSAS Y BARRENADORES EN FRUTOS
DE *Theobroma cacao* L. MEDIANTE LA PROTECCIÓN CON PINTURA CALCICO
CUPRICA Y FUNDAS BIODEGRADABLES”**

Tesis

**Para optar el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado por:
HILDER PIZARRO RENGIFO**

**Asesor
OSCAR CABEZAS HUAYLLAS**

**Tingo María – Perú
2023**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 007-2023-FA-UNAS

BACHILLER : HILDER PIZARRO RENGIFO

TÍTULO : "Control de enfermedades fungosas y barrenadores en frutos de *Theobroma cacao* L. mediante la protección con pintura calciocuprica y fundas biodegradables"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. ROLANDO ALFREDO RIOS RUIZ

VOCAL : M. Sc. MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES

VOCAL : M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP

ASESOR : Ing. OSCAR ESMAEL CABEZAS HUAYLLAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 23/03/2023

HORA DE SUSTENTACIÓN : 06:00 P.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA AUDIVISUAL DE LA F.A

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 23 DE MARZO DE 2023

.....
Dr. ROLANDO A. RIOS RUIZ
PRESIDENTE

.....
M. Sc. MIGUEL E. ANTEPARRA PAREDE
VOCAL

.....
M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
VOCAL

.....
Ing. OSCAR E. CABEZAS HUAYLLAS
ASESOR



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 277- 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CONTROL DE ENFERMEDADES FUNGOSAS Y BARRENADORES EN FRUTOS DE Theobroma cacao L. MEDIANTE LA PROTECCIÓN CON PINTURA CALCICO CUPRICA Y FUNDAS BIODEGRADABLES	HILDER PIZARRO RENGIFO	16 % Dieciséis

Tingo María, 13 de octubre de 2023


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomás Menacho Mallqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Título	: Control de enfermedades fungosas y barrenadores en frutos de <i>Theobroma cacao</i> L. mediante la protección con pintura cálcico cúprica y fundas biodegradables
Programa de investigación	: Cultivos Tropicales / Fitosanidad
Línea (s) de investigación	: Manejo Intepregado de Pestes
Eje temático de investigación	: Control de enfermedades
Autor	: Hilder Pizarro Rengifo
Asesores	: Ing. Oscar Cabezas Huayllas
Lugar de ejecución	: Vivero de la Facultad de Agronomía “El Agrónomo”
Duración del trabajo	: 6 Meses
Financiamiento	: 6 640,00 soles

Tingo María – Perú, julio. 2023



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN OFICINA DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE Y TESISTA

I. Datos generales de Pregrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Agronomía
Título de tesis	: Control de enfermedades fungosas y barrenadores en frutos de <i>Theobroma cacao</i> L. mediante la protección con pintura cálcico cúprica y fundas biodegradables
Autor	: Hilder Pizarro Rengifo
Asesor de tesis	: Ing. Oscar Cabezas Huayllas : Agronomía
Escuela Profesional	
Programa de investigación	: Cultivos Tropicales / Fitosanidad
Línea(s) de investigación	: Manejo Intepregado de Pestes
Eje temático de investigación	: Control de enfermedades : Caserío Inti, Fundo Ronal
Lugar de ejecución	
Duración	: Inicio : Marzo 2021 : Término : Agosto 2021
Financiamiento	: FEDU : 0 soles : Propio : 6 000,00 soles : Otros : 0 soles

Tingo María, Perú – Agosto, 2023

Hilder Pizarro Rengifo
Tesista

Ing. Oscar Cabezas Huayllas
Asesor

DEDICATORIA

A Dios por su amor espiritual que me llenó de
fuerzas y sabiduría para terminar mi carrera
universitaria.

A mis padres, por ser el apoyo para cumplir
con mis objetivos; que además me protegieron
y aconsejaron, inculcándome los valores para
forjarme como ciudadano.

Y a mí menor hijo Thiago Sebastián
Pizarro Trujillo por ser mi inspiración y el motivo
de salir adelante sobre todas las cosas.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María; en especial a los docentes de la Facultad de agronomía por transmitirme sus enseñanzas para mi formación profesional.
- A mi asesor Ing. Oscar Cabezas Huayllas por el apoyo en el desarrollo de la investigación.
- Al presidente de jurado Dr. Rolando Alfredo, Rios Ruiz por su apoyo y consejos en la culminación de este trabajo de tesis profesional.
- A los miembros del jurado M. Sc. Miguel Eduardo, Anteparra Paredes e M. Sc Giannfranco Egoávil Jump, por sus sugerencias que mejoraron la presentación del informe de tesis.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERARIA.....	2
2.1. Generalidades del cultivo de cacao.....	2
2.1.1. El cultivo de cacao.....	2
2.1.2. Distribución del cacao.	2
2.1.3. Enfermedades de los frutos del cacao	2
2.1.3.1. Escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>)	3
2.1.3.2. Moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>).	4
2.1.3.3. Pudrición parda de la mazorca (<i>Phytophthora</i> sp).....	5
2.1.3.4. Mazorquero del cacao (<i>Carmenta foraseminis</i>).....	6
2.1.4. El Clon CCN-51.	6
2.2. Generalidades de los productos a emplear.	7
2.2.1. Fundas biodegradables	8
2.3. Trabajos referenciales	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1. Lugar de ejecución.....	10
3.1.1. Parcela de cacao.	10
3.1.2. Selección y marcación de la parcela de cacao.....	10
3.1.3. Labores culturales.....	11
3.2. Material y métodos	11
3.2.1. Materiales y equipos.....	11
3.2.2. Tratamientos.	11
3.2.3. Descripción de los tratamientos:	11
3.2.4. Diseño estadístico.....	12
3.2.5. Modelo del análisis de varianza	12
3.2.6. Características del campo experimental:	12
3.2.7. Croquis del experimento	13
3.2.8. Aplicación de tratamientos y evaluación.....	14
3.2.9. Parámetros por evaluar:.....	14

3.2.9.1.	Incidencia e infestación de enfermedades y mazorquero en frutos	14
3.2.9.2.	Incidencia e infestación de enfermedades y mazorquero en frutos cosechados en el total de la parcela.	15
3.2.9.3.	Procesamiento de los datos obtenidos en las plantas marcadas y cosecha en toda la parcela.....	15
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1.	Diagnóstico de frutos sin cosechar	17
4.2.	Evaluación de la incidencia de enfermedades y Carmenta sp.	18
4.3.	Evaluación de frutos enfermos	24
4.4.	Evaluación del mazorquero (<i>Carmenta foraseminis</i>).....	28
4.5.	Análisis de rentabilidad	31
V.	CONCLUSIONES	33
VI.	RECOMENDACIONES	34
VII.	BIBLIOGRAFÍA	35
	ANEXO	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Descripción de los tratamientos en estudio.....	11
2. Esquema del análisis de variancia (ANVA).	12
4. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para frutos cosechados cada 15 días, en cuanto al número de frutos totales (E+S), sanos (S), enfermos (E) e insectos plaga (IP) en cada tratamiento.	19
5. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para frutos enfermos (E) con Monilla, Escoba de bruja, Pudrición parda evaluados cada 15 días.	25
6. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para frutos infectados con insectos plaga (<i>Carmenta foraseminis</i>) evaluados cada 15 días.	29
7. Análisis de rentabilidad de los tratamientos evaluados en el control de enfermedades y <i>Carmenta foraseminis</i> . Kg/ue	32
8. Evaluación del total de incidencias de enfermedades en el mes de abril a junio del 2021.....	40
9. Evaluación del total de incidencia de <i>Carmenta</i> en el mes de abril a junio del 2021.....	40
10. Evaluación de incidencia de <i>Carmenta</i> daño directo en los mes de abril a junio del 2021.....	41
11. Evaluación de incidencia de <i>Carmenta</i> daño indirecto en el mes de abril a junio del 2021.....	41
12. Evaluación de incidencia de <i>Carmenta</i> daño indirecto en el mes de abril a junio del 2021.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Aplicación de las pinturas cálcicas cúpricas (DEVIDA, 2020)	7
2. Fundas biodegradables en el fruto de cacao (Pino, 2018).....	8
3. Ubicación del campo experimental (Google Earth Pro, 2021).	10
4. Croquis del experimento.	13
5. Croquis de unidad experimental	14
6. Determinación del estado sanitario de los frutos de cacao en la parcela experimental.....	17
7. Evaluación de la incidencia de frutos infestados.	20
8. Porcentaje de frutos enfermos, sanos e infestados por <i>Carmenta foraseminis</i> obtenidos en cada uno de los tratamientos.....	21
9. Dispersión de frutos enfermos y dañados con <i>Carmenta</i> durante el tiempo de evaluación.	23
10. Número de frutos totales cosechados con las tres principales enfermedades en los tres tratamientos evaluados.	26
11. Porcentaje de las tres principales enfermedades en frutos cosechados de cacao en los tres tratamientos evaluados.	27
12. Número total de frutos cosechados con daño directo e indirecto de <i>Carmenta</i>	30
13. Identificación de tratamientos	43
14. Delimitación de bloques.....	43
15. Colocación de fundas biodegradables.....	44
16. Aplicación de pintura cálcica cúprica 100%.....	44
17. Evaluación de mazorcas de cacao.....	45
18. Daño directo de mazorquero.	45
19. Daño indirecto de mazorquero.....	46

RESUMEN

Este trabajo de investigación fue desarrollado en el predio “RONALD” en la localidad de INTI, región Huánuco, provincia Leoncio Prado, distrito de Mariano Dámaso Beraun. El objetivo principal fue determinar el control de enfermedades e insectos plaga en frutos de cacao mediante la protección con pintura cálcica cúprica y fundas biodegradables. Para el cumplimiento del objetivo se utilizó DBCA, conformado por tres tratamientos incluido tratamiento testigo y cuatro bloques, haciendo un total de doce unidades experimentales (U.E). El comportamiento de los tratamientos se determinó mediante pruebas de significación estadística Duncan ($\alpha = 0,05$).

Los resultados determinan que las incidencias de las tres enfermedades principales en fruto de cacao cosechados alcanzan el 15 %, mientras que la incidencia de frutos atacados por insectos plagas (Carmenta) fue 28 %. Se determinó 51 % de Pudrición parda, 31 % de monilla y 18 % de escoba de bruja. Respecto a los frutos atacados por insecto plaga (Carmenta), se determinó que el 60 % es daño directo y 40 % daño indirecto. El tratamiento con mayor costo beneficio fue T_3 (Fundas biodegradables) con valor de 1,60 soles y rentabilidad de 0,60 soles en segundo lugar está el tratamiento T_1 (Cosecha de frutos cada 15 días), con valor de 1,48 soles generando una rentabilidad de 0,48 soles, es decir, por cada sol invertido se tendrá una ganancia 0,60 y 0,48 soles el tratamiento T_2 (Pintura cálcica cúprica 100 %), genero costo beneficio de 1,01 soles y rentabilidad de 0.01 soles.

Palabras claves: Mazorquero del cacao, escoba de bruja, moniliasis, pudrición parda de la mazorca

ABSTRACT

This research work was developed at the RONALD farm in the town of INTI, district of Rupa Rupa, province of Leoncio Prado, department of Huánuco. The main objective was to determine the control of diseases and pest insects in cocoa fruits through protection with calcium-cupric paint and biodegradable covers. To fulfill the objective, a Completely Randomized Block Design (DBCA) was used, made up of three treatments including a control treatment and four blocks, making a total of twelve experimental units (E.U.). The behavior of the treatments was determined by using the Duncan statistical significance test ($\alpha = 0,05$).

The results determine that the incidences of the three main diseases in harvested cocoa fruit reach 15%, showing that the incidence of fruits attacked by insect pests (Carmenta) was 28 %. 51 % brown rot, 31 % monilla and 18 % witch's broom were determined. Regarding the fruits attacked by insect pest (Carmenta), it was determined that 60 % is direct damage and 40 % indirect damage. The treatment with the highest cost benefit was T₃ (Biodegradable covers) with a value of,60 soles and a profitability of 0,60 soles in second place is the T₁ treatment (Harvest of fruits every 15 days), with a value of 1,48 soles generating a profitability of 0,48 soles, that is, for each sol invested there will be a profit of 0,60 and 0,48 soles for the T₂ treatment (100 % copper calcium paint), I generate a cost benefit of 1,01 soles and profitability of 0,01 soles.

Keywords: *Carmenta foraseminis*, *Moniliophthora perniciosa*, *Moniliophthora roreri*, *Phytophthora sp*

I. INTRODUCCIÓN

En las actuales décadas, la producción mundial de cacao se ha visto afectado por enfermedades fúngicas fitosanitarias que juegan un papel significativo en la pérdida de los recursos naturales de la explotación del cacao. Entre las enfermedades que producen mayores pérdidas de rendimiento se encuentran la "moniliasis" causada por *Moniliophthora roreri*, la "escoba de bruja" causada por *Moniliophthora perniciosa* y la "pudrición parda del cacao" causada por *Phytophthora*. Las excelentes tácticas de control recomendadas son la protección pertinente y apropiada de prácticas agrícolas y el uso de clones testarudos y productivos, pero estas técnicas solo comprimen la incidencia de hongos patógenos en los cultivos de cacao; Se necesita la efectividad de las tecnologías de control químico y biológico para instituir los mecanismos de un programa integrado de manejo de enfermedades que contribuya a la disminución de enfermedades a niveles económicamente viables e indirectamente sostenibles.

