

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**CONTROL DE LAS PRINCIPALES PLAGAS EN FRUTOS DE *Theobroma cacao*
(CACAO) CLON CCN-51 EN PLANTACIÓN DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA,
ALTO PENDENCIA**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

TEOFILA AQUINO CAMACHO

ASESOR:

OSCAR ESMAEL CABEZAS HUAYLLAS

Tingo María – Perú

2022



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 del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 009 -2022-FA-UNAS

BACHILLER : TEOFILA AQUINO CAMACHO

TÍTULO : "CONTROL DE LAS PRINCIPALES PLAGAS EN FRUTOS DE *Theobroma cacao* (CACAO) CLON CCN-51 EN PLANTACIÓN DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA, ALTO PENDENCIA"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : M.Sc. JOSÉ LUIS GIL BACILIO
VOCAL : M.Sc. MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES
VOCAL : M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP

ASESOR : Ing. OSCAR ESMael CABEZAS HUAYLLAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 02/09/2022

HORA DE SUSTENTACIÓN : 4:00 pm.

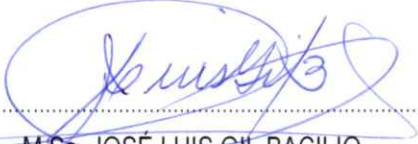
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala audiovisual- Facultad de Agronomía

CALIFICATIVO : Muy Bueno

RESULTADO : Aprobado

OBSERVACIONES A LA TESIS : En hoja adjunta

Tingo María, 02 de setiembre de 2022


M.Sc. JOSÉ LUIS GIL BACILIO
PRESIDENTE


M.Sc. MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES
VOCAL

NO ASISTIO

M.Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
VOCAL


Ing. OSCAR ESMael CABEZAS HUAYLLAS
ASESOR



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 134 - 2025 - 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 |
|---|------------------------|---------------------------------|
| CONTROL DE LAS PRINCIPALES PLAGAS EN FRUTOS DE Theobroma cacao (CACAO) CLON CCN-51 EN PLANTACIÓN DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA, ALTO PENDENCIA | TEOFILA AQUINO CAMACHO | 18 % Dieciocho |

Tingo María, 14 de mayo de 2025



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 AGRONOMÍA



CONTROL DE LAS PRINCIPALES PLAGAS EN FRUTOS DE *Theobroma cacao* (CACAO) CLON CCN-51 EN PLANTACIÓN DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA, ALTO PENDENCIA

| | |
|----------------------------------|---|
| Autor | : Bach. Teófila Aquino Camacho |
| Asesor | : M. Sc. Oscar Esmael Cabezas Huayllas |
| Programa de investigación | : Cultivos tropicales / Fitosanidad |
| Línea de investigación | : Manejo integrado de pestes |
| Eje temático | : Plagas del cultivo de cacao |
| Lugar de ejecución | : Alto Pendencia |
| Duración del trabajo | : 12 meses |
| Financiamiento | : S/. 5 500,00 |

Tingo María - Perú – Abril, 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

VICERRECTOR DE INVESTIGACION
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

“Promoviendo la Calidad de la Investigación”

**FORMATO PARA REGISTRAR EL PROYECTO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO UNIVERSITARIO**

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la selva
Facultad : Agronomía
Escuela profesional/ : Agronomía
Departamento Académico
Título de la tesis : Control de las principales plagas en frutos de *Theobroma cacao* (cacao) clon CCN-51 en plantación de producción orgánica, Alto Pendencia
Objetivo general : Evaluar el efecto del control de *C. foraseminis* por medio de la implementación de prácticas agronómicas para el control de enfermedades.
Autor de la tesis : Teófila Aquino Camacho
DNI : 48426786
Correo electrónico : teofila.aquino@unas.edu.pe
Asesor : M. Sc. Oscar Esmael Cabezas Huayllas
Área de investigación : Cultivos tropicales / Fitosanidad
Grupo de investigación : Diagnostico fitosanitario y bioinsumos
Línea de investigación : Diagnostico, evaluación y manejo integrado de fitopatógenos, insectos plaga y arvenses en especies agrícolas y forestales.
Lugar de ejecución : Alto Pendencia
Fecha inicio : Noviembre de 2016
Fecha término : Noviembre de 2017
Presupuesto : S/. 5 500,00
Financiamiento : Propio (X) FIF () Externo ()

Según: **Resolución:** N° 461-2023-R-UNAS y Resolución: N° 295-2023-R-UNAS

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 sobrepasar los obstáculos que la vida nos antepone.

A mis queridos padres Félix Aquino Peña y Felicitas Camacho Estrada, y a mis apreciados hermanos que con su esfuerzo y ejemplo me apoyan en mi formación personal, académica y por inculcarme los valores y sus deseos de verme realizada profesionalmente.

A mi hija, Milagritos Muñoz Aquino que desde el cielo me ilumina, y a Korqui Muñoz Tineo por su apoyo incondicional.

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 mis queridos padres y hermanos por su apoyo moral y económico que hicieron durante todo el desarrollo del trabajo de investigación.
- A M. Sc. Oscar Esmael Cabezas Huayllas, asesor de la presente tesis, por su apoyo en la elaboración, ejecución y culminación.
- A los miembros de jurado: Blgo. M. Sc. José Luis Gil Basilio (Presidente), Ing. M. Sc. Miguel Anteparra Paredes (Miembro) e Ing. M. Sc. Giannfranco Egoavil Jump (Miembro), por las acertadas sugerencias para culminar de manera exitosa en presente trabajo de investigación
- A mis compañeros de estudios, Leiver Carrión Usquiano, Nehemías Granados Domínguez, Eber Gonzales Sobrados, David Pino Salazar, Gliden Gutiérrez Campos, por su apoyo en las evaluaciones y la aplicación de productos fúngicos.

ÍNDICE

| | Página |
|--|--------|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. El cultivo de cacao | 3 |
| 2.1.1. Origen del cacao | 3 |
| 2.1.2. Taxonomía del cacao | 3 |
| 2.1.3. Distribución del cacao..... | 3 |
| 2.1.4. Zonas de producción del cacao en el Perú | 4 |
| 2.1.5. Generalidades del cultivo de cacao..... | 4 |
| 2.1.6. El clon CCN-51 | 5 |
| 2.2. Plagas del cultivo de cacao | 5 |
| 2.2.1. <i>Carmenta foraseminis</i> (Busck) Eichlin..... | 5 |
| 2.2.2. <i>Carmenta theobromae</i> (Busk) | 6 |
| 2.2.3. Reportes de <i>C. foraseminis</i> y <i>C. theobromae</i> en el Perú | 6 |
| 2.3. Enfermedades de los frutos del cacao | 7 |
| 2.3.1. Moniliasis..... | 7 |
| 2.3.2. Escoba de bruja..... | 8 |
| 2.3.3. Mazorca negra (<i>Phytophthora</i> sp.) | 8 |
| 2.4. Generalidades de los productos a emplear | 9 |
| 2.4.1. Entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill | 9 |
| 2.4.2. Caldo bordelés | 10 |
| 2.4.3. Caldo sulfocálcico..... | 11 |
| 2.4.4. Embolsado (Fundas) | 12 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 13 |
| 3.1. Campo experimental | 13 |
| 3.1.1. Ubicación política y geográfica | 13 |
| 3.1.2. Registros meteorológicos | 13 |
| 3.2. Material y métodos | 14 |
| 3.2.1. Metodología | 14 |
| 3.2.2. Tratamientos en estudio | 15 |

| | | |
|---|---------------------|----|
| 3.2.3. Diseño estadístico | ÍNDICE | 16 |
| 3.2.4. Aplicación de los productos..... | | 16 |
| 3.2.5. Calibración del equipo y gasto de agua | | 16 |
| 3.2.6. Variables evaluadas | | 16 |
| 3.2.7. Análisis de rentabilidad..... | | 19 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | 20 |
| 4.1. De la incidencia de enfermedades..... | | 20 |
| 4.1.1. Incidencia en frutos enfermos verdes removidos..... | | 20 |
| 4.1.2. Porcentaje de eficacia de control de los tratamientos | | 25 |
| 4.1.3. Número y porcentaje de frutos enfermos y mazorquero del cacao en frutos maduros | | 26 |
| 4.1.4. Área debajo de la curva del progreso de la enfermedad (ADCPE) y tasa de progreso de la enfermedad para frutos maduros | | 29 |
| 4.2. De la pérdida de la producción | | 37 |
| 4.3. Relación de los factores meteorológicos con el comportamiento de las enfermedades | | 39 |
| V. CONCLUSIONES | | 46 |
| VI. PROPUESTAS A FUTURO | | 47 |
| VII. REFERENCIAS..... | | 48 |
| ANEXOS | | 55 |

ÍNDICE DE TABLAS

| Tabla | Página |
|--|--------|
| 1. Datos agrometeorológicos durante el periodo del experimento..... | 14 |
| 2. Descripción de los tratamientos en estudio..... | 15 |
| 3. Análisis de variancia para el número de frutos enfermos (E) verdes, con <i>M. roreri</i> (moniliasis), <i>M. perniciosa</i> (escoba de bruja) y <i>Phytophthora</i> sp. (pudrición parda), removidos de nueve plantas en cada tratamiento | 22 |
| 4. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para el número de frutos enfermos y con <i>C. foraseminis</i> , en nueve plantas evaluadas en cada tratamiento..... | 22 |
| 5. Proyección de la pérdida en rendimiento de grano seco por hectárea del número de frutos verdes removidos por presentar daños por enfermedades y <i>C. foraseminis</i> | 23 |
| 6. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para el número y porcentaje de frutos cosechados sanos, enfermos y con <i>C. foraseminis</i> en promedio para nueve plantas | 28 |
| 7. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para el número y porcentaje de frutos enfermos y con <i>C. foraseminis</i> en promedio para nueve plantas | 28 |
| 8. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad total (ADCPE), de moniliasis (<i>M. roreri</i>), escoba de bruja (<i>C. perniciosa</i>), pudrición parda (<i>Phytophthora</i> sp.) y mazorquero del cacao (<i>C. foraseminis</i>)..... | 30 |
| 9. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para la tasa de progreso de la enfermedad total de moniliasis (<i>M. roreri</i>), escoba de bruja (<i>C. perniciosa</i>), pudrición parda (<i>Phytophthora</i> sp.) y mazorqueo del cacao (<i>C. foraseminis</i>) | 31 |
| 10. Proyección de frutos sanos por planta y la pérdida en rendimiento de grano seco por hectárea por presentar daños por enfermedades y mazorquero del cacao | 38 |
| 11. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para frutos sanos por planta y la pérdida en rendimiento de grano seco por hectárea por presentar daños por enfermedades y mazorquero del cacao | 38 |
| 12. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio | 45 |
| 13. Ficha de evaluación..... | 57 |
| 14. Número total de frutos sanos y enfermos (S+E) - Verdes | 64 |
| 15. Número total de frutos sanos (S) - Verdes..... | 64 |
| 16. Número total de frutos enfermos (E) - Verdes..... | 64 |
| 17. Número de frutos con escoba de bruja – Verdes | 64 |
| 18. Número de frutos con pudrición parda – Verdes..... | 65 |

| | |
|--|----|
| 19. Número de frutos con monilia - Verdes..... | 65 |
| 20. Número de frutos con Carmenta foraseminis - Verdes..... | 65 |
| 21. Número total de frutos (S +E + I) - Maduros | 65 |
| 22. Número de frutos sanos (S) - Maduros | 66 |
| 23. Número de frutos enfermos (E) - Maduros..... | 66 |
| 24. Número de frutos enfermos con monilia - Maduros | 66 |
| 25. Número de frutos enfermos con escoba de bruja - Maduros | 66 |
| 26. Número de frutos enfermos con pudrición parda - Maduros..... | 67 |
| 27. Número de frutos enfermos con mazorquero - Maduros | 67 |
| 28. Costo de producción anual por hectárea, del tratamiento testigo (T ₀)..... | 68 |
| 29. Costo de producción anual por hectárea del tratamiento (T ₁)..... | 69 |
| 30. Costo de producción anual por hectárea del tratamiento (T ₂)..... | 70 |
| 31. Costo de producción anual por hectárea del tratamiento (T ₃)..... | 71 |
| 32. Costo de producción anual por hectárea del tratamiento (T ₄)..... | 72 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Página |
|---|--------|
| 1. Ubicación geográfica del proyecto de investigación | 13 |
| 2. Evolución del porcentaje de frutos enfermos removidos en los tratamientos del 30 de noviembre 2016 al 15 de noviembre del 2017 | 24 |
| 3. Porcentaje de eficacia de los tratamientos evaluados, después de un mes y medio de la primera aplicación de productos | 26 |
| 4. Curva de progreso de la enfermedad de la totalidad de los frutos (A) y tasa de progreso de la enfermedad de frutos totales por linealización de la transformación Gompit (B)..... | 32 |
| 5. Curva de progreso de la enfermedad de frutos con moniliasis (<i>M. rozeri</i>) (A) y tasa de progreso de la enfermedad de frutos con moniliasis por linealización de la transformación Gompit (B)..... | 33 |
| 6. Curva de progreso de la enfermedad de frutos con escoba de bruja (<i>C. perniciosa</i>) (A) y tasa de progreso de la enfermedad de frutos con escoba de bruja por linealización de la transformación Gompit (B) | 34 |
| 7. Curva de progreso de la enfermedad de frutos con pudrición parda (<i>Phytophthora</i> sp.) (A) y tasa de progreso de la enfermedad de frutos con pudrición parda por linealización de la transformación Gompit (B)..... | 35 |
| 8. Curva de progreso de la enfermedad de frutos con <i>C. foraseminis</i> (A) y tasa de progreso de la enfermedad de frutos con <i>C. foraseminis</i> por linealización de la transformación Gompit (B) | 36 |
| 9. Comportamiento de las principales enfermedades en frutos verdes y su relación con los parámetros agrometeorológicos..... | 40 |
| 10. Comportamiento del mazorquero de cacao en frutos verdes y su relación con los parámetros agrometeorológicos | 41 |
| 11. Comportamiento de las principales enfermedades en frutos maduros y su relación con los parámetros agrometeorológicos..... | 42 |
| 12. Comportamiento del mazorquero de cacao en frutos maduros y su relación con los parámetros agrometeorológicos | 43 |
| 13. Croquis de la ubicación de los tratamientos y bloques, y distribución de las plantas en campo..... | 56 |
| 14. Identificación de frutos verdes con <i>C. foraseminis</i> | 58 |
| 15. Daño causado por <i>C. foraseminis</i> en frutos maduros | 58 |

| | |
|---|----|
| 16. Preparación de caldo sulfocálcico..... | 59 |
| 17. Preparación de caldo bordelés | 59 |
| 18. a. Embolsado de los frutos de cacao, b. Aplicación de <i>B. bassiana</i> | 60 |
| 19. a. Aplicación de caldo bordelés, b. Caldo sulfocálcico en los frutos de cacao..... | 60 |
| 20. Poda de repaso 03/02/2017 | 61 |
| 21. Apoyo en la poda de repaso por los alumnos de la promoción 2014 | 61 |
| 22. Frutos de cacao maduros, después de 4 meses del embolsado | 62 |
| 23. Resultado del embolsado de frutos de cacao | 62 |
| 24. Evaluación de los tratamientos en estudio..... | 63 |
| 25. Apoyo de los alumnos del curso de Fitopatología Tropical en la evaluación e identificación de daños por enfermedades y <i>C. foraseminis</i> | 63 |

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el sector Alto Pendencia, distrito de Daniel Alomía Robles, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para evaluar el efecto de control de los caldos bordelés y sulfocálcico, del embolsado de frutos y de *Beauveria bassiana* en el control de enfermedades y de *Carmenta foraseminis*, (mazorquero del cacao) y, determinar el costo beneficio de los tratamientos en estudio. Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar con cinco tratamientos y tres bloques. Para el procesamiento de datos se usó el programa Excel y programa estadístico InfoStat versión 2016. Las aplicaciones de los productos se realizaron en cuatro meses (abril a julio); las variables evaluadas fueron producción, porcentaje de incidencia e infestación, eficacia de control, área debajo de la curva de progreso de la enfermedad, progreso de la enfermedad y rentabilidad de los tratamientos. El caldo bordelés al 2 % y caldo sulfocálcico al 10 %, muestran diferencias estadísticas en la disminución del porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en 15,2 y 17,8 % respectivamente; e embolsado de frutos reduce significativamente el porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en 12,48 %, la incidencia de enfermedades en 10,8 % y presenta menor área debajo de la curva de progreso de la enfermedad y tasa de progreso de la enfermedad. *B. bassiana* no difiere significativamente con los caldos minerales en el control de *C. foraseminis*. El embolsado de frutos tuvo mayor rendimiento de grano seco con 1 642 kg/ha. El índice de rentabilidad es de 1,32.

Palabras claves: *Theobroma cacao*, caldos minerales, embolsado de frutos, *Beauveria bassiana*, *Carmenta foraseminis*.

ABSTRACT

The research was carried out in the Alto Pendencia sector, district of Daniel Alomía Robles, province of Leoncio Prado, department of Huánuco, to evaluate the control effect of Bordeaux and sulfocalcium mixtures, fruit bagging and *Beauveria bassiana* in the control of diseases and *Carmenta foraseminis*, (cocoa pod) and, determine the cost-benefit of the treatments under study. The Completely Randomized Block design was used with five treatments and three blocks. The Excel program and InfoStat statistical program version 2016 were used for data processing. The applications of the products were carried out in four months (April to July); The variables evaluated were production, percentage of incidence and infestation, control effectiveness, area under the disease progress curve, disease progress and profitability of the treatments. The 2 % Bordeaux broth and 10 % sulfocalcium broth show statistical differences in the decrease in the percentage of *C. foraseminis* infestation in 15,2 and 17,8 % respectively; and fruit bagging significantly reduces the percentage of *C. foraseminis* infestation by 12,48 %, the incidence of diseases by 10,8 % and presents a smaller area under the disease progress curve and disease progress rate. *B. bassiana* does not differ significantly with mineral broths in the control of *C. foraseminis*. Fruit bagging had a higher dry grain yield with 1 642 kg/ha. The profitability index is 1,32.

Keywords: *Theobroma cacao*, mineral broths, fruit bagging, *Beauveria bassiana*, *Carmenta foraseminis*.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú el cultivo de *Theobroma cacao* (cacao) es de gran importancia económica, así también lo es para el valle del Alto Huallaga, que después de haber sido considerado el principal productor de la hoja de coca en décadas pasadas, ahora gracias al esfuerzo de los propios productores ha pasado a ser un cultivo colonizador, su fomento es debido a las potencialidades que este ofrece desde el punto de vista social y económico. Existen más de 160 419 has cultivadas en producción de cacao en todo el Perú (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2019).

Sin embargo, existe una gran preocupación fundada ya que existe reportes de pérdidas económicas en frutos de cacao por los daños causados por el insecto plaga *Carnenta foraseminis* (Mazorquero) de 54,50 % (Mezones, 2019), de 34,4 % (Fachin et al., 2019) y de 21,07 a 10,07 % (Piundo, 2019); y dentro de las enfermedades con mayor impacto causados por hongos se tiene a *Moniliophthora roreri* (moniliasis), *Crinipellis pernicioso* (escoba de bruja) y *Phytophthora sp.* (pudrición parda) y se registran pérdidas de 20,8 % en la región de Huánuco (Cabezas et al., 2017) y en frutos cosechados se registró pérdidas de 15,11 % (Morón, 2018).

Para el control de plagas, dentro de un programa de manejo integrado de enfermedades se recomienda una serie de prácticas que se enmarcan en los métodos de control químico, biológico, cultural y genético. Además, se incluyen: podas (mantenimiento, fitosanitarias y rehabilitación), remoción de frutos enfermos en cada cosecha, aplicación programada de fungicidas o caldos minerales, aplicaciones de biocontroladores como *Trichoderma spp.* y aplicación de sustancias antiesporulantes a los restos de cosecha. Diferentes autores indican que estas prácticas reducen la incidencia de enfermedades en 15 a 30 %. Estas prácticas no se han probado en la incidencia del mazorquero de cacao.

En este contexto, se realizó el presente trabajo de investigación y se plantearon los objetivos siguientes:

Objetivo general:

- a. Evaluar el efecto del control de *C. foraseminis* por medio de la implementación de prácticas agronómicas para el control de enfermedades.

Objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de control de los caldos bordelés y sulfocálcico en el ataque del *C. foraseminis* sobre frutos de cacao.
2. Evaluar el efecto sanitario del embolsado de frutos de cacao en el control de enfermedades y de *C. foraseminis*.
3. Evaluar el efecto de la aplicación de *B. bassiana* en el control de *C. foraseminis*.
4. Determinar el costo beneficio de los tratamientos en estudio para un sistema de producción orgánica.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cultivo de cacao

2.1.1. Origen del cacao

El origen de *T. cacao* se ubica en los bosques tropicales de América del Sur en la cuenca media de los ríos Caquetá, Putumayo y Napo: afluentes del río Amazonas (Centro de Exportaciones e Inversiones Nicaragua [CEIN], 2012).

En la antigüedad se usaba el cacao para hacer bebidas, dulces y especialmente moneda (trueque) para poder adquirir nuevos bienes; esto aumentó la necesidad de una mayor producción y se comenzó a cultivar cacao en plantaciones bien mantenidas (Phillips, 2009).

Se encontró en el año 2002 restos de cacao fino aromático que evidenciarían la presencia de este producto hace 5 500 años de antigüedad en monumentos de la cultura Mayo-Chinchipec-Marañón; que comprende Ecuador hasta la selva peruana. Asimismo, [Quirino Olivera \(2010\)](#) reportó que, en Cajamarca, Perú encontró restos de cacao en una tumba de la alta jerarquía religiosa; lo que revelaría que la presencia de este cultivo en América del sur es más antigua que lo reportado en la cultura Maya y Azteca (2019).

2.1.2. Taxonomía del cacao

La clasificación taxonómica del cacao se presenta de la siguiente manera:

| | | |
|----------|---|---------------------------------------|
| Reino | : | Plantae |
| Subreino | : | Viridiplantae |
| Clase | : | Magnoliopsida |
| Orden | : | Malvales |
| Familia | : | Malvaceae |
| Género | : | Theobroma |
| Especie | : | <i>Theobroma cacao</i> (Piundo, 2019) |

2.1.3. Distribución del cacao

Almeida y Valle (2007) mencionan que el cacao está distribuido desde México hasta la Amazonia, lo que ha conllevado a una diversidad de cultivares que son capaces de responder y tolerar condiciones climáticas muy diversas.

La producción de cacao tiene lugar en los trópicos durante todo el año. Es cultivado comercialmente entre 20°N y 20°S desde el Ecuador, además se puede encontrar en

las latitudes subtropicales 23°N y 23°S. Crece desde el nivel del mar, preferentemente entre 500 y 800 metros por encima del nivel del mar (Paredes, 2015; citado por Jorge, 2018).

Los países productores de cacao más grandes del mundo son: Costa de Marfil, Ghana, Ecuador, Camerún, Nigeria, Indonesia, Brasil, Perú, República Dominicana, y Colombia, que representa el 94 % de la producción mundial. Perú ocupa el octavo lugar en producción, con una tasa de crecimiento promedio anual del grano de cacao de 12,6 % (MINAGRI, 2020).

2.1.4. Zonas de producción del cacao en el Perú

La producción de cacao en el año 2020 se incrementó en 6,9 % respecto al año anterior en 151 600 toneladas esto debido al incremento de la producción en los territorios de Ucayali, San Martín, Junín y Huánuco. Las regiones que concentran la mayor producción son San Martín 39,6 %, Junín 18,2 %, Ucayali 14,3 %, Huánuco 9,4 %, Cusco 4,8 %, Ayacucho 3,7 %, Pasco 2,6 % y Amazonas 2,2 %, estas 8 regiones representan el 94,8 % de la producción total del país. En el ámbito de la producción mundial de cacao en grano es liderada por Costa de Marfil, seguido por Ghana y Ecuador (MINAGRI, 2020).

2.1.5. Generalidades del cultivo de cacao

T. cacao pertenece a la familia Malvaceae; los árboles de cacao pueden alcanzar los 10 metros de altura. Los botones florales aparecen en las axilas de las hojas viejas, en los tallos y en las ramitas (Cauliflora). La planta puede florecer todo el año, a menos que haya sequías prolongadas o fluctuaciones extremas de temperatura. El fruto se desarrolla a partir de la flor durante 5 a 6 meses. Las flores suelen aparecer al comienzo de la temporada de lluvias y son polinizadas por insectos. El fruto de cacao tiene forma de pepino, de unos 15 a 25 cm de largo, de 8 a 10 cm de diámetro y de 300 a 500 g de peso. La pulpa tiene 20 mm de espesor, cubierta con una sustancia viscosa, de sabor amargo, con alto contenido de azúcar. El fruto contiene de 25 a 50 semillas almendradas, dispuestas en 5 u 8 filas largas (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador [MAGAP], 2006).

La precipitación pluvial óptima para el cultivo de cacao es de 1 500 a 2 500 mm con alto grado de distribución en todo el ciclo. La temperatura anual tiene un promedio que va desde 23 a 30 °C, siendo el óptimo 25 °C. La humedad relativa anual promedio debe ser de 70 % a 80 % (MINAGRI, 2016).

Actualmente existen pocas variedades de cacao genéticamente puras en este país. Esto se debe a que es el resultado de la unión de híbridos naturales agrupados en una

población conocida como, " Nacional x Trinitario". Botánicamente, el árbol del cacao tiene tres grandes grupos: Criollos, Forasteros y Trinitarios (Escobar, 2008).

2.1.6. El clon CCN-51

Según Carrión (2012) en 1960, Homero Castro en su finca "Theobroma" logró identificar varios híbridos con las cualidades optimas, entre los cuales estaba el ICS-95 y IMC-67 resultando de este cruce el CCN, que posteriormente se cruzó con un híbrido hallado por el Oriente ecuatoriano y denominado "Canelos" resultando al clon CCN-51, cuyo significado es "Colección Castro Naranjal". Los clones más utilizados por el INIAP son: CCN-51, ICS-6, ICN-95.

La siembra de CCN-51 actualmente es rentable, por las características de alta productividad, tolerancia a enfermedades y fácil adaptabilidad a diversas zonas tropicales. Posee un rendimiento de hasta 4 000 kg/ha de semilla seca, en una siembra de alta densidad. Además, tiene un alto porcentaje de grasa, lo que la hace muy apreciada en la industria, con un índice de grano de 1,54 g por semilla seca (Andino et al., 2005; citado por Carrión, 2012). En la década de los 90 el CCN-51 fue introducido al Perú por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, para la siembra, por su precocidad y buena aclimatación además de otras cualidades, y eso se ve reflejado actualmente en grandes extensiones cultivadas a lo largo de todo el Perú, desplazando a las variedades criollas o comunes (García et al., 2011).

2.2. Plagas del cultivo de cacao

Plaga es cualquier organismo vivo que causa perjuicio grave a los cultivos agrícolas, su presencia está condicionada por los malos manejos agronómicos (Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias [NIMF], 2010).

Las plagas insectiles limitan la producción debido a que producen daños de importancia económica considerable, en los tallos, raíces y frutos de plantas cultivadas. En la naturaleza existe una gran variedad de insectos defoliadores, barrenadores, picadores, chupadores y roedores, pero de ellos sedestaca la familia Sesiidae, en los que se encuentra *C. theobromae* (1910) y *C. foraseminis* (1995), denominados como perforadores de la mazorca del cacao. Esta plaga es una de las más investigadas en la actualidad por la proliferación y daño económico que realiza (Vásquez et al., 2015).

2.2.1. *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin

En el caso de *C. foraseminis* (mazorquero de cacao) (Lepidoptera: Sesiidae), el principal daño es ocasionado por las larvas, que realizan perforaciones y da paso al ingreso de hongos, patógenos como *Phytophthora* sp, causante de pudrición del fruto y en

consecuencia llega a afectar la placenta y la semilla. En algunos casos las perforaciones son externas o en el pericarpio, donde no se llegan a afectar los granos. Las perforaciones dan paso a un sinnúmero de agentes biológicos y abióticos, uno de los cuales son la invasión de insectos del orden Díptera (moscas), que da origen a la pudrición interna del fruto de apariencia acuosa, en donde las semillas se adhieren y endurecen fuertemente además de presentar un olor putrefacto, teniendo como resultado que no sea aprovechable ningún grano (Navarro, 2006); citado por Mezones, 2019).

2.2.2. *Carmenta theobromae* (Busk)

La especie *C. theobromae* pertenece a la familia (Sesiidae), el daño que produce se observa en el epicarpio del fruto y rara vez traspasa al mesocarpio. Los daños en la corteza son producidos por las larvas de esta especie. Por lo general, las galerías del perforador se detectan por la presencia de excrementos marrones en la entrada (Delgado, 2005).

Murieta y Palma (2018), manifiestan que cuando hay alta incidencia de esta especie en las parcelas estas perforan el fruto, pero por lo general atacan tallos y ramas; ingresando al interior de la corteza, produciendo galerías. Además, se le puede reconocer por las excretas dejadas de color marrón.

2.2.3. Reportes de *C. foraseminis* y *C. theobromae* en el Perú

Según Cubillos (2013) *C. foraseminis* fue encontrado en los países de Panamá, Venezuela y Colombia. Así mismo en el año 2009, se registró que estaba presente en un 30 % de las zonas de producción en el Perú provocando daños del 30 % en las parcelas de cacao de la Asociación peruana de productores de cacao [APPCACAO].

En el año 2001 se afirma haber encontrado ocasionalmente a *C. foraseminis* en el Banco de Germoplasma de Cacao de la UNAS de la región Huánuco Gil (2012). Posteriormente se reportó que esta plaga estaba presente en plantaciones que existía malos manejos agronómicos y eran monoclonales, además se había incrementado su diseminación (Gil et al., 2016).

Así también en el año 2016 se realizó la valoración de la incidencia del “Mazorquero” en las fincas de productores de cacao, evaluándose el agravio causado en mazorcas verdes y cosechadas. La prospección se realizó en 165 fincas de 63 comunidades de las provincias de Leoncio Prado y Huamalíes, encontrándose infestados el 93 % con “Mazorquero”. Se registró un porcentaje promedio de 35 % de frutos con *C. foraseminis*; mientras que las enfermedades sólo representaron un 20 % (Cabezas et al., 2017). Por otro lado, se reportó que, en el sector de Pangoa, Kiteni hasta el Pongo de Mainique, en La Convención,

Cusco, se alcanzó el 30 % de infestación por *C. foraseminis* (Calderón, 2017; citado por Piundo 2019).

2.3. Enfermedades de los frutos del cacao

El cultivo de cacao crece en zonas tropicales, posee altos rendimientos de producción, debido a un buen manejo agronómico. Un mal manejo en las parcelas trae como consecuencia que este expuesto al ataque de plagas y enfermedades. La producción de cacao en Latinoamérica y el mundo se ven afectados con mayor impacto por las enfermedades (Jaimes y Aranzazu, 2010).

Las enfermedades en la actualidad son el segundo problema en la producción del grano de cacao, esto varía según el país y continente. En nuestro país las enfermedades más destacadas son: el hongo *Moniliophthora roreri* (moniliasis), *Crinipellis Perniciosa* (escoba de bruja), *Phytophthora palmivora* (pudrición parda), *Colletotrichum gloeosporioides* (antracnosis), *Ceratocitis funeste* (mal de machete) y *Cherelles wilt* (marchitamiento prematuro) (Cámara Nacional de Cacao Fino de Costa Rica ([CANACACAO], 2014).

2.3.1. Moniliasis

Es un hongo parásito, *M roreri* que produce daño al fruto en cualquier estadio de la mazorca y no importa la disposición en el que se encuentre. Las pérdidas son de hasta 80 % de la cosecha anual; se puede decir que, de cada tres frutos con enfermedades diferentes, hay dos frutos con enfermedad de moniliasis. La gravedad de la infestación fúngica depende en gran medida de las condiciones de alta humedad y temperatura ambiental favorables para el crecimiento fúngico, y también de las precipitaciones que coinciden con el pico principal de la producción. La infección por lo general se da en los primeros meses del crecimiento del fruto (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao [ANECACAO], 2007).

Síntomas

- a. Maduración prematura de las mazorcas.
- b. Aparecen manchas de color chocolate, estas pueden extenderse hasta cubrir la totalidad de la mazorca.
- c. Estas se cubren de color blanco pulverulento, y van cambiando de color a uno oscuro, estas son esporas que salen para diseminar. El viento, el agua hacen que estas se puedan trasladar y llegar a otras plantas.
- d. El resultado son frutos que en su interior están podridos, los granos están pegados unos a otros y son más pesados que las mazorcas sanas (ANECACAO, 2007).

2.3.2. Escoba de bruja

El hongo *C pernicioso* infecta nuevos capullos, flores, hojas, frutos y vainas de cacao, creciendo en tamaño o engrosándose en lugar de crecer normalmente. Además, es un hongo hemibiotrófico que tiene distinto comportamiento en las fases biotrófica y necrotrófica. En la primera fase el hongo infecta a los tejidos jóvenes (frutos y brotes vegetativos), causando un desarrollo excesivo y aumento anormal de tamaño. En la segunda fase los tejidos infectados mueren y dan lugar a los basidiocarpos, estos al estar en contacto con lluvia o solo unas garuas repetidas, se puede reproducir. Esta enfermedad requiere altas precipitaciones y alta humedad relativa, el cualacentúa el problema con mayor rapidez (ANECACAO, 2007).

Síntomas

- a. En los brotes vegetativos estos aumentan de tamaño significativamente, además que engruesan más que cualquier otro brote.
- b. Después de dos o tres meses, estos brotes se secan, dando lugar al basidiocarpo.
- c. Los cojinetes florales muestran un crecimiento anormal, dando una apariencia de flor estrelladas o en algunos casos se desproporciona el número de flores, dando apariencia de ramos de flores. Estas flores dan paso a frutos pequeños parecidos a las chirimoyas.
- d. En los frutos, la infección puede darse en cualquier estadio de desarrollo del fruto, y puede variar su crecimiento (ANECACAO, 2007).

2.3.3. Mazorca negra (*Phytophthora* sp.)

Esta enfermedad se conoce también como pudrición parda, afecta a todas las partes de la planta. Los daños en los frutos son en forma de manchas circulares oscuras que se extienden rápidamente por toda la mazorca (Jaimes y Aranzazu, 2010).

La mazorca negra produce daños económicos significativos de 60 a 100 % de la producción anual y, se ve favorecida por una humedad relativa superior al 95 % y una temperatura entre 18 y 24° C, parámetros correspondientes a condiciones tropicales y óptimas para el crecimiento de este Oomycete (Hernández et al., (2014).

Paredes (2009), menciona que un mal manejo de la plantación (exceso de sombra, mal drenaje y falta de podas) favorecen la presencia de enfermedades y en particular, sobre todo cuando se presentan lluvias frecuentes y baja temperatura.

Síntomas

a. Los frutos muestran manchas de color chocolate que se agrandan y van cubriendo totalmente la mazorca. Las almendras sufren una decoloración y pudrición. Exteriormente se terminan de momificar las mazorcas y chereles.

b. Las lesiones en la fruta generalmente ocurren en la punta de la fruta o en el punto de unión del pedúnculo de la fruta. La sección de mazorcas más afectadas son las que se ubican en la parte inferior, las que están cercanas al suelo (Sánchez et al., 2015).

2.4. Generalidades de los productos a emplear

2.4.1. Entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill

Es un hongo muy utilizado en la agricultura orgánica en diferentes cultivos, por su acción entomopatógena, para el control de insectos. Cuando se exponen a los insectos, los hongos competirán con la microflora epidérmica para formar tubos germinales que pasan a través de la corteza y las ramas dentro del cuerpo del insecto liberando toxinas mortales. La forma de aplicación de este entomopatógeno depende fundamentalmente, de donde se encuentra el insecto en la planta (fruto, hoja, tallo, suelo), el desarrollo del cultivo, así como de las características topográficas de la zona. Un caso particular, son los insectos del follaje (perforadores y defoliadores), para el control se recomienda la preparación de una solución acuosa de conidias y la aplicación se realiza de tal manera que se cubra totalmente al insecto con esta solución (Arias, 2007).

Taxonomía

Bioworks Inc (2014), indica que la clasificación taxonómica de *Beauveria bassiana* se presenta de la siguiente manera:

| | |
|----------|---|
| Reino | : Fungi |
| División | : Deuteromycotina |
| Clase | : Deuteromycetes |
| Orden | : Moniliales |
| Familia | : Moniliaceae |
| Género | : <i>Beauveria</i> |
| Especie | : <i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo) Vuillemin |

a. Usos

El entomopatógeno *B. bassiana* se ha utilizado para el control biológico *Cosmopolites sordidus* (picudo negro), *Hypothenemus hampei* (broca de café), *Schistocerca piceifrons* (langosta), huevos y ninfas de *Bemisia tabaci* (Ruiz et al., 2009).

Así mismo se puede realizar producciones masivas de este hongo, y las formulaciones son mejores, además el potencial de cepas patogénicas para el control es muy alto. Se tiene cepas patogénicas específicas a ciertos organismos (Zapata, 2013).

En el año 2016 se realizaron investigaciones de crianza de *C. foraseminis* desde larva hasta adulto, en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en estos ensayos se aplicaron *B. bassiana* y resultaron con un control de 44 % de mortalidad (Morón, 2017).

2.4.2. Caldo bordelés

Este producto es un fungicida, compuesto por sulfato de cobre neutralizado con cal hidratada; este último su función es reducir el efecto de secado que la planta puede sufrir si se aplica solo (Cruz, 2004).

Este producto es utilizado en plantaciones de cacao orgánico, para el control de los hongos (monilia y pudrición parda). Se utilizan como métodos preventivos y se aplican después de haber pasado el mayor pico de floración, esto para evitar la toxicidad (Acordar, 2009).

La gran mayoría de plantaciones de cacao es susceptible al ataque de *P. palmivora*; sin embargo, uno de los más efectivos métodos para proteger el cultivo es el control químico. Para controlar esta enfermedad se han probado muchos fungicidas y siempre los más eficaces han sido los productos a base de cobre, principalmente el caldo bordelés. El caldo bordelés es de uso tradicional pen un sin número de cultivos para el control de hongos y bacterias. Es un fungicida de contacto, que al ser aplicado este impide el desarrollo del hongo, ya que cubre formando una lámina superficial de protección. Este producto se emplea como prevención para el control de enfermedades, ya que este no cura ni destruye, solo impide que el hongo se propague. La aplicación se debe realizar en los primeros meses de desarrollo del fruto, a través de fumigaciones sobre la planta (Bartra, (2017).

a. Usos

La aplicación de caldo bordelés se utiliza en el control de enfermedades en cacao y principalmente para la pudrición parda. El principio de acción tóxica del caldo bórdales contra hongos reside en la reacción del cobre con la cal en permanente liberación de cobre metálico, en cantidad suficiente para intoxicar las células del hongo e insignificante para intoxicar las células de la planta. El cobre es tóxico al hongo, primeramente, por bloquear la respiración celular y secundariamente por la formación de aminoácidos hasta la destrucción de permeabilidad de la membrana celular (Valderrama, 1990).

Es acaricida y disuasorio para ciertas especies de coleópteros. Contribuye al equilibrio de nutrientes de las plantas. Este producto se utiliza en la agricultura orgánica y convencional, en este último se predominan los monocultivos (híbridos), donde predominan los insectos herbívoros que son plaga, ya que invaden y destruyen extensiones de cultivos. Para controlarlos se utilizan preparados de origen mineral como es el caso de caldo bórdales; las sales de cobre son excelentes (Phillips, 2004).

2.4.3. Caldo sulfocálcico

Actualmente se están impulsando los sistemas de producción orgánica para así evitar el uso excesivo de plaguicidas y cuidar el medio ambiente. Un producto alternativo son los caldos fitoprotectores, que son utilizados por los agricultores ecológicos para el control de enfermedades. Estos productos incluyen caldo sulfocálcico obtenido por tratamiento térmico de azufre y cal. Este caldo se utiliza como fungicida, acaricida e insecticida. El control se da cuando se realiza la aplicación del producto y sus compuestos tienen una reacción en la planta con el agua y el gas carbónico, teniendo un gas sulfhídrico y azufre coloidal como resultado (Soto et al, 2013).

a. Usos

Es un fungicida de acción preventiva, sobre muchos hongos fitopatógenos, tiene efecto acaricida, además fortalece su estructura foliar de las plantas, por su aporte de calcio y azufre como nutriente (Dalmiro y Morales, 2010). El azufre controla algunas royas, el tizón de las hojas y la pudrición de la fruta; el calcio confiere resistencia a las enfermedades de raíces y tallos; como son el caso de los cultivos de café y cítricos (Vásquez et al., 2004).

Se describe como un excelente fungicida inorgánico con mejores efectos preventivos. Es utilizada para enfermedades causadas por organismos patógenos, como también controla invertebrados en diversos cultivos; excepto en las cucurbitáceas, ya que las elimina como si fueran malas hierbas (Soza y Taleno, 2007).

