UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

"RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN CON LA FENOLOGÍA DE 5 ESPECIES FORESTALES EN EL PERIODO 2007 AL 2016 EN EL CICFOR-MACUYA"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

LAURA PEZO HUANUIRI

PUCALLPA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales

COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 391

En la ciudad de Pucallpa, siendo las 12:15 horas del día lunes 06 de mayo del 2019 de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el ambiente del auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, los mismos que estuvo conformado por:

Dr. Rubén Dario Manturano Pérez	Presidente
Ing. M.Sc Gladys Elena Rojas Gutiérrez	Miembro
Ing. M.Sc Fermin Campos Solorzano	Miembro

Se procede a evaluar la sustentación de tesis denominada : **"RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN CON LA FENOLOGÍA DE 5 ESPECIES FORESTALES EN EL PERIODO DEL AÑO 2007 AL 2016 EN EL CICFOR - MACUYA"** presentado por la bachiller: **LAURA PEZO HUANUIRI,** asesorado por el **Dr. Roly Baldoceda Astete.** Habiendo finalizado la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por parte del jurado evaluador, las que fueron absueltas por la sustentante, en consecuencia la tesis fue APROBADA por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO,** quedando expedito para el otorgamiento del Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL,** después de las correcciones respectivas.

Siendo las 1.15 p.m. del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dr. Rubén Dario Manturano Pérez
Presidente

Ing. M.Sc Gladys Elena Rojas Gutiérrez
Miembro

Ing. M.Sc Fermin Campos Solorzano
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Dr. Rubén Dario Manturano Pérez

Presidente

Ing. M.Sc Gladys Elena Rojas Gutiérrez

Miembro

Ing. M.Sc Fermin Campos Solorzano

Miembro

Dr. Roly Baldoceda Astete

Asesor

Bach. Laura Pezo Huanuiri

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

Constancia

N° 173

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

La Dirección General de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis) titulado:

"RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN CON LA FENOLOGÍA DE 5 ESPECIES FORESTALES EN EL PERIODO 2007 AL 2016 EN EL CICFOR-MACUYA"

Cuyo autor es:	**PEZO HUANUIRI, LAURA**
Asesor:	Dr. ROLY, BALDOCEDA ASTETE
Escuela profesional:	INGENIERÍA FORESTAL
Facultad:	CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 03%.

El tal que de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO (10%), en el artículo 9: "Criterios de porcentaje de similitud". Se declara, que dicho trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de plagio, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 19/05/2019

Firma: UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL
DRA. DINA PARI GUISPE
Direc. Gral Prod Intel

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, LAURA PEZO HUANUIRI

Autor de la TESIS titulada:

"RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN CON LA FENOLOGIA DE 5 ESPECIES FORESTALES EN EL PERIODO 2007 AL 2016 EN EL CCPOR-MACUYA"

Sustentada el año: 2019

Con la asesoría de: DR. POLY BALDOCEDA ASTETE

En la Facultad de: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Carrera Profesional de: INGENIERIA FORESTAL

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

- [x] Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).
- [ ] Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 15 / 07 / 19

Email: laupezo91@hotmail.com

Firma:

Teléfono: 964758295

DNI: 46933845

DEDICATORIA

A Dios:

Por brindarme sabiduría, fortaleza e inteligencia que fueron los pilares y fundamentos para cumplir con cada una de mis metas propuestas en esta vida.

A mi madre Zarela:

Por ser mi sostén y apoyo emocional, por todo su amor, sus consejos y la enseñanza de salir adelante a mostrare que todos los sueños y metas se pueden cumplir con dedicación y amor, además por enseñarme a ser humilde y sencilla.

A mi padre Lenin:

Por ser mi amor eterno, la persona que con firmeza y dedicación me enseñó a ser firme con mis ideales y nunca arrodillarse ante nadie excepto Dios.

A mis hermanos:

Porque están siempre acompañándome en los buenos y malos momentos de mi vida, bríndame ánimos a seguir de pie.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali, por ser mi alma mater y a los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, quienes formaron mi desarrollo profesional.

Al FOCAM de la Universidad Nacional de Ucayali, por el financiamiento para la ejecución del estudio realizado en el CICFOR – Macuya, así como a mi persona, apoya a muchos alumnos para la ejecución de sus proyectos de investigación.

A mi asesor Dr. Roly Baldoceda Astete, por su amistad, tiempo y la disponibilidad ofrecida para el desarrollo de tesis, además por los consejos y conocimientos impartidos.

Al Ing. Christian Paolo Rengifo Pérez, por el apoyo, la colaboración desinteresada y experiencia compartida. Al Ing. Roel Martín Velasco Aguilar por el apoyo en campo, al momento de realizar las evaluaciones, fue un guía con buenos conocimientos sobre el estudio.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Pág.

DEDICATORIA……..vi

AGRADECIMIENTO……vii

ÍNDICE DE TABLAS……xiii

ÍNDICE DE FIGURAS……xvii

RESUMEN……xx

ABSTRACT……...xxi

INTRODUCCIÓN…….…..1

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA…….……2

1.1. Formulación del Problema…….....2

1.2. Objetivos…….....3

1.2.1. Objetivo General……3

1.2.2. Objetivos Específicos……3

1.3. Hipótesis……3

1.3.1. Hipótesis General……...3

1.3.2. Hipótesis Específicos……4

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO……..5

2.1. Antecedentes……..5

2.2. Planeamiento teórico del problema……7

2.2.1. Fenología……7

2.2.2. Clima……..13

2.2.3. Efecto del cambio climático sobre la fenología vegetal……..…14

2.2.4. Características de las 5 especies forestales a estudiar……15

2.3. Definición de términos básicos……..…25

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA……28

3.1. Ubicación del estudio……..28

3.2. Los rodales semilleros……30

3.3. La estación meteorológica……...31

3.4. Métodos de investigación……31

3.4.1. Análisis estadístico……..32

3.5. Población y muestra……33

3.6. Materiales……..33

3.6.1. Materiales de recolección de datos……33

3.6.2. Materiales de escritorio para el análisis de datos……33

3.7. Procedimiento……..……34

3.7.1. Datos climáticos……34

3.7.2. Datos fenológicos……34

3.8. Tratamiento y análisis de datos……..35

3.8.1. Tratamiento y análisis de datos climáticos……..….35

3.8.1.1. Precipitación mensual y media anual……35

3.8.1.2. Temperatura máxima, mínima y media……..36

3.8.2. Tratamiento y análisis de datos fenológicos……37

3.8.2.1 Ocurrencia de las fenofases……37

3.8.2.2 Periodicidad de las fenofases……..38

3.8.2.3 Regularidad de las fenofases……...39

3.8.2.4 Periodo de duración de las fenofases……39

3.8.2.5. Sincronía del evento……40

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN……41

4.1. Comportamiento y tendencia de la temperatura desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……...41

4.2. Comportamiento y tendencia de la precipitación desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……..43

4.3. Comportamiento fenológico de la especie forestal Copaiba Blanca *(Copaifera reticulata Ducke)*……..44

4.3.1. Ocurrencia de fenofase……...44

4.3.2. Regularidad de la fenofase……51

4.3.3. Duración de la fenofase……...52

4.3.4. Periodicidad de la fenofase……53

4.3.5. Sincronía de la fenofase……..54

4.3.6. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y las fases fenológicas……59

4.4. Comportamiento fenológico de la especie forestal Estoraque Myroxylom balsamum (L.) Harms……61

4.4.1. Ocurrencia de fenofase…….....61

4.4.2. Regularidad de la fenofase……67

4.4.3. Duración de la fenofase…….....68

4.4.4. Periodicidad de la fenofase……69

4.4.5. Sincronía de la fenofase…….....70

4.4.6. Análisis de correlación y regresión entre las variables

climatológicas y las fases fenológicas…….....74

4.5. Comportamiento fenológico de la especie forestal Marupa *(Simarouba amara Aubl.)*…….....76

4.5.1. Ocurrencia de fenofase……...76

4.5.2. Regularidad de la fenofase…….82

4.5.3. Duración de la fenofas…….83

4.5.4. Periodicidad de la fenofase……85

4.5.5. Sincronía de la fenofase……..86

4.5.6. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y las fases fenológicas…….....89

4.6. Comportamiento fenológico de la especie forestal Palo Sangre Blanco *(Pterocarpus rohrii Vahl)*……91

4.6.1. Ocurrencia de fenofase……..91

4.6.2. Regularidad de la fenofase……95

4.6.3. Duración de la fenofase…….....96

4.6.4. Periodicidad de la fenofase…….....97

4.6.5. Sincronía de la fenofase…….....98

4.6.6. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y las fases fenológicas……101

4.7. Comportamiento fenológico de la especie forestal Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea Ducke* (Ducke))……..103

4.7.1. Ocurrencia de fenofase……...103

4.7.2. Regularidad de la fenofase…….....109

4.7.3. Duración de la fenofase…….....110

4.7.4. Periodicidad de la fenofase…….....112

4.7.5. Sincronía de la fenofase…….....113

4.7.6. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y las fases fenológicas……..116

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……..119

5.1. CONCLUSIONES……..….119

5.2. RECOMENDACIONES 120

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA..... 122

ANEXOS 128

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

En el Texto:

Tabla 1. Número de especies y árboles marcados por cada rodal semillero en el CICFOR Macuya……. 30

Tabla 2. Métodos de Investigación…… 32

Tabla 3. Lista de las especies de estudio……. 33

Tabla 4. Codificación fenológica de especies forestales……... 35

Tabla 5. Escala para la evaluación de la periodicidad de las fenofases…… 39

Tabla 6. Escala para la evaluación de la duración de las fenofases…… 39

Tabla 7. Escala para la evaluación de la sincronía de las fenofases……... 40

Tabla 8. Clasificación de la floración en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Copaiba Blanca *(Copaifera reticulata Ducke)* durante los 10 años de evaluación…….. 56

Tabla 9. Clasificación del fructificación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Copaiba Blanca *(Copaifera reticulata Ducke)* durante los 10 años de evaluación……. 57

Tabla 10. Clasificación de la diseminación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Copaiba Blanca *(Copaifera reticulata Ducke)* durante los 10 años de evaluación…….. 58

Tabla 11. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y la fenología de la Copaiba Blanca *(Copaifera reticulata Ducke)* desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…….. 60

Tabla 12. Clasificación de la floración en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal

Estoraque Myroxylom balsamum (L.) Harms durante los 10 años de evaluación…… 71

Tabla 13. Clasificación del fructificación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Estoraque *Myroxylom balsamum (L.)* Harms durante los 10 años de evaluación…….. 72

Tabla 14. Clasificación de la diseminación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Estoraque *Myroxylom balsamum (L.)* Harms durante los 10 años de evaluación..…… 73

Tabla 15. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y la fenología del Estoraque *Myroxylom balsamum (L.)* Harms desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…….. 75

Tabla 16. Clasificación de la floración en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Marupa *(Simarouba amara Aubl.)* durante los 10 años de evaluación…….. 87

Tabla 17. Clasificación del fructificación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Marupa *(Simarouba amara Aubl.)* durante los 10 años de evaluación…….. 88

Tabla 18. Clasificación de la diseminación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Marupa *(Simarouba amara Aubl.)* durante los 10 años de evaluación……. 89

Tabla 19. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y la fenología de la Marupa *(Simarouba amara Aubl.)* desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…… 90

Tabla 20. Clasificación de la floración en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Palo

Sangre Blanco *(Pterocarpus rohrii Vahl)* durante los 10 años de evaluación……. 99

Tabla 21. Clasificación del fructificación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Palo Sangre Blanco *(Pterocarpus rohrii Vahl)* durante los 10 años de evaluación…… 100

Tabla 22. Clasificación de la diseminación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Palo Sangre Blanco *(Pterocarpus rohrii Vahl)* durante los 10 años de evaluación…….. 101

Tabla 23. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y la fenología del Palo Sangre Blanco (*Pterocarpus rohrii Vahl)* desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…….. 102

Tabla 24. Clasificación de la floración en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Shihuahuaco *(Dipteryx ferrea Ducke (Ducke))* durante los 10 años de evaluación……. 114

Tabla 25. Clasificación del fructificación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Shihuahuaco *(Dipteryx ferrea Ducke (Ducke))* durante los 10 años de evaluación…… 115

Tabla 26. Clasificación de la diseminación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Shihuahuaco *(Dipteryx ferrea Ducke (Ducke))* durante los 10 años de evaluación…… 116

Tabla 27. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y la fenología del Shihuahuaco *(Dipteryx ferrea Ducke (Ducke)*) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…… 117

Tabla 28. Resumen del comportamiento fenológico de 5 especies forestales y su relación con la temperatura y

precipitación en el Bosque Natural Macuya desde el año 2007 al 2016…….. 118

En el Anexo:

Tabla 29. Base de datos obtenidos de la observación fenológica de la Copaiba Blanca *(Copaifera reticulata* Ducke)…….. 129

Tabla 30. Base de datos obtenidos de la observación fenológica del Estoraque *(Myroxylom balsamum (L.) Harms)…….* 131

Tabla 31. Base de datos obtenidos de la observación fenológica de la Marupa *(Simarouba amara* Aubl.*)*……..…. 133

Tabla 32. Base de datos obtenidos de la observación fenológica del Palo Sangre Blanco *(Pterocarpus rohrii* Vahl*)*…… 135

Tabla 33. Base de datos obtenidos de la observación fenológica del Shihuahuaco *(Dipteryx ferrea Ducke (Ducke))……* 137

Tabla 34. Base de datos obtenidos de la Estación Meteorológica Macuya…… 139

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Mapa de ubicación del estudio……...	29
Figura 2.	Diagrama bioclimático de la zona de Macuya……	30
Figura 3.	Tendencia de la temperatura máxima desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…….	41
Figura 4.	Tendencia de la temperatura mínima desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……..	42
Figura 5.	Tendencia de la temperatura media desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…….	43
Figura 6.	Tendencia de la Precipitación desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……	44
Figura 7.	Dendrofenograma de floración en la Copaiba Blanca (*Copaifera reticulata* Ducke) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……	46
Figura 8.	Dendrofenograma de fructificación en la Copaiba Blanca (*Copaifera reticulata* Ducke) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……	48
Figura 9.	Dendrofenograma de diseminación en la Copaiba Blanca (*Copaifera reticulata* Ducke) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……	50
Figura 10.	Comportamiento fenológico de la Copaiba Blanca (*Copaifera reticulata* Ducke) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……	52
Figura 11.	Dendrofenograma de floración del Estoraque *Myroxylom balsamum* (L.) Harms desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……..	62
Figura 12.	Dendrofenograma de fructificación del Estoraque *Myroxylom balsamum* (L.) Harms desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……..	64
Figura 13.	Dendrofenograma de diseminación del Estoraque *Myroxylom balsamum* (L.) Harms desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……..	66

Figura 14. Comportamiento fenológico del Estoraque *Myroxylom balsamum* (L.) Harms desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…….. 68

Figura 15. Dendrofenograma de floración en la Marupa (*Simarouba amara* Aubl**.)** desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……. 77

Figura 16. Dendrofenograma de fructificación en la Marupa (*Simarouba amara* Aubl**.)** desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR-Macuya……. 79

Figura 17. Dendrofenograma de diseminación en la Marupa (*Simarouba amara* Aubl**.)** desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…….. 81

Figura 18. Comportamiento fenológico de la Marupa (*Simarouba amara* Aubl**.)** desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……. 83

Figura 19. Dendrofenograma de floración en el Palo Sangre Blanco (*Pterocarpus rohrii* Vahl) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……. 92

Figura 20. Dendrofenograma de fructificación en el Palo Sangre Blanco (*Pterocarpus rohrii* Vahl) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…….. 93

Figura 21. Dendrofenograma de diseminación en el Palo Sangre Blanco (*Pterocarpus rohrii* Vahl) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…….. 94

Figura 22. Comportamiento fenológico del Palo Sangre Blanco (*Pterocarpus rohrii* Vahl) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…….….. 95

Figura 23. Dendrofenograma de floración en el Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea Ducke (Ducke)*) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…….. 104

Figura 24. Dendrofenograma de fructificación en el Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea Ducke (Ducke)*) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya……. 106

Figura 25. Dendrofenograma de diseminación en el Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea Ducke (Ducke)*) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…….. 108
Figura 26. Comportamiento fenológico del Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea Ducke (Ducke)*) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya…….. 110

En el Anexo:

Figura 27. Especie forestal *Dipteryx ferrea* Ducke (Ducke)…… 143
Figura 28. Especie forestal *Myroxylom balsamum* (L.) Harms…….. 143
Figura 29. Especie forestal *Pterocarpus rohrii* Vahl……. 143
Figura 30. Especie forestal *Simarouba amara* Aubl……. 143
Figura 31. Especie forestal *Copaifera reticulata* Ducke…… 144
Figura 32. Evaluación Fenológica de las especies forestales……. 144

RESUMEN

El estudio se basó en evaluar la relación de la temperatura y la precipitación con la fenología de 5 especies forestales desde 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya. El método fue del tipo descriptivo correlacional, utilizando 10 códigos para determinar las fenofases, además de evaluar la tendencia de la temperatura y la precipitación en la zona. Las especies estudiadas fueron *C. reticulata, M. balsamum, S. amara, P. rohrii* y *D. ferrea*. Mediante el coeficiente de Pearson se evaluó la correlación existente entre las variables; y el comportamiento fenológico de las especies se estableció por medio de la periodicidad, regularidad, periodo de duración y sincronía de cada fase. Como resultado la tendencia de la temperatura máxima, media y la precipitación fue de aumentar (con un coeficiente de determinación de 25.35%, 0.86% y 0.28% respectivamente), mientras que la temperatura mínima de disminuir (con un coeficiente de determinación del 18%). En cuanto a la *C. reticulata* y *M. balsamum* las fases fenológicas fueron regulares, con duración entre intermedia y larga; solo para el último caso la sincronía fue media. El comportamiento fue irregular, la duración intermedia, la periodicidad anual y la sincronía baja en relación con las otras especies estudiadas. Únicamente en el *M. balsamum* la correlación fue moderada (T°Max/Dis con 0.536, T°Min/Fru con -0.626 y PP/Fru con -0.535), mientras que entre las otras especies la correlación fue débil. En conclusión la fenología de las 5 especies estudiadas está relacionada y se rigen a los patrones climatológicos.

