

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE FRUTOS ENFERMOS, LA APLICACIÓN DE PRODUCTOS CÚPRICOS Y DE LA PINTURA CÁLCICA CÚPRICA EN EL CONTROL DE PESTES EN UNA PLANTACION CLONAL DE CACAO CON MANEJO TECNICO

Tesis

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

**PRESENTADO POR:
WILLIAM DE LA CRUZ MENDOZA**

Tingo María – Perú 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



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

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 021-2023-FA-UNAS

BACHILLER : WILLIAM DE LA CRUZ MENDOZA

TÍTULO : “EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE FRUTOS ENFERMOS, APLICACIÓN DE PRODUCTOS CÚPRICOS Y DE LA PINTURA CÁLCICA CÚPRICA EN EL CONTROL DE PESTES EN UNA PLANTACIÓN CLONAL DE CACAO CON MANEJO TECNICO”

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing. OSCAR ESMAEL CABEZAS HUAYLLAS
VOCAL : M.Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA
VOCAL : M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP

ASESOR : Dr. ROLANDO RIOS RUIZ

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 02/08/2023

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10:00 A.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE GRADOS DE LA UNAS

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 02 DE AGOSTO DE 2023

.....
Ing. OSCAR ESMAEL CABEZAS HUAYLLAS
PRESIDENTE

.....
M.Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA
VOCAL

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

.....
Dr. ROLANDO ALFREDO RIOS RUIZ
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 221 - 2024 - CS-RIDUNAS

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

CERTIFICA QUE:

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

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE FRUTOS ENFERMOS, LA APLICACIÓN DE PRODUCTOS CÚPRICOS Y DE LA PINTURA CÁLCICA CÚPRICA EN EL CONTROL DE PESTES EN UNA PLANTACION CLONAL DE CACAO CON MANEJO TECNICO	William De La Cruz Mendoza	21 % Veintiuno

Tingo María, 30 de julio de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomás Menacho Mallqui
JEFE

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



**EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE FRUTOS ENFERMOS, LA APLICACIÓN
DE PRODUCTOS CÚPRICOS Y DE LA PINTURA CÁLCICA CÚPRICA EN EL
CONTROL DE PESTES EN UNA PLANTACION CLONAL DE CACAO CON
MANEJO TECNICO**

Autor	: William De La Cruz Mendoza
Asesor	: Dr. Rolando Alfredo Ríos Ruiz
Programa de investigación	: Cultivos Tropicales / Fitosanidad
Línea de investigación	: Manejo Integrado de Pestes
Eje temático	: Control de pestes y manejo del cultivo
Lugar de ejecución	: Plantaciones de cacao del fundo ISSA - Santa Rosa
Duración	: 12 meses
Financiamiento	: S/ 3 500,00

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISISTA**

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad	: Facultad de Agronomía.
Título de tesis	: Evaluación de la remoción de frutos enfermos, la aplicación de productos cúpricos y de la pintura cálcica cúprica en el control de pestes en una plantación clonal de cacao con manejo técnico.
Autor	: William De La Cruz Mendoza.
Asesor de tesis	: Rolando Alfredo Ríos Ruiz.
Escuela Profesional	: Agronomía.
Programa de investigación	: Cultivos Tropicales / Fitosanidad.
Línea(s) de investigación	: Manejo Integrado de Pestes.
Eje Temático	: Control de pestes y manejo del cultivo.
Lugar de ejecución	: Santa Rosa de Shapagilla, Tingo María
Duración	: Inicio : Octubre 2018 Término : Setiembre, 2019
Financiamiento	: FEDU : S/0.00 Propio : S/3 500.00 Otros : S/.0.00

Tingo María, Perú, octubre 2024.


William De La Cruz Mendoza.

Tesista


Rolando Alfredo Ríos Ruiz.

Asesor

DEDICATORIA

A Dios, por ser nuestro creador, amparo y fortaleza, cuando más lo necesitamos, y por darme la sabiduría y fuerza para seguir adelante y superar los obstáculos que la vida nos antepone.

A la memoria de mi mamá Carmen y mis abuelas María Ángeles y Herminia, con eterna gratitud y devoción (Q.E.P.D.).

A mi pareja y compañera de vida Keila, hermano Cleyder, y mi abuelo Ignacio, porque significan en cada instante de mi vida una motivación especial.

A mis queridos tíos, Cesar, Javier, Elvis, Julia, Zoinda y María, quienes, con mucho amor y sacrificio, me brindan su apoyo incondicional durante mi tiempo de estudio, quienes son el pilar más importante en mi vida.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y en particular a la plana de docentes de la Facultad de Agronomía quienes me brindaron sus conocimientos, experiencias e hicieron de mi un profesional.
- Al Dr. Rolando Alfredo Ríos Ruiz, asesor del presente trabajo de investigación por su valiosa enseñanza en el campo de la fitopatología y brindarme su cálida y sincera amistad. Gracias por su paciencia, empeño y confianza.
- Al Ing. Baldomero Ramírez Arévalo, co-asesor del presente trabajo por su apoyo incondicional.
- Al Ing. Urías Vásquez Vargas, por brindarme orientaciones en la culminación del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. M. Sc. Giannfranco Eguavil Jump, por sus consejos y enseñanzas impartidas.
- Al Ing. Jaime J. Chávez Matías, por sus consejos y orientaciones en la culminación de mi carrera profesional.
- Al Amor de mi vida y futura madre de mis hijos Keila Alvarado por su acompañamiento incondicional en la culminación de mis estudios universitarios.
- A los señores Julián Ruiz y Erasmo Barreto por su apoyo mostrado en el desarrollo del trabajo de campo.
- A todos mis amigos que me apoyaron de una u otra manera en el presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. El cultivo de cacao.....	3
2.1.1 Importancia.....	3
2.1.2 Distribución.....	3
2.1.3 Aspectos Ecológicos y Agronómicos.....	3
2.1.4 Genética del cacao.....	4
2.1.5 El Cacao Clonal CCN – 51.....	4
2.2 Enfermedades de los frutos del cacao:.....	5
2.2.1 Moniliasis.....	5
2.2.2 Escoba de bruja.....	6
2.2.3 Podredumbre parda.....	6
2.3 Mazorquero del cacao.....	7
2.4 Control de enfermedades en cacao.....	7
2.5 De los fungicidas cúpricos y la pintura cálcica cúprica.....	9
2.5.1 Caldo bórdales.....	9
2.5.2 Hidróxido de Cobre.....	9
2.5.3 Pintura cálcica cúprica.....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1. Lugar de ejecución.....	11
3.2. Datos meteorológicos.....	11
3.3. Características del suelo y análisis.....	12
3.4. Metodología.....	12
3.4.1. Instalación y conducción del experimento.....	12

3.4.2. Tratamientos en estudio.....	12
3.4.3. Parámetros evaluados.....	14
3.4.3.1. Producción:	14
3.4.3.2. Incidencia, Tasa, ACPE y comportamiento de las pestes.....	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1. De la producción.....	16
4.2. Del número de frutos.....	17
4.3. Incidencia de enfermedades e infestación de mazorquero	21
4.4. Análisis de la curva de comportamiento de la moniliasis y mazorquero.....	24
4.5. Curva de Progreso, Tasa de infección y área debajo de la curva de progreso de la enfermedad.....	30
V. CONCLUSIONES.....	35
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	36
VII. REFERENCIAS	37
VIII. ANEXO.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
1. Datos meteorológicos registrados en la estación de la UNAS.....	11
2. Tratamientos en estudio.....	13
3. Peso de almendra húmeda y seca.	18
4. Número de frutos con relación al efecto de las enfermedades y plagas.	19
5. Porcentaje de frutos enfermos con relación a las enfermedades y plagas del cacao.	23
6. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para tasa de progreso (TASA) y para el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE) de moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) y Mazorquero (<i>Carmentia forasemins</i>), removidos de 15 plantas en cada tratamiento.	32
7. Resumen de análisis de varianza del peso de almendra húmeda y seca por parcela.....	42
8. Resumen de análisis de varianza del número de frutos en relación con las plagas y enfermedades.....	43
9. Resumen de análisis de varianza de la infección de frutos en relación con las a plagas y enfermedades.....	44
10. Análisis de varianza para tasa de progreso Y para el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad de la moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) y Mazorquero (<i>Carmentia forasemins</i>), removidos de 15 plantas en cada tratamiento.	45
11. Evaluaciones iniciales antes de la aplicación de los tratamientos en estudio...	48

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Comportamiento de los frutos infectados con moniliasis por efecto de los tratamientos, expresado en porcentaje de fruto enfermos.	26
2. Comportamiento de los frutos infestados con mazorquero por efecto de los tratamientos, expresado en porcentaje de frutos enfermos.....	27
3. Comportamiento de los frutos afectados totales por efecto de los tratamientos, expresado en porcentaje de frutos enfermos.....	29
4. Curva de progreso de frutos atacados por Moniliasis. (a) Tasa de progreso de frutos atacados por Moniliasis por lineación de la transformación Gompit. (b)	33
5. Curva de progreso de frutos atacados por Mazorquero. (a) Tasa de progreso de frutos atacados por Mazorquero por lineación de la transformación Gompit (b).	34
6. Croquis del campo experimental.....	46
7. Análisis físico – químico de la parcela experimental.....	47

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el fundo ISSA, ubicado en la localidad de Santa Rosa de Shapajilla, con el objetivo de evaluar la combinación remoción de frutos enfermos y de la aplicación de productos cúpricos y de la pintura cálcica cúprica sobre la producción de granos de cacao, incidencia de enfermedades e infestación de insectos plagas en una plantación clonal de cacao CCN-51 con manejo técnico. Se estudiaron el tratamiento sin aplicación de fungicidas (T1) y los tratamientos con aplicación de pintura cálcica cúprica completa (T2), pintura calcica cúprica mitad (T3), caldo bórdales (T4), hidróxido de Cobre/pintura calcica cúprica (T5) e Hidróxido cobre (T6) en un diseño de bloques completos al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados demostraron que en una plantación clonal de cacao con manejo técnico y realizando la remoción de frutos enfermos frecuentemente, se alcanzan buenas producciones, siendo que entre los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 y T6 no se encontró diferencias significativas estadísticamente, alcanzando producciones de entre 1 525,77 Kg. a 1 755,38 Kg. en los tratamientos, con una producción promedio general de 1 586,00 Kg./há. En todos los tratamientos en estudio se obtuvieron un muy bajo nivel de incidencias de enfermedades (entre 1 a 11 %). Mayores incidencias se obtuvieron en frutos con moniliasis, alcanzando mayor porcentaje (10,5 %) en el tratamiento T1 difiriendo estadísticamente de los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6 que alcanzaron porcentajes de entre 0,5 a 4,5 %. Mayores infestaciones por Mazorquero (27 %) fueron obtenidas en el tratamiento T1 difiriendo estadísticamente de los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6, que alcanzaron porcentajes de entre 4,23 a 18,14 %.

Palabras clave: *Moniliophthora roreri*, remoción de frutos, CCN-51, producción de cacao.

ABSTRACT

The research work was carried out at the ISSA farm, located in Santa Rosa de Shapajilla, with the objective of evaluating the combination of diseased fruit removal and the application of cupric products and cupric calcium paint on cocoa bean production, disease incidence and insect pest infestation in a technically managed clonal cocoa plantation CCN-51. The treatment without fungicide application (T1) and the treatments with application of full cupric calcium paint (T2), half cupric calcium paint (T3), Bordales Broth (T4), copper hydroxide/cupric calcium paint (T5) and copper hydroxide (T6) were studied in a randomized complete block design with 6 treatments and 4 replicates. The results showed that in a clonal cocoa plantation with technical management and frequent removal of diseased fruits, good yields are achieved, and between treatments T1, T2, T3, T4, T5 and T6 no statistically significant differences were found, reaching yields of between 1 525.77 kg to 1 755.38 kg in the treatments, with an overall average production of 1 586.00 kg/hectare. In all the treatments under study, a very low level of disease incidences was obtained (between 1 and 11 %). Higher incidences were obtained in fruits with moniliasis, reaching a higher percentage (10.5 %) in treatment T1, differing statistically from treatments T2, T3, T4, T5 and T6 that reached percentages between 0.5 to 4.5 %. Higher infestations by Mazorquero (27 %) were obtained in treatment T1, differing statistically from treatments T2, T3, T4, T5 and T6, which reached percentages between 4.23 and 18.14 %.

Keywords: *Moniliophthora roreri*, fruit removal, CCN-51, cocoa production.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao en el Perú se cultiva prioritariamente en la Amazonía y ha tenido en las últimas décadas un incremento significativo de producción alcanzando las 87 300 toneladas en el 2015 en un área de cultivo de 121 300 hectáreas (Ministerio de Agricultura y Riego, 2016), mejorando la renta de sus pobladores.

El cultivo del cacao es exitoso cuando alcanza alto rendimiento, pero este depende de una serie de factores de manejo agronómico efectuado técnicamente y de la reducción de pérdidas por ataque de pestes (enfermedades y plagas). Las pestes son responsables de pérdidas estimadas por la Organización mundial del cacao en un 30 % de la producción potencial mundial del cultivo (Porras y Sánchez, 1991). En el Perú y la región de la Amazonía las enfermedades como moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda ocasionan pérdidas de cosecha significativas sobre todo en plantaciones mal manejadas (Rios-Ruiz, 2004). Más recientemente, el insecto plaga denominado mazorquero del fruto viene ocasionando también pérdidas a los productores del país. En este sentido es necesario tomar medidas que permitan controlar estos daños.