Usado originalmente contra ácaros y otros insectos, ahora se usa contra enfermedades fúngicas de los cultivos (Monzón, 2003).

a. Este producto se aplica como control para prevención de enfermedades.

b. El caldo sulfocálcico actúa como insecticida.

c. Es utilizado también como repelente para algunas especies insectos.

2.4.4. Embolsado (Fundas)

La iniciativa de utilizar fundas surgió por la necesidad de obtener mazorcas de cacao sanas, disminuyendo la pérdida de la producción, para así mejorar la calidad de vida de los productores. En la actualidad se viene reportando daños severos por el ataque del mazorquero, y las enfermedades como *Monilia*, *Phytophthora*, chinche mosquilla, etc., por esta problemática se vio conveniente utilizarlas Pino (2018). Al evaluar las infecciones del ataque del mazorquero y otras enfermedades en plantaciones de cacao, se ha determinado, el siguiente porcentaje (%) de mazorcas afectadas:

- a. Sin ningún tipo de control.....93 %
- b. Realizando fumigaciones químicas una vez al mes..70 %
- c. Realizando dos fumigaciones al mes45 %
- d. Colocando fundas biodegradables.....0 %

La práctica del embolsado a muy temprana edad del fruto sirve para impedir el ingreso de las hembras de *C. foraseminis*, para que estas no puedan ovipositar. Estas medidas se han tomado para proteger la fruta destinada a la producción de semillas de híbridos o portainjertos. Las investigaciones de embolsado, muestran muy buenos resultados en la efectividad en diferentes cultivos (Cubillos, 2013).

Al realizar el enfundado de los frutos de cacao se tiene que considerar el estado sanitario, ya que, si hay microorganismos patógenos en las mazorcas, es probable que la condición de la mazorca se deteriore, al mismo tiempo se debe tener en cuenta la transpiración de la fruta, ya que, a mayor transpiración, más favorable es el desarrollo de enfermedades (Luna, 2019).

Además, se tiene otros cultivos en el que realizan el enfundado, como es el caso del plátano que con fundas biflex se obtuvo muy buenos resultados en etapa prematura, mediante el cual se pudo reducir el porcentaje de merma 10,17 %, se mejoró el ratio 1,15 cajas/racimo, el peso del racimo 7,12 kg y, a su vez disminuyó la incidencia de trips en un 0,76 % y espcklin con 0,49 %. El enfundado se realiza a etapa prematura para evitar los daños causados por enfermedades e insectos y así poder obtener productos de buena calidad (Guerrero, 2020).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Campo experimental

3.1.1. Ubicación política y geográfica

La investigación se desarrolló en la parcela de cacao perteneciente a la Sra. Maira Simón en el sector de Alto Pendencia, distrito de Daniel Alomía Robles, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Las coordenadas de ubicación UTM son las siguientes:

| | |
|---------|-----------------|
| Este | : 18L 397303.69 |
| Norte | : 8990067.30 |
| Altitud | : 600 m.s.n.m. |



Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto de investigación

3.1.2. Registros meteorológicos

Los datos meteorológicos se registraron en la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Tabla 1), correspondientes a los meses de noviembre del 2016 a noviembre del 2017. El experimento registra como temperatura mínima 20,7 °C y 30,6 °C como temperatura máxima, se obtuvo como promedio 84% de humedad relativa, teniendo como registro de precipitación media 320,8 mm/mes. Los meses con mayor precipitación fueron diciembre, enero, febrero, marzo con registros 421,6, 391,0, 475,8 y 432,7 mm por mes respectivamente. El promedio de horas de sol por mes fue de 152 horas.

Tabla 1. Datos agrometeorológicos durante el periodo del experimento

| Parámetros | Temperatura (°C) | | | H. R. (%) | Precipitación | Horas |
|-----------------|------------------|------|-------|-----------|---------------|--------|
| | Min. | Max. | Total | Promedio | (mm/mes) | de sol |
| Noviembre | 21,1 | 32,1 | 26,6 | 81,00 | 340,3 | 185,4 |
| Diciembre | 20,8 | 30,2 | 25,5 | 84,00 | 421,6 | 127,8 |
| Enero | 20,5 | 28,9 | 24,7 | 87,00 | 391,0 | 100,5 |
| Febrero | 21,0 | 29,7 | 25,4 | 86,00 | 475,8 | 94,7 |
| Marzo | 20,8 | 29,7 | 25,2 | 86,00 | 432,7 | 104,4 |
| Abril | 21,2 | 30,9 | 26,0 | 85,00 | 204,2 | 152,5 |
| Mayo | 21,2 | 31,0 | 26,1 | 84,00 | 326,1 | 181,9 |
| Junio | 20,8 | 30,6 | 25,7 | 82,00 | 158,6 | 174,2 |
| Julio | 19,6 | 30,3 | 24,9 | 85,00 | 26,9 | 186,9 |
| Agosto | 19,8 | 31,5 | 25,6 | 83,00 | 142,5 | 204,7 |
| Setiembre | 20,9 | 31,1 | 26,0 | 82,00 | 221,0 | 156,3 |
| Octubre | 20,9 | 31,5 | 26,2 | 82,00 | 341,3 | 188,3 |
| Noviembre | 21,1 | 30,2 | 25,6 | 85,00 | 688,2 | 119,0 |
| Promedio | 20,7 | 30,6 | 25,7 | 84,00 | 320,8 | 152,0 |

HR = Humedad relativa. PP = Precipitación total. VV = Velocidad del viento.
Fuente: Estación Meteorológica de Tingo María: 2016-2017

3.2. Material y métodos

3.2.1. Metodología

a. Antecedentes de la plantación

Los dueños de la parcela donde se ejecutó el proyecto inicialmente se dedicaban a la siembra de papaya y debido a los programas del estado que incentivaban la plantación de cacao, en el año 2004 se instalaron los plantones siendo el único clon el CCN-51, con una densidad de siembra 2.5 x 2.5 m (1 848 plantas/ha). La plantación presentaba las características requeridas para el estudio, homogeneidad de la edad y del tamaño de las plantas. El área total de la parcela era 3 hectáreas, pero solo se empleó para la investigación la cuarta parte de la totalidad.

b. Delimitación de parcelas

Las primeras actividades concernientes al trabajo de investigación se iniciaron realizando la búsqueda de posibles parcelas en donde se podría instalar el

experimento. Este trabajo de reconocimiento de la parcela tuvo lugar en la tercera semana del mes de noviembre del 2016, en esta misma semana se delimitó la parcela en bloques y tratamientos, para lo cual se utilizaron tiras de plástico de diferentes colores para que cada tratamiento fuera reconocible en todas las plantas. Además, se colocaron en las plantas de cacao evaluables, cintas con numeración de izquierda a derecha y del uno al nueve.

c. Control de malezas, podas fitosanitarias y de mantenimiento

Para el presente trabajo de investigación los controles de malezas se llevaron a cabo cada dos meses, el primer control se dio inicio la semana uno del mes de febrero del año 2017 y así sucesivamente. Las podas de mantenimiento se realizaron en las etapas de descanso del cultivo; se realizó antes de la instalación del trabajo experimental en la semana uno del mes de octubre del 2016 y posteriormente en la semana tres del mismo mes, pero del año 2017. El repaso de la poda fitosanitaria se realizó la semana uno febrero del 2017, con el apoyo de los alumnos de Fitopatología Tropical de la promoción 2014.

3.2.2. Tratamientos en estudio

En la presente investigación se trabajaron con cinco tratamientos y tres bloques, cada tratamiento estaba constituido por 49 plantas, de los cuales se evaluaron nueve plantas y el resto de las plantas fueron considerados como bordes limitantes entre los tratamientos y bloques.

La recomendación para diferentes cultivos es que el caldo bórdeles debe aplicarse a razón de 1 a 3 %, se dice que el caldo sulfocálcico de 1 a 2 L para cada 20 L de agua (5 a 10 %) (Bazán, 1946 y MINAGRI, 2016; citados por Morón, 2018).

Tabla 2. Descripción de los tratamientos en estudio

| Tratamiento | Ingrediente activo | Frecuencia de aplicación | N.º de aplicaciones |
|----------------|---------------------------|--------------------------|---------------------|
| T ₀ | Testigo absoluto | -- | -- |
| T ₁ | <i>Beauveria bassiana</i> | 30 días | 4 |
| T ₂ | Caldo sulfocálcico 10 % | 30 días | 4 |
| T ₃ | Caldo bordalés 2 % | 30 días | 4 |
| T ₄ | Embolsado | Una sola vez | 1 |

En la Tabla 2, se observa a los tratamientos aplicados en el área experimental, con sus respectivas dosis en campo. Cada tratamiento recibió aplicaciones de *B. bassiana*, caldo sulfocálcico 10 %, caldo bordalés 2 % y embolsado, con una aplicación por

mes con un periodo de cuatro meses. Además, se incluyó en el experimento un testigo sin ninguna aplicación de los tratamientos en mención, para todos los tratamientos se realizaron las actividades de control de malezas, podas y remoción de frutos enfermos.

3.2.3. Diseño estadístico

Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y tres bloques. Para el procesamiento de datos se usó el programa Excel y programa estadístico InfoStat versión 2016, así también se trabajó el análisis de varianza (ANVA) con la prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0,05$).

3.2.4. Aplicación de los productos

La aplicación de los productos en la presente investigación, se llevaron a cabo mensualmente por cuatro meses seguidos. La primera aplicación tuvo lugar el mes de abril del año 2016 hasta el mes de julio del mismo año, se realizaron los días 3 de cada mes. En la fumigación se cubrió por completo a cada uno de los frutos, estas se realizaron por la mañana, para tener el tiempo suficiente de poder aplicar a todas y el mayor tiempo posible que pueda secar el producto.

3.2.5. Calibración del equipo y gasto de agua

Para poder saber el gasto de agua exacto, se procedió a llenar la mochila de fumigar con 20 L. de agua, la aplicación se realizó a un ritmo y presión constante, llegando a aplicar a 49 plantas, en un área de 306,25 m², en la campaña de mayor producción de cacao. Así es como se determinó el gasto de agua que fue 60 L/ha el tiempo de descarga fue 20 min/20 L.

3.2.6. Variables evaluadas

Se realizaron las evaluaciones con intervalos de 15 días, iniciándose el 30 de noviembre del año 2016 hasta el 15 de noviembre del año 2017; cada una de ellas se llevó minuciosamente para poder obtener los datos de la presente investigación. El número de evaluaciones fueron 24, en cada una de ellas se realizó la cosecha, para reducir la fuente de inóculo primario se removió tejidos enfermos y frutos.

a. Producción

La estimación de la incidencia de enfermedades se realizó en cada una de las plantas, resultando de la siguiente manera:

En la cosecha se procedió identificando las mazorcas maduras (sanas y enfermas) de cacao. Se agruparon y contabilizaron según sintomatología visible de cada enfermedad; de igual manera para el caso de mazorquero de cacao. Todos estos datos se

registraron en la ficha, colocando según la enfermedad pertenezca o si es mazorquero, para este último se procedió a partirlos, para poder determinar bien si es causado por *C. foraseminis*.

Los frutos no cosechables (verdes) que se encontraron enfermos se removieron contando e identificando cada fruto contagiado; de la misma manera, los frutos sanos que restaron en la planta se evaluaron tomando en consideración la medida de 10 a 15 cm, es así como se registró en la ficha los datos de la evaluación durante un año que duró el experimento.

b. Porcentaje de incidencia e infestación de frutos enfermos

Se empleó la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de incidencia de frutos verde y maduros enfermos, considerando cada tipo de enfermedad:

$$\% \text{ Infestación} = \frac{\text{Frutos totales evaluados con infestacion de } C.\textit{foraseminis}}{\text{Frutos totales evaluados (S+E+I)}} \times 100 \quad \dots(1)$$

Donde:

E = Número total de frutos enfermos por cada tipo de enfermedad

S = Número total de frutos sanos

I = Número total de frutos infestados por *C. foraseminis*

Para calcular la infestación de *C. foraseminis* se empleó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Infestación} = \frac{\text{Frutos totales evaluados con infestacion de } C.\textit{foraseminis}}{\text{Frutos totales evaluados (S+E+I)}} \times 100 \quad \dots(2)$$

Donde:

E = Número de total de frutos enfermos

S = Número de total de frutos sanos

I = Número de total frutos infestados por *C. foraseminis*

c. Porcentaje de eficacia del control de los tratamientos

Los porcentajes de eficacia de los tratamientos para las enfermedades y daños de *C. foraseminis* fueron determinados empleando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Infestacion} = \frac{IT-it}{IT} \times 100 \quad \dots(3)$$

Donde:

E = Porcentaje de eficacia

IT = Porcentaje de incidencia o infestación en el control

it = Porcentaje de incidencia o infestación en el tratamiento

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

Para poder determinar el ADCPE se calculó inicialmente la proporción acumulada de frutos enfermos (X_t) en las diferentes evaluaciones, mediante la ecuación citada por Morón (2018).

$$X_t = \frac{X_{ct}}{Y_{ct}} = \frac{X_{at} + X_{cqt}}{Y_{at} + Y_{cqt}} \quad \dots(4)$$

Donde:

X_{et} = Frutos enfermos en e ésima evaluación.

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

X_{at} = Frutos enfermos en la a ésima evaluación.

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

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

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

Con los datos obtenidos de 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 utilizó la siguiente ecuación:

$$ADCPE = \sum_{i=1}^n \frac{[E_i + E_{(i+1)}]}{2} \times [T(i+1) - T_i] \quad \dots(4)$$

Dónde:

E_i = Proporción de enfermedad en la e ésima observación.

T_i = Tiempo (días) en la e ésima observación.

n = Número total de observaciones.

e. Tasa de progreso de la enfermedad

Ya obtenidos los datos de la proporción acumulada de la enfermedad, estimamos el mejor modelo que puede adecuarse para poder explicar el progreso de la enfermedad en función al tiempo. Para lo cual utilizamos el programa estadístico Infostat versión 2016, con las ecuaciones de análisis de regresión no lineal. Los modelos matemáticos son los siguientes:

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

Según [Hernández y Montoya \(1987\)](#); citados por Perdomo (2014) y Morón (2018), el modelo que recomienda es el que presenta el mayor coeficiente de determinación (R^2). Para este ensayo el modelo que mejor se ajusta a los datos obtenidos fue el

modelo Gompertz. Con los valores de regresión no lineal se calculó la tasa de progreso de la enfermedad.

3.2.7. Análisis de rentabilidad

En la presente investigación procedimos determinar cuál es el rendimiento anual de cada tratamiento en (kg/ha), a partir del total de frutos sanos cosechados de las nueve plantas evaluadas. Para lo cual requerimos del índice de mazorcas, que para este trabajo fue de 21, esto varía según el genotipo de cacao. Además, para determinar el ingreso bruto, era necesario conocer el costo promedio, el cual para el año 2017 fue de S/ 5,7.

Para el cálculo de costo de producción, estos datos son los obtenidos de los costos por insumos utilizados, mano de obra, poda, deshiero, cosecha, transporte, etc. Todos estos costos se llevaron a hectáreas, en cada uno de los tratamientos.

Finalmente se calculó los parámetros, de la siguiente manera:

$$\text{Ingreso bruto (S/. ha-1)} = \text{Rendimiento (kg. ha}^{-1}\text{)} \times \text{Precio (S/.kg}^{-1}\text{)}$$

$$\text{Utilidad neta (S/. ha-1)} = \text{Ingreso bruto} - \text{Costo de producción}$$

$$\text{Relacion beneficio costo (B/C)} = \frac{\text{Ingreso bruto (S/.ha}^{-1}\text{)}}{\text{Costo de produccion (S/.ha}^{-1}\text{)}} \quad \dots(5)$$

$$\text{Índice de rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad neta (S/.ha}^{-1}\text{)}}{\text{Costo de produccion (S/.ha}^{-1}\text{)}} \quad \dots(6)$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. De la incidencia de enfermedades

4.1.1. Incidencia en frutos enfermos verdes removidos

En la Tabla 3, muestra el resumen del análisis de variancia para frutos verdes removidos en cada cosecha por mostrar síntomas evidentes de moniliasis, pudrición parda, escoba de bruja o mazorquero. Esta es una práctica normalmente recomendada dentro de un programa de manejo integrado de plagas en el cultivo de cacao. Los resultados expresan que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos; sin embargo, también se evidencia la existencia de estas diferencias entre los bloques, situación que indica una desuniformidad en la distribución de las enfermedades en un mismo tratamiento en los tres bloques que tuvo el ensayo. Este resultado podría deberse a la existencia de un patrón de distribución no uniforme del inoculo en la parcela, lo que plantea a suponer que las enfermedades o el insecto *C. foraseminis* se ven influenciadas por la fuente de inóculo que son las parcelas aledañas las cuales tienen mal manejo agronómico y en algunos casos están abandonadas. Así mismo Muñoz et al. (2017) manifiestan que el aumento de *C. foraseminis* se debe a varias razones, unas de ellas es el uso indiscriminado de insecticidas y fungicidas no selectivos para el manejo de plagas (enfermedades e insectos), lo cual podría estar afectando a la población de enemigos naturales; además la tala indiscriminada juega otro rol fundamental ya que la fauna silvestre es desplazada y la disponibilidad de recursos alimenticios y hábitad para estos reguladores biológicos, en especial para los parasitoides, se ven afectados, por lo que mazorquero de cacao se estaría favoreciendo y sus poblaciones se vienen incrementado. Los coeficientes de variación se encuentran dentro de los rangos aceptables y recomendados por Calzada (1986).

En la Tabla 4, se muestra la prueba comparativa de Duncan ($\alpha=0,05$) para los frutos verdes enfermo (E) que han sido removidos observándose que en el testigo se han removido un promedio total de 6,67 frutos enfermos (promedio 6,90 por planta). De ese total corresponde a frutos infectados con moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda con 11,67, 13 y 37 respectivamente. El (T₄) Embolsado obtuvo el mejor efecto de control al disminuir en 53,5 % el número de frutos removidos respecto al testigo. El mismo comportamiento se observa respecto al número de frutos infestados con *C. foraseminis*, el cual disminuyó en un 51,8 %; estos datos son corroborados por Cubillos (2013) y Pino (2018) quienes afirman que al realizar el embolsado a temprana edad establece una barrera física que le impide ovipositar a las

hembras del mazorquero sobre el fruto; asimismo, limita la deposición de las unidades infectivas de las tres enfermedades evaluadas. Aun cuando *B. bassiana* (T₁) es un entomopatógeno y su efecto antagónico no ha sido reportado sobre hongos, se observa que hay un efecto de control sobre las enfermedades de 86,47 % y *C. foraseminis* de 88,33 % respecto al testigo, esto probablemente sea por la competencia por espacio de las conidias sobre los frutos después de cada aplicación, y en caso del mazorquero el control estaría dado hacia los huevos de este ya que al ser partidas las mazorcas no se evidenciaba que *C. foraseminis* este contaminado en ninguno de sus estadios por *B. bassiana*. Además, Dávila (2018) manifiesta que a nivel de laboratorio obtuvo 90 % de mortalidad y 96,67 % de esporulación aplicando la Cepa 7 (cepa 2 en estadio de huevo) de *B. bassiana* que tenía una concentración de 8×10^6 conidias/ml. Así también Luna (2019) recomienda realizar la aplicación de este entomopatógeno en tres etapas con una frecuencia de 10 días, empleando una dosis de 2 a 4 litros por hectárea, según la incidencia de la plaga.

El efecto de control de tratamientos con caldo sulfocálcico (T₂) y caldo bordelés (T₃) en la reducción de enfermedades ha sido reportado por Morón (2018) donde se ha encontrado que ayudan a disminuir los daños en los frutos verdes en un 66,34 % y 65,86% respectivamente, por el contrario, en esta investigación se obtuvieron datos del caldo sulfocálcico que ayudo en reducir el porcentaje de enfermedades en un 77,83 % y caldo bordelés de 65,94 %.

Mina (2021) manifiesta que el grado de daño varía según la edad del fruto, y la presencia del mazorquero en los frutos verdes se puede distinguir ya que en la corteza se presenta una mancha oscura no más de 0,5 cm de diámetro, coincidiendo con Alomía y Carmona (2021) que reportaron la presencia de *C. foraseminis* en los frutos no cosechables presentando lesiones necróticas con halos amarillos, así como también al ser partidos se observaba la pudrición acuosa internamente.

