

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN
FRUTOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CLON CCN 51 EN UNA
PLANTACIÓN DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA”**

**Para obtener el título profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Elaborado por
MORON ROJAS, SAMIR**

TINGO MARÍA – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Carretera Central Km 1.21 Telf. (062) 561136 E.mail: fa.decanatura@unas.edu.pe

"Año del dialogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 015-2018-FA-UNAS

BACHILLER : MORON ROJAS, Samir

TÍTULO : "EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN FRUTOS DE CACAO (*Theobroma Cacao L*) CLON CCN 51 EN UNA PLANTACIÓN DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. Rolando RÍOS RUÍZ
VOCAL : Ing. M Sc. Gianfranco EGOAVIL JUMP
VOCAL : Ing. M Sc. JORGE L. ADRIAZOLA DEL AGUILA

ASESOR : Ing. OSCAR E-CABEZAS HUAYLLAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 12 de junio de 2018

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10 : 00 a.m.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 12 DE JUNIO DE 2018.


.....
Dr. Rolando RÍOS RUÍZ
PRESIDENTE


.....
Ing. M Sc. Gianfranco EGOAVIL JUMP
VOCAL


.....
Ing. M Sc. Jorge L. ADRIAZOLA DEL AGUILA
VOCAL


.....
Ing. Oscar E. CABEZAS HUAYLLAS
ASESOR



DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre en mi corazón
y me permita realizarme personal,
profesionalmente y espiritualmente su
presencia me acompaña a donde quiera
que vaya.

A mi querida madre Fidencia Rojas
Capa, y mis apreciadas hermanas
Seydi Moron Rojas y Milagros Moron
Rojas, que con su esfuerzo y ejemplo
me apoyan en mi formación personal,
académica y por inculcarme lo
valores y sus deseos de verme
realizado profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por su apoyo y confianza, en especial a los docentes de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.
- A mi querida madre y mis hermanas por su apoyo moral y económico que hicieron durante todo el desarrollo del trabajo de investigación.
- Al Ing, Oscar Cabezas Huayllas, asesor de la presente tesis, por su apoyo en la elaboración, ejecución y culminación.
- A (CAICAH) Cooperativa Agroindustrial Cacao Alto Huallaga por su apoyo técnico y financiero en el presente trabajo de investigación.
- A mi compañera de estudios Teófila Aquino Camacho por su apoyo en las evaluaciones y procesamiento de datos.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. El cultivo de cacao	15
2.2. Distribución del cacao	16
2.3. Producción del cacao.....	16
2.4. Generalidades del cultivo de cacao	16
2.5. Clon CCN – 51	17
2.6. Enfermedades de los frutos del cacao	18
2.7. Generalidades de los productos empleados	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Ubicación del experimento.....	29
3.2. Datos agrometeorológicos	29
3.3. Datos edafológicos	30
3.4. Antecedentes de la plantación	31
3.5. Metodología del efecto de los productos fúngicos en campo	32
3.6. Análisis de rentabilidad	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Incidencia de enfermedades	40
4.2. Perdida de la producción	65
4.3. Comportamiento de las enfermedades y su relación con los parámetros meteorológicos	68
4.4. Análisis de rentabilidad	73
V. CONCLUSIONES	77
VI. RECOMENDACIONES	79
VII. RESUMEN	80
VIII. BIBLIOGRAFÍA	82
IX. ANEXO	87

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Datos agrometeorológicos durante el periodo del experimento.....	30
2. Datos del Análisis físico - químico del suelo experimental en un suelo coluvial	31
3. Descripción de los tratamientos en estudio.	34
4. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para frutos verdes o removidos en cuanto al número de frutos totales (S+E), sanos (S), enfermos (E), con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>) y pudrición parda (<i>Phytophthora spp.</i>); removidos de nueve plantas en cada tratamiento.	41
5. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para frutos maduros o cosechados en cuanto al número de frutos totales (S+E), sanos (S), enfermos (E), con moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>), pudrición parda (<i>Phytophthora sp.</i>) y Mazorquero (<i>Carmenta foraseminis</i>), de nueve plantas en cada tratamientoPrueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para frutos maduros o cosechados en cuanto al número de frutos totales (S + E), sanos (S), enfermos (E), con moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda; de nueve plantas en cada tratamiento.....	47
6. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para frutos maduros o cosechados en cuanto al porcentaje de incidencia de frutos enfermos totales, moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>), pudrición parda (<i>Phytophthora sp.</i>) y mazorquero	

(<i>Carmenta foraseminis</i>), removidos de nueve plantas en cada tratamiento.....	54
7. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad total (ADCPE), de moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>), pudrición parda (<i>Phytophthora sp.</i>) y mazorquero (<i>Carmenta foraseminis</i>), removidos de nueve plantas en cada tratamiento.....	57
8. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para tasa de progreso de la enfermedad total de moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>), pudrición parda (<i>Phytophthora sp.</i>) y Mazorquero (<i>Carmenta foraseminis</i>), removidos de nueve plantas en cada tratamiento.....	58
9. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número frutos verdes removidos y frutos maduros cosechados enfermos, expresados como pérdida en nueve plantas evaluadas de octubre 2015 a octubre 2016.....	66
10. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio sin el abonamiento.....	75
11. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio incluyendo el abonamiento	76
12. Ficha de evaluación de la parcela experimental de cacao.	89
13. Número de frutos totales (S+E) - verdes.	90
14. Número de frutos sanos (S) - verdes.....	90

15. Número de frutos enfermos (E) - verdes.....	90
16. Número de frutos enfermos con moniliasis – verdes.....	91
17. Número de frutos enfermos con escoba de bruja - verdes.....	91
18. Número de frutos enfermos con pudrición parda - verdes.....	91
19. Análisis de varianza (ANVA) para número de frutos totales (S+E), sanos (S) y enfermos (E) - verdes.....	92
20. Número de frutos totales (S+E+I) - cosechables.....	93
21. Número de frutos totales (S+E) - cosechables.....	93
22. Número de frutos sanos (S) - cosechables.....	93
23. Número de frutos enfermos (E+I) - cosechables.....	94
24. Número de frutos enfermos (E) - cosechables.....	94
25. Número de frutos enfermos con moniliasis - cosechables.....	94
26. Número de frutos enfermos con escoba de bruja - cosechables.....	95
27. Número de frutos enfermos con pudrición parda - cosechables.....	95
28. Número de frutos enfermos con mazorquero - cosechables.....	95
29. Análisis de varianza (ANVA) para número de frutos totales (S+E), sanos (S) y enfermos (E) - cosechables.....	96
30. Porcentaje de incidencia de frutos enfermos (E+I) - cosechables....	97
31. Porcentaje de incidencia de frutos enfermos (E) - cosechables.....	97
32. Porcentaje de incidencia de frutos con moniliasis - cosechables.....	97
33. Porcentaje de incidencia de frutos con escoba de bruja - cosechables.....	98
34. Porcentaje de incidencia de frutos enfermos con pudrición parda - cosechables.....	98

35. Porcentaje de incidencia de frutos con mazorquero - cosechables. ...	98
36. Análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de incidencia de frutos enfermos – cosechables.	99
37. ADCPE de enfermedad total (E+I) de frutos cosechables.	100
38. ADCPE de enfermedad total (E) de frutos cosechables.	100
39. ADCPE de moniliasis - frutos cosechables.	100
40. ADCPE de escoba de bruja - frutos cosechables.	101
41. ADCPE de pudrición parda - frutos cosechables.	101
42. ADCPE de mazorquero - frutos cosechables.	101
43. Análisis de varianza (ANVA) para el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE) - de frutos cosechables.	102
44. Tasa de progreso de la enfermedad total (E+I) - de frutos cosechables.	103
45. Tasa de progreso de la enfermedad tota (E) - de frutos cosechables.	103
46. Tasa de progreso de moniliasis – de frutos cosechables.	103
47. Tasa de progreso de escoba de bruja - frutos cosechables.	104
48. Tasa de progreso de pudrición parda - frutos cosechables.	104
49. Tasa de progreso de mazorquero - frutos cosechables. Análisis de varianza (ANVA) para tasa de progreso de la enfermedad - de frutos cosechables.	104
50. Análisis de varianza (ANVA) para tasa de progreso de la enfermedad - frutos cosechables.	105
51. Costo de producción anual ha^{-1} , del tratamiento (T_0) testigo.	106

52. Costo de producción anual ha^{-1} , del tratamiento (T ₁) Caldo bordalés al 2 %.....	107
53. Costo de producción anual ha^{-1} , del tratamiento (T ₂) Caldo sufocálcico al 10 %.....	108
54. Costo de producción anual ha^{-1} , del tratamiento (T ₃) Caldo bordalés + Caldo sufocálcico al 1 y 5 %.....	109
55. Costo de producción anual ha^{-1} , del tratamiento (T ₄) Caldo bordalés + Caldo sufocálcico al 2 % y 10 %.....	110
56. Costo de producción anual ha^{-1} , del tratamiento (T ₅) Hidróxido de cobre – Puccin®.	111

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Porcentaje promedio de incidencia de frutos removidos con “moniliasis”, “escoba de bruja” y “pudrición parda” obtenidos en la parcela experimental.	42
2. Evolución del porcentaje de frutos enfermos removidos cada 15 días de cada tratamiento, se evaluó desde octubre 2015 a octubre 2016.....	44
3. Posible porcentaje de acción toxica de los tratamientos en la producción de frutos de cacao.....	48
4. Porcentajes de disminución de frutos enfermos + frutos atacados por mazorquero (E+I) en comparación con el testigo.	50
5. Comparativo del número de frutos cosechados enfermos con el número de frutos afectados con <i>Carmentia foraseminis</i> por planta en cada tratamiento.	51
6. Curva de progreso de frutos enfermos totales (arriba) y tasa de progreso de frutos enfermos totales por lineación de la transformación Gompit (abajo).	60
7. Curva de progreso de frutos enfermos con moniliasis “ <i>Moniliophthora roreri</i> ” (arriba) y tasa de progreso de frutos enfermos con moniliasis por lineación de la transformación Gompit (abajo).....	61
8. Curva de progreso de frutos enfermos con Escoba de bruja “ <i>Moniliophthora perniciosa</i> ” (arriba) y tasa de progreso de frutos	

enfermos con escoba de bruja por lineación de la transformación Gompit (abajo).....	62
9. Curva de progreso de frutos enfermos con pudrición parda “ <i>Phytophthora spp.</i> ” (arriba) y tasa de progreso de frutos enfermos con pudrición parda por lineación de la transformación Gompit (abajo).....	63
10. Curva de progreso de frutos atacados por <i>Carmenta foraseminis</i> (arriba) y tasa de progreso de frutos atacados por <i>Carmenta foraseminis</i> por lineación de la transformación Gompit (abajo).	64
11. Estimación anual de la pérdida de la producción en kg ha ⁻¹ por cada tratamiento: (T ₀) Testigo, (T ₁) Caldo bordalés al 2 %, (T ₂) Caldo sufocálcico al 10 %, (T ₃) C. bordalés al 1 + C. sufocálcico al 5 %, (T ₄), C. bordalés al 2 % + C. sufocálcico al 10 % y (T ₅) Hidróxido de cobre (Puccin®).	67
12. Comportamiento de las enfermedades (enfermos totales) en frutos verdes y su relación con los parámetros agrometeorológicos.	70
13. Comportamiento de las enfermedades (enfermos totales) en frutos maduros y su relación con los parámetros agrometeorológicos.	71
14. Comportamiento del mazorquero del cacao (<i>Carmenta foraseminis</i>) en frutos maduros y su relación con los parámetros agrometeorológicos.	72
15. Croquis del experimento.....	88
16. Evaluación del número de frutos sanos y enfermos.	112

17. Aplicación de los fertilizantes foliares Giberelina + Pertifhos -20-20-20 (NPK).....	112
18. Aplicación del fertilizante foliar Folix Caltrat (Calcio - Boro).....	113
19. Frutos de cacao después de la aplicación de sus respectivos tratamientos.....	113
20. Supervisión de tesis por parte del asesor (Ing. Oscar Cabezas Huayllas) y el presidente de tesis (Dr. Rolando Ríos Ruíz).	114

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el cultivo de cacao se ha convertido en una fuente importante de ingresos. Dentro de los principales departamentos productores se encuentran San Martín con el 43 %; Junín con el 18 %, Cuzco con 9 %, Ucayali con 8 % y Huánuco con 6 %. Estas cinco regiones representan el 84 % de toda la producción nacional. Regiones como Ayacucho, Amazonas, Cajamarca, Tumbes, Loreto, Puno y Madre de Dios, también tienen producción de cacao en menores volúmenes. No obstante, según el censo agrario del 2012, el país cuenta con 144.2 mil hectáreas sembradas de cacao pero no todas en producción, sin embargo se viene extendiendo considerablemente durante los últimos años (INEI 2013); además el cultivo de cacao alberga a más de 90,000 familias productoras distribuidas en 16 regiones del Perú, generando 9,9 millones de jornales, de los cuales se calcula que el 95 % de la producción anual procede de pequeños productores, con una superficie sembrada entre una y cinco hectáreas; con un nivel tecnológico bajo a medio y un rendimiento que oscila de 540 a 1000 kg ha⁻¹, aunque por encima del promedio mundial que es de 485 kg/ha (MINAGRI 2016).

Cabe señalar que el 56 % de la producción en el Perú es cacao corriente o común (CCN-51 + Forasteros) (MINAGRI 2016), de los cuales el 92 % y 95 % se orienta principalmente al mercado convencional del cacao, cuyo precio es volátil, por lo que para el productor es crucial alcanzar un alto volumen de producción para garantizar medios de subsistencia rentables; y el 5 % y 7 %

restante de la producción se orienta a lo orgánico (VILLALOBOS y OROZCO 2012),

Por otro lado, la producción de cacao en los últimos años se ha visto afectada por el clima, el envejecimiento de los árboles y las enfermedades. Que según estimaciones de la (ICCO 2014) las pérdidas alcanzan del 30 al 40 % de la producción mundial, junto a esto se suma los daños y pérdidas por plagas ya que en el 2015 se reportaron pérdidas que van desde el 30 y 80 % de mazorcas dañadas por el mazorquero del cacao (*Carmenta spp.*), es decir esta plaga tuvo un mayor realce en los últimos años; este rango es dependiente del nivel tecnológico que los productores de cacao han adoptado en el manejo de este cultivo (SENASA 2016).

Objetivo general

Determinar la incidencia enfermedades del cacao clon CCN 51 utilizando fungicidas permitidos para una tecnología orgánica en un suelo residual de Alto Peregrino.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de control del hidróxido de cobre y dos caldos minerales en control de enfermedades en frutos del clon de cacao CCN 51.
2. Evaluar el número de frutos dañado por el mazorquero (*Carmenta foraseminis*) en los frutos del clon de cacao CCN 51.
3. Evaluar el costo beneficio de la aplicación de abonos orgánicos y fungicidas de cobre en el control de enfermedades de frutos de cacao en una producción orgánica.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cultivo de cacao

2.1.1 Origen del cacao.

PHILLIPS (2009), señala que el cacao es una planta originaria de América, encontrada de manera natural en las áreas de bosques. Nuestros antepasados utilizaron el cacao para preparar bebidas, dulces y principalmente como dinero (trueque) con el que se podía comprar otros productos; esto hizo que aumentara la necesidad de tener más producto y dio inicio al cultivo de cacao en plantaciones cuidadas por el hombre.

2.1.2. Taxonomía del cacao.

Según LEÓN (1987), el género *Theobroma* se encuentra clasificada taxonómicamente de la siguiente manera:

División	:	Fanerógama
Clase	:	Angiospermae
Subclase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Malvales
Familia	:	Sterculiaceae
Género	:	<i>Theobroma</i>
Especie	:	<i>Theobroma cacao</i> L.

2.2. Distribución del cacao.

Según ALMEIDA y VALLE (2007), el cacao (*Theobroma cacao* L.) está distribuido desde México hasta el Amazonas en una gran diversidad de ambientes que ha propiciado una alta cantidad de tipos o cultivares, producto de procesos de domesticación y adaptación a condiciones climáticas muy particulares. Esto ha con llevado a que podamos tener una diversidad de cultivares con respuestas o tolerancia a variaciones y fluctuaciones de los parámetros microclimáticos.

2.3. Producción del cacao

PHILLIPS (2004), señala que el cacao se produce durante todo el año y crece en climas cálidos y húmedos, se cultiva por lo general en áreas desde el nivel del mar hasta los 800 msnm., principalmente es cultivado dentro de una banda estrecha de no más de 20° al norte y al sur de la Línea Ecuatorial

FAOSTAT (2012), indica que los principales países productores de cacao en el mundo, son: Costa de marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria, Brasil, Camerún, Ecuador, Togo y Malasia, los que concentran el 93 % de la producción mundial. El Perú ocupó el decimotercer lugar en volumen de producción en el mundo con una participación del 0.63 % y aproximadamente el 75 % de la producción nacional es CCN 51.

2.4. Generalidades del cultivo de cacao.

Según MINAG (2004), indica que *Theobroma cacao* L. pertenece a la familia de las esterculiáceas. El árbol del cacao puede llegar hasta una altura de

10 m. Los botones florales aparecen en viejas axilas foliares, en el tronco y en las ramas (Cauliflora). El árbol puede florecer durante todo el año, siempre que en el curso del año no existan períodos de sequía prolongados o variaciones de temperatura muy marcadas. Las frutas de baya se desarrollan, de las flores, entre 5 a 6 meses. Las flores aparecen generalmente al principio de la época de lluvia y son polinizadas por insectos. La forma de la fruta del cacao es similar a la del pepino, tiene aproximadamente 25 cm de largo, de 8 a 10 cm de diámetro y pesa entre 300 y 400 g. La cáscara carnosa, de 20 mm de grosor, cubre la pulpa gelatinosa y agridulce que contiene un alto contenido de azúcar. La fruta contiene entre 25 y 50 semillas en forma de almendra, tienen sabor amargo y están dispuestas en 5 u 8 filas oblongas.

Según ESCOBAR (2008), en la actualidad, se puede decir que prácticamente no existe una variedad nacional genéticamente pura del cacao, pues lo que se encuentra es una mezcla de híbridos naturales que se agrupan en una población conocida con el nombre de complejo “Nacional por Trinitario”. A nivel botánico se reconocen tres grandes grupos de cacao que son: Criollos, Forasteros y Trinitarios.

2.5. Clon CCN-51.

CRESPO (1997), señala que el clon CCN-51 fue seleccionado y estudiado en el Ecuador por el ingeniero agrónomo Homero Castro, hace más de 30 años. Este científico investigaba la población de cacao en el Amazonas, coleccionando material genético para usarlos en los programas de cruzamiento con variedades

trinitarias y otros cultivares, buscando un clon de alta calidad, con buena productividad y resistente a las enfermedades.

GARCÍA (2000), menciona que para la obtención de este clon se cruzó el clon IMC-67 (donador de polen) con el clon ICS-95 (receptor de polen), obteniéndose la F₁. Este híbrido (F₁) se cruzó con el cacao Nacional (llamado así a un tipo de cacao criollo, propio del Ecuador) obteniéndose otro híbrido. De esta población se seleccionó al clon CCN-51, por sus características de alta productividad, tolerancia a la “escoba de bruja” (*Moniliophthora perniciosa*), susceptible a la “podrición parda” (*Phytophthora palmivora*) y buen número de semillas por mazorca

GARCÍA *et al.* (2011), indican que el Clon CCN-51, fue introducido al Perú por el Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas (PDNU) a mediados de la década del '90 del Ecuador por su alta productividad y moderada resistencia a la “escoba de bruja”, esta debido a su precocidad y buena aclimatación, ha incrementado su área cultivada reemplazando a la variedad criolla o común.

2.6. Enfermedades de los frutos del cacao.

Según MORENO (1993), varias son las enfermedades que atacan al fruto de cacao; su importancia varía entre regiones, países y continentes, según la intensidad con que ella se presenta. Dentro de las principales enfermedades en el Perú y en el Alto Huallaga tenemos: La “moniliasis” causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, “escoba de bruja” causada por el hongo *Moniliophthora*

perniciosa, y “podredumbre parda” causada por *Phytophthora palmivora* y *P. capici*.

2.6.1. Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*).

AIME *et al.* (2005), señalan que el agente causal de la escoba de bruja del cacao fue clasificado inicialmente por Stahel en 1915 como *Marasmius pernicius*, más tarde fue cambiado por *Crinipellis perniciosa* por Singer (1942) y finalmente lo denominaron *Moniliophthora perniciosa*. EVANS (1981) y RESENDE *et al.* (2000), indican que este patógeno se ha visto infectando brotes, inflorescencias y frutos de *Theobroma cacao* y es endémico para muchas otras especies del género *Theobroma*, *Herrania* y de las familias *Solanaceae*, *Bignoniaceae* y *Malpighiaceae*. Puede llegar a causar pérdidas hasta un 90 % de la producción.

a) Sintomatología.

SUÁREZ (2006), menciona que el hongo afecta todos los órganos de crecimiento activo, principalmente los brotes nuevos, cojines florales, flores y frutos, en los cuales produce hipertrofias y crecimientos anormales.