Se reconoce hoy en día que un buen manejo técnico del cultivo y el control cultural por medio de la remoción de frutos enfermos ha mostrado ser eficiente, pero en ciertas situaciones necesitamos mejorar su performance con el uso de la aplicación de productos químicos (Jambo, 2017). Así la combinación de estas prácticas culturales y el uso de productos menos tóxicos como los cúpricos ya han dado resultados positivos y están en aplicación (Valderrama, 1990; Rios-Ruiz, 2004; Jambo, 2017).

Todavía hoy en día en algunas ocasiones las pérdidas por enfermedades son altas y aunado a la más reciente plaga del mazorquero desafían a la continuidad de la realización de investigaciones, donde se incorpore al manejo integrado de la plantación de cacao medidas culturales y químicas convencionales y nuevas formulaciones. En ese sentido se ha planteado este estudio con los siguientes objetivos:

Objetivos General:

- Evaluar la remoción de frutos enfermos, la aplicación de productos cúpricos y de la pintura cálcica cúprica en el control de pestes en una plantación clonal de cacao con manejo técnico.

Objetivos específicos:

Evaluar la combinación remoción de frutos enfermos y de la aplicación de productos cúpricos y de la pintura cálcica cúprica sobre la producción de granos de cacao.

Determinar la incidencia de enfermedades e infestación de insectos plagas en los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cultivo de cacao

2.1.1 Importancia

El cacao, es una de las 22 especies que constituyen el género *Theobroma*. Este género es nativo del nuevo mundo y la especie se extiende en América del sur de México, hasta Brasil y Bolivia. Su centro de origen está en la cuenca del Amazonas y el Orinoco (Wood, 1982).

El cacao, es una especie que se cultiva en los trópicos húmedos, y constituye una apreciable fuente de ingresos para los productores debido a su relativo poco manejo y por poseer mercado nacional e internacional para la industria chocolatera y otros derivados.

2.1.2 Distribución

Los países de Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Camerún, Togo y Liberia concentran el 61 % de la cosecha. En tanto los países como Brasil, Ecuador, Perú, Colombia y México participan con el 14 % en promedio (Ministerio de Agricultura y Riego, 2016).

Durante el periodo 2009 – 2015 la producción nacional de cacao en grano pasó de las 36 800 t en el 2009 a las 87 300 t en el 2015. Significando que en este periodo la producción de cacao a nivel nacional ha venido creciendo a una tasa promedio anual de 15,5 % (Ministerio de Agricultura y Riego, 2016).

2.1.3 Aspectos Ecológicos y Agronómicos

La planta de cacao se desarrolla muy bien hasta los 1 000 m.s.n.m. Las mejores zonas para explotar este cultivo son las que se ubican en este rango altitudinal (Wood, 1982).

Para que el cacao exprese plenamente su potencial genético, las plantas necesitan ser cultivadas sobre condiciones óptimas de suelo y clima, principalmente a los factores relacionados con el crecimiento y desarrollo vegetal. La precipitación mínima debe presentar un total anual arriba de 1 250 mm, bien distribuidos en todos los meses, con mínimas mensuales de 100 mm. Pero lluvias de 1 800 a 2 500 mm al año son las óptimas. El suelo debe presentar una profundidad mínima de 1 metro y 20 centímetros para el desarrollo normal del sistema radicular y la textura areno-arcillosa es apropiada para las regiones de altas precipitaciones pluviométricas, más bien distribuidas durante el año.

Suelos con niveles de media a alta fertilidad natural son ideales, considerándose el costo de los correctivos y fertilizantes (Silva Neto, 2001).

El árbol de cacao para producir altos rendimientos es exigente en cuanto a clima y buenos suelos, pero prioritariamente en la ejecución de buenas prácticas agronómicas de manejo; efectuando labores de podas, control de malezas, control de plagas y enfermedades, fertilización, entre otros (Adriazola, 2003).

2.1.4 Genética del cacao

El cacao es una especie sumamente variable, lo que puede entenderse, si se considera que tiene una distribución muy amplia, desde el Amazonas hasta México. Los diferentes tipos de cacao, los grados de incompatibilidad, el aislamiento geográfico y las mutaciones, son factores de variación natural a los que se suman la acción del hombre al introducir poblaciones foráneas (León, 1987).

Por su gran variabilidad de material genético existente se pueden agrupar en tipos, así el cacao criollo presenta mazorcas de base ancha, alargada asimétrica y tienen punta algo desviada hacia el tronco, son de color rojo amarillo cuando maduran. Las mazorcas de todos los forasteros son amarillas cuando están maduros con surcos y rugosidades poco conspicuas, lisas y de extremos redondeados de punta muy corta.

El grupo de cacao actualmente incluidos bajo el término de trinitarios nace de una fertilización cruzada entre árboles de diferentes orígenes. En plantaciones puras donde quiere que se encuentre una mezcla híbrida de origen reciente, se puede por conveniencia llamarla Trinitaria. Esto significa que los trinitarios difieren de acuerdo con sus diferentes historias y ascendencias, siendo totalmente heterogéneos (León, 1987).

2.1.5 El Cacao Clonal CCN – 51.

Es un híbrido forastero, obtenido por el Ing. Homero Castro, un científico ecuatoriano, desarrolló en 1965 un clon de cacao de la doble hibridación de material genético Trinitario y Forastero de origen amazónico. Este nuevo clon, denominado CCN-51, tiene un mayor potencial de rendimiento y resistencia a las enfermedades fungosas comunes. Estas características hacen del clon CCN-51 una aceptable alternativa de producción. Con un adecuado proceso de fermentación este tipo de cacao puede lograr buenas características de calidad. Bajo completa exposición solar y alta densidad de población el cacao CCN-51 puede llegar a producir rendimientos superiores a los 4 000 kg de almendras secas/ha (Espinosa, et al., 2010).

En el valle del Huallaga, a partir del año de mediados de 1990 el Programa de las Naciones Unidas, con el fin de recuperar y rehabilitar las plantaciones antiguas y las plantaciones híbridas abandonadas, promueve la técnica de la injertación con la introducción y uso del clon CCN-51, en forma masiva y rápida; alcanzando hoy en día significativa proporción de las áreas en producción.

2.2 Enfermedades de los frutos del cacao:

En el mundo son reportados patógenos que causan perdidas mayores a podredumbre parda, escoba de bruja, brote hinchado, moniliasis, muerte por estría vascular, mal de machete, agallas en el cojín, pie negro (Ploetz, 2016).

En Perú investigadores peruanos señalan que las principales enfermedades que causan significativas pérdidas son la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y podredumbre parda (*Phytophthora palmivora* y *P. capsici*) (Moreno, 1993; Rios-Ruiz, 2004).

2.2.1 Moniliasis.

Es una de las enfermedades de mayor importancia en el cultivo de cacao y se caracteriza por dañar solamente los frutos, en cualquier estado de desarrollo (Evans, 1981b). Se encuentra distribuida en América Tropical, y recientes estudios consideran que su origen se sitúa en Colombia (Phillips-Mora, 2003), ocasionando pérdidas que oscilan entre 16 y 80 % (Delgado y Suares, 1993); y en ocasiones alcanza hasta un 100 % (Rios-Ruiz, 2004). En Perú fue reportado en 1988 (Hernández, et. al. 1990) y se diseminó en las principales áreas cacaoteras peruanas en una década ((Rios-Ruiz, 2004).

Los frutos son más susceptibles a la infección durante los tres meses iniciales de desarrollo. Típicamente, el primer síntoma externo es el apareamiento repentino de una mancha chocolate a marrón oscuro, lesiones irregulares los cuales rápidamente coalescen para cubrir la totalidad de la superficie del fruto. Después de 3 a 8 días más tarde, un micelio blanco o pseudoestroma envuelve el fruto, que gradualmente se torna crema a marrón tostado como las esporas se desarrollan y maduran. Síntomas internos también varía con la edad del fruto y variedad (Evans, 2016a).

Las esporas, los cuales son diseminados durante los primeros pocos días de la esporulación pueden ser menos resistentes a los factores abióticos desde que ellos tienden a ser de color pálido y con paredes delgadas, Entretanto, con el tiempo las paredes se espesan y las esporas desarrollan una coloración más oscura y puede sobrevivir por alrededor de 9 meses sobre los frutos momificados (Evans, 1981). Los esporos depositados

sobre el suelo o en frutos caídos al suelo sobreviven por periodos más cortos y su infectividad cae después de 1 mes (Evans, 2016a).

2.2.2 Escoba de bruja.

Es una de las enfermedades de suma importancia que clasificado y conocido por muchas décadas como *Crinipellis pernicioso*, fue más recientemente clasificado como *Moniliophthora pernicioso* (Aime y Phillips-Mora, 2005).

Esta enfermedad afecta brotes vegetativos, cojines florales y frutos de cacao. Las escobas vegetativas son formadas sobre los brotes activos o cojines florales y su ocurrencia es relatada del padrón de flushing del árbol de cacao: su tamaño depende del vigor y variedad del árbol. Necrosis y muerte ocurre entre 3 a 4 meses después de la infección. Infecciones en cojín floral varía desde una simple escoba hasta un prominente conjunto de escobas laterales; en adición, flores infectadas desarrollan anormalmente frutos que varían en formas, que los falta la semilla asumiendo por lo tanto que no han sido polinizados, y tales frutos partenocarpicos pueden ser de forma de zanahoria, fresa, o chirimoyos; todos necrosifican rápidamente llegando a endurecerse y momificarse. Infección en frutos resultante de la penetración en los frutos jóvenes usualmente exhiben variados grados de hipertrofia, dependiendo de la edad de infección y variedad del cacao, y la necrosis aparece en 2 o 3 meses (Evans, 2016b).

El hongo es dispersado por el viento y su dispersión natural e infección es solamente por basidiosporas aéreas (Baker y Holliday, 1957). Liberados las basidiosporas, son llevados por las corrientes de aire hasta los sitios de infección, iniciándose el proceso de la patogénesis (EVANS, 1981a). La precipitación pluviométrica es el factor más importante para inducir a las escobas secas a producir basidiocarpos.

2.2.3 Podredumbre parda

La Pudrición parda de la mazorca es la enfermedad más ampliamente distribuida de cacao. Está presente en todos los países donde se cultiva cacao. Es responsable de las pérdidas de más del 20 % en promedio de la cosecha (Gregory, 1974). Varias especies de *Phytophthora* están envueltas. En Perú fue reportado a *P. palmivora* y *P. capsici* como responsables de esta pudrición (Moreno, 1993).

P. Palmivora puede atacar frutos de todas las edades de desarrollo. La infección puede ser iniciado por esporangio, clamidosporos o zoosporos los cuales germinan y penetran en la superficie del fruto. Síntomas de la enfermedad puede aparecer

dentro de 3 a 4 días después que la infección haya ocurrido y la producción de esporangio podría comenzar sobre la noche siguiente del segundo día de aparecer el síntoma visible (Surujdeo-Maharaj et al., 2016).

El inóculo de las especies de *Phytohthora* se incrementan de un nivel bajo, frecuentemente de niveles no detectables para niveles altos dentro de unos pocos días o semanas. Este incremento de inóculo es causado por una rápida producción de esporangios y zoosporos de tejidos de plantas infectadas cuando las condiciones ambientales, los más importantes de los cuales es la presencia de agua libre, son favorables (Surujdeo-Maharaj et al. 2016).

2.3 Mazorquero del cacao.

El “Gusano mazorquero del cacao” también denominado “Perforador de la mazorca del cacao”, *Carmenta foraseminis* Eichlin, ha sido reportado en Panamá, Venezuela y Colombia (Eichlin, 1995). En el Perú desde el 2015 una epidemia viene ocurriendo, causando altas pérdidas. Por lo cual muchos estudios vienen siendo realizados.

Cuando el insecto ataca frutos menores de 4 meses, los frutos exhiben una madurez prematura; en caso de que los frutos tengan más de 4 meses de edad, se observan excreciones insecto taponando el orificio de salida o, bien, exudaciones acuosas por este mismo orificio. Generalmente en frutos con síntomas de madurez prematura no se encuentran estados larvales del insecto probablemente debido a la acción parasítica de enemigos (Cubillos, 2013).

2.4 Control de enfermedades en cacao.

Para el control de enfermedades en cacao son usados una serie de métodos solos o combinados a fin de reducir las pérdidas causadas por las pestes (enfermedades y plagas), destacando principalmente los métodos cultural y químico. Tanto a nivel internacional como a nivel nacional muchos estudios han sido realizados con resultados positivos.

Investigaciones sobre el control de la escoba de bruja han recomendado como el método eficiente a la remoción de las partes infectadas durante el periodo seco. Este periodo varía de acuerdo con el país. Así en la Amazonía Brasileira esta práctica se realiza entre agosto-setiembre (Andebrhan y Rudgar, 1983); en Urabá Colombia, se da en enero y febrero (Aranzazu, 1989; Rondonn, 1985); y en Perú se da en julio setiembre (Vásquez, 1991). Esta práctica en muchos casos es combinada con el uso de fungicidas

(Andebrhan y Rudgar, 1983). El uso de fungicidas para el control de esta enfermedad tiene que estar destinado a proteger a los cojines florales y frutos durante el periodo de máxima formación y desarrollo de frutos ((Andebrhan y Rudgar, 1983; Valderrama, 1990; Vásquez, 1991; Chavez, 1993).

Con la finalidad de evaluar la eficiencia de fungicidas a base de cobre en el control de enfermedades que infectan frutos de cacao en diferentes dosis y número de aplicaciones en cacaotales en producción en Tingo María, los resultados demostraron que las parcelas con aplicaciones de fungicidas cúpricos (Caldo Bórdales, hidróxido de cobre y oxiclورو de cobre) alcanzaron mayor producción y reducción en el número de frutos enfermos, que el tratamiento sin fungicida (Valderrama, 1990).