Palabras clave: Fenología, temperatura, precipitación, especies forestales.

ABSTRACT

The study was based on evaluating the relationship of temperature and precipitation with the phenology of 5 forest species from 2007 to 2016 at CICFOR - Macuya. The method was of the correlational descriptive type, using 10 codes to determine the phenopheres, in addition to evaluating the trend of temperature and precipitation in the area. The species studied were *C. reticulata, M. balsamum, S. amara, P. rohrii* and *D. ferrea*. Through the Pearson coefficient, the correlation between the variables was evaluated; and the phenological behavior of the species was established by means of the periodicity, regularity, period of duration and synchrony of each phase. As a result, the tendency of maximum, average temperature and precipitation was to increase (with a coefficient of determination of 25.35%, 0.86% and 0.28% respectively), while the minimum temperature to decrease (with a coefficient of determination of 18%). As regards *C. reticulata* and *M. balsamum*, the phenological phases were regular, lasting between intermediate and long; only for the last case the synchrony was average. The behavior was irregular, the intermediate duration, the annual periodicity and the low synchrony in relation to the other species studied. Only in M. balsamum the correlation was moderate (T° Max / Dis with 0.536, T° Min / Fru with -0.626 and PP / Fru with -0.535), while among the other species the correlation was weak. In conclusion, the phenology of the 5 species studied is related to and governs the climatological patterns.

Keywords: Phenology, temperature, precipitation, forest species.

INTRODUCCIÓN

La dinámica de los bosques y el comportamiento fisiológico de las especies vegetales y animales, se rigen a la dinámica del clima; por lo tanto, al existir una alteración en alguna variable meteorológica, las especies tienden a cambiar y/o adaptarse al medio. La variación del clima es producida por causas naturales o antropogénicas durante un periodo prolongado. Asimismo, dentro de periodos cortos, en algunas zonas, la variabilidad climática es muy marcada.

Rengifo (2018), menciona que la variabilidad climática en la zona Experimental Agraria - Alexander Von Humboldt es mínima, pero con periodos marcados. Además, con tendencia de la temperatura a aumentar y la precipitación a disminuir en el tiempo. Ésta variación de los patrones climatológicos, influyen de forma directa en los procesos biológicos y reproductivos de la flora y fauna.

El estudio de los patrones fenológicos permite obtener información útil a lo largo del tiempo, para el diseño de una estrategia de manejo, cosecha y aprovechamiento de los recursos forestales. Por lo tanto, causarán un impacto positivo en la recuperación y conservación de la flora y fauna depredada en el CICFOR-Macuya.

Teniendo en cuenta la importancia del estudio, y la utilidad para profesionales, técnicos, estudiantes, empresas, agricultores y otros; el objetivo fue evaluar la relación de la temperatura y la precipitación con la fenología de 5 especies forestales desde el año 2008 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los árboles al adaptarse a su nuevo ambiente por efecto de la variabilidad climática, alterarán sus patrones fenológicos causando un impacto en la dinámica forestal y la regeneración de los bosques, sobre la fauna y el hombre que aprovechan sus productos. En el caso de que las especies forestales que traten de migrar o no pueden adaptarse a su nuevo ambiente pueden extinguirse gradualmente. Debido a la variabilidad climática, las especies forestales tendrán tres opciones: adaptarse al nuevo ambiente, desaparecer y movilizarse a lugares con climas favorables para sus desarrollos (Angulo & Fasabi, 2016).

El crecimiento poblacional en el Distrito Alexander von Humboldt, ha ocasionado que determinadas áreas del CICFOR-Macuya sean deforestadas, involucrando a los rodales semilleros e investigaciones instaladas en el mismo. Los estudios fenológicos reproductivos de hace 10 años de evaluación permitían la conservación y el manejo sostenible de las especies forestales en la zona, identificando los patrones de floración, fructificación, diseminación de frutos y/o semillas y mudanza foliar.

Con el trabajo de investigación se pretende resolver la siguiente interrogante: ¿Cuál es la relación de la temperatura y la precipitación con la fenología de 5 especies forestales desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

- Evaluar la relación de la temperatura y la precipitación con la fenología de 5 especies forestales desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Describir las características climáticas y la tendencia de la temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media y la precipitación en el periodo 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

- Describir y comparar el comportamiento de los patrones fenológicos en cuanto a la ocurrencia, periodicidad, regularidad, duración y sincronía de 5 especies forestales desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

- Determinar el nivel de correlación de la temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media y la precipitación con la fenología de 5 especies forestales desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis General

- La temperatura y precipitación no están relacionados con la fenología de 5 especies forestales en el CICFOR – Macuya".

1.3.2. Hipótesis Específicas

- En el CICFOR – Macuya, las condiciones de la temperatura presenta una tendencia a aumentar y la precipitación a disminuir durante el periodo de 10 años de evaluación.

- Las fases fenológicas de las 5 especies forestales, ocurrieron durante la época lluviosa, fueron regulares, con duración intermedia, periodicidad anual y de sincronía media durante el periodo de evaluación.

- El nivel de correlación entre la temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media y la precipitación con la fenología de 5 especies forestales son débiles.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

La especie *Copaifera paupera* (Herzog) Dwyer se encuentra en la región Amazónica del Perú, mayormente debajo de los 700 msnm. Se observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, es una especie esciófita, presente en bosques primarios. Existen registros de floración a lo largo del año y de fructificación entre fines de la estación seca e inicios de la estación de lluvias, en Septiembre a Enero (Reynel *et al.,* 2003 citados por Torres, 2010).

Rigamonte (2004) citado por Herrero, García y Casado (2008) menciona que la floración y fructificación de la especie *Copaifera reticulata* Ducke no son uniformes entre diferentes regiones o especies, ocurriendo cada 2 a 3 años, aunque algunos árboles fructifican durante varios años consecutivos en el Estado de Pará - Brasil.

La especie *Copaifera paupera* perteneciente al mismo género que la *Copaifera reticulata,* florece durante épocas lluviosas (enero a mayo). Los frutos maduran entre 3 a 4 meses y su diseminación inicia con la época seca (julio) prolongándose hasta el inicio de la época lluviosa en setiembre (Flores, 2018).

En Costa Rica el *Myroxylom balsamum* (L.) Harms tiende a florecer durante el mes de agosto, asimismo sus frutos verdes son visibles casi todo el año excepto en los meses de junio a agosto, mientras que los frutos maduros son recolectados en junio y julio, estos son secos y glabros tipo vaina monospérmicas (Rojas & Torres, 2014).

La multiplicación vegetativa del *Myroxylom balsamum* ha determinado la mejora en la producción por largos ciclos de vida, fructificación y/o floraciones irregulares y la alogamia, dejando la

reproducción asexual como tema secundario (Leakey et al., 1994 citados por Payares *et al.,* 2014).

Según Flores (1997) citado por Morales (2013) menciona que en la zona de Alexander von Humboldt, la floración del *Myroxylom balsamum* ocurre durante todo el año con mayor índice entre los meses de marzo y junio, la fructificación también es visible durante todo el año y su maduración dura aproximadamente de 3 a 4 meses, la diseminación se inicia en la época seca (agosto) prolongándose hasta iniciar la época lluviosa en octubre, pero con mayor incidencia en setiembre.

En el Estado de Amazonas (Brasil), la especie *Simarouba amara* Aubl., presenta un patrón regular con respecto a su fenología, la floración ocurre en el mes de diciembre iniciando la época lluviosa y la fructificación durante la época lluviosa (Pinto *et al.,* 2005 citado por Barbosa *et al.,* 2010).

La floración de la especie *Simarouba amara* Aubl., es visible entre setiembre y diciembre, con el inicio de la época lluviosa. Los frutos maduran entre 1 a 2 meses, observando su diseminación entre los meses de diciembre y abril, siendo enero el mes de mayor ocurrencia (Flores, 1997; Reynel *et al.,* 2003 y Dávila *et al.,* 2008 citados por Flores, 2008).

En la zona del Anexo Experimental Alexander von Humboldt, la floración del *Pterocarpus rohrii* Vahl ocurre entre los meses de setiembre y enero, durante la época lluviosa. La maduración del fruto dura aproximadamente entre 2 a 3 meses, observando la diseminación de los frutos entre febrero y abril, siendo de mayor ocurrencia en marzo. La copa del árbol puede quedar parcial o totalmente defoliada antes del inicio del ciclo fenológico durante la época seca (Flores, 2014).

Souza, Camacho, De Melo, Da Rocha y Da Silva (2014) determinaron que en el periodo de evaluación (2007-2009), ubicados en el Estado de Rio Grande del Norte en Brasil, la especie forestal *Dipteryx odorata* no desarrolló su ciclo fenológico correspondiente, por no tener aún

la edad reproductiva adecuada y por presentar un intervalo mayor entre sus manifestaciones reproductivas.

En el estado de Pará (Brasil) las fenofases de floración y fructificación del *Dipteryx odorata* se rigen a un patrón reproductivo anual, siendo entre diciembre y abril la mayor ocurrencia para la floración y la fructificación en setiembre. La variable climática precipitación pluviométrica muestra una correlación positiva con la floración (aunque débil), sin interferir en la fructificación (Alves, Oliveira, Fernandes y Paraense, 2013).

Rengifo (2018) afirma que la especie forestal *Dipteryx odorata* en la zona Alexander von Humboldt presenta un ciclo fenológico reproductivo regular, observándose la fase de floración con mayor ocurrencia entre los meses de octubre a noviembre durante la época lluviosa. La fructificación de la especie se observa durante casi todo el año, excepto de julio a setiembre (durante y finales de la época seca), diseminando sus frutos con mayor ocurrencia el mes de junio. Las variables climáticas temperatura y precipitación mostraron una correlación positiva con la floración y una correlación negativa con la fructificación y diseminación, aunque con índices débiles.

2.2. PLANEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA

2.2.1. Fenología

Desde la antigüedad se tenía la percepción de la existencia de una serie de fenómenos naturales que se repetían cíclicamente o a intervalos regulares de tiempo, pero el entendimiento de la relación y la influencia entre los organismos y estos fenómenos es reciente. Actualmente se conoce que estos cambios en las condiciones ambientales se deben principalmente a los cambios climáticos, edáficos, geográficos, biológicos o ecológicos, lo que generan eventos diarios, mensuales y anuales, que a su vez influenciaron en los seres vivos que desarrollaron una serie de

cambios fisiológicos, genéticos, debido al proceso de adaptación a los cambios en las condiciones ambientales que actuaban de forma periódica, proceso que es conocido como ritmos biológicos a propuesta del astrónomo Jacques de Mairan (Salles *et al.,* 2012). Este proceso fue fundamental para la supervivencia de las plantas, animales y del propio ser humano, ya que estos fenómenos rítmicos y repetitivos como la variación de la luz, la temperatura, han permitido generar procesos de adaptación y estos a su vez ir modificando las características genéticas o endógenas que les permitieron seguir evolucionando.

A partir del estudio de estos ritmos biológicos, en 1960 surge una nueva ciencia denominada como cronobiología, palabra que deriva de los vocablos griegos: *kronos* (tiempo), *bios* (vida) y *logo* (estudio) y es definida como una nueva disciplina que estudia las leyes que gobiernan los ritmos biológicos, sus manifestaciones y efectos en los seres vivos.

Los cambios cíclicos ambientales generan en las plantas una serie de cambios fisiológicos que determinan el crecimiento vegetativo, manifestándose con la brote de nuevas hojas, aparición de flores y frutos y que guardan cierta relación con los fenómenos climáticos. Para el adecuado entendimiento de las estrategias adaptativas y reproductivas de las especies vegetales, fue necesario conocer sus ciclos biológicos y reproductivos a los largo del tiempo como respuesta a sus propios procesos biológicos y a las condiciones climáticas, procesos que son conocidos como los ciclos fitofenológicos y zoofenología cuando el interés de estudios de seres vivos del reino animal (Gómez, 2011).

El término fenología, aparentemente usado por primera vez en 1853 por Charles Morren (Hopp 1974), se deriva de los vocablos griegos *"phaino"* (aparecer o mostrar) y *"logos"* (estudio o tratado). Desde este punto de vista, la fenología debe entenderse como un campo del conocimiento o una subdisciplina de la ecología, encargada del estudio de la temporalidad de los eventos biológicos cíclicos. Sin embargo, debe reconocerse que el término también es utilizado ampliamente para referirse

al comportamiento temporal mismo, de modo que se habla de la fenología foliar de una especie, de la fenología reproductiva de un gremio, etc. (Morellato & Leitão - Filho 1996).

El concepto fue evolucionando en función del enfoque que fueron dándole los especialistas, según De Cara (2006) define la fenología como la ciencia que estudia la relación desde el punto de vista causa-efecto, entre los fenómenos biológicos que se presentan periódicamente acomodados a ritmos estacionales con el clima y el curso anual del tiempo atmosférico en un determinado lugar.

Según Martínez (2017) la fenología o fenomenología, es considerada como una rama de la ecología y proviene de los vocablos griegos *phaenomenon* (fenómeno) y *logos* (conocimiento, estudio) y en consecuencia significa estudio o ciencia de los fenómenos periódicos de los seres vivos relacionados con la marcha anual de los elementos meteorológicos. Al ser una disciplina fenomenológica, fundamentalmente es descriptiva y de observación, por lo que requiere de una metodología y precisión en el trabajo de campo. Utiliza conocimientos de fisiología, ecología y climatología; y tiene aplicaciones sobre todo en agricultura, pero también en ganadería, selvicultura y conservación de la naturaleza.

Cuando la fenología se enfoca en las plantas agrícolas, según el manual de fenología de SENAMHI (2011), la fenología es una rama de la Agrometeorología que trata del estudio de la influencia del medio ambiente físico sobre los seres vivos. Dicho estudio se realiza a través de las observaciones de los fenómenos o manifestaciones de las fases biológicas resultantes de la interacción entre los requerimientos climáticos de la planta y las condiciones de tiempo y clima reinantes en su hábitat. En tal sentido, en las observaciones agrometeorológicas se realizan las observaciones de la planta y de su medio ambiente físico en forma conjunta.

Otros autores indican que la fenología permite el estudio no solamente de la ocurrencia de los eventos biológicos repetitivos y las

causas de su ocurrencia de eventos climáticos o abióticos, sino también a la interacción a las fuerzas selectivas bióticas e intrínsecas (Lieth, 1974 citado por Talora & Morellato, 2000).

Para López *et al.,* (2018) el concepto de la fenología está centrada en el concepto del estudio y de la observación de las fenofases, aspecto fundamental en la ecología de las plantas y sus proceso de floración y fructificación, los que están determinadas por factores ambientales y genéticos. Indican también que los patrones ambientales pueden modificarse debido al cambio climático, de manera que los posibles cambios en la precipitación y la temperatura, que podrían modificar la fenología de las plantas (Wagner *et al.,* 2014 y Cleland *et al.,* 2007 citados por López *et al.,* 2018).