Con los datos de frutos removidos de la Tabla 4 se ha realizado una proyección de pérdidas de grano seco por hectárea (Tabla 5), observándose que en el tratamiento testigo se pierde aproximadamente 779 kg/ha/año, mientras en los otros tratamientos las pérdidas oscilan entre 414 y 668 kg/ha/año. Por el contrario, Alcántara (2013) manifiesta que las perdidas por daños de *C. foraseminis* representan un 11,5% que equivaldría a 230 kilogramos ha/año de una producción anual de 2 000 kilogramos/ha-año.

Todos los tratamientos tienen un efecto significativo en reducir el número de frutos enfermos removidos frente al testigo en las tres enfermedades y el mazorquero de

cacao; pero el mejor tratamiento es el T₄ embolsado ya que se tiene menores pérdidas en grano seco con 414 kg/ha, lo cual conllevaría mayor rentabilidad anual para el agricultor. Además, Muñoz et al (2017) reportó unas pérdidas de totales promedio de 23,5 % representadas en 112,5 kg/ha de grano húmedo, sin embargo, las pérdidas podrían haber sido mayores debido a que las evaluaciones fueron realizadas por los agricultores quienes no hacen la separación del grano dañado del grano bueno de manera estricta.

Tabla 3. Análisis de variancia para el número de frutos enfermos (E) verdes, con *M. roreri* (moniliasis), *M. pernicioso* (escoba de bruja) y *Phytophthora sp* (pudrición parda), removidos de nueve plantas en cada tratamiento

| F. V | GL | Enfermos (E) | Moniliasis | Escoba de bruja | Pudrición parda | <i>Carmenta sp</i> |
|--------------|----|-----------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Bloques | 2 | 45,27 ** | 13,27 ** | 4,07 ns | 11,27 ** | 35,00 ** |
| Tratamientos | 4 | 368,80 ** | 13,83 ** | 24,73 ** | 112,4 ** | 31,57 ** |
| Error exp. | 8 | 1,93 | 0,43 | 0,48 | 0,6 | 1,17 |
| Total | 14 | | | | | |
| c. v. (%) | | 2,94 | 7,05 | 7,67 | 2,68 | 7,94 |

ns = No existe diferencia estadística significativa

* = Diferencia estadística significativa al 95 % de probabilidad

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

Tabla 4. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de frutos enfermos y con *C. foraseminis*, en nueve plantas evaluadas en cada tratamiento

| F. V. | Enfermos (E) | Moniliasis | Escoba de bruja | Pudrición parda | <i>Carmenta sp</i> |
|--|-----------------|------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| T ₀ Testigo absoluto | 61,70 a | 11,67 a | 13,00 a | 37,00 a | 18,00 a |
| T ₁ <i>Beauveria bassiana</i> | 53,30 b | 10,67 ab | 10,33 b | 32,33 b | 15,00 b |
| T ₂ Caldo sulfocálcico 10% | 48,00 c | 10,00 b | 9,00 c | 29,00 c | 13,67 bc |
| T ₃ Caldo bórdales 2% | 40,70 d | 8,00 c | 7,67 d | 25,00 d | 12,00 c |
| T ₄ Embolsado | 33,00 e | 6,33 d | 5,33 e | 21,33 e | 9,33 d |
| C. V. (%) | 2,94 | 7,05 | 7,67 | 2,68 | 7,94 |

Letras iguales = No existe diferencia estadística significativa entre ellas.

Tabla 5. Proyección de la pérdida en rendimiento de grano seco por hectárea del número de frutos verdes removidos por presentar daños por enfermedades y *C. foraseminis*

| F. V. | Frutos removidos por planta | | | | | Frutos removidos por hectárea | | | | | Pérdida de grano seco(kg/ha) |
|---------------------------|-----------------------------|-----|-----|-------|-------|-------------------------------|------|------|-------|-------|------------------------------|
| | Mo | EB | PP | Carm. | Total | Mo | EB | PP | Carm. | Total | |
| Testigo absoluto | 1,3 | 1,4 | 4,1 | 2,0 | 8,9 | 2396 | 2669 | 7597 | 3696 | 16358 | 779 |
| <i>Beauveria bassiana</i> | 1,2 | 1,1 | 3,6 | 1,7 | 7,6 | 2190 | 2122 | 6639 | 3080 | 14031 | 668 |
| Caldo sulfocálcico 10 % | 1,1 | 1,0 | 3,2 | 1,5 | 6,9 | 2053 | 1848 | 5955 | 2806 | 12662 | 603 |
| Caldo bórdales 2 % | 0,9 | 0,9 | 2,8 | 1,3 | 5,9 | 1643 | 1574 | 5133 | 2464 | 10814 | 515 |
| Embolsado | 0,7 | 0,6 | 2,4 | 1,0 | 4,7 | 1300 | 1095 | 4380 | 1916 | 8692 | 414 |

Mo = Moniliasis EB = Escoba de bruja PP = Pudrición parda Carm. = Mazorquero

En la Figura 2, se muestra la evolución del porcentaje de frutos enfermos removidos desde noviembre 2016 a noviembre 2017. En la evaluación inicial el porcentaje de incidencia de frutos enfermos osciló de 21,4 % a 26,9 % como consecuencia directa de la remoción de frutos enfermos en cada cosecha (cada 15 días) se produjo una notable disminución alcanzando cierta estabilidad a partir de enero-2017 (menor al 5 %) hasta octubre-2017 incrementándose paulatinamente por efecto del incremento de las precipitaciones. 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; tal como han sido reportados en numerosos trabajos de investigaciones en el Perú y otros países. Así mismo Jaimes y Aranzazu (2010), Ramírez (2016), Paredes (2016), Morón (2018) y Jambo (2016); manifiestan que la poda y una oportuna remoción de fuentes de inculo son estrategias con mayor sostenibilidad para el manejo integrado plagas (MIP) en este cultivo. Sin embargo, existen reportes en los que estas prácticas no han dado siempre respuestas positivas, como el reportado por Anzules (2019) que después de aplicar labores culturales (podas, limpieza, eliminación de mazorcas enfermas) y fertilización, no obtuvo una disminución de la incidencia final de monilia y pudrición parda; en cambio aumentó la incidencia final de cherville wilt. En esta investigación las labores culturales son un complemento a las aplicaciones de cada tratamiento.

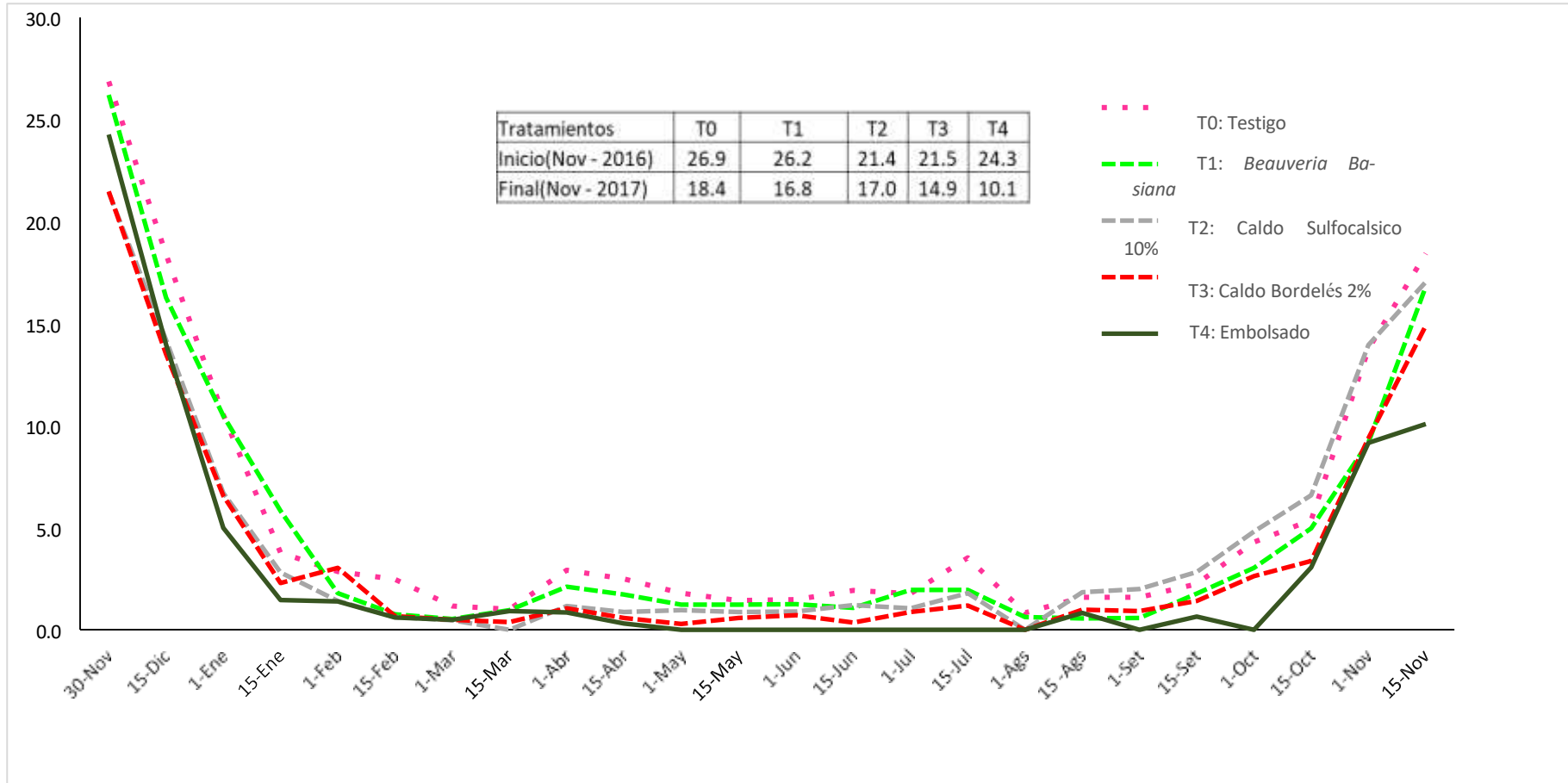


Figura 2. Evolución del porcentaje de frutos enfermos removidos en los tratamientos del 30 de noviembre 2016 al 15 de noviembre del 2017

Además, en la Figura 2 se muestra que en los meses de aplicación de los tratamientos las fluctuaciones de las enfermedades disminuyeron a diferencia de los meses posteriores, en especial pudrición parda y escoba de bruja que en época lluviosa se tiene mayor incidencia ya que requiere de este factor climático para formar sus estructuras propagativas. El embolsado redujo los porcentajes de incidencia de enfermedades en 10,1 %, por lo cual la aplicación de productos o enfundado se debe extender y no solo en los meses de mayor producción.

Así mismo Ccente (2019) reportó que *C. foraseminis* tiene mayor preferencia de infestación desde los 16 cm hasta los 22 cm de longitud de las mazorcas de cacao, además en época seca se observó mayor número de perforaciones en promedio 3,1 a diferencia que en época lluviosa con 2,3 en promedio. Se podría decir que el factor climático se comportaría como un factor de control natural. Adicionalmente se recomienda cosechar los frutos antes de cada 15 días para el control oportuno del mazorquero como una medida de interrumpir el ciclo biológico de este sesíido, como lo menciona Luna (2019).

Paredes (2009) manifiesta que un mal manejo integrado de plagas en las parcelas puede favorecer la presencia de enfermedades e insectos, y sobre todo en los meses de mayor precipitación. Así también Hernández et al. (2014) indican que la pudrición parda puede producir daños económicos de hasta 60 % de la producción anual. De igual manera Alomia et al. (2021) manifiestan que para la localidad de Satipo la enfermedad de pudrición parda y el mazorquero son los problemas fitosanitarios de mayor importancia en las parcelas de los cacaoteros de esta localidad.

4.1.2. Porcentaje de eficacia de control de los tratamientos

En la Tabla 6 se muestra el porcentaje de la eficacia de los tratamientos evaluados, después de un mes y medio de la primera aplicación, cabe mencionar que las evaluaciones se realizaron cada 15 días.

Durante la doceava evaluación (15 mayo) todos los tratamientos resultaron ser efectivos, posterior a esa evaluación hubo una notoria disminución en la eficacia de algunos tratamientos, pero en el caso del embolsado (T₄) se obtuvola eficacia de 100 % durante 2 meses y posterior a ello empieza a disminuir, en promedio tiene una eficacia de 96 %, concordando con Pino (2018) que al colocar fundas biodegradables se obtienen 0 % de mazorcas afectadas. Así también Cubillos (2013) manifiesta que esta medida se ha probado con notable efectividad para proteger los frutos destinados a la producción desemilla híbrida o para patrones cuando se

trata de la propagación clonal. Además, el caldo bordelés tiene 85 % de eficacia debido a que es un fungicida de contacto impidiendo que el hongo se propague, y en el caso de *C. foraseminis* ésta perciba que el fruto no es óptimo. El caldo sulfocálcico reporta un 57 % de eficacia debido a que es un insecticida, repelente y evita que el mazorquero ponga sus huevos en los frutos de cacao.

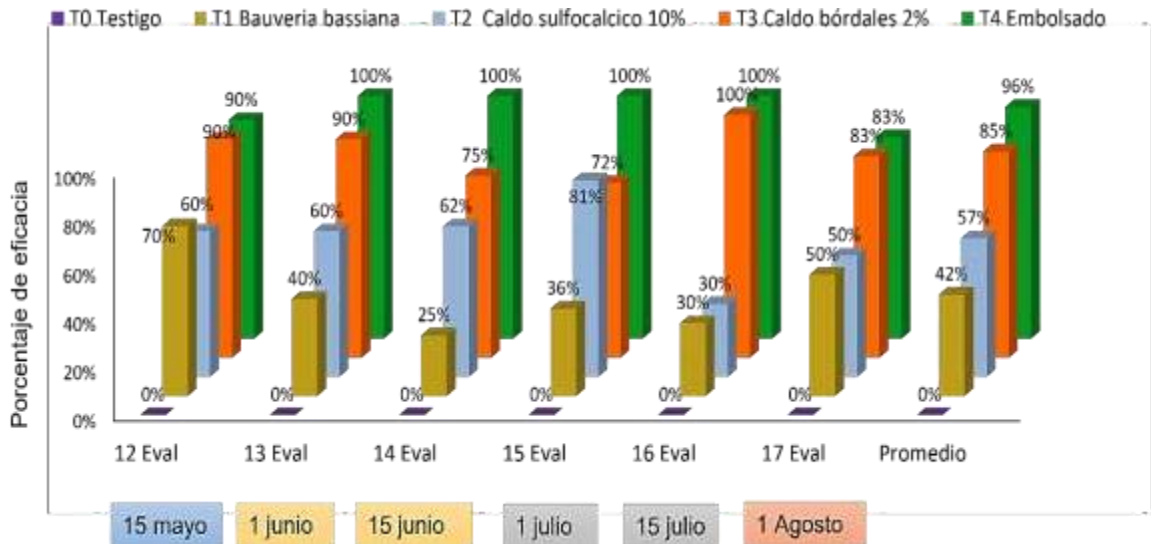


Figura 3. Porcentaje de eficacia de los tratamientos evaluados, después de un mes y medio de la primera aplicación de productos

4.1.3. Número y porcentaje de frutos enfermos y mazorquero del cacao en frutos maduros

En la prueba comparativa de Duncan ($\alpha=0,05$) para el número y porcentaje de frutos cosechados de la Tabla 6, se observa que los coeficientes de variabilidad están dentro de los rangos permitidos (Calzada, 1986).

Existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo todos ellos estadísticamente significativos en relación con el testigo. El tratamiento con frutos embolsados (T4) muestra tener el mejor efecto en la obtención de frutos sanos (168) y un menor porcentaje de incidencia de enfermedades (10,80 %), infestación por *C. foraseminis* (12,48 %) y un acumulado de frutos dañados 23,28 %; siendo 18 % menos respecto al testigo en frutos dañados enfermos y mazorquero que alcanzó el 41,23 %. Este último porcentaje es la pérdida promedio de frutos en estado de cosecha que sufre el productor de esta parcela aun cuando se realizan

cosechas y remoción de tejido enfermo cada 15 días y no se aplican otras estrategias de control; estos datos concuerdan a los reportados por Morón (2018) donde las pérdidas por daños de plagas (enfermedades y mazorquero) son de 54,7 %.

Respecto a la incidencia del mazorquero de cacao se tiene reportado por Mezones (2019) con 54,50 % en la localidad de Tingo María; Piundo (2019) encontró una incidencia de 21 % en parcela sin manejo y 10 % en parcelas con manejo en la localidad de Monzón; Alomia et al (2021) obtuvo una incidencia de 68,59 % en la localidad de Satipo; Muñoz et al. (2017) en Antioquia, Colombia, donde reportó una incidencia de 55 %. En la mayoría de las investigaciones se tiene registrado altas incidencias de *C. foraseminis*, por el contrario, en esta investigación se obtuvo 12,48 %, aplicando el método de enfundado de los frutos, cabe mencionar que solo se realizó una vez en el mes de abril a todos los frutos que estaban libres de enfermedades y plagas y tenían 15 cm de longitud.

El segundo tratamiento que tiene mayor número de frutos sanos (157) y un menor porcentaje de incidencia de enfermedades e infestación por *C. foraseminis* es el (T₃) caldo bordelés 2 % con 12,37 % y 15,29 % respectivamente y un acumulado de frutos dañados de 27,67 %. Por el contrario, Morón (2018) aplicando este mismo producto al igual que caldo sulfocálcico al 10 % obtuvieron mayor porcentaje de frutos dañados (enfermos y con *C. foraseminis*), con 44,41 % y 42,13 % respectivamente, a su vez alcanzaron un alto porcentaje de infestación por mazorquero superando a los resultados registrados en esta investigación con 31,94 % (caldo bordelés 2 %) y 29,01 % (caldo sulfocálcico 10 %). Concluyendo entonces que si se tiene mayor infestación por mazorquero esto influirá en la incidencia de enfermedades como son las de pudrición parda y monilia, lo cual se muestra en las Figuras 6 y 4. Además Fachin et al. (2019) y Mezones (2019) manifiestan que la incidencia de *C. foraseminis* tiene una fuerte correlación con la aparición de *P. palmivora* y *M. roreri*. Así mismo Alomia et al. (2021) indica que *C. foraseminis* tiene sinergia con la enfermedad *P. palmivora* y actúan de manera simultánea.

Cárdenas et al. (2017) mencionan que los clones ICS95 y CCN-51 se reportan como susceptibles y altamente susceptibles a *Phytophthora sp.* respectivamente, donde el uso de este último clon se incrementa cada vez más en el establecimiento de nuevas plantaciones a nivel nacional, por el contrario, Alomía et al. (2021) manifiestan que CCN-51 es susceptible al mazorquero y a pudrición parda y el clon más susceptible a *C. foraseminis* es ICS-95.

Tabla 6. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para el número y porcentaje de frutos cosechados sanos, enfermos y con *C. foraseminis* en promedio para nueve plantas

| Tratamiento | | Totales (S+E+I) | Safrnos (S+E) | Sanos (S) | Enfermos (E+I) | Enfermos (E) | Monilia- sis | Escoba de bruja | Pudrición parda | Car- menta sp. |
|----------------|------------------------------|--------------------|------------------|-----------|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| T ₀ | Testigo | 220,67 | a 168,67 | d 129,67 | e 91,00 | a 39,00 | a 11,00 | a 7,67 | a 20,33 | a 52,00 |
| T ₄ | Embolsado | 219,00 | a 191,67 | a 168,00 | a 51,00 | e 23,67 | d 6,00 | d 4,33 | d 13,33 | c 27,33 |
| T ₃ | Caldo bordelés 2% | 218,00 | a 184,67 | b 157,67 | b 60,33 | d 27,00 | c 7,00 | c 5,00 | cd 15,00 | bc 33,33 |
| T ₂ | Caldo sulfocálcico al 10% | 214,67 | b 176,33 | c 146,00 | c 68,67 | c 30,33 | b 8,33 | b 5,67 | bc 16,33 | b 38,33 |
| T ₁ | <i>Beauveria bassiana</i> 5% | 213,67 | b 170,33 | d 137,33 | d 76,33 | b 33,00 | b 9,00 | b 6,33 | b 17,67 | b 43,33 |
| C. V. (%) | | 0,81 | 1,20 | 1,02 | 2,71 | 5,39 | 6,25 | 6,30 | 8,26 | 6,94 |

Tabla 7. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para el número y porcentaje de frutos enfermos y con *C. foraseminis* en promedio para nueve plantas

| Tratamiento | | Enfermos (E+I) | Enfermos (E) | Moniliasis | Escoba de bruja | Pudrición parda | Carmenta sp. |
|----------------|---------------------------|-------------------|--------------|------------|--------------------|--------------------|--------------|
| T ₀ | Testigo | 41,23 | a 17,66 | a 4,98 | a 3,48 | a 9,20 | a 23,57 |
| T ₁ | <i>Beauveria bassiana</i> | 35,72 | b 15,43 | b 4,21 | b 2,96 | b 8,25 | ab 20,29 |
| T ₂ | Caldo sulfocálcico 10 % | 31,98 | c 14,13 | b 3,88 | b 2,64 | c 7,61 | bc 17,85 |
| T ₃ | Caldo bórdales 2 % | 27,67 | d 12,37 | c 3,20 | c 2,29 | d 6,88 | cd 15,29 |
| T ₄ | Embolsado | 23,28 | e 10,80 | d 2,74 | d 1,97 | d 6,08 | d 12,48 |
| C. V. (%) | | 2,22 | 5,36 | 6,26 | 6,46 | 8,25 | 6,63 |

Letras iguales = No existe diferencia estadística significativa entre ellas.