TOVAR (1991), indica que la infección de los tejidos jóvenes de cacao comienza cuando los tubos germinales de las basidiosporas entran a través de las estomas, o penetran directamente la epidermis o tricomas. Después de la penetración por estomas, las hifas de las vesículas subestomáticas colonizan los tejidos del hospedante intercelularmente. El tiempo para que los síntomas aparezcan puede variar considerablemente (3 - 14 semanas), pero

generalmente se presentan a las 5 o 6 semanas. El hongo parece causar un desequilibrio hormonal, por lo que las células del hospedante son más grandes de lo normal, particularmente las de la corteza y médula, por lo que los tejidos se hinchan. En los brotes vegetativos la dominancia apical se pierde, muchas yemas axilares se desarrollan en los brotes laterales y se forma una estructura en forma de escoba.

CABI (2007), afirma que cuando la escoba se seca, estas hifas intercelulares se dividen en clamidosporas de pared gruesa. No forman basidiocarpo en las escobas que recientemente se han secado; suele entrar en letargo durante al menos 4 meses antes de que se produzcan.

b) Epidemiología.

BEAKER y HOLLIDAY (1957), señalan que el inóculo está constituido por las basidiosporas producidas en los basidiocarpos que son formados en una amplia variedad de tejidos infectados y previamente necrosados que se ubican sobre y dentro de la copa del árbol de cacao. Las escobas vegetativas removidas y dejadas sobre el suelo no tienen ninguna importancia en el desarrollo epidemiológico de esta enfermedad.

TOVAR (1991), menciona que las escobas vegetativas pueden producir entre diez a cien basidiocarpos por ciclo productivo y cada basidiocarpo puede producir más de 10 millones de basidiosporas que son dispersados principalmente por el viento (horizontalmente) y la lluvia (verticalmente)

PURDY y SCHMIDT (1996), indican que los basidiocarpos continúan liberando basidiosporas por 2 a 8 días. Las basidiosporas son muy

susceptibles a luz ultra violeta y se desecan fácilmente perdiendo su capacidad de germinación; por lo que la liberación nocturna garantiza una mayor capacidad de sobrevivencia.

2.6.2. Moniliasis (*Moniliophthora roreri*).

PHILLIPS (2004), indica que la moniliasis es causada por el hongo *Moniliophthora roreri* y limitada a todas las especies de los géneros *Theobroma* y *Herrania*. Se encuentra distribuida en América Tropical, y su origen se sitúa en Colombia.

Según EVANS *et al.* (1998); HOSS y REINHART (1999), esta enfermedad junto con escoba de bruja disminuye la producción del cacao entre 40 % y 80 %. En ocasiones alcanza hasta un 100 %. En abril de 1992 fue detectado un foco de moniliasis en el sector “Las Islas” a 1km de la ciudad de Tingo María, con niveles de incidencia entre 1.1 a 56.3 %; entre mayo y agosto de 1992, mediante prospección fitopatológico sistemático, se detectaron focos de moniliasis en el sector de “Castillo” a 3 km. de Tingo María y en los sectores de La Banda y Cotomonillo en el distrito de Aucayacu, a 65 y 68 km. de Tingo María respectivamente (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA FISCALIZACIÓN INTERNACIONAL DE DROGAS, 1996).

a) Sintomatología.

Según PARRA y SÁNCHEZ (2005); EVANS *et al.* (1998), la enfermedad ataca solamente los frutos del cacao a cualquier edad, donde la severidad del ataque varía según la zona y época del año y de acuerdo con las

condiciones del clima. En frutos jóvenes de menos de tres meses, se producen deformaciones, gibas o abultamientos seguidos por la aparición de manchas negras que cubren finalmente todo el fruto. En mazorcas de más de tres meses, se presentan los puntos de apariencia aceitosa (oscuros brillantes), en ocasiones con un halo amarillento que da la apariencia de una falsa madurez (madurez prematura). Estos síntomas se incrementan hasta aparecer la mancha de color chocolate y luego de ello, una semana más para la aparición de un polvillo (conidias) blanco que va tornándose gris. Los síntomas generalmente se presentan a nivel externo, donde ocasionan necrosis, deformación y pudrición. En mazorcas de 60 a 80 días de edad, es posible apreciar tejido interno necrosado.

b) Epidemiología.

PHILLIPS, (2004) afirma que las esporas se producen abundantemente sobre los frutos enfermos, en cantidades que alcanzan 44 millones de esporas/cm². Así, un fruto de tamaño adulto, puede producir más de 7 billones de esporas. Las esporas secas, se desprenden fácilmente de las mazorcas mediante cualquier estímulo físico y son llevadas por el viento, el cual puede moverlas a distancias considerables, mientras no existan importantes barreras naturales, aunque el hongo está muy bien adaptado a la dispersión por el viento, debido a que poseen esporas que se secan con facilidad y tienen paredes gruesas, se ha sugerido que su movilización y sobrevivencia es limitada por el peso de las mismas y por su susceptibilidad a la radiación solar. Los frutos enfermos se secan después de un período de aproximadamente tres meses,

pero permanecen unidos al tronco por largo tiempo; Estos frutos, conocidos como “momias”, son la principal fuente de inóculo y son las responsables de las nuevas infecciones entre los ciclos de producción del cacao

EVANS (1981), afirma que los frutos infectados pueden producir varios ciclos de esporulación. Inclusive las momias en el árbol o sobre el suelo son capaces de esporular aun cuando estén muy cerca de su descomposición; las esporas que están flotando en el aire pueden ser depositadas por la lluvia sobre las copas de los árboles y ser distribuidas a otras partes del árbol, particularmente al tronco de donde pueden infectar los frutos, La cantidad de esporas en el aire está influenciada por la hora del día y la estación del año. Los factores que favorecen la germinación y penetración del hongo (condiciones húmedas), son diferentes a los factores que favorecen la liberación y diseminación del inóculo (condiciones secas). Las condiciones de alta temperatura (mayor de 26 °C) y baja humedad relativa (menor de 85 %), favorecen la liberación de las esporas. Sobre las plantaciones afectadas, existe una presencia permanente de esporas de *M. royeri*, flotando en el aire, por lo que la infección de los frutos puede ocurrir en cualquier momento mientras exista tejido susceptible y condiciones ambientales favorables.

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

PAULIN *et al.* (2008), señalan que esta enfermedad es causada por el pseudohongo *Phytophthora palmivora* (Butl.) y *P. capsici* (Leoniam), ambos producen pudriciones en frutos; pudiendo infectar también otras partes de la planta como hojas, chupones, cojines florales, tallo y raíces. Esta enfermedad es

endémica de las áreas cacaoteras y a nivel mundial limita seriamente la producción, ocasionando pérdidas hasta de un 30 %, pudiendo llegar al 80 % en algunos países de América y África Central.

a) Sintomatología.

MEDEIROS (1974), indica que se caracteriza por presentar una mancha de color chocolate, de forma casi circular, que rápidamente se extiende por toda la superficie hasta cubrir la mazorca en 7 o 10 días. La mancha presenta características similares a las causadas por moniliasis, pero con bordes bien definidos. Las mazorcas afectadas son blandas y menos pesadas que las mazorcas normales o las atacadas por moniliasis, el daño es de apariencia acuosa. Las almendras que se infectan resultan inservibles y en un plazo de 10 a 15 días la mazorca está totalmente podrida. En el tallo aparecen “chancros” circulares u ovalados, aislados en grupos con bordes difusos y coloraciones negros-rojizo. Inicialmente son difíciles de distinguir en la corteza, al mezclarse con el moteado natural de la misma y las epifitas que crecen sobre el cacao. Sin embargo, cuando hay musgo creciendo en el área lesionada, se muere dejando ver un área seca que destaca del conjunto. Es posible apreciar los signos del hongo que son evidentes porque se ve un micelio blanco poco compacto y superficial que aparece a las 2 o 3 semanas después de la primera mancha. En etapa más avanzada de la infección, la lesión exuda un fluido rojo-oscuro a través de las cuarteaduras de la corteza, por el cual es fácil identificarla. Internamente los síntomas abarcan un área mucha más extensa, pues el hongo se desarrolla más rápidamente en el cambium y tejido corticales internos.

Según GREGORY (1972), los síntomas antes descritos, *Phytophthora spp.* puede atacar los brotes causando muerte regresiva; o las hojas tiernas de cacao particularmente a nivel de chupones y plántulas (o plantones). En este caso produce necrosis y arrugamiento del borde en la mitad apical de las hojitas, la misma que con humedad relativa alta y temperatura adecuada, producen abundante esporulación del hongo. Si en los viveros del suelo está infectado, puede producir también estrangulamiento y marchites de los plantones.

b) Epidemiología.

AREVALO *et al.* (2004), indican que la precipitación es el principal factor para el desarrollo epidémico de la enfermedad en mazorcas, la misma que se acentúa entre 3 y 9 días después. En el alto Huallaga, la precipitación mensual promedio oscila entre 126,7 y 262,8 mm con humedad relativa entre 71 y 81 %, y temperatura entre 24 y 25,7 °C; estas condiciones climáticas favorecen grandemente la infección de *Phytophthora*; prevaleciendo estas condiciones de diciembre a abril, coincidentemente en la época de máxima fructificación, por tanto, en este periodo se tomarán mayores medidas preventivas de control.

2.7. Generalidades de los productos empleados.

2.7.1. Fungicidas.

AGRIOS (2005), indica que los fungicidas son compuestos químicos que se utilizan para controlar las enfermedades de las plantas. Dichos químicos inhiben la germinación, el crecimiento o la reproducción del patógeno o bien son letales para él.

2.7.2. Clasificación de los fungicidas

HEWITT (1998), indica que los fungicidas se clasifican por su sitio de acción y modo de acción.

a) Por su sitio de acción.

HEWITT (1998), denomina que los fungicida uni sitios tiene la acción que se realiza contra un sólo punto en el metabolismo del hongo o contra una sola enzima crítica o la proteína necesario para el hongo. Ejemplo, los fungicidas de grupo de los triazoles actúan inhibiendo la síntesis de ergosterol y los fungicidas multi sitios afectan a diferentes sitios metabólicos dentro del hongo. Ejemplo, los fungicidas de grupo de los cúpricos actúan inhibiendo al menos cinco procesos metabólicos del hongo.

b) Por su modo de acción

HEWITT (1998), indica que los fungicidas de contacto permanecen en la superficie de la planta donde es aplicado. Estos fungicidas no tienen ninguna actividad de control después de la infección. Requiere

frecuencias de aplicaciones entre 7 y 14 días para proteger nuevas áreas de crecimiento de la planta y reemplazar el producto que ha sido quitado por lluvias o irrigación, o degradado por los factores medioambientales como la luz solar y los fungicidas sistémicos absorben a través de su follaje y los translocan generalmente en sentido ascendente y por vía interna a través de su xilema y rara vez en sentido descendente a través del floema. Estos fungicidas si ofrecen actividad de control aún después de la infección.

2.7.3. Caldo bordalés

El caldo bordalés consiste en una solución de sulfato de cobre ($\text{Cu}(\text{SO}_4)$) neutralizado con cal hidratada (hidróxido de calcio, $(\text{Ca}(\text{OH})_2)$). El cobre es el ingrediente de acción fungicida, y la cal interactúa con éste para reducir el efecto desecante que tendría en la planta si fuera aplicado solo (CRUZ, 2004).

Actualmente, muchos productores cacaoteros lo están utilizando para el combate de la moniliasis y la mazorca negra del cacao. Los productores cacaoteros lo utilizan como método preventivo y curativo, después del pico mayor de floración. Nunca debe utilizarse durante la floración ya que bota las flores (ACORDAR, 2009). La fórmula más conocida para aplicaciones en plantas en receso invernal es de 1 kg de sulfato de cobre y 1 kg de cal en 100 litros de agua. Se resume como la proporción 1:1:100, siguiendo siempre el mismo orden de los ingredientes. Para plantas nuevas en crecimiento activo esta fórmula puede ser modificada a proporciones diferentes, como 0,25:0,25:100 ó 0,25:0,75:100, y otras (CRUZ, 2004).

2.7.4. Caldo sulfocálcico

El azufre es reconocido para utilizar en tratamientos de problemas fitosanitarios en muchos cultivos. (BEJARANO y RESTREPO, 2002). Generalmente se utiliza para enfermedades causadas por hongos y bacterias, también controla varios insectos, ácaros, trips, cochinillas, brocas, sarnas, royas, algunos gusanos masticadores, huevos y algunas especies de pulgones. (SOZA y TALENO, 2007)

MORALES, (2010), señala que es un acaricida y fungistático de amplio espectro, además de nutriente foliar, ya que aporta azufre y calcio a las plantas fortaleciendo su estructura foliar. El azufre controla algunas royas, tizones foliares y pudriciones de los frutos; el calcio da resistencia a enfermedades de la raíz y del tallo; principalmente en el cultivo del café y en cítricos (VASQUEZ *et al.*, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el fundo “Estelita” perteneciente a la Sra. Lucia Estela de la Cruz; a 20 minutos de la ciudad de Tingo María; en el centro poblado de Alto Peregrino, Distrito de Daniel Alomía Robles, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco. Ubicada en las siguientes coordenadas UTM:

Este : 18L395037.40

Norte : 8987457.40

Altitud : 735 msnm.

La parcela es de topografía plana, con suelo coluvial, el cultivo de cacao clon CCN-51 de 12 años de edad, en una densidad de siembra de tres por tres metros y en un sistema cuadrado.

3.2. Datos agrometeorológicos.

En el Cuadro 1 se muestra los datos agrometeorológicos registrados durante el periodo de investigación (octubre del 2015 a octubre del 2016). La temperatura mínima durante el experimento fue de 20.2 °C y 30.7 °C la temperatura más alta; la humedad relativa media fue de 82.5 %, la precipitación media fue 233.8 mm por mes (mm = Litros de agua por metro cuadrado de terreno), siendo los meses de diciembre, enero y febrero los meses de mayor precipitación con 404.9, 475.5 y 406.7 mm por mes respectivamente; las horas de sol en promedio fue de 167.3 horas de sol por mes; siendo condiciones favorables para el desarrollo del cultivo de cacao.

Cuadro 1. Datos agrometeorológicos durante el periodo del experimento.

Parámetros Meses	Temperatura (°C)			H. R. %	Precipitación (mm/mes)	Horas de sol
	Min.	Max.	Total			
Octubre	20.3	31.2	25.75	84	147.9	173.6
Noviembre	19.7	30.1	24.9	83	235.3	156.4
Diciembre	19.8	30	24.9	82	404.9	150.6
Enero	20.3	30.1	25.2	83	475.5	169.6
Febrero	20.7	31.1	25.9	81	406.7	123.8
Marzo	21.2	30.5	25.85	85	374	127.7
Abril	21	31.2	26.1	83	151.1	166.8
Mayo	20.6	30.7	25.65	82	207.4	169.7
Junio	19.7	29.7	24.7	83	172.7	185.2
Julio	19	30.8	24.9	82	104.8	212.1
Agosto	19.7	31.3	25.5	81	77.7	212.5
Setiembre	19.7	31	25.35	81	115.8	157.3
Octubre	20.3	31.2	25.75	82	165.1	170
Promedio	20.2	30.7	25.4	82.5	233.8	167.3

Fuente: Estación de meteorología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, durante el año 2015 al 2016.

3.3. Datos edafológicos.

El Cuadro 2 muestra los resultados del análisis físico - químico del suelo al inicio del experimento, las muestras del suelo se obtuvieron en forma de zig zag; de acuerdo a los resultados se trata de un suelo de textura Franco arcilloso, no tan apropiado para el cultivo de cacao; con pH 3.85 debido a que es un suelo

coluvial, con un nivel medio de materia orgánica, nivel medio de Nitrógeno, nivel medio de Fosforo y nivel bajo de Potasio.

Cuadro 2. Datos del Análisis físico - químico del suelo experimental en un suelo coluvial

Parámetros	Contenido	Método
Análisis Físico		
Arena (%)	41.68	Hidrómetro
Limo (%)	21.28	Hidrómetro
Arcilla (%)	37.04	Hidrómetro
Textura	Franco arcilloso	Triangulo textural
Análisis químico		
pH	3.85	Potenciómetro (1:1)
MO (%)	3.07	Walkey y Black
N (%)	0.14	Micro Kjeldahl
P (ppm)	9.61	Olsen modificado
K ₂ O (kg/ha)	62.37	Acetato de amonio 1N pH 7
Ca (Cmol (+) kg ⁻¹)	1.22	Absorción atómica
Mg (Cmol (+) kg ⁻¹)	0.36	Absorción atómica

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

3.4. Antecedentes de la plantación

La zona donde se realizó la investigación fue un área de cultivo de coca y el establecimiento posterior fue el cultivo de cacao conformado por un solo clon

de cacao que es del CCN - 51, con promedio de 12 años de edad, sembrada con distancia promedio de 3.0 x 3.0 m (1,111 plantas ha⁻¹), de polinización libre. Para la elección de las plantas se consideró la uniformidad arquitectónica en altura, diámetro de copa y diámetro de tallo.

3.5. Metodología del efecto de los productos fúngicos en campo.

3.5.1. Delimitación de parcela.

Para iniciar el presente trabajo de investigación, en la primera semana del mes de setiembre del año 2015, se realizó el reconocimiento de la parcela y la delimitación de los bloques y los tratamientos; se usaron cintas de plástico de diferentes colores para reconocer cada uno de los tratamientos y se colocaron en los árboles evaluables y de protección, enumerados de izquierda a derecha y del uno al nueve tal como muestra en la figura 15 del anexo.

3.5.2. Control de malezas, poda fitosanitaria y de mantenimiento, abonamiento y fertilización foliar.

El control de malezas se realizó cada tres meses, el primer control se realizó al principio del trabajo experimental, en la segunda semana del mes de octubre del año 2015, luego de la delimitación de la parcela. Las podas se realizaron en las etapas fenológicas de descanso, la primera poda se realizó al principio del trabajo experimental, para iniciar la campaña en la tercera semana del mes de octubre del año 2015 y la otra poda se realizó en la última semana del mes de julio del año 2016; después de cada poda se procedió a picar las ramas podadas como mulch para el control de malezas y suministro de materia

orgánica. Los repasos de las podas fitosanitarias y de mantenimiento se realizaron en la segunda semana de los meses de enero y mayo del año 2016.

Las cantidades de abono por cada tratamiento en estudio se determinó mediante la utilización de una balanza gramera; los insumos utilizados fueron: guano de isla, roca fosfórica, sulfato de potasio, granubor, magnocal, sulfato de cobre, sulfato de hierro, sulfato de zinc y sulfato de manganeso. Las dosis de los tratamientos previamente pesadas se depositaban en bolsas plásticas dentro de un costal de polipropileno; para luego ser transportadas. La fracción de los abonamientos fue de dos para los macronutrientes y uno para los micronutrientes llegando en un total de dos aplicaciones que se dieron el 16 de setiembre 2015 y el 22 de abril del 2016; La aplicación se realizó en tres puntos a nivel de la proyección de la copa del arbusto de cacao, limpiando toda la hojarasca del suelo e inmediatamente tapando el bono para evitar su pérdida por volatilización.

Para la aplicación de los fertilizantes foliares (giberelina + NPK) se utilizó una motopulverizadora; se mezcló por cada 20 litros de agua, 10 ml de Gib-bex más 200 ml de Pertifhos -20-20-20; para la fertilización foliar (Calcio - Boro) se aplicó por cada 20 l de agua 0.2 l de Folix Caltrat (Calcio - Boro) las aplicaciones se realizaron en las primeras horas de la mañana de los días 10 de noviembre del 2015 (giberelina + NPK) y el 12 de enero del 2016 (Calcio Boro); fumigando todo el follaje de la planta de cacao.

3.5.3. Tratamientos en estudio.

Se establecieron seis tratamientos, con cuatro bloques, cada tratamiento tuvo 25 plantas de los cuales se evaluó nueve plantas y el resto fue considerado como bordes entre los tratamientos y bloques.

BAZÁN (1946) y MINAGRI (2016), recomiendan que el caldo bordalés debe de aplicarse en los diferentes cultivos en una razón de 1 a 3 %; mientras que para el caldo sulfocálcico es de 1 a 2 litros por cada 20 litros de agua (5 a 10 %). En el Cuadro 3, se muestran los tratamientos que se realizaron en el presente trabajo experimental con las dosis en campo, se realizó cuatro aplicaciones de fungicidas en cada tratamiento con una frecuencia de 30 días, se incluyó un testigo sin aplicación de fungicida; en todos los tratamientos se realizaron podas, control de malezas y remoción de frutos enfermos.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Fungicidas	Frecuencia de aplicación	Nº de aplicaciones
T ₀ *	Testigo	--	--
T ₁ *	Caldo bordalés 2 %	30 días	4
T ₂ *	Caldo sulfocálcico 10 %	30 días	4
T ₃ *	C. bordalés 1 % + C. sulfocálcico 5 %	30 días	4
T ₄ *	C. bordalés 2 % + C. sulfocálcico 10 %	30 días	4
T ₅ *	Hidróxido de cobre 0.5 % (Puccin®)	30 días	4

3.5.4. Diseño estadístico.

El experimento se realizó usando el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con seis tratamientos y cuatro bloques, se usó el programa estadístico InfoStat versión 2016 para el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$).

3.5.5. Aplicación de los productos.

Se realizaron mensualmente de enero a abril del 2016, haciéndose cuatro aplicaciones en cada uno de los tratamientos.