En cuanto a la producción de cacao en los actuales años también se ha visto influenciado por el clima, según apreciaciones de la Organización Internacional del Cacao en el año 2014, las pérdidas ascendieron al 30 – 40 % de la producción mundial, en las que se sumaron pérdidas por daños causados por plagas. En 2015 se lograron pérdidas de 30 a 80 % de mazorcas/plaga del cacao (*Carmenta* sp), de mayor importancia que en años anteriores; este rango depende del horizonte de tecnología que los trabajadores de cacao hayan aplicado en la dirección de este cultivo (Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú [SENASA], 2016). El presente trabajo de investigación pretende alcanzar los objetivos siguientes:

Objetivos generales:

Determinar el control de enfermedades fungosas y barrenadores en frutos de cacao mediante la protección con pintura calcio cúprica y fundas biodegradables

Objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de control de *Phytophthora*, *Moniliophthora roreri*, *M. perniciosa* y *Carmenta foraseminis* en frutos de cacao mediante la protección con pintura calcio cúprico y fundas biodegradables.
2. Evaluar la eficiencia técnica y económica del empleo de estas prácticas en el control de enfermedades y el mazorquero en frutos de cacao.

II. REVISIÓN DE LITERARIA

2.1. Generalidades del cultivo de cacao.

2.1.1. El cultivo de cacao

Se cultiva en climas tropicales, subhúmedos a una altitud de menos de 1 000 m sobre el nivel del mar son muy convenientes para el desarrollo del cacao, la temperatura y las precipitaciones son constituyentes importantes para el desarrollo de los árboles de cacao, dependiendo del clima, el nivel de sombra, la genética y el manejo, el árbol puede lograr alturas de 3 a 10 m, la altura óptima para crear un árbol de cacao es de 1,5 m, producido con 60 % de sombra en la plantación. Para que el árbol del cacao se desarrolle uniformemente, florezca y fructifique mucho, tenga brotes de hojas normales y se distribuya bien durante todo el año, la temperatura media anual debe estar cerca de los 25 °C, la temperatura mínima absoluta es de 10 °C. El suelo óptimo para cultivar cacao debe tener una hondonada práctica de 1 a 1,5 m, para aseverar un buen crecimiento del cultivo y un buen abastecimiento de agua. El cacao se puede plantar con un espaciamiento de 4 x 3 o 3 x 3 m. El ciclo de obtención del cacao sigue una curva más o menos constante para cada región, diferenciándose claramente durante el año los períodos de alta y baja producción, la colocación de las precipitaciones suele considerarse un factor comprometido de la fluctuación del rendimiento durante el año, entre rendimiento y las precipitaciones existe una relación, además de las situaciones de temperatura, es decir, en la época de mayor precipitación, la floración es exuberante y los seis y siete meses de cosecha, coinciden con la menor estación y cantidad de lluvia (Ram y Arévalo, 1997).

2.1.2. Distribución del cacao.

El cacao se origina todo el año y crece en climas cálidos y húmedos, generalmente se cultiva en áreas a partir el nivel del mar hasta los 800 m sobre el nivel del mar, especialmente se cultiva en franjas estrechas de no más de 20° norte-sur. del ecuador (Phillips, 2003). Los transcendentales países productores de cacao en el mundo son: Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria, Brasil, Camerún, Ecuador, Togo y Malasia reúnen el 93 % de la producción mundial. Perú ocupa el decimotercer término en cuanto a volumen de elaboración en el mundo con una tasa de participación del 0,63 % y aproximadamente el 75 % de producción nacional de CCN-51 (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2012)

2.1.3. Enfermedades de los frutos del cacao

Hay una sucesión de enfermedades que arremeten los granos de cacao; su calidad varía entre regiones, países y continentes, dependiendo del ímpeto con la que ocurre.

Entre las primordiales enfermedades del Perú y Alto Huallaga poseemos: Moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, "escoba de bruja" causada por el hongo *Moniliophthora perniciosa* y "podredumbre parda" causada por *Phytophthora palmivora* (Moreno, 1993).

2.1.3.1. Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

El agente productor de la escoba de bruja del cacao fue catalogado primeramente por Stahel en 1915 como *Marasmius pernicius*, luego ha transformado por Singer a *Crinipellis perniciosa* (1942) y posteriormente denominado *Moniliophthora perniciosa* por Aime y Phillips (2005). Según Resende et al. (2000), este patógeno ha sido observado contaminando brotes, espigas y frutos de *Theobroma cacao* y es epidemiológico de diversas otras especies de los géneros *Theobroma*, *Herrania* y las familias Solanaceae, Bignoniaceae y Malpighiaceae. Esto puede causar hasta un 90 % de daño en la producción (Evans, 1981).

1. Sintomatología. Ataca a todos los órganos en crecimiento, especialmente brotes, cojines florales, flores y frutos, causando hipertrofia y crecimiento anormal (Suarez, 2006). La inoculación de las células nuevos del cacao aborda cuando las basidiosporas penetran a través de los estomas o claramente a través de la corteza o tricomas; posteriormente de entrar en los estomas, las hifas de las vesículas subestomáticas se fusionan con las células huésped; la época de aparición de los síntomas puede transformar mucho (3 a 14 semanas), pero ordinariamente se observa dentro de las 5 a 6 semanas; El hongo genera una inestabilidad hormonal en el que las células del huésped son más grandes de lo normal, especialmente las células corticales y de la médula, lo que provoca la hinchazón de los tejidos; El poder apical se pierde en las plantas vegetativas, varias yemas axilares crecen en los brotes adyacentes y representa una estructura en forma de escoba (Tovar, 1991). Cuando la escoba se seca, estas hifas intercelulares se separan en clamidosporas de paredes gruesas, las hojas recién secadas no forman basidiocarpos; generalmente se convierte en letargo unos cuatro meses antes de que comience (CABI, 2007).

2. Epidemiología. El inóculo consiste en basidiosporas procedentes en basidiocarpos que forman una gran cantidad de tejidos enquistados y anticipadamente necróticos por encima y adentro de la copa del árbol de cacao; los restos de escoba de bruja removidas dejan en el suelo no son importantes en el progreso epidemiológico de esta enfermedad (Beaker y Holliday, 1957). Las escobas pueden ocasionar de 10 a 100 basidiocarpos por ciclo, y cada basidiocarpo logra originar más de 10 millones de basidiosporas, las cuales son dispersadas por el viento (propiedad) y el agua (agua) (Tovar, 1991). Los basidiocarpos se extienden produciendo basidiosporas durante 2 a 8 días, las basidiosporas son

fácilmente atacadas por los rayos ultravioleta y se secan fácilmente, disipando la formación; la mayor capacidad de sobrevenia se da cuando la liberación es en horas nocturnas (Wheeler y Suarez, 1993 citados por Purdy y Schmidt, 1996).

2.1.3.2. **Moniliasis** (*Moniliophthora roreri*).

Phillips (2003), muestra que la moniliosis es causada por el hongo *Moniliophthora* y está restringida a todos los géneros de *Theobroma*. Se halla en América Tropical y su origen está en Colombia. Según Hoss y Reinhart (1999), esta enfermedad, junto con la escoba de bruja, reduce la obtención de cacao en un 40 – 80 %. A veces llega al 100 % (Evans et al., 1998). En abril de 1992, en el tramo de "Las Islas", a 1 km de la localidad de Tingo María, se observó el diagnóstico de moniliosis con el número de casos de 1,1 a 56,3 %; Entre mayo y agosto de 1992, como resultado del análisis fitopatológico, se encontraron focos de moniliosis en la sección "Castillo", a 3 kilómetros de Tingo María, así como "La Banda" y "Cotomonillo" en las secciones del distrito. Aucayacu. 65 y 68 km de Tingo María equitativamente (PROGRAMA de las NACIONES UNIDAS para la FISCALIZACIÓN INTERNACIONAL de DROGAS [PNUFID], 1996).

1. Sintomatología. Esta enfermedad afecta solo a los frutos de cacao en cualquier año, y la gravedad de la enfermedad depende de la ubicación y la época del año, así como del clima. En frutos tiernos de tres meses presentan defectos, jorobas o hinchazón, seguido de la visión de manchas negras, que cubrirán todo el útero. En frutos mayores de tres meses aparecen manchas de grasa (negro brillante), a veces con un halo amarillo, lo que da aspecto de falsa maduración (maduración temprana). Estos síntomas se acumulan hasta que aparece una zona de chocolate y después de otra semana hasta que aparece un polvo blanco (conidios), que cambia gradualmente. Los síntomas a menudo se ven externamente y causan necrosis, deformidad y descomposición. En mazorcas de 60-80 días se pueden observar células necróticas internas (Evans et al., 1998; Parra y Sánchez, 2005).

2. Epidemiología. Se produjeron grandes cantidades de esporas en frutos enfermos con una densidad de 44 millones de esporas/cm². Así, un fruto puede producir 7 mil millones de esporas (Campuzano, 1981 citados por Phillips, 2003). Las esporas secas se eliminan cómodamente con cualquier irritante y son transportadas por el viento, que puede transportarlas largos trayectos siempre que no haya obstáculos naturales significativos, sin embargo el hongo está bien adecuado a las condiciones fuertes del viento, las esporas que se secan fácilmente y poseen paredes gruesas, se ha insinuado que su agregación y supervivencia están limitadas por su masa y exposición a la luz solar, los frutos enfermos se desecan posteriormente de unos tres meses, pero persisten adheridos al tallo durante mucho

tiempo; estos frutos, con “momias”, son la principal fuente de inóculo y causantes de nuevas enfermedades en la producción de cacao (Phillips, 2003). La fruta infectada puede originar varios ciclos de esporas, incluso los restos en los árboles o en el suelo pueden producir esporas incluso cuando están a punto de descomponerse; las esporas que flotan en el aire logran depositarse con la lluvia en las copas de los árboles y dispersarse a otras partes de la planta, especialmente al tronco, donde logran contagiar la fruta, la cantidad de esporas en el aire se ve afectada por la hora del día y el tiempo del año; los componentes favorables para la germinación y entrada de hongos (condiciones húmedas) son desiguales de los favorables para la independencia y propagación de patógenos (condiciones secas), las altas temperaturas (superiores a 26 °C) y la baja humedad relativa (inferior al 85 %) benefician la liberación de esporas, en las plantas afectadas hay una apariencia constante de célula sexual de *M. roreri*, que flotan en el aire, por lo que la contaminación del fruto consigue ocurrir en cualquier momento siempre que existan tejidos sensibles y situaciones ambientales favorables (Evans, 1981).

2.1.3.3. Pudrición parda de la mazorca (*Phytophthora* sp)

Esta enfermedad es originada por *Phytophthora palmivora* (Butl.) y *P. capsici* (Leoniam) ambas causantes de la pudrición de la fruta; puede infectar otras partes de la planta, como hojas, brotes jóvenes, cojines de flores, tallos y raíces. Es endémica en las regiones productoras de cacao y limita severamente la producción mundial, lo que provoca pérdidas de hasta un 30 % y hasta un 80 % en ciertos países de las Américas y África Central (Opeke y Gorenz, 1974, Enríquez, 2004; McMahon et al., 2006; Paulin et al., 2008).

1. Sintomatología. Se determina por la aparición de una mancha de color chocolate, casi redonda, que se amplía rápidamente por toda la superficie hasta envolver el fruto en 7 o 10 días. Esta mancha tiene peculiaridades similares a las originadas por la moniliasis, pero tiene bordes específicos; el fruto afectado es sensible y de menor peso que el fruto normal o el fruto está infectado por monilla, el daño tiene un aspecto húmedo; los frutos infectados no sirven y en 10 a 15 días están completamente podrida; la aparición de "grietas" redondas u ovaladas en el tronco, solas o en grupos con márgenes difusos y son de color rojo-negro. Inicialmente, son difíciles de diferenciar en la corteza, mezclándose con el manchado natural de la corteza y las epífitas que crecen en el árbol del cacao, no obstante, cuando crece musgo en la zona herida, muere, dejando al descubierto una zona seca que sobresale del resto de la mazorca; es viable evaluar signos evidentes de hongos, ya que puede verse un micelio blanco y suelto que aparece 2 o 3 semanas posteriormente de la primera mancha.; en una etapa destacada del contagio, se libera un líquido rojo oscuro de la herida a través de la ruptura de la corteza, que es fácil de reconocer, en el interior, las señales cubren un área muy grande,

mientras que el hongo crece ligeramente dentro del cambium cortical y las células (Medeiros, 1974). Las sintomatologías descritas anteriormente, puede dañar brotes, causar la muerte a hojas jóvenes de cacao, especialmente en la etapa de vivero y floración, en este caso provoca necrosis y reducción del margen en la mitad apical de las hojas, con humedad alta y la temperatura perfecta provoca mucha esporulación del hongo, si el suelo se contamina en las áreas de vivero, puede causar estrangulamiento y marchites en los cultivos (Gregory, 1972).

2. Epidemiología. La lluvia es el factor primordial en el progreso de la enfermedad, que aumenta entre los 3 y 9 días, posteriormente en el alto Huallaga, la precipitación media mensual fluctúa entre 126,7 y 262,8 mm con una humedad de 71 a 81 % y una temperatura de 24 a 25,7 °C; la cual favorece a la infestación de *phytoththora*, estos contextos se dan de diciembre a abril, solo durante el período de abundante fructificación, por lo que se tomarán fuertes medidas preventivas durante este período (Arevalo et al., 2004).

2.1.3.4. Mazorquero del cacao (*Carmenta foraseminis*)

Eichlin (1995), para la descripción de especies utilizó semillas de *Gustavia angustifolia* Benth, *Gustavia superba* y *Eschweilera* sp, donde crió los especímenes (Panamá), también utilizó semillas de cacao de Colombia y la nombró *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin; posteriormente afirmó que este insecto actualmente se encontraba en Panamá, Venezuela y Colombia y que, además, Lecythidaceae también es utilizado como hospederos alternos. En el departamento de Antioquia varios municipios reconocen al daño como similares a los causados por el “Carmenta negra”, *Carmenta foraseminis*, de Venezuela; en el 2009 se envió muestras de adultos hembras y machos, obtenidos de frutos cacao, que estaba a cargo de la Doctora Gloria Elena Guzmán, al Laboratorios de Diagnóstico Fitosanitario del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) – Colombia, la encargada del laboratorio Dr. María Alessandra Alterio finalmente identificó al insecto como *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae). Sin embargo, el primer reporte en Colombia, lo denominaron al insecto como *Conopia* sp. Aunque ya en 1979 estudiosos como Gallego y Vélez (1979) lo reportaron como *Synanthedon theobromae*. Luego más tarde específicamente en 1990 Leal y Hernández, mediante muestras remitidas al Dr. Gaden Robinson del Museo Británico su caracterización estuvo determinada como *Synanthedon theobromae* Busck. Por su parte Delgado (2007), exterioriza que, al estudiar el ciclo de vida de un barrenador de frutos, que surgió haciendo daño en algunos municipios de Norte de Santander, previsiblemente fue originario de Venezuela, lo identificó como *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin.