En la evolución del concepto fenología, también han introducido los métodos de estudio y el uso de variables cuantitativos y cualitativos en el estudio de los eventos biológicos que ocurren cíclicamente a lo largo de la vida de las plantas, los cuales están determinados por un conjunto de factores climáticos, edáficos y bióticos (Gómez-Restrepo 2010-2011).

Según Hernández (2012) la fenología es la disciplina que estudia los fenómenos biológicos que se presentan periódicamente, acomodados a ritmos estacionales y que tienen relación con el clima y con el curso anual del tiempo atmosférico en un determinado lugar (Victoria *et al.,* 2010 citados por Hernández, 2012).

Para Mantovani *et al.,* (2003) la fenología es el estudio de las fases o actividades periódicas y repetitivas del ciclo de vida de las plantas y su variación temporal a lo largo del año. Incluye el estudio de las causas de su sincronización y su relación con factores bióticos y abióticos, así como las interrelaciones que pueden existir entre fases de una o más especies (Lieth, 1974 en Badeck *et al.,* 2004; Talora & Morellato, 2000).

Desde una perspectiva funcional, Mooney *et al.,* (1977) considera a la fenología como un proceso de carácter adaptativo fundamental ya que la duración y ocurrencia en el tiempo del crecimiento vegetativo y de la actividad reproductiva tienen gran importancia para determinar las estrategias de adaptación, asimilación y uso del carbono en las plantas leñosas. Cabe esperar que las respuestas fenológicas de las plantas a las variaciones del clima, la disponibilidad de los recursos básicos (luz, agua y nutrientes) o de los numerosos factores bióticos, sean respuestas integradas de la planta, dependientes del modelo de organización básico de la especie que, a su vez, ha derivado de una larga evolución ocurrida bajo climas continuamente cambiantes.

Actualmente los estudios fenológicos han recibido especial interés debido al efecto en ciertos procesos fisiológicos y de comportamiento que muestran las especies debido al efecto de la variabilidad y cambio climático, principalmente sobre los procesos biológicos de reproducción y supervivencia, en particular la fenología reproductiva debido a la sensibilidad de algunas fases a las variaciones del clima de las plantas y en consecuencia, se ha convertido en uno de los bioindicadores más fiables del cambio climático actual (Gordo & Sanz, 2010).

2.2.1.1. Fenología Reproductiva

Es un nuevo enfoque de la fenología, que estudia la temporabilidad de los procesos fenológicos reproductivos como la floración y fructificación debido a la influencia del clima, principalmente al efecto de la intensidad y la duración de los periodos secos y húmedos, fenómenos que son más complejas que la fenología foliar, debido a su incidencia en la maduración, diseminación y estos a su vez sobre las comunidades de animales frugívoros, por ello, muchos investigadores reconocen a la fenología reproductiva como uno de los componentes fundamentales del “nicho de regeneración” de una planta y su estudio es indispensable para entender la coexistencia de numerosas especies en una comunidad vegetal (Linera, 2015).

2.2.1.2. Fases Fenológicas

A los eventos fenológicos como fenómenos biológicos observables que constituyen cambios como la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales en un escaso periodo de tiempo se les denomina fases fenológicas (Torres, 1995).

Es conveniente distinguir dos categorías de fenofases en el ciclo de vida de las plantas: fenofases vegetativas y reproductivas. Las primeras incluyen básicamente la producción de hojas nuevas y la caída de hojas (en ocasiones, ambas fenofases se agrupan bajo el término foliación). Las fenofases reproductivas son la floración y fructificación. Generalmente, la descripción de las fenofases reconoce etapas de desarrollo, por ejemplo, el crecimiento de las yemas foliares, la expansión de la lámina, la senescencia de hojas o flores y la maduración de frutos. Al hacer la distinción entre fenofases no se debe perder de vista que existen interrelaciones entre ellas (Van Schaik *et al.,* 1993) y que pueden ocurrir simultáneamente.

Aguirre *et al.,* (2015) citado por Rengifo (2018) conceptualizan las fases fenológicas de las especies forestales de la siguiente manera:

- **Defoliación o mudanza foliar:** Desprendimiento natural de las hojas, principalmente de los árboles y arbustos, pero existen ocasiones en que pueden ser una caída prematura de las mismas.

- **Floración:** Es el desarrollo de las flores desde el momento de la antesis de las más precoces hasta la marchitez de las más tardías considerada en una determinada localidad.

- **Fructificación:** Comprende la aparición inicial del fruto y su retención hasta la madurez, el fruto es fértil cuando produce semillas viables.

- **Diseminación de frutos y/o semillas:** Proceso de dispersión natural de las semillas y en general de cualquier tipo de disemínulos como frutos o propágulos.

2.2.1.3. Etapa fenológica

Una etapa fenológica o sub-periodo, está delimitada por dos fases fenológicas o cambios morfológicos sucesivas.

2.2.1.4. Duración fenológica

Es definido como el intervalo de tiempo de un episodio fenológico o de un intervalo.

2.2.2. Clima

El clima es el estado más frecuente de la atmósfera de un lugar de la superficie terrestre; es decir, una descripción estadística de las condiciones más frecuentes de una región en cierto periodo del tiempo (Organización Meteorológica Mundial [OMM], 2018).

2.2.2.1. Principales componentes del clima

2.2.2.1.1. Temperatura

La temperatura es la medida de la energía cinética promediada de las moléculas que componen el aire, que se hallan en continuo movimiento y que producen infinitos choques entre sí. La temperatura del aire presenta una variación diaria, mostrando un máximo aproximadamente dos horas después del mediodía, y un mínimo poco después del amanecer. El hecho de que los máximos y mínimos no aparezcan exactamente a mediodía o al ponerse el sol, se debe a que lleva un tiempo el que el are se calienta o enfríe (ENAIRE, 2015).

- **Temperatura máxima:** Es la más alta que puede alcanzar en un sitio a lo largo de un día, de un mes o de un año. También, se hace referencia a la mayor temperatura de una zona en particular a lo largo de un periodo extenso de tiempo, determinando así la máxima absoluta (Pérez & Gardey, 2016).

- **Temperatura mínima:** Opuesto al caso anterior, es la menor temperatura registrada en un lugar a lo largo de un día, mes o año. Cabe mencionar que la mínima diaria se registra al amanecer y las mensuales dependen del hemisferio (Pérez & Gardey, 2016).

- **Temperatura media:** Es el promedio estadístico que se obtiene entre las dos anteriores.

2.2.2.1.2. Precipitación

La precipitación es cualquier producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra. Ocurre cuando la atmósfera (que es una solución gaseosa) se satura con el vapor de agua, condensado y luego precipitado. La precipitación que alcanza la superficie de la tierra puede producirse en muchas formas diferentes, como: lluvia, lluvia congelada, llovizna, nieve, aguanieve y granizo (Pérez, 2018).

2.2.3. Efecto del cambio climático sobre la fenología vegetal

La variación del clima sobre el planeta, ha provocado que algunos organismos alteren su fisiología y su ciclo biológico. En especies vegetales el cambio del patrón fenológico es visible, induciendo a éstos organismos a acelerar o desacelerar los periodos de floración fructificación, diseminación y foliación. Alterando en algunos casos leve o fuertemente el calendario fenológico para cada especie (Hernández, 2012).

La reacción o respuesta fisiológicas de las especies forestales frente al cambio climático y la variabilidad climática es muy marcada, estableciendo los árboles mecanismos de defensas y patrones fenológicos como adaptación al medio. Asimismo, es importante recalcar que existe una diferencia fenológica entre especies como individuos, variando sus periodos de reproductivos y vegetativos (Rengifo, 2018).

2.2.4. Características de las 5 especies forestales a estudiar

2.2.4.1. Copaiba blanca *(Copaifera reticulata Ducke)*

2.2.4.1.1. Clasificación Taxonómica

- **Familia:** Fabaceae
- **Género:** Copaifera
- **Especie:** *Copaifera reticulata* Ducke

2.2.4.1.2. Descripción de la especie

Árboles de 30 metro de altura, ramas cilíndricas, hojas de 7-11 foliolos imparipinadas. Inflorescencia en panícula de espigas, flores tetrámeras, apétalas, frutos en forma de legumbre. Distribuido por Bolivia, Brasil, Surinam y Perú; crecen en Loreto, Madre de Dios y Ucayali (Flores, 2018).

2.2.4.1.3. Comportamiento fenológico

La especie *Copaifera paupera* (Herzog) Dwyer se encuentra en la región Amazónica del Perú, mayormente debajo de los 700 msnm. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, es una especie esciófita, presente en bosques primarios. Existen registros de floración a lo largo del año y de fructificación entre fines de la estación seca e inicios de

la estación de lluvias, en Septiembre a Enero (Reynel *et al.,* 2003 citados por Torres, 2010).

Rigamonte (2004) citado por Herrero, García & Casado (2008) menciona que la floración y fructificación de la especie *Copaifera reticulata* Ducke no son uniformes entre diferentes regiones o especies, ocurriendo cada 2 a 3 años, aunque algunos árboles fructifican durante varios años consecutivos en el Estado de Pará - Brasil.

La especie *Copaifera paupera* perteneciente al mismo género que la *Copaifera reticulata*, florece durante épocas lluviosas (enero a mayo). Los frutos maduran entre 3 a 4 meses y su diseminación inicia con la época seca (julio) prolongándose hasta el inicio de la época lluviosa en setiembre (Flores, 2018).

La época de floración y fructificación en las especies de copaiba no son uniformes de acuerdo al área geográfica o región. En el Estado de Amazonas (Brasil) la floración y fructificación de la *C. multijuga* Hayne ocurren de enero a abril y de marzo a agosto, respectivamente; mientras que en la región de Tapajós, la floración de ésta especie ocurre de diciembre a enero, la fructificación de enero a julio y su diseminación en julio. En Xapurila floración de *C. reticulata* ocurre de enero a marzo con fructificación de marzo a agosto y en *C. langsdorffii* en la región de Sâo Paulo la floración ocurre de diciembre a febrero y la fructificación de marzo a octubre (Alencar, 1979; Carvalho, 1999; Rocha, 2001 y Pedroni *et al.,* 2002 citados por Rigamonte *et al.,* 2004).

Muniz (2008), relacionando las especies con sus fases de floración y fructificación en la Amazonia Maranhense (Brasil), determinó que la fructificación de *C. reticulata* Ducke ocurre entre los meses de octubre a marzo. En la reserva Ducke (Municipio de Manaus, Estado de Amazonas-Brasil), la floración y fructificación de *C. multijuga* se presentan en intervalos de dos años (Alencar, 1998 citado por Barbosa & Scudeller, 2009).

La floración y la fructificación de *C. reticulata* no son uniformes entre diferentes regiones, asimismo no presentan una sincronía entre en la misma región, y ocurre cada dos o tres años. En algunos casos, existen árboles que fructifican durante varios años consecutivos. En la amazonia Brasilera la *C. reticulata* florece entre enero y abril (época lluviosa) y los frutos son diseminados entre marzo y agosto (Da Silva Días, 2001 citado por Jáuregui *et al.,* 2011).

En plantaciones se constató que el inicio de la floración ocurre a partir de los 5 años de edad. En cuanto a la periodicidad, la floración puede ser anual regular, supranual, bianual o cada cuatro años. En *C. officinalis* y *C. pubiflora,* la floración tiene inicio en setiembre y la fructificación ocurre de noviembre a marzo (Alencar, 1988; Newstrom *et al.,* 1994; Resende *et al.,* 1997; Pedroni *et al.,* 2002 y Andrade & Ferraz, 2000 citados por Klauberg, 2014).

2.2.4.2. Estoraque *(Myroxylon balsamum (L.) Harms)*

2.2.4.2.1. Clasificación Taxonómica

- **Familia:** Fabaceae
- **Género:** Myroxylon
- **Especie:** *Myroxylon balsamum* (L.) Harms

2.2.4.2.2. Descripción de la especie

Árbol de hasta 40 metros de altura y 80 cm de diámetro, fuste cilíndrico, copa poco globosa, corteza grisácea y lisa con abundantes lenticelas, desprendimiento papiráceo. Hojas imparipinnadas, alternas, flores hermafroditas dispuestas en racimos axilares. Fruto sámara indehiscente de consistencia papirácea, semillas cubiertas por una resina balsámica de olor muy fragante, se distribuye desde México hasta Bolivia y Brasil; en Perú crece en Amazonas, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Puno, San Martín, Tumbes y Ucayali (Flores, 2018).

2.2.4.2.3. Comportamiento fenológico

En el Valle Central (Costa Rica) el *Myroxylon balsamum* (L.) Harms tiende a florecer durante el mes de agosto, asimismo sus frutos verdes son visibles casi todo el año excepto en los meses de junio a agosto (época lluviosa), mientras que los frutos maduros son recolectados en junio y julio (época lluviosa), estos son secos y glabros tipo vaina monospérmicas (Rojas & Torres, 2014).

La multiplicación vegetativa del *Myroxylon balsamum* ha determinado la mejora en la producción por largos ciclos de vida, fructificación y/o floraciones irregulares y la alogamia, dejando la reproducción asexual como tema secundario (Leakey *et al.,* 1994 citados por Payares *et al.,* 2014).

Según Flores (1997) citado por Morales (2013) menciona que en la zona de Alexander von Humboldt, la floración del *Myroxylon balsamum* ocurre durante todo el año con mayor índice entre los meses de marzo y junio, la fructificación también es visible durante todo el año y su maduración dura aproximadamente de 3 a 4 meses, la diseminación se inicia en la época seca (agosto) prolongándose hasta iniciar la época lluviosa en octubre, pero con mayor incidencia en setiembre.

En el arboreto de Duratex S.A. localizado en el municipio de Agudos (Brasil), la floración del *M. balsamum* ocurre entre los meses de junio a setiembre, y la fructificación entre los meses de setiembre a diciembre, respectivamente (Ribeiro, 2002).

La floración del *M. balsamum* en el Anexo Experimental Alexander von Humboldt inicia desde la quincena de febrero y finaliza en la segunda quincena de mayo, la fructificación empieza de la primera quincena de agosto y termina a fines de setiembre, la diseminación de semillas ocurre entre setiembre y octubre. En los últimos cuatro años (2010-2013) en la zona de estudio la especie dejó de producir frutos y/o

semillas debido al incremento de la temperatura (0.8 °C), siendo una especie vulnerable al cambio climático (Angulo, 2016a).

Las observaciones fenológicas con el uso de binoculares siempre son limitadas, siendo un problema la altura de las especies, las fenofases no son correctamente descritas existiendo la necesidad de estimar los datos. En la especie *Myroxylon sp.* las hojas tienen el color, la forma y el tamaño similar a los del fruto, siendo una dificultad al momento de realizar las observaciones (Velasquez & Alquijay, 2007).

Estudios de fenología de algunas especies forestales realizadas en el Herbarium Amazonense en Iquitos, determinó que la especie *M. balsamum* presenta la fase de floración entre los meses de abril a junio, seguidamente la fructificación ocurre entre junio y julio (Flores, 2008).

En Ecuador, la floración no tiene una misma tendencia en su inicio, frecuencia y duración, dependiendo de la condiciones agroecológicas de cada zona; en Guayas se observó entre los meses de julio a agosto, en Manabí en el mes de mayo, Pedernales y San Isidro en el mes de julio a agosto, mientras que en Palta (Catacocha) y en la amazonia tienen diferentes tendencias. En cuanto a fructificación, en Manabí ocurre todo el año, Guayas de setiembre a diciembre, en Los Rios y Esmeralda entre enero y febrero, Santa Elena ocurre entre febrero y marzo, Loja de junio a agosto y de octubre a diciembre, mientras que en la amazonia del Napo entre abril a mayo. La diseminación de los frutos se acentúa en la época seca, desprendiéndose tanto de frutos como de hojas (Limongi *et al.,* 2012).

2.2.4.3. Marupa *(Simarouba amara* Aubl.*)*

2.2.4.3.1. Clasificación Taxonómica

- Familia: Simaroubaceae

- Género: Simarouba
- Especie: *Simarouba amara* Aubl.

2.2.4.3.2. Descripción de la especie

Árbol que alcanza hasta los 30 metros de altura y 80 cm de diámetro, fuste recto generalmente cilíndrico, corteza externa gris a pardo claro, corteza interna arenosa suave. Hojas alternas imparipinnadas, flores unisexuales agrupadas en racimos. Fruto compuesto por una o varias drupas, de color pardo oscuro a negro en la madurez, contiene una sola semilla; crece en toda la Amazonía peruana, especialmente en bosques secundarios y zonas disturbadas (Flores, 2018).