3.5.6. Calibración del equipo y gasto de agua.

Para ello se llenó el aspersor a motor (Maruyama MS073D) de 25 L. de agua; cuya aplicación a un ritmo, presión y altura constante alcanzó para 563 m², correspondiente a 62 plantas aproximadamente; de esta manera se determinó el gasto de agua que fue 162 L. ha⁻¹, el tiempo de descarga fue 10 min/20 L.

3.5.7. Variables evaluadas.

Las evaluaciones se realizaron cada 15 días, desde el 30 de octubre del 2015 hasta el 15 de octubre del 2016; haciendo en total 24 evaluaciones. En cada evaluación se realizó cosecha y remoción de frutos y tejidos enfermos de todos los tratamientos en estudio incluyendo el testigo para reducir la fuente de inóculo primario, además se consideró evaluar los frutos atacados por el mazorquero, a partir de enero con la misma frecuencia.

a) Producción.

Se consideró solo los frutos sanos cosechados, para estimar la producción de empleo el factor de índice de mazorca (IM), para el clon CCN-51, que según GARCÍA (2007), establece que es de 16 frutos para obtener un kilogramo de almendra seca. En este ensayo el IM fue corregido a 17 frutos.

La tabulación de datos, el procedimiento de los mismos y la presentación de cuadros y figuras en este informe, del porcentaje de incidencia de frutos enfermos, área debajo de la curva de progreso y tasa de progreso de la enfermedad, fue realizado de acuerdo a lo definido por VALDERRAMA (1990) y RÍOS (1990).

b) Porcentaje de incidencia de frutos enfermos.

Se calculó el porcentaje de incidencia de frutos enfermos removidos y cosechados, utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Frutos totales evaluados enfermos (E)}}{\text{Frutos totales evaluados (S+E)}} \times 100$$

c) Área debajo la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE).

Inicialmente se calculó la proporción acumulada de frutos enfermos (X_t) en las diferentes evaluaciones, mediante la ecuación propuesta de VAN DEP PLANK (1963).

$$X_t = \frac{X_{ct}}{Y_{ct}} = \frac{X_{at} + X_{cqt}}{Y_{at} + Y_{cqt}}$$

Dónde:

X_{et} = Frutos enfermos en la enésima evaluación.

Y_{ct} = Frutos totales (sanos + enfermos)

X_{at} = Frutos enfermos en la enésima evaluación.

X_{cqt} = Frutos enfermos caídos hasta la enésima evaluación.

Y_{at} = Frutos totales (sanos + enfermos) de las evaluaciones.

Y_{cqt} = Frutos totales (sanos + enfermos) caídos en las evaluaciones.

Con la proporción acumulada de frutos enfermos, se calculó el Área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE), parámetro general usado en Epidemiología comparativa, se calcularon con la siguiente ecuación:

$$ADCPE = \sum_{i=1}^n \frac{[E_i + E_{(i+1)}]}{2} [T_{(i+1)} - T_i]$$

Dónde:

E_i = Proporción de enfermedad en la enésima observación.

T_i = Tiempo (días) en la enésima observación.

n = Número total de observaciones.

d) Tasa de progreso de la enfermedad.

Los datos de proporción acumulada de la enfermedad, se han sometido al ajuste de tres modelos matemáticos para epidemias causadas por patógenos poli cíclicos, a fin de identificar el mejor modelo que explica el progreso de la enfermedad en función al tiempo (t) con las siguientes ecuaciones de análisis de regresión no lineal del programa estadístico InfoStat versión 2016.

Logit : $Y = \text{Ln} (Y / 1-Y)$ modelo Logístico

Monit : $Y = \text{Ln} (1 / 1-Y)$ modelo Monomolecular

Gompit : $Y = -\text{Ln} (-\text{Ln} (Y))$ modelo Gompertz

El modelo a elegir según recomiendan HERNÁNDEZ y MONTOYA (1987), es el que presenta el mayor coeficiente de determinación (R^2). Para este ensayo el modelo de mejor ajuste tiene para los datos obtenidos fue el modelo Gompertz. Con los valores de regresión no lineal se calculó la tasa de progreso de la enfermedad.

3.6. Análisis de rentabilidad.

Para conocer la rentabilidad de cada uno de los tratamientos realizados se procedió a determinar el rendimiento anual (kg/ha), a partir de los resultados obtenidos en el número de frutos sanos cosechados de nueve plantas evaluadas en cada bloque experimental, para estimar la cosecha aplicamos el índice de mazorca (IM) como factor para convertir el número de mazorcas cosechadas a volumen de grano seco, Es importante resaltar que la aplicación de este método depende de la correcta estimación del IM en la finca o zona de cultivo, puesto que varía mucho según el genotipo de cacao y el ciclo de la cosecha en este

caso el índice de mazorca fue de 17, es decir que de 17 frutos de cacao nos dan 1 kg de cacao seco; además se calculó costos por insumos, mano obra por cada aplicación de los tratamientos, poda y deshierbo según el tiempo programado, cosecha y remoción de frutos, todo esto fue llevado a hectáreas, la plantación tiene una densidad de 3 x 3 metros es decir de 1,111 plantas por hectárea.

Finalmente se calculó los parámetros, de la siguiente manera:

Ingreso bruto (S/.ha) = Rendimiento (kg x Ha) x Precio (S/.kg.)

Utilidad neta (S/.ha⁻¹) = Ingreso bruto – Costo de producción

Relación beneficio costo (B/C) = $\frac{\text{Ingreso bruto (S/.ha}^{-1}\text{)}}{\text{Costo de producción (S/.ha}^{-1}\text{)}}$

Índice de rentabilidad = $\frac{\text{Utilidad neta (S/.ha}^{-1}\text{)}}{\text{Costo de producción (S/.ha}^{-1}\text{)}}$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. De la incidencia de enfermedades

4.1.1. Incidencia en frutos enfermos verdes removidos

En el Cuadro 4, se muestra la prueba comparativa de Duncan ($\alpha=0.05$) para los frutos verdes enfermo (E) que han sido removidos en cada cosecha en las parcelas experimentales. En el testigo se han removido un total de 52 frutos enfermos (promedio por planta de 5.7). De ese total 18.5 corresponden a frutos infectados con “moniliasis”, 13.5 y 19.5 corresponden a infectados con “escoba de bruja” y “pudrición parda” respectivamente. El número de frutos enfermos removidos en el tratamiento (T₄) caldo. bordalés 2 % + caldo sufocálcico 10 %, es estadísticamente menor al resto de tratamientos; asimismo, el tratamiento Testigo (T₀) supera estadísticamente a todos los tratamientos en la cantidad de frutos enfermos totales removidos. Todos los tratamientos tienen un efecto significativo en reducir el menor número de frutos enfermos removidos frente al testigo en las tres enfermedades evaluadas. No se ha encontrado reportes cuantitativos sobre el efecto de control de la aplicación de “caldos minerales” en el control de enfermedades en cacao; aun cuando existe abundante información sobre su recomendación sobre todo para productores con certificación orgánica (BIO LATINA y USDA), por otro lado, los coeficientes de variabilidad se encuentran dentro de los rangos aceptables recomendados por CALZADA (1986).

Cuadro 4. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para frutos verdes o removidos en cuanto al número de frutos totales (S+E), sanos (S), enfermos (E), con moniliasis (*Moniliophthora roreri*), escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y pudrición parda (*Phytophthora spp.*); removidos de nueve plantas en cada tratamiento.

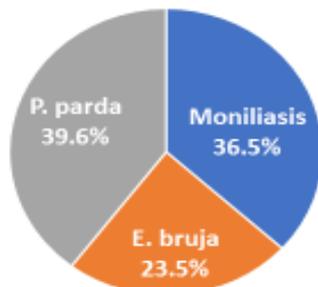
Tratamiento - Fungicidas		Totales (S+E)	Sanos (S)	Enfermos (E)	Moniliasis	Escoba de bruja	Pudrición parda
T ₄	C. bordalés 2 % + C. sufocálcico 10 %	1555.75 a	1531.5 a	24.25 a	8.75 a	6.00 a	9.50 a
T ₃	C. bordalés 1 % + C. sufocálcico 5 %	1458.5 a	1427.0 a	31.50 b	12.25 b	6.75 a	12.50 b
T ₁	Caldo bordalés 2 %	1478.25 a	1444.0 a	34.25 b	12.25 b	8.50 a	13.50 b
T ₂	Caldo sufocálcico 10 %	1419.00 a	1384.5 a	34.50 b	12.00 b	8.50 a	14.00 b
T ₅	Hidróxido de cobre 0.5 % (Puccin®)	1541.25 a	1506.5 a	34.75 b	13.50 b	7.00 a	14.25 b
T ₀	Testigo	1376.00 a	1324.0 a	52.00 c	18.50 c	13.25 b	19.50 c
c. v. (%)		10.8	11.01	8.27	9.99	21.28	13.67

Letras iguales = No existe diferencia estadística significativa entre ellas.

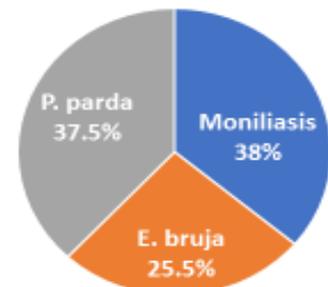
Del total de frutos removidos en toda el área experimental (promedio de los cuatro bloques), la “pudrición parda” representa el 39.6 %, seguido de la “moniliasis” con 36.5 % y “escoba de bruja” con 23.5 %. Al individualizar la incidencia de estas tres enfermedades, en cada uno de los tratamientos observamos que no hay una notoria diferencia entre ellos. Cabe resaltar que el testigo presenta valores menores de incidencia respecto a los tratamientos y el promedio de toda la parcela experimental que los tratamientos con productos antifúngicos (Figura 1); sin embargo, en el testigo se han removido de 1.5 a 2.1 veces más frutos enfermos, que significan una mayor reducción en el potencial de rendimiento en relación a los tratamientos con aplicación de productos antifúngicos de acción de contacto (Cuadro 4).

Promedio del área experimental

Testigo



T4



T5

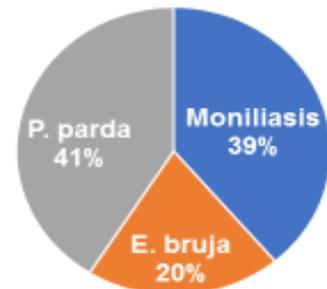
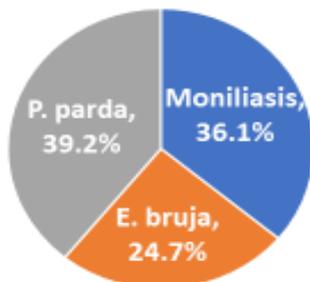


Figura 1. Porcentaje promedio de incidencia de frutos removidos con “moniliasis”, “escoba de bruja” y “pudrición parda” obtenidos en la parcela experimental.

En la Figura 2, se muestra la evolución del porcentaje de frutos enfermos removidos. En la evaluación inicial (15 días después de la primera aplicación) en el testigo fue de 25 % de incidencia de frutos enfermos, mientras que en los demás tratamientos oscilo de 18.2 % a 20.5 %. Como consecuencia directa de la remoción de frutos enfermos en el testigo se observa una notable disminución en el porcentaje de frutos removidos; siendo en octubre del 2016 una incidencia de 3.7 %, estos datos demuestran y corroboran las recomendaciones técnicas que indican que una de las practicas importantes en el control de enfermedades del cacao son las remociones de frutos enfermos en cada cosecha.

ORTEGA (2006), reportó un 42% de incidencia de frutos enfermos totales para una plantación conducida en forma tradicional, mientras que una plantación que recibió prácticas de manejo (podas fitosanitarias, remoción de frutos enfermos en forma permanente) los niveles de incidencia fueron de 21%.

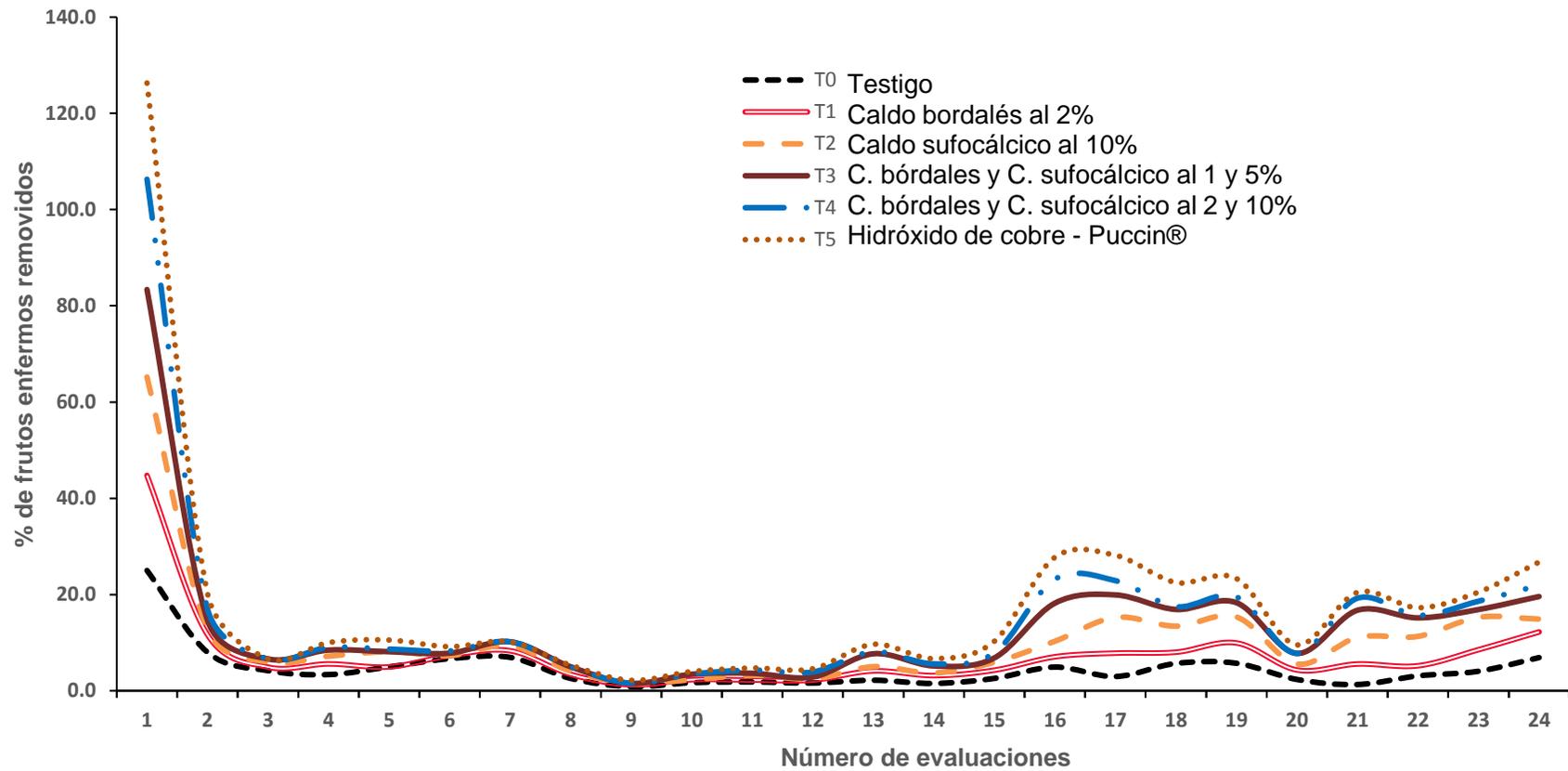


Figura 2. Evolución del porcentaje de frutos enfermos removidos cada 15 días de cada tratamiento, se evaluó desde octubre 2015 a octubre 2016.

4.1.2. Incidencia de enfermedades en frutos cosechados.

En el Cuadro 5, se muestra la prueba comparativa de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número total de frutos cosechados (S+E+I), sanos (S), enfermos (E) y el número de frutos dañados por el insecto plaga *Carmenta foraseminis*. (I), conocido en la región como “mazorquero”. Los coeficientes de variabilidad obtenidos se encuentran dentro de los parámetros aceptados para este tipo de experimentos (CALZADA, 1986).

PENTEADO (2000), menciona que el caldo sulfocálcico, además, de tener efecto fungicida posee efecto tóxico a insectos y ácaros, por la formación del gas sulfhídrico y azufre coloidal. Además, CABRERA (1953), determinó que la aspersión de Caldo Bordalés es altamente perjudicial para la flor de cacao al afectar la polinización natural y asistida; este fenómeno se presenta también en flores que se abren de uno a cinco días después de la aplicación de este fungicida. Considerando estos aspectos en este ensayo, los tratamientos que tienen la mezcla de caldo sulfocálcico, estarían influenciando negativamente en la polinización al tener efecto insecticida o repelente sobre *Forcipomyia spp.* y el caldo bordalés también estaría causando la ca de flores presentes en los momentos de aplicación. El caldo bordalés 2 % (T₁), sería el caldo con menor efecto toxico al ser estadísticamente igual al testigo. Estadísticamente los tratamientos con hidróxido de cobre (T₅), caldo sulfocálcico (T₂) y los tratamientos en mezcla de caldo sulfocálcico con caldo bordalés (T₃ y T₄), podrían tener un efecto toxico en el número de frutos formados totales frente al testigo.

Además, en el cuadro 5 se muestra la relación en el número de frutos enfermos + Mazorquero (E+I). de los cuales el tratamiento (T₄) Caldo bordalés 2 % + Caldo sufocálcico 10 % muestra un mejor efecto de control con 32.25 mazorcas dañadas por (E+I), de las cuales el 26.4 % corresponden a daños causados por enfermedades y el 73 % pertenecen a los daños ocasionados por el mazorquero; así mismo el tratamiento con el mayor número de frutos enfermos + Mazorquero (E+I) es el testigo con 72.75 frutos dañados, de los cuales el 29.2 % pertenecen a los daños causados por enfermedades y el 70.8 % pertenece a *Carmenta foraseminis*.

Cuadro 5. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para frutos maduros o cosechados en cuanto al número de frutos totales (S+E), sanos (S), enfermos (E), con moniliasis (*Moniliophthora roreri*), escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), pudrición parda (*Phytophthora* sp.) y Mazorquero (*Carmenta foraseminis*), de nueve plantas en cada tratamiento.

Tratamientos	Totales (S+E+I)	Totales (S+E)	Sanos (S)	Enfermos (E+I)	Enfermos (E)	Moniliasis	Escoba de bruja	Pudrición parda	<i>Carmenta spp.</i>
T ₄ C. bordalés 2 % + C. sufocálcico 10 %	111.75 a	88.00 b	79.50 a	32.25 a	8.50 a	2.25 a	2.50 a	3.75 a	23.75 a
T ₂ Caldo sufocálcico 10 %	116.25 ab	82.50 a	67.25 bc	49.00 b	15.25 c	4.50 b	3.50 b	7.25 c	33.75 b
T ₃ C. bordalés 1 % + C. sufocálcico 5 %	117.50 ab	83.00 a	70.00 bc	47.50 b	13.00 b	4.00 b	3.50 b	5.50 b	34.50 b
T ₅ Hidróxido de cobre 0.5 % (Puccin®)	123.00 bc	84.25 ab	69.00 bc	54.00 bc	15.25 c	4.50 b	4.00 b	6.75 bc	38.75 bc
T ₁ Caldo bordalés 2 %	130.25 cd	88.50 b	72.25 c	58.00 c	16.25 c	5.00 b	4.25 bc	7.00 bc	41.75 c
T ₀ Testigo	132.75 d	81.25 a	60.00 d	72.75 d	21.25 d	6.50 c	5.00 c	9.75 d	51.50 d
c. v. (%)	4.67	3.27	3.53	8.88	9.35	22.15	14.11	15.00	11.19

Letras iguales = No existe diferencia estadística significativa entre ellas.

I = insecto plaga que hace referencia a *Carmenta foraseminis*.

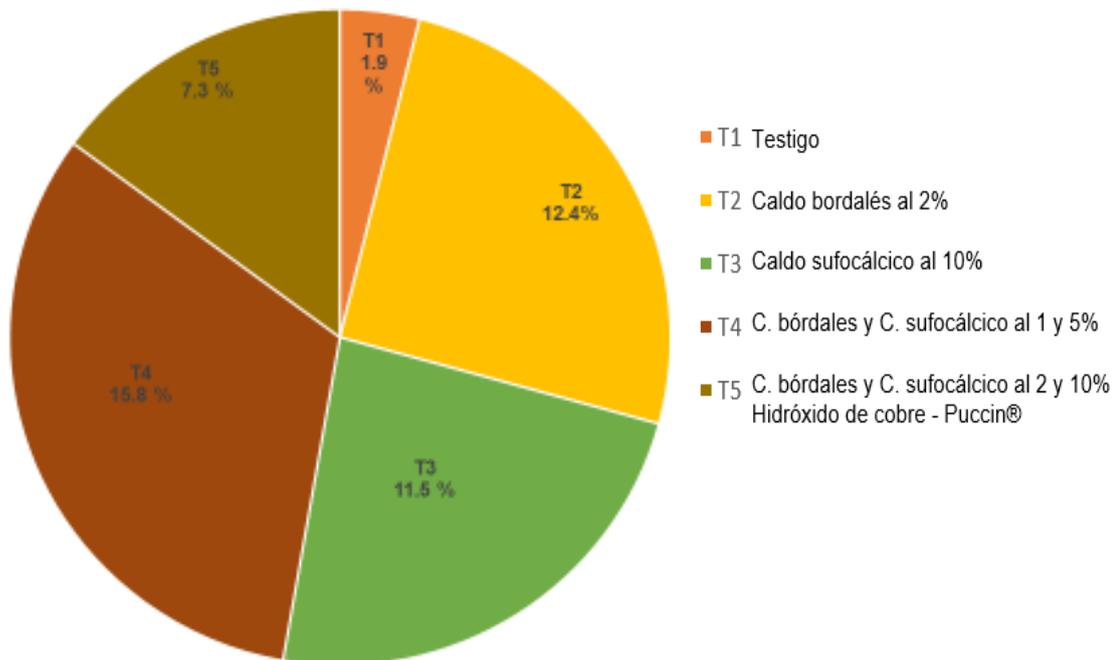


Figura 3. Posible porcentaje de acción toxica de los tratamientos en la producción de frutos de cacao.