2.1.4. El Clon CCN-51.

Crespo y Crespo (1997), mostró que el clon CCN-51 fue selecto y

estudiado por el agrónomo Homero Castro en Ecuador hace más de 30 años. Este científico está investigando las poblaciones de cacao en el Amazonas, recolectando material genético para usarlo en programas de mejoramiento con cultivares de Trinidad y otros, buscando un clon de alta calidad con alto rendimiento y buena resistencia a enfermedades; presenta un promedio de 57 óvulos/ovario, rojo cuando inmaduro, forma basal, oblongo, ligeramente constreñido en la base, espesor medio de la cáscara, surco profundo, 44 semillas/fruto, peso seco de semilla 1,4 g, índice de mazorca 16, rendimiento 2 760 kg/ha y contenido de grasa del 54 %. Susceptibilidad a la podredumbre parda, resistencia moderada a la escoba de bruja e infección moderada a la moniliasis (García, 2007; citado por Gamboa, 2015). El clon CCN-51 fue incrustado en Perú por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) a mediados de la década de los 90 desde Ecuador debido a su alto rendimiento y resistencia moderada a la "escoba de bruja". Por su aparición temprana y buena adaptación ha aumentado la superficie cultivada, sustituyendo a la variedad "criolla o común" (García et al., 2001).

2.2. Generalidades de los productos a emplear.

La pintura cálcica cúprico color azul, se compone de sulfato de cobre, cal y agua, y sirve para combatir algunas enfermedades de las plantas. Son debidas a hongos microscópicos que viven como parásitos en los tejidos vegetales.

• **¿Cómo actúa el caldo bórdales?** Es un ejercicio protector, sus ingredientes primordiales es cobre y calcio, tienen efectos inmediatos y duraderos; Como consecuencia, los cultivos están resguardados por más días contra enfermedades fúngicas y bacterianas. Esta pintura es una modificación del caldo bórdales hecha por el ing. Baldomero Ramírez Arévalo, cuyos ingredientes para un volumen final es 100 L:

- 1 kg sulfato de cobre
- 10 kg de hidróxido de calcio (cal hidratada)
- 4 kg de cola sintética



Figura 1. Aplicación de las pinturas cálcicas cúpricas (DEVIDA, 2020)

Este preparado se aplica directamente sobre los frutos cuando estos tengan un tamaño mayor de 5 cm de longitud. Según tiene un buen efecto de control; sin embargo, la cantidad de cal es muy elevado para lo que se requiere evaluar diferentes soluciones del caldo bórdales y evaluar su efecto de control.

2.2.1. Fundas biodegradables

Son una barrera física que se coloca encima de la mazorca de cacao y se utiliza para protegerse de las agresiones de mazorquero, monilla, escoba de bruja (Pino, 2017).

- **Instalación.** Previo al establecimiento de fundas, se debe aplicar la precaución de caldo bordales o caldo sulfocálcico a partir la mayor floración y se debe hacer por lo menos cada 25 días, hasta que la mazorca tenga dos meses, esto ayudará a eliminar las esporas de algunos parásitos y enfermedades que puedan estar presentes en los frutos. La disposición de fundas se debe hacer entre enero y marzo para testificar la cosecha primordial de abril a junio y para la cosecha adicional se deben colocar entre julio y septiembre (Pino, 2017) Figura 2.



Figura 2. Fundas biodegradables en el fruto de cacao (Pino, 2018)

2.3. Trabajos referenciales

Moron (2018) En su investigación sobre el índice de enfermedades del cacao, determinó que al aplicar 2 % de caldo Bórdales + 10 % de caldo sulfuro de calcio, el efecto de control es mayor para frutos enfermos y frutos atacados por *Carmenta foraseminis*; además, presenta un buen indicador de rentabilidad, lo que sugiere que es estadísticamente mejor que el resto de los tratamientos evaluados en este experimento.

Perdomo (2014) En un estudio de control químico y biológico de enfermedades del cacao se estableció que con cuatro aplicaciones de Tebuconazol se logró la menor morbilidad de fruto total y para peso seco de almendras secas sanas, con la aplicación de Folicur también se incrementó el rendimiento en 1 250,80 kg/ha. El mayor índice de rendimiento de

los tratamientos superó al testigo en un rango de 114,30 % para hongos antagónicos y 160,40 % para insecticidas sistémicos.

Jáuregui (2001) en la tesis de la enfermedad del cacao por aplicación de fungicidas, la enfermedad que se mostró con mayor incidencia fue la enfermedad de monilla con un 25,71 % en testigo, 23,14 % con aplicación de clorotalonil, 21,53 % con aplicación de cobre formulación y 19,77 % con aplicación de hidróxido de cobre. El experimento mostró tasas más bajas de progresión de la enfermedad con aplicación de tratamientos para la escoba de bruja y la moniliasis en comparación con el control fungicidas.

Ríos (2003) en un estudio de control de enfermedades con la se utilizó *Trichoderma* y óxido de cobre, se determinó que los tratamientos químicos y biológicos tenían tasas de infección y curvas de progresión de la enfermedad más bajas que los controles sin aplicar. Del total de frutos enfermos de cacao es la monilla, siendo la principal enfermedad tomada en cuenta, variando el valor porcentual de enfermedad entre 29,545 y 49,085 % para los diferentes tratamientos estudiados. El tratamiento con *Trichoderma* mostró la mayor eficiencia en comparación con el tratamiento de control con químicos, los costos de producción aumentaron debido a los altos costos de insumos químicos; mientras que el efecto logregrado por el tratamiento control fue relativamente menor que el del tratamiento *Trichoderma*.

Para las plantas seleccionadas se consideró: tamaño de copa, edad, arquitectura y condiciones de sombra, se realizó la remoción de tejido enfermo de cada planta. Cada unidad experimental estaba conformada por 36 plantas, de los cuales se evalúa 16 plantas

del centro, distribuido en cuatro bloques, es decir, cada tratamiento está conformado por 144 plantas de los cuales 64 plantas del centro fueron las que se evaluó.

3.1.3. Labores culturales

Se realizó todas las actividades de buenas prácticas agrícolas (BPA), como podas, abonamiento, control de malezas, tratamiento de cascara y cosechas oportunas cada 15 días.

3.2. Material y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Para el experimento, se utilizó bolsas biodegradables, sulfato de cobre, cal hidratada, cola sintética, mochila de fumigar, rafias y otros.

3.2.2. Tratamientos.

La descripción de los tratamientos en estudio se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Ingrediente activo	Frecuencia de aplicación	Nº de aplicaciones
T ₁	Testigo (Cosecha cada 15 días)	0	0
T ₂	Pintura cálcica cúprico 100 %	15 días	3
T ₃	Funda biodegradable	15 días	3

* En todos los tratamientos se realizarán podas, desmalezamientos y remoción de frutos enfermos

3.2.3. Descripción de los tratamientos:

- T₁ (Testigo): No se aplicó ningún producto, el parámetro a evaluar fue el efecto de la cosecha cada 15 días.
- T₂: Aplicación de pintura cálcica cúprica: esta pintura se preparó según la fórmula establecida por el Ing. Baldomero Ramírez, cuyos ingredientes para una preparación de 20 L fue: sulfato de cobre (250 g) mas 2,5 kg de hidróxido de calcio (Cal hidratada) y 1 kg de cola sintética. Esta pintura se aplicará empleando una bomba de mochila mecánica a los frutos a los 45 días después de la fecha de mayor floración de la plantación. La frecuencia de aplicación fue cada 15 días.

- T₃: Cubrir los frutos con la Funda biodegradable: estas fundas son producidas por la empresa TECNATROP, las que se colocaron a cada fruta cuando tenida más o menos 40 a 50 días de edad. La frecuencia de enfunde de cada nuevo fruto formado se realizó cada 15 días.

3.2.4. Diseño estadístico.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), conformado por tres tratamientos y cuatro bloques, para un total de doce unidades experimentales (UE). El comportamiento del tratamiento se determinó mediante la prueba de significancia estadística de Duncan ($\alpha = 0,05$). El modelo de suma lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Respuesta del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

μ = Efecto de la media general

σ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ijk} = Efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación.

Para:

i = 1, 2, 3, tratamientos.

j = 1, 2, 3, 4 bloques.

3.2.5. Modelo del análisis de varianza

El modelo de análisis de varianza se presenta en la Tabla 2

Table 2. Esquema del análisis de variancia (ANVA).

Fuente de variabilidad	SC	GL	CM	F
Bloques	SCb	GLb	SCb/GLb	CMb/CMee
Tratamientos	SCt	GLt	SCt/GLt	CMt/CMee
Error experimental	SCee	GLee	SCee/GLee	
Total	SCT	GLT	SCT/GLT	

3.2.6. Características del campo experimental:

A. Bloques.

- Número de bloques : 4
- Largo de cada bloque : 54 m
- Ancho de cada bloque : 18 m

- Área de cada bloque : 972 m²

B. Tratamientos.

- Número de tratamientos por bloque : 3
- Largo de cada tratamiento : 18 m
- Ancho de cada tratamiento : 18 m
- Número total de plantas/tratamiento : 36
- Área total de cada tratamiento : 324 m²
- Número de plantas evaluadas/tratamiento : 16
- Área neta de cada tratamiento : 144 m²

C. Dimensiones del campo experimental.

- Largo : 54 m
- Ancho : 72 m
- Área total del experimento : 3 888 m²

3.2.7. Croquis del experimento

Está representado por tres tratamientos y cuatro bloques, distribuido de forma al azar

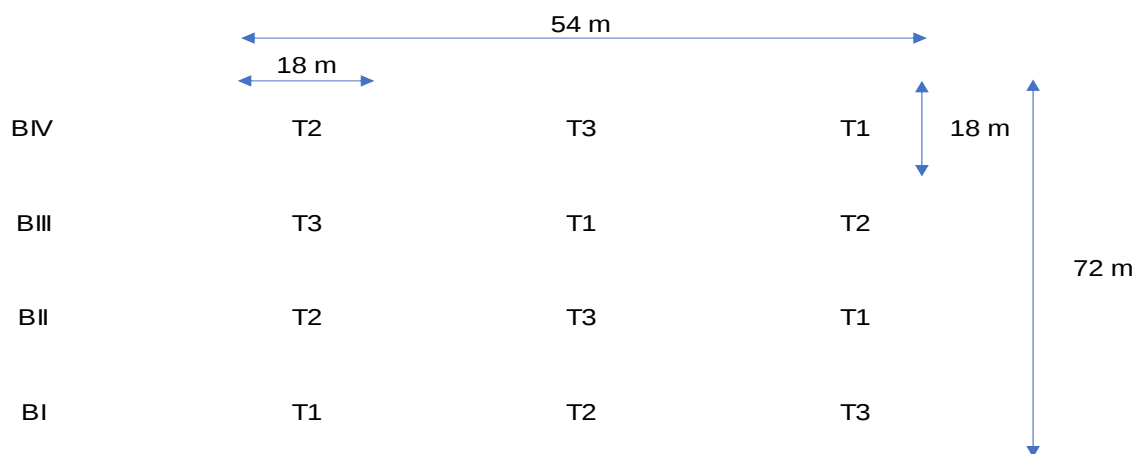


Figura 4 Croquis del experimento.

La unidad experimental (U.E) estuvo compuesto por 36 plantas, de las cuales 16 del centro fueron evaluadas

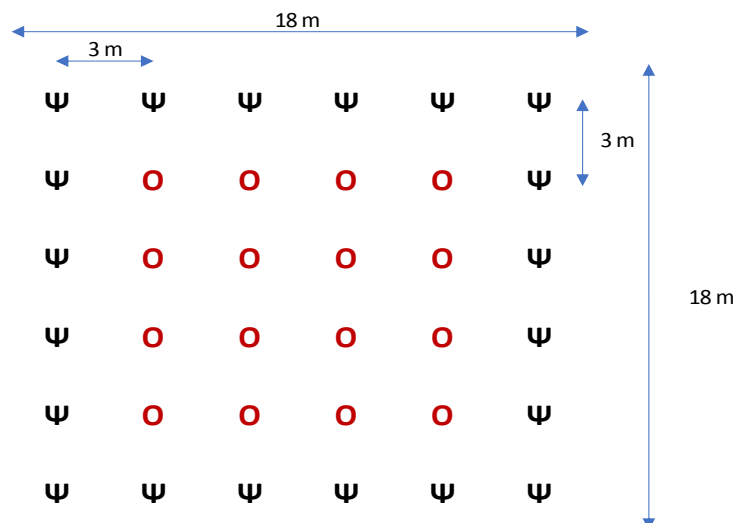


Figura 5 Croquis de unidad experimental

3.2.8. Aplicación de tratamientos y evaluación

1. La identificación de tratamiento y bloques se realizó el 14 de marzo
2. El 15 de marzo se realizó un diagnóstico de enfermedades y barrenador de mazorquero en frutos sin cosecha dentro del área experimental
3. 16 de marzo se realizó la primera aplicación de pintura cálcica cúprica y colocación de fundas biodegradables
4. La primera evaluación de tratamientos se realizó el primero de abril
5. La segunda aplicación de pintura cálcica cúprica y colocación de fundas biodegradables se realizó el 2 de abril
6. La segunda evaluación de tratamientos se realizó el 15 de abril
7. La tercera aplicación de pintura cálcica cúprica y colocación de funda de degradables se realizó el 16 de abril
8. La tercera evaluación de tratamientos se realizó el de uno de mayo
9. La cuarta evaluación de tratamientos se realizó el 15 de mayo
10. La quinta evaluación de tratamientos se realizó el uno de junio
11. La sexta evaluación de tratamientos se realizó el 15 de junio

3.2.9. Parámetros por evaluar:

3.2.9.1. Incidencia e infestación de enfermedades y mazorquero en frutos

De las 36 plantas que constituyen cada U.E se marcaran 16 (Figura 4) en las que se cuantificara cada 15 días el número de frutos enfermos con “pudrición parda”, “moniliasis”, “escoba de bruja” y otras enfermedades que se presenten en frutos verde

y maduros. De la misma manera se evaluó en número de frutos infestados por el “mazorquero” de cascará y semilla, dándose mayor énfasis al de semilla por ser el que más daño produce en el cacao.