4.1.4. Área debajo de la curva del progreso de la enfermedad (ADCPE) y tasa de progreso de la enfermedad para frutos maduros

En la prueba comparativa de Duncan ($\alpha=0,05$) para área debajo de la curva y tasa de infección de progreso de la enfermedad total de los tratamientos en estudio, que se muestran en las Tablas 8 y 9; se observa que los coeficientes de variabilidad están dentro de los rangos permitidos (Calzada, 1986).

En la Tabla 8 el tratamiento (T₄) embolsado, presenta la menor área debajo de la curva de frutos enfermos más *C. foraseminis* (E+I) con 64,02, esto tiene correlación con el menor valor obtenido de la tasa de infección con (0,01000), diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos (Tablas 8 y 9). El tratamiento (T₀) testigo obtuvo la mayor área debajo de la curva del progreso de la enfermedad (E+I), así también la mayor tasa de infección con 98,61 y 0,01000 respectivamente. Asu vez Morón (2018) aplicando caldo bórdeles 2 % y sulfocálcico 10 % obtuvo un ADCPE para enfermos más mazorquero (E+I) de 81,39 y 70,48 respectivamente, con una tasa de infección de progreso de la enfermedad de 0,023, en comparación con esta investigación que registró para caldo bordelés y sulfocálcico de 74,31 y 78,84 respectivamente y una tasa de infección del progreso de la enfermedad (E+I) de 0,01000, obteniendo buenos resultados en esta investigación en uno de los caldos minerales y en el otro no.

Así mismo el tratamiento (T₄), presenta el menor valor de ADCPE para los frutos enfermos con 33,38 en comparación con el testigo (T₀) que tiene 48,63, diferenciándose estadísticamente con los demás tratamientos, para moniliasis el valor es de 8,32 y es significativo con los demás tratamientos, para la escoba de bruja es de 6,26 y es significativo solo con los tratamientos T₀, T₁ y T₂, para la pudrición parda el valor es 18,80 siendo significativo solo con los tratamientos T₀ y T₁; viéndose reflejado en la tasa del progreso de la enfermedad para el tratamiento (T₄) en frutos enfermos con moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda con (0,00190), (0,00057), (0,00017) y (0,00120) respectivamente. Perdomo (2014) reportó un ADCPE para monilias en su tratamiento testigo de 12,28 y una tasa de infección del progreso de la enfermedad de *M. royeri* de 0,0002575 en la localidad de Jacintillo, observándose que la incidencia va variando según la localidad.

Además, para los frutos atacados por *C. foraseminis* existe diferencias significativas entre los tratamientos; el tratamiento (T₄) embolsado muestra la menor área debajo de la curva con 30,63, como también una baja tasa de infección de 0,00400; en comparación con el tratamiento T₀ que presenta un elevado ADCPE con 49,98 y una mayor

tasa de infección de 0,01000. Así mismo Morón (2018) aplicando caldo bordelés al 2 % y C. sulfocálcico al 10 % obtuvo una ADCPE de mazorquero de 54,93 y 47,01 respectivamente y una tasa de progreso la enfermedad del mazorquero de 0,0174 y 0,0160 en comparación con esta investigación que reportamos un ADCPE de para caldo bordelés de 37,48 y caldo sulfocálcico de 38,44, además de una tasa de progreso de la enfermedad de 0,01000 mucho menor, debido a una buena aplicación del producto a las mazorcas de cacao.

Tabla 8. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad total (ADCPE), de moniliasis (*M. roseri*), escoba de bruja (*C. pernicioso*), pudrición parda (*Phytophthora sp.*) y mazorquero del cacao (*C. foraseminis*)

| Tratamiento | Enfermos (E+I) | Enfermos (E) | Moniliasis | Escoba de bruja | Pudrición parda | Carmenta sp. |
|--|----------------|--------------|------------|-----------------|-----------------|--------------|
| T ₀ Testigo | 98,61 a | 48,63 a | 14,06 a | 9,36 a | 25,21 a | 49,98 a |
| T ₁ <i>Beauveria bassiana</i> | 91,73 b | 43,27 b | 12,41 b | 8,14 ab | 22,73 b | 48,46 a |
| T ₂ Caldo sulfocálcico 10 % | 78,84 c | 40,4 c | 11,52 b | 7,79 bc | 21,08 bc | 38,44 b |
| T ₃ Caldo bórdales 2 % | 74,31 d | 36,83 d | 9,83 c | 6,6 cd | 20,4 bc | 37,48 b |
| T ₄ Embolsado | 64,02 e | 33,38 e | 8,32 d | 6,26 d | 18,8 c | 30,63 c |
| C. V. (%) | 2,64 | 3,41 | 5,80 | 8,78 | 5,64 | 6,00 |

Letras iguales = No existe diferencia estadística significativa entre ellas.

En las Figuras 4, 5, 6, 7 y 8; se muestran las curvas y la tasa 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 R² de todos los tratamientos se encuentran dentro de los valores aceptables para este tipo de ensayos.

En la Figura 4, se presenta la curva y la tasa de progreso de la enfermedad para los frutos enfermos totales. Se observa que el tratamiento (T₄) tiene mejor efecto de control para; pudrición parda, moniliasis, escoba de bruja; siendo su incremento de 0,0061 frutos enfermos cada 15 días, en comparación con el testigo que muestra un incremento de 0,0148 frutos enfermos cada 15 días, concluyendo que el T₄ es menor en 2,42 veces frente al testigo. Presenta una confiabilidad (R²) de 93,24 % que indica que tiene un menor porcentaje de error experimental.

Tabla 9. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para la tasa de progreso de la enfermedad total de moniliasis (*M. rozeri*), escoba de bruja (*C. pernicioso*), pudrición parda (*Phytophthora* sp.) y mazorqueo del cacao (*C. foraseminis*)

| Tratamiento | | Enfermos (E+I) | | Enfermos (E) | | Moniliasis | | Escoba de bruja | | Pudrición parda | | Mazorquero | |
|----------------|----------------------------|----------------|---|--------------|----|------------|----|-----------------|---|-----------------|----|------------|---|
| T ₀ | Testigo absoluto | 0,01000 | a | 0,01000 | a | 0,00140 | a | 0,00110 | a | 0,00270 | a | 0,01000 | a |
| T ₁ | <i>Beauveria bassiana</i> | 0,01000 | b | 0,00440 | ab | 0,00110 | ab | 0,00100 | a | 0,00230 | ab | 0,01000 | b |
| T ₂ | Caldo sulfocálcico 10 % | 0,01000 | c | 0,00350 | bc | 0,00087 | bc | 0,00057 | b | 0,00210 | b | 0,01000 | b |
| T ₃ | Caldo bordelés 2 % | 0,01000 | d | 0,00270 | cd | 0,00067 | c | 0,00060 | b | 0,00150 | c | 0,01000 | c |
| T ₄ | Embolsado | 0,01000 | e | 0,00190 | d | 0,00057 | c | 0,00017 | c | 0,00120 | c | 0,00400 | c |
| C.V. | (%) | 6,95 | | 13,84 | | 18,86 | | 22,3 | | 14,85 | | 10,59 | |

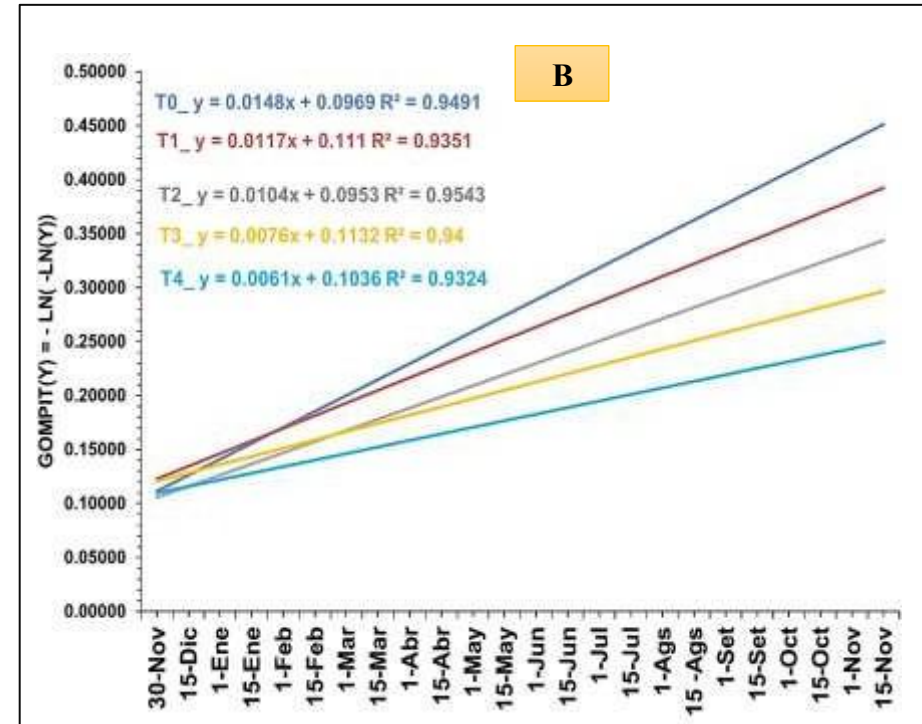
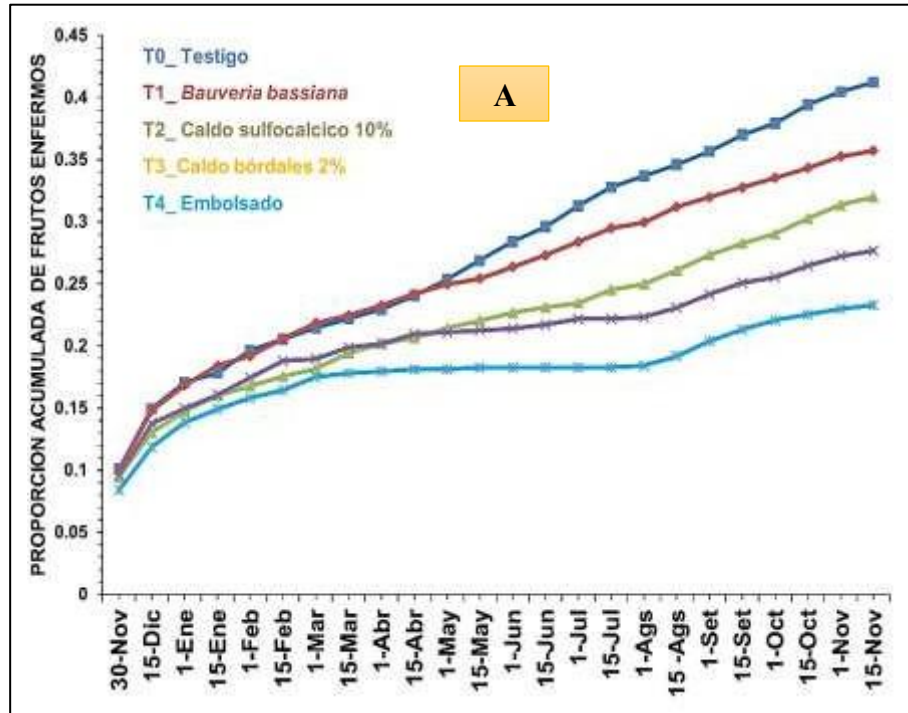


Figura 4. Curva de progreso de la enfermedad de la totalidad de los frutos (A) y tasa de progreso de la enfermedad de frutos totales por linealización de la transformación Gompit (B)

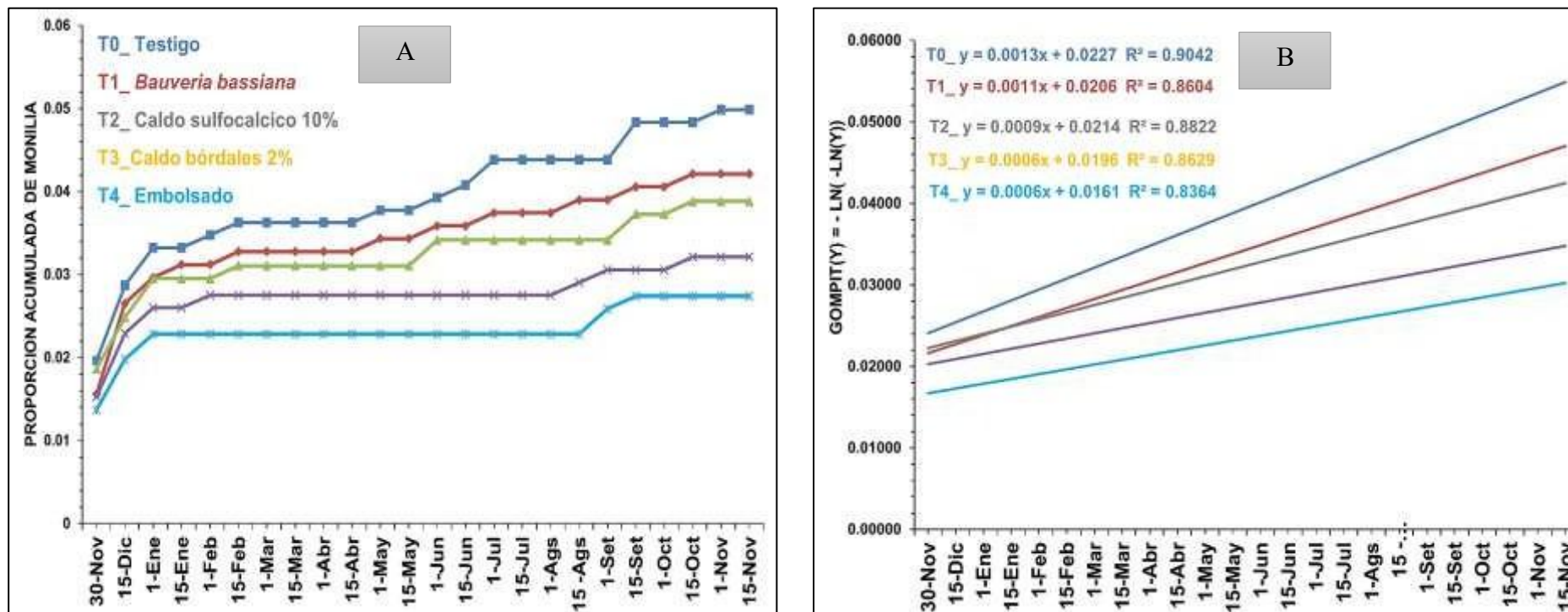


Figura 5. Curva de progreso de la enfermedad de frutos con moniliasis (*M. roseri*) (A) y tasa de progreso de la enfermedad de frutos con moniliasis por linealización de la transformación Gompit (B)

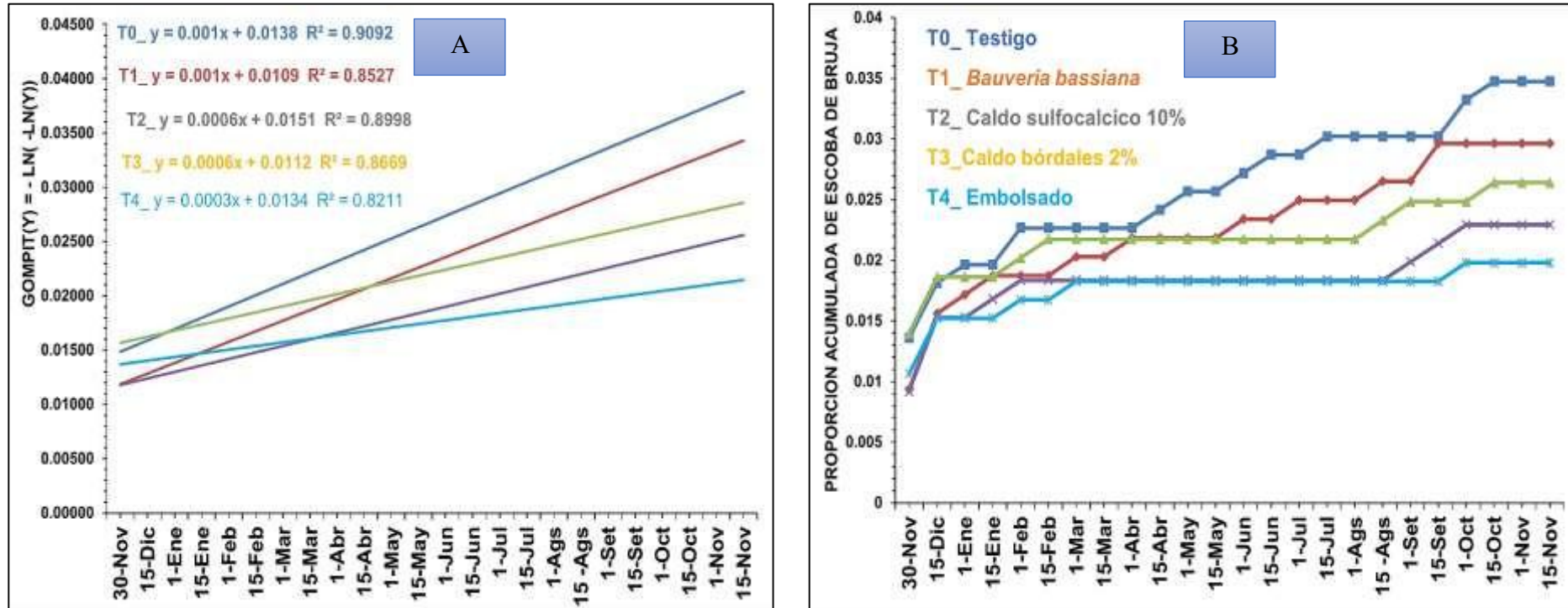


Figura 6. Curva de progreso de la enfermedad de frutos con escoba de bruja (*C. pernicioso*) (A) y tasa de progreso de la enfermedad de frutos con escoba de bruja por linealización de la transformación Gompit (B)

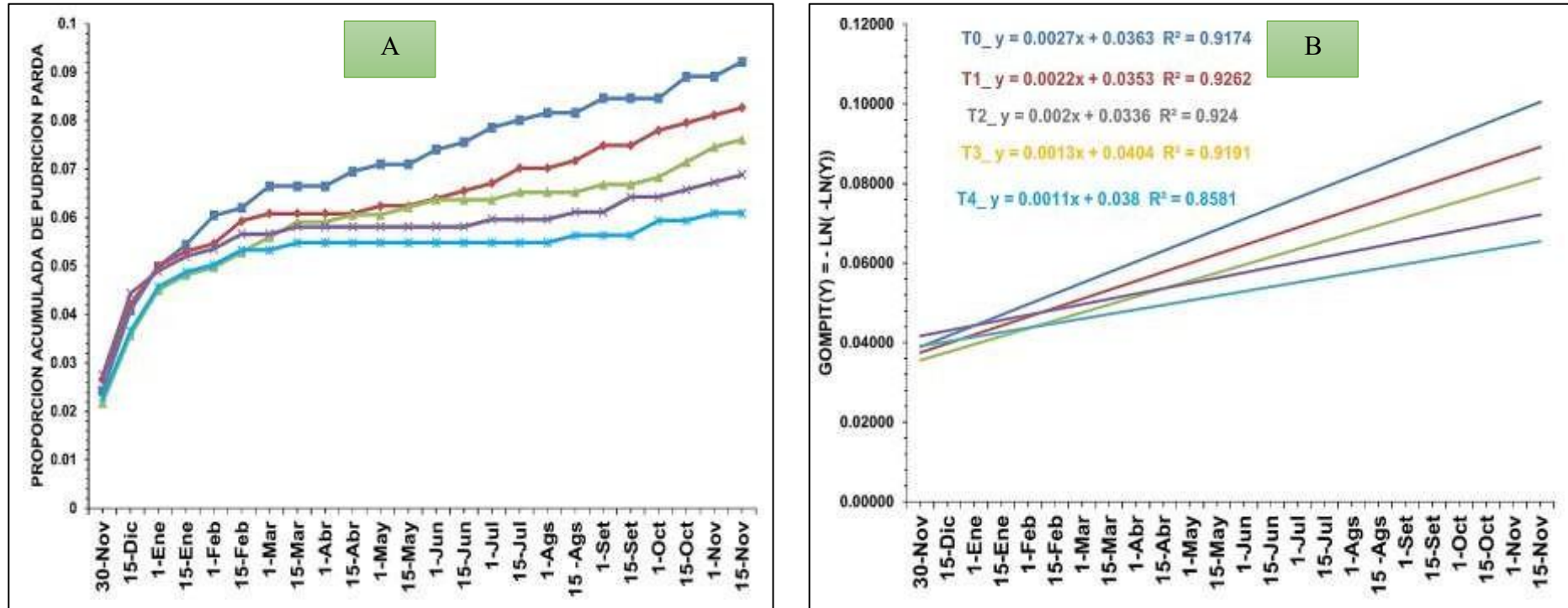


Figura 7. Curva de progreso de la enfermedad de frutos con pudrición parda (*Phytophthora* sp.) (A) y tasa de progreso de la enfermedad de frutos con pudrición parda por linealización de la transformación Gompit (B)