En la Figura 3 se muestra el posible porcentaje de efecto toxico de los tratamientos frente al testigo. El tratamiento (T₄) Caldo bordalés 2 % + Caldo sufocálcico 10 %, muestra una disminución del 15.8 % respecto al tratamiento testigo. Siguiendo esta misma línea de análisis el tratamiento (T₅) con el fungicida comercial Puccin® (Hidróxido de cobre) tendría también un posible un efecto negativo en la floración con un 7.3 %, siendo mayor que el caldo bordalés (1.9 %).

RESTREPO (2007), ACORDAR (2009) y ECHEVERRI (2012), recomiendan no aplicar en época de floración ya que el caldo bordalés producirá la caída de flores. Pero si se acepta que las aspersiones deben hacerse durante 3 meses, a partir de los picos o curvas más intensos de floración con lo que se

protegerá el mayor porcentaje de cosecha. De la misma manera MORA y FIALLOS (2012), reportan que las aplicaciones se deben realizar a inicios de la floración. Ya que el posible actuar del caldo bordales en los tejidos tiernos como la flor puede producir una quemazón en los meristemas facilitando su muerte y posterior caída, otra posible forma de actuar de este fungicida sería la de repeler o matar al insecto polinizador por ende la flor no sería polinizada y por fisiología la planta aborta.

Aun cuando la literatura describen a los caldos como tóxicos para la entomofauna del cacao y efecto negativo en el cuajado de las flores; su efecto positivo en este estudio se refleja en el hecho de que los tratamientos producen estadísticamente en mayor número de frutos sanos y correspondientemente el menor número de frutos enfermos; En este caso el tratamiento (T₄) Caldo bordalés 2 % + Caldo sufocálcico 10 % muestra tener el mejor efecto en la obtención de frutos sanos, menor número de frutos afectados por enfermedades y menor daño por el mazorquero tal como se muestra en el cuadro 5. Esta posible toxicidad de los tratamientos mencionados debe ser corroboradas con un estudio específico antes de formular una recomendación técnica.

En la Figura 4 se presenta el porcentaje de disminución de frutos enfermos + frutos atacados con mazorquero (E+I) en relación al tratamiento testigo. El tratamiento (T₄) caldo. bordalés 2 % + caldo sufocálcico 10 %, reduce en un 55.7 % en número de frutos enfermos (E+I). En este punto conviene hacer un análisis sobre el aspecto positivo y negativo de la aplicación de este tratamiento en la producción de cacao; si bien es cierto podría haber un efecto negativo en el cuajado de flores en 15.8 %, pero reduce la existencia del número

de frutos enfermos en un 55.7 %; en consecuencia, creemos que hay más un efecto positivo que negativo en la producción de cacao, sobre todo en productores certificados orgánicamente.

De acuerdo a los resultados de la prospección del “mazorquero del cacao” en el valle del Alto Huallaga y Monzón, región Huánuco - San Martín, en julio del 2016 (datos no publicados), se refiere que de los frutos cosechados el 15.4 % son daños por las tres enfermedades y el 34.6 % se asocian a daños causados por el mazorquero. Estos datos son corroborados en este estudio al determinar que en todos los tratamientos la presencia del daño causado por el mazorquero supera en más de dos veces en número de frutos enfermos por planta.

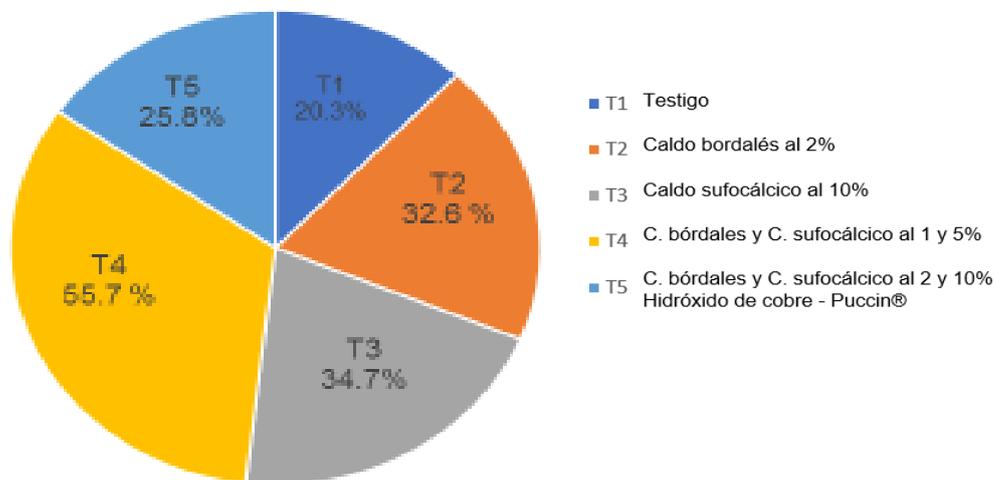


Figura 4. Porcentajes de disminución de frutos enfermos + frutos atacados por mazorquero (E+I) en comparación con el testigo.

La Figura 5, representa el número promedio de frutos enfermos y frutos afectados por el mazorquero por planta en cada uno de los tratamientos. Este promedio proviene de 36 plantas evaluadas. El aumento progresivo y sostenido de mazorquero en la región Huánuco no ha sido del todo explicado por los especialistas en sanidad vegetal, sin embargo, se asocia a variables del cambio climático y la presión generada por la deforestación. Según MINAGRI (2016), el Perú pierde en promedio 120,782 hectáreas de bosques naturales y solo en la región de Huánuco en los periodos del 2000 al 2015 se han perdido 266,055 hectáreas de bosques naturales para la siembra de coca y cultivos alternativos entre ellos perennes y anuales. Bajo este contexto; el incremento de las áreas sembradas del cultivo de cacao, la constate deforestación de bosques tropicales y el cambio climático, están influyendo en la migración de su habitat natural de este insecto, encontrando, así como fuente alimenticia al fruto de cacao.

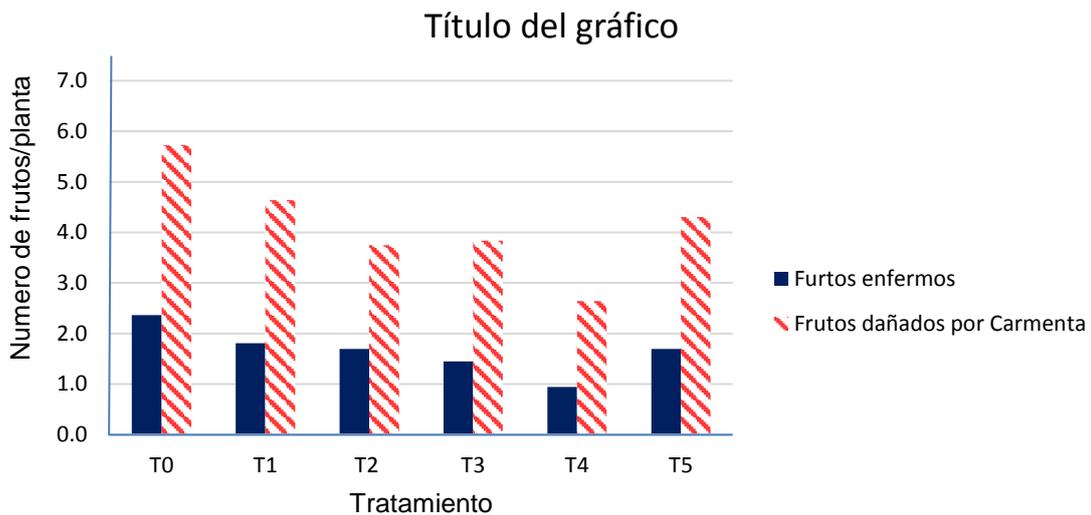


Figura 5. Comparativo del número de frutos cosechados enfermos con el número de frutos afectados con *Carmenta foraseminis* por planta en cada tratamiento.

4.1.3. Porcentaje de incidencia en frutos enfermos maduros o cosechados

En el Cuadro 6, se muestra la prueba comparativa de Duncan ($\alpha=0.05$) para el porcentaje de frutos enfermos totales y los dañados por *Carmenta spp.* (E+I), enfermos (E) y solo mazorquero (I). Los coeficientes de variabilidad obtenidos se encuentran dentro de los parámetros aceptados para este tipo de experimentos (CALZADA, 1986).

En cuanto al porcentaje de frutos enfermos y mazorquero totales (E+I) existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos; observándose que el tratamiento T₀ (Testigo) tuvo el mayor porcentaje en frutos enfermos y mazorquero totales con 54.70 %. El tratamiento Caldo bordalés + Caldo sufocálcico (T₄) expresa el menor porcentaje de incidencia (28.67 %), siendo estadísticamente significativos frente al resto de tratamientos, esto corrobora los datos del cuadro 5 al obtener el mayor número de frutos sanos y menor número de frutos enfermos y dañados con mazorquero.; los tratamientos (T₂) caldo sufocálcico 10 %, (T₃) caldo bordalés 1 % + caldo sufocálcico 5 % y (T₅) Hidróxido de cobre 0.5 % (Puccin®) no difieren estadísticamente entre ellos además el tratamiento (T₁) Caldo bordalés al 2 % no difiere estadísticamente de los T₂ y T₅, sin embargo, difiere solo del (T₀) testigo; estos resultados no son comparables al no haberse encontrado trabajos con resultados cuantitativos.

Para frutos enfermos (E) el tratamiento con menor porcentaje de incidencia viene a ser el (T₄) caldo. bordalés 2 % + caldo sufocálcico 10 % (7.19 %) y el tratamiento T₀ (Testigo) tuvo el mayor porcentaje en frutos enfermos con 15.10 %, existiendo significación estadística entre ellos. De las enfermedades la

podrición parda presentó el mayor porcentaje en promedio con 5.43 % seguidos de la escoba de bruja y monilia 3.11 % y 2.90 % respectivamente; GARCÍA (2007) afirma que el clon CCN 51, es susceptible a esta enfermedad por ende se presume su constante presencia dentro de las plantaciones de los clones de cacao CCN 51 y según PLOETZ (2007) las pérdidas de mayor importancia en el mundo son ocasionadas por *Phytophthora spp.*

Los resultados demuestran que los daños ocasionados por enfermedades son menores al daño ocasionado por mazorquero ya que este en promedio representó el 30.15 %, demostrando así que las enfermedades no son las únicas que generan pérdidas en la producción y/o rendimiento. Pero aun así los tratamientos (T₄) caldo. bordalés 2 % + caldo sufocálcico 10 % (21.05 %) muestra el mejor resultado en cuanto al porcentaje de control para el control del mazorquero del cacao (*Carmentia foraseminis*); además el (T₁) Caldo bordalés al 2 % (31.94 %), (T₂) Caldo sufocálcico al 10 % (29.01 %), (T₃) Caldo bordalés + Caldo sufocálcico al 1 y 5 % (29.06 %) y (T₅) Hidróxido de cobre – Puccin® (31.13 %) no presentan diferencias estadísticas significativas entre ellas, pero estadísticamente son mejores en comparación al (T₀) testigo (38.70 %) que presentó el mayor porcentaje de incidencia del mazorquero. Estos datos obtenidos sobre el porcentaje del mazorquero son similares a los reportados por SENASA (2016) que las pérdidas en la zona de Tingo María y alrededores que va desde el 30 al 80 % de mazorcas cosechadas además varios autores han enfatizado que el uso de prácticas agrícolas entre las que se destaca la regulación de la sombra, las cosechas oportunas y las podas del cacao son indispensables para un combate efectivo de las plagas del cacao (AYALA 2008).

Cuadro 6. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para frutos maduros o cosechados en cuanto al porcentaje de incidencia de frutos enfermos totales, moniliasis (*Moniliophthora roreri*), escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), pudrición parda (*Phytophthora sp.*) y mazorquero (*Carmenta foraseminis*), removidos de nueve plantas en cada tratamiento.

Tratamientos	Enfermos (E+I)		Enfermos (E)		Moniliasis		Escoba de bruja		Pudrición parda		Mazorquero	
T ₄ C. bordalés 2 % + C. sufocálcico 10 %	28.67	a	7.19	a	1.57	a	2.24	a	3.38	a	21.05	a
T ₃ C. bordalés 1 % + C. sufocálcico 5 %	40.17	b	10.26	b	2.54	ab	3.03	ab	4.69	b	29.06	b
T ₂ Caldo sufocálcico 10 %	42.13	bc	12.51	c	3.24	b	3.01	ab	6.27	c	29.01	b
T ₅ Hidróxido de cobre 0.5 % (Puccin®)	43.63	bc	11.86	c	3.03	b	3.33	b	5.50	bc	31.13	b
T ₁ Caldo bordalés al 2 %	44.41	c	11.74	bc	3.09	b	3.28	b	5.38	bc	31.94	b
T ₀ Testigo	54.70	d	15.10	d	3.95	b	3.79	b	7.37	d	38.70	c
c. v. (%)	5.22		8.84		29.47		16.43		12.49		7.78	

Letras iguales = No existe diferencia estadística significativa entre ellas.

I = insecto plaga que hace referencia a *mazorquero* (*Carmenta foraseminis*)

4.1.4. En el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE) y la tasa de progreso de la enfermedad para frutos maduros o cosechados

En el Cuadro 7 y 8 se muestra la prueba comparativa de Duncan ($\alpha=0.05$) para el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE) y la tasa de progreso de la enfermedad de frutos maduros; Los coeficientes de variabilidad obtenidos se encuentran dentro de los parámetros aceptados para este tipo de experimentos (CALZADA, 1986).

El tratamiento (T₄) caldo. bordalés 2 % + caldo sufocálcico 10 %, presenta el menor porcentaje de incidencia de las enfermedades más mazorquero (Cuadro 6), esto correlaciona con la menor área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE) (52.03), una baja tasa de infección (0.013) y es estadísticamente significativo en relación a los otros tratamientos (Cuadros 7 y 8). El tratamiento (T₀) testigo obtuvo el mayor porcentaje de incidencia, asimismo, la mayor ADCPE y tasa de infección de 114.86 y 0.028 respectivamente.

Del mismo modo el tratamiento (T₄), presenta el menor valor de ADCPE para los frutos enfermos (18.67) y es estadísticamente significativo solo a los tratamientos T₅, T₁ y T₀, para moniliasis el valor es de (4.5) y es estadísticamente significativo solo al T₀, para la escoba de bruja los valores mostrados no son significativos para ningunos de los tratamientos, para la pudrición parda el valor es (8.72) siendo significativo solo con el T₀; reflejándose en la tasa para el tratamiento (T₄) en frutos enfermos, para moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda son (0.003), (0.0008), (0.0010) y (0.0011)

respectivamente; varios autores hacen referencia que a la aplicación de fungicidas químicos o cúpricos más las remociones periódicas de frutos enfermos durante el experimento aseguran bajos porcentajes de incidencia y por ende la tasa de infección y el ADCPE es relativamente baja (JAMBO 2016).

Se observa también que para los frutos atacados por mazorquero, existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio; el tratamiento (T₄) caldo. bordalés 2 % + caldo sufocálcico 10 % muestra el mejor resultado en cuanto al porcentaje de frutos atacados por mazorquero por ende también presenta un ADCPE (33.36) muy favorable del mismo modo una tasa de infección de (0.0119) disminuyendo en 42 % del testigo; por otro lado el resto de los tratamientos estadísticamente no son significativos entre ellos pero si diferentes y mejores en comparación al T₀ testigo que presentó el mayor porcentaje de incidencia, una elevada ADCPE (79.73) y una tasa de infección de (0.0205). frente a estos resultados distintas instituciones afines se han preocupado por la alta incidencia del mazorquero del cacao, dando como alternativas las remociones de tejidos enfermos, cosechas periódicas y oportunas, el compostaje y el recubrimiento con plástico los residuos de cosecha con el fin de disminuir al daño. Prospección del “mazorquero del cacao” en el valle del Alto Huallaga y Monzón, región Huánuco - San Martín. julio 2016 (datos no publicados).

Cuadro 7. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad total (ADCPE), de moniliasis (*Moniliophthora roerei*), escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), pudrición parda (*Phytophthora sp.*) y mazorquero (*Carmenta foraseminis*), removidos de nueve plantas en cada tratamiento.

Tratamientos	Enfermos (E+I)		Enfermos (E)		Moniliasis		Escoba de bruja		Pudrición parda		Mazorquero	
T ₄ C. bordalés 2 % + C. sufocálcico 10 %	52.03	a	18.67	a	4.55	a	5.40	a	8.72	a	33.36	a
T ₂ Caldo sufocálcico 10 %	70.48	bc	23.48	ab	6.71	a	5.15	a	11.61	a	47.01	b
T ₃ C. bordalés 1 % + C. sufocálcico 5 %	68.39	b	23.68	ab	7.07	ab	5.89	a	10.71	a	44.71	b
T ₅ Hidróxido de cobre 0.5 % (Puccin®)	70.47	bc	25.36	b	8.47	ab	6.07	a	10.82	a	45.11	b
T ₁ Caldo bordalés 2 %	81.39	c	26.46	b	7.68	ab	6.49	a	12.29	a	54.93	b
T ₀ Testigo	114.86	d	35.13	c	11.70	b	7.21	a	16.23	b	79.73	c
c. v. (%)	9.78		12.47		37.22		26.54		19.16		13.94	

Letras iguales = No existe diferencia estadística significativa entre ellas.

Cuadro 8. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para tasa de progreso de la enfermedad total de moniliasis (*Moniliophthora roreri*), escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), pudrición parda (*Phytophthora sp.*) y Mazorquero (*Carmentia forasemins*), removidos de nueve plantas en cada tratamiento.

Tratamientos	Enfermos (E+I)		Enfermos E		Moniliasis		Escoba de bruja		Pudrición parda		Mazorquero	
T ₄ C. bordalés 2 % + C. sufocálcico 10 %	0.013	a	0.003	a	0.0008	a	0.0010	a	0.0011	a	0.0119	a
T ₂ Caldo sufocálcico 10 %	0.023	bc	0.007	cd	0.0017	b	0.0017	b	0.0036	c	0.0160	b
T ₃ C. bordalés 1 % + C. sufocálcico 5 %	0.019	abc	0.005	b	0.0017	b	0.0016	b	0.0019	ab	0.0154	b
T ₅ Hidróxido de cobre 0.5 % (Puccin®)	0.018	ab	0.006	bcd	0.0017	b	0.0019	b	0.0029	bc	0.0172	b
T ₁ Caldo bordalés 2 %	0.023	bc	0.006	bc	0.0020	b	0.0018	b	0.0022	bc	0.0174	b
T ₀ Testigo	0.028	c	0.008	d	0.0020	b	0.0021	b	0.0034	c	0.0205	c
c. v. (%)	30.49		14.80		29.83		18.00		26.30		12.12	

Letras iguales = No existe diferencia estadística significativa entre ellas.

En las Figuras 6, 7, 8, 9,10; se muestran las curvas de progreso de la enfermedad total (E + I), de moniliasis, de escoba de bruja, pudrición parda y mazorquero, respectivamente; también se muestran las Tasas de progreso de las enfermedades, obtenidos de la regresión linealizada de las curvas transformadas con el modelo Gompertz (no lineal) de cada uno de los tratamientos en estudio. Los R^2 para todos los tratamientos se encuentran dentro de los valores aceptables para este tipo de ensayos.

En la Figura 6, se presenta la curva y la tasa de progreso de la enfermedad para los frutos cosechados enfermos y dañados con mazorquero. Las tasas de los seis tratamientos se encuentran dentro del rango de 0.0147 a 0.0283, siendo el (T₄) caldo. bordalés 2 % + caldo sufocálcico 10 % el que obtuvo la menor tasa con 0.0147 y este es menor en 1.9 veces frente al testigo.

Del mismo modo para las Figura 7, 8, 9 se presenta la curva y la tasa de progreso de la moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda. Las tasas más bajas los presenta el T₄ con 0.0009, 0.001 y 0.001 y estos valores son menores en 2.3, 2.1 y 3.4 veces frente al testigo.

En la Figura 10, se presenta la curva y la tasa de progreso de los frutos dañados por mazorquero. Las tasas de los seis tratamientos se encuentran dentro del rango de 0.0117 a 0.0207, siendo el T₄ el que obtuvo la menor tasa con 0.0117 y este es menor en 1.7 veces frente al testigo.