2.2.4.3.3. Comportamiento Fenológico

La floración de la especie *Simarouba amara* Aubl., es visible entre setiembre y diciembre, con el inicio de la época lluviosa. Los frutos maduran entre 1 a 2 meses, observando su diseminación entre los meses de diciembre y abril, siendo enero el mes de mayor ocurrencia (Flores, 1997; Reynel *et al.,* 2003 y Dávila *et al.,* 2008 citados por Flores, 2008).

En Manaus (Brasil), la *S. amara* presenta una frecuencia de ocurrencia anual y patrón regular con duración intermedia, sin embargo con la fructificación más prolongada que la floración. Se observó variación de 1 a 2 años, respectivamente, en los periodos que los individuos no presentaron las fases estudiadas. La correlación lineal mostró una tendencia, de la influencia de los factores climáticos con los patrones observados (Pinto *et al.,* 2005).

En la comunidad Jenaro Herrera - Iquitos (Perú), durante un periodo de evaluación de cinco años (1985-89) de la especie *S. amara*, de determinó que la floración ocurrió con frecuencia en los meses de octubre a diciembre y la fructificación entre los meses de diciembre a

febrero. El ritmo de la floración y la fructificación fueron irregulares, además se estableció que la floración ocurre con mayor frecuencia durante los meses de menor precipitación (100 a 200 mm). No existió correlación entre la precipitación y la fructificación, sin embargo, existe una periodicidad bien marcada de las fases estudiadas (Aróstegui & Díaz, 1992).

En el Anexo Experimental Alexander von Humboldt, la floración de la *S. amara* inicia desde la segunda quincena de diciembre y finaliza al término de febrero; la fructificación se da entre la segunda quincena de julio a finales de la primera quincena de agosto, la diseminación ocurre de agosto a setiembre. Por el aumento de la temperatura en la zona, en estos últimos cuatro años (2010-2013), la especie dejó de producir frutos y/o semillas (Angulo, 2016c).

La floración de *S. amara* fue anual intermedio con tres meses de duración y una alta sincronía, los botones y flores ocurren al finalizar la estación seca entre los meses de agosto a noviembre, la correlación con las humedad fueron negativas. La fructificación fue anual intermedia en baja sincronía, presentando máxima ocurrencia en el periodo lluvioso en el Estado de Bahia (Brasil), se observaron frutos verdes durante la época lluviosas entre octubre y diciembre, los frutos maduros también fueron mayores en el periodo de lluvias hasta la época seca, los frutos inmaduros presentaron una correlación negativa con la humedad y positiva con el fotoperiodo (De Souza & Funch, 2018).

En el Estado de Goiás (Brasil), los individuo de *S. amara* presentaron botones florales al final del mes de julio y la primera flores en el inicio de agostos, coincidiendo con la época de sequía, el periodo de mayor intensidad de la floración fue en agosto hasta setiembre. La floración no fue simultánea en su inicio, porque parte de los individuos masculinos florecieron antes que las femeninas. Iniciando agosto, se observó algunos frutos, con una máxima ocurrencia en la segunda quincena de setiembre, y la maduración de la misma duró desde setiembre hasta octubre, aproximadamente (Ferreira, 2017).

En cuanto a la *S. amara* en el Estado de Espíritu Santo (Brasil), la floración ocurrió entre los meses de agosto a noviembre, siendo setiembre el mes con mayor ocurrencia, del mismo modo la frecuencia de la fenofase fue del tipo anual, con una duración breve y una periodicidad regular. El patrón de fructificación ocurrió entre los meses de noviembre a diciembre, siendo noviembre el de mayor incidencia, asimismo la frecuencia de la fenofase fue anual, con una duración larga y con periodicidad regular (Engel, 2001).

2.2.4.4. Palo Sangre Blanco *(Pterocarpus rohrii* Vahl*)*

2.2.4.4.1. Clasificación Taxonómica

- **Familia:** Fabaceae
- **Género:** Pterocarpus
- **Especie:** *Pterocarpus rohrii* Vahl

2.2.4.4.2. Descripción de la especie

Árbol de hasta 45 metros en altura y 80 cm en diámetro, fuste recto, cilíndrico, presenta aletas; corteza gris parduzca, áspera, fisurada. Exudación roja traslúcida; hojas imparipinnadas de 7-9 foliolos alternos o sub-opuestos; inflorescencia en racimo, flores amarillas a anaranjadas. Frutos sámara abundante, se distribuye desde México hasta Bolivia, Brasil; en Perú crece en Amazonas, Madre de Dios, Loreto, Pasco, San Martín y Ucayali (Flores, 2018).

2.2.4.4.3. Comportamiento Fenológico

En la zona del Anexo Experimental Alexander von Humboldt, la floración del *Pterocarpus rohrii* Vahl ocurre entre los meses de setiembre y enero, durante la época lluviosa. La maduración del fruto dura aproximadamente entre 2 a 3 meses, observando la diseminación de los frutos entre febrero y abril, siendo de mayor ocurrencia en marzo. La

copa del árbol puede quedar parcial o totalmente defoliada antes del inicio del ciclo fenológico durante la época seca (Flores, 2014).

2.2.4.5. Shihuahuaco de hoja grande *(Dipteryx ferrea Ducke (Ducke))*

2.2.4.5.1. Clasificación Taxonómica

- **Familia:** Fabaceae
- **Género:** Dipteryx
- **Especie:** *Dipteryx ferrea* Ducke (Ducke)

2.2.4.5.2. Descripción de la especie

Las fichas de identificación fueron elaboradas para ampliar los conocimientos de las especies en el país, por lo tanto el aseverando estudios genéticos, se determinó que el *Dipteryx micrantha* morfotipo 1 es conocido localmente como shihuahuaco de hoja ancha y muestra gran similitud a la muestra tipo de *Dipteryx ferrea* Ducke (Ducke). Presenta un fuste cilíndrico con aleta basales, las flores son de 2.2 a 3 cm de longitud, estambres con filamentos soldados parcialmente, frutos globoso lisos ferrugíneos, semilla alargada, hojas compuestas alternas en espiral, foliolos de 6 a 10 cm, crece en zonas altas y en áreas no inundables cerca de los ríos (Honorio *et al.,* 2018).

2.2.4.5.3. Comportamiento Fenológico

Rengifo (2018) afirma que la especie forestal *Dipteryx odorata* en la zona Alexander von Humboldt presenta un ciclo fenológico reproductivo regular, observándose la fase de floración con mayor ocurrencia entre los meses de octubre a noviembre durante la época lluviosa. La fructificación de la especie se observa durante casi todo el año, excepto de julio a setiembre (durante y finales de la época seca), diseminando sus frutos con mayor ocurrencia el mes de junio. Las variables

climáticas temperatura y precipitación mostraron una correlación positiva con la floración y una correlación negativa con la fructificación y diseminación, aunque con índices débiles.

Según Honorio *et al.,* (2018) establece que la especie *D. ferrea* crece en zonas altas y en área no inundables cerca de los ríos, asimismo, se registra a la especie en las zonas de Alexander von Humboldt. La floración de la especie ocurre en los meses de julio a octubre, seguidamente la fructificación ocurre en los de agosto y noviembre.

En el periodo de 1974 al 2000 en dos áreas de la Amazonía central de Brasil, se determinó que la frecuencia de ocurrencia de la especie *D. odorata* en cuanto a la floración y fructificación (frutos verdes) fue anual y la de los frutos maduros supra-anual, todas con patrones irregulares y duración intermedia a prolongada. En cuanto a la floración ocurrió una variación de uno a tres años y con respecto a los frutos verdes de uno a siete años. La influencia de los factores climáticos no fueron patrones no fue evidenciado en el estudio (Pinto *et al.,* 2008).

En un estudio fenológico de algunas especies en el Estado de Rio Grande (Brasil), determinó que el *D. odorata* fue la única especie que presentó flores ni frutos durante todo el periodo de evaluación. Asimismo, se justificó que la especie en plantaciones manejadas, presenta sus fases fenológicas reproductivas después de los 10 años de edad (Souza *et al.,* 2014).

La floración del *D. odorata* ocurre entre los meses de octubre a diciembre, y la fructificación entre los meses de enero a diciembre, todo el año es visible los frutos en la copa de los árboles en el Municipio de Manaus – Brasil (Portela *et al.,* 2001).

Una serie histórica revela que la floración del *D. odorata* en el Municipio de Colare – Brasil, inicia en noviembre hasta el mes de abril. La fructificación es más intensa entre los meses de mayo a agosto,

existiendo una clara correlación negativa entre la producción de frutos y la precipitación pluviométrica (Barbosa *et al.,* 2013).

En el Anexo Experimental Alexander von Humboldt la floración del *D. odorata* se inicia desde la segunda quincena de noviembre y finaliza a término de la primera quincena de marzo, la fructificación se da entre junio a agosto y la diseminación empieza de la primera quincena de julio y finaliza a fines de setiembre. En estos últimos cuatro años (2010-2013), debido al incremento de la temperatura (0.8 °C) en la zona, los arboles semilleros han dejado de producir frutos y/o semillas (Angulo, 2016b).

En cuanto a la fenología del *D. odorata* en Santa Bárbara, Pará (Brasil), el periodo reproductivo tuvo inicio en el tercer año de edad, con aproximadamente 41% de plantas con fructificación. La floración fue más intensa en el periodo de diciembre a abril, y la fructificación se concentró entre mayo y setiembre. La floración presentó una correlación lineal positiva frente a la precipitación, mientras que ésta variable no interfirió en el periodo de fructificación (Alves *et al.,* 2013).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Brotación:** Fenómeno en que se desarrollan brotes en las yemas terminales de la planta para iniciar la nueva hoja.

- **Calendario Fenológico:** División de las fases fenológicas determinado por los 12 meses de un año.

- **Ciclos fenológicos:** Son periodos fenológicos determinados en un año, de acuerdo a la frecuencia pueden existir de uno a más ciclos.

- **Defoliación:** Desprendimiento natural de las hojas, principalmente de los árboles y arbustos.

- **Dendrofenograma:** Gráfico que explica el comportamiento fenológico de un árbol en un tiempo determinado con relación a las variables climáticas.

- **Diseminación:** Dispersión natural de las semillas y en general de cualquier tipo de disemínulos como frutos o propágulos.

- **Duración:** Es el tiempo retenido por cada fase fenológica en un periodo determinado.

- **Fenología:** La fenología es el estudio de los fenómenos cíclicos o periódicos en las vidas de los organismos, en relación a la variación del ambiente.

- **Frecuencia:** Número de ciclos fenológicos observados en un año.

- **Fructificación:** Es un fenómeno que comprende la aparición inicial del fruto y su retención hasta la madurez, el fruto es fértil cuando produce semillas viables.

- **Floración:** La floración es el desarrollo de las flores desde el momento de la antesis de las más precoces hasta la marchitez de las más tardías.

- **Ocurrencia:** Cantidad de árboles por especies que presentan alguna de las fases fenológicas en los ciclos o periodos de evaluación.

- **Precipitación:** Caída de agua sólida o líquida debido a la condensación del vapor sobre la superficie terrestre.

- **Regularidad:** Se describe como la continuidad de las fases fenológicas en un periodo de evaluación determinado, ésta se

describe como regular, cuando no existió interrupción en ningún año del periodo de evaluación; y se describe como irregular cuando en por lo menos dos años del periodo evaluación alguna de las fases fenológicas fueron interrumpidas.

- **Rodal semillero:** plantación o rodal natural, que por presentar características deseables, en cuanto a crecimiento, forma parte de los árboles y sanidad.

- **Temperatura:** La temperatura es el grado de energía térmica medida en una escala definida.

- **Variabilidad climática:** Alteraciones del clima, con relación a la temperatura y precipitación.

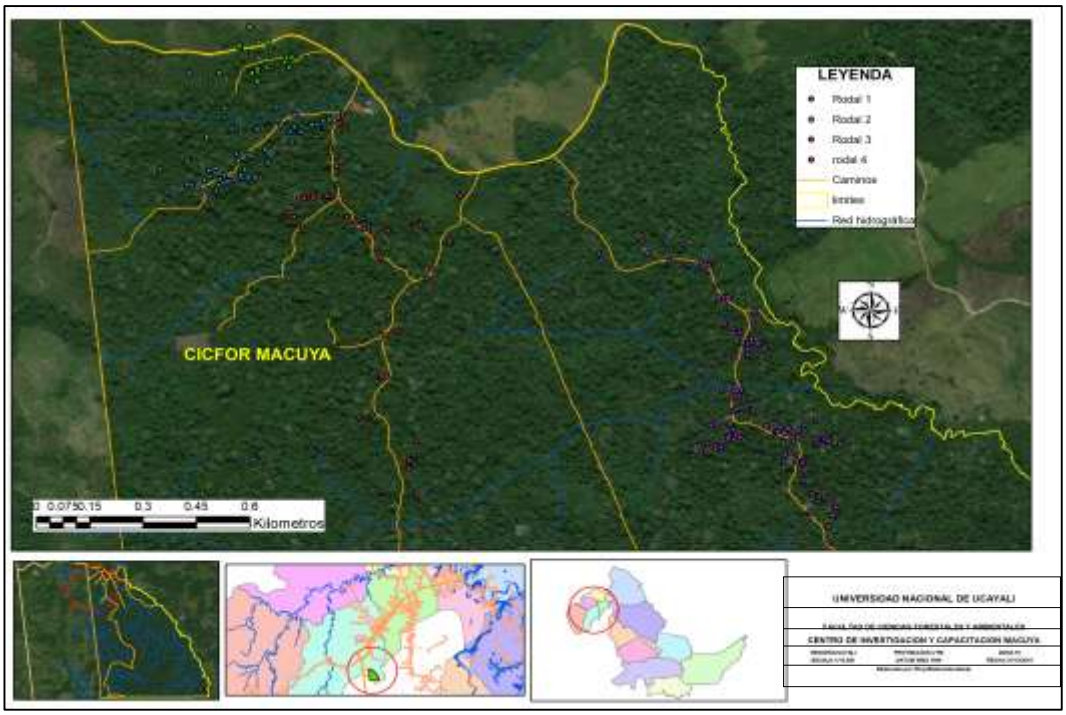
CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

3.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio y la toma de datos meteorológicos se realizó en el Centro de Investigación y Capacitación Forestal Macuya – CICFOR de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en la margen derecho de la quebrada Cashibo, Políticamente se encuentra en el Km. 5, margen izquierda de la carretera Fernando Belaunde Terry, tramo San Alejandro Puerto Bermúdez, en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, región de Huánuco respectivamente. Entre las coordenadas Geográficas 8°52'15" y 8°56' 09" de latitud Sur, 75°01'17" y 74°57'46" de longitud Oeste (Figura 1).

La ubicación del estudio está determinado por zonas ecológicas de bosque húmedo tropical (bh-t) a bosque húmedo premontano tropical (bh-pt). La fisiografía del lugar es muy variada, con sitios planos a planos ondulados en la parte este, y en la parte oeste de colinas bajas a colinas altas.

De acuerdo al diagrama bioclimático (Figura 2), construido con los datos meteorológicos de 10 años completos, muestra que en zona de Macuya, existen dos periodos en el año muy marcados, el primero el periodo perhumedo (zona sombreada en el diagrama), que comprende 8 meses, a partir del mes de setiembre hasta el mes de abril, donde los niveles de precipitación son mayores que los niveles de evapotranspiración, por lo tanto generándose meses de exceso de humedad o agua en el suelo, más de lo necesario para las plantas (Baldoceda, 2018).