3.2.9.2. Incidencia e infestación de enfermedades y mazorquero en frutos cosechados en el total de la parcela.

Cada 15 días se realizó la cosecha del total de la parcela experimental que consta de 16 plantas (Figura 4). El total de los frutos cosechados fueron evaluados por sintomatología externa e interna de las siguientes:

- Número de frutos con síntomas de Moniliasis
- Número de frutos con síntomas de Pudrición parda
- Número de frutos con síntomas de Escoba de bruja
- Número de frutos con síntomas de otras enfermedades
- Número de frutos con síntomas de daño por mazorquero de semilla

3.2.9.3. Procesamiento de los datos obtenidos en las plantas marcadas y cosecha en toda la parcela

- **Porcentaje de incidencia e infestación.** Los datos obtenidos del número de frutos enfermos e infestación con mazorquero, se determinará en porcentaje de incidencia e infestación. Con los datos de porcentaje de incidencia e infestación se calculará las proporciones acumuladas las que serán graficadas en función del tiempo originando la curva de progreso de cada enfermedad y del mazorquero. Para ello se implicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Total de enfermos o infestados}}{\text{Frutos totales evaluados}} \times 100$$

- **Análisis estadístico de los datos.** Los datos de número, incidencia e infestación de frutos sanos, enfermos, infestados, tasa de progreso y área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE), se realizará el análisis de variancia (ANVA) empleando el software estadístico R de libre acceso. Modelo estadístico se muestra en el Cuadro 4.

- **Análisis de rentabilidad.** Para la rentabilidad de cada tratamiento, inicialmente se determinó los costos de insumos, mano de obra por aplicación,

podas y deshierbes, recolección y remoción de frutos en cada tratamiento. Para determinar la relación ingreso total (S/.), utilidad (S/.) y costo-beneficio (B/C), se utilizarán las siguientes relaciones:

$$\begin{aligned}\text{Ingreso bruto (S/.)} &= \text{Almendra sana seca (kg/ha)} \times \text{Precio de venta} \\ \text{Utilidad (S/.)} &= \text{Ingreso bruto} - \text{Costo de producción.}\end{aligned}$$

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{ingreso bruto(S/.)}}{\text{Costo de producción(S/.)}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diagnóstico de frutos sin cosechar

Antes de la aplicación de pintura cálcica, colocación de fundas biodegradables y cosecha de mazorcas cada 15 días, se realizó un diagnóstico del total de frutos, se realizó un recorrido de toda el área experimental en las cuales se registró frutos sanos y frutos enfermos, se consideró frutos de 2 meses de edad aproximadamente, esta evaluación se realizó en el mes de marzo del 2021. En total se contabilizó 4391 frutos (Sanos + enfermos), de las cuales 3 179 frutos son sanos y representa el 72 % y 1 212 frutos son enfermos y representa el 28 %; esta evaluación se realizó sin hacer la recolecta de frutos.

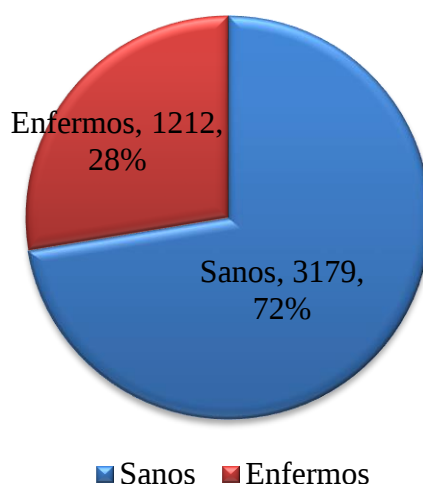


Figura 6. Determinación del estado sanitario de los frutos de cacao en la parcela experimental.

La parcela es conducida de forma tradicional, según Ortega (2006), las parcelas que son conducidas bajo los sistemas de producción tradicional, donde se efectuaron algunas prácticas de podas y recojas de frutos enfermos los niveles de influencia llega a un valor de 42 %, teniendo en cuenta la referencia en el experimento al momento del diagnóstico inicial se observa bajo porcentaje de frutos enfermos al inicio, considerando que este valor determinado en el experimento, es probable que no muestra una certeza del cien por ciento debido que los frutos no fueron removidos y solo fueron diagnosticados de forma visible, es decir, se consideró como fruto enfermo si se observaba algún vestigio de forma física. Al respecto Ríos (2017), indica que las incidencias de enfermedades del cultivo de cacao, se incrementan en los meses de diciembre a abril, la evaluación se realizó en el mes de marzo, es probable que en el mes de

abril incremente las enfermedades debido que los frutos incrementan su tamaño; asimismo indica que las labores agronómicas reducen la incidencia de enfermedades. También Ortega (2006), refiere que las enfermedades del cultivo de cacao reducen el rendimiento de 60 hasta 90 %, estos altos porcentajes mucha pérdida para el agricultor por tal motivo es importante el control de enfermedades, considerando las referencias la evaluación inicial en el experimento es considerada bajo, es probable que el porcentaje bajo de la evaluación realizada, es que en el mes de marzo los frutos eran pequeños y a simple no se visualizó las enfermedades.

4.2. Evaluación de la incidencia de enfermedades y *Carmenta* sp.

Las evaluaciones de incidencia de monilla, escoba de bruja, pudrición parda e insectos plaga (*Carmenta foraseminis*), evaluadas cada 15 días, a 16 plantas de cada unidad experimental (U.E) las evaluaciones fueron sometidas al análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) (Tabla 4). Respecto al total de frutos no se observa diferencias estadísticas en los bloques, así como en tratamientos en todas las evaluaciones, a excepción de la primera evaluación. El C.V fue se encuentra en 10 a 20 %, valores que indican media y alta dispersión de variable en estudio, es probable que la dispersión incrementa debido que el número de frutos en cada árbol es variable. Tampoco se observa que no hay diferencias estadísticas en bloques ni en tratamientos en todas las evaluaciones debido que el valor de probabilidad es mayor al planteado, el C.V fue 10 a 40 %, considerado medio y muy alta dispersión, debido que las mazorcas infestadas presentan alta heterogeneidad al momento de las evaluaciones.

En cuanto a los frutos enfermos e infestados por *Carmenta*, se observa que no hay diferencias estadísticas en bloques, tampoco en tratamientos en todas las evaluaciones, debido que el valor de probabilidad es mayor al planteado, es decir, todos los tratamientos en estudio son iguales estadísticamente a excepción de la primera evaluación. Se consideran variaciones altas y muy altas en las evaluaciones de frutos dañados por enfermedades y *Carmenta*. Así lo manifiesta Pimentel (1985) Autor citado por Gordón y Camargo (2015), reiterar que normalmente en los ensayos de campo agrícola, el CV se considera bajo cuando es inferior al 10 %; media de 10 a 20 %, alta cuando de 20 a 30% y muy alta cuando supera el 30 %. Como no hay diferencia estadística en el análisis de varianza, no fue necesario realizar la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), ya que, todos los tratamientos son iguales estadísticamente, sin embargo, se muestra diferencias numéricas (Figura 7).

Tabla 3. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para frutos cosechados cada 15 días, en cuanto al número de frutos totales (E+S), sanos (S), enfermos (E) e insectos plaga (IP) en cada tratamiento.

	Fuente de variación	GL	01-abril		15-abril		01-mayo		15-mayo		01-junio		15-julio	
			CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Frutos Sanos + Enfermos	Bloque	3	228,89	0,50	627,64	0,29	280,97	0,62	240,67	0,77	436,11	0,62	329,89	0,47
	Tratamiento	2	1299,25	0,05	144,25	0,71	385,09	0,47	151,00	0,79	1505,09	0,19	214,59	0,56
	Error	6	260,47		392,14		444,97		621,67		685,86		341,14	
	Total	11												
	C.V (%)		11,27		14,58		29,70		24,80		15,89		19,66	
Frutos sanos	Fuente de variación		01-abril		15-abril		01-mayo		15-mayo		01-junio		15-julio	
			CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
	Bloque	3	69,56	0,64	283,19	0,16	7,64	0,86	80,08	0,09	214,00	0,93	147,33	0,33
	Tratamiento	2	214,34	0,24	159,25	0,32	7,00	0,81	47,25	0,21	1258,34	0,48	121,59	0,38
	Error	6	115,22		116,70		31,56		23,25		1529,00		105,58	
Frutos enfermos	Total	11												
	C.V (%)		19,05		20,68		24,61		10,30		39,81		20,01	
	Fuente de variación		01-abril		15-abril		01-mayo		15-mayo		01-junio		15-julio	
			CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
	Bloque	3	6,22	0,67	80,56	0,50	24,97	0,06	18,75	0,54	89,22	0,11	41,86	0,31
Frutos con Carmenta	Tratamiento	2	13,09	0,38	144,09	0,28	11,09	0,22	6,25	0,78	28,59	0,43	3,59	0,88
	Error	6	11,31		90,97		5,64		23,92		29,14		28,36	
	Total	11												
	C.V (%)		46,01		54,87		30,12		32,64		26,65		26,93	
	Fuente de variación		01-abril		15-abril		01-mayo		15-mayo		01-junio		15-julio	
			CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
	Bloque	3	130,33	0,20	64,75	0,91	218,75	0,59	291,67	0,58	102,89	0,72	26,31	0,66
	Tratamiento	2	2170,75	0,00	23,25	0,94	351,00	0,39	232,75	0,59	3,09	0,99	26,09	0,60
	Error	6	62,42		369,25		317,33		409,75		225,31		46,97	
	Total	11												
	C.V (%)		17,29		66,18		43,60		60,05		59,67		58,52	

Durante el experimento el tratamiento testigo “Cosecha cada 15 días”, se obtuvo 1 464 frutos de cacao en total, los cuales 740 fueron sanos, 526 están infectados con Carmenta (Daño directo + Daño indirecto) y 198 presentaron daños por enfermos (Monilla, Escoba de bruja y Pudrición parda); en el tratamiento T₂. Pintura cálcica cúprica”, en total se obtuvo 1 134 frutos, de los cuales 628 frutos son sanos, 338 frutos infectados con Carmenta (Daño directo + Daño indirecto) y 168 frutos enfermos (Monilla, Escoba de bruja y Pudrición parda) y en el tratamiento T₃ “fundas biológicas” en total se cosecho 1 357 frutos, de los cuales 863 frutos son sanos, 255 frutos están infectados con Carmenta (Daño directo + Daño indirecto) y 239 con enfermedades (Monilla, Escoba de bruja y Pudrición parda).

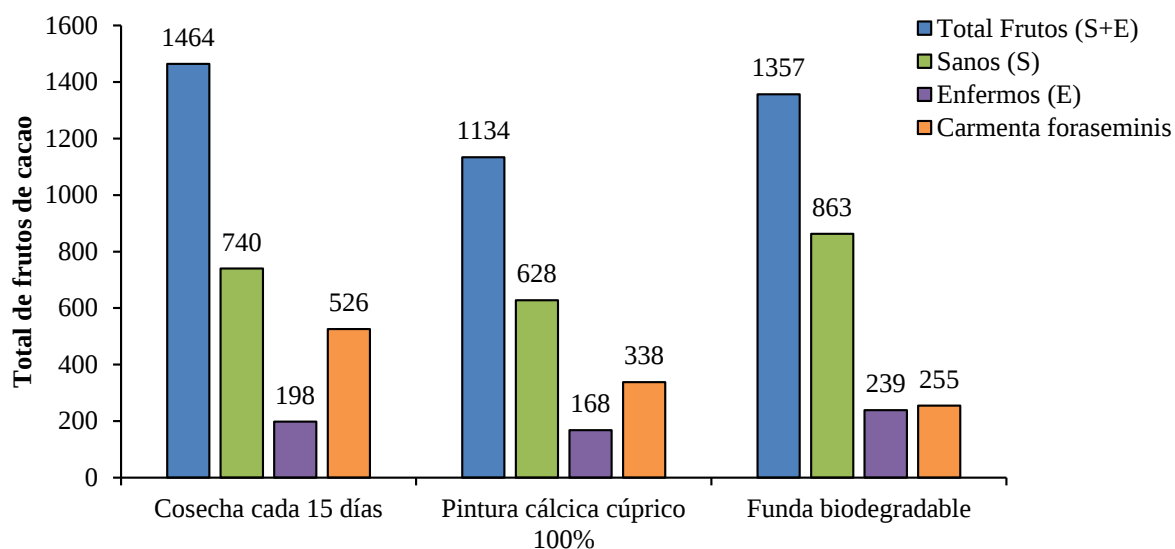


Figura 7. Evaluación de la incidencia de frutos infestados.