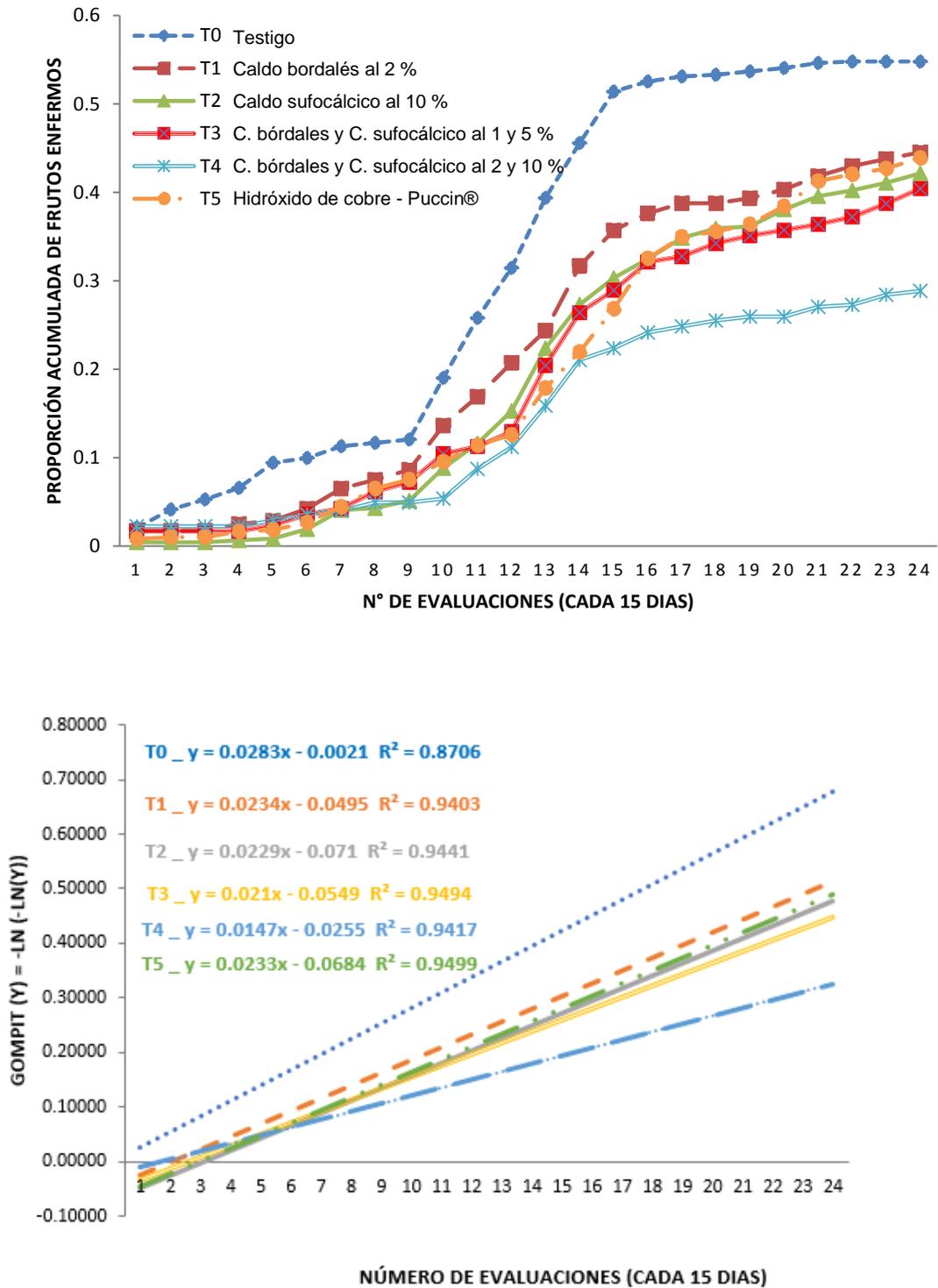


Figura 6. Curva de progreso de frutos enfermos totales (arriba) y tasa de progreso de frutos enfermos totales por lineación de la transformación Gompit (abajo).

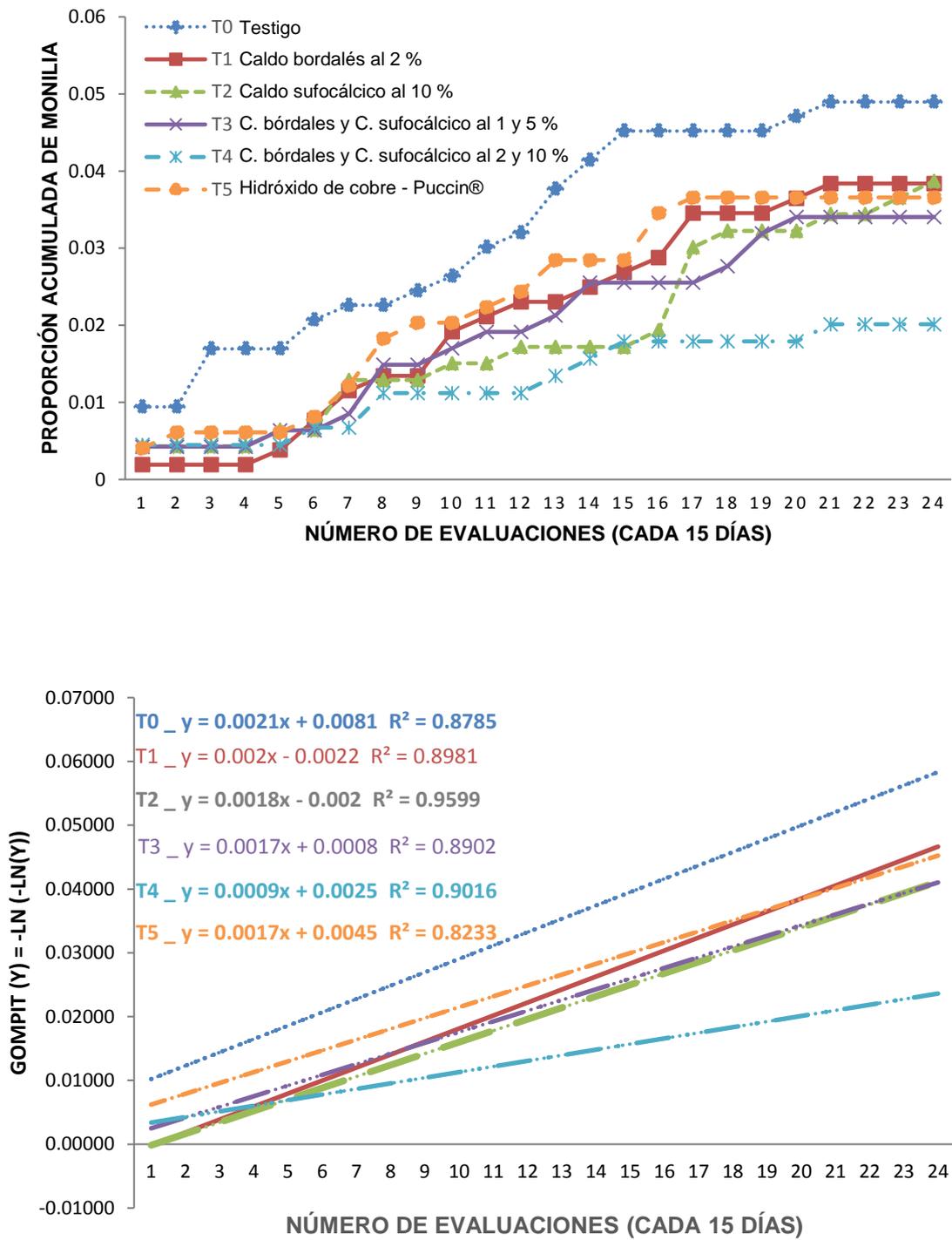


Figura 7. Curva de progreso de frutos enfermos con moniliasis “*Moniliophthora roreri*” (arriba) y tasa de progreso de frutos enfermos con moniliasis por lineación de la transformación Gompit (abajo).

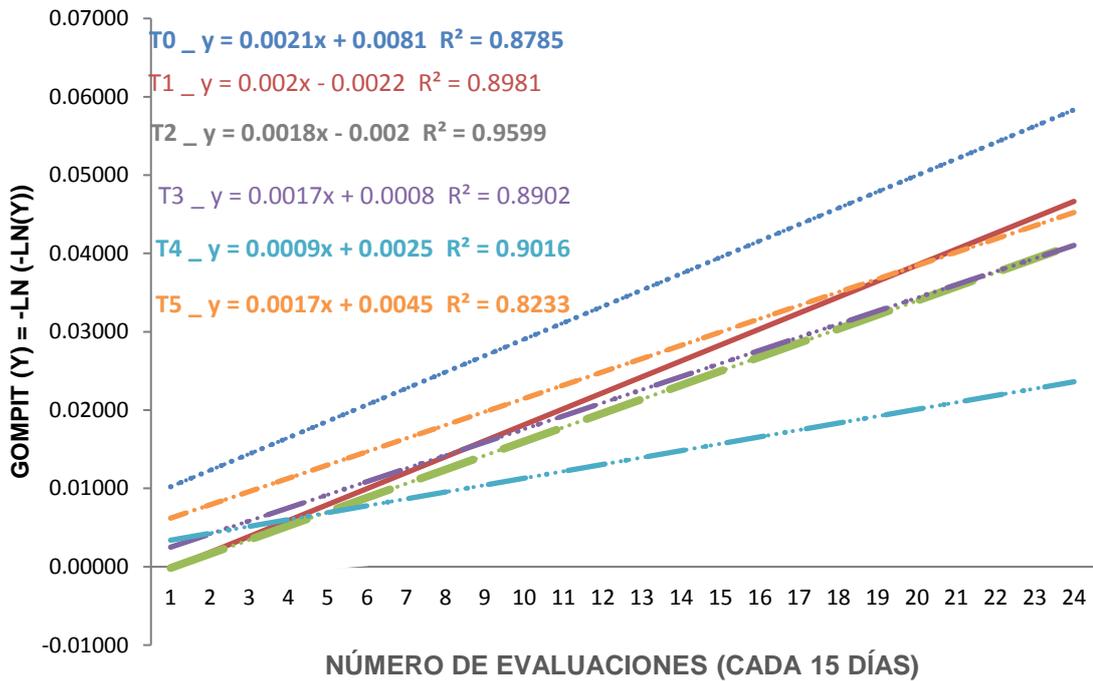
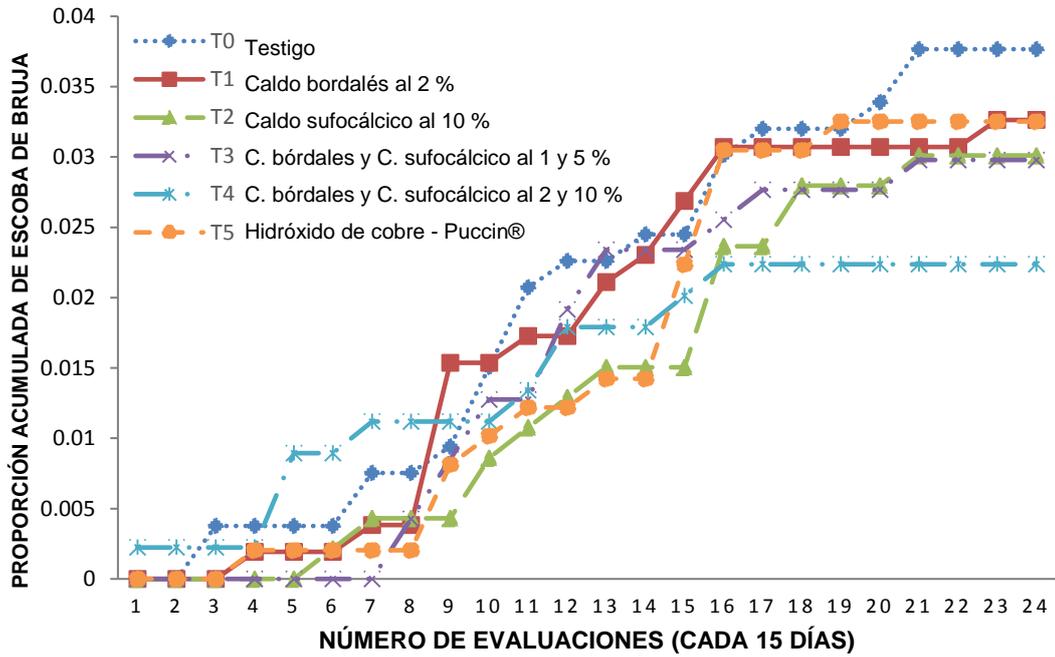


Figura 8. Curva de progreso de frutos enfermos con Escoba de bruja “*Moniliophthora perniciosa*” (arriba) y tasa de progreso de frutos enfermos con Escoba de bruja por lineación de la transformación Gompit (abajo).

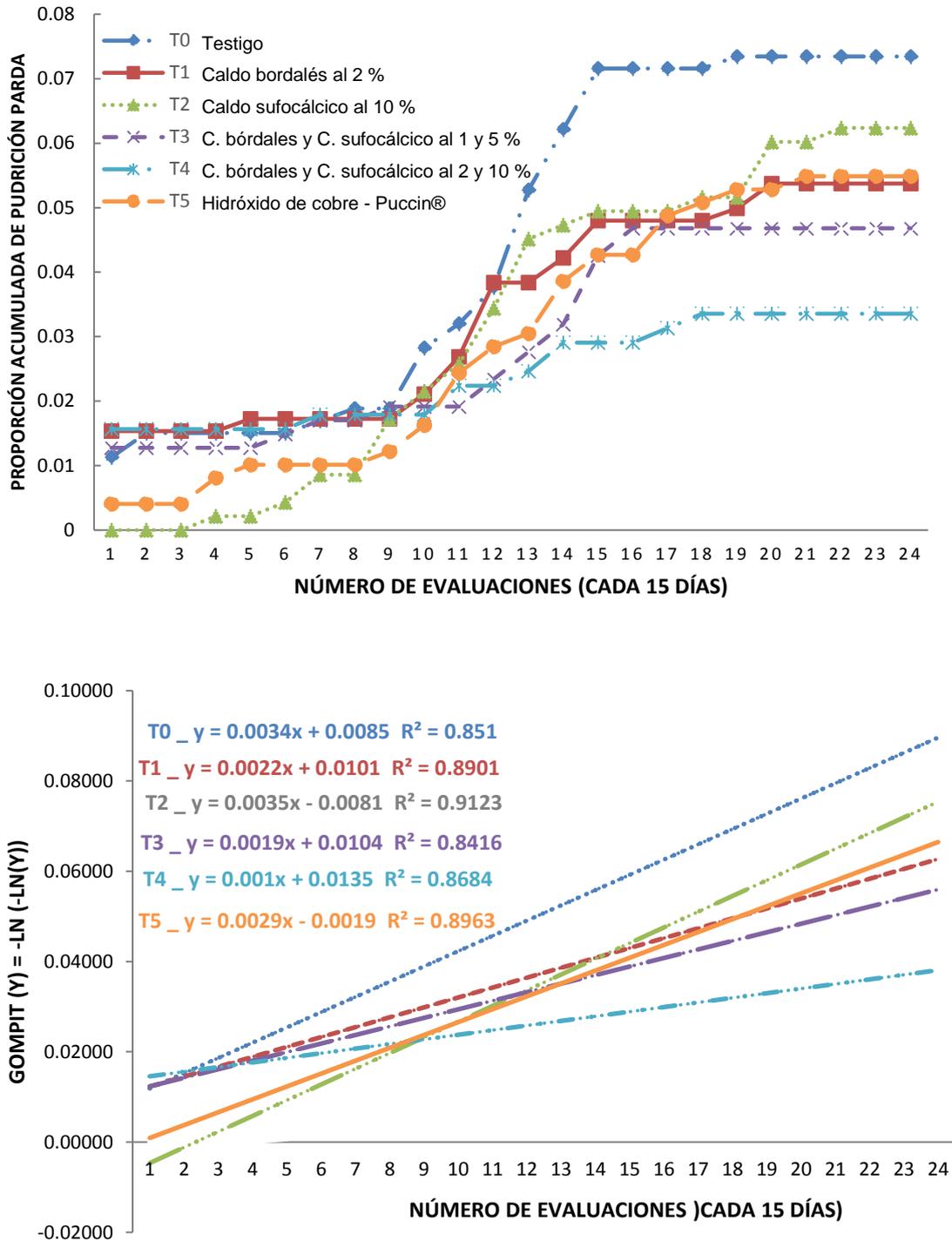


Figura 9. Curva de progreso de frutos enfermos con pudrición parda "*Phytophthora spp.*" (arriba) y tasa de progreso de frutos enfermos con pudrición parda por lineación de la transformación Gompit (abajo).

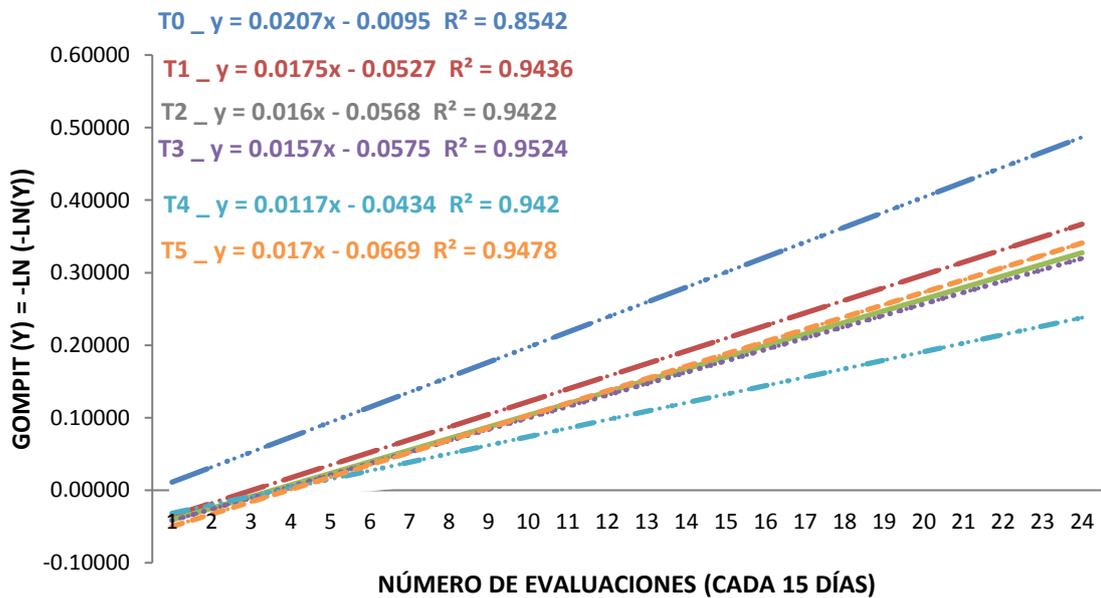
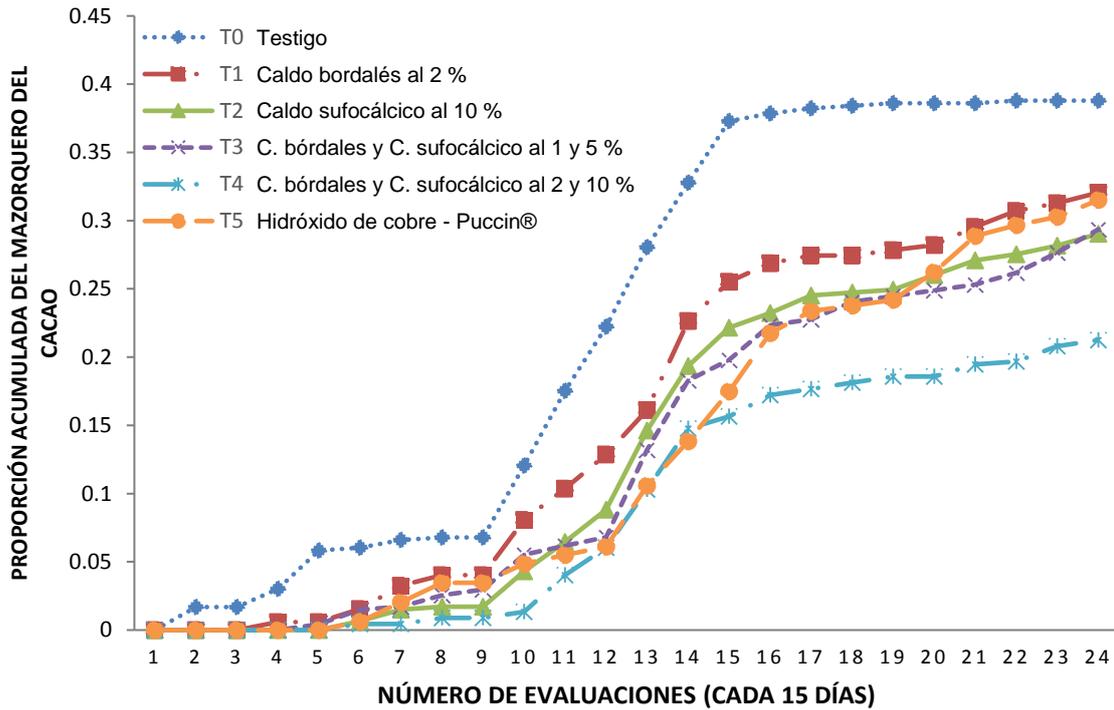


Figura 10. Curva de progreso de frutos atacados por *Carmenta foraseminis*. (arriba) y tasa de progreso de frutos atacados por *Carmenta foraseminis* por lineación de la transformación Gompit (abajo).