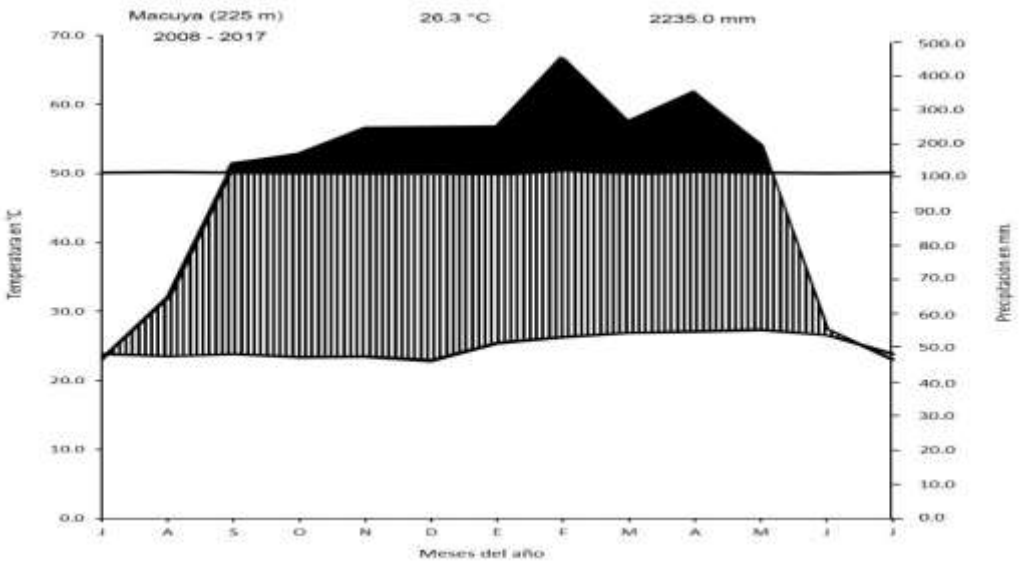


Fuente: Baldoceda, 2018.

Figura 1. Mapa de ubicación del estudio.

El segundo periodo comprende 4 meses del año, se inicia en el mes de mayo hasta agosto, a la que se denomina como el periodo húmedo (zona con trama rayada en el diagrama), caracterizado por que los niveles de precipitación están por debajo de las tasas de evapotranspiración potencial, por lo tanto las plantas encuentran adecuados niveles de contenido de humedad en el suelo que no dificultan su desarrollo (Figura 2).

El diagrama también muestra un mes con riesgo de sequía durante el mes de julio, periodo con muy pocos niveles de precipitación (46.00 mm) mientras que los niveles de evapotranspiración son mayores a 100.0 mm durante ese mes. A pesar de ese probable déficit de agua en el suelo, la amplitud de este periodo no puede afectar a las plantas, dependiendo del tipo de suelo, fisiografía del terreno, adaptación de la planta a escasa humedad del suelo y puede generar situaciones de caídas de hojas y convertirse en árboles caducifolios (Figura 2).



Fuente: Baldoceda 2018.

Figura 2. Diagrama bioclimático de la zona de Macuya.

3.2. LOS RODALES SEMILLEROS

El Centro de Investigación y Capacitación Forestal Macuya – CICFOR de la Universidad Nacional de Ucayali, se han establecido cuatro rodales semilleros de diferente longitud, diferentes número de árboles semilleros y diferente número de especies. Las observaciones fenológicas se registraron desde el año 2007, con observaciones mensuales.

En total se han marcado 220 árboles semilleros con 82 especies forestales (Tabla 1).

Tabla 1. Número de especies y arboles marcados por cada rodal semillero en el CICFOR - Macuya.

Rodal semillero	Número de árboles marcados	Número de especies
Rodal N° 1	58	43
Rodal N° 2	20	18
Rodal N° 3	52	37
Rodal N° 4	90	36
Total	**220**	**82**

3.3. LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA

La información climática se obtuvo de la estación meteorológica del tipo convencional, denominada Macuya, que según SENAMHI lo tiene registrado políticamente en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, región de Huánuco (SENAMHI). Geográficamente se encuentra a 8°52'20" latitud sur y 75°0'15" longitud oeste y a 225 metros sobre el nivel del mar.

La estación meteorológica cuenta equipamiento que permite obtener información de las siguientes variables climáticas:

- Temperatura mínima
- Temperatura máxima
- Precipitación y temperatura del suelo a diferentes profundidades.

La serie histórica a nivel, diario, mensual y anual, desde el año 2007 se encuentra en la Universidad nacional de Ucayali y de los últimos 5 años en la página web del SENAMHI.

3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El método de estudio fue del tipo descriptivo correlacional, realizando observaciones directas en la toma de datos fenológicos y meteorológicos en el Centro de Investigación y Capacitación Forestal – Macuya, siendo clasificados y consignados en relación a un esquema previsto. Además, se desarrolló el análisis estadístico entre las variables fenológicas y climatológicas en marco a su grado de relación existente en la zona (Tabla 2).

Tabla 2. Métodos de Investigación

	Fases	Método	Instrumento
1.	Toma de datos fenológicos y climáticos.	Descriptivo	Formato de campo
2.	Análisis de datos.	Correlacional	Correlación de Pearson

3.4.1. Análisis estadístico

Se analizó el grado de relación entre las variables fenológicas (floración, fructificación y diseminación) y climatológicas (temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima y precipitación) utilizando el coeficiente de correlación de Pearson al 5% de error:

- Temperatura Máxima – Fases Fenológicas (% Ocurrencia)
- Temperatura Media – Fases Fenológicas (% Ocurrencia)
- Temperatura Mínima – Fases Fenológicas (% Ocurrencia)
- Precipitación – Fases Fenológicas (% Ocurrencia)

3.4.1.1. Fórmula del coeficiente de correlación de Pearson.

$$r = \frac{\sum xy}{N\delta_x\delta_y}$$

Donde:

r = Coeficiente de Pearson

x = Desviación de una puntuación X respecto a la media Mx = (X-Mx)

y = Desviación de una puntuación Y respecto a la media My = (Y-My)

δx = Desviación estándar de la distribución de puntuaciones X

δy = Desviación estándar de la distribución de puntuaciones Y

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estuvo compuesta por 82 especies. La muestra se tomó por conveniencia (no probabilístico), seleccionando las especies de acuerdo al criterio de mayor abundancia de individuos (Tabla 3):

Tabla 3. **Lista de las especies de estudio.**

Nombre común	Nombre científico	Cant. de árboles
Copaiba blanca	*Copaifera reticulata* Ducke	5
Estoraque	*Myroxylom balsamum* (L.) Harms	3
Marupa	*Simarouba amara* Aubl.	4
Palo sangre blanco	*Pterocarpus rohrii* Vahl	4
Shihuahuaco	*Dipteryx ferrea* Ducke (Ducke)	6

3.6. MATERIALES

3.6.1. Materiales de recolección de datos

- Binoculares (320X)
- GPS
- Cinta métrica
- Pintura
- Machetes
- Botas
- Libreta de campo
- Bolígrafos
- Libreta de campo
- Formato de la codificación fenológica
- Cámara fotográfica

3.6.2. Materiales de escritorio para el análisis de datos

- Impresora
- Laptop

3.7. PROCEDIMIENTO

3.7.1. Datos climáticos

Se obtuvieron de la estación meteorológica Macuya, con registros desde hace más de 10 años. Para la elaboración de la base de datos del clima en la zona, se utilizaron los registros diarios y mensuales de temperatura máxima, mínima y media promediados (día, meses y años); del mismo modo de la precipitación mensual y anual dentro del periodo de desarrollo del estudio.

3.7.2. Datos fenológicos

Las observaciones fenológicas a las especies forestales se clasificaron en función al número del rodal semillero, y cada árbol fue identificado con un código que también figuraba en la planilla de observación. A cada uno de los árboles de los rodales semilleros del CICFOR – Macuya se realizaron observaciones mensuales con la ayuda de auxiliares de campo utilizando los formatos elaborados de acuerdo a la metodología propuesta por Holmes. Para visualizar las fenofases de cada especie, se utilizó un binocular de 320X. Cabe mencionar, que éstas observaciones se venían realizando desde el año 2006 aproximadamente, pero por problemas con invasores, las evaluaciones meteorológicas y fenológicas del año 2017 se detuvieron.

Para Los datos fenológicos se usó la codificación modificado de Holmes por Angulo & Fasabi (2016) (Tabla 4). Los datos se registraron en la libreta de campo y luego trasladados a una ficha donde se indicaba la fecha de registro, número del rodal, numero o código del árbol, nombre vulgar, nombre científico, familia botánica, altura total y altura comercial, diámetro a la altura del pecho (DAP), código de la fase fenológica.

Tabla 4. Codificación fenológica de especies forestales.

Fenofases	Código	Observaciones
Floración	1	Botones florales apareciendo
	2	Floración avanzada o árbol totalmente con flores
	3	Floración por terminar o terminada
Fructificación	4	Fruto nuevos apareciendo
	5	Frutos maduros presentes
Diseminación	6	Frutos maduros cayendo y/o dispersión de semillas

Fuente: Modificado de Holmes (Angulo & Hilter, 2016).

Con los datos de fechas y fenofases, se utilizaron para obtener otros parámetros como ocurrencia, periodicidad, regularidad, duración y sincronía de cada fenofase en las especies evaluadas, que posteriormente permitieron elaborar el calendario fenológico, dendrofenograma y comportamiento fenológico de cada especie.

3.8. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.8.1. Tratamiento y análisis de datos climáticos

3.8.1.1. Precipitación mensual y media anual

La variable precipitación mensual se obtuvo de la suma tanto diaria como mensual del periodo 2007 al 2016 expresadas en mm/mes. Para el cálculo de la precipitación mensual se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Precipitación\ Mensual} = \sum \boldsymbol{Precipitación\ diaria}$$

Para el cálculo de la curva de tendencia se trabajó con la precipitación anual, para determinar la variación y tendencia en el tiempo de estudio. Los valores de la precipitación anual se calcularon con la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Precipitación\ media\ Anual} = \frac{\sum \boldsymbol{Precipitación\ \ anual\ en\ los\ años\ evaluación}}{\boldsymbol{N°\ de\ años\ de\ evaluación}}$$

3.8.1.2. Temperatura máxima, mínima y media

El procesamiento de temperatura máxima, mínima y media mensual, se realizó con los datos obtenidos del día, para luego ser promediados por meses y años durante el periodo del estudio. Estos mismos valores fueron utilizados para el procesamiento y análisis estadístico.

La temperatura promedio máxima mensual se obtuvo de los termómetros instalados en la estación meteorológica y se calculó con la siguiente fórmula:

$$T°\ Máx.Promedio\ Mensual = \frac{\sum T°\ máxima\ diaria}{N°\ de\ dias\ del\ mes}$$

Para el cálculo de la línea de tendencia de la temperatura máxima durante los años de observación, se hizo tomando en base a los datos de la temperatura promedio anual y se calculó con la siguiente fórmula:

$$T°\ Máx.Promedio\ Anual = \frac{\sum T°\ máxima\ mensual\ en\ los\ años\ evaluación}{N°\ de\ años\ de\ evaluación}$$

La temperatura promedio mínima mensual se obtuvo de los termómetros instalados en la estación meteorológica y se calculó con la siguiente fórmula:

$$T°\ Mínima\ Promedio\ Mensual = \frac{\sum T°\ mínima\ diaria}{N°\ de\ dias\ del\ mes}$$

Para el cálculo de la tendencia de la curva de la temperatura mínima para los años de observación, se hizo tomando en base a los

datos de la temperatura promedio anual y se calculó con la siguiente fórmula:

$$T° \, Mínima \, Promedio \, Anual = \frac{\sum T° \, mínima \, mensual \, en \, los \, años \, evaluación}{N° \, de \, años \, de \, evaluación}$$

Asimismo la temperatura media mensual se obtuvo de la siguiente fórmula:

$$T°media = \frac{T°maxima + T°minima}{2}$$

3.8.2. Tratamiento y análisis de datos fenológicos

3.8.2.1 Ocurrencia de las fenofases

La ocurrencia, también conocida por otros autores como frecuencia de ocurrencia de las fenofases (Vásquez, 2014), es definida como la cantidad de árboles que presentaron alguna fase fenológica como parte de la evaluación en los meses de observación. Para cada mes se sumaron los valores obtenidos para todos los individuos de cada especie y se dividió por el valor máximo posible de árboles evaluados. Estos valores fueron convertidos en valores porcentuales (% de Ocurrencia) para el procesamiento de los datos en el programa estadístico, del mismo modo, determinar su significancia y grado de correlación con las variables meteorológicas. Para determinar la ocurrencia se aplicaron las siguientes formulas:

$$Ocurrencia = \frac{Cantidad \, de \, árboles \, que \, presenta \, la \, fenofase}{mes}$$

$$\%\, Ocurrencia = \frac{ocurrencia \; x \; 100}{número \, de \, árboles}$$

Los resultados obtenidos en campo, fueron procesados en primera instancia sobre una tabla de valores Excel, para su organización y promedio. Seguidamente, se utilizó el programa SPSS Statistics 22. Se determinó la significancia y regularidad de la ocurrencia anual y mensual de los patrones fenológicos de las especies forestales aplicando un modelo lineal general univariante.

El análisis de correlación y regresión, se realizó también con el uso del programa estadístico, estableciendo el coeficiente de correlación de Pearson al 5% de margen de error para la obtención del grado de relación entre las variables fenológicas y climatológicas estudiadas:

PN = Perfecta Negativa (-1)
FN = Fuerte Negativa (-1 al -0.9)
MN = Moderada Negativa (-0.9 al -0.5)
DN = Débil Negativa (-0.5 al 0)
NEC = No Existe Correlación (0)
DP = Débil Positiva (0 al 0.5)
MP = Moderada Positiva (0.5 al 0.9)
FP = Fuerte Positiva (0.9 al 1)
PP = Perfecta Positiva (1)

Con los datos ya procesados estadísticamente, se utilizó nuevamente el programa Excel, para realizar los gráficos y tabular algunos valores como parte de los resultados.

3.8.2.2. Periodicidad de las fenofases

La periodicidad se determina por el número eventos fenológicos o fenofases en un año solar, se deduce de la gráfica de ocurrencia versus el tiempo (Engel, 2001). La periodicidad es una variable cualitativa que identifica a la especie de acuerdo a la tabla 5.

Tabla 5. Escala para la evaluación de la periodicidad de las fenofases

Escala fenofase	Descripción
Continua	Si presentan la fenofase durante todo el año o casi todo el tiempo de observación, interrumpida por pequeños periodos y esporádicos.
Sub-anual	Si presentan fenofases de múltiples ciclos irregulares por año. Poco predecibles y ocurren en cualquier época del año.
Anual	Si los individuos de la especie presentan una sola fenofase principal, lo cual se repite cada año de manera regular.
Supra-anual	Si muestran la fenofase con ciclos multianuales cada dos o más años

3.8.2.3. Regularidad de las fenofases

La regularidad de la fenofase, fue dividida en regular e irregular; en este estudio la fase fue considerada irregular cuando no se observó alguna fenofase en por lo menos uno de los 10 años de evaluación.

3.8.2.4. Periodo de duración de las fenofases

La duración de las fenofases, es el tiempo retenido por una determinada fenofase. Se estimó en base al número de meses que permaneció el evento "i" en la copa de uno o más árboles de la especie (Engel, 2001), se determinó de acuerdo a la clasificación de la tabla 6:

Tabla 6. Escala para la evaluación de la duración de las fenofases.

Escala de duración	Descripción
Menos de 1 mes	Breve
De 2 a 4 meses	Intermediaria
Igual o mayor de 5 meses	Largo

3.8.2.5. Sincronía del evento

La sincronía de la fenofase se calculó de acuerdo a la simultaneidad en la ocurrencia del evento "i" entre los individuos de una especie, es decir el número de veces que el evento "i" se manifiesta utilizando la escala de la tabla 7 (Engel, 2001).

Tabla 7. Escala para la evaluación de la sincronía de las fenofases.

Nº de árboles en porcentaje que muestran el evento fenológico "i"	Tipo de Evento
De 76% a 100%	Alta sincronía
De 51% a 75%	Sincronía media
De 26% a 50%	Baja sincronía
De 1% a 25%	Asincronía

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COMPORTAMIENTO Y TENDENCIA DE LA TEMPERATURA DESDE EL AÑO 2007 AL 2016 EN EL CICFOR – MACUYA

La temperatura máxima presenta una tendencia a aumentar en el tiempo (positivo), con un coeficiente de determinación (R^2) de 25.35% de variación de la temperatura en el tiempo. Determinando que el promedio de temperatura fue de 31.36 °C, en el año 2011 la temperatura máxima fue de 30.84 °C y en el año 2015 alcanzó su máxima intensidad con 31.89 °C, dicha variación fue de 1.05 °C (Figura 3).

Rengifo (2018), afirma que desde el año 2012 al 2017 la temperatura máxima en el Anexo Experimental Alexander von Humboldt, presenta una curva a aumentar en el tiempo, debido a la pérdida de bosques y crecimiento urbano en la zona, provocando una variabilidad y aumento de temperatura.