El diagnóstico de frutos cosechados durante el experimento, se observa que el tratamiento T₁ (Testigo) “Frutos cosechados cada 15 días”, se determinó que el 51 % corresponde a frutos sanos, 36 % corresponde a Carmenta (Daño directo + daño indirecto) y 13 % corresponde a enfermedades (Monilla + escoba de brujas y pudrición parda). Con aplicación de pinturas cálcica cúprica (T₂), esta aplicación se realizó tres veces, se muestra que el 55 % corresponde a frutos sanos, 30 % corresponde a Carmenta (Daño directo + daño indirecto) y 15 % corresponde a enfermedades (Monilla + escoba de bruja y pudrición parda). Con la colocación de Fundas biodegradables (T₃), se muestra que el 63 % corresponde a frutos sanos, 19 % corresponde a Carmenta (Daño directo + daño indirecto) y 18 % corresponde a enfermedades (Monilla + escoba de bruja y pudrición parda).

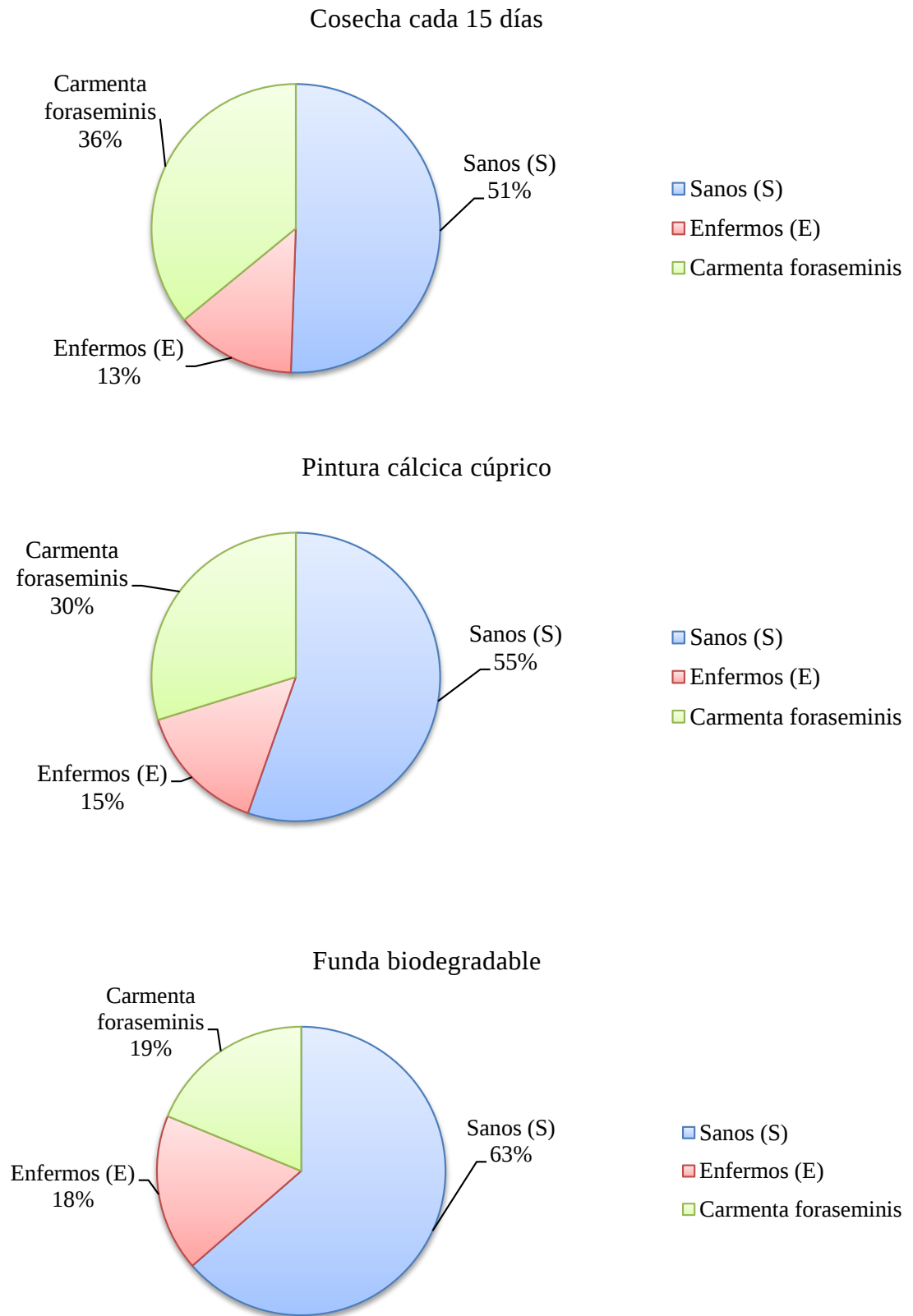


Figura 8. Porcentaje de frutos enfermos, sanos e infestados por *Carmenta foraseminis* obtenidos en cada uno de los tratamientos.

Los resultados muestran que, con la aplicación de fundas biodegradables, se determinó mayor porcentaje de frutos sanos, según Pino (2018), manifiesta que las fundas biodegradables sirven para proteger los frutos de cacao del ataque de insectos plagas y enfermedades. Comparado con aplicación de pintura cálcica cúprica y cosecha de 15 días, además, se muestra que con cosecha de 15 días se determinó mayor porcentaje de frutos con Carmenta, seguido de pintura cálcica cúprica y menor cuando se colocó fundas biodegradables. Asimismo, Pino manifiesta que las fundas biodegradables se fabricaron con la finalidad de proteger los frutos de cacao del mazorquero. Sin embargo, se muestra mayor porcentaje de enfermedades cuando se colocó fundas biodegradables, seguido de pintura cálcica cúprica y menor porcentaje de enfermedades se determinó cuando se realizó cosecha cada 15 días, Guivin (2018) publica que hay que tener en cuenta, Durante la instalación del fundas biodegradable, las mazorcas de cacao deben ser desinfectadas con caldo de sulfato de calcio, para eliminar las esporas de monilla, escoba de bruja y podredumbre parda que puedan estar presentes en las mazorcas cubiertas. , es muy probable que esto sucedió en el experimento debido que esta actividad no fue realizada y como las fundas en algunos casos humedecen a los frutos, estas enfermedades prospero. La aplicación de pinturas cúpricas es considerada como un método de control de enfermedades (Anzules et al., 2019), la pintura de cobre y calcio contiene ingredientes como cal, sulfato de cobre y pegamento artificial, son componentes que permiten obtener plantas sanas con granos de alta calidad y sin residuos contaminantes como son los fungicidas, bactericidas (Marchan, 2022), es importante prevenir estas enfermedades con buenas prácticas agrícolas, entre las labores es, cosecha adecuada de frutos, sanos y enfermos, además se debe acompañar de un adecuado manejo de plantación como podas y programación de fertilización para el buen desarrollo de las plantas (Johnson et al., 2008).

Las enfermedades prosperan cuando se encuentran con un ambiente adecuado (Figura 11), se muestra a la monilla, escoba de bruja, pudrición parda, se muestra incremento en el mes de abril, disminuye la primera semana de mayo, pero para la quincena del mismo mes incrementa y comienza a disminuir en la quincena de julio, las enfermedades proliferaron en este tratamiento debido que se notaba que las bolsas sudan y acumulan agua, en las cuales se genera un ambiente adecuado para las enfermedades. Con aplicación de pintura cálcica cúprica, las enfermedades disminuyen, de tal forma que fue menor hasta la quincena del mes de mayo y posteriormente incrementaba, es probable debido que la aplicación del producto se realizó solo hasta la primera semana del mes de mayo y con las labores de cosecha cada 15 días se muestra una tendencia al crecimiento en todos los meses de evaluación. En cuanto a frutos infectados con Carmenta, mayor número de frutos infectados se determinó en la primera

semana del mes de abril, durante las demás evaluaciones, se muestra mayor número de frutos infectados con las labores de cosecha cada 15 días, hasta fines del mes de mayo; seguido de frutos con aplicación de pintura cálcica cúprica, y a fines del mes de mayo comenzó a disminuir. Menor número de frutos infectados con Carmenta, se determinó con la colocación de fundas biodegradables; mostrando un efecto positivo con este tipo de labor, debido que las fundas biodegradables cubren físicamente a los frutos y evita que el insecto plaga (Carmenta) no dañe los frutos de cacao.

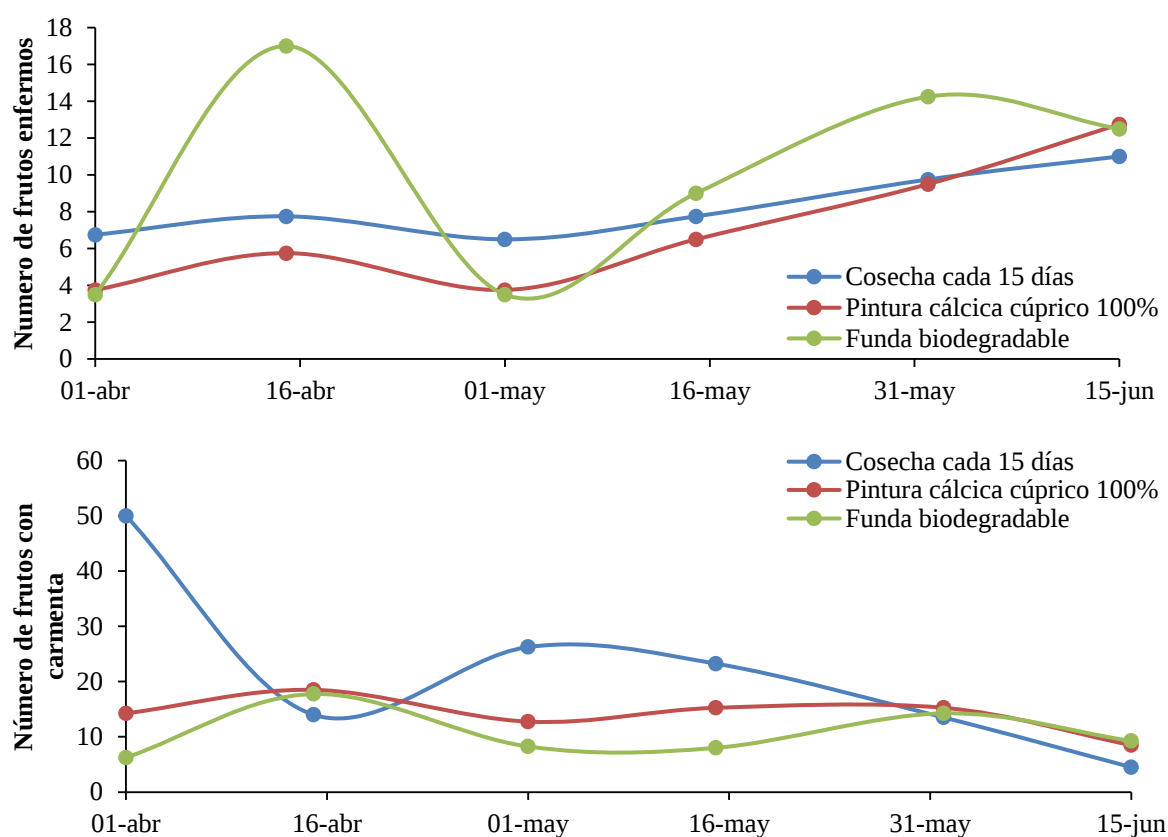


Figura 9. Dispersión de frutos enfermos y dañados con Carmenta durante el tiempo de evaluación.

Antes de colocar las fundas biodegradables, es imprescindible realizar primeramente aplicación de un cúprico para eliminar los hongos que se encuentren en los frutos de cacao, ya que en el experimento se observó que las fundas biodegradables en algunos casos humedecen al fruto y tenemos conocimiento que la humedad es una condición suficiente para que inicie la infestación (Restrepo et al., 2012). En el experimento se observó que con la pintura cálcica cúprica el porcentaje de enfermedades es menor que con fundas biodegradables, significa la pintura cálcica cúprica contra las enfermedades del cacao por efecto de su

composición como: cal agrícola, sulfato de cobre y cola sintética. Los ingredientes permiten obtener cultivos sanos con semillas de calidad y sin residuos contaminantes, convirtiéndose en fungicidas, bactericidas, repelentes con acción preventiva inmediata y duradera, informo DEVIDA el 2021. Asimismo, se observó menor número de frutos enfermos cuando se realizó cosecha cada 15 días, significa que es muy importante las labores agrícolas ya que, ayuda a controlar enfermedades del cultivo de cacao debido que se rompe el ciclo del hongo, según Colonia (2012), indica que este tipo de control se basa en labores agrícolas, en el campo, realizadas periódicamente, pero encaminadas a prevenir y reducir el número de plagas, por ejemplo, la recolección oportuna (Cada 15 días).

4.3. Evaluación de frutos enfermos

Los cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para frutos con enfermedades por Monilla, escoba de bruja, pudrición parda, evaluados cada 15 días por efecto de tres tratamientos T_1 (Cosecha cada 15 días), T_2 (Pintura cálcica cúprica) y T_3 (Funda biodegradable). (Tabla 5). Durante las seis evaluaciones, no se encontró diferencias estadísticas en bloques como en tratamientos debidos que el valor de probabilidad es mayor al planteado, significa que estadísticamente los tratamientos en estudio son iguales. El coeficiente de variación se encorta entre 10 a 30 % considerándose como media y alta dispersión, es probable debido a la variación en número de frutos/plata. Al no existir diferencias estadísticas en el ANVA, no fue necesario realizar la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), debido que todos los tratamientos son iguales estadísticamente, sin embargo, se observa diferencias numéricas (Figura 12), la enfermedad que mayor prospero fue Pudrición parda, seguido de monilla y menor escoba de bruja. Asimismo, se determinó que con las fundas biodegradables hay mayor número de frutos enfermos, con aplicación de pintura cálcica cúprica, disminuye enfermedades como Monilla y Pudrición parda vs el testigo (Cosecha cada 15 días), a excepción de la enfermedad escoba de bruja, que muestra mayor número de frutos enfermos con aplicación de pintura cálcica cúprica. La enfermedad que más prospera en la parcela de investigación fue pudrición parda, Paredes (2003), manifiesta que la enfermedad que más estragos causa en el cacao es la moniliasis, seguido de “Escoba de Bruja”, información que no coincide con nuestro experimento realizado. También Jáuregui (2001), determinó que mayor incidencia de enfermedades en mazorcas de cacao es molilla, además el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2011) además refieren que las enfermedades más comunes es moniliasis, la escoba de bruja y la pudrición parda.