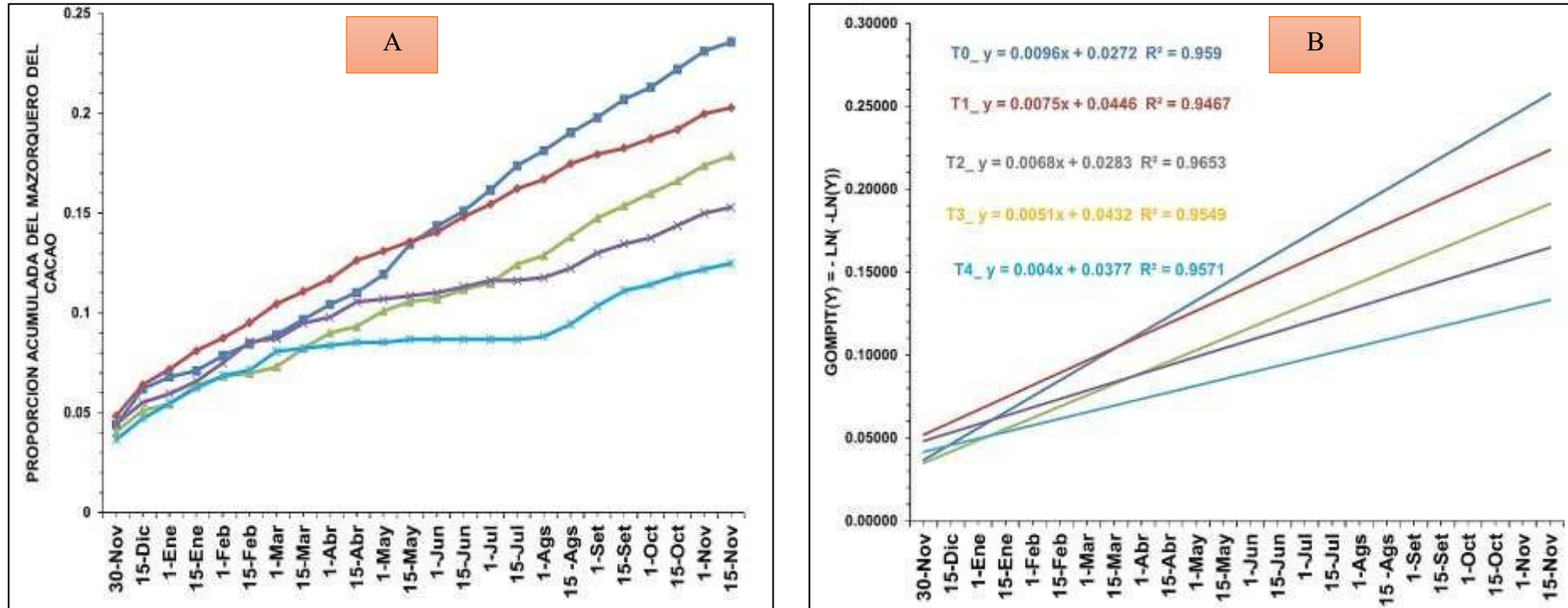


Figura 8. Curva de progreso de la enfermedad de frutos con *C. foraseminis* (A) y tasa de progreso de la enfermedad de frutos con *C. foraseminis* por linealización de la transformación Gompit (B)

Así también para las Figuras 5, 6 y 7 se presenta la curva y la tasa de progreso de la enfermedad para moniliasis, escoba de bruja y pudrición parda. Las tasas más bajas las presenta el T₄ con 0,0006, 0,0003 y 0,0011 y estos valores son menores en 2,1; 3,3 y 2,4 veces frente al testigo, además presentan una confiabilidad de 83 %, 82 % y 85 % respectivamente. En la Figura 8, se presenta la curva y la tasa de progreso de la enfermedad de frutos atacados con mazorquero de cacao observándose que el tratamiento T₄ tiene mejor efecto de control para *C. foraseminis*, siendo su incremento de 0,004 frutos infestados cada 15 días, en comparación con el testigo que muestra un incremento de 0,0096 de frutos infestados cada 15 días, concluyendo que el tratamiento T₄ es menor en 2,4 veces frente al testigo. Presenta una confiabilidad (R²) de 95 % que indica que tiene un menor porcentaje de error experimental.

4.2. De la pérdida de la producción

Con los datos de frutos maduros removidos (Tabla 9) se ha realizado una proyección de cuantos frutos dañados y sanos se pueden obtener por hectárea en los distintos tratamientos, estos a su vez se han llevado a kilogramos por hectárea (Tabla 11), observándose que en el tratamiento testigo (T₀) se pierde 10 frutos y solo se obtiene 14 mazorcas sanas por planta, en comparación con nuestro mejor tratamiento que es el enfundado (T₄) que se consigue 19 mazorcas sanas por planta. Nuestra toma de datos se realizó durante todo el año, y se colocaron fundas a los frutos que tenían entre 15 cm de longitud, esto solo se realizó en el mes de abril. Además, en el tratamiento testigo (T₀) se pierde aproximadamente 1 668,8 kg/ha de frutos dañados en estado maduros y verdes, en comparación con el embolsado (T₄) que tiene una pérdida de 912,6 kg/ha, lo que indicaría menos pérdidas para el agricultor si se aplicase este método. Así ves se muestra también que se tiene 1 642,7 kg/ha de grano seco superior a los demás tratamientos que oscilan entre 1 267 kg/ha y 1 541kg/ha de grano seco.

Según Alvarado y Iturrios (2017) de Alianza Cacao, el rendimiento promedio de producción del Perú es de 769 kg/ha/año que está por debajo al rendimiento potencial que se estima en esta investigación, debido a que es una parcela de alta densidad de siembra.

Pinedo (2022) manifiesta que las pérdidas por *C. foraseminis* se ven influenciadas por el mal manejo agronómico que se les da a las parcelas, además reporto que en parcelas con manejo los porcentajes de frutos dañados se mantuvo constante en 20 % estos resultados son previo a realizar un control con productos químicos. Así también Sánchez (2020) menciona que *C. foraseminis* produce pérdidas de hasta 22,24 % que equivalen en grano seco a 211,27 kg/ha/año del rendimiento promedio de la región San Martín.

Tabla 10. Proyección de frutos sanos por planta y la pérdida en rendimiento de grano seco por hectárea por presentar daños por enfermedades y mazorquero del cacao

| Tratamientos | Frutos cosechados enfermos e infestados por planta | | | | | Frutos cosechados enfermos e infestados proyectados a hectárea (FCEI) | | | | | N° Frutos sanos cosechados/planta | N° Frutos sanos cosechados/ha |
|--|--|-----|-----|------|-------|---|---------|---------|----------|----------|-----------------------------------|-------------------------------|
| | Mo | EB | PP | Carm | Total | Mo | EB | PP | Carm | Total | | |
| T ₀ Testigo | 1,2 | 0,9 | 2,3 | 5,8 | 10,1 | 2 258,7 | 1 574,2 | 4 175,1 | 10 677,3 | 18 685,3 | 14,4 | 26 624,9 |
| T ₁ <i>Beauveria bassiana</i> | 1,0 | 0,7 | 2,0 | 4,8 | 8,5 | 1 848,0 | 1 300,4 | 3 627,6 | 8 897,8 | 15 673,8 | 15,3 | 28 199,1 |
| T ₂ Caldo sulfocálcico 10 % | 0,9 | 0,6 | 1,8 | 4,3 | 7,6 | 1 711,1 | 1 163,6 | 3 353,8 | 7 871,1 | 14 099,6 | 16,2 | 29 978,7 |
| T ₃ Caldo bórdales 2 % | 0,8 | 0,6 | 1,7 | 3,7 | 6,7 | 1 437,3 | 1 026,7 | 3 080,0 | 6 844,4 | 12 388,4 | 17,5 | 32 374,2 |
| T ₄ Embolsado | 0,7 | 0,5 | 1,5 | 3,0 | 5,7 | 1 232,0 | 889,8 | 2 737,8 | 5 612,4 | 10 472,0 | 18,7 | 34 496,0 |

Tabla 11. Prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para frutos sanos por planta y la pérdida en rendimiento de grano seco por hectárea por presentar daños por enfermedades y mazorquero del cacao

| Tratamientos | Pérdida estimada de almendra seca de FCEI(kg/ ha) (A) | Peso grano seco obtenidos de frutos cosechados sanos (kg/ha) (B) | Pérdida grano seco por frutos removidos(kg/ha) (C) | Rendimiento potencialde la parcela (kg/ha) (A+B+C) |
|--|---|--|--|--|
| T ₀ Testigo | 889,8 | 1 267,9 | 779,0 | 2 936,6 |
| T ₁ <i>Beauveria bassiana</i> | 746,4 | 1 342,8 | 668,1 | 2 757,3 |
| T ₂ Caldo sulfocálcico 10 % | 671,4 | 1 427,6 | 603,0 | 2 701,9 |
| T ₃ Caldo bórdales 2 % | 589,9 | 1 541,6 | 515,0 | 2 646,5 |
| T ₄ Embolsado | 498,7 | 1 642,7 | 413,9 | 2 555,3 |
| | | 1 444,5 | Promedio por ha | 2 719,5 |

4.3. Relación de los factores meteorológicos con el comportamiento de las enfermedades

En las Figuras 9 y 11 se presenta la fluctuación de las enfermedades durante un año y su relación con los factores agrometeorológicos, las enfermedades afectan tanto a los frutos en estado maduro y verde. Además, en las Figuras 10 y 12 se muestra el comportamiento del mazorquero del cacao en frutos verdes y maduros respectivamente y su relación con los factores 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.

En la presente investigación se aplicaron los tratamientos en los meses de abril a julio donde las precipitaciones disminuyeron considerablemente y hubo un incremento de horas sol, además que la temperatura fue constante, datos registrados en la Estación Meteorología de la UNAS (Tabla 1). Así mismo el mayor número de frutos enfermos (verdes y maduros) se presentaron en los meses de noviembre a febrero 2017 y con una tendencia ascendente en los meses de setiembre a noviembre 2017; meses donde hubo mayor precipitación, lo que influyó en la diseminación de enfermedades, concordando con Mezones (2019) quien menciona que para la pudrición parda se observa más casos de brotes repentinos en época de mayor precipitación.

En los meses de marzo a julio para la incidencia de enfermedades se tiene un incremento que se mantiene en un rango constante en frutos verdes, a diferencia de los frutos maduros que se mantienen bajos. Fachin et al. (2019) mencionan que a medida que el mazorquero incrementa su incidencia, también aumenta la presencia de enfermedades como pudrición parada y monilia.

En el comportamiento del mazorquero de cacao en frutos verdes y maduros, se registraron los mayores picos de daños en los meses de noviembre 2016 a 15 enero 2017, debido a que había mayor número de frutos en esos meses y además la remoción de frutos enfermos y con mazorquero recién comenzaba y, esto se ve plasmado en los gráficos desde el inicio de la ejecución de la investigación donde la incidencia tanto de enfermedades como del mazorquero tiende a descender.

La incidencia de *C. foraseminis* en los meses de marzo a agosto incrementa paulatinamente observándose los mayores picos en mayo y julio, meses donde la precipitación disminuyó y las horas sol incrementaron, concordando con Fachin et al. (2019) quienes manifiestan que la incidencia de *C. foraseminis* en épocas secas y calurosas se ve beneficiada por lo que la incidencia de la plaga se incrementa, además a una temperatura de $26,7^{\circ}\text{C}$ obtuvo

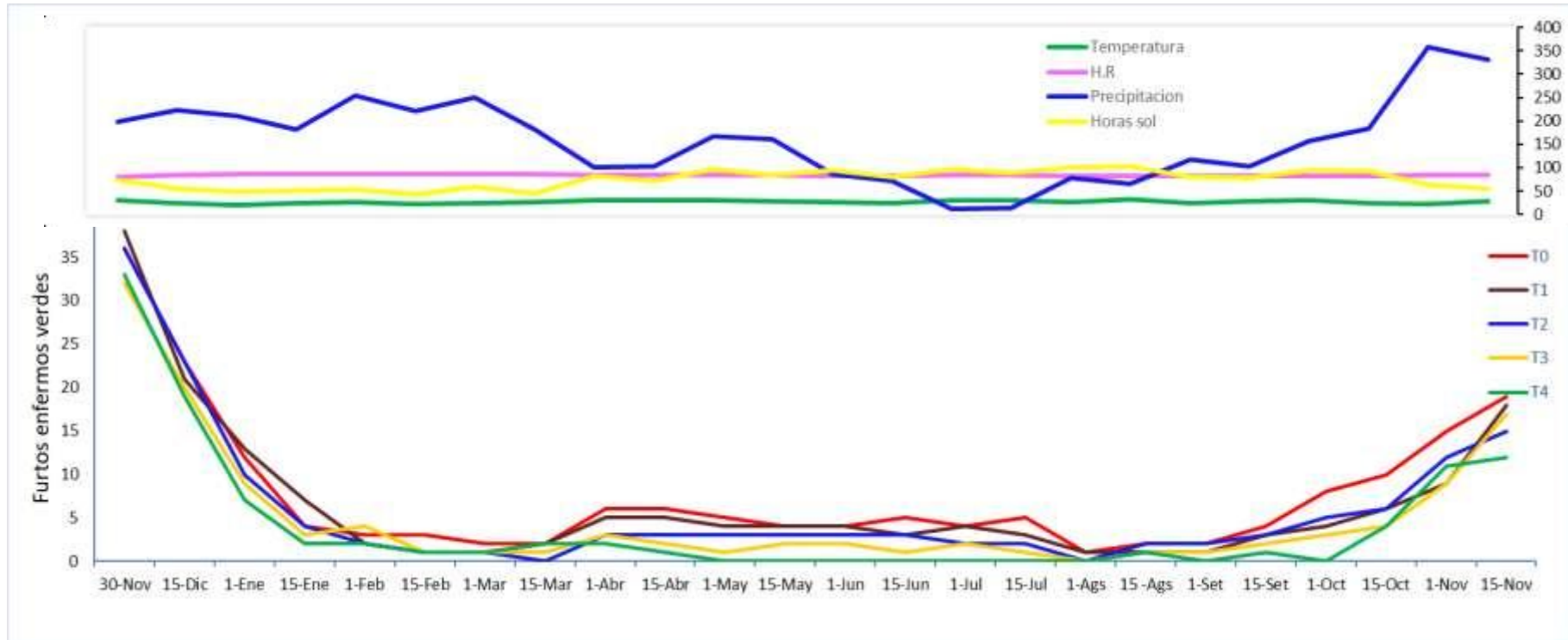


Figura 9. Comportamiento de las principales enfermedades en frutos verdes y su relación con los parámetros agrometeorológicos

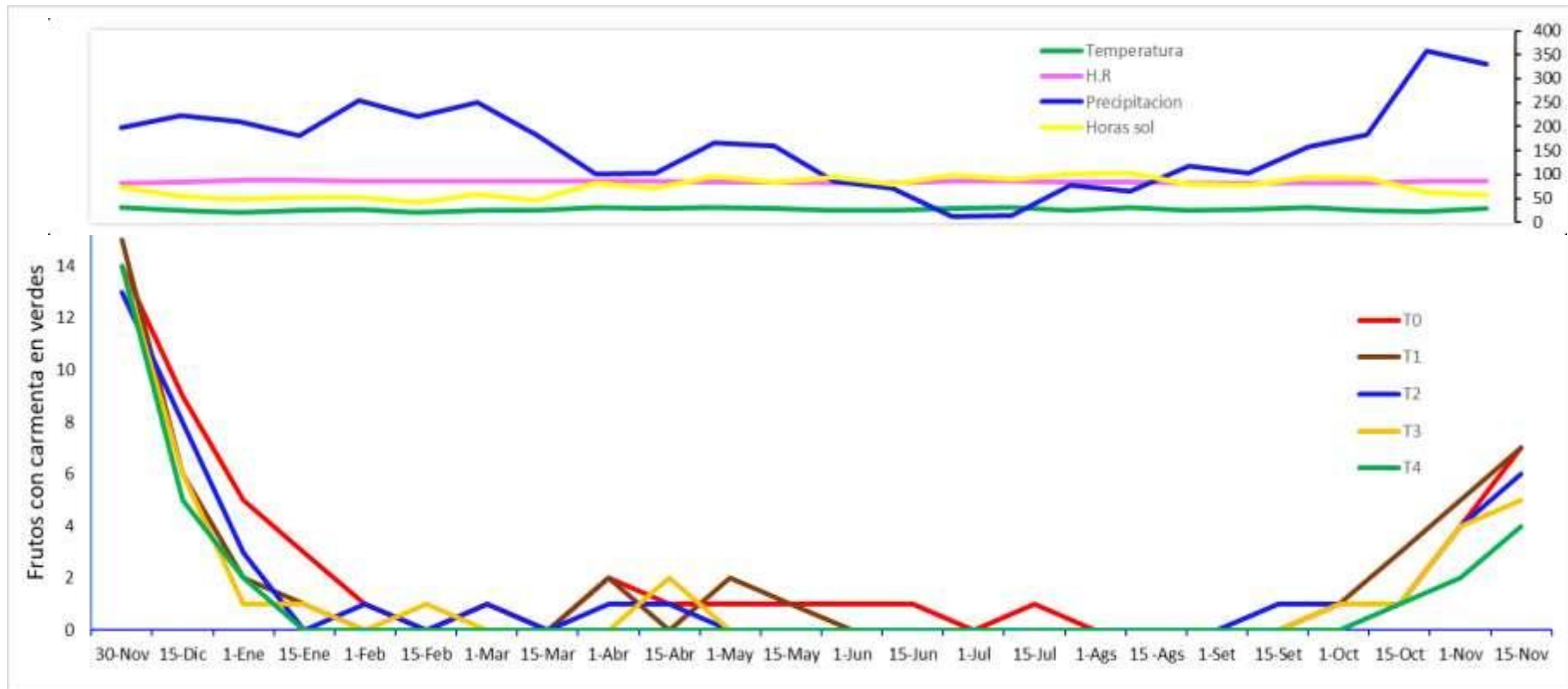


Figura 10. Comportamiento del mazorquero de cacao en frutos verdes y su relación con los parámetros agrometeorológicos