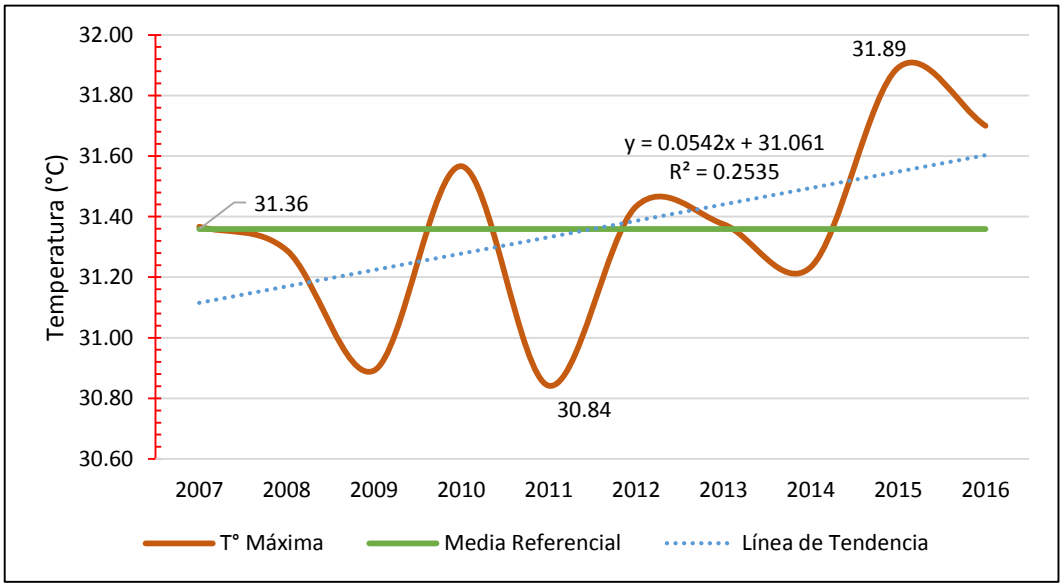


Figura 3. Tendencia de la temperatura máxima desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

La tendencia de la temperatura mínima explica una orientación negativa o disminuir en el tiempo, observándose un coeficiente de determinación (R^2) de 18.8% de variación de la temperatura. La temperatura promedio en el periodo de evaluación fue de 21.30 °C. En el año 2016, el índice de temperatura mínima fue muy bajo, alcanzando los 20.83 °C; por otra parte, en el año 2010 la temperatura máxima alcanzó un índice muy elevado, con 21.88 °C (Figura 4).

Es importante establecer que la variación de la temperatura en el tiempo es muy marcada, para el caso de la temperatura mínima la variación entre el año con mayor valor y el de menor valor de temperatura fue de 1.05 °C, durante el periodo de evaluación.

En un estudio en el Anexo Experimental Alexander von Humboldt, a partir del año 2012 al 2017 la temperatura mínima presentó una tendencia a aumentar en el tiempo, es decir que fue positiva, confirmado la existencia de una variación muy marcada en el comportamiento climático (Rengifo, 2018).

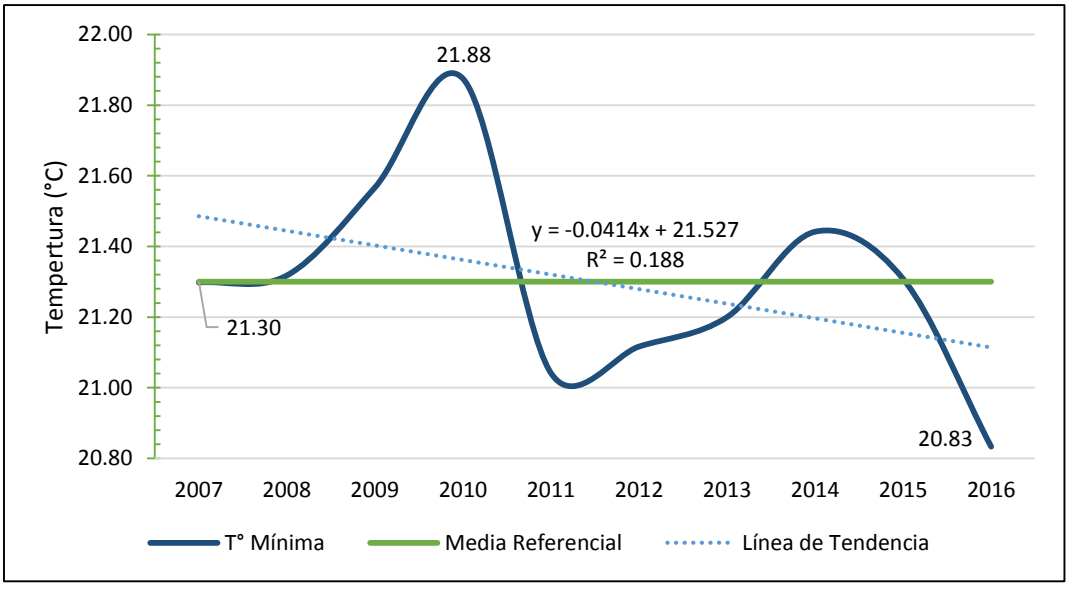


Figura 4. Tendencia de la temperatura mínima desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

La tendencia de la temperatura media alcanzó un coeficiente de determinación (R^2) de 0.86% de variación de la temperatura, dispuesto en un rango con alta variación. La media de ésta temperatura en la zona de estudio fue de 26.33 °C. En el año 2010 la temperatura media alcanzó su máximo valor con 26.72 °C y en el año siguiente año (2011), la temperatura media descendió hasta los 25.94 °C, equivalente a 0.78 °C de diferencia (Figura 5).

Rengifo (2018) coincide con el resultado presentado, estableciendo que la tendencia de la temperatura media desde el año 2012 al 2017 es a aumentar en el tiempo, alcanzando una variación de la temperatura de 55.59%. Este valor del coeficiente de determinación con un rango medio, explica una variación de la temperatura media de forma significativa.

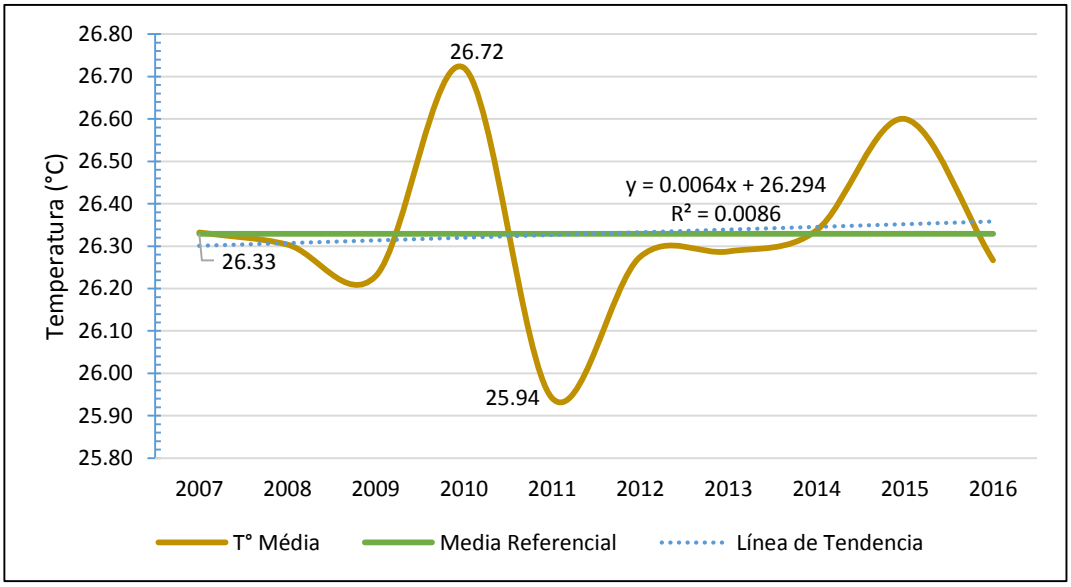


Figura 5. Tendencia de la temperatura media desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.2. COMPORTAMIENTO Y TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN DESDE EL AÑO 2007 AL 2016 EN EL CICFOR – MACUYA

Se estableció que la precipitación en la zona de Macuya tiende a aumentar en el tiempo, con una variación de 0.28% (coeficiente de determinación, R^2). Por consiguiente, de alta variación. Desde el año 2007 al 2016 la precipitación alcanzó los 2189.15 mm promedio (Figura 6).

Asimismo, el mínimo valor de precipitación se observó en el año 2008 con 1871.69 mm; mientras que en el año 2011 la precipitación alcanzó su máximo valor con 2433.60 mm, marcando una diferencia de 561.91 mm.

Rengifo (2018) difiere, que desde el 2012 a 2017 la precipitación en la zona tiende a disminuir en el tiempo, pero con una variación del coeficiente de determinación (R^2) de 65.59%, mayor con respecto a lo establecido en el estudio. Afirmando una variación de la precipitación en el CICFOR – Macuya.

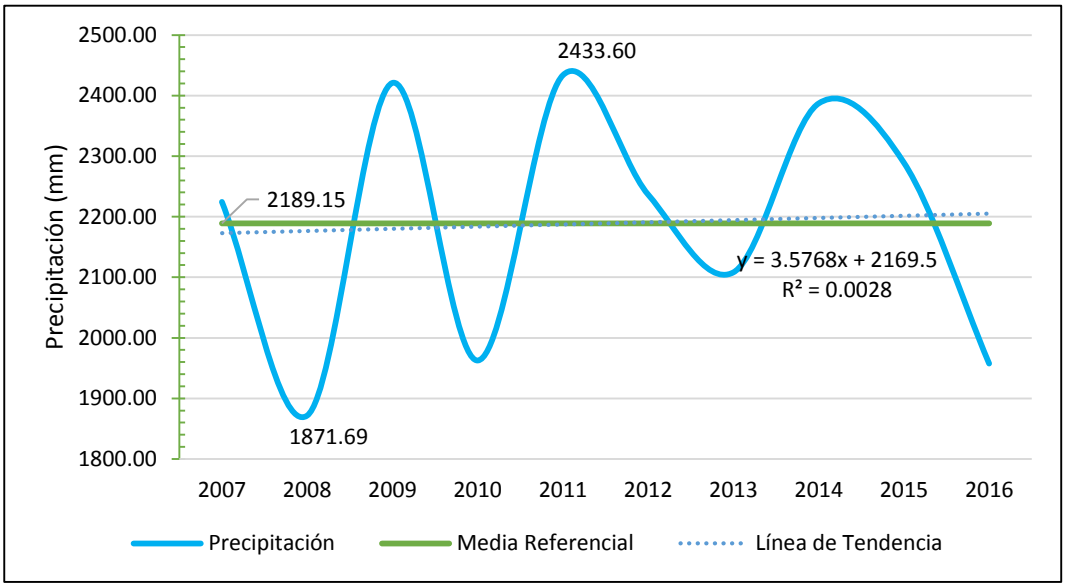


Figura 6. Tendencia de la Precipitación desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.3. COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE LA ESPECIE FORESTAL COPAIBA BLANCA (*Copaifera reticulata* Ducke)

4.3.1. Ocurrencia de fenofase

4.3.1.1. Floración

La floración de la especie *C. reticulata* mostró una ocurrencia promedio de 42.5%. De 10 años de evaluación, 6 años presentó 60% de

ocurrencia, 2 años con 20% de ocurrencia, un año con ocurrencia 10% y 1 año con ocurrencia 100%. El año 2009 se observó un ciclo de ésta fase fenológica fuera de la época, alcanzando el 20% de ocurrencia en el mes de octubre. Asimismo, en el año 2013 se volvió a presenciar este fenómeno, en éste caso la fase también alcanzó el 20% de ocurrencia en los meses de octubre a noviembre, respectivamente (Figura 7).

Seguidamente, se observó que la floración de la *C. reticulata* ocurrió con mayor incidencia durante la época lluviosa en el Bosque Macuya, alcanzando hasta el 85% de ocurrencia solo en el año 2016. Mientras que en el 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 y 2015 la ocurrencia máxima fue de 60%, aproximadamente (Figura 7).

Torres (2010) y Flores (2018), por lo tanto coinciden con la perspectiva de la Figura 7, al establecer que la especie florece durante la época lluviosa, es decir que por su fisiología y ubicación geográfica de la especie, en la Amazonía del Perú se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante.

En especies como la *C. officinalis y C. pubiflora* la periodicidad o frecuencia de la floración, pueden ser anual, supranual, bianual o cada cuatro años; en este sentido, coincide con los resultados obtenidos en el estudio al determinar que la frecuencia de la *C. reticulata* ocurre de forma anual (Alencar, 1988; Newstrom *et al.,* 1994; Resende *et al.,* 1997; Pedroni *et al.,* 2002 y Andrade & Ferraz, 2000 citados por Klauberg, 2014).

En la amazonia del Brasil, los árboles de *C. reticulata* presentan el mismo comportamiento fenológico con respecto a la fase de floración, ésta misma ocurre con mayor incidencia durante la época lluviosa en la zona (Da Silva Días, 2001 citado por Jáuregui *et al.,* 2011).

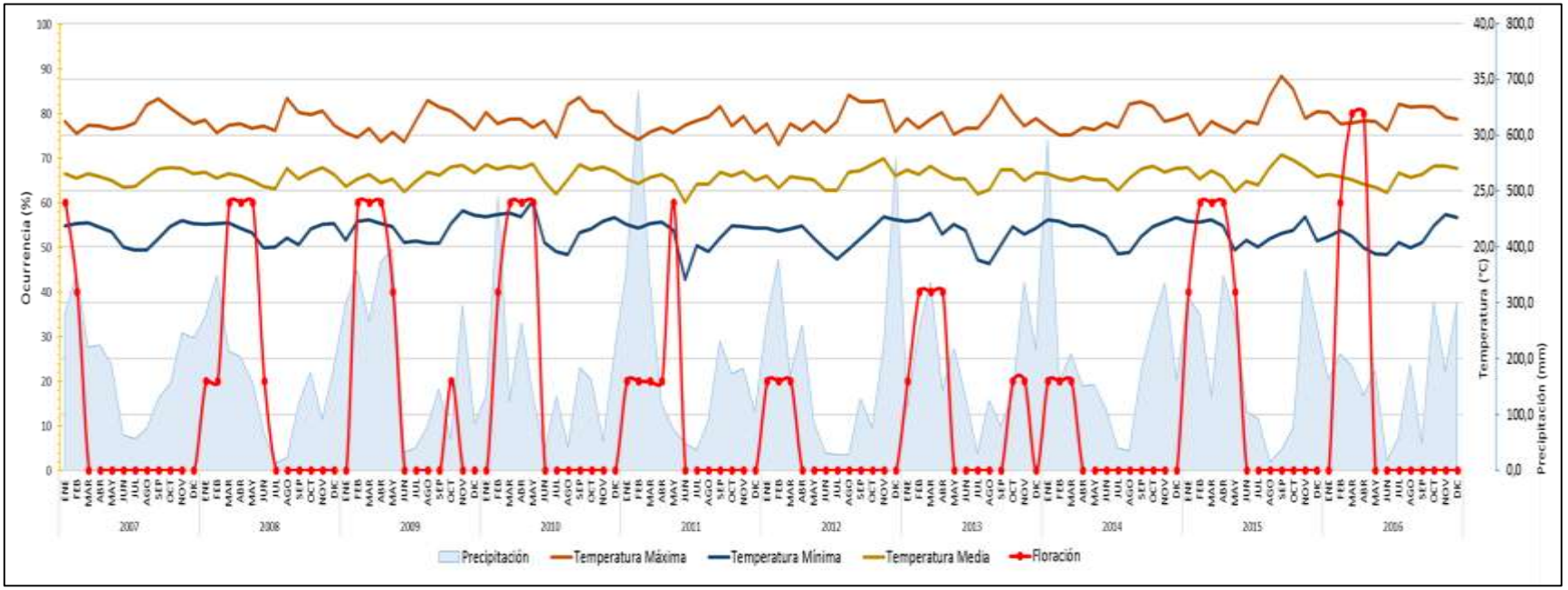


Figura 7. Dendrofenograma de floración en la Copaiba Blanca (Copaifera reticulata Ducke) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.3.1.2. Fructificación

La frecuencia de la fenofase fructificación de la especie *C. reticulata* fue del tipo anual. Por otra parte, en el año 2009 y 2013 se observó un ciclo de fructificación breve, sea el caso en diciembre para ambos años, con una ocurrencia mínima del 20%, aproximadamente (Figura 8).

La fructificación de la *C. reticulata* tuvo un desarrollo con altos niveles de ocurrencia al término del periodo de lluvias y con mayor incidencia en época seca. En el 2010, la fase fructificación alcanzo el 100% de ocurrencia, mientras que el 2007 esta fase solo alcanzó el 80%, aproximadamente. Entre los años 2008, 2009, 2014, 2015 y 2016 el porcentaje de ocurrencia de la fructificación fue del 60%, mientras que en los otros años no mencionados los índices de ocurrencia de la fructificación fueron bajos, debido que su desarrollo se dio durante épocas lluviosas (Figura 8).