4.2. De la pérdida de la producción.

En el Cuadro 9, se muestra la prueba comparativa de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de frutos enfermos totales (verdes más cosechados), la pérdida por mazorquero y la pérdida total que viene a ser la sumatoria de los frutos perdidos por hongos y por mazorquero. Los coeficientes de variabilidad obtenidos se encuentran dentro de los parámetros aceptados para este tipo de experimentos (CALZADA, 1986).

Se observa que las pérdidas por hongos son más relevantes en frutos verdes que en frutos maduros, a su vez los frutos atacados por mazorquero son mayores que los frutos verdes atacados por hongos, pero en la sumatoria de frutos enfermos verdes más maduros superan en número a los de atacados por mazorquero; de los cuales el tratamiento T₄ caldo. bordalés 2 % + caldo sufocálcico 10 % presenta el menor número de frutos enfermos presentando significación estadística frente a los demás tratamientos en todos los parámetros evaluados para la cuantificación de la pérdida de la producción y que el tratamiento con mayores frutos enfermos fue el T₀ testigo por ende fue el tratamiento que mayor pérdida de la producción presenta.

Cuadro 9. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número frutos verdes removidos y frutos maduros cosechados enfermos, expresados como pérdida en nueve plantas evaluadas de octubre 2015 a octubre 2016.

Tratamiento - fungicidas		Frutos verdes removidos	Frutos maduros enfermos	Total, frutos enfermos (verdes + maduros)		Frutos con daño de mazorquero.		Total (T)	
T ₄	C. bordalés al 2 % + C. sufocálcico al 10 %	24.25 a	8.50 a	32.75 a	a	23.75 a	a	56.5	a
T ₃	C. bordalés al 1 + C. sufocálcico al 5 %	31.50 b	13.00 b	44.50 b	b	34.5 b	b	79.0	b
T ₂	Caldo sufocálcico al 10 %	34.50 b	15.25 c	49.75 b	b	33.75 b	b	83.5	bc
T ₅	Hidróxido de cobre (Puccin®)	34.75 b	15.25 c	50.00 b	b	38.75 bc	bc	88.75	c
T ₁	Caldo bordalés al 2 %	34.25 b	16.25 c	50.50 b	b	41.75 c	c	92.25	c
T ₀	Testigo	52.00 c	21.25 d	73.25 c	c	51.5 d	d	124.75	d
c. v. (%)		8.27	9.35	7.67		11.19		6.47	

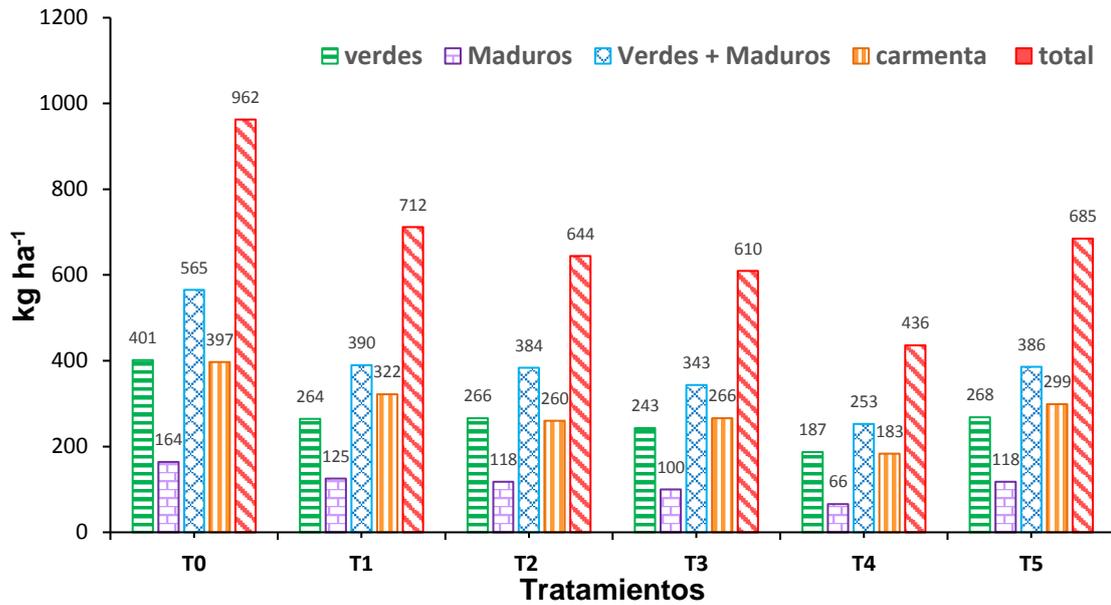


Figura 11. Estimación anual de la pérdida de la producción en kg/ha por cada tratamiento: (T₀) Testigo, (T₁) Caldo bordalés al 2 %, (T₂) Caldo sufocálcico al 10 %, (T₃) C. bordalés al 1 + C. sufocálcico al 5 %, (T₄), C. bordalés al 2 % + C. sufocálcico al 10 % y (T₅) Hidróxido de cobre (Puccin®).

En la Figura 11 se representa la pérdida de la producción en kg/ha de cada uno de los tratamientos corroborando así que el tratamiento T₄ caldo bordalés al 2 % + caldo sufocálcico al 10 % (436) mostró un mejor efecto de control frente al testigo (962) disminuyendo en 45 % la pérdida de frutos enfermos y por mazorquero

Cabe señalar que el suelo donde se ejecutó la presente investigación fue coluvial de textura Franco arcillosa, no tan apropiado para el cultivo de cacao; con pH 3.85 y de acuerdo con RIVAS (2011) los suelos óptimos: son aquellos con origen aluviales de textura franca como el arcilloso-arenosa y los de arena arcillosas, debido a que se ha analizado que tiene un mayor rango de

adaptabilidad a suelos en laderas con una inclinación mayor al 25 % con manejo de cobertura asentados en curvas de nivel. A su vez ZAPATA (2004) afirma que el pH varía el pH entre 4.5 y 8.5; considerándose el más adecuado el pH entre 5.5 a 6.5. Por su parte, VALENCIA (2010) indica que, las características favorables del suelo: para que el cultivo de cacao se desarrolle mejor es que no tenga rocas continuas ni se formen terrones muy rígidos, debido a que necesita tener un buen drenaje o que sean fáciles de drenar mediante la construcción de canales, por lo que no deben ser ni muy pesados o arcillosos ni demasiado arenosos y que tengan 1.5 m de profundidad, ricos en materia orgánica y nutrientes minerales. BAIRD (2008) concluye que las características desfavorables de los suelos: para que el cultivo de cacao no pueda desarrollarse óptimamente el perfil del suelo no debe ser muy superficial, tampoco debe tener un nivel freático alto que presente una capa poco friable y con altas concentraciones de aluminio, además se debe manejar el rango de erosión del suelo con la finalidad de viabilizar el crecimiento de las raíces; pudiendo así haber influido a que exista una menor producción ya que el suelo no contaba con las condiciones óptimas para el buen desarrollo del cultivo de cacao.

4.3. Comportamiento de las Enfermedades y su relación con los parámetros meteorológicos.

En la Figura 12, se muestra el comportamiento de las enfermedades para frutos verdes (frutos enfermos totales, monilia, escoba de bruja y pudrición parda), además en la figuras 13 y 14 se muestra el comportamiento de las enfermedades para frutos maduros (frutos enfermos totales, monilia, escoba de

bruja, pudrición parda y mazorquero) respectivamente y su relación con los parámetros meteorológicos durante el periodo de ejecución del experimento; los parámetros agrometeorológicos tomados en cuenta son la temperatura (T°), humedad relativa (H.R), precipitación (pp) y horas sol.

Las fechas de aplicación de los tratamientos (enero a abril) coincidió con la época de mayor precipitación (PP) registrados según la estación de meteorología de la UNAS. En el cuadro 1, se observa que la humedad relativa bajó considerablemente en los meses de abril a mayo; además se puede apreciar que las horas sol son más bajas en los meses de enero a abril y más altas en los meses de junio a setiembre los cuales posiblemente hayan influido en el desarrollo de las enfermedades ya que estos hongos en condiciones favorables cumplen su ciclo y la precipitación posiblemente haya lavado los tratamientos aplicados ya que estos no se aplicaron con adherentes.

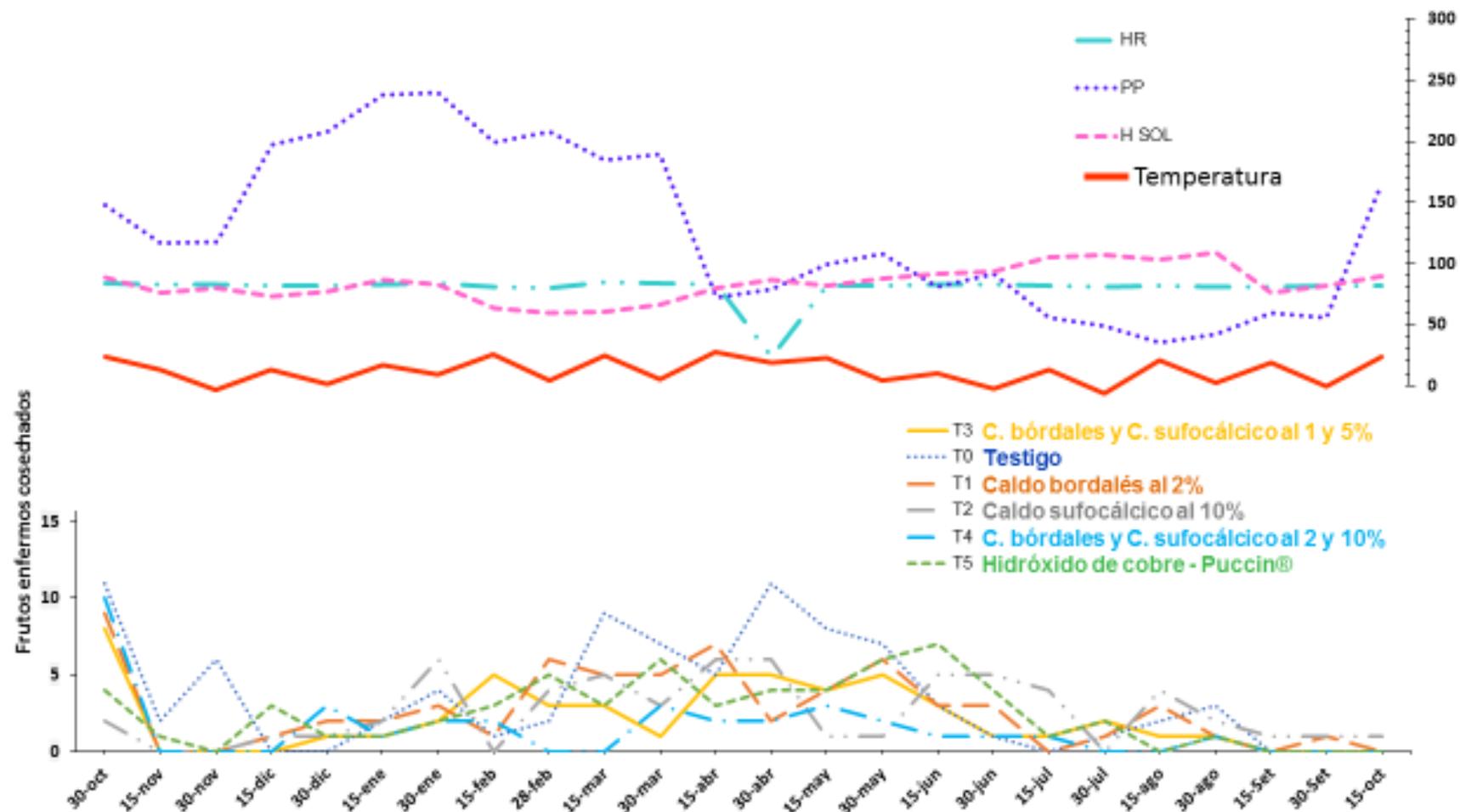


Figura 12. Comportamiento de las enfermedades (enfermos totales) en frutos verdes y su relación con los parámetros agrometeorológicos.

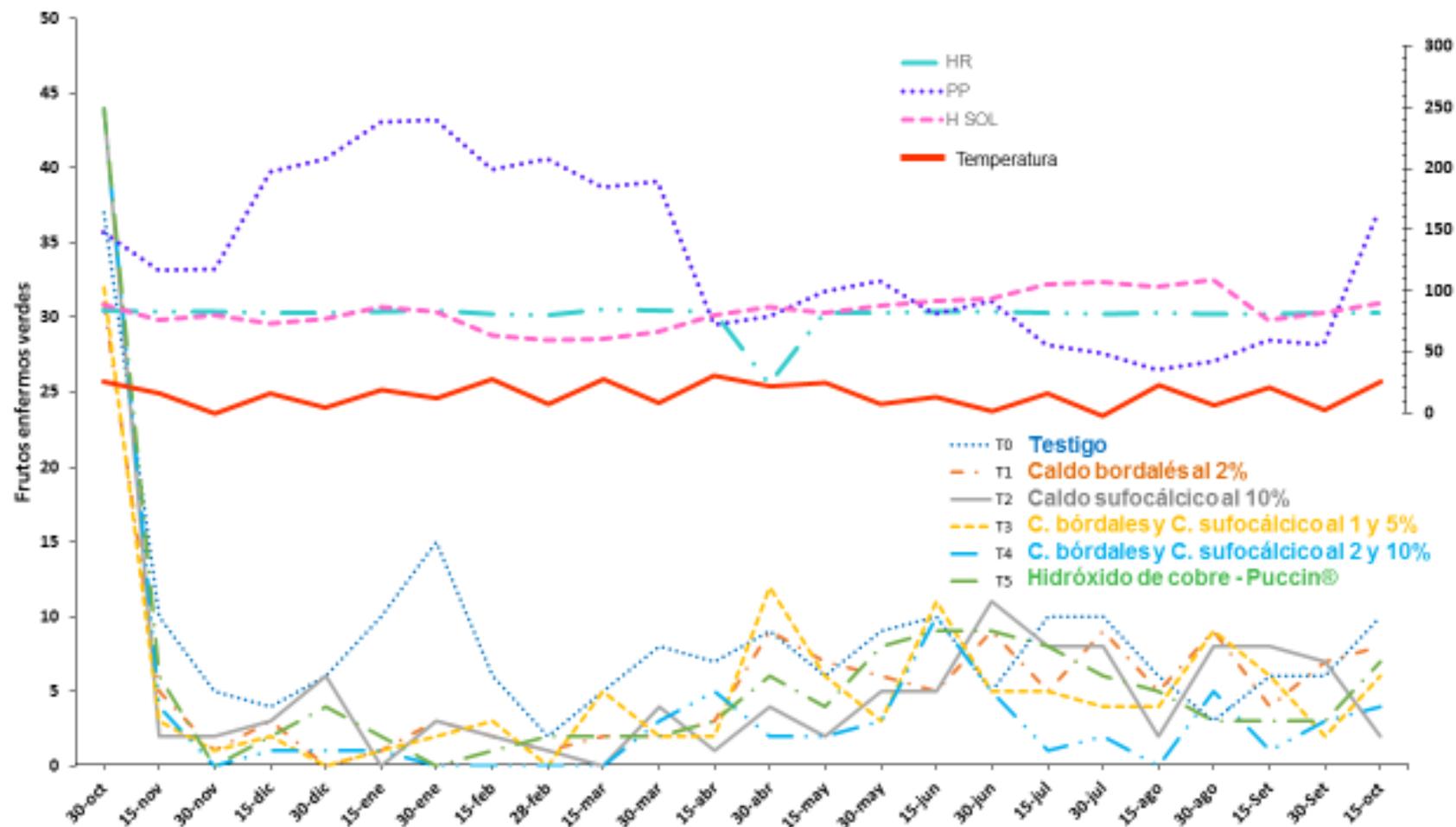


Figura 13. Comportamiento de las enfermedades (enfermos totales) en frutos maduros y su relación con los parámetros agrometeorológicos.

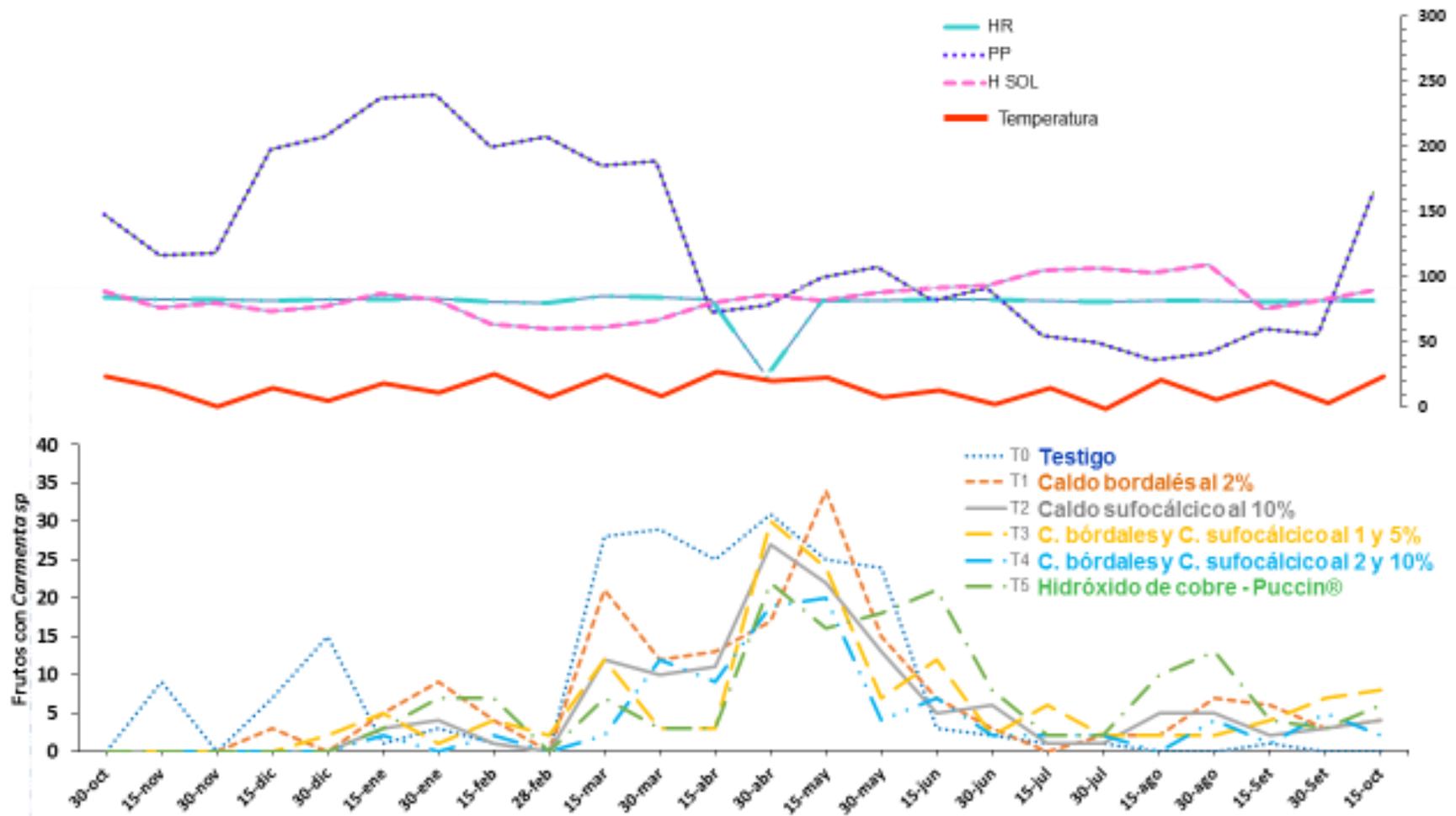


Figura 14. Comportamiento del mazorquero del cacao (*Carmenta foraseminis*) en frutos maduros y su relación con los parámetros agrometeorológicos.

4.4. Del análisis de rentabilidad

En el Cuadro 10, el mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento (T₄) caldo. bordalés 2 % + caldo sufocálcico 10 % (613.36 kg ha⁻¹), superando en un 32 % al tratamiento testigo, los demás tratamientos (T₁) Caldo bordalés al 2 % (557.43 Kg ha⁻¹), (T₃) Caldo bordalés + Caldo sufocálcico al 1 y 5 % (540.07 kg ha⁻¹), (T₅) Hidróxido de cobre – Puccin® (532.35 kg ha⁻¹) y (T₂) Caldo sufocálcico al 10 % (518.85 Kg ha⁻¹) también superan en 20, 16, 15 y 12 % respectivamente al tratamiento (T₀) Testigo (462.92 kg ha⁻¹). PERDOMO (2014) aplicando químicos Tebuconazol y oxido de cobre en la misma provincia aumento el rendimiento en 59 y 47 % respecto a su tratamiento testigo.

Los costos de producción de los tratamientos (T₄) caldo. bordalés 2 % + caldo sufocálcico 10 % (S/.2142.71 ha), (T₁) Caldo bordalés al 2 % (S/.2007. 28 ha), (T₃) Caldo bordalés + Caldo sufocálcico al 1 y 5 % (S/.1950.26 ha), (T₅) Hidróxido de cobre – Puccin® (S/.1900.36 ha) y (T₂) Caldo sufocálcico al 10 % (S/.1893.23 ha) difieren en 26, 18, 14, 11 y 11 % respectivamente, con respecto al tratamiento (T₀) testigo (S/.1698.40 ha). PERDOMO (2014) aplicando químicos Tebuconazol y oxido de cobre en la misma provincia aumento su costo de producción en 57 y 33 % respecto a su tratamiento testigo.