Remover con frecuencia todos los frutos afectados por moniliasis que se encuentren en la plantación, por lo menos cada semana o dos semanas tiene como finalidad evitar que el hongo tenga tiempo de formar estructuras reproductivas (conidios) que afectarán otros frutos evitando la formación de fuentes de inóculo (Rios-Ruiz, 2004). El método más efectivo y económico para reducir la cantidad de inóculo primario, es cortando los frutos enfermos antes de la esporulación (Galindo, 1987; Rios-Ruiz, 2004).

Soberanis (1999), en un estudio de remoción de frutos enfermos para el control de la moniliasis y otras enfermedades de cacao, concluyo que la práctica cultural de remoción de frutos enfermos cada 7 y 14 días durante el año demostró ser eficiente en el control de la moniliasis reduciendo el porcentaje de frutos enfermos e incrementando el peso de almendras del cacao en Tingo María, constituyendo una alternativa viable en el manejo de la enfermedad.

Rios-Ruiz (2004), en un estudio realizado de epidemiología y manejo de moniliasis en cacao de Perú, determinó en un primer ensayo que la remoción diferencial (semanal, de diciembre a mayo, y cada dos semanas, de julio a noviembre) fue tan eficiente cuanto a la remoción semanal durante todo el año. En un segundo ensayo determinó que la incidencia de la moniliasis fue significativamente menor con aplicación de hidróxido de cobre, óxido cuproso y clorotalonil, que en el tratamiento testigo.

La remoción de frutos enfermos y momificados y combinado con aplicación de productos cúpricos son recomendados para reducir la infección de podredumbre parda.

2.5 De los fungicidas cúpricos y la pintura cálcica cúprica

2.5.1 Caldo bórdales

El caldo bórdales es el primer fungicida preparado por el hombre para el control de enfermedades en las plantas. Su amplio espectro de acción como eficaz bactericida y fungicida junto a su bajo costo lo mantienen vigente (Cruz, 2004).

El caldo bórdales es recomendado para aplicaciones en plantas en receso invernal para controlar cáncer europeo en manzano, cloca y tiro de munición en duraznero y el cáncer en cerezo principalmente, pero también es utilizado en plantas en crecimiento activo, como en control de peste negra en nogal con sus respectivas restricciones en su formulación y adición de aceite vegetal al 0,75 % y en vides para el control de mildiu y antracnosis. El caldo bórdales consiste en una solución de sulfato de cobre, neutralizada en cal hidratada. El cobre es el ingrediente de acción fúngica, y la cal interactúa con este para reducir el efecto desecante que tendría la planta si se aplica solo (Cruz, 2004).

2.5.2 Hidróxido de Cobre

Según SERFI (2011), un fungicida cúprico a base de hidróxido de cobre es de acción protectante y curativo. Las partículas de hidróxido de cobre tienen forma alargada o abastionada por lo tanto tiene mayor superficie de contacto y mayor área de control. Además, recalca que esta actúa por contacto y tiene diversas formas de actuar sobre los hongos: a) Desnaturalización de las proteínas y enzimas del hongo. b) Inhibición de la membrana celular del hongo. c) Estimula a la planta para que forme sustancias tóxicas al hongo (fitoalexinas). El modo de acción se da afectando la permeabilidad celular de los patógenos provocando la ruptura de la pared e impidiendo la germinación de esporas y como bactericida provoca la destrucción de la pared celular bacteriana.

2.5.3 Pintura cálcica cúprica

Es una suspensión formada por los ingredientes del caldo bórdales adicionado otros ingredientes: Para su preparación se utiliza los siguientes ingredientes: 10 kg de cal agrícola, 1 kg de sulfato de cobre, 1 balde x 4 litros de cola clásica y 80 litros de agua equivalente a 4 mochilas de 20 litros para una aplicación de 1 ha con promedio de 20 mazorcas x planta (Ramírez, 2018).

La aplicación de la Pintura cálcica cúprica después de realizar la cosecha, evaluación y diagnóstico, y el desramillado y desoje, la aplicación de la

pintura cálcica cúprica después de la primera evaluación y luego cada segunda evaluación lentamente de adentro hacia afuera de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba directamente a las mazorcas de cacao mayores de 45 días bien bañadas, mazorcas menores de 45 días solo con una pasada, cuando la aplicación de la pintura seca se hace notorio la pintura en la mazorca (Ramírez, 2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la campaña agrícola 2018 – 2019, en las plantaciones de cacao del fundo ISSA en el Caserío de Santa Rosa; en el Distrito Luyando, Provincia Leoncio Prado, Departamento Huánuco, cuyas coordenadas geográficas son: Este 0391836, Norte 8979768 y una altura de 650 msnm en UTM.

3.2. Datos meteorológicos.

En la Tabla 1, se muestra los datos meteorológicos entre los meses de octubre 2018 a setiembre 2019 registrándose una temperatura promedio de 25,6 °C, una humedad relativa de 84,0 % y con una precipitación media anual de 3 613,9 mm. Condiciones climáticas adecuadas para el cultivo de cacao y también para la incidencia de pestes en el cultivo.

Tabla 1. Datos climáticos correspondiente a los meses de ejecución del experimento.

Meses	Año	Temperatura	H.R. (%)	Precipitación	Horas
		media (°C)		mm/mes	sol
Octubre	2018	25,7	83,0	485,5	124,2
Noviembre	2018	25,4	86,0	494,1	107,0
Diciembre	2018	25,8	85,0	454,4	122,2
Enero	2019	25,4	85,0	547,6	107,8
Febrero	2019	25,3	84,0	159,1	92,8
Marzo	2019	25,6	85,0	500,9	123,3
Abril	2019	25,8	84,0	212,0	141,7
Mayo	2019	25,9	84,0	214,2	191,4
Junio	2019	25,6	84,0	128,2	200,4
Julio	2019	25,2	84,0	230,6	189,2
Agosto	2019	25,3	82,0	64,5	223,8
Setiembre	2019	25,9	82,0	122,8	165,3
Total				3 613,9	1 789,1
Promedio		25,6	84,0		149,1

Fuente: Estación meteorológica José Abelardo Quiñones – UNAS, 2019.

3.3. Características del suelo y análisis

El área experimental fue de una plantación de cacao, clon CCN51, sembrada y produciendo en una terraza de colina con pendiente de 5 % perteneciente a un suelo residual de buen drenaje y según el análisis de suelos (Figura 7, Anexo) tiene una textura de franco, el contenido de nitrógeno, materia orgánica, fósforo, potasio, calcio y magnesio son entre intermedios y bajos.

3.4. Metodología

3.4.1. Instalación y conducción del experimento

El área experimental fue instalada y conducida en una plantación de 8-9 años del clon de cacao CCN-51, sembradas a un distanciamiento de 3 m, compuesto de plantas genéticamente del mismo clon con características fenotípicas de tamaño y vigorosidad similares. La plantación en años anteriores al inicio del experimento fue conducida con un bajo manejo tecnificado. Esto significa que no se efectuaron de manera regular y oportuna todas las prácticas agronómicas de manejo en la plantación de cacao como: regulación de sombra, podas constantes, deshierbos, enmiendas y fertilización, remoción de frutos y cosechas regulares. Es una plantación con un potencial de producción de media a alta.

Para este estudio se definió aplicar un manejo técnico entre julio de 2018 a octubre de 2019. Se aplicaron deshierbos, podas y/o eliminación de árboles de sombra, análisis de suelos y aplicación de enmienda y abonamientos. A inicios de octubre del 2018 se seleccionaron 700 plantas dentro de 1 ha, luego se marcaron 175 plantas que constituyeron un bloque este a su vez fue dividido en seis parcelas de 15 plantas que constituyo cada uno un tratamiento, separados por una hilera de plantas como borde. A partir de este mes se aplicó la frecuencia de remoción de frutos enfermos. En diciembre 2018 se removieron los frutos mayores inmaduros restantes de la campaña anterior. A inicios de enero del 2019 y siguientes se asoció con la aplicación de fungicidas cúpricos en estudio. A seguir se continuo con la evaluación de la producción y la incidencia de las enfermedades (moniliasis, pudrición parda y escoba de bruja) y plagas (mazorquero), en frutos de cacao, según el diseño experimental del estudio.

3.4.2. Tratamientos en estudio

La disposición de cada tratamiento, fueron señalados con plástico de color; para el tratamiento T1 el color verde, para el tratamiento T2 el color azul, para el

tratamiento T3 el color amarillo, para el tratamiento T4 el color blanco, para el tratamiento T5 el color morado y para el tratamiento T6 el color rojo.

En la tabla 2 se presenta los tratamientos en estudio.

Tabla 2. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Aplicación de remoción	Aplicación de químicos	Dosis*
T1	Remoción de frutos	Sin aplicación	0
T2	Remoción de frutos	Pintura Calcica Cuprica	Completa
T3	Remoción de frutos	Pintura Calcica Cuprica	Mitad
T4	Remoción de frutos	Caldo Bórdales 1.5%	Comercial
T5	Remoción de frutos	Hidróxido Cobre/Pintura	Comer/Mitad
T6	Remoción de frutos	Hidróxido cobre	Comercial

* Completa = 250 g de CuSO₄ + 2,5 kg de cal agrícola y 1kg de cola clásica. Mitad = 125 g de CuSO₄ + 1,25 kg de cal agrícola y 0,5 kg de cola clásica. Comercial caldo bordales = 150 g de cal + 150 g de cobre. Comercial/mitad = hidróxido de cobre 6 gr/l + 125 g de CuSO₄ + 1,25 kg de cal agrícola y 0,5 kg de cola clásica. Comercial hidróxido de cobre = hidróxido de cobre 6 gr/l.

Durante la ejecución del experimento, fueron realizadas todas las prácticas agronómicas de manejo técnico de una plantación, como regulación de sombra, podas constantes, deshierbos, enmiendas y fertilización, remoción de frutos afectados y cosechas regulares. La enmienda que se usó fue la cal agrícola y se aplicó fertilización química de acuerdo con el análisis de suelo y según recomendación técnica. Luego de cada fecha de evaluación de las frecuencias de remoción y cosecha de frutos de cacao los residuos fueron dejados en el suelo bajo tratamiento de residuos dentro de la plantación.

En cuanto a las aplicaciones de fungicidas, se aplicaron durante el periodo de febrero a junio. El tratamiento T1 no recibió aplicación de fungicida cúprico. El tratamiento T2 recibió la aplicación de pintura cálcica cúprica sola a una dosis completa, consistente en sulfato de cobre + cal agrícola y pegamento (cola clásica) denominada de completa por ser la dosis propuesta por Ramírez, 2018 (250 g – 2,5 kg – 1 kg/20 L respectivamente) por seis veces. El tratamiento T3 recibió la aplicación de pintura cálcica cúprica sola a mitad de la dosis, consistente en sulfato de cobre + cal agrícola y pegamento (cola clásica) 125 g – 1,25 kg – 500 g/20 L respectivamente por

seis veces. El tratamiento T4 recibió la aplicación de caldo bórdales al 1.5 % consistente en 150 g de cal y 150 g de cobre en 20 L de agua, por seis veces. El tratamiento T5 recibió la aplicación de hidróxido de cobre con dosis de 6 g/L por tres veces y seguidas de pintura cálcica cúprica a mitad de la dosis por otras tres veces. El tratamiento T6 recibió la aplicación de hidróxido de cobre con una dosis de 6 g/L por seis veces. Las aplicaciones se realizaron con intervalos de cuatro semanas, con el uso de una bomba de mochila calibrado en el gasto de agua para la plantación. Las aspersiones fueron dirigidas a todos los frutos en formación en el caso de aspersiones cúpricas y a los frutos un poco más desarrollados en el caso de aspersiones con la pintura cálcica cúprica, con la finalidad de complementar el control cultural y probar su efecto.

El diseño estadístico en el experimento fue el de bloque completo randomizado con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos obtenidos según los tratamientos fueron procesados partir de enero 2019 a fin de representar mejor el efecto de los tratamientos en estudio.

3.4.3. Parámetros evaluados

3.4.3.1. Producción:

La cuantificación de la producción e incidencia de las diferentes enfermedades y plaga insectil se realizó en cada árbol, procediéndose de la siguiente manera:

Se cosecharon todos los frutos maduros sanos y frutos enfermos, donde cada fruto se discriminó en base a la presencia o ausencia de síntomas en sanos y enfermos; así mismo los enfermos se agruparon en base a la sintomatología de cada daño.

Los frutos así obtenidos de las plantas netas de cada tratamiento por cada evaluación fueron partidos, extraídos sus almendras y pesados. Se consideró en este peso todas las almendras útiles y aprovechables de frutos infectados por enfermedades e infestados de mazorquero. Estos fueron considerados como peso fresco. Luego se estimó el peso seco por tratamiento y por hectárea.

El comportamiento de los tratamientos en respuesta fue determinado mediante el análisis de variancia y el uso de la prueba de significación estadística de Duncan ($\alpha = 0,05$).

3.4.3.2. Incidencia, Tasa, ACPE y comportamiento de las pestes

En cada evaluación, los frutos sanos y enfermos por cada evaluación fueron discriminados en base a la presencia o ausencia de síntomas con moniliasis, escoba de bruja, pudrición parda y de mazorquero.

La cuantificación de la incidencia de cada enfermedad e infestación del mazorquero se realizó con el número de frutos evaluados y cosechados, utilizando la siguiente fórmula:

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

Los datos de incidencia expresados en porcentaje acumulativo de frutos con moniliasis e infestados por mazorquero fueron graficados en función del tiempo originando la curva de comportamiento de cada peste por tratamiento en estudio.