Torres (2010) afirma que existe un registro donde la fructificación de estas especies ocurre entre fines de la estación seca e inicios de la estación lluviosa en plantaciones del Bosque Natural Alexander von Humboldt, por lo tanto esto difiere con lo obtenido en los análisis de la fenología de esta especie en el bosque natural Macuya.

En el Estado de Pará - Brasil, la fructificación de la especie *C. reticulata* no es uniforme, estableciendo que la zona de distribución o individuos influyen en el desarrollo de la fenofase. Por lo tanto, coincide con los resultados obtenidos en el estudio, observándose ciclos breves de fructificación con baja ocurrencia.

La fase fenológica de fructificación de la *C. reticulata* en Xapurila Brasil, ocurre durante la época lluviosa en la zona, por lo tanto, coincide con la fenofase de fructificación observada a los árboles de la misma especie en el Bosque Natural CICFOR-Macuya (Alencar, 1979; Carvalho, 1999; Rocha, 2001 y Pedroni *et al.,* 2002 citados por Rigamonte *et al.,* 2004).

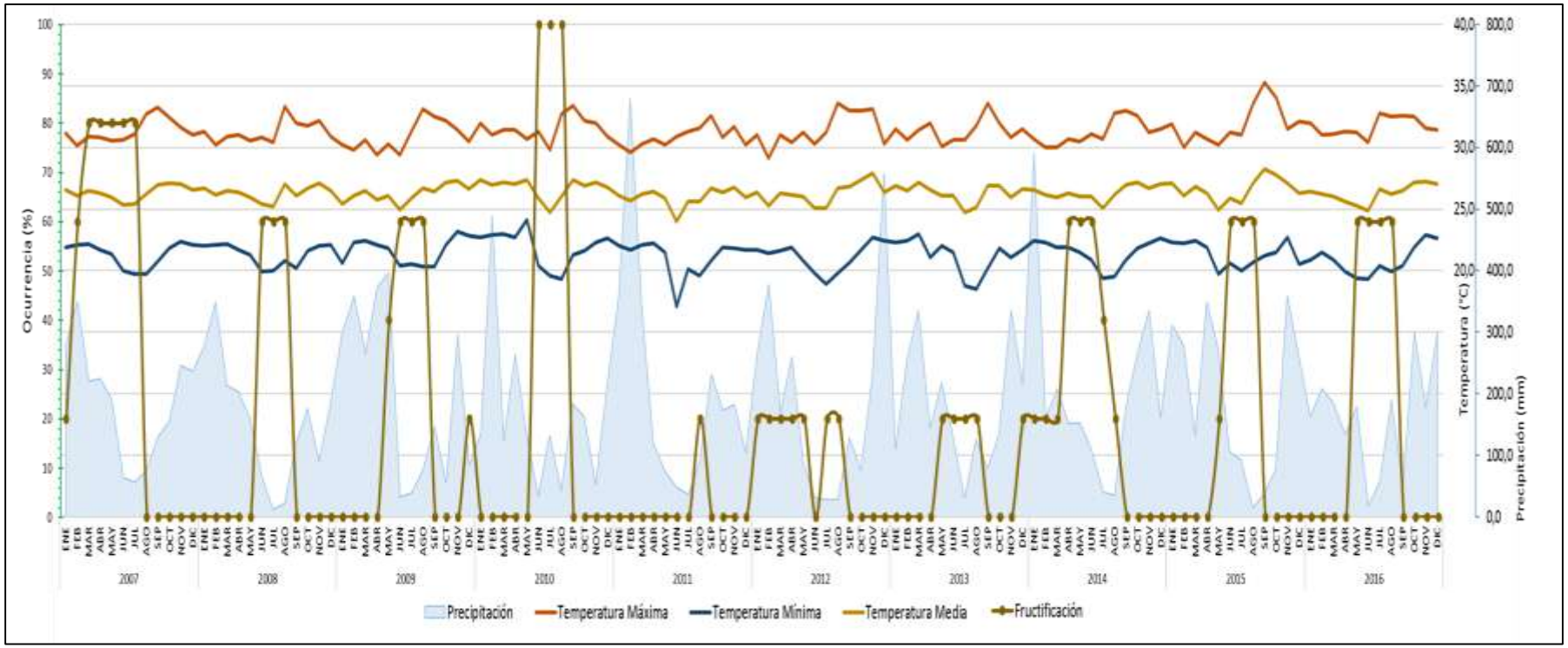


Figura 8. Dendrofenograma de fructificación en la Copaiba Blanca (Copaifera reticulata Ducke) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.3.1.3. Diseminación

La frecuencia en cuanto a la fase de diseminación de la especie *C. reticulata*, fue del tipo anual. Esto hace mención, que el ciclo fenológico de diseminación fue observado una vez al año durante el periodo de evaluación (10 años) (Figura 9).

La diseminación de los frutos y/o semillas en *C. reticulata* ocurrió con mayor frecuencia durante la época seca e inicio de la época lluviosa. En el 2010, la ocurrencia de la diseminación alcanzó su máximo valor (100%); mientras que el 2007 éste valor fue del 80%, aproximadamente. Los años restantes del periodo de evaluación, el porcentaje de ocurrencia bordeaba entre los 20% y 60%, respectivamente (Figura 9).

Flores (2018) coincide con lo descrito en la figura 10, expresando que la diseminación de la *Copaifera reticulata* Ducke en el Bosque Natural Alexander von Humboldt comienza con la época seca hasta el inicio de la época lluviosa.

En la Región de Tapajós - Brasil, la especie *C. multijuga* (perteneciente al mismo género), coincide con el ciclo de diseminación de la *C. reticulata* en el Bosque Natural Macuya, ocurriendo en el mes de julio, durante la época seca en la zona (Alencar, 1979; Carvalho, 1999; Rocha, 2001 y Pedroni *et al.,* 2002 citados por Rigamonte *et al.,* 2004).

En gran parte de la Amazonía del Brasil, la diseminación de los frutos de la especie *C. reticulata* se lleva a cabo cuando la época lluviosa está finalizando y durante la época seca en la zona, aprovechando en este aspecto los fuertes vientos que hacen más viable la caída de los frutos en la especie. Por lo tanto, existe una similitud con el ciclo fenológicos entre los árboles de la especies *C. reticulata* correspondientes al Bosque Natural Macuya (Da Silva, 2001 citado por Jáuregui *et al.,* 2011).

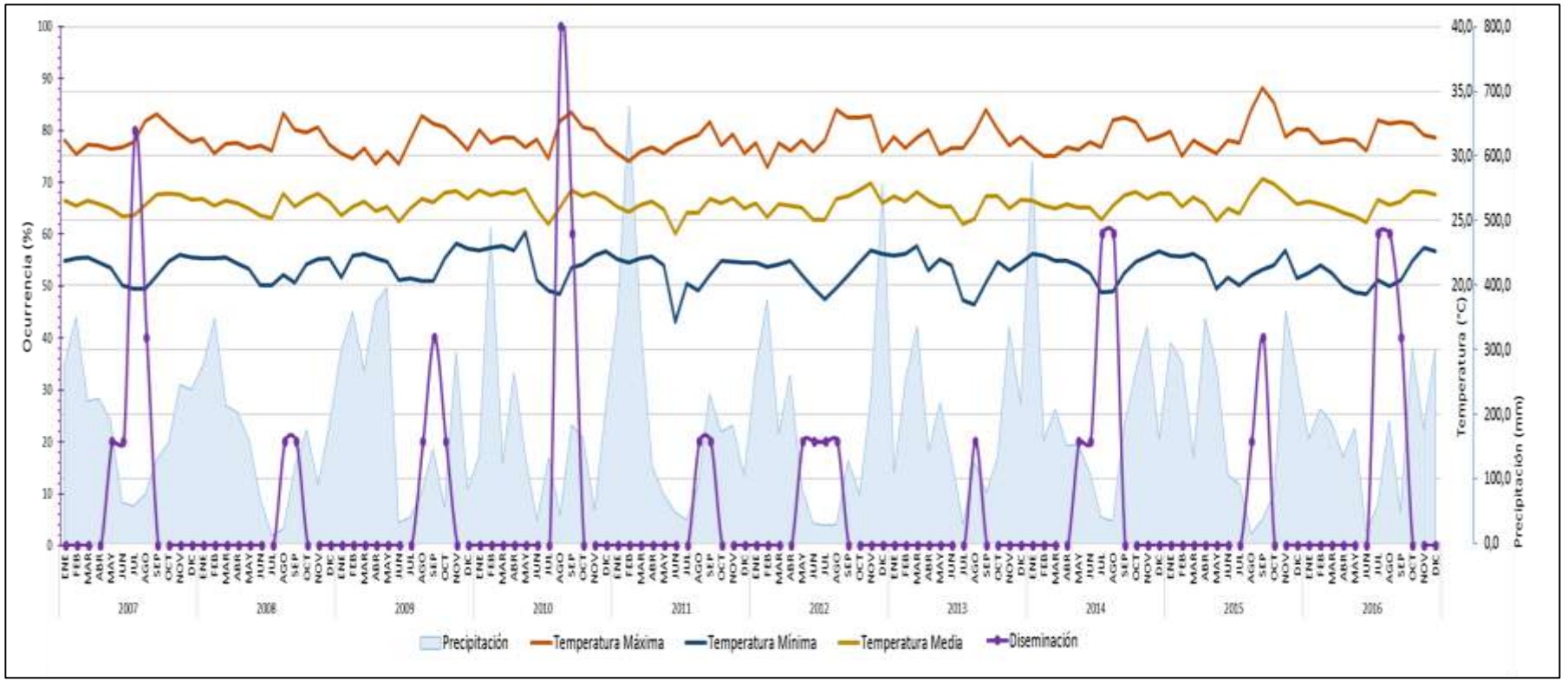


Figura 9. Dendrofenograma de diseminación en la Copaiba Blanca (Copaifera reticulata Ducke) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.3.2. Regularidad de la fenofase

4.3.2.1. Floración

En cuanto a la regularidad de la fase de floración en la especie *C. reticulata*, se observó que la floración se presentó en los 10 años de evaluación. Por lo tanto, se definió a la fase de floración como un ciclo regular durante el periodo de evaluación del 2007 al 2016. Del mismo modo, no se observó una variabilidad con respecto al porcentaje de ocurrencia y el periodo de evaluación (Figura 10).

4.3.2.2. Fructificación

La fase de fructificación de la especie, presentó una variabilidad muy marcada, sin dejar en efecto su continuidad en el tiempo; definiéndolo como un ciclo regular. En el año 2007, la fructificación en el Bosque Macuya alcanzó hasta el 40% de ocurrencia promedio, mayor significativamente con respecto a los demás años. La más baja producción se observó en el año 2011, con una ocurrencia del 1.7% (Figura 10).

4.3.2.3. Diseminación

En relación al ciclo de diseminación de la especie, por su continuidad en el periodo de evaluación, es calificada como regular. Del mismo modo que la floración, no existió una variación significativa para determinar en qué año el porcentaje de ocurrencia de la fase fue mayor o menor estadísticamente. Sin embargo, en los años 2008, 2011 y 2013, los valores de ocurrencia bordeaban el 1%, aproximadamente (Figura 10).

Rigamonte (2004) citado por Herrero, García y Casado (2008) difieren con lo mencionado en el estudio, explicando que en el Estado de Pará – Brasil la floración y fructificación de la especie *Copaifera reticulata* Ducke no son uniformes entre diferentes regiones o especies,

ocurriendo cada 2 a 3 años, aunque algunos árboles fructifican durante varios años consecutivos.

En cada fase fenológica (según color), medias seguidas por una misma letra no difieren entre sí, prueba de Tukey (p≤0.05).

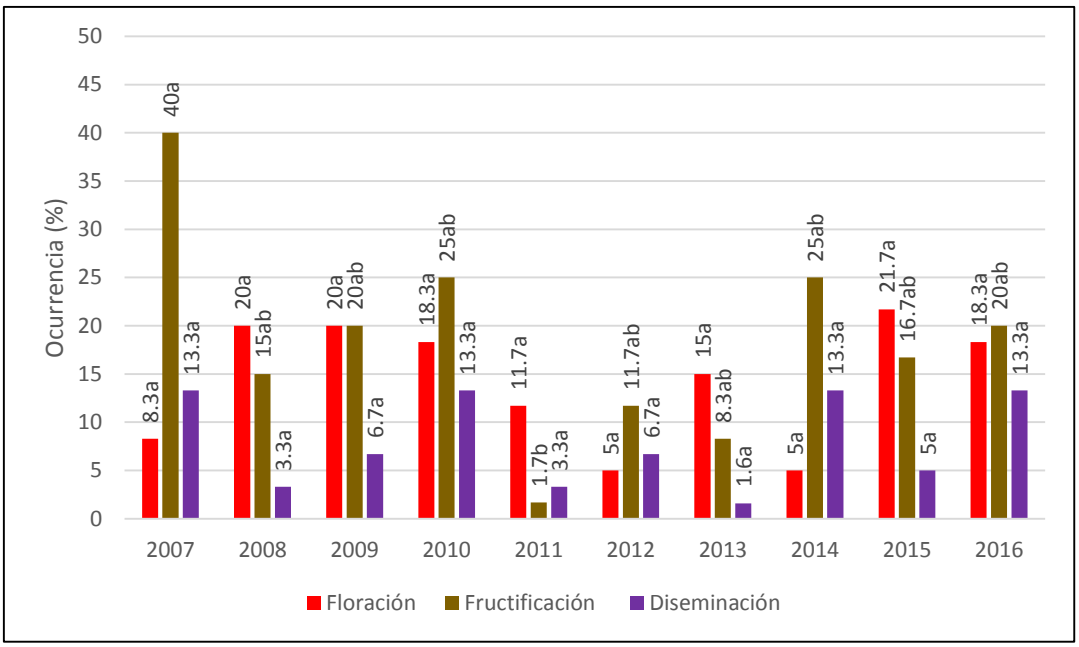


Figura 10. Comportamiento fenológico de la Copaiba Blanca (*Copaifera reticulata* Ducke) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.3.3. Duración de la fenofase

4.3.3.1. Floración

La duración de la fenofase de floración en el periodo de los 10 años de evaluación, 5 años se comportó como periodo largo y 5 años como periodo intermedio. Con respecto al número de meses varió entre periodos de 6 meses.

En los años 2009 y 2013, se observaron 2 ciclos, en el primer ciclo la duración fue de 4 meses para ambos, mientras que en el segundo ciclo varió de 1 a 2 meses, respectivamente (Tabla 8).

4.3.3.2. Fructificación

En el periodo de los 10 años de evaluación a la fenofase fructificación se determinó, que en 5 años se comportó como periodo largo, 4 años como periodo intermedio y 1 año como periodo breve. Con respecto al número de meses varió entre periodos de 8 meses. En los años 2009, 2012 y 2013, se observaron dos ciclos de fructificación; en el primer ciclo de los tres años la duración varió entre 4 a 5 meses, mientras que el segundo ciclo varió entre 1 a 2 meses de duración (Tabla 9).

4.3.3.3. Diseminación

Dentro del periodo de los 10 años de evaluación de la fenofase diseminación se determinó, que en 9 años se comportó como periodo intermedio y 1 año como periodo breve. Con respecto al número de meses varió entre periodos de 4 meses (Tabla 10).

En este aspecto coincide con lo determinado en el Bosque Natural Alexander von Humboldt, donde que la *C. reticulata* florece durante los meses de enero a mayo. Los frutos maduran entre 3 a 4 meses y su diseminación inicia en julio prolongándose hasta setiembre (Flores, 2018).

En la Región de Xapurila, la floración de *C. reticulata* ocurre de enero a marzo con fructificación de marzo a agosto, confirmando la relación con los resultados del estudio. (Alencar, 1979; Carvalho, 1999; Rocha, 2001 y Pedroni *et al.,* 2002 citados por Rigamonte *et al.,* 2004).

4.3.4. Periodicidad de la fenofase

4.3.4.1. Floración

De acuerdo a la periodicidad, la fenofase de floración se mostró como un evento anual en 8 años de evaluación (2007, 2008, 2010,

2011, 2012, 2014, 2015 y 2016) y en 2 años se manifestó como una fenofase sub anual (los años 2009 y el 2013) (Tabla 8).