Tabla 4. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para frutos enfermos (E) con Monilla, Escoba de bruja, Pudrición parda evaluados cada 15 días.

Frutos con Monilla	Fuente de variación	GL	01-Abril		15-Abril		01-Mayo		15-Mayo		01-Junio		15-Junio	
			CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
	Bloque	3	1,64	0,35	6,89	0,74	8,67	0,01	14,31	0,08	1,00	0,42	20,67	0,04
	Tratamiento	2	1,34	0,39	3,09	0,83	0,09	0,90	10,34	0,15	1,59	0,26	2,59	0,55
	Error Experimental	6	1,22		16,31		0,75		3,89		0,92		3,92	
	Total	11												
C.V (%)			16,56		32,75		12,37		16,16		22,22		16,67	
Frutos con escoba de bruja	Fuente de variación	GL	01-Abril		15-Abril		01-Mayo		15-Mayo		01-Junio		15-Junio	
			CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
	Bloque	3	0,75	0,25	7,42	0,09	1,19	0,30	0,56	0,51	4,97	0,08	6,56	0,29
	Tratamiento	2	1,09	0,15	4,75	0,18	1,34	0,26	0,09	0,88	1,75	0,33	3,25	0,50
	Error Experimental	6	0,42		2,08		0,78		0,64		1,31		4,14	
	Total	11												
C.V (%)			15,38		20,00		23,69		20,20		13,32		15,56	
Frutos con pudrición parda	Fuente de variación	GL	01-Abril		15-Abril		01-Mayo		15-Mayo		01-Junio		15-Junio	
			CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
	Bloque	3	10,33	0,27	34,31	0,51	3,00	0,72	6,89	0,49	76,97	0,08	4,31	0,68
	Tratamiento	2	11,09	0,24	69,25	0,26	4,09	0,56	5,34	0,53	18,09	0,46	3,25	0,69
	Error Experimental	6	6,08		40,14		6,42		7,56		20,64		8,14	
	Total	11												
C.V (%)			19,51		33,79		22,87		27,95		17,39		15,71	

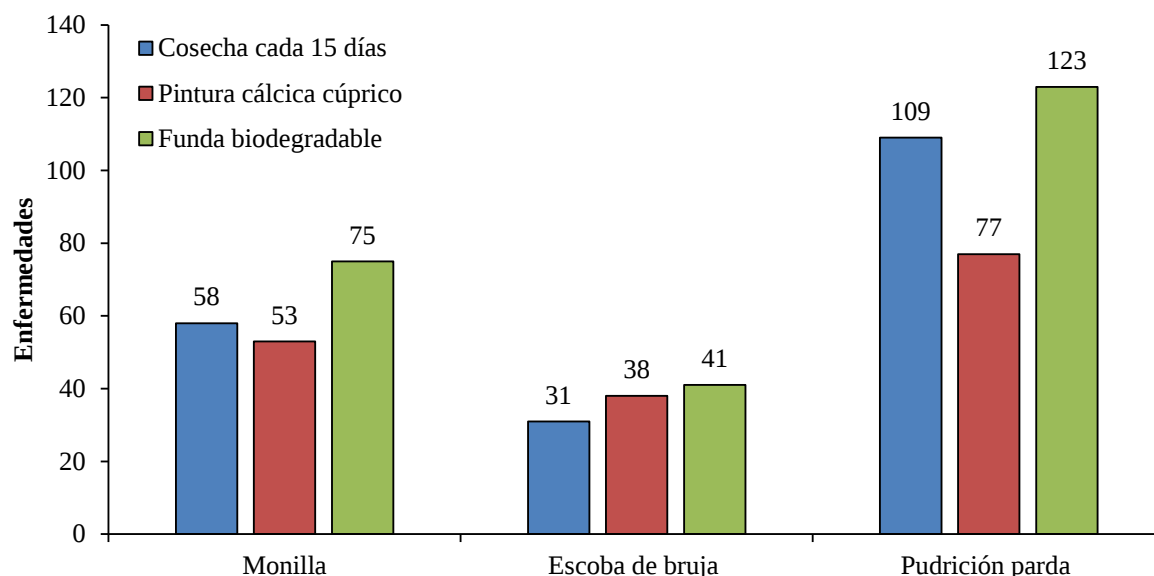


Figura 10. Número de frutos totales cosechados con las tres principales enfermedades en los tres tratamientos evaluados.

Los resultados respecto a las tres enfermedades fungosa más comunes de frutos de cacao, del 13, 15 y 18 % del total de enfermedades (Figura 8), se desglosa en porcentaje a las tres enfermedades más comunes (Monilla, Escoba de bruja y Pudrición parda) (Figura 11), la enfermedad pudrición parda prospera en mayor porcentaje, estos valores son: 55, 46 y 42 % en los tres tratamientos en estudio, en segundo lugar se muestra la enfermedad monilla con 29, 31 y 31 % en los tres tratamientos y en menor proporción se mostró la enfermedad escoba de bruja con 16, 23 y 17 %. Los resultados determinaron que mayor número de frutos son infectados por pudrición parda, asimismo, cuando se aplicó pintura cálcica cúprica la enfermedad pudrición parda disminuye a 46 % comparado con el tratamiento el testigo (Recojo de frutos cada 15 días), mostrado efecto positivo de la pintura en enfermedad Pudrición parda. En el experimento se determinó que, con aplicación de Pintura cálcica cúprica, disminuye el porcentaje de enfermedad como es Pudrición parda y con aplicación de fundas biodegradables y recojo de frutos cada 15 días disminuye enfermedad Escoba de bruja. En la parcela experimental se determinó mayor daño de frutos enfermos por pudrición parda. La "pudrición parda", también conocido como "mazorca negra" es una enfermedad que limita la productividad del cacao y es causada por diversas especies del género *Phytophthora* (Anzules et al., 2019), esta enferme en muchas ocasiones afecta hasta más del 50 % del rendimiento del cultivo (Rodríguez et al., 2021), para la mayor prosperidad de esta enfermedad es los factores que favorecen el desarrollo, en que intervienen más de una especie y formas especiales del

patógeno, necesariamente van a variar ampliamente (Chávez, 1990), aunque muchos autores manifiestan que las enfermedades de mayor importancia es milla, seguido de escoba de bruja, sin embargo, la enfermedad pudrición parda genera pérdidas has más del 50 % respecto a las dos enfermedades mencionadas líneas arriba. La región Huánuco concentra el 4.8 % de la producción nacional de cacao, antes del 2015, las enfermedades de los frutos eran uno de los principales factores que reducían la producción entre un 20 y un 42 % (Cabezas et al., 2017)

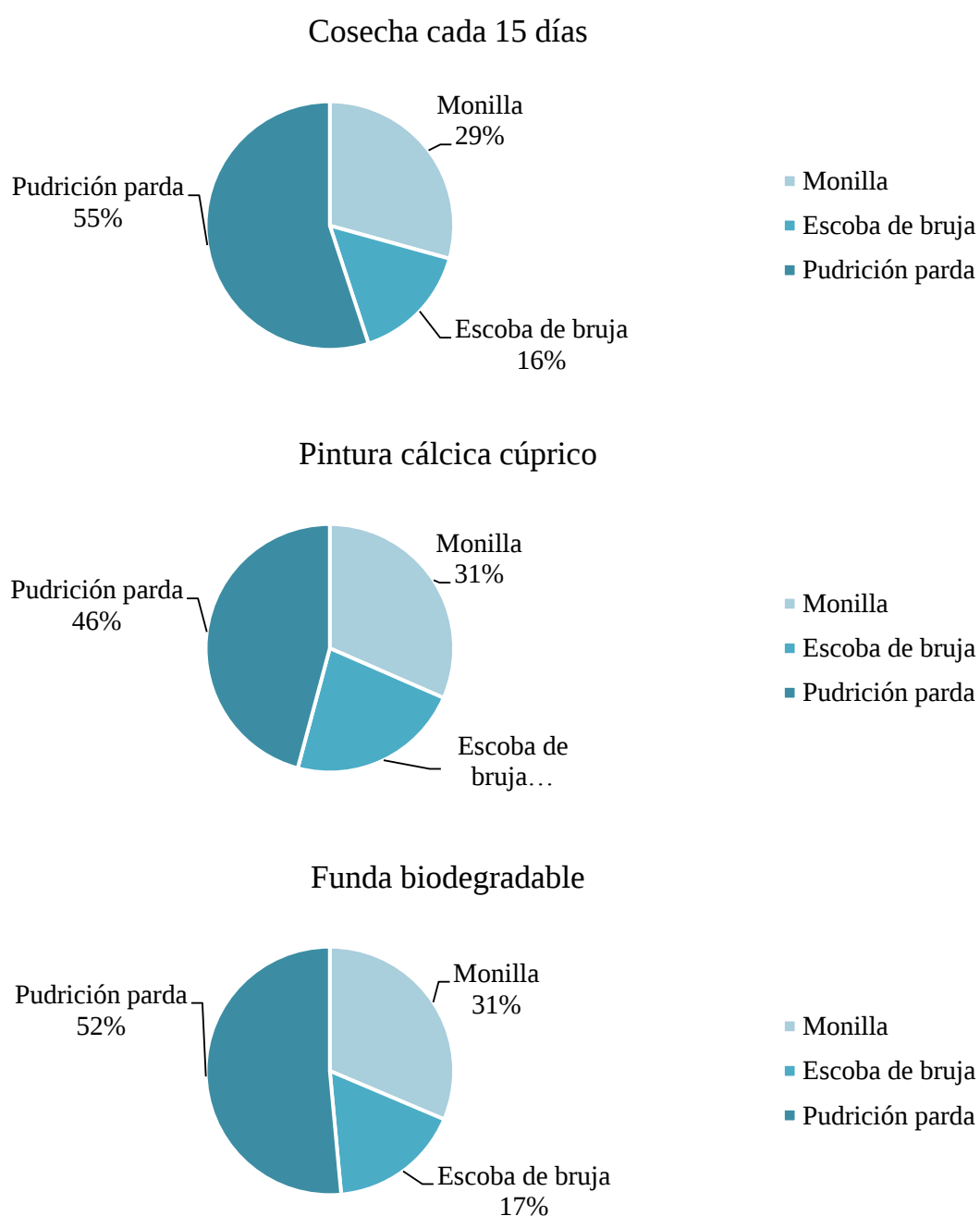


Figura 11. Porcentaje de las tres principales enfermedades en frutos cosechados de cacao en los tres tratamientos evaluados.

4.4. Evaluación del mazorquero (*Carmenta foraseminis*)

Los cuadrados medios del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para frutos de cacao infestados por insectos plaga “*Carmenta foraseminis*”, evaluado cada 15 días por efecto de tres tratamientos, T₁ (Cosecha de frutos cada 15 días), T₂ (Pintura cálcica cúprica 100%) y T₃ (Fundas biodegradables) (Tabla 6), respecto a las evaluaciones de daño directo por insecto plaga (*Carmenta*), los bloques no presentan diferencias estadísticas significativas, debido que el valor de probabilidad es mayor al planteado ($p < 0,05$), significa que todos los bloques son iguales estadísticamente y estaría influenciando en los resultados. Para tratamientos, se observa diferencias estadísticas en la primera evaluación (15 días después de aplicación de tratamientos), debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($p > 0,05$), significa que al menos un tratamiento en estudio a los 15 días es diferente estadísticamente, posteriormente las demás evaluaciones muestran que los tratamientos son iguales estadísticamente, ya que el valor de probabilidad es mayor al planteado ($p < 0,05$). El C.V fue 12,52; 38,64; 29,77; 34,32; 40,81 y 22,13 %, la evaluación de *Carmenta* (Daño directo) muestra media, alta y muy alta variación de frutos atacados con este insecto plaga, en la ejecución del experimento se observó que en algunas plantas evacuadas no presentaban frutos con este daño y en otras plantas el daño fue mayor.

En la evaluación de daño indirecto acusado por insectos plaga “*Carmenta foraseminis*”, en cuanto a los bloques no se observa diferencias estadísticas significativas, debido que el valor de probabilidad es mayor al planteado ($p < 0,05$), significa que todos los bloques son iguales estadísticamente, probablemente estarían influenciando en los resultados. Respecto a los tratamientos se observa diferencias estadísticas en la primera evaluación (15 días después de aplicar los tratamientos), debido que el valor de probabilidad es menor al planteado ($p > 0,05$), en los tratamientos de las demás evaluaciones, se observa que no hay diferencias estadísticas debido que el valor de probabilidad es mayor al planteado ($p < 0,05$), significa que todos los tratamientos son iguales estadísticamente. El C.V fue 11,18; 40,52; 31,49; 30,93; 29,11 y 31,13 % la evaluación de *Carmenta* (Daño indirecto), muestra variaciones medias, altas y muy altas, se debe al número de frutos encontrados en cada planta del cultivo de cacao. Al no existir diferencias estadísticas en todas las evaluaciones no fue necesario realizar el análisis de Duncan ($\alpha = 0,05$) debido que, todos los tratamientos son iguales estadísticamente. Los resultados muestran que daño directo y daño indirecto causado por *Carmenta* son de mucha importancia, aunque estadísticamente no se determine diferencias estadísticas con aplicación de pintura cálcica, fundas biodegradables y cosecha cada 15 días.