Los datos así obtenidos de incidencia e infestación de cada uno de las pestes en evaluación, fueron analizadas por medio del cálculo de la tasa de progreso de la enfermedad y el área debajo de la curva de progreso de cada enfermedad (ACPE), utilizando la metodología definida y aplicada a cacao por Valderrama (1990) y Ríos-Ruiz y Valderrama (1992).

La comparación de cada variable de los tratamientos en estudio se realizó mediante el análisis de variancia y el uso de la prueba de significación estadística de Duncan ($\alpha = 0,05$).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. De la producción

La producción obtenida en el experimento se presenta en el Tabla 3. Se observa que para la variable peso de almendra húmeda no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, alcanzando pesos de entre 52 a 59 kilos por parcela. Los datos muestran que el tratamiento T1 con solo remoción de frutos enfermos alcanzó producciones estadísticamente similares a los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6 con remoción de frutos enfermos más la aplicación de fungicidas cúpricos en alguna de las formulaciones en estudio. Los coeficientes de variabilidad obtenidos se encuentran dentro de los rangos aceptados para experimentos en campo (Calzada, 1982)

Cuando se estimó la producción de almendra seca por hectárea (Tabla 3) en la plantación de CCN-51 en experimentación no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, alcanzando una producción media que fluctuó de 1 526 hasta 1 755 kg/ha para los tratamientos en estudio, con una media general en la plantación de 1 586 kg/ha. Estos resultados nos indica que el área experimental está localizada en condiciones agroclimáticas favorables para la producción de cacao, además de contar con un material genético (CCN-51) con alto potencial de producción y sobre todo ha demostrado el efecto del manejo técnico adecuado, efectuando todas las actividades agronómicas recomendadas, que se le dio a las parcelas que hicieron posible alcanzar estos rendimientos, que como en el tratamiento T1 (testigo) que con un buen manejo cultural y aun cuando no se le aplico ningún fungicida dio buenos resultados similares a los tratamientos T2, T3, T4, T5, y T6 que recibieron igual buen manejo cultural más la aplicación de un fungicida cúprico. Estos resultados de producción son superiores a los alcanzados en otros trabajos realizados en años anteriores, que tuvieron objetivos similares, quienes trabajaron con plantaciones híbridas y más antiguas (Valderrama, 1990; Porras y Sanches 1991; Chávez, 1993; Soberanis, 1999; Ríos-Ruiz, 2004). El uso de un clon con alta capacidad productiva como es el CCN51, cultivado en forma clonal con plantas más uniformes y sobre todo que se aplique correcta y en forma oportuna un manejo técnico adecuado, es posible obtener producciones superiores hoy en día en nuestra región, como ha sido demostrado en este trabajo. Resultados estos que son superiores a los reportados en otros trabajos de investigación con CCN-51, probablemente no conducidos con un manejo técnico adecuado (Morón, 2018; Luna, 2023).

Aun cuando en la producción de granos, como señalado, no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, analizando numéricamente los datos se observa que los tratamientos T2 (pintura completa) (1 755,38 Kg/ha) y T5 (hidróxido de cobre/pintura mitad) (1 622,06 Kg/ha) alcanzaron ligera superioridad numérica de los demás tratamientos: T1 (testigo) (1 525,77 Kg/ha), T3 (pintura mitad) (1 555,40 Kg/ha), T4 (caldo bórdales 1.5 %) (1 518,37 Kg/ha), y el T6 (hidróxido de cobre) (1 540,59 Kg/ha).

4.2. Del número de frutos

En cuanto al número de fruto total (sanos más enfermos) los resultados demuestran que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla 4), mostrando uniformidad de la plantación seleccionada, hecho que permite con claridad definir el efecto de los tratamientos en estudio. Los coeficientes de variabilidad obtenido se encuentran dentro de los rangos aceptados para experimentos en campo (Calzada, 1982). Todos los tratamientos en estudio alcanzaron un número estadístico de frutos totales similares, lo que dio como consecuencia que también todos los tratamientos alcanzaran producción de granos estadísticamente similares.

Realizada la prueba de comparación de medias de Duncan a un nivel de confianza del 95 %, para el número de frutos sanos, se encontró significación estadística entre los tratamientos, donde el tratamiento T1 (testigo) fue estadísticamente inferior a los demás tratamientos. Así mismo se evidenció que entre el T2 (pintura completa), T3 (pintura mitad), T4 (caldo bórdales 1.5 %), T5 (hidróxido de cobre/pintura mitad) y el T6 (hidróxido de cobre) no hubo diferencias significativas. Es decir que los tratamientos que recibieron la aplicación de una formulación de fungicida cúprico alcanzaron frutos sanos similares entre ellos. Significando que todos ellos efectuaron alguna mayor protección, resultando en una relativa mayor cantidad de frutos sanos.

Todavía, analizando numéricamente los datos de frutos sanos se observa que los tratamientos T2 (pintura completa) (259,25 frutos sanos) y T5 (hidróxido de cobre/pintura mitad) (248,25 frutos sanos) alcanzaron ligera superioridad numérica de los demás tratamientos. Con ello fueron los tratamientos que obtuvieron numéricamente ligera mayor producción de granos, como explicadas líneas arriba.

Tabla 3. Peso de almendra húmeda y seca.

Clave	Tratamiento	Peso por parcela (kg)*		
		Almendra húmeda**	Almendra seca	Almendra seca (kg/ha)
T ₁	Testigo	51,50 a	20,6 a	1 525,77 a
T ₂	Pintura completa	59,25 a	23,7 a	1 755,38 a
T ₃	Pintura mitad	52,50 a	21,0 a	1 555,40 a
T ₄	Caldo bordales 1,5 %	51,25 a	20,5 a	1 518,37 a
T ₅	Hidróxido cobre/Pintura	54,75 a	21,9 a	1 622,06 a
T ₆	Hidróxido de Cobre	52,00 a	20,8 a	1 540,59 a
C.V (%)		17,66	17,66	17,66

* Dato promedio de 15 plantas por parcela.

** En cada columna los promedios seguidos por la misma letra no difieren entre sí (DUNCAN P: 0.05).

C.V Coeficiente de variabilidad.

Tabla 4. Número de frutos con relación al efecto de las enfermedades y plagas.

Clave	Tratamiento	Número de frutos por parcela*									
		Total**	sanos	Enfermedades						Plaga	
				Moniliasis		Pudrición parda		Escoba de bruja		Mazorquero	
				x	<>	x	<>	x	<>	x	<>
T ₁	Testigo	236,50 a	144,25 b	24,7	5,05 c	1,5	1,57 b	0,75	1,28 a	65,25	8,11 d
T ₂	Pintura completa	272,25 a	259,25 a	1,00	1,39 a	0,0	1,00 a	0,0	1,00 a	12,00	3,53 a
T ₃	Pintura mitad	250,50 a	226,25 a	2,00	1,72 a	0,5	1,21 a	0,5	1,18 a	21,25	4,67 b
T ₄	Caldo bordales 1,5 %	254,25 a	208,75 a	4,25	2,29 b	0,5	1,21 a	0,0	1,00 a	40,75	6,40 c
T ₅	Hidróxido cobre/Pintura	272,75 a	248,25 a	2,50	1,84 ab	0,0	1,00 a	0,0	1,00 a	22,00	4,76 b
T ₆	Hidróxido de Cobre	252,00 a	203,50 a	2,50	1,86 ab	0,25	1,10 a	0,0	1,00 a	45,75	6,83 c
C.V	(%)	15,96	18,05	13,62		12,92		17,57		12,57	

*Dato promedio de 15 plantas por parcela.,

**En cada columna los promedios seguidos por la misma letra no difieren entre sí (DUNCAN P: 0.05).

<> Datos transformados por $\sqrt{x+1}$

x = promedio

C.V Coeficiente de variabilidad

En cuanto al número de frutos enfermos por un patógeno, se observa que hubo una mayor infección de moniliasis y muy pequeña o no hubo infección de pudrición parda y escoba de bruja en los diferentes tratamientos en estudio (Tabla 4). El tratamiento T1 (testigo), alcanzó mayor número de frutos infectados por moniliasis, difiriendo significativamente de los demás tratamientos que recibieron aplicación de fungicida cúprico, que alcanzaron un número de frutos infectados muy bajos. El T2, T3, T5 y T6 fueron significativamente similares, más diferentes del T4. Mayor número de frutos con pudrición parda alcanzó el T1, difiriendo significativamente de los demás. Número de frutos insignificantes se presentó de escoba de brujas, sin diferir significativamente entre los tratamientos en estudio.

En cuanto a los frutos infestados por mazorquero el tratamiento T1 alcanzó mayor número difiriendo significativamente de los demás tratamientos. Entre los tratamientos que recibieron aplicación de fungicida, los tratamientos T2, T3 y T5 tuvieron menor número de frutos infestados por mazorquero difiriendo estadísticamente con los tratamientos T4 y T6. Resultados que podrían estar representando que los tratamientos con la aplicación de pintura completa, pintura mitad y el combinado hidróxido de cobre/pintura mitad pudieron haber realizado una mayor protección a la infestación de esta plaga insectil. Todavía más estudios serían necesarios para esta comprobación.

Los bajos números de frutos enfermos por patógenos e infestados por mazorquero obtenida en los diferentes tratamientos en toda la plantación, nos está demostrando que las labores culturales de manejo tecnificado, asociado con una efectiva remoción de frutos enfermos resultaron en una disminución significativa de inóculo y de frutos afectados. Resultados que coinciden con otras investigaciones (Soberanis, 1999, Ríos-Ruiz, 2004; Jambo, 2017). Esto define a la remoción de frutos como una práctica para reducir la incidencia de las plagas el cual fue un factor fundamental en los resultados de incremento de producción de esta investigación. Al respecto esta investigación demuestra para la zona de Tingo María, lo encontrado anteriormente por Jambo (2017) para la zona de Tocache; quien en un ensayo realizó la remoción de frutos enfermos cada 7 días (T1) durante todo el año y la remoción de frutos enfermos cada 7 días de diciembre a mayo, cada 14 días de junio a noviembre y aplicación de fungicida cúprico (T3), fueron eficientes en reducir la incidencia de frutos enfermos totales en 38 % y 45 % respectivamente con relación al tratamiento de remoción de frutos enfermos cada 14 días (T2) demostrando el efecto benéfico de la remoción y el fungicida cúprico.

4.3 Incidencia de enfermedades e infestación de mazorquero

De la Tabla 5 se puede inferir que, para el porcentaje de frutos sanos, con moniliasis y mazorquero existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, mientras que para el porcentaje de frutos con pudrición parda y escoba de bruja no se encontró diferencia significativa. Según la prueba de comparación de medias de Duncan para el porcentaje de frutos sanos se evidencia estadísticamente una menor cantidad en el T1 (testigo). Entre los tratamientos T2, T3 y T5, no se encontró diferencias estadísticas significativas siendo superiores al tratamiento T4 y T6.

En cuanto al porcentaje de frutos con moniliasis, esta se presentó muy bajos en todos los tratamientos, alcanzando valores entre 0,39 % a 10,5 %, considerados muy bajos. Sin duda el buen manejo de la plantación, asociado con la remoción y aplicado de los fungicidas actuaron para la menor incidencia de moniliasis. Con mayor infección de moniliasis se presentó en el tratamiento sin aplicación T1 (10,50 %) siendo superior estadísticamente de los demás tratamientos que recibieron algún ingrediente químico aplicado. Siendo el T2, T3 y T5 con remoción cada 14 días y aplicación de productos cúpricos respectivamente los cuales reducen la moniliasis en un 10,10%, 9,69% y 9,54% % de frutos enfermos respectivamente en relación con el T1 (Testigo). Estos datos representan, mismo con estos valores pequeños, que los tratamientos con fungicidas, las incidencias de Moniliasis fueron menores. Aquí, coincide con Jambo (2017) donde el efecto del tratamiento con ingrediente activo de cobre actúa como protectante a la infección de patógenos. Para CRUZ, (2004) 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. Debido a los bajísimos porcentajes de incidencia de moniliasis en los tratamientos que recibieron fungicidas en este estudio, si bien muestran diferencias significativas, su efecto no es muy notorio y relevante para definir superioridad entre ellos.

En cuanto a los porcentajes de infección de pudrición parda y de escoba de bruja, alcanzaron desde 0 % a valores insignificantes de 0,6 %, sin existencia de diferencia significativa, entre los tratamientos en estudio. Sin duda, el manejo técnico de la plantación aplicado en este estudio hizo que alcanzaran tan solo estos porcentajes. En el caso de pudrición parda, la localización de la plantación y el adecuado manejo efectuado con drenes mayores, así como las podas y remociones frecuentes, fueron eficientes en la casi nula existencia de esta enfermedad. Del mismo modo, el cultivar, el manejo de podas y remoción de tejidos enfermos, y el manejo en general fue eficiente en la nula presencia de escoba de

bruja. Estos resultados están siendo evidenciados actualmente en este trabajo y debe ser una práctica que siempre debe ser realizada para el control de enfermedades en cacao.

Tabla 5. Porcentaje de frutos enfermos con relación a las enfermedades y plagas del cacao.