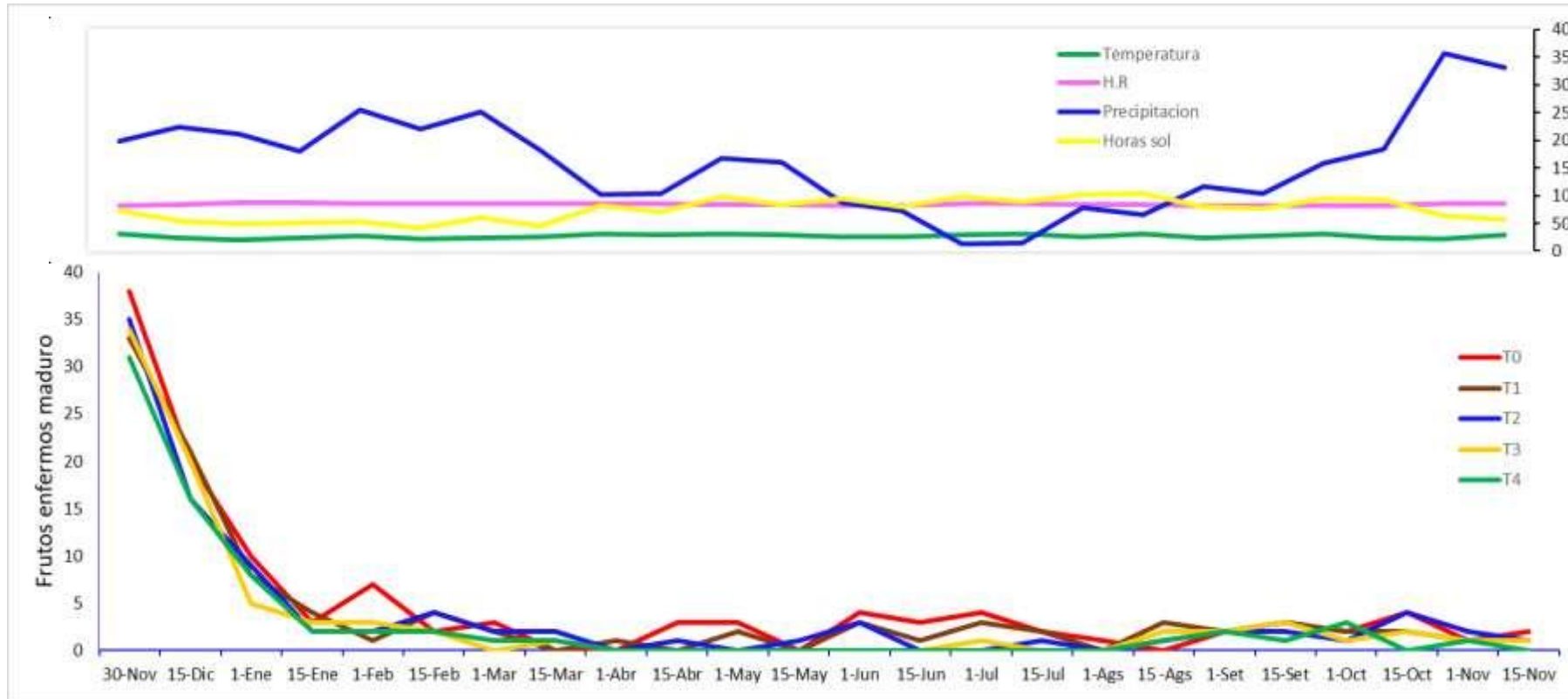


Figura 11. Comportamiento de las principales enfermedades en frutos maduros y su relación con los parámetros agrometeorológicos

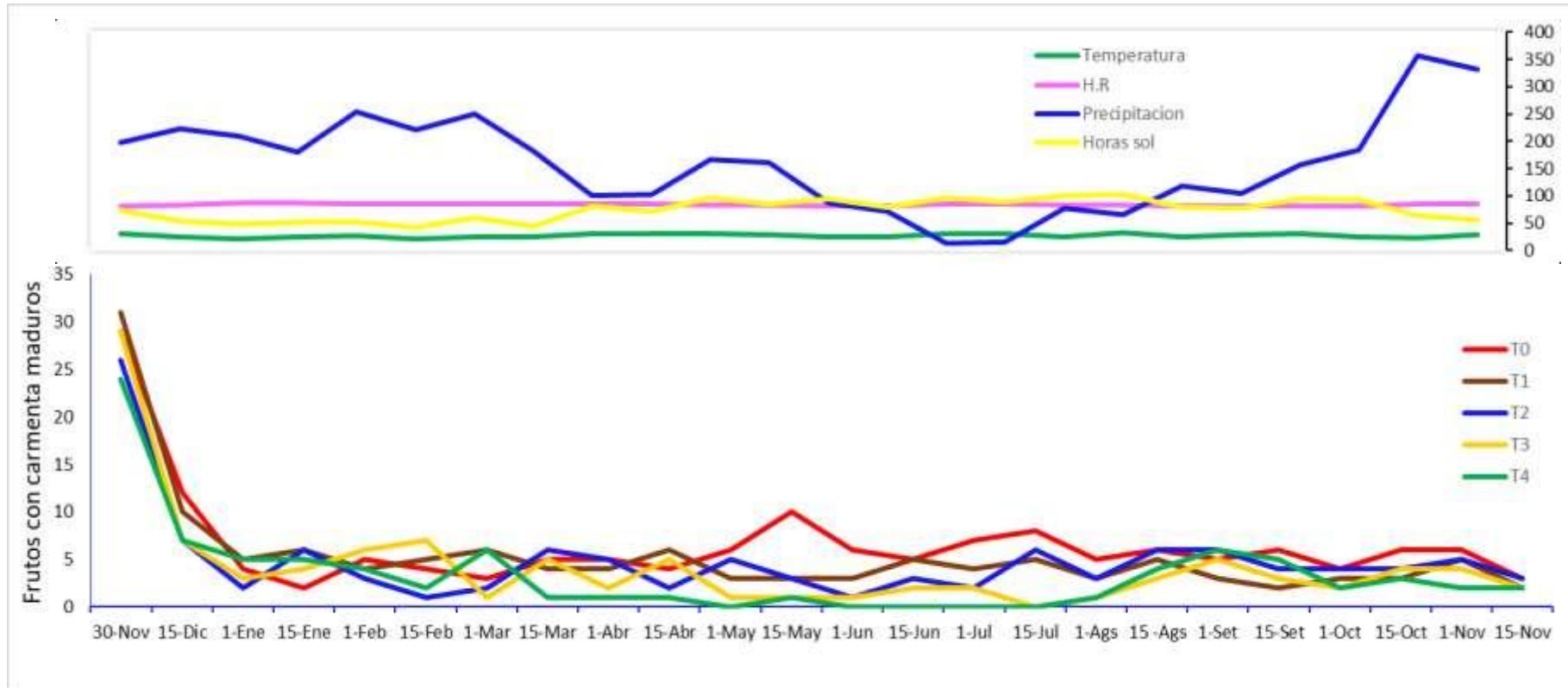


Figura 12. Comportamiento del mazorquero de cacao en frutos maduros y su relación con los parámetros agrometeorológicos

una incidencia de 42,1 % y a 25,2 °C un 11,1 % de mazorquero de cacao, concluyendo que a medida que se incrementa la temperatura hay un incremento en esta plaga. Así también Ccente (2019) menciona que la lluvia se comporta como control natural para este lepidóptero y en época seca se reportan mayores casos del número y diámetro de perforaciones por esta plaga.

En esta investigación se registró una incidencia de mazorquero para frutos maduros de 23,5 % en el tratamiento testigo a una altitud de 600 msnm, concordando con Delgado et al. (2017) que registro 62 % de infestación a una altitud de 1039 msnm y 25 % a 724 msnm; por el contrario, Fachin et al. (2019) mencionan que *C. foraseminis* no es influenciado por la altitud ya que a 745 msnm reportó una incidencia de 21 % y a una altitud de 556 msnm una incidencia de 42,1 %.

4.4. Del análisis de rentabilidad

En el presente trabajo de investigación se recopilamos datos durante todo un año de los diferentes tratamientos en estudio, obteniendo como mejor rendimiento el tratamiento T₄ embolsado, esto se detalla en el Tabla 12; se estimó una producción de 1 643 kg/ha de grano seco a diferencia del testigo con 1 267,85 kg/ha, esto debido a las pérdidas sufridas por las enfermedades y plagas; así mismo Sánchez (2020) manifiesta en su investigación que *C. foraseminis* reduce los índices de rendimiento de la producción anual del cacao debido a que existe una correlación entre los ataques del mazorquero de cacao y la reducción de la longitud de los frutos, así como también la pérdida de peso de las almendras húmedas (baba) y secas.

Los costos de producción difieren unos de otros debido a que cada tratamiento en estudio es diferente. Para el tratamiento T₄ embolsado se requiere S/. 4 034,80 ha año, (T₁) *B. bassiana* (S/. 2 010,80 ha), (T₂) caldo sulfocálcico 10% (S/. 2 043,80 ha) y (T₃) caldo bordelés 2 % (S/. 1 971,20 ha) y el (T₀) testigo (S/.1 790,80 ha). Así también Morón (2018) aplicando caldo bordelés y caldo sulfocálcico en la misma localidad reporta que sus costos de producción aumentaron y fueron S/. 2 007,28 y S/. 1 893,23 respectivamente.

Se logró una utilidad neta para el T₃ de S/. 6 816 ha/año seguido del tratamiento (T₂) caldo sulfocálcico al 10 % de S/6 093, (T₁) *B. bassiana* de S/. 5 643, (T₀) Testigo de S/. 5 435 y (T₄) Embolsado con S/. 5 328. Así mismo el tratamiento T₃ logró el mejor índice de rentabilidad con 3,46 a diferencia del testigo que tiene un índice de rentabilidad menor con 3,04.

Se concluye que el tratamiento T₄ no obtuvo la mejor respuesta de rentabilidad con 1,32, debido al incremento de los gastos por mano de obra que se requiere para realizar el embolsado, pero si hubiesen mercados donde buscaran calidad de grano, se tendría un

incremento de la utilidad neta. El embolsado es uno de los métodos con mejor respuesta en esta investigación para obtener mayor rendimiento y por su puesto una mejor calidad de grano, que es ideal para la producción de chocolates. Al respecto Guerrero (2020) realizó investigaciones de enfundado de plátano en periodo prematura y evito la incidencia de plagas y enfermedades, mejorado la calidad de fruto. Además, Fernández y García (2021) realizaron una investigación ejecutando el embolsado de frutos de guayaba con bolsas plásticas con malla y bolsas taiwan y pudieron obtener un 0 % de incidencia de la mosca de la fruta, con menos daños y mayor durabilidad, al realizar el embolsado con papel kraf presentó un 30 % de daño a la cobertura y una incidencia de 5 %. Así también Velásquez et al. (2014), ejecutaron el embolsado de los frutos para controlar la mosca de la fruta y pudieron encontrar frutos con mayor calibre y peso en durazno, que se ven reflejado en mayores ingresos para el agricultor frente a la producción de frutos de durazno aplicando tratamientos fitosanitarios. Pino (2018) obtuvo buenos resultados realizando el enfundado de frutos de cacao con bolsas biodegradables obteniendo 0 % de mazorcas afectadas por mazorquero y enfermedades.

El embolsado de frutos se realiza en muchos cultivos, como manzano, pera, mango, cacao, etc. y con diferentes tipos de material, bolsas, papel, mayas, etc., pero todos tienen la misma finalidad de proteger los frutos contra insectos plaga y por consiguiente obtener frutos sanos, con maduración homogénea, protegidos de la insolación y con mayor calidad libre de productos químicos. Así también, Cubillos (2013) menciona que embolse muestra muy buenos resultados en la efectividad en diferentes cultivos, además menciona que esta medida se ha tomado para proteger la fruta destinada a la producción de semilla de híbridos o portainjertos.

Tabla 12. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio

| Tratamiento | Rendimiento (Kg/ha) | Ingreso bruto (S/.) | Costo de producción (S/.) | Utilidad neta (S/.) | Beneficio costo (B/C) | Índice de rentabilidad (S/.) |
|--|---------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------|
| T ₀ Testigo absoluto | 1 267,85 | 7 226,76 | 1 790,80 | 5 435,96 | 4,04 | 3,04 |
| T ₁ <i>Beauveria bassiana</i> | 1 342,81 | 7 654,04 | 2 010,80 | 5 643,24 | 3,81 | 2,81 |
| T ₂ Caldo sulfocálcico 10 % | 1 427,56 | 8 137,07 | 2 043,80 | 6 093,27 | 3,98 | 2,98 |
| T ₃ Caldo bórdeles 2 % | 1 541,63 | 8 787,29 | 1 971,20 | 6 816,09 | 4,46 | 3,46 |
| T ₄ Embolsado | 1 642,67 | 9 363,20 | 1 977,80 | 7 385,40 | 4,73 | 3,73 |

Densidad de siembra = 2,5 x 2,5 tres bolillos
 Precio de un Kg de grano seco de cacao = S/. 5,70
 Costo de jornal = S/. 35,00

V. CONCLUSIONES

1. La aplicación de caldo bordelés al 2 % y caldo sulfocálcico al 10 %, muestran diferencias estadísticas en la disminución del porcentaje de infestación de frutos con *C. foraseminis* en 15,2 y 17,8 % respectivamente frente al testigo.
2. La práctica del embolsado reduce significativamente el porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en 12,48 % y la incidencia de enfermedades en los frutos cosechados en 10,8 %. De la misma forma este tratamiento expresa estadísticamente la menor área debajo de la curva de progreso de la enfermedad y tasa de progreso de la enfermedad.
3. La aplicación de *B. bassiana* no difiere significativamente a los tratamientos con aplicación de caldo bordelés y caldo sulfocálcico para el control de *C. foraseminis*.
4. El tratamiento embolsado logró mayor rendimiento de grano seco por hectárea con 1 642 kg/ha, cabe mencionar que solo se realizó una sola vez el enfundado de los frutos en el mes de abril. En cuanto a los índices de rentabilidad obtuvo 1,32 y es menor en comparación con los tratamientos estudiados que oscilaron entre 3,04 a 3,46 esto debido al incremento de la mano de obra que se requiere para enfundar los frutos de cacao.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Realizar la aplicación de los caldos minerales o el entomopatógeno *B. bassiana* previo a efectuar el embolsado de los frutos de cacao.
2. Embolsar los frutos de cacao a los dos meses de crecimiento de las mazorcas, para asegurar una correcta utilización de las bolsas, debido a que la planta de cacao produce frutos cherrelle wilt.
3. Promover el enfundado de los frutos de cacao para el control de enfermedades y plagas, a fin de obtener mayor cantidad y calidad de granos.

VII. REFERENCIAS

- Acordar. (2009). Cacao orgánico: Manual de cultivo. Lutheran World Relief. <https://lwr.org/wp-content/uploads/MANUAL-DE-CACAO-ORGANICO.pdf>
- Alcántara, V. (2013). *Ciclo biológico de Carmenta foraseminis Eichlin en Theobroma cacao en la zona de Satipo* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú].
- Almeida, A. y Valle, R. (2007). Ecophysiology of the cacao tree. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 425–448. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400013>
- Alomía, J., Alomía, C., y Vega, B. (2021). *Carmenta foraseminis Eichlin y Phytophthora palmivora* en frutos de *Theobroma cacao* L. en Satipo. *Manglar*, 18(3), 283–288. <https://revistas.unap.edu.pe/index.php/manglar/article/view/4057>
- Alomía, L., y Carmona, R. (2021). Daños y hábitos de la polilla *Carmenta foraseminis Eichlin* en frutos de *Theobroma cacao* en la zona de Satipo, Perú. *Revista de Investigación Agraria*, 3(3), 8–20.
- Alvarado, J., y Iturrios, J. (2017). *Determinación de la productividad en pequeños productores de cacao de las regiones de San Martín, Huánuco y Ucayali (SM/H/U): Una aproximación exploratoria al modelo tecnológico de productividad de estas regiones* [Ponencia presentada en el International Symposium on Cocoa Research (ISCR)]. Alianza Cacao Perú, Perú.
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO). (2007). *Control de enfermedades: Monilia, escoba de bruja y mal del machete*. <http://www.anecacao.com>
- Anzules, T. (2019). *Sustentabilidad de sistemas de producción de cacao (Theobroma cacao L.) en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador* [Tesis doctoral, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4110>
- Arias, E. (2007). *Aislamiento y patogenicidad del hongo nativo Beauveria bassiana (Bals) Vuill., controlador biológico de la broca del café Hypothenemus hampei (Ferrari)* [Tesis de licenciatura, Universidad de San Salvador]. Repositorio Institucional UES. <https://hdl.handle.net/20.500.14492/2182>
- Bartra, L. (2017). *Efecto de fungicidas orgánicos y químicos en el control del moho gris (Botrytis cinerea Pers.) de la granadilla (Passiflora ligularis Juss.) en el distrito de Molino de la región Huánuco* [Tesis de Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional

Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS.
<http://hdl.handle.net/20.500.14292/1256>

- Bioworks, Inc. (2014). *Botanigard ES: Introducción*.
<http://www.bioworksinc.com/products/shared/botanigardes-introduccion.pdf>
- Cabezas, O., Gil, J., Gómez, R., Dávila, C., Morón, S., y Ramírez, C. (2017, noviembre). *Estado fitosanitario en la producción de cacao (Theobroma cacao L.) en la región de Huánuco (Perú): Incremento del impacto de Carmenta foraseminis Eichlin* [Ponencia presentada en el International Symposium on Cocoa Research]. Lima, Perú.
- Calzada, J. (1986). *Métodos estadísticos para la investigación* (3ª ed.). Ediciones Jurídicas S.A.
- Cámara Nacional de Cacao Fino de Costa Rica (CANACACAO). (2014). *Propagación de plantas*. <http://www.canacacao.org/cultivo/propagacion/>
- Cárdenas, N., Darghan, A., Sosa, M., y Rodríguez, A. (2017). Análisis espacial de la incidencia de enfermedades en diferentes genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en El Yopal (Casanare), Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 22(2), 209–220.
- Carrión, S. (2012). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (Theobroma cacao L.) variedad CCN-51, Jama-Manabí* [Tesis de Ingeniería Agrónoma, Universidad San Francisco de Quito].
- Centro de Exportaciones e Inversiones Nicaragua (CEIN). (2012). *Perfil Cacao Orgánico: Mercado Europa. Trade Points*.
- Ccente, V. (2019). *Preferencia y daño de Carmenta spp, relacionado al crecimiento del fruto de Theobroma cacao L. CCN-51 en dos épocas de producción, Pichari, Cusco* [Tesis de Ingeniería Agroforestal, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3528>
- Cubillos, P. (2013). *Manual del perforador de la mazorca del cacao Carmenta foraseminis (Busck) Eichlin* [Manual]. Compañía Nacional de Chocolates S.A.S. Área de Compras y Fomento Agrícola
- Cruz, A. (2004). El caldo bordelés: Preparación y usos. *Informativo Quilamapuno*.