La inversión en el presente trabajo de investigación es aceptable ya que en todos los tratamientos en estudio el valor de la relación beneficio costo (B/C) superan la unidad. El tratamiento tratamientos (T₄) fue el mejor con una ganancia de 1.29 en índice de rentabilidad, dicho tratamiento supera en 8.5 % al tratamiento Testigo con 1.18 en índice de rentabilidad. PERDOMO (2014) aplicando químicos Tebuconazol y oxido de cobre en la misma provincia

aumento el índice de rentabilidad en 2.23 y 17.36 % respecto a su tratamiento testigo.

A comparación del Cuadro 11 que se muestra el análisis de rentabilidad incluyendo el costo de producción por hectárea de los abonos que se aplicaron en dicho tratamiento mostrando negativamente el índice de rentabilidad. VALDERRAMA (1990), en Naranjillo encontró que la aplicación de oxiclورو de cobre, caldo bordalés e hidróxido de cobre a diferentes dosis e intervalos alcanzaron rendimientos de 700 a 1000 kg/ha, mientras que el tratamiento testigo solo alcanzo 450 kg ha⁻¹

Según el MINAGRI (2016) dice que el rendimiento mundial de la producción de cacao en grano es en promedio de 460 kg ha⁻¹, a nivel país la producción promedio es de 782 kg ha⁻¹, San Martín llega a 998 kg ha⁻¹ y en la región Huánuco es 564 kg ha⁻¹. Sin embargo, existen algunos productores que sobrepasan estos rendimientos llegando hasta 3.800 kilos por hectárea.

Cuadro 10. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio sin el abonamiento.

Tratamientos	Rendimiento (kg ha⁻¹)	Ingreso bruto (S/.)	Costo de producción (S/.)	Utilidad neta (S/.)	Beneficio costo (B/C)	Índice de rentabilidad (S/.)
T ₀ - Testigo	462.92	3703.33	1698.40	2004.93	2.18	1.18
T ₁ - Caldo bordalés al 2 %	557.43	4459.43	2007.28	2452.15	2.22	1.22
T ₂ - Caldo sulfocálcico al 10 %	518.85	4150.82	1893.23	2257.59	2.19	1.19
T ₃ - C. bordalés + C. sulfocálcico al 1 y 5 %	540.07	4320.56	1950.26	2370.30	2.22	1.22
T ₄ - C. bordalés + C. sulfocálcico al 2 y 10 %	613.36	4906.92	2142.71	2764.20	2.29	1.29
T ₅ - Hidróxido de cobre (Puccin®)	532.35	4258.83	1900.36	2358.47	2.24	1.24

Precio de un kg de grano seco de cacao = S/. 8.00

Costo de jornal = S/. 30.00

No se incluye costo de abonos

Cuadro 11. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio incluyendo el abonamiento.

Tratamientos	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Ingreso bruto (S/.)	Costo de producción (S/.)	Utilidad neta (S/.)	Beneficio costo (B/C)	Índice de rentabilidad (S/.)
T ₀ - Testigo	462.92	3703.33	23038.19	-19334.85	0.16	-0.84
T ₁ - Caldo bordalés al 2 %	557.43	4459.43	23347.07	-18887.64	0.19	-0.81
T ₂ - Caldo sufocálcico al 10 %	518.85	4150.82	23233.02	-19082.20	0.18	-0.82
T ₃ - C. bordalés + C. sufocálcico al 1 y 5 %	540.07	4320.56	23290.04	-18969.49	0.19	-0.81
T ₄ - C. bordalés + C. sufocálcico al 2 Y 10 %	613.36	4906.92	23482.50	-18575.58	0.21	-0.79
T ₅ - Hidróxido de cobre (Puccin®)	532.35	4258.83	23240.15	-18981.31	0.18	-0.82

Precio de un kg de grano seco de cacao = S/. 8.00

Costo de jornal = S/. 30.00

V. CONCLUSIONES

1. Las incidencias de las tres principales enfermedades en frutos cosechados alcanzaron el 15.11 %, mientras que la incidencia de frutos afectados por *Carmenta foraseminis* fue 38.7 % en el tratamiento testigo, en una plantación de CCN-51 de 12 años de edad con certificación orgánica.
2. La aplicación de caldo bordalés 2 % + caldo sulfocálcico 10 %, en 4 momentos, tuvo el mayor efecto significativo en el control de enfermedades. De la misma forma este tratamiento expresa estadísticamente la menor Área Debajo de la Curva de Progreso Enfermedad (ADCPE) y tasa de progresos de la enfermedad.
3. El rendimiento del tratamiento (T₄) caldo bórdeles 2 % + caldo sulfocálcico fue de 613 kg/ha/año, mientras que en testigo fue de 463 kg/ha/año, estos rendimientos se encuentran por debajo del promedio nacional (780 kg/ha/año); sin embargo, el tratamiento (T₄) supera al promedio de la región Huánuco que ostenta un rendimiento promedio de 540 kg/ha/año.
4. El número de frutos verdes enfermos removidos, número de frutos cosechados enfermos y número de frutos cosechados afectados por *Carmenta foraseminis*. es estadísticamente menor en el tratamiento caldo bórdeles 2 % + caldo sulfocálcico 10 %. y corresponden un 45 % menos que en el tratamiento testigo.

5. Producto de los bajos rendimientos obtenidos, los diferenciales de los índices de rentabilidad son muy estrechos siendo en el tratamiento testigo 1.18 y en el mejor tratamiento (T₄) de 1.29, existiendo solo una diferencia de rentabilidad 0.11; situación que no refleja económicamente una ventaja comparativa.

VI. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el efecto de los caldos minerales en fincas con producción mayor a 1 000 kg de granos seco por año.
2. Evaluar el efecto fitotóxico de los caldos minerales en diferentes dosis en la floración y en la actividad de la mosquita polinizador del cacao.
3. Se sugiere realizar un programa de aplicación de abonos para recuperar la productividad de las plantas de esta finca.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en una plantación de cacao CCN-51 de 12 años de edad manejado con el sistema orgánico, de los cuales se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con seis tratamientos, cuatro bloques, cada tratamiento tuvo 25 plantas de los cuales se evaluó nueve plantas y el resto fue considerado como bordes limitantes entre los tratamientos y bloques; teniendo como tratamientos al (T₀) Testigo, (T₁) Caldo bordalés 2 %, (T₂) Caldo sufocálcico 10 %, (T₃) C. bordalés 1 % + C. sufocálcico 5 %, (T₄) C. bordalés 2 % + C. sufocálcico 10 %, (T₅) Hidróxido de cobre 0.5 % (Puccin®), aplicados en 4 momentos (enero a abril); las evaluaciones se realizaron cada 15 días, haciendo un total de 24 evaluaciones. En cada evaluación se realizó cosecha y remoción de frutos y tejidos enfermos para reducir la fuente de inóculo primario; los objetivos eran: Evaluar el efecto de control del hidróxido de cobre y dos caldos minerales en control de enfermedades en frutos del clon de cacao CCN 51 y evaluar el costo beneficio de la cada una de las aplicaciones. Se determinó que el (T₄) C. bordalés 2 % + C. sufocálcico 10 % presento un mayor efecto de control para frutos enfermos y para frutos atacados con *Carmenta foraseminis*; además represento un buen índice de rentabilidad mostrando así ser estadísticamente mejor al resto de tratamientos evaluados en este experimento.

ABSTRACT

The present research work was carried out in a 12-year-old CCN-51 cocoa plantation managed with the organic system, of which the completely randomized block design (DBCA) was used with six treatments, four blocks, each treatment had 25 plants of which nine plants were evaluated and the rest was considered as limiting edges between treatments and blocks; having as treatments the (T₀) Control, (T₁) Bordalés broth 2%, (T₂) Sufocalcic broth 10%, (T₃) C. Bordalés 1% + C. sufocalcic 5%, (T₄) C. Bordalés 2% + C Sufocalcic 10%, (T₅) Copper hydroxide 0.5% (Puccin®), applied in 4 moments (January to April); the evaluations were made every 15 days, making a total of 24 evaluations. In each evaluation, harvesting and removal of diseased fruits and tissues was carried out to reduce the source of primary inoculum; the objectives were: To evaluate the control effect of copper hydroxide and two mineral broths in disease control in fruits of the cocoa clone CCN 51 and to evaluate the cost benefit of each one of the applications. It was determined that (T₄) C. bordalés 2% + C. sufocalcic 10% showed a greater control effect for sick fruits and for fruits attacked with *Carmentia foraseminis*; I also represent a good profitability index, thus showing to be statistically better than the rest of the treatments evaluated in this experiment.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ACORDAR. 2009. CACAO ORGÁNICO. MANUAL DE CULTIVO. [En línea]: (HTTPS://LWR.ORG/WPCONTENT/UPLOADS/MANUAL_DE_CACAO_ORGANICO PDF, 16 DE JUL. 2016).
2. AGRIOS, N. G. 2005. Plant pathology (5th edition). Acad. Pres. 952 p.
3. AIME, M. y W. PHILLIPS- MORA. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97, 1012- 1022.
4. ALMEIDA, A. F. y VALLE, R. R. 2007. Ecofisiología del árbol del cacao. *Braz. J. Plant Physiol.* [En línea]. 2007, vol.19, n.4 [citado 2018-12-14], pp.425-448. Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202007000400011&lng=en&nrm=iso>. ISSN N 1677-9452. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202007000400011>.
6. AYALA, B. 2008. Manejo Integrado de Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) Mediante el Uso de Fungicidas, Combinado con Labores Culturales. Ing: Agropecuario ESPOL Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. [En línea]: CIB (http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/DTesis_PDF/D-42610.pdf.)
7. BAIRD, A. 2008. Clases de suelo necesarios para crecimiento del cacao. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cuenca. 90 p
8. BAZÁN, S. 1946. Algunos fungicidas su preparación y aplicación. *Revista de agricultura*. La Molina, Perú. Pp 245-259.
9. BEAKER, R.E.D. y HOLLIDAY, P. 1957. Witches broom disease of cocoa (*Marasmius perniciosus* Stahel). *Phytopathological peper*. 3(2): 42 p.
10. BEJARANO, C Y J. RESTREPO. 2002. Abonos Orgánicos, Fermentados Tipo Bocachi Caldos Minerales y Biofertilizantes. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. CVC. Santiago de Cali.
11. CABI. 2007. Crop Protection Compendium. Global module. 7nd. Edition CAB International. UNK. 100 p.

12. CABRERA J. 1953. Mezclas entre fungicidas, fertilizantes y Fitohormonas en aspersiones sobre Arboles de cacao. Acta Agronomica. 3(4): 229 – 250.
13. CALZADA, J. 1986. Métodos estadísticos para la investigación. Ed. Jurídica S.A. 3ra. Edición. Lima, Perú. 643 p.
14. CRESPO, Y. 1997. Cultivo y beneficios de cacao CCN-51. editorial el conejo. Quito, Ecuador.130 p.
15. CRUZ, A. 2004. El caldo bordeles. Preparación y usos. Informativo Quilamapuno. 84 p.
16. ECHEVERRI E., C. 2012. Caldos minerales. [En línea]: ACADEMIA (https://www.academia.edu/5154625/CALDOS_MINERALES.pdf, 04 feb. 2016)
17. ESCOBAR, G. 2008. Tipificación de sistemas de producción agrícola. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP). Santiago de Chile, Chile. 282 p.
18. EVANS, H. C. 1981. Pod rot of cocoa caused by *Moniliophthora (Monilia) rozeri*. Kew, Surrey. Phytopathological Paper 24. England. CMI. 44 p.
19. EVANS, H. C., KRAUSS, U., RÍOS, R.R., ACOSTA, Z.T., ARÉVALO, G.E., 1998. Cocoa in Perú. Cocoa Growers' Bulletin. Junio de 1998. Boletín 51: 7- 21.
20. FAOstat. 2012. base de datos estadísticos integrada [En línea]: FAOstat, (<http://faostat.fao.org/default.aspx?alias=faostat&lang=es>. Documento. 13 set. 2012).
21. GARCÍA, L.; D. GUARDA S.; J. CHAVEZ M.; R. RIOS R.; CHIA W. 2011. Farmer participatory and on-station selection activities carried out at Universidad Nacional Agraria de la Selva, Peru. 102-108. In Eskes AB, editor Collaborative and Participatory Approaches to Cocoa Variety Improvement. Final report of the CFC/ICCO/Bioversity project on “Cocoa Productivity and Quality Improvement: a Participatory Approach” (2004-2010). CFC, Amsterdam, The Netherlands/ICCO, London, UK/Bioversity International. Rome, Italy. 205 p.

22. GREGORY, P. 1972. Cocoa: the importance of black pod disease. *Journal of the Agricultural Society of Trinidad y Tobago*. 72(2): 155-160.
23. HEWITT, H.G. 1998. *Fungicides in crop protection*. CAB International, Wallingford. 221 p.
24. JAMBO, C. 2016. Eficiencia de remoción de frutos enfermos y de fungicidas cúpricos en el control de enfermedades e incremento de producción en plantaciones clonales de cacao CCN-51 en Tocache. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 53 p
25. LEON, J. 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. IICA. San José, Costa Rica. 402 p.
26. MEDEIROS, A. G. 1974. Novos conceitos sobre a podridão parda do cacau. *Cacau Atualidades*. Brasil. 11: 20 - 26.
27. MINAG. 2004. *Cultivo tecnológico del cacao*. Ministerio de Agricultura. Programa para el desarrollo de la amazonia. Proamazonia. Perú. 83 p
28. MINISTRO DE AGRICULTURA Y RIEGO (MINAGRI). 2016. *Estudio del cacao en el Perú y en el mundo, un análisis de la producción y el comercio*. Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria Primera Edición – 2015
29. MINISTRO DE AGRICULTURA Y RIEGO (MINAGRI). 2016. *Interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú y lecciones aprendidas para - reducirla*. Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria.
30. MORA, F. y FIALLOS, F. 2012. *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. En el Cultivo de Cacao. *Scientia Agropecuaria*, 3(3): 249-258. [En línea]: (<http://dialnet.unirioja.es/servlet>. Artículo, 06 de ago. 2016).
31. MORALES, G.J. (2010). *Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos. 288 p.
32. MORENO, G. L. S. 1993. Aspectos biológicos de patógenos que infectan frutos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tingo María.

- Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 160 p.
33. ORTEGA, M.C. 2006. Nivel de incidencia de enfermedades en frutos de cacao en plantaciones con diferentes prácticas de manejo en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de La Selva. Tingo María, Perú. 81 p.
 34. PARRA, D., SÁNCHEZ L. 2005. El control de la moniliasis en el cacao. INIA – Divulga 6: 23-26.
 35. PAULIN, D., DUCAMP, M., LACHENAUD, P. 2008. Evaluation des cacaoyers spontané's de Guyane française pour leur résistance à *Phytophthora megakarya*. In: Proceedings of the 15th International Conference on Cocoa Research, San José, Costa Rica, 9–14 October (due out)
 36. PENTEADO, S.R. 2000. Controle alternativo de pragas e doenas comas caldas bordalesa, sulfocálcica e Viçosa. Campinas: Buena Mendes Gráfica e Editora. 95 p.
 37. PERDOMO, V.S. 2014. Control químico y biológico de las principales enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el sector de Jacintillo provincia de Leoncio Prado. Tesis ing. agrónomo. Universidad nacional agraria de la selva. Tingo Maria, Perú. 102 p.
 38. PHILLIPS, W. 2009. Origin, biogeography, genetic diversity and taxonomic affinities of the cacao fungus *Moniliophthora roreri* as determined using molecular. Phytopathological and morphophysiological evidence. Doctoral Thesis. University of Reading. UK. 100 p.
 39. PHILLIPS, W. 2004. La moniliasis del cacao: una seria amenaza para el cacao en México. In: Memoria del Simposio Nacional de Manejo Fitosanitario de Cultivos Tropicales. Tabasco, México. 170 p.
 40. PLOETZ, R. 2007. Cacao diseases: Important threats to chocolate production worldwide. *Phytopathology* 97:1634-1639.
 41. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA FISCALIZACIÓN INTERNACIONAL DE DROGAS. 1996 "Moniliasis del Cacao", 31 p.

42. PURDY, L. H., SCHMIDT. R. A. 1996. Status of Cacao Witches' Broom: Biology, Epidemiology, and Management. Annual Review of Phytopathology. 34: 573-594.
43. RESENDE, M., GUTEMBERG, B., SILVA, L., NIELLA, G., CARVALHO, G., SANTIAGO, D. y BEZERRA, J. 2000. *Crinipellis perniciosa* proveniente de um novo hospedeiro, *Heteropteys acutifolia*, e ´patogenicoao *T. cacao*. Fitopatologia Brasileira. 25: 88-91.
44. RESTREPO. J. 2007. ABC de la Agricultura Orgánica y Panes de Piedra. 66 p.
45. RÍOS, J. 1990. Prácticas de dendrología tropical. Cooperación técnica suiza-REDINFOR. UNA. La Malina. Lima, Perú. 145. p.
46. RIVAS, B. 2011. Definición de Suelos y Comportamientos. 31p.
47. SENASA. 2016. Servicio de sanidad agraria. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.
48. SUÁREZ, C. 2006. Escoba de bruja: la experiencia de Ecuador. Taller Regional Andino de Aplicación Tecnológica en el Cultivo de Cacao. Queved, Ecuador. 30 - 31 p.
49. TOVAR, G. 1991. La Escoba de Bruja del Cacao (*Crinipellis perniciosa*). Descripción de síntomas de la enfermedad. Colombia. 1(8): 227 - 239.
50. VALDERRAMA, T. A. 1990. Evaluación de la eficiencia de fungicidas a base cobre en el control de enfermedades en frutos de cacao. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 53 p.
51. VALENCIA, D. 2010. Clima y Suelo para el Cultivo de Cacao
52. VAN DEP PLANK, J.E. 1963. Plant disease: epidemics and control. Academic Press. New York. 349 p.
53. ZAPATA, R. 2004. Química de la acidez del suelo. Primera edición. Cargraphics, Cali. 207 p.

IX. ANEXO

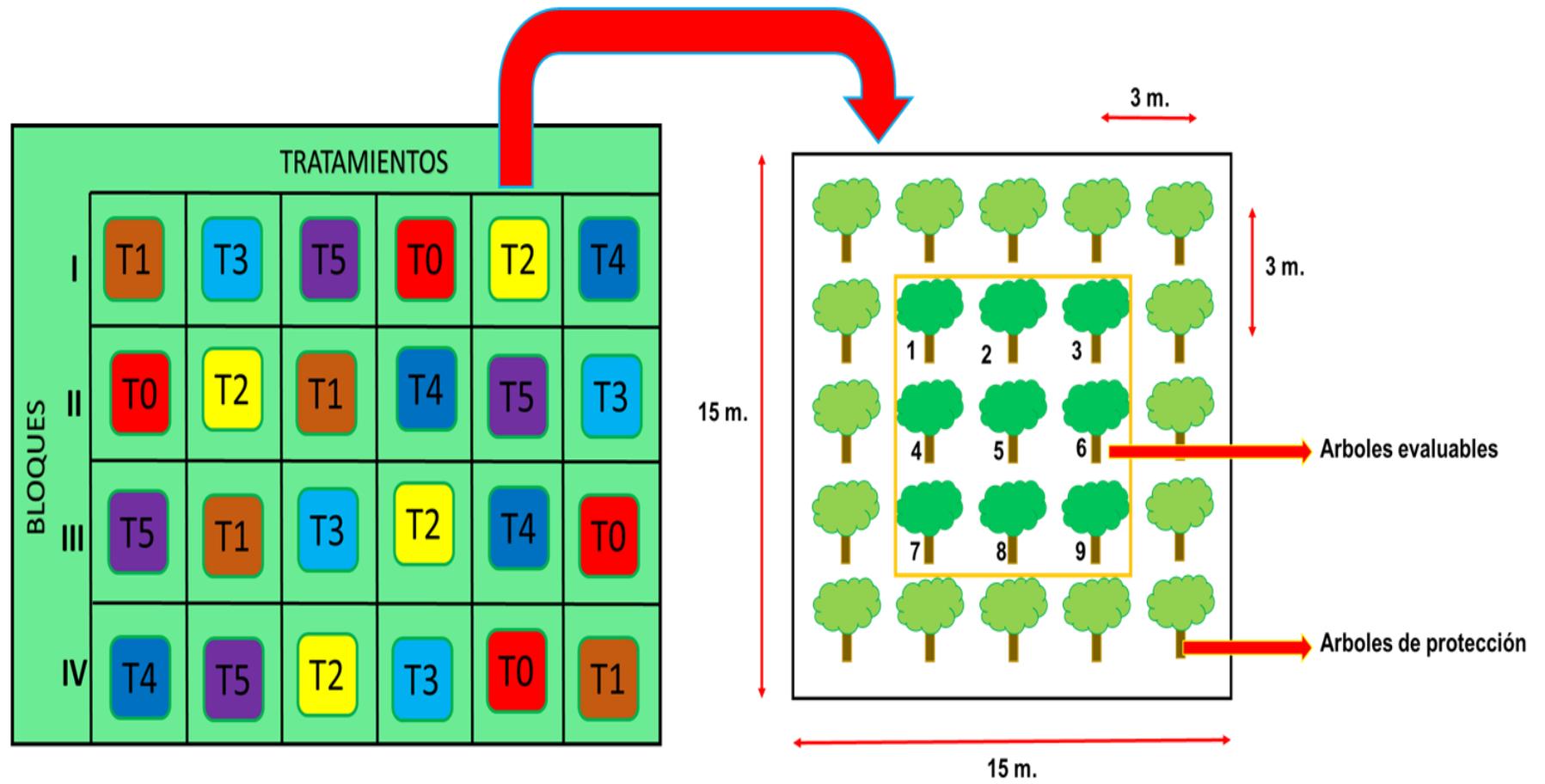


Figura 15. Croquis del experimento.