Clave	Tratamiento	Total frutos sanos	Enfermedades						Plaga	
			Moniliasis**		Pudrición parda		Escoba de bruja		Mazorquero	
			x	< >	x	< >*	x	< >*	x	< >
T ₁	Testigo	60,70 a	10,5	3,24 d	0,64	1,34 b	0,29	1,16 a	27,84	5,26 d
T ₂	Pintura completa	95,38 c	0,39	0,53 a	0,00	1,00 a	0,00	1,00 a	4,23	2,03 a
T ₃	Pintura mitad	90,31 c	0,81	0,88 ab	0,20	1,14 a	0,20	1,09 a	8,48	2,88 b
T ₄	Caldo bordales 1,5 %	82,17 b	1,70	1,30 c	0,20	1,14 a	0,00	1,00 a	15,94	3,96 c
T ₅	Hidróx.cobre/Pintura	90,81 c	0,96	0,95 bc	0,00	1,00 a	0,00	1,00 a	8,23	2,86 b
T ₆	Hidróxido de Cobre	80,78 b	0,99	0,99 bc	0,10	1,07 a	0,00	1,00 a	18,14	4,26 c
C.V (%)		3,1	19,13		8,95		9,7		11,81	

*Dato promedio de 15 plantas por parcela.

**En cada columna los promedios seguidos por la misma letra no difieren entre sí.

< > Datos transformados por \sqrt{x} ; < >* Datos transformados por $\sqrt{x + 1}$

x = promedio

C.V Coeficiente de variabilidad.

Infestación de mazorquero de 27,84 % alcanzó el tratamiento testigo (T1), siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos que recibieron algún fungicida. Entre estos, los tratamientos T2 (pintura completa), T3 (pintura mitad) y T5 (hidróxido de cobre/Pintura mitad), resultaron con menores porcentajes de infestación de mazorquero al presentar 4,23 8,48 y 8,23 % respectivamente, siendo menores estadísticamente a los tratamientos T4 (Caldo bórdales) y T6 (Hidróxido de cobre) que alcanzaron 15,94 % y 18,14 % de infestación respectivamente: Estos resultados sugieren que los fungicidas cúpricos en las formulaciones aquí probados, compuestos básicamente con una mezcla de sulfato de cobre y cal forman una película protectora, persistiendo en la superficie del fruto y con ello protegen la entrada de patógenos e insectos. Así, Marchal et al. (2003), realizó un ensayo en persistencia de fungicidas cúpricos en el cultivo de olivo encontrándose que el hidróxido de cobre y sulfato de cobre fueron los ingredientes activos que más persistieron en comparación con las otras formulaciones que contenían cobre. Todavía en los resultados de este estudio se evidencia que los tratamientos con las formulaciones de sulfato de cobre más cal y más cola sintética presentan ligera superioridad estadística de mayor eficiencia en el control de mazorquero, debido a que probablemente la mezcla de sulfato de cobre y cal permanecen por mucho más tiempo en la superficie de los frutos de cacao por efecto del pegante (cola clásica) que contiene la mezcla. Resultados que deberán recibir más estudios para su total verificación.

Por consiguiente, los resultados de este estudio para el clon CCN-51 demuestran que la remoción de frutos enfermos cada 14 días y la aplicación mensual de fungicidas cúpricos entre los meses de enero a junio en el período de mayor infección es un método efectivo para reducir el daño de pestes que infectan frutos de cacao, principalmente moniliasis, pudrición parda y mazorquero, siempre y cuando se maneje bien la plantación realizando prácticas de remoción y aplicaciones de fungicidas cúpricos. Hasta la actualidad pocos trabajos de esta naturaleza fueron realizados con CCN-51 en Tingo María, no obstante, con otros materiales genéticos, se encontró una importante reducción de la enfermedad mediante la remoción de frutos enfermos (Andebrhan & Rudgar, 1983; Rondón, 1985; Porras y Sánchez, 1991; Soberanis, 1999; Ríos-Ruiz, 2004).

4.4. Análisis de la curva de comportamiento de la moniliasis y mazorquero.

Para realizar el análisis del comportamiento de los frutos infectados con moniliasis, frutos atacados con mazorquero y frutos afectados totales, pestes de mayor

incidencia en este estudio, los valores obtenidos cada 14 días en los seis tratamientos fueron graficados a través del tiempo, obteniéndose las curvas de comportamiento de cada enfermedad (Figura 1, 2 y 3).

El comportamiento de la moniliasis en los seis tratamientos en estudio se observa en la Figura 1, ésta muestra comportamiento diferencial de frutos enfermos entre los tratamientos, lo cual demostró una reducción significativa por efecto de la remoción de frutos enfermos cada 14 días durante el año y aplicación de fungicida cúprico (T2, T3, T4, T5 y T6) con relación a solamente remoción de frutos enfermos cada 14 días todo el año (T1), este último tratamiento, muestra un pico de incidencia de moniliasis en el período de abril – mayo y un segundo pico en agosto similar a lo que describió Jambo (2017).

En cuanto al comportamiento de mazorquero entre los seis tratamientos, ésta también fue diferencial (Figura 2). Donde la mayor intensidad de esta peste se da entre el período de junio, julio y agosto en todos los tratamientos. El tratamiento T1 (testigo) tuvo mayor infestación de daño durante todo el año, presentando el mayor pico entre junio y julio con 41,3 % coincidiendo con un periodo de alta fructificación, y un período menos lluvioso en la zona (Tabla 1). Al respecto Fachin et al. (2019), encontró que a mayor temperatura mayor fue la incidencia de la plaga, sugiriendo que esta se beneficia con las condiciones más calurosas y secas, por lo que encontró una incidencia de 36,4 %, siendo muy próximo a lo encontrado en esta investigación. En otras investigaciones Delgado et al. (2017), reporto una infestación de 46,48 % en la estación seca y no encontraron una diferencia estadística con respecto a la infestación entre la estación seca y la estación lluviosa (43,74 %) en la región de Huánuco. Por su parte investigaciones hechas por Muñoz et al. (2017) precisa que existe mayor incidencia de la plaga (71 %) en el mes de agosto (estación seca) y la más baja (43 %) en el mes de marzo, que corresponde a la época lluviosa en Antioquia, Colombia. Por lo que se infiere que los periodos secos hacen que se incremente la tasa de infección y el área debajo de la curva de la peste.

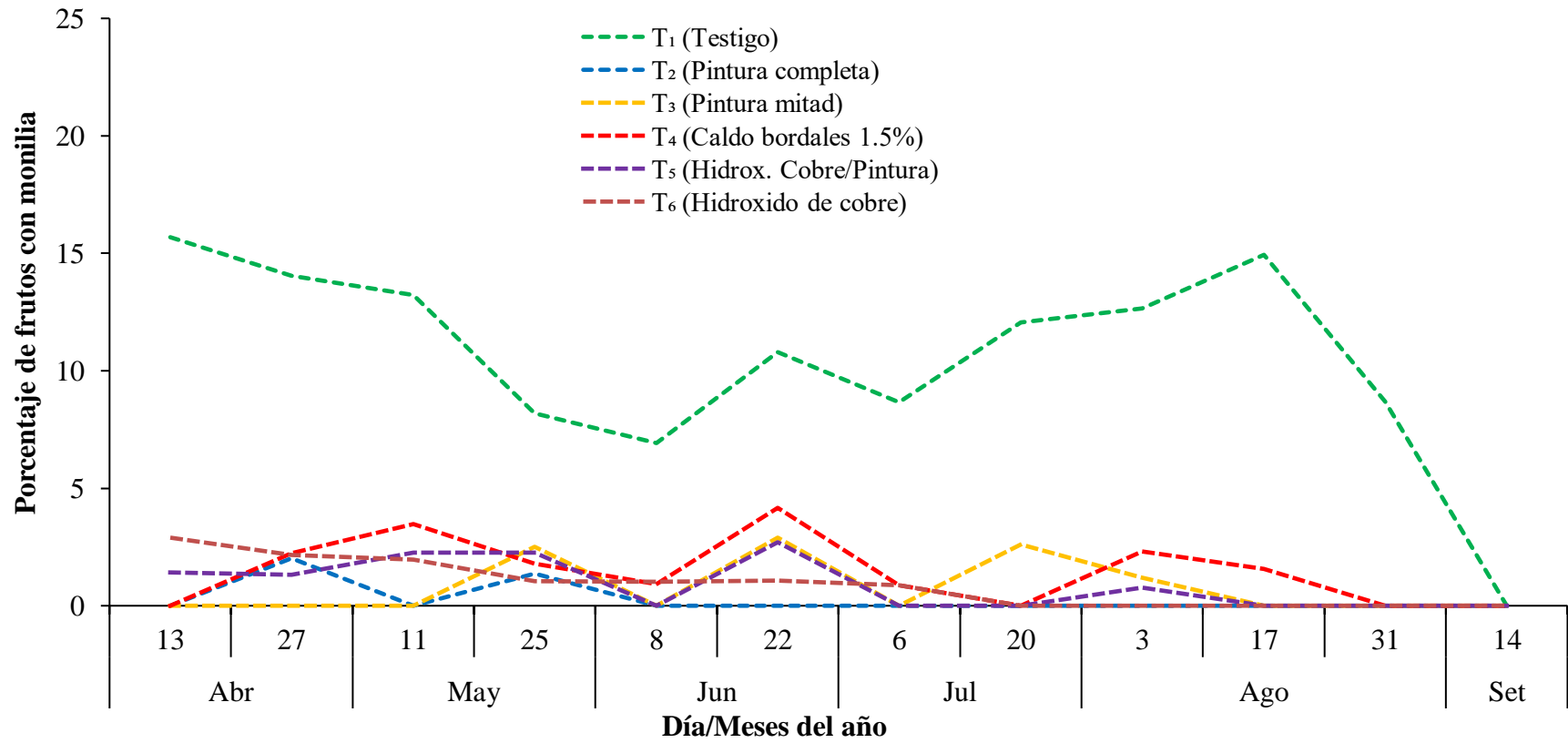


Figura 1. Comportamiento del porcentaje de frutos infectados con moniliasis por efecto de los tratamientos.

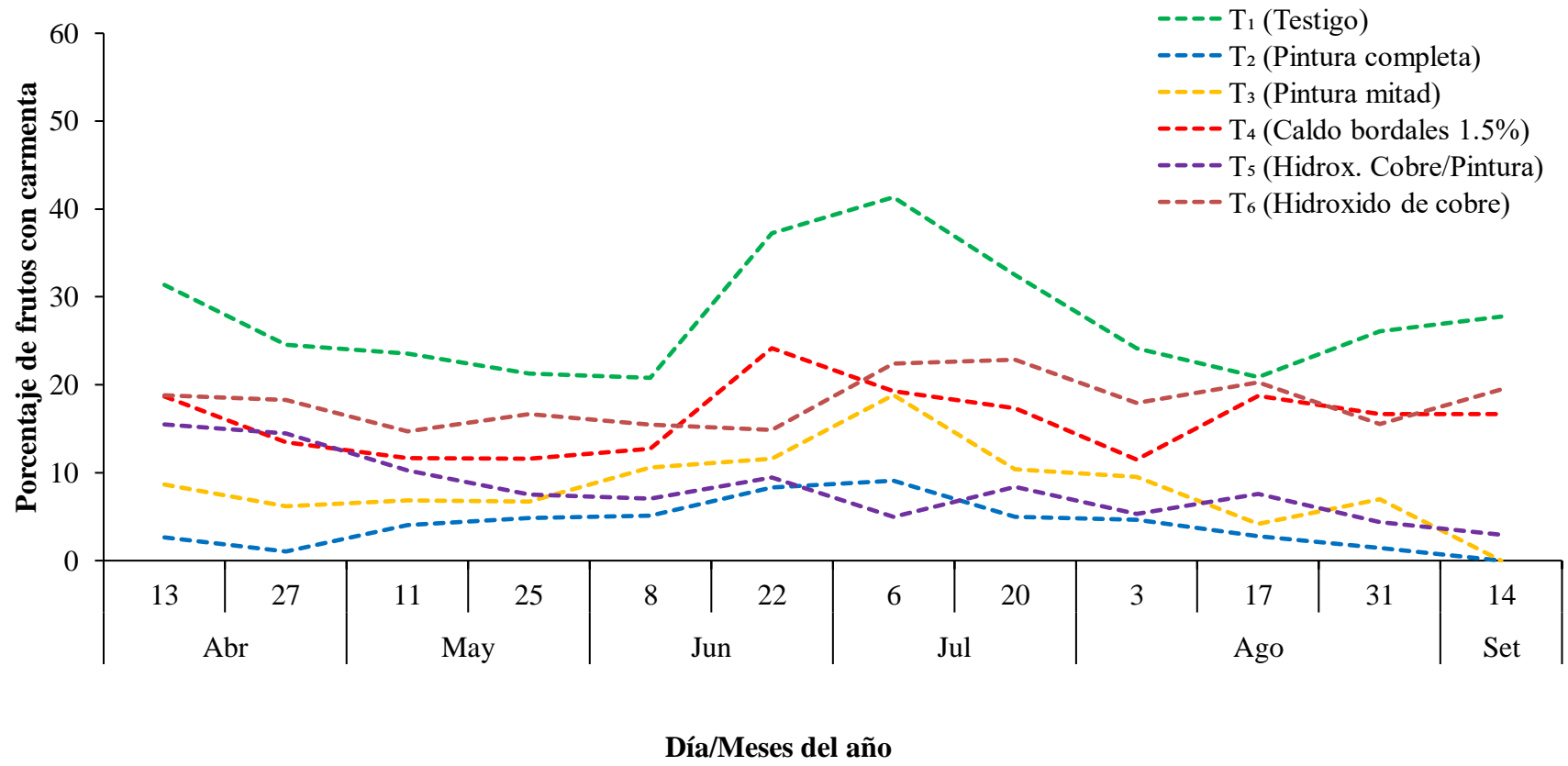


Figura 2. Comportamiento del porcentaje de frutos infestados con mazorquero por efecto de los tratamientos.