- Dalmiro, C., y Morales, M. (2010). Compatibilidad de 13 aislamientos de *Beauveria bassiana* patógenos para *Rhodnius prolixus* (Triatomidae) con insecticidas químicos. *Boletín de Malaria y Salud Ambiental*, 50(2), 261–270.
- Dávila, T. (2018). *Control biológico del mazorquero de cacao (Carmenta foraseminis) utilizando dos cepas nativas de Beauveria bassiana, región San Martín* [Tesis de ingeniería agrónoma, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional UNSM. <http://hdl.handle.net/11458/3138>
- Delgado, N. (2005). Caracterización morfológica de los Sesiidae (Insecta: Lepidoptera) perforadores del fruto del cacao (*Theobroma cacao* L.), presentes en la región costera del estado Aragua. *Entomotrópica*, 20, 97–111.
- Delgado, C., Balcázar, 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.
- Hernández, R., Ruíz, B., Acebo, G., Miguélez, S., y Heydrich, P. (2014). Antagonistas microbianos para el manejo de la pudrición negra del fruto en *Theobroma cacao* L. Estado actual y perspectivas de uso en Cuba. *Revista de Microbiología*, 29(1), 11–19.
- Escobar, R. (2008). Comportamiento de seis clones de “cacao” (*Theobroma cacao* L.) en Guasaganda, provincia de Cotopaxi, Ecuador. [Documento en línea]. decano_agro@ups.edu.ec. (Accedido el 24 de octubre de 2018).
- Fachin, G., Pinedo, K., Vásquez, J., Flores, E., Doria, M., Alvarado, J., Koch, C., y Bellido, J. J. (2019). Factores ambientales y su relación con la incidencia de *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) en frutos de *Theobroma cacao* en San Martín, Perú. *Boletín Científico del Museo de Historia Natural Universidad de Caldas*, 23(2), 133–145.
- Fernández, M., y García, O. (2021). *Efecto de tres tipos de embolsado en frutos de guayaba (Psidium guajava L.), variedad de Taiwan 1, sobre la calidad física y organoléptica* [Tesis de ingeniería agrónoma, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4486>
- García, L., Guarda, S., Chávez, M., Ríos, R., y Chía, W. (2011). Farmer participatory and on-station selection activities carried out at Universidad Nacional Agraria de la Selva, Peru. En A.B. Eskes (Ed.), *Collaborative and participatory approaches to cocoa variety*

- improvement* (pp. 102–108). 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.
- Guerrero, V. (2020). *Efecto de protección de racimos de banano orito (Musa sp.) en dos periodos de enfunde* [Tesis de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6012>
- Gil, J. (2012). *Plagas del cultivo de cacao*. Área de Sanidad Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Separata mimeografiada. Tingo María, Perú.
- Gil, J., Cabezas, O., Ramírez, C., Gil, S., y Huamán, J. (7-10 de noviembre de 2016). *Registro de Carmenta foraseminis (Busck) Eichlin “Mazorquero del cacao” (Lepidoptera: Sesiidae) en el Alto Huallaga*. [Conferencia] Resúmenes de la LVIII Convención Nacional. Sociedad Entomológica del Perú. Lima, Perú.
- Jaimes, S., y Aranzazu, H. (2010). *Manejo de las enfermedades del cacao (Theobroma cacao L.) en Colombia, con énfasis en monilia (Moniliophthora roreri)*.
- Jambo, C. (2016). *Eficiencia de remoción de frutos enfermos y de fungidas cúpricos en el control de enfermedades e incremento de producción en plantaciones clonales de cacao CCN-51 en Tocache* [Tesis de ingeniería agrónoma, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Jorge, P. (2018). *Efecto de entomopatógenos y un insecticida químico en el control del “mazorquero del cacao” (Carmenta foraseminis Busck (Eichlin)) en el caserío de Pumahuasi* [Tesis de ingeniería agrónoma, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1460>
- Luna, Q. (2019). *Afectación de los mazorqueros Carmenta theobromae Busck y Carmenta foraseminis Eichlin en plantaciones de cacao en el Perú* [Tesis de Ingeniería Agrónoma, Universidad Católica Sedes Sapientiae].
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador (MAGAP). (2006). *Cultivo orgánico de cacao*. <http://www.magap.gov.ec/magapweb/BIBLIOTECA/AGRICOLA/CULTIVOS%20ORGANICOS/cacao.pdf>

- Mezones, M. (2019). *Evaluación de Carmenta foraseminis (Busck) Eichlin, y algunas enfermedades de frutos de cacao (Theobroma cacao L.) en tres localidades de Leoncio Prado, Huánuco* [Tesis de Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Mina, Q. (2021). *Determinación de la especie causante del mazorquero de cacao (Carmenta spp.) en Echarati-La Convención* [Tesis de Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco].
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2019). *Plan nacional de cultivos, campaña agrícola 2019–2020*.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2020). *Commodities: Cacao*. Boletín MINAGRI.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2016). *Ficha técnica N.º 11: Requerimientos agroclimáticos del cultivo de cacao*.
- Monzón, R. (2003). *Evaluación de opciones de manejo de la Antracnosis (Colletotrichum spp. Noack), en el cultivo del café (Coffea arabica), en la zona de Boaco, Nicaragua* [Tesis de Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional Agraria].
- Morón, R. (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 Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Morón, R. (2017). *Estado fitosanitario del cultivo de cacao (Theobroma cacao) en el sector de Altos Peregrinos, distrito de Daniel Alomía Robles, provincia de Leoncio Prado*.
- 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.
- Murieta, E., y Palma, H. (2018). *MIP en el “Mazorquero” del cacao*. Alianza Cacao Perú.
- Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF). (2010). *Glosario de términos: Guía para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal*. <https://www.fao.org/3/i0736s/i0736s00.htm>

- Paredes, S. (2016). *El manejo fitosanitario del cultivo de cacao nacional (Theobroma cacao L.) y el rendimiento de este, en la asociación Kallari* [Tesis de Magíster en Agroecología y Ambiente, Universidad Técnica de Ambato].
- Perdomo, V. (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 de Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Piundo, A. (2019). *Infestación del “mazorquero del cacao” (Carmenita foraseminis (Busck) Eichlin) y registro de sus enemigos naturales en época de alta precipitación, en los caseríos de Camote y Pozo Rico, Monzón – Huánuco* [Tesis de Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Pino, V. (2018). *Prevención del ataque del mazorquero de cacao, protegiendo las mazorcas con fundas biodegradables FENCACAO*. Boletín Técnico N° 1.
- Phillips, M. (2004). *La moniliasis del cacao: una seria amenaza para el cacao en México*. Memoria del Simposio Nacional de Manejo Fitosanitario de Cultivos Tropicales, Tabasco, México.
- Phillips, M. (2009). *Enfermedades del cacao en Centro América*. http://worldcocoafoundation.org/wpcontent/files_mf/phillipsmoradiseasespestsdiseasescentralamerica.pdf
- Ramírez, G. (2016). Pérdidas económicas asociadas a la pudrición de la mazorca del cacao causada por *Phytophthora spp.*, y *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al., en la hacienda Theobroma, Colombia. *Revista Protección Vegetal*, 31(1), 42-49.
- Ruiz, E., Rosado, A., Chan, W., Alejo, J., y Munguía, R. (2009). Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals) Vullemin sobre estados inmaduros de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn.). *Fitosanidad*, 13(2), 89-93.
- Sánchez, C., Jaramillo, A., y Ramírez, M. (2015). *Enfermedades del cultivo de cacao*. Universidad Técnica de Machala.
- Sánchez, G. (2020). *Evaluar el comportamiento de Carmenita foraseminis Eichlin en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en Sivia-Huanta* [Tesis de Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional de Huancavelica].

- Soza, U., y Taleno, G. (2007). *Comparación de alternativas de manejo para plagas convencionales e integrado (MIP) en el cultivo de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench), en época de postrera en las localidades Masaya, CNIA y Managua* [Tesis de Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional Agraria].
- Soto, A., Pallini, A., y Venzon, M. (2013). Eficacia del caldo sulfocálcico en el control de los ácaros *Tetranychus evansi* Baker y Pritchard y *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Revista Luna Azul*, 63–73.
- Valderrama, T. (1990). *Evaluación de la eficiencia de fungicidas a base de cobre en el control de enfermedades en frutos de cacao* [Tesis de Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Vásquez, C., Saldarriaga, Y., y Pineda, F. (2004). Compatibilidad del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* con Triflumuron. *Revista Colombiana de Entomología*, 30(1).
- Vásquez, Y., Muñoz, J., Muriel, S., y Hernández, F. (2015). Ocurrencia de los barrenadores *Carmenta foraminis* (Eichlin) y *Carmenta theobromae* (Busck) (Lepidoptera: Sesiidae) en *Theobroma cacao* L., en el departamento de Antioquia, Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 16(1), 34–38.
- Velásquez, B., Perera, G., y Sánchez, G. (2014). Control de las moscas de la fruta mediante el embolsado. *Agro Cabildo*, 8 pp.
- Zapata, C. (2013). *Efecto de las diferentes concentraciones de extracto de neem y caldo sulfocálcico sobre Beauveria bassiana en condiciones de laboratorio* [Tesis de Biólogo-Microbiólogo, Universidad Nacional de Trujillo].

ANEXOS

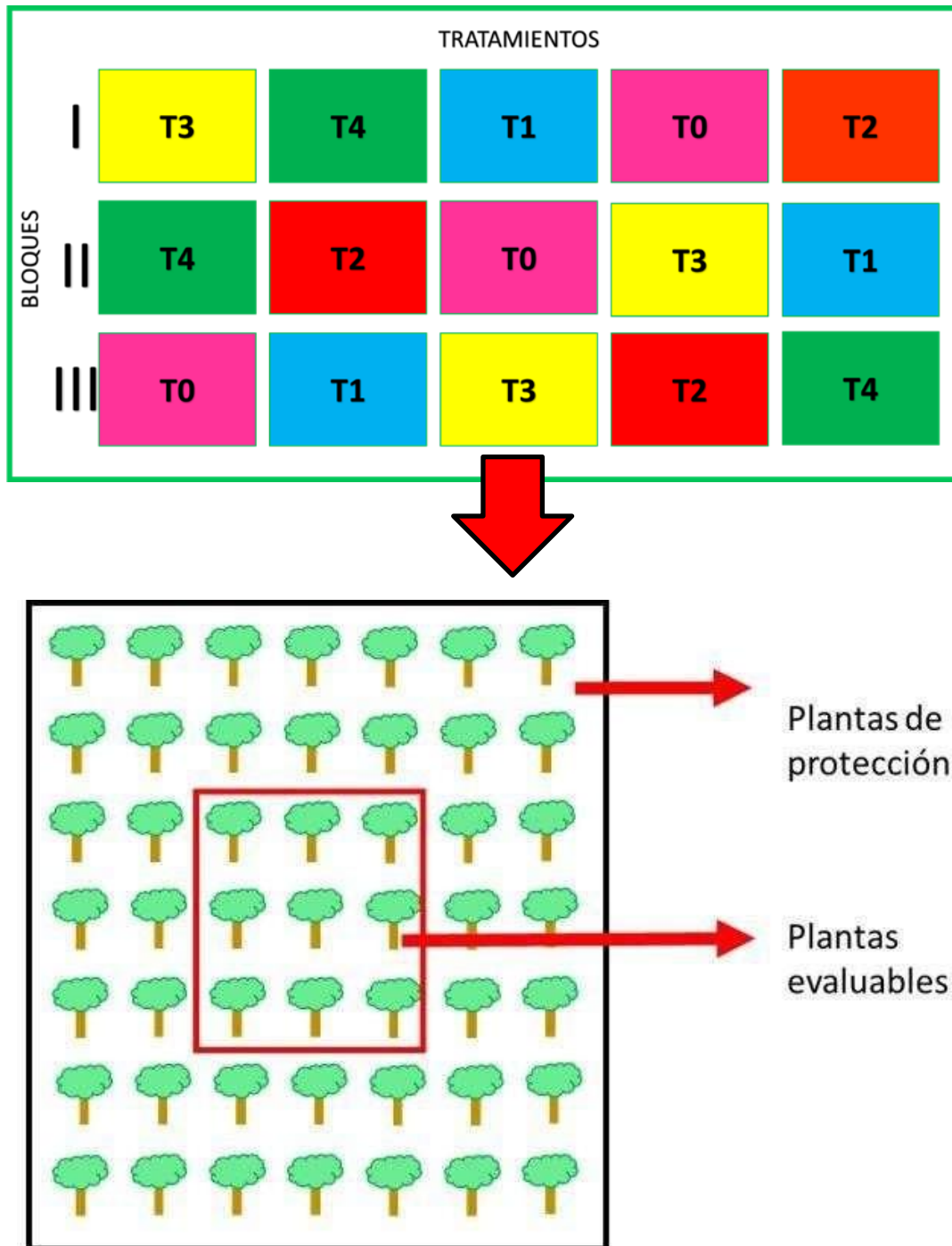


Figura 13. Croquis de la ubicación de los tratamientos y bloques, y distribución de las plantas en campo



Figura 14. Identificación de frutos verdes con *C. foraseminis*.



Figura 15. Daño causado por *C. foraseminis* en frutos maduros



Figura 16. Preparación de caldo sulfocálcico



Figura 17. Preparación de caldo bordales



Figura 18. a. Embolsado de los frutos de cacao, b. Aplicación de *B. bassiana*.



Figura 19. a. Aplicación de caldo bordelés, b. Caldo sulfocálcico en los frutos de cacao



Figura 20. Poda de repaso 03/02/2017



Figura 21. Apoyo en la poda de repaso por los alumnos de la promoción 2014



Figura 22. Frutos de cacao maduros, después de 4 meses del embolsado



Figura 23. Resultado del embolsado de frutos de cacao



Figura 24. Evaluación de los tratamientos en estudio



Figura 24. Apoyo de los alumnos del curso de Fitopatología Tropical en la evaluación e identificación de daños por enfermedades y *C. foraseminis*

Tabla 14. Número total de frutos sanos y enfermos (S+E) - Verdes

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 1379 | 1489 | 1384 | 1401 | 1386 |
| II | 1228 | 1652 | 1700 | 1722 | 1506 |
| III | 1502 | 1292 | 1207 | 1268 | 1674 |

Tabla 15. Número total de frutos sanos (S) - Verdes

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 1316 | 1434 | 1333 | 1357 | 1348 |
| II | 1168 | 1602 | 1655 | 1685 | 1477 |
| III | 1440 | 1237 | 1159 | 1227 | 1642 |

Tabla 16. Número total de frutos enfermos (E) - Verdes.

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 63 | 55 | 51 | 44 | 38 |
| II | 60 | 50 | 45 | 37 | 29 |
| III | 62 | 55 | 48 | 41 | 32 |

Tabla 17. Número de frutos con escoba de bruja – Verdes

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 13 | 11 | 10 | 9 | 7 |
| II | 12 | 10 | 8 | 7 | 4 |
| III | 14 | 10 | 9 | 7 | 5 |

Tabla 18. Número de frutos con pudrición parda – Verdes

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 37 | 32 | 29 | 25 | 22 |
| II | 36 | 30 | 28 | 23 | 20 |
| III | 38 | 35 | 30 | 27 | 22 |

Tabla 19. Número de frutos con monilia - Verdes

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 13 | 12 | 12 | 10 | 9 |
| II | 12 | 10 | 9 | 7 | 5 |
| III | 10 | 10 | 9 | 7 | 5 |

Tabla 20. Número de frutos con *Carmenta foraseminis* - Verdes

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 23 | 18 | 16 | 15 | 11 |
| II | 15 | 13 | 12 | 10 | 8 |
| III | 16 | 14 | 13 | 11 | 9 |

Tabla 21. Número total de frutos (S +E + I) - Maduros

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 219 | 210 | 211 | 214 | 215 |
| II | 220 | 213 | 215 | 221 | 218 |
| III | 223 | 218 | 218 | 219 | 224 |

Tabla 22. Número de frutos sanos (S) - Maduros

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 128 | 135 | 146 | 156 | 166 |
| II | 132 | 139 | 146 | 159 | 167 |
| III | 129 | 138 | 146 | 158 | 171 |

Tabla 23. Número de frutos enfermos (E) - Maduros

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 34 | 29 | 29 | 24 | 22 |
| II | 39 | 34 | 31 | 28 | 24 |
| III | 44 | 36 | 31 | 29 | 25 |

Tabla 24. Número de frutos enfermos con monilia - Maduros

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 10 | 8 | 8 | 6 | 5 |
| II | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
| III | 11 | 8 | 7 | 6 | 5 |

Tabla 25. Número de frutos enfermos con escoba de bruja - Maduros

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 7 | 6 | 5 | 4 | 4 |
| II | 8 | 6 | 6 | 5 | 4 |
| III | 8 | 7 | 6 | 6 | 5 |

Tabla 26. Número de frutos enfermos con pudrición parda - Maduros

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 17 | 15 | 16 | 14 | 13 |
| II | 19 | 17 | 15 | 14 | 12 |
| III | 25 | 21 | 18 | 17 | 15 |

Tabla 27. Número de frutos enfermos con mazorquero - Maduros

| Bloque | Tratamiento | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ |
| I | 57 | 46 | 36 | 34 | 27 |
| II | 49 | 40 | 38 | 34 | 27 |
| III | 50 | 44 | 41 | 32 | 28 |

Tabla 28. Costo de producción anual por hectárea, del tratamiento testigo (T₀)

| Rubro | Unid. | Cant. | Precio Unitario (S/.) | Costo (S/.) |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------------------|
| 1 Trabajo de campo: | | | | |
| Aplicación de tratamiento 0 | Jornal | 0 | 0 | 0 |
| Poda fitosanitaria | Jornal | 4 | 35 | 140 |
| Poda de mantenimiento | Jornal | 2 | 35 | 70 |
| Control de malezas | Jornal | 4 | 35 | 140 |
| Cosecha | Jornal | 24 | 35 | 840 |
| 2 Materiales e insumos: | | | | |
| Tijera de podar pequeño | Unidad | 1 | 40 | 40 |
| Tijera de podar mediana | Unidad | 1 | 60 | 60 |
| Machete | Unidad | 1 | 10 | 10 |
| 3 Servicios: | | | | |
| Mochila de fumigar manual | Alquiler | 4 | 10 | 40 |
| Transporte | Pasajes | 24 | 12 | 288 |
| 4 Imprevistos (10 %): | | | | 162,80 |
| Costo total (S/.) | | | | 1 790,80 |

Tabla 29. Costo de producción anual por hectárea del tratamiento (T₁)

| Rubro | Unid. | Cant. | Precio uni- tario (S/.) | Costo (S/.) |
|--------------------------------|--------------|--------------|------------------------------------|------------------------|
| 1 Trabajo de campo: | | | | |
| Aplicación de tratamiento 1 | Jornal | 4 | 35 | 140 |
| Poda fitosanitaria | Jornal | 4 | 35 | 140 |
| Poda de mantenimiento | Jornal | 2 | 35 | 70 |
| Control de malezas | Jornal | 4 | 35 | 140 |
| Cosecha | Jornal | 24 | 35 | 840 |
| 2 Materiales e insumos: | | | | |
| Tijera de podar pequeño | Unidad | 1 | 40 | 40 |
| Tijera de podar mediana | Unidad | 1 | 60 | 60 |
| Machete | Unidad | 1 | 10 | 10 |
| 3 Servicios: | | | | |
| Mochila de fumigar manual | Alquiler | 4 | 10 | 40 |
| Transporte | Pasajes | 24 | 12 | 288 |
| 4 Imprevistos (10 %): | | | | 182,8 |
| Costo total (S/.) | | | | 2 010,8 |

Tabla 30. Costo de producción anual por hectárea del tratamiento (T₂)

| Rubro | Unid. | Cant. | Precio uni- tario (S/.) | Costo (S/.) |
|--------------------------------|--------------|--------------|------------------------------------|------------------------|
| 1 Trabajo de campo: | | | | |
| Aplicación de tratamiento 2 | Jornal | 4 | 35 | 140 |
| Poda fitosanitaria | Jornal | 4 | 35 | 140 |
| Poda de mantenimiento | Jornal | 2 | 35 | 70 |
| Control de malezas | Jornal | 4 | 35 | 140 |
| Cosecha | Jornal | 24 | 35 | 840 |
| 2 Materiales e insumos: | | | | |
| Cal viva | Kg. | 6 | 1 | 6 |
| Azufre | Kg. | 12 | 7 | 84 |
| Tijera de podar pequeño | Unidad | 1 | 40 | 40 |
| Tijera de podar mediana | Unidad | 1 | 60 | 60 |
| Machete | Unidad | 1 | 10 | 10 |
| 3 Servicios: | | | | |
| Mochila de fumigar manual | Alquiler | 4 | 10 | 40 |
| Transporte | Pasajes | 24 | 12 | 288 |
| 4 Imprevistos (10 %): | | | | 185,8 |
| Costo total (S/.) | | | | 2 043,8 |

Tabla 71. Costo de producción anual por hectárea del tratamiento (T₇₁)

| Rubro | Unid. | Cant. | Precio uni- tario (S/.) | Costo (S/.) |
|--------------------------------|--------------|--------------|------------------------------------|------------------------|
| 1 Trabajo de campo: | | | | |
| Aplicación de tratamiento 3 | Jornal | 4 | 35 | 140 |
| Poda fitosanitaria | Jornal | 4 | 35 | 140 |
| Poda de mantenimiento | Jornal | 2 | 35 | 70 |
| Control de malezas | Jornal | 4 | 35 | 140 |
| Cosecha | Jornal | 24 | 35 | 840 |
| 2 Materiales e insumos: | | | | |
| Cal viva | Kg. | 1,5 | 1 | 1,5 |
| Sulfato de cobre | Kg. | 1,5 | 15 | 22,5 |
| Tijera de podar pequeño | Unidad | 1 | 40 | 40 |
| Tijera de podar mediana | Unidad | 1 | 60 | 60 |
| Machete | Unidad | 1 | 10 | 10 |
| 3 Servicios: | | | | |
| Mochila de fumigar manual | Alquiler | 4 | 10 | 40 |
| Transporte | Pasajes | 24 | 12 | 288 |
| 4 Imprevistos (10 %): | | | | 179,2 |
| Costo total (S/.) | | | | 1 971,2 |

Tabla 72. Costo de producción anual por hectárea del tratamiento (T₇₂)

| Rubro | Unid. | Cant. | Precio uni- tario (S/.) | Costo (S/.) |
|--------------------------------|--------------|--------------|------------------------------------|------------------------|
| 1 Trabajo de campo: | | | | |
| Aplicación de tratamiento 4 | Jornal | 40 | 35 | 1 400 |
| Poda fitosanitaria | Jornal | 4 | 35 | 140 |
| Poda de mantenimiento | Jornal | 2 | 35 | 70 |
| Control de malezas | Jornal | 4 | 35 | 140 |
| Cosecha | Jornal | 24 | 35 | 840 |
| 2 Materiales e insumos: | | | | |
| Embolsado | Paquete | 320 | 2 | 640 |
| Tijera de podar pequeño | Unidad | 1 | 40 | 40 |
| Tijera de podar mediana | Unidad | 1 | 60 | 60 |
| Machete | Unidad | 1 | 10 | 10 |
| 3 Servicios: | | | | |
| Mochila de fumigar manual | Alquiler | 4 | 10 | 40 |
| Transporte | Pasajes | 24 | 12 | 288 |
| 4 Imprevistos (10 %): | | | | 366,8 |
| Costo total (S/.) | | | | 4 034,8 |