Tabla 5. Cuadrado medio del análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para frutos infectados con insectos plaga (*Carmenta foraseminis*) evaluados cada 15 días.

Fuente de variación	GL	Daño directo " <i>Carmenta foraseminis</i> "											
		01-Abril		15-Abril		01-Mayo		15-Mayo		01-Junio		15-Junio	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Bloque	3	76,31	0,12	3,42	0,99	26,00	0,66	135,76	0,55	59,33	0,68	17,42	0,24
Tratamiento	2	961,00	0,00	10,59	0,91	42,75	0,45	111,09	0,56	23,59	0,82	5,34	0,59
Error	6	25,56		114,58		46,75		174,20		111,92		9,33	
Total	11												
C.V (%)		12,52		38,64		29,77		34,32		40,81		22,13	

Fuente de variación	GL	Daño indirecto " <i>Carmenta foraseminis</i> "											
		01-Abril		15-Abril		01-Mayo		15-Mayo		01-Junio		15-Junio	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Bloque	3	16,31	0,28	57,00	0,61	98,75	0,55	38,08	0,59	12,22	0,66	5,89	0,81
Tratamiento	2	245,25	0,00	27,59	0,74	150,75	0,37	29,09	0,62	20,09	0,45	8,09	0,66
Error	6	10,14		87,92		127,75		55,75		21,64		18,31	
Total	11												
C.V (%)		11,18		40,52		31,49		30,93		29,11		31,13	

Las evaluaciones de todo el experimento nos muestran diferencias numéricas (Figura 12), se determinó mayor número de frutos dañados directamente por Carmenta, en los tres tratamientos en estudio (Cosecha cada 15 días, Aplicación de pintura cálcica cúprica y fundas biodegradables), asimismo, se determinó mayores frutos con Carmenta (Daño directo e indirecto) en el tratamiento testigo (cosecha cada 15 días), seguido del tratamiento T₂ (aplicación de pintura cálcica cúprico) y menor número de frutos infectados con Carmenta se determinó en tratamiento T₃ (Fundas biodegradables). Los resultados exponen que con aplicación de pintura cálcica cúprica el daño de Carmenta disminuye el 36,78 % y con las fundas biodegradables disminuye el 58.97 % de daño directo y daño indirecto fue 34,01 y 39,09 % de con pintura cálcica cúprica y fundas biodegradables respectivamente. Mendoza et al. (2016), manifiesta que cuando se aplica control oportuno la infestación de Carmenta es se manifiesta entre 1 a 6 %, caso que no sucede cuando las labores de cosecha es cada 15 días según el experimento, por otra parte, Cubillos (2013) manifiesta que el porcentaje de infestación está en función al tipo de clon del cultivo de cacao, siendo más tolerante el clon CCN-51, por otras partes Cabezas et al. (2017) registro que el 34,60 % de frutos son infestados por Carmenta, resultados se aproxima a muestra experimento donde el mayor porcentaje respecto al total fue de 30 %, estos porcentajes de infestación pueden incrementar hasta en 46,84 % (Navarro y Cabaña, 2006), el incremento estar en función a las altitud donde está establecido el cultivo, y a plantaciones más manejadas, las mismas que generaran condiciones adecuadas para la proliferación de estas plagas (Alcántara, 2013).

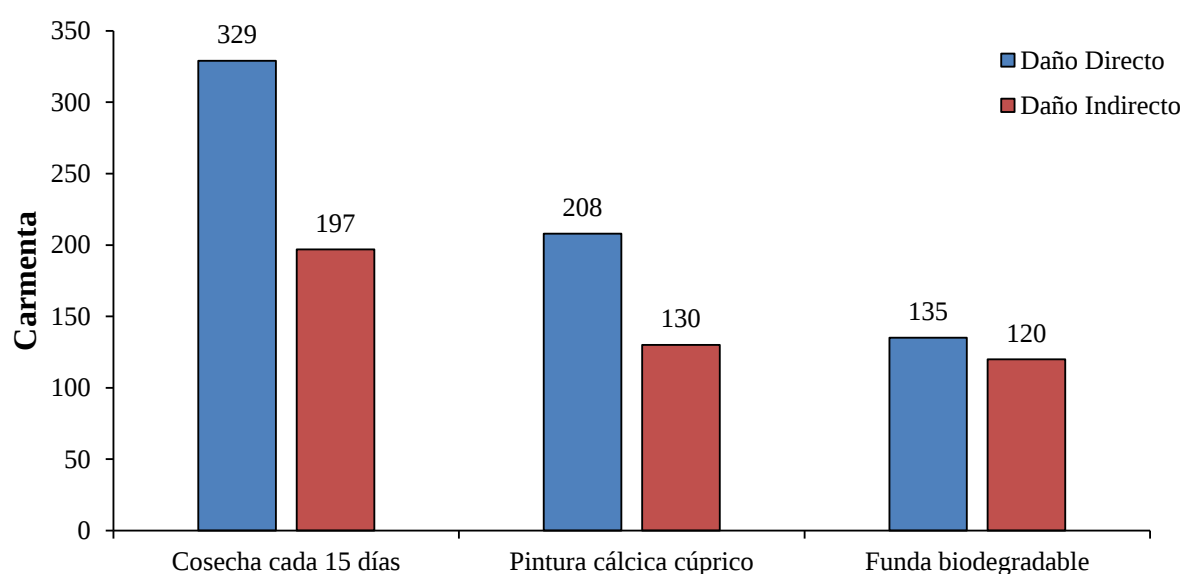


Figura 12. Número total de frutos cosechados con daño directo e indirecto de Carmenta.

Además, cabe mencionar que muchas veces los frutos de cacao parecían sanos físicamente pero cuando se abría el fruto se encontraba las larvas, se determinó mayor número de frutos con daño directo, el experimento determina control de Carmenta con colocación de fundas biodegradables sin la utilización de productos químicos, sin embargo, se puede disminuir el daño por Carmenta colocando fundas a frutos de 2,5 meses de desarrollo de fruto,

4.5. Análisis de rentabilidad

El análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio se presenta en la Tabla 7, se evaluó seis plantas netas, se determinó mayor rendimiento en el tratamiento T₃ (Fundas biodegradables) con 43,15 kg secos, generando un ingreso bruto (I.B) de 431,50 soles, con utilidad (U) de 161,50 soles. En segundo lugar, se determinó al tratamiento T₁ (Cosecha de frutos cada 15 días) con 37 kg secos los cuales genero un I.B de 370 soles y U. de 120 soles y menor rendimiento corresponde al tratamiento T₂ (Pintura cálcica cúprica) obtuvo 31,40 kg seco las cuales genero un I.B de 314 soles y U. de 4 soles.

El tratamiento con mayor costo beneficio fue T₃ (Fundas biodegradables) con valor de 1.60 soles y rentabilidad de 0,60 soles en segundo lugar está el tratamiento T₁ (Cosecha de frutos cada 15 días), con valor de 1,48 soles generando una rentabilidad de 0,48 soles, es decir, por cada sol invertido se tendrá una ganancia 0,60 y 0,48 soles el tratamiento T₂ (Pintura cálcica cúprica 100 %), genero costo beneficio de 1,01 soles y rentabilidad de 0.01 soles.

Tabla 6. Análisis de rentabilidad de los tratamientos evaluados en el control de enfermedades y *Carmenta foraseminis*. Kg/ue

Trat.	S./ Costo de producción/Tratamiento									
	P	C	L.P	A.P	C. Total (\$/.)	Kilos	I. B.	U. (\$/.)	I. R.	B/C
T ₁	0	100	150		250	37,00	370,00	120,00	0,48	1,48
T ₂	80	100	100	30	310	31,40	314,00	4,00	0,01	1,01
T ₃	50	100	100	20	270	43,15	431,50	161,50	0,60	1,60

Leyenda:

T₁ = Cosecha cada 15 días

T₂ = Pintura cálcica cúprica

T₃ = Fundas biodegradables

P = Productos

C = Cosecha

L.P = Labores de postcosecha

A.P = Aplicación de productos

I.B = Ingreso Brutos

U. = Utilidad

I.R. = Índice de rentabilidad

B/C = Beneficio costo

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones

1. Durante las evaluaciones de las incidencias de enfermedades e infestación de Carmenta en frutos de cacao no se encontró diferencias estadísticas significativas en los tratamientos en estudio.
2. El tratamiento T₁ (Cosecha cada 15 días) presentó menor porcentaje de frutos enfermos, seguido de del tratamiento T₂ (Pintura cálcica cúprica) y mayor porcentaje de frutos enfermedad se determinó en el tratamiento T₃ (Fundas biodegradables). Sin embargo, el tratamiento T₃ (Fundas biodegradables) presento menor porcentaje de frutos con Carmenta, seguido del tratamiento T₂ (Pintura cálcica cúprica) y el tratamiento T₁ (Cosecha 15 días) obtuvo mayor porcentaje de frutos con Carment
3. El mayor rendimiento se determinó en el tratamiento T₃ (Fundas biodegradables), se obtuvo 43,15 kg secos, generando un ingreso bruto (I.B) de 431,50 soles, utilidad (U) de 161,50 soles, lo cual genera un costo beneficio de 1,60 soles y rentabilidad de 0,60.

VI. RECOMENDACIONES

De este modo, basado en nuestras conclusiones podemos recomendar lo siguiente:

1. Realizar trabajos para evaluar mayores tiempo y mayor número de aplicaciones de pintura y colocación de fundas, en cultivo de cacao.
2. Realizar ensayos para entender mejor las labores culturales y aplicación de pinturas y fundas en rendimiento del cultivo de cacao.
3. Con base a nuestro mejor resultado promover el estudio para evaluar el efecto de estos niveles en diferentes edades del cultivo de cacao.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aime, M., Phillips, M. (2005). The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (*Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97, 1012- 1022.
- Alcántara, C. (2013). *Ciclo biológico de Carmenta foraseminis Eichlin, en Theobroma cacao en la zona de Satipo*. [Tesis de pregrado inédita]. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Anzules, V., Borjas, R., Alvarado, L., Castro, V., Julca, A. (2019). Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp en *Theobroma cacao* 'CCN-51. *Scientia Agropecuaria* 10(4): 511 – 520. <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v10n4/a08v10n4.pdf>.
- Arévalo, E., Zúñiga, L., Arévalo, C., Adriazola, J. (2004). Manejo intepregado del cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonía Peruana. Instituto de Cultivos Tropicales. Tarapoto. Perú. 184 p.
- Beaker, R. E. D., Holliday, P. (1957). Witches broom disease of cocoa (*Marasmius perniciosus* Stahel). *Phytopathological peper*, N°.2, 42 p.
- Cabezas, O. E., Gil, J. L., Dávila, C., Morón, S., Ramírez, C. (2017). Estado fitosanitario en la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región de Huánuco (Perú): incremento del impacto de *Carmenta foraseminis* Eichlin. International Symposium on Cocoa Research (ISCR). <https://www.icco.org>.
- CABI. (2007). Crop Protection Compendium. Global module. 7nd. Edition CAB
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (2011). Catálogo, enfermedades del cacao en Centroamérica. <http://www.mag.go.cr>.
- Chávez, J. J. (1990). *Efecto de la poda. fitosanitaria y la aplicación de fungicida sobre la incidencia de enfermedades en cacao en una plantación rehabilitada*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/358/AGR-332.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Colonia, L. M. (2012). Manejo intepregado de plagas y enfermedades en el cultivo de cacao. Guía técnica. <https://www.agrobanco.com.pe>.
- Crespo y Crespo. (1997). Cultivo y beneficios de cacao CCN-51. editorial el conejo. Quito-Ecuador.130 p.

- Cubillos, G. (2013). Manual del perforador de la mazorca del cacao *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin. Compañía Nacional de Chocolates S.A.S. ISBN 978-958-57845-0-5. Medellín, Colombia.
- DEVIDA. (2020). Alto Huallaga: agricultores cacaoteros son asesorados por DEVIDA para controlar plagas y enfermedades en sus cultivos con nueva metodología. <https://www.gob.pe/institucion/devida/noticias/85181-alto-huallaga-agricultores>.
- Evans, H. C. (1981). Pod rot of cocoa caused by *Moniliophthora* (Monilia) roreri. Kew, Surrey. *Phytopathological Paper* 24. England. CMI. 44 p.
- Evans, H. C., Krauss, U., Ríos, R. R., Acosta, Z. T., Arévalo, G. E. (1998). Cocoa in Perú. Cocoa Growers' Bulletin. *Boletín* 51: 7- 21.
- FAO. (2012). Base de datos estadísticos integrada. <http://faostat.fao.org>.
- García, L. F. C. (2001). Grupos y variedades en el cultivo de cacao en la Amazonia Peruana. (Arca, M, ed) INIA, Lima. Peru. Pp 15- 25.
- Gordón, R., Camargo, I. (2015). Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz. *Agron. Mesoam.* 26(1):55-63. doi 10.15517/am.v26i1.16920. <https://www.scielo.sa.cr>.
- Guivin, F. J. (2018). Fundas biodegradables, alternativa para la prevención del ataque del mazorquero al cacao. Gobierno Regional de San Martín.
- Hoss y Reinhart. (1999). Recursos Botánicos con Potencial Biocida: Conceptos Básicos y Métodos de Análisis. 1era Edición Lima, Perú: Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA), editorial Gráfica Stefany S.R. Ltda. 80 p.
- INFOREGION (2021). Cacaoteros del Alto Huallaga usarán nuevos métodos para controlar plagas. <https://www.inforegion.pe>.
- Jauregui, C.A. (2001). *Efecto de fungicidas en el control de las principales enfermedades del cacao (Theobroma cacao L.) en tingo maría*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS>.
- Johnson, M., Bonilla, C., Agüero, L. (2008). Manual de manejo y producción del cacaotero. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01J71.pdf>
- Marchan, B. J. (2022). *Control de Phytophthora sp., usando sulfato de cobre pentahidratado a la parte aérea y microorganismos benéficos al suelo, en el cultivo de “cacao” Theobroma cacao L., en Zarumilla, Tumbes 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Tumbes]. Repositorio UNT. <https://repositorio.untumbes.edu.pe>.