El comportamiento de los frutos afectados totales (frutos afectados por hongos y mazorquero) en los tratamientos se observa en la Figura 3. Para este estudio el comportamiento de los frutos afectados o dañados está representado por frutos afectados por mazorquero y moniliasis ya que tuvieron la mayor incidencia. Al hacer un análisis integral de los diferentes tratamientos se observa que la mayor incidencia de frutos enfermos totales se da entre el período de Abril – setiembre, donde se determina picos de máxima infección entre los meses de abril y en el periodo de junio – julio, posteriormente la cantidad de frutos dañados baja en todos los tratamientos. Con respecto a las épocas de mayor ataque fue muy similar a los descritos por Soberanis (1999), Ríos-Ruiz (2004) y Jambo (2017), en el caso de enfermedades fungosas y de Ríos-Ruiz et. al. (2018) en el caso de enfermedades fungosas más mazorquero. El tratamiento T1 donde se aplicó solo remoción de frutos cada 14 días alcanza incidencia de pestes mayores a los tratamientos T4, T5 y T6, y estos a su vez mayores que los tratamientos T2, y T5, presentando dos picos bien marcados uno en abril en el que alcanza 49 % de frutos afectados y otro en entre los meses de junio y julio con un porcentaje de 50 %, posteriormente la tendencia es a disminuir hasta el mes de setiembre. en general la aplicación de la remoción de frutos afectados con una frecuencia quincenal de manera individual o acompañada con fungicida cúprico retrasa el inicio del incremento de frutos enfermos en todos los tratamientos hasta el mes de abril donde se da un primer pico, luego la tendencia se mantiene para disminuir en setiembre.

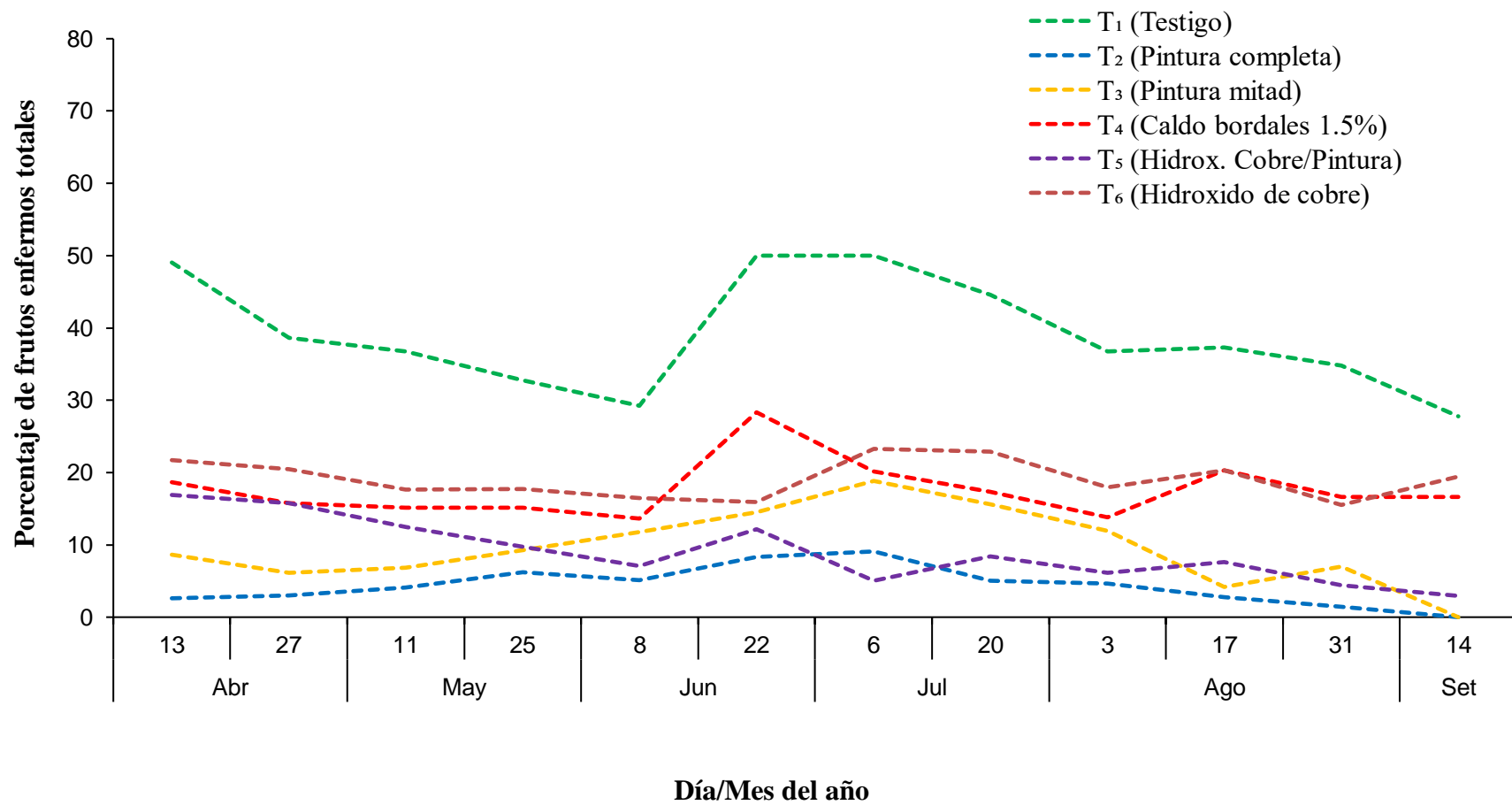


Figura 3. Comportamiento del porcentaje de frutos afectados totales por efecto de los tratamientos.

4.5. Curva de Progreso, Tasa de infección y área debajo de la curva de progreso de la enfermedad

Los valores de la proporción de frutos afectados en los diferentes tratamientos fueron graficados a través del tiempo, obteniéndose las curvas acumulativas del comportamiento de moniliasis (Figura 4a) y de mazorquero (Figura 5a), pestes de mayor incidencia en este estudio. Para realizar el análisis de las curvas de incremento de la enfermedad se probaron tres modelos matemáticos en su forma lineal donde el mejor resultado el modelo Gompertz con el cual se obtuvo la tasa de progreso en los tratamientos (Figuras 4b y 5b).

De la prueba de comparación de Duncan ($\alpha=0,05$) para la tasa de progreso de la enfermedad (TASA) y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE) de frutos afectados por moniliasis y por mazorquero tuvieron un mismo patrón con ambas variables (Tabla 6).

4.5.1. Epidemiología comparativa de la incidencia de frutos con moniliasis.

En la Figura 4, son presentadas las curvas de progreso y tasa de progreso de frutos con moniliasis en cada uno de los tratamientos. En base a los valores de proporción de la enfermedad, TASA y ACPE (tabla 6), se observa que el tratamiento T1 sin aplicación de fungicida tiene valor superior estadísticamente a los tratamientos T2, T3 T4, T5 y T6 con aplicación de alguna formulación de un fungicida cúprico. Esto representa que estos tratamientos mostraron mejor eficiencia, lo que demuestra que el uso de fungicidas cúpricos sigue siendo uno de los más eficaces en cacao ya que logra controlar múltiples enfermedades, canchros y otras patologías (Agrios, 1995). Todavía para moniliasis, las aplicaciones de pintura completa (T2), pintura mitad (T3), Hidróxido de Cobre/Pintura (T5) e Hidróxido de cobre (T6) tuvieron similar menor tasa de infección y área debajo curva de progreso a la enfermedad difiriendo estadísticamente del caldo bordales 1,5 % (T4) (Tabla 6).

4.5.2. Epidemiología comparativa de la infestación de frutos con mazorquero.

En la Figura 5, se presenta la curva y la tasa de progreso de los frutos dañados por mazorquero, asimismo las tasas y ACPE en los seis tratamientos se encuentran en la tabla 6. Los tratamientos T2, T3 T4, T5 y T6 con aplicación de alguna formulación de un fungicida cúprico alcanzaron menores TASA y ACPE que el T1 sin aplicación de fungicida. Mostrando la eficiencia del efecto protector del fungicida cúprico en la reducción de frutos afectados por mazorquero.

El análisis estadístico entre los tratamientos con aplicación de cúpricos nos muestra que los tratamientos T2 (Pintura completa), T3 (Pintura mitad) y T5 (Hidróxido de cobre/Pintura mitad) tuvieron TASA y ACPE menores y significativamente iguales entre ellos, en comparación a los tratamientos T4 y T6 que sus TASA y ACPE fueron mayores (Tabla 6 y Figura 5). Los parámetros de tasa de progreso y área debajo de la curva de progreso de la enfermedad correlacionan con los resultados encontrados para las incidencias de las plagas más prevalentes en este estudio.

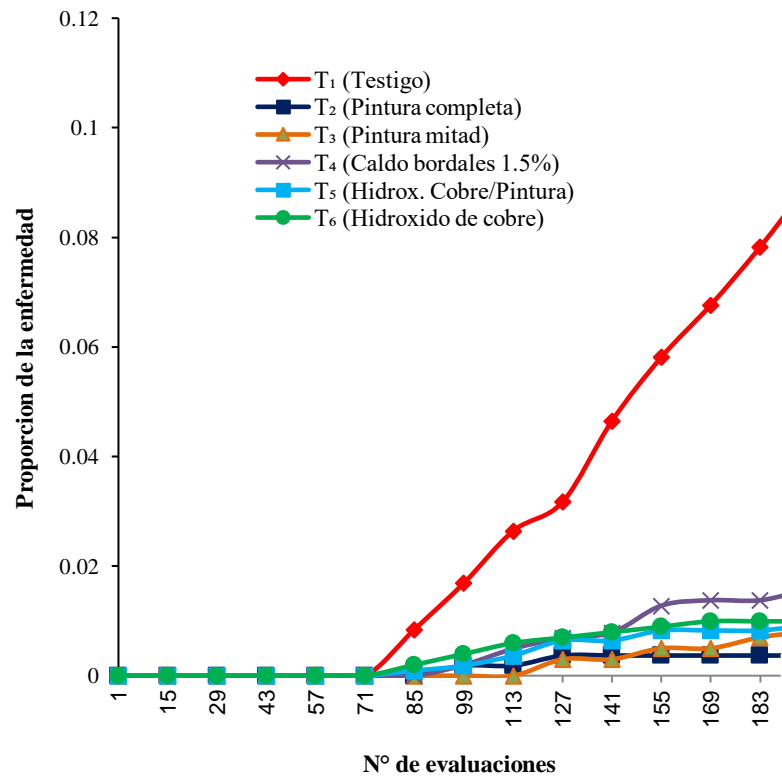
Tabla 6. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para tasa de progreso (TASA) y para el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE) de moniliasis y mazorquero.

CLAVE	TRATAMIENTO	MONILIASIS		MAZORQUERO	
		TASA	ACPE	TASA	ACPE
1	T1 (Testigo)	0,0107 a	10,2897 a	0,0160 a	26,3995 a
2	T2 (Pintura completa)	0,0051 c	0,5642 c	0,0117 c	4,2286 c
3	T3 (Pintura mitad)	0,0070 bc	0,7816 c	0,0126 c	8,7281 c
4	T4 (Caldo bórdales 1,5 %)	0,0082 b	1,8282 b	0,0141 b	15,0498 b
5	T5 (Hidrox. Cobre/Pintura)	0,0074 bc	1,1850 bc	0,0125 c	8,8922 c
6	T6 (Hidróxido de cobre)	0,0073 bc	1,3303 bc	0,0144 b	17,1408 b
C.V (%)		18,87	22,89	4,6	23,82

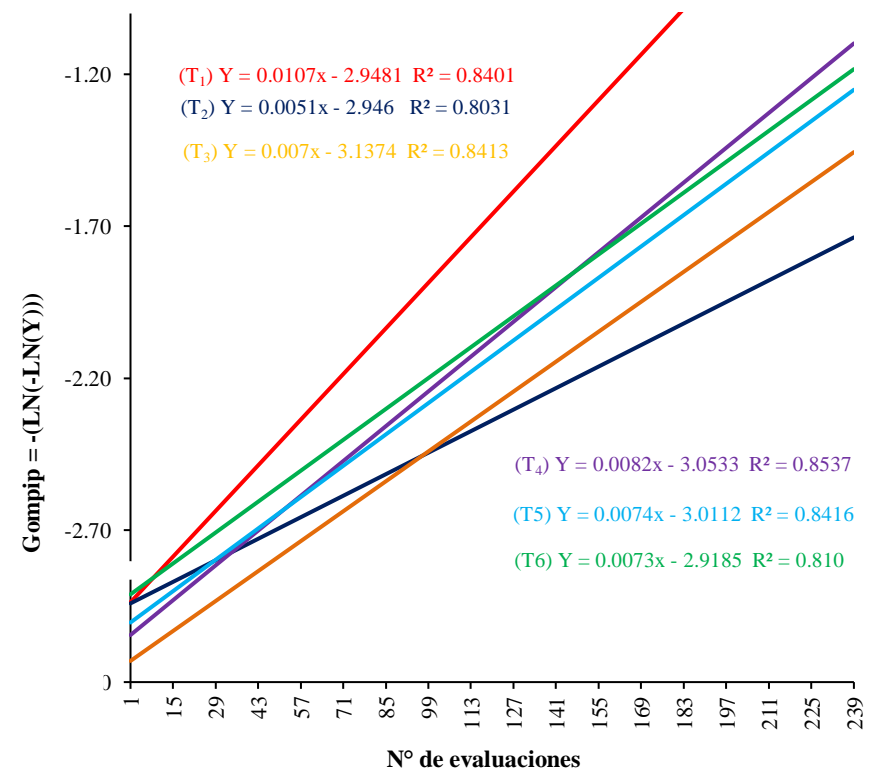
*Dato promedio de 15 plantas por parcela.