Cuadro 13. Número de frutos totales (S+E) - verdes.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	1416	1503	1319	1367	1371	1625
II	1322	1696	1683	1720	1501	1407
III	1429	1335	1166	1259	1666	1610
IV	1337	1379	1508	1488	1685	1523

Cuadro 14. Número de frutos sanos (S) - verdes.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	1361	1468	1288	1340	1348	1590
II	1268	1656	1645	1685	1477	1366
III	1380	1306	1135	1227	1642	1582
IV	1287	1346	1470	1456	1659	1488

Cuadro 15. Número de frutos enfermos (E) - verdes.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	55	35	31	27	23	35
II	54	40	38	35	24	41
III	49	29	31	32	24	28
IV	50	33	38	32	26	35

Cuadro 16. Número de frutos enfermos con moniliasis - verdes.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	20	14	13	13	9	16
II	18	13	14	11	10	15
III	19	10	10	12	8	10
IV	17	12	11	13	8	13

Cuadro 17. Número de frutos enfermos con escoba de bruja - verdes.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	13	8	7	2	5	7
II	15	11	9	10	4	7
III	13	8	9	9	7	7
IV	12	7	9	6	8	7

Cuadro 18. Número de frutos enfermos con pudrición parda - verdes.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	22	13	11	12	9	12
II	21	16	15	14	10	19
III	14	11	12	11	9	11
IV	21	14	18	13	10	15

Cuadro 19. Análisis de varianza (ANVA) para número de frutos totales (S+E), sanos (S) y enfermos (E) - verdes.

		CUADRADOS MEDIOS											
Fuente de variación	GL	totales (S+E)		Sanos (S)		Enfermos (E)		Moniliasis		Escoba de bruja		Pudrición parda	
Bloques	3	24597.82	NS	22590.5	NS	44.38	*	8.49	*	6.11	NS	24.93	**
Tratamientos	5	19243.34	NS	23545.1	NS	333.94	**	40.48	**	27.17	**	42.38	**
Error exp.	15	25239.32		24998.5		8.48		1.65		3.14		3.6	
Total	25												

NS = No existe diferencia estadística significativa

* = Diferencia estadística significativa al 95 % de probabilidad

** = Diferencia estadística altamente significativa al 99 % de probabilidad

Cuadro 20. Número de frutos totales (S+E+I) - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	143	137	120	133	118	138
II	134	132	115	116	114	114
III	126	123	111	105	103	105
IV	128	129	119	116	112	135

Cuadro 21. Número de frutos totales (S+E) - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	85	86	84	86	86	88
II	78	89	78	82	87	82
III	79	87	82	78	87	76
IV	83	92	86	86	92	91

Cuadro 22. Número de frutos sanos (S) - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	62	70	68	72	78	73
II	55	70	62	68	79	65
III	58	72	68	65	79	63
IV	65	77	71	75	82	75

Cuadro 23. Número de frutos enfermos (E+I) - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	81	67	52	61	40	65
II	79	62	53	48	35	49
III	68	51	43	40	24	42
IV	63	52	48	41	30	60

Cuadro 24. Número de frutos enfermos (E) - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	23	16	16	14	8	15
II	23	19	16	14	8	17
III	21	15	14	13	8	13
IV	18	15	15	11	10	16

Cuadro 25. Número de frutos enfermos con moniliasis - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	9	6	7	5	3	6
II	8	7	4	5	2	6
III	5	4	3	4	2	3
IV	4	3	4	2	2	3

Cuadro 26. Número de frutos enfermos con escoba de bruja - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	4	3	4	3	2	3
II	6	5	4	4	3	5
III	5	4	3	4	2	4
IV	5	5	3	3	3	4

Cuadro 27. Número de frutos enfermos con pudrición parda - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	10	7	5	6	3	6
II	9	7	8	5	3	6
III	11	7	8	5	4	6
IV	9	7	8	6	5	9

Cuadro 28. Número de frutos enfermos con mazorquero - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	58	51	36	47	32	50
II	56	43	37	34	27	32
III	47	36	29	27	16	29
IV	45	37	33	30	20	44

Cuadro 29. Análisis de varianza (ANVA) para número de frutos totales (S+E), sanos (S) y enfermos (E) - cosechables.

		CUADRADOS MEDIOS																	
Fuente de variación	GL	totales (S+E+I)		totales (S+E)		Sanos (S)		Enfermos (E+I)		Enfermos (E)		Moniliasis		Escoba de bruja		Pudrición parda		Mazorquero	
Bloques	3	379.28	**	57.61	**	71.33	**	297.94	**	6.28	NS	12.38	**	1.82	**	1.67	NS	241.67	**
Tratamientos	5	274.37	**	36.07	**	162.57	**	711.60	**	69.57	**	7.64	**	2.84	**	15.87	**	342.07	**
Error exp.	15	32.41		7.64		6.03		21.51		1.94		0.98		0.29		1.00		17.47	
Total	23																		

NS = No existe diferencia estadística significativa

* = Diferencia estadística significativa al 95 % de probabilidad

** = Diferencia estadística altamente significativa al 99 % de probabilidad

Cuadro 30. Porcentaje de incidencia de frutos enfermos (E+I) - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	56.64	48.91	43.33	45.86	33.90	47.10
II	58.96	46.97	46.09	41.38	30.70	42.98
III	53.97	41.46	38.74	38.10	23.30	40.00
IV	49.22	40.31	40.34	35.34	26.79	44.44

Cuadro 31. Porcentaje de incidencia de frutos enfermos (E) - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	16.08	11.68	13.33	10.53	6.78	10.87
II	17.16	14.39	13.91	12.07	7.02	14.91
III	13.10	9.27	10.18	8.95	6.02	9.81
IV	14.06	11.63	12.61	9.48	8.93	11.85

Cuadro 32. Porcentaje de incidencia de frutos con moniliasis - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	6.29	4.38	5.83	3.76	2.54	4.35
II	5.97	5.30	3.48	4.31	1.75	5.26
III	0.40	0.33	0.27	0.38	0.19	0.29
IV	3.13	2.33	3.36	1.72	1.79	2.22

Cuadro 33. Porcentaje de incidencia de frutos con escoba de bruja - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	2.80	2.19	3.33	2.26	1.69	2.17
II	4.48	3.79	3.48	3.45	2.63	4.39
III	3.97	3.25	2.70	3.81	1.94	3.81
IV	3.91	3.88	2.52	2.59	2.68	2.96

Cuadro 34. Porcentaje de incidencia de frutos enfermos con pudrición parda - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	6.99	5.11	4.17	4.51	2.54	4.35
II	6.72	5.30	6.96	4.31	2.63	5.26
III	8.73	5.69	7.21	4.76	3.88	5.71
IV	7.03	5.43	6.72	5.17	4.46	6.67

Cuadro 35. Porcentaje de incidencia de frutos con mazorquero - cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	40.56	37.23	30.00	35.34	27.12	36.23
II	41.79	32.58	32.17	29.31	23.68	28.07
III	37.30	29.27	26.13	25.71	15.53	27.62
IV	35.16	28.68	27.73	25.86	17.86	32.59

Cuadro 36. Análisis de varianza (ANVA) para el porcentaje de incidencia de frutos enfermos - cosechables.

Fuente de variación	GL	CUADRADOS MEDIOS											
		Enfermos (E+I)		Enfermos (E)		Moniliasis		Escoba de bruja		Pudrición parda		Mazorquero	
Bloques	3	71.74	**	13.63	**	23.32	**	1.73	**	2.56	**	69.04	**
Tratamientos	5	280.16	**	27.43	**	2.53	*	1.06	*	7.38	**	130.13	**
Error exp.	15	4.86		1.02		0.73		0.26		0.46		5.51	
Total	23												

NS = No existe diferencia estadística significativa

* = Diferencia estadística significativa al 95 % de probabilidad

** = Diferencia estadística altamente significativa al 99 % de probabilidad

Cuadro 37. ADCPE de enfermedad total (E+I) de frutos cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	130.33	92.90	78.00	75.73	61.33	75.49
II	119.72	94.94	63.52	84.70	56.71	73.03
III	107.98	73.11	63.58	52.93	41.14	65.57
IV	101.43	64.59	76.83	60.19	48.95	67.78

Cuadro 38. ADCPE de enfermedad total (E) de frutos cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	35.30	23.21	23.81	19.68	17.86	24.51
II	36.32	29.03	21.65	26.38	16.32	31.97
III	37.98	28.60	23.11	25.50	17.40	24.79
IV	30.94	25.00	25.34	23.15	23.10	20.17

Cuadro 39. ADCPE de moniliasis - frutos cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	15.31	8.27	9.81	7.67	5.59	11.03
II	15.34	12.16	2.35	10.80	4.54	12.83
III	8.75	6.46	4.86	6.86	3.93	5.57
IV	7.38	3.84	9.83	2.97	4.15	4.44

Cuadro 40. ADCPE de escoba de bruja - frutos cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	4.77	2.68	6.25	2.88	3.31	3.91
II	9.24	7.95	7.17	6.98	6.78	8.55
III	7.08	6.83	4.46	8.29	4.95	7.71
IV	7.73	8.49	2.71	5.43	6.56	4.11

Cuadro 41. ADCPE de pudrición parda - frutos cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	15.21	12.26	7.75	9.14	8.96	9.57
II	11.75	8.92	12.13	8.60	5.00	10.59
III	22.14	15.30	13.78	10.36	8.52	11.50
IV	15.82	12.67	12.79	14.74	12.39	11.61

Cuadro 42. ADCPE de mazorquero - frutos cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	95.03	69.69	54.19	56.05	43.47	50.98
II	83.40	65.91	41.87	58.32	40.39	41.05
III	70.00	44.51	40.47	27.43	23.74	40.79
IV	70.49	39.59	51.49	37.05	25.85	47.61

Cuadro 43. Análisis de varianza (ANVA) para el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE) - de frutos cosechables.

Fuente de variación	GL	CUADRADOS MEDIOS											
		Enfermos (E+I)		Enfermos E		Moniliasis		Escoba de bruja		Pudrición parda		Mazorquero	
Bloques	3	480.83	**	10.94	NS	30.61	*	15.26	*	25.25	*	515.42	**
Tratamientos	5	1785.85	**	118.25	**	22.25	NS	2.23	NS	25.24	**	993.48	**
Error exp.	15	55.58		10.09		8.21		2.56		5.05		50.15	
Total	23												

NS = No existe diferencia estadística significativa

* = Diferencia estadística significativa al 95 % de probabilidad

** = Diferencia estadística altamente significativa al 99 % de probabilidad

Cuadro 44. Tasa de progreso de la enfermedad total (E+I) - de frutos cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	0.0276	0.0269	0.0248	0.0255	0.0177	0.00002
II	0.0319	0.0254	0.0242	0.0218	0.0167	0.0226
III	0.0277	0.0207	0.0206	0.0123	0.0033	0.0223
IV	0.0261	0.0206	0.0221	0.0173	0.0126	0.0252

Cuadro 45. Tasa de progreso de la enfermedad tota (E) - de frutos cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	0.0077	0.0058	0.0077	0.0059	0.0023	0.0054
II	0.0089	0.0077	0.0071	0.0054	0.0029	0.0073
III	0.0066	0.0049	0.007	0.0062	0.003	0.0065
IV	0.0068	0.0055	0.006	0.0034	0.0032	0.0067

Cuadro 46. Tasa de progreso de moniliasis – de frutos cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	0.0025	0.0025	0.0033	0.0021	0.0014	0.0018
II	0.0026	0.0025	0.0013	0.0015	0.0005	0.0023
III	0.0014	0.0018	0.0015	0.0022	0.0005	0.0016
IV	0.0015	0.0013	0.0008	0.001	0.0009	0.0012

Cuadro 47. Tasa de progreso de escoba de bruja - frutos cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	0.0016	0.0012	0.0019	0.0013	0.0009	0.0012
II	0.0024	0.0021	0.0019	0.0019	0.0009	0.0025
III	0.0022	0.0017	0.0015	0.0019	0.0008	0.0021
IV	0.0022	0.002	0.0014	0.0014	0.0013	0.0017

Cuadro 48. Tasa de progreso de pudrición parda - frutos cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	0.0036	0.0021	0.0025	0.0025	1E-18	0.0024
II	0.0039	0.0031	0.0039	0.002	0.0015	0.0025
III	0.003	0.0014	0.004	0.0021	0.0017	0.0028
IV	0.0031	0.0022	0.0038	0.001	0.001	0.0038

Cuadro 49. Tasa de progreso de mazorquero - frutos cosechables.

Bloques	Tratamientos					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
I	0.0187	0.0211	0.0173	0.0198	0.0154	0.019
II	0.023	0.0179	0.0169	0.016	0.0138	0.0151
III	0.0209	0.0156	0.0139	0.0119	0.0091	0.0159
IV	0.0194	0.015	0.016	0.0139	0.0092	0.0186

Cuadro 50. Análisis de varianza (ANVA) para Tasa de progreso de la enfermedad - frutos cosechables.

Fuente de variación	GL	CUADRADOS MEDIOS									
		Enfermos (E+I)		Enfermos (E)		Moniliasis	Escoba de bruja		Pudrición parda		Mazorquero
Bloques	3	0.00004	NS	0.0000017	NS	0.0000014 *	0.00000036 *	0.00000040	NS	0.0000190 *	
Tratamientos	5	0.00012	*	0.0000110	**	0.0000008 *	0.00000057 **	0.00000370	**	0.0000320 **	
Error exp.	15	0.00004		0.0000007		0.0000003	0.00000009	0.00000043		0.0000039	
Total	23										

NS = No existe diferencia estadística significativa

* = Diferencia estadística significativa al 95 % de probabilidad

** = Diferencia estadística altamente significativa al 99 % de probabilidad

Cuadro 51. Costo de producción anual ha⁻¹, del Tratamiento (T₀) testigo.

	Rubro	Unid.	Cant.	Precio unit. (S/.)	Costo (S/.)
1	Trabajo de campo				
	Aplicación de tratamiento 0	Jornal	0		0
	Poda fitosanitaria	Jornal	8	30	240
	Poda de mantenimiento	Jornal	3	30	90
	Control de malezas	Jornal	4	30	120
	Cosecha y pos cosecha	Jornal	24	30	720
2	Materiales e insumos				
	tratamiento Testigo		0	0	0
	Abonamiento y fertilización foliar	kg - L.	1	19399.81	19399.81
	Tijera de podar pequeño	Unidad	1	35	35
	Tijera de podar mediana	Unidad	1	35	35
	Machete	Unidad	1	10	10
3	Servicios				
	Aspersor a motor	Alquiler	5	30	150
	Transporte	Pasajes	24	6	144
4	Imprevistos (10 %)				2094.38
	Costo total (S/.)				23038.19

Cuadro 52. Costo de producción anual ha⁻¹, del Tratamiento (T₁) Caldo bordalés al 2 %.

	Rubro	Unid.	Cant.	Precio unit. (S/.)	Costo (S/.)
1	Trabajo de campo				
	Aplicación de tratamiento 1	Jornal	5	30	150
	Poda fitosanitaria	Jornal	8	30	240
	Poda de mantenimiento	Jornal	3	30	90
	Control de malezas	Jornal	4	30	120
	Cosecha y pos cosecha	Jornal	24	30	720
2	Materiales e insumos				
	Caldo bordalés al 2 %	kg.	1	226.8	226.8
	Abonamiento y fertilización foliar	Kg - L.	1	19399.81	19399.806
	Tijera de podar pequeño	Unidad	1	35	35
	Tijera de podar mediana	Unidad	1	35	35
	Machete	Unidad	1	10	10
3	Servicios				
	Aspersor a motor	Alquiler	5	30	150
	Transporte	Pasajes	24	2	48
4	Imprevistos (10 %)				2122.4606
	Costo total (S/.)				23347.0666

Cuadro 53. Costo de producción anual ha⁻¹, del Tratamiento (T₂) Caldo sufocálcico al 10 %.

	Rubro	Unid.	Cant.	Precio unit. (S/.)	Costo (S/.)
1	Trabajo de campo				
	Aplicación de tratamiento 2	Jornal	5	30	150
	Poda fitosanitaria	Jornal	8	30	240
	Poda de mantenimiento	Jornal	3	30	90
	Control de malezas	Jornal	4	30	120
	Cosecha y pos cosecha	Jornal	24	30	720
2	Materiales e insumos				
	Caldo sufocálcico al 10 %	kg.	1	123.12	123.12
	Abonamiento y fertilización foliar	Kg - L.	1	19399.81	19399.806
	Tijera de podar pequeño	Unidad	1	35	35
	Tijera de podar mediana	Unidad	1	35	35
	Machete	Unidad	1	10	10
3	Servicios				
	Aspersor a motor	Alquiler	5	30	150
	Transporte	Pasajes	24	2	48
4	Imprevistos (10 %)				2112.0926
	Costo total (S/.)				23233.0186

Cuadro 54. Costo de producción anual ha⁻¹, del Tratamiento (T₃) Caldo bordalés
+ Caldo sufocálcico al 1 y 5 %

	Rubro	Unid.	Cant.	Precio unit. (S/.)	Costo (S/.)
1	Trabajo de campo				
	Aplicación de tratamiento 3	Jornal	5	30	150
	Poda fitosanitaria	Jornal	8	30	240
	Poda de mantenimiento	Jornal	3	30	90
	Control de malezas	Jornal	4	30	120
	Cosecha y pos cosecha	Jornal	24	30	720
2	Materiales e insumos				
	C. bordalés + C. sufocálcico al 1 y 5 %	kg.	1	174.96	174.96
	Abonamiento y fertilización foliar	kg - L.	1	19399.81	19399.806
	Tijera de podar pequeño	Unidad	1	35	35
	Tijera de podar mediana	Unidad	1	35	35
	Machete	Unidad	1	10	10
3	Servicios				
	Aspersor a motor	Alquiler	5	30	150
	Transporte	Pasajes	24	2	48
4	Imprevistos (10 %)				2117.2766
	Costo total (S/.)				23290.0426

Cuadro 55. Costo de producción anual ha⁻¹, del Tratamiento (T₄) Caldo bordalés
+ Caldo sufocálcico al 2 % y 10 %

	Rubro	Unid.	Cant.	Precio unit. (S/.)	Costo (S/.)
1	Trabajo de campo				
	Aplicación de tratamiento 4	Jornal	5	30	150
	Poda fitosanitaria	Jornal	8	30	240
	Poda de mantenimiento	Jornal	3	30	90
	Control de malezas	Jornal	4	30	120
	Cosecha y pos cosecha	Jornal	24	30	720
2	Materiales e insumos				
	C. bordalés + C. sufocálcico al 2 % y 10 %	kg.	1	349.92	349.92
	Abonamiento y fertilización foliar	Kg - L.	1	19399.81	19399.806
	Tijera de podar pequeño	Unidad	1	35	35
	Tijera de podar mediana	Unidad	1	35	35
	Machete	Unidad	1	10	10
3	Servicios				
	Aspersor a motor	Alquiler	5	30	150
	Transporte	Pasajes	24	2	48
4	Imprevistos (10 %)				2134.7726
	Costo total (S/.)				23482.4986

Cuadro 56. Costo de producción anual ha⁻¹, del Tratamiento (T₅) Hidróxido de cobre – Puccin®.

	Rubro	Unid.	Cant.	Precio unit. (S/.)	Costo (S/.)
1	Trabajo de campo				
	Aplicación de tratamiento 5	Jornal	5	30	150
	Poda fitosanitaria	Jornal	8	30	240
	Poda de mantenimiento	Jornal	3	30	90
	Control de malezas	Jornal	4	30	120
	Cosecha y pos cosecha	Jornal	24	30	720
2	Materiales e insumos				
	Hidróxido de cobre (Puccin®)	kg.	1	129.6	129.6
	Abonamiento y fertilización foliar	Kg - L.	1	19399.81	19399.806
	Tijera de podar pequeño	Unidad	1	35	35
	Tijera de podar mediana	Unidad	1	35	35
	Machete	Unidad	1	10	10
3	Servicios				
	Aspersor a motor	Alquiler	5	30	150
	Transporte	Pasajes	24	2	48
4	Imprevistos (10 %)				2112.7406
	Costo total (S/.)				23240.1466



Figura 16. Evaluación del número de frutos sanos y enfermos.



Figura 17. Aplicación de los fertilizantes foliares Giberelina + Pertifhos -20-20-20 (NPK).



Figura 18. Aplicación del fertilizante foliar Folix Caltrat (Calcio - Boro).



Figura 19. Frutos de cacao después de la aplicación de sus respectivos tratamientos.



Figura 20. Supervisión de tesis por parte del asesor (Ing. Oscar Cabezas Huayllas) y el presidente de tesis (Dr. Rolando Ríos Ruíz)