- Moreno, G. L. S. (1993). *Aspectos biológicos de patógenos que infectan frutos en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en Tingo María*. [Tesis de pregrado inédita]. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Moron, S. (2018). *Evaluación de la incidencia de enfermedades en frutos de cacao (Theobroma cacao L.) clon CCN51 en una plantación de producción orgánica*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1549/MRS_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Navarro, R., Cabaña, W. (2006). control de insectos perforadores de la mazorca del cacao en la zona central de Venezuela. INIA Divulga N° 7. Venezuela. Pp.19-26.
- Ortega, C. (2006). *Nivel de incidencia de enfermedades en frutos de cacao en plantaciones con diferentes prácticas de manejo en Tingo María*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://agronomia.unas.edu.pe>.
- Padilla, L. C. (2014). *Evaluación del comportamiento de 22 clones de cacao (Theobroma cacao L.) a las principales enfermedades en la ex- estación experimental agropecuaria Tulumayo- Tingo María*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://agronomia.unas.edu.pe>.
- Paredes, M. (2003). Manual de cultivo del cacao. Ministerio de Agricultura. <https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/372/1/cacao%20-%20copia.pdf>
- Perdomo, S. (2014). *Control químico y biológico de las principales enfermedades en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en el sector Jacintillo, provincia de Leoncio Prado*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1224/PVC_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Phillips, W. (2003). Origin, biogeography, genetic diversity and taxonomic affinities of the cacao fungus *Moniliophthora roreri* determined using molecular. *Phytopathological* and morpho-physiological evidence. Doctoral Thesis. University of Reading. UK. 100 p.
- Pino, D. (2018). Fundas biodegradables contra el mazorquero del cacao. <https://agronoticias.pe/ciencia-e-innovacion/fundas-biodegradables-contra-el-mazorquero-del-cacao/>
- Purdy, L. H., Schmidt. R. A. (1996). Status of Cacao Witches' Broom: Biology, Epidemiology, and Management. *Annual Review of Phytopathology*. Vol. 34. p 573-594.
- Ram, A. y Arévalo, E. (1997). Manejo Intepregado para el control de la moniliasis del cacao en el Perú. Proyecto Piloto Asesoría para el Desarrollo Integral Andino / Amazónico (AIDIA/GTZ). Perú pp 66.

- Restrepo, J. C. Sánchez, R., Gallego, J. F., Beltrán, T., Soto, C. A., Nieto, F., R Pinzón, J. O. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del cacao. Medidas para la temporada invernal*. <https://www.ica.gov.co/getattachment/c01fa43b-cf48-497a-aa7f-51e6da3f7e96/->
- Rios, R. (2003). Control de las principales enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) con tres especies de trichoderma y óxido cuproso”. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://agronomia.unas.edu.pe/sites/default/files/AGR-467.pdf>
- Rodríguez, E. (2015). Identificación y manejo de la pudrición parda de la mazorca (*Phytophthora* sp.) en cacao. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Corpoica. <https://repository.agrosavia.co>.
- Rondón, J. B., Cumana, L. J. (2005). Revisión Taxonómica del género *Theobroma* (Sterculiaceae) en Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 28(1), 1-10. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0084-59062005000100007
- Tovar, G. (1991). La Escoba de Bruja del Cacao (*Crinipellis perniciosa*. Descripción de síntomas de la enfermedad. *Agronomía Colombia*, 1(8), 227- 239.

ANEXO

Tabla 7. Evaluación del total de incidencias de enfermedades en el mes de abril a junio del 2021.

Bloq.	Trat.	Evaluaciones/días																	
		15	30	45	60	75	90	15	30	45	60	75	90	15	30	45	60	75	90
		Total de frutos Sanos + Enfermos						Total de enfermedades						Calculo % del total de enfermedades					
BI	T ₁	105	105	92	91	68	64	80	17	27	35	36	21	76.19	16.19	29.35	38.46	52.94	32.81
BII	T ₁	105	105	90	96	81	64	76	16	23	34	32	21	72.38	15.24	25.56	35.42	39.51	32.81
BIII	T ₁	103	101	91	88	63	68	78	16	28	36	31	22	75.73	15.84	30.77	40.91	49.21	32.35
BIV	T ₁	108	101	95	92	69	69	73	17	27	30	31	24	67.59	16.83	28.42	32.61	44.93	34.78
BI	T ₂	83	67	57	46	43	41	34	14	32	20	19	23	40.96	20.90	56.14	43.48	44.19	56.10
BII	T ₂	82	60	55	48	48	44	33	15	35	21	23	24	40.24	25.00	63.64	43.75	47.92	54.55
BIII	T ₂	86	63	56	45	44	46	35	14	30	23	20	22	40.70	22.22	53.57	51.11	45.45	47.83
BIV	T ₂	86	61	58	48	42	42	31	18	32	21	20	25	36.05	29.51	55.17	43.75	47.62	59.52
BI	T ₃	133	107	53	54	46	31	29	28	29	22	13	17	21.80	26.17	54.72	40.74	28.26	54.84
BII	T ₃	131	108	55	56	44	27	30	23	26	23	16	20	22.90	21.30	47.27	41.07	36.36	74.07
BIII	T ₃	138	104	53	52	50	26	29	27	33	21	14	17	21.01	25.96	62.26	40.38	28.00	65.38
BIV	T ₃	130	107	56	54	52	28	29	26	29	23	15	19	22.31	24.30	51.79	42.59	28.85	67.86

Tabla 8. Evaluación del total de incidencia de Carmenta en el mes de abril a junio del 2021.

Bloq.	Trat.	Evaluación/día																	
		15	30	45	60	75	90	15	30	45	60	75	90	15	30	45	60	75	90
		Total de enfermedades						Carmenta						% de Carmenta total					
BI	T ₁	80	17	27	35	36	21	65	8	17	25	28	15	81.25	47.06	62.96	71.43	77.78	71.43
BII	T ₁	76	16	23	34	32	21	61	6	14	25	23	14	80.26	37.50	60.87	73.53	71.88	66.67
BIII	T ₁	78	16	28	36	31	22	64	6	18	27	22	15	82.05	37.50	64.29	75.00	70.97	68.18
BIV	T ₁	73	17	27	30	31	24	58	6	16	22	23	16	79.45	35.29	59.26	73.33	74.19	66.67
BI	T ₂	34	14	32	20	19	23	21	7	26	14	15	20	61.76	50.00	81.25	70.00	78.95	86.96
BII	T ₂	33	15	35	21	23	24	18	7	28	16	18	21	54.55	46.67	80.00	76.19	78.26	87.50
BIII	T ₂	35	14	30	23	20	22	21	7	24	16	16	20	60.00	50.00	80.00	69.57	80.00	90.91
BIV	T ₂	31	18	32	21	20	25	17	9	24	14	15	21	54.84	50.00	75.00	66.67	75.00	84.00
BI	T ₃	29	28	29	22	13	17	9	10	13	10	9	14	31.03	35.71	44.83	45.45	69.23	82.35
BII	T ₃	30	23	26	23	16	20	12	8	13	10	9	17	40.00	34.78	50.00	43.48	56.25	85.00
BIII	T ₃	29	27	33	21	14	17	9	11	18	10	10	15	31.03	40.74	54.55	47.62	71.43	88.24
BIV	T ₃	29	26	29	23	15	19	10	11	12	10	10	17	34.48	42.31	41.38	43.48	66.67	89.47

Tabla 9. Evaluación de incidencia de Carmenta daño directo en los mes de abril a junio del 2021.

Bloq.	Trat.	Evaluación /día																	
		15	30	45	60	75	90	15	30	45	60	75	90	15	30	45	60	75	90
		Carmenta						Daño directo						% Carmenta directa					
BI	T ₁	65	8	17	25	28	15	47	3	9	18	14	9	72.31	37.50	52.94	72.00	50.00	60.00
BII	T ₁	61	6	14	25	23	14	45	2	8	16	10	7	73.77	33.33	57.14	64.00	43.48	50.00
BIII	T ₁	64	6	18	27	22	15	44	3	11	17	11	8	68.75	50.00	61.11	62.96	50.00	53.33
BIV	T ₁	58	6	16	22	23	16	41	2	10	14	10	8	70.69	33.33	62.50	63.64	43.48	50.00
BI	T ₂	21	7	26	14	15	20	17	3	19	8	5	12	80.95	42.86	73.08	57.14	33.33	60.00
BII	T ₂	18	7	28	16	18	21	14	4	20	10	6	13	77.78	57.14	71.43	62.50	33.33	61.90
BIII	T ₂	21	7	24	16	16	20	16	4	16	9	7	13	76.19	57.14	66.67	56.25	43.75	65.00
BIV	T ₂	17	9	24	14	15	21	14	5	17	8	6	13	82.35	55.56	70.83	57.14	40.00	61.90
BI	T ₃	9	10	13	10	9	14	7	5	8	6	4	7	77.78	50.00	61.54	60.00	44.44	50.00
BII	T ₃	12	8	13	10	9	17	9	4	7	8	5	8	75.00	50.00	53.85	80.00	55.56	47.06
BIII	T ₃	9	11	18	10	10	15	7	5	9	7	6	7	77.78	45.45	50.00	70.00	60.00	46.67
BIV	T ₃	10	11	12	10	10	17	8	5	6	7	5	9	80.00	45.45	50.00	70.00	50.00	52.94

Tabla 10. Evaluación de incidencia de Carmenta daño indirecto en el mes de abril a junio del 2021.

Bloq.	Trat.	Evaluación/ días																	
		15	30	45	60	75	90	15	30	45	60	75	90	15	30	45	60	75	90
		Carmenta						Daño Indirecto						% Carmenta Indirecta					
BI	T ₁	65	8	17	25	28	15	18	5	8	7	14	6	27.69	62.50	47.06	28.00	50.00	40.00
BII	T ₁	61	6	14	25	23	14	16	4	6	9	13	7	26.23	66.67	42.86	36.00	56.52	50.00
BIII	T ₁	64	6	18	27	22	15	20	3	7	10	11	7	31.25	50.00	38.89	37.04	50.00	46.67
BIV	T ₁	58	6	16	22	23	16	17	4	6	8	13	8	29.31	66.67	37.50	36.36	56.52	50.00
BI	T ₂	21	7	26	14	15	20	4	4	7	6	10	8	19.05	57.14	26.92	42.86	66.67	40.00
BII	T ₂	18	7	28	16	18	21	4	3	8	6	12	8	22.22	42.86	28.57	37.50	66.67	38.10
BIII	T ₂	21	7	24	16	16	20	5	3	8	7	9	7	23.81	42.86	33.33	43.75	56.25	35.00
BIV	T ₂	17	9	24	14	15	21	3	4	7	6	9	8	17.65	44.44	29.17	42.86	60.00	38.10
BI	T ₃	9	10	13	10	9	14	2	5	5	4	5	7	22.22	50.00	38.46	40.00	55.56	50.00
BII	T ₃	12	8	13	10	9	17	3	4	6	2	4	9	25.00	50.00	46.15	20.00	44.44	52.94
BIII	T ₃	9	11	18	10	10	15	2	6	9	3	4	8	22.22	54.55	50.00	30.00	40.00	53.33
BIV	T ₃	10	11	12	10	10	17	2	6	6	3	5	8	20.00	54.55	50.00	30.00	50.00	47.06

Tabla 11. Evaluación de incidencia de Carmenta daño indirecto en el mes de abril a junio del 2021.

Bloq.	Trat.	Evaluación/ días																	
		15	30	45	60	75	90	15	30	45	60	75	90	15	30	45	60	75	90
		Total de enfermedades						Otras enfermedades						% de otras enfermedades					
BI	T ₁	80	17	27	35	36	21	15	9	10	10	8	6	18.75	52.94	37.04	28.57	22.22	28.57
BII	T ₁	76	16	23	34	32	21	15	10	9	9	9	7	19.74	62.50	39.13	26.47	28.13	33.33
BIII	T ₁	78	16	28	36	31	22	14	10	10	9	9	7	17.95	62.50	35.71	25.00	29.03	31.82
BIV	T ₁	73	17	27	30	31	24	15	11	11	8	8	8	20.55	64.71	40.74	26.67	25.81	33.33
BI	T ₂	34	14	32	20	19	23	13	7	6	6	4	3	38.24	50.00	18.75	30.00	21.05	13.04
BII	T ₂	33	15	35	21	23	24	15	8	7	5	5	3	45.45	53.33	20.00	23.81	21.74	12.50
BIII	T ₂	35	14	30	23	20	22	14	7	6	7	4	2	40.00	50.00	20.00	30.43	20.00	9.09
BIV	T ₂	31	18	32	21	20	25	14	9	8	7	5	4	45.16	50.00	25.00	33.33	25.00	16.00
BI	T ₃	29	28	29	22	13	17	20	18	16	12	4	3	68.97	64.29	55.17	54.55	30.77	17.65
BII	T ₃	30	23	26	23	16	20	18	15	13	13	7	3	60.00	65.22	50.00	56.52	43.75	15.00
BIII	T ₃	29	27	33	21	14	17	20	16	15	11	4	2	68.97	59.26	45.45	52.38	28.57	11.76
BIV	T ₃	29	26	29	23	15	19	19	15	17	13	5	2	65.52	57.69	58.62	56.52	33.33	10.53



Figura 13. Identificación de tratamientos



Figura 14. Delimitación de bloques



Figura 15. Colocación de fundas biodegradables.



Figura 16. Aplicación de pintura cálcica cúprica 100%.



Figura 17. Evaluación de mazorcas de cacao.



Figura 18. Daño directo de mazorquero.



Figura 19. Daño indirecto de mazorquero.