**En cada columna los promedios seguidos por la misma letra no difieren entre sí.

C.V Coeficiente de variabilidad

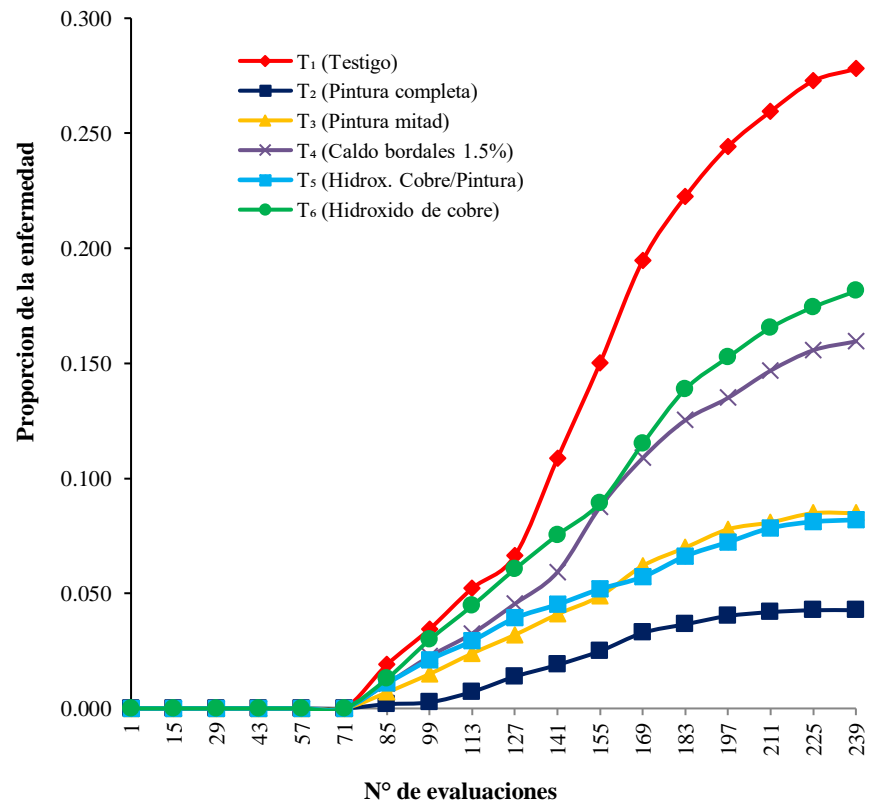


(a)

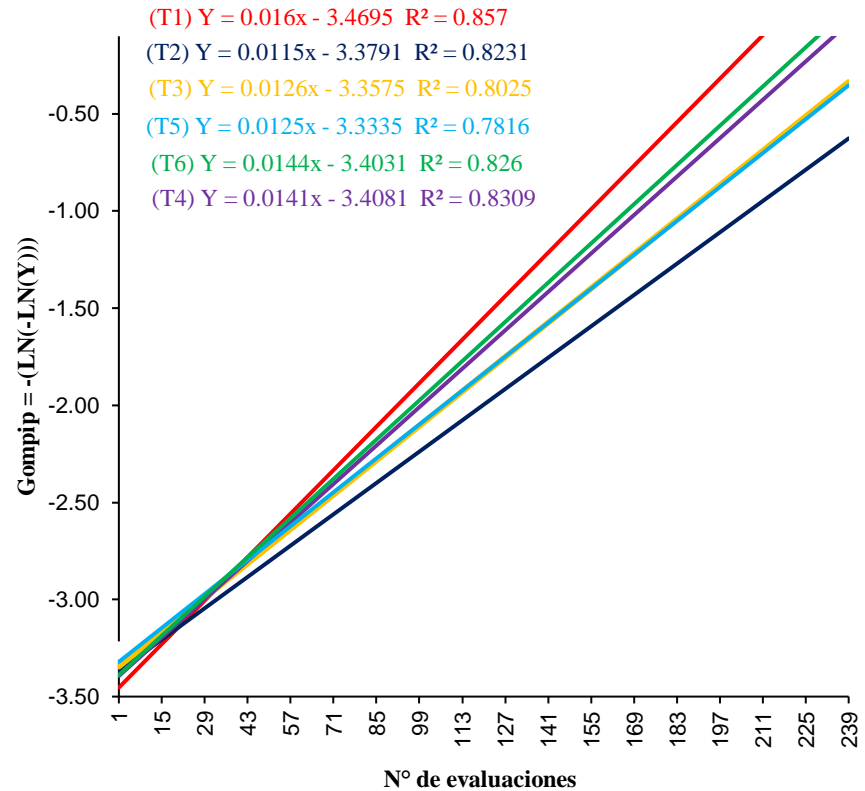


(b)

Figura 4. Curva de progreso de frutos atacados por Moniliasis. (a) Tasa de progreso de frutos atacados por Moniliasis por lineación de la transformación Gompit. (b).



(a)



(b)

Figura 5. Curva de progreso de frutos atacados por Mazorquero. (a) Tasa de progreso de frutos atacados por Mazorquero por lineación de la transformación Gompit (b).

V. CONCLUSIONES

1. En una plantación clonal de cacao con manejo técnico y realizando la remoción de frutos enfermos frecuentemente, se obtuvieron buenas producciones; siendo que entre los tratamientos T1 (sin aplicación de fungicidas) T2, T3, T4, T5 y T6 (con aplicación de fungicidas cúpricos y/o pintura calcica cuprica) no se encontró diferencias significativas estadísticamente, alcanzando producciones de entre 1 525,77 Kg. a 1 755,38 Kg. en los tratamientos, con una producción promedio general de 1 586,00 Kg./há.
2. En todos los tratamientos en estudio se obtuvieron un muy bajo nivel de incidencias de enfermedades (entre 1 a 11 %). Mayores incidencias se obtuvieron en frutos con moniliasis, alcanzando mayor porcentaje (10,5 %) en el tratamiento T1 (sin aplicación de fungicidas), difiriendo estadísticamente de los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6 (con aplicación de fungicidas cúpricos y/o pintura calcica cuprica), que alcanzaron porcentajes de entre 0,5 a 4,5 %. Incidencias de frutos enfermos de pudrición parda y de escoba de bruja fueron insignificantes.
3. Mayores infestaciones por Mazorquero (27 %) fueron obtenidas en el tratamiento T1 (sin aplicación de fungicida), difiriendo estadísticamente de los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6 (con aplicación de fungicidas cúpricos y/o pintura calcica cuprica), que alcanzaron porcentajes de entre 4,23 a 18,14 %. Todavía, los tratamientos T2 (con aplicación de pintura cálcica cúprica completa), T3 (con aplicación de pintura cálcica cúprica mitad) y T5 (con aplicación de hidróxido de cobre y pintura cálcica cúprica mitad) tuvieron porcentaje, TASA y ACPE menores y significativamente iguales entre ellos, en comparación a los tratamientos T4 y T6 que fueron mayores.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. En la plantación clonal de cacao es importante aplicar un manejo integrado técnico cultural a la plantación como podas de árboles de sombra y de cacao, deshierbos, drenes, abonamientos, remoción frecuente de frutos afectados, cosechas oportunas y tratamientos de residuos, para así obtener buenas producciones y reducir las incidencias de enfermedades y plagas.
2. La remoción de frutos enfermos en forma frecuente en la parcela de cacao y durante todo el periodo de la campaña agrícola ha demostrado eficiencia en este estudio en la reducción de enfermedades y plagas y obtención de mayor cantidad de frutos sanos y de producción de granos.
3. De acuerdo al análisis de cada plantación clonal de cacao debe decidirse si se usa o no fungicidas cúpricos, en sus diferentes formulaciones existentes en el mercado, basados en los resultados de experimentación como los de este estudio.
4. En la evaluación de frutos infestados por mazorquero debe tenerse mucho cuidado al cuantificar para no superestimar sus daños, ya que no necesariamente las picaduras externas iniciales presentes, corresponden que el fruto está totalmente dañado, ya que se pueden aprovecharse las almendras, como demostrado en este trabajo.

VII. REFERENCIAS

- Adriazola, J.L. 2003. *Producción del alimento de los dioses (Theobroma cacao L.)*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú.
- Agrios, G. N. 1995. *Fitopatología*. Ed. Limusa. México.
- Aime, M.C. y Phillips-Mora, W. 2005. The causal agents of Witches Broom and frosty pod rot of cacao (Chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Micologia*, 97: 1012-1022.
- Andebrhan, T. & Rudgard. 1983. Epidemiology and control of witches' broom disease *Crinipellis pernicioso* (Stahel) singer of cacao (*Theobroma cacao L.*). XVI Congreso Brasileiro de Fitopatología, 13 – 16 junio, Brasil. Pp. 1-35.
- Aranzazu, H.F. 1989. Informe de resultados de epidemiología comparativa. Proyecto internacional de escoba de bruja. ICA, Colombia.
- Baker, E & Hollyday, P. 1957. Witche's broom disease of cacao (*Marasmius pernicioso*) (Stahel). Commonwealth Mycological Institute of Phytopathology Paper. N° 2 London.
- Calzada, B.J. 1986. *Métodos estadísticos para la investigación*. 5^{ed}. Ed. Milagros. Lima.
- Cubillos, G. 2013. *Manuel del perforar de la mazorca del cacao Carmenta Foraseminis* (Busck) Eichlin. Medellin. Colombia.
- Cruz A. 2004. El caldo bordelés. Preparación y usos [en línea]. Chillán: Informativo INIA Quilamapu. no. 84. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/4130> (Consultado: 26 junio 2022).
- Chávez, M. J. 1993. *Efecto de la poda fitosanitaria y la aplicación de funguicida sobre la incidencia de enfermedades en cacao en una plantación rehabilitada*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María.
- Delgado, J.C. y Suárez, C. 1993. *Moniliasis del cacao*. FUNDAGRO. INIAP. Documento Técnico 10.
- Delgado, C.; Balcazar, L.; Couturier, G. y Nazario, N. 2017. *Carmenta foraseminis* Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae), a new cacao pest in Peru. *Journal of Biology and Nature* 8(1), 1-5.
- Eichlin, T. D. 1995. A new pamanian clearwing moth (Sesiidae: Sesiinae). *Journal of the Lepidopterists Society* 49, 39-42.

- Espinosa, J.; Mite, F.; Cedeño, S.; Barriga, S. y Andino, J. 2010. Manejo por sitio específico del cacao basado en sistemas de información geográfica. *Infoagro n° 60*, Guayaquil.
- Evans, H. C. 1981a. Witches broom disease. A case study. *Cocoa Growers Boletín* 32: 5 – 19.
- Evans, H. C. 1981b. Pod Rot of cacao caused by *Moniliophthora (Monilia roreri)* kew, Surrey. England Commonwealth Mycological Institute. *Phytopathological Papers* No. 24. 24 p.
- Evans, H. C. 2016a. *Frosty Pod Rot (Moniliophthora roreri)*. IN: Baily, B.A. y Meinhardt, Z.W. Cacao diseases. A history of old enemies and new encounters. Springer.
- Evans, H. C. 2016b. Witches broom disease (*Moniliophthora perniciosa*): History and biology. IN: Baily, B.A. y Meinhardt, Z.W. Cacao diseases. A history of old enemies and new encounters. Springer.
- Fachin, G.; Pinedo, K.; Vasquez, J.; Flores, E.; Doria, M.; Alvarado, J. y Bellido, J. J. (2019). Factores ambientales y su relación con la incidencia de *Carmentis foraseminis* (Busck) Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) en frutos de *Theobroma cacao* en San Martín. *Boletín Científico Centro De Museos De Historia Natural*, 23(2), 133-146.
- Galindo, J.J. 1987. La moniliasis del cacao en Centroamérica. IN. plagas y enfermedades de carácter epidémico en cultivos tropicales de la región centroamericana. Ed. J. Pinochet. Turrialba, CATIE. *Boletín técnico* 110, 7-16.
- Gregory, P.H. 1974. Cocoa: The importance of black pod disease. *Journal of the Agricultural Society of Trinidad y Tobago* 72(2),155-160.
- Hernández, T.; Aránzazu, F.; Arévalo, E. y RIOS, R. 1990. La moniliasis del cacao en el Perú. *Agrotropica* 2(1), 56 – 58.
- Jambo, C. 2017. Eficiencia de frecuencias de remoción de frutos enfermos y de fungicida cúprico en el control de enfermedades e incremento de producción en plantaciones clonales de cacao CCN-51 en Tocache. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva] Tingo Maria.
- León, D. 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. IICA. San José, Costa Rica.
- Luna, B. 2023. Control de enfermedades en frutos de *Theobroma cacao* (Cacao) clon CCN-51 en una parcela de producción convencional mediante la aplicación de

- fungicidas. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva] Tingo María.
- Marchal, F.; Alcántara, E.; Roca F, L.; Bonet, J. y Traperó, A. 2003, Evolución de los fungicidas cúpricos en las hojas del olivo. Dpto. de Agronomía. Universidad de Córdoba. ISAGRO. España.
- Mezones, I.; Egoavil, G.; Gil, J., y Fretel, G. 2018. Incidencia de *Carmenta foraseminis* Eichlin 1995 y de las principales enfermedades del fruto de *Theobroma cacao* L. en tres caseríos de Leoncio Prado, Huánuco. Resumen científico de la LVX Convención Nacional de Entomología. Tingo María.
- Ministerio de Agricultura y Riego. 2016. *Estudio del cacao en el Perú y el mundo*. MINAGRI. Lima.
- Moreno, G.S. 1993. Biología de los patógenos que infectan frutos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*). [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María.
- Morón, R.S. 2018. Evaluación de la Incidencia de enfermedades en frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN 51 en una plantación de producción orgánica. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María.
- Muñoz, J.; Vásquez, Y. y Muriel, S., 2017.- Estimación de pérdidas generadas por *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) en el grano comercial de cacao (*Theobroma Cacao* L.) y registro de controladores biológicos en la granja “Rafael Rivera”, San Jerónimo (Antioquia-Colombia). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 17(2), 29-36.
- Ploetz, R. 2016. The impact of diseases on cacao production: A global overview. IN. Baily, B.A. y Meinhardt, Z.W. Cacao diseases. A history of old enemies and new encounters. Springer.
- Porras, V. H. y Sanchez, L.J. 1991. *Enfermedades del cacao*, IICA PROCACAO. Fascículo N° 5 Serie: Tecnología, Comunicación y Desarrollo, La Lima.
- Phillips-Mora, W. 2003. Origen, biogeography, genetic diversity and taxonomic affinities of the cacao fungus *Moniliophthora roreri* as determined using molecular. Phytopathological and morpho-physiological evidence. [Tesis Doctoral. University of Reading]. UK.
- Ramírez, A.B. 2018. Técnica para el control de enfermedades y plagas en el cultivo de cacao con la aplicación de pintura cálcica cúprica. IN. LX Convención Nacional de Entomología. 05-08 noviembre. Tingo María.

- Ríos-Ruiz y Valderrama. 1992. Eficiencia de fungidas a base de cobre en el control de enfermedades en frutos de cacao. In. XI Congreso Peruano de Fitopatología. Lima.
- Ríos-Ruiz, R.A.; Jambo, C.E, y Quispe, V.L. 2018. Efecto de la poda fitosanitaria y la remisión de frutos infestados en el control del mazorquero *Carmenita foraseminis* (Busck) Eichlin y otras enfermedades en plantaciones adultas de cacao en Tingo María y Tocache. IN. LX Convención Nacional de Entomología. 05-08 de noviembre 2018. Tingo María.
- Ríos- Ruiz, R. 2004. Epidemiología e manejo da moniliase do cacau no Perú. [Tesis Doctoral en Fitopatología. Universidad Federal de Viçosa]. Brasil.
- Rondón, J. R. 1985. *Control integral de enfermedades de cacao*. Programa de cacao del Instituto Colombiano Agropecuario. ICA-CRS – Urabá. Colombia.
- Silva Neto, 2001. *Sistema de produção de cacau para a Amazonia Brasileira*. Ministerio da Agricultura e do abastecimento. CEPLAC. Belém.
- Soberanis, A, 1999. *Remoción de frutos enfermos para el control de la moniliasis y otras enfermedades del cacao en Tingo María*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María.
- Valderrama, A. 1990. *Evaluación de la eficiencia de fungicidas a base de cobre en el control de enfermedades en frutos de cacao*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María.
- Vásquez, V. 1991. *Epidemiología de la escoba de bruja (*Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer) del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tingo María*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María.
- Wood, G. A. 1982. *Cacao*. Trad. Por Antonio Marino. Ambrosio. Mexico – CECOSA.
- SERFI. 2011. Ficha técnica de fungicidas orgánicos. Perú.
- Surujdeo-Maharaj, S.; Sreenivasam, T.H.; Motilal, L.A. and Umaharan, P. 2016. Black pod and other phytophthora induced disease of cacao: History, Biology and Control. IN. Baily, B.A. y Meinhardt, Z.W. Cacao diseases. A history of old enemies and new encounters. Springer.

ANEXO

Tabla 7. Resumen de análisis de varianza del peso de almendra húmeda y seca por parcela.

Fuente de variación	G.L	Cuadrados medios					
		Almendra por parcela				Almendra seca kg/ha	
		Húmedo (kg)		Seco (kg)			
Tratamientos	5	37,54167	NS	6,006667	NS	32951,86	NS
Bloques	3	227,8194	NS	36,45111	NS	199968,4	NS
Error	15	89,38611		14,30178		78457,32	
Total	23	17,66		17,66		17,66	

S: Significativo al nivel de 5% de probabilidad por la prueba F.

AS: Altamente significativo al nivel de 5% de probabilidad por la prueba F.

NS: No significativo.

C.V Coeficiente de variabilidad

Tabla 8. Resumen de análisis de varianza del número de frutos en relación con las plagas y enfermedades.

Fuente de variación	G.L	Cuadrados medios											
		Total (sanos + enfermos)		Total sanos		Monilia ^{1/}		Pudrición parda ^{1/}		Escoba de bruja ^{1/}		Carmenta ^{1/}	
Tratamientos	5	778,675	NS	6693,642	S	7,29834	AS	0,179324	AS	0,062484	NS	11,3741	AS
Bloques	3	5240,819	NS	3463,819	NS	0,077111	NS	0,071915	NS	0,079193	NS	0,981315	NS
Error	15	1674,519		1507,286		0,103291		0,023262		0,03588		0,516722	
CV (%)	23	15,96		18,05		13,62		12,92		17,57		12,57	

^{1/}: Para el análisis de varianza y prueba de significación los datos previamente fueron transformados por $\sqrt{x + 1}$

S: Significativo al nivel de 5% de probabilidad por la prueba F.

AS: Altamente significativo al nivel de 5% de probabilidad por la prueba F.

NS: No significativo.

C.V Coeficiente de variabilidad

Tabla 9. Resumen de análisis de varianza de la infección de frutos en relación con las plagas y enfermedades.

Fuente de variación	G.L	Cuadrados medios									
		Sanos		Moniliasis ^{1/}		Pudrición parda ^{2/}		Escoba de bruja ^{2/}		Mazorquero ^{1/}	
Tratamientos	5	615,9411	AS	3,791848	AS	0,063212	AS	0,019374	NS	5,47068	AS
Bloques	3	7,079298	NS	0,027144	NS	0,02377	NS	0,020393	NS	0,08043	NS
Error	15	10,54789		0,06326		0,009935		0,010229		0,174993	
CV (%)	23	3,1		19,13		8,95		9,7		11,81	

^{1/}: Para el análisis de varianza y prueba de significación los datos previamente fueron transformados por \sqrt{x}

^{2/}: Para el análisis de varianza y prueba de significación los datos previamente fueron transformados por $\sqrt{x + 1}$

S: Significativo al nivel de 5% de probabilidad por la prueba F.

AS: Altamente significativo al nivel de 5% de probabilidad por la prueba F.

NS: No significativo.

C.V Coeficiente de variabilidad

Tabla 10. Análisis de varianza para tasa de progreso Y para el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y Mazorquero (*Carmentia forasemins*), removidos de 15 plantas en cada tratamiento..

FUENTE DE VARIACION	G.L	MONILIASIS				MAZORQUERO			
		TASA		ACPE		TASA		ACPE	
Tratamientos	5	1,40E-05	AS	56,6151	AS	1,00E-05	AS	249,5717	AS
Bloques	3	2,10E-06	NS	0,3055	NS	1,70E-07	NS	3,7847	NS
Error	15	2,30E-06		0,3747		4,10E-07		10,2044	
CV (%)	23	19,87		22,89		4,6		23,82	

^{1/}: Para el análisis de varianza y prueba de significación los datos previamente fueron transformados por $\sqrt{x + 0.5}$

S: Significativo al nivel de 5% de probabilidad por la prueba F.

AS: Altamente significativo al nivel de 5% de probabilidad por la prueba F.

NS: No significativo.

C.V Coeficiente de variabilidad.

TRATAMIENTOS

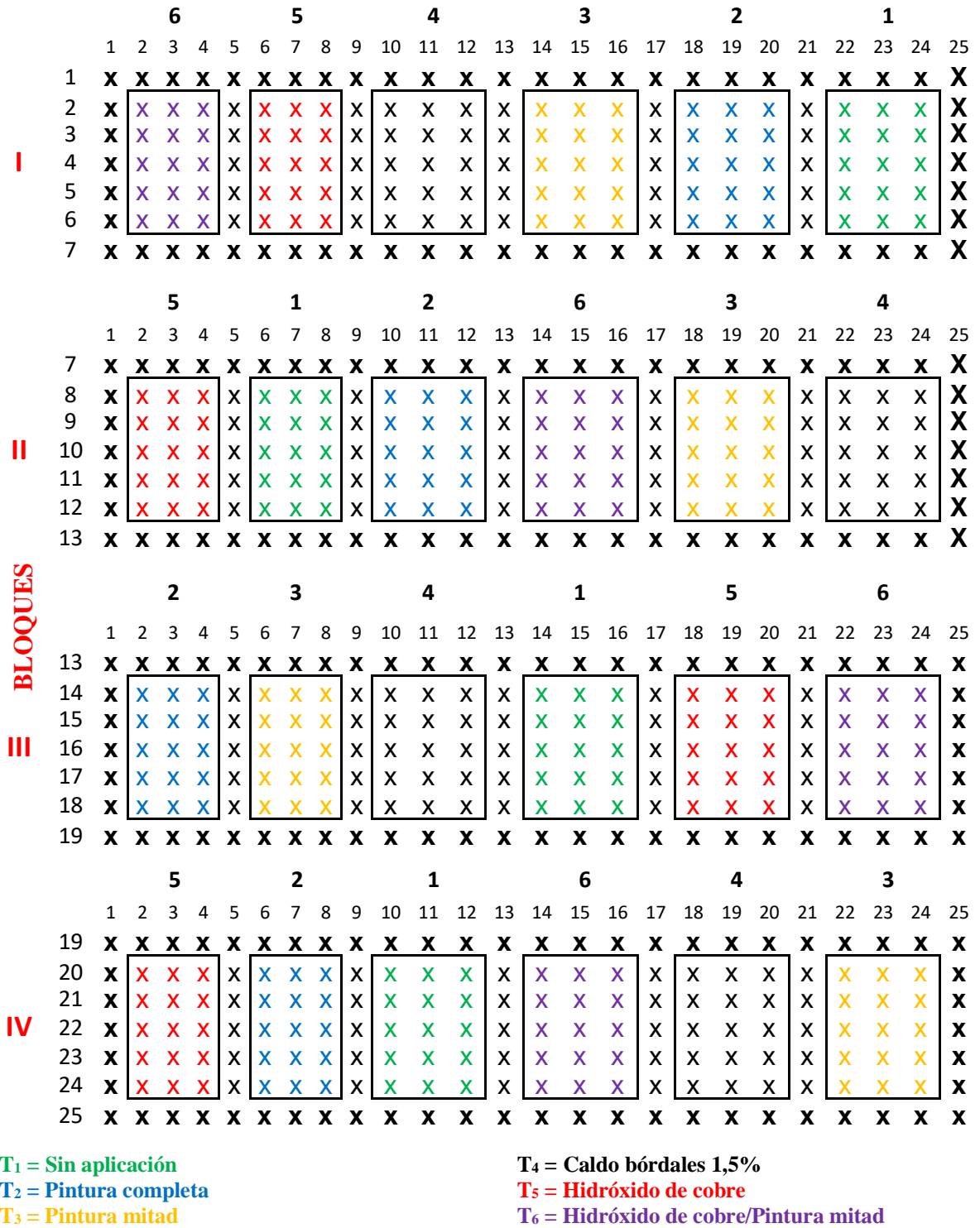


Figura 6. Croquis del campo experimental.



LASA TINGO MARÍA

Laboratorio de análisis de Suelos y Agua

A.V. Asunción Saldaña Lt. 34 Telf. 999250084 – 969655735 Correo: Lasatingomaria@gmail.com

SOLICITANTE:	Urias Vasquez Vargas		FECHA ANÁLISIS:	12-oct-2018		
PROCEDENCIA:	Dist. Naranjillo Santa Rosa de Shapachiilla Fundo ISSA	CULTIVO	CACAO	CODIGO DE MUESTRA	M118	
REFERENCIA:	Cacao		EDAD DEL CULTIVO	5 AÑOS		
CÓDIGO REGIONAL	REGIÓN	Huánuco	CLIMA:	CÁLIDO	MUESTRA N°:	M1

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE SUELO

ANÁLISIS DE FERTILIDAD												
	PH	M.O (%)	N Total	Fósforo (p.m.m.)	K ₂ O (p.m.m.)	Aluminio (meq/100 g)	Potasio (meq/100g)	Calcio (meq/100g)	Magnesio (meq/100g)	Sodio (meq/100g)	H ⁺ (meq/100g)	% Bases Cambiables
RESULTADO	4.43	1.40	0.07	5.61	198.00	3.21		2.61	1.11		1.51	44.08
VALORACIÓN	Extremadam ente ácido	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Possible toxicidad Al. Encalar. Corroborar con otros criterios.	x	Bajo	Bajo	x	x	Muy alto

ELEMENTOS MENORES							OTRAS DETERMINACIONES				
	Br	Cu	Mn	Fe	Zn	Mo	CIC (meq/100 g)	C.E. (mmhos/cm)	CIC efectiva (meq/100 g)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva	% Acidez Cambiable
RESULTADO									8.44	38.03	55.92
Valoración	x	x	x	x	x	x	x	x	-	Tóxico para plantas tolerantes	-

RELACIONES ENTRE CATIONES						TEXTURA			
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K	(Ca+Mg+K) / Al	% DE ARCILLA	% DE LIMO	% DE ARENA	CLASE TEXTURAL
RESULTADO	2.35	x	x	x	1.16	22	32	46	Franco
Valoración	IDEAL	x	x	x	No hay problemas con aluminio				

LASATINGOMARIA DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUA
 LASA TINGO MARÍA EIRL
 Dr. José Wilfredo Zarza Solorzano
 JEFE DE LABORATORIO

LASA TINGO MARÍA
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUA
 ARIZA SABINO Daniel André
 REPRESENTANTE LEGAL

Figura 7. Análisis físico – químico de la parcela experimental.