4.3.4.2. Fructificación

En cuanto a la periodicidad, la fenofase de fructificación se mostró como un evento anual en 7 años de evaluación (2007, 2008, 2010, 2011, 2014, 2015 y 2016) y en 3 años se manifestó como una fenofase sub anual (los años 2009, 2012 y el 2013) (Tabla 9).

4.3.4.3. Diseminación

Con respecto a la periodicidad, la fenofase de diseminación se mostró como un evento anual en los 10 años del periodo de evaluación, no se observó alguna variación o alteración de la fenofase (Tabla 10).

4.3.5. Sincronía de la fenofase

4.3.5.1. Floración

Tomando como referencia los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó un promedio de 40.95% de ocurrencia durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de baja sincronía. En 2 años se observó una asincronía en la fenofase (2012 y 2014), en el 2013 la sincronía de la fenofase fue baja, la fenofase mostró un nivel de sincronía media en 6 años (en el año 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 y 2015), mientras que en el año 2016 el nivel de sincronía fue alta (Tabla 8).

4.3.5.2. Fructificación

De acuerdo a los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó que el promedio fue de 46.81% durante los 10 años de

evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de baja sincronía. En 3 años se observó una asincronía en la fenofase (2011, 2012 y 2013), la fenofase mostró un nivel de sincronía media en 5 años (en los años 2008, 2009, 2014, 2015 y 2016), mientras que en los años 2007 y 2016 el nivel de sincronía fue alta (Tabla 9).

4.3.5.3. Diseminación

En cuanto a los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó que el promedio fue de 35.56% durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de baja sincronía. En 4 años se observó una asincronía en la fenofase (2008, 2011, 2012 y 2013), en el 2009 y 2015 la sincronía de la fenofase fue baja, la fenofase mostró un nivel de sincronía media en 2 años (2014 y 2016), mientras que en los años 2007 y 2010 el nivel de sincronía fue alta (Tabla 10).

Tabla 8. Clasificación de la floración en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Copaiba Blanca (*Copaifera reticulata* Ducke*)* durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	2	Ene, Feb	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2008	6	Ene, Feb, Mar, Abr, May, Jun	Largo	Anual	Sincronía Media
2009	(4) y (1)	(Feb, Mar, Abr, May) (Oct)	Largo	Sub-anual	Sincronía Media
2010	4	Feb, Mar, Abr, May	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2011	5	Ene, Feb, Mar, Abr, May	Largo	Anual	Sincronía Media
2012	3	Ene, Feb, Mar	Intermedio	Anual	Asincronía
2013	(4) y (2)	(Ene, Feb, Mar, Abr) (Oct, Nov)	Largo	Sub-anual	Baja Sincronía
2014	3	Ene, Feb, Mar	Intermedio	Anual	Asincronía
2015	5	Ene, Feb, Mar, Abr, May	Largo	Anual	Sincronía Media
2016	3	Feb, Mar, Abr	Intermedio	Anual	Alta Sincronía

Tabla 9. Clasificación del fructificación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Copaiba Blanca *(Copaifera reticulata* Ducke*)* durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	6	Feb, Mar, Abr, May, Jun, Jul	Largo	Anual	Alta Sincronía
2008	3	Jun, Jul, Ago	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2009	(4) y (1)	(May, Jun, Jul, Ago) (Dic)	Largo	Sub-anual	Sincronía Media
2010	3	Jun, Jul, Ago	Intermedio	Anual	Alta Sincronía
2011	1	Ago	Breve	Anual	Asincronía
2012	(5) y (2)	(Ene, Feb, Mar, Abr, May) (Jul, Ago)	Largo	Sub-anual	Asincronía
2013	(4) y (1)	(May, Jun, Jul, Ago) (Dic)	Largo	Sub-anual	Asincronía
2014	8	Ene, Feb, Mar, Abr, May, Jun, Jul, Ago	Largo	Anual	Sincronía Media
2015	4	May, Jun, Jul, Ago	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2016	4	May, Jun, Jul, Ago	Intermedio	Anual	Sincronía Media

Tabla 10. Clasificación de la diseminación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Copaiba Blanca *(Copaifera reticulata* Ducke*)* durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	4	May, Jun, Jul, Ago	Intermedio	Anual	Alta Sincronía
2008	2	Ago, Set	Intermedio	Anual	Asincronía
2009	3	Ago, Set, Oct	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2010	2	Ago, Set	Intermedio	Anual	Alta Sincronía
2011	2	Ago, Set	Intermedio	Anual	Asincronía
2012	4	May, Jun, Jul, Ago	Intermedio	Anual	Asincronía
2013	1	Ago	Breve	Anual	Asincronía
2014	4	May, Jun, Jul, Ago	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2015	2	Ago, Set	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2016	3	Jul, Ago, Set	Intermedio	Anual	Sincronía Media

4.3.6. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y las fases fenológicas

El nivel de correlación entre las variables fenológicas y climáticas fue débil. Asimismo, se estableció que el coeficiente de determinación entre la floración y las variables climatológicas está por debajo del 12%. Para el caso de la fructificación y la diseminación en relación con las variables climatológicas, los coeficientes de determinación está por debajo del 20%, indicando una baja relación entre las variables estudiadas (Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y la fenología de la Copaiba Blanca *(Copaifera reticulata* Ducke) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

Variables Climatológicas	Variables fenológicas								
	Floración			Fructificación			Diseminación		
	Correlación		Regresión	Correlación		Regresión	Correlación		Regresión
	R	R2	Sig.	R	R2	Sig.	R	R2	Sig.
Precipitación (11.4mm – 677.6mm)	0.323_{DP}	10.40%	0.000*	-0.308_{DN}	9.50%	0.001*	-0.349_{DN}	12.10%	0.000*
T. Máxima (29.10°C – 35.30°C)	-0.339_{DN}	11.50%	0.000*	-0.127_{DN}	1.60%	0.167^{ns}	0.375_{DP}	14.10%	0.000*
T. Mínima (17.10°C – 24.10°C)	0.325_{DP}	10.60%	0.000*	-0.407_{DN}	16.50%	0.000*	-0.443_{DN}	19.60%	0.000*
T. Media (24.00°C – 28.25°C)	0.007_{DP}	0.00%	0.936^{ns}	-0.416_{DN}	17.30%	0.000*	-0.073_{DN}	0.50%	0.430^{ns}

* = Significativo; ns = No Significativo por la prueba de Tukey (p≤0.05), respectivamente.

Según el test de correlación de Pearson: PN=Perfecta Negativa (-1), FN=Fuerte Negativa (-1 a -0.9), MN=Moderada Negativa (-0.9 a -0.5), DN=Débil Negativa (-0.5 a 0), NEC=No Existe Correlación (0), DP=Débil Positiva (0 a 0.5), MP=Moderada Positiva (0.5 a 0.9), FP=Fuerte Positiva (0.9 a 1), PP=Perfecta Positiva (1).

4.4. COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE LA ESPECIE FORESTAL ESTORAQUE *Myroxylom balsamum* (L.) Harms

4.4.1. Ocurrencia de fenofase

4.4.1.1. Floración

La frecuencia de la fase de floración de la especie *M. balsamum* fue del tipo anual durante el periodo de evaluación. Sin embargo, el año 2008 se observó un ciclo de ésta fase fenológica fuera de la época, alcanzando el 35% de ocurrencia en el mes de noviembre (Figura 11).

Se observó altos niveles de ocurrencia, alcanzando el máximo nivel en la mayoría de años evaluados. En el 2007, 2009, 2012, 2014, 2015 y 2016 el nivel de ocurrencia de la fase de floración alcanzó el 100% de ocurrencia durante la época lluviosa del año en el Bosque Natural Macuya Mientras que en los años restantes el porcentaje de ocurrencia no descendió del 65%, aproximadamente (Figura 11).

Según Flores (1997) citado por Morales (2013) confirman que las flores del *Myroxylom balsamum* son visibles al finalizar la primera época lluviosa del año, con ocurrencias que alcanzan hasta el 100% en el Bosque Natural Alexander von Humboldt.

Flores (2008) en cambio menciona que la especie *M. balsamum* presenta la fase de floración entre los meses de abril a junio, cuando la época lluviosa en el Herbarium Amazonense en Iquitos está finalizando, para dar paso al periodo de la época seca. Por lo tanto, discrepa con los resultados presentados durante el periodo de evaluación.

En el Municipio de Agudos (Brasil), la floración del *M. balsamum* ocurre durante época seca e inicio de las lluvias en la zona, discrepando con los altos porcentajes de ocurrencia de floración en el Bosque Natural Macuya (Ribeiro, 2002).

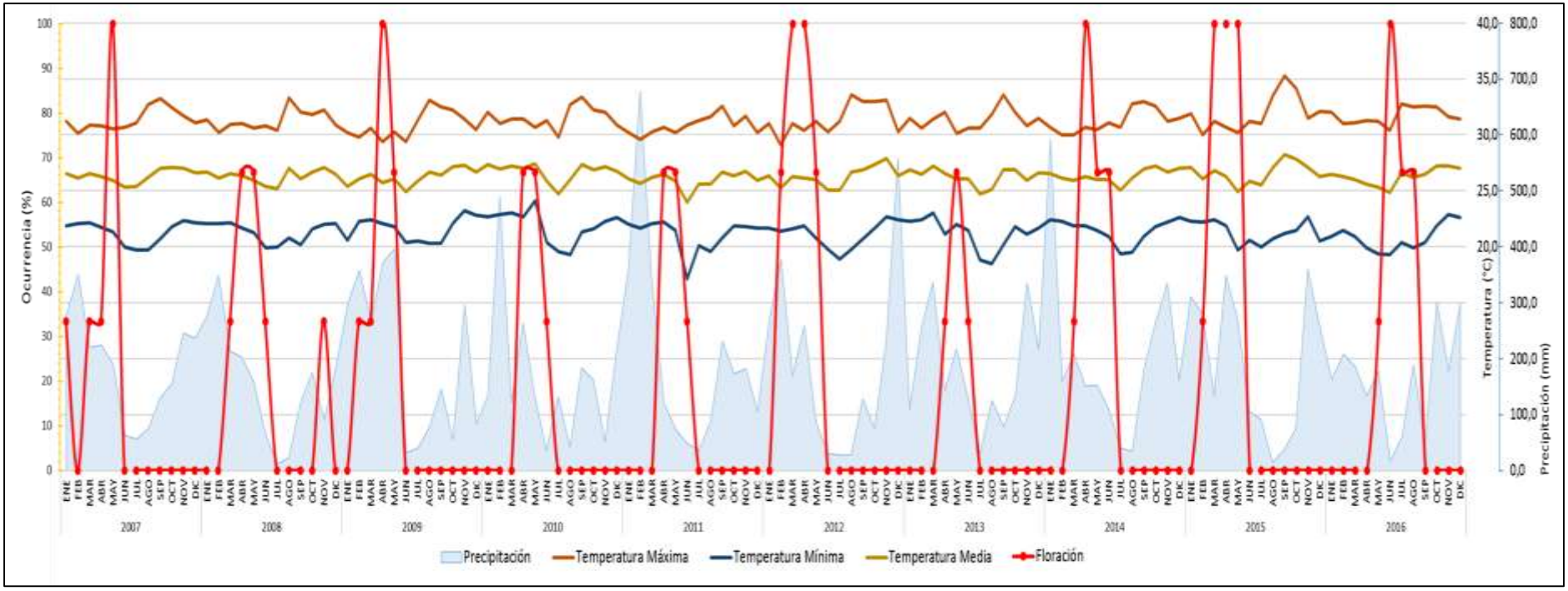


Figura 11. Dendrofenograma de floración del Estoraque *Myroxylom balsamum (L.) Harms* desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya

4.4.1.2. Fructificación

La frecuencia de la fenofase fructificación de la especie *M. balsamum* fue del tipo anual. Durante el periodo de evaluación, no se observó variación o alteraciones con respecto a la aparición de un ciclo esporádico (Figura 12).

La fructificación de la *M. balsamum* tuvo un desarrollo con altos niveles de ocurrencia durante la época seca del año. En el 2007, 2009, 2010, 2012, 2014, 2015 y 2016 los niveles de ocurrencia alcanzaron la máxima. Mientras que en los años restantes, el nivel de ocurrencia no descendió del 65% (Figura 12).

Según Flores (1997) citado por Morales (2013), no coinciden con los resultados obtenidos en el Bosque Natural Macuya, estableciendo que en la zona de Alexander von Humboldt, la fructificación del *Myroxylon balsamum* es visible durante todo el año y su maduración dura aproximadamente de 3 a 4 meses.

Estudios realizados en el Herbarium Amazonense en Iquitos, coinciden con el estudio realizado en el Bosque Natural Macuya, confirmando que la fructificación del *M. balsamum* ocurre durante la época seca, en éste periodo se pueden observar frutos en proceso de maduración y en algunos casos frutos maduros y listos para ser cosechados (Flores, 2008).

Además, se atribuye que la multiplicación vegetativa mejora la producción por largos ciclos de vida, fructificación y floraciones irregulares (Payares *et al.,* 2014)

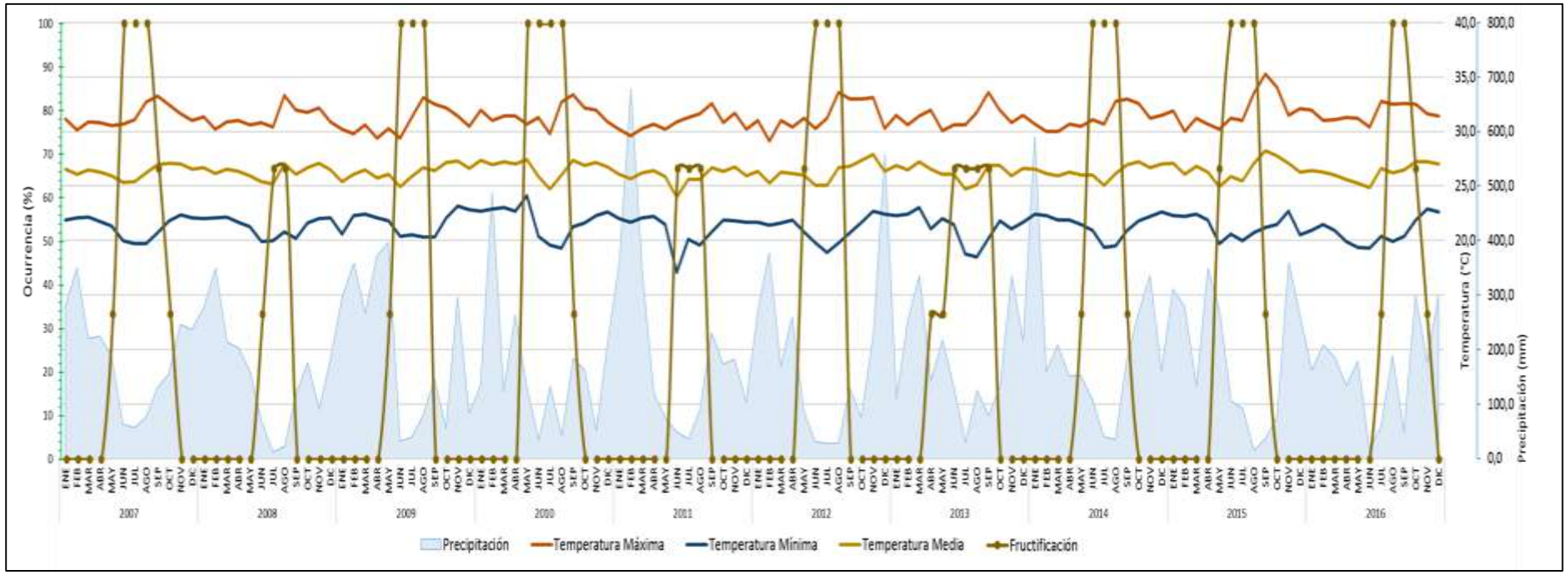


Figura 12. Dendrofenograma de fructificación del Estoraque Myroxylom *balsamum* (L.) Harms desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya

4.4.1.3. Diseminación

La frecuencia en cuanto a la fase de diseminación de la especie *M. balsamum*, fue del tipo anual. Esto hace mención, que el ciclo fenológico de diseminación fue observado una vez al año durante el periodo de evaluación (10 años). No se presenció ciclos breves o variaciones que modifiquen el patrón fenológico de la especie en cuanto a la fase de diseminación (Figura 13).

La diseminación de los frutos y/o semillas en *M. balsamum* ocurrió con mayor frecuencia con el inicio de la época lluviosa. En el 2009, 2010 y 2015 el nivel de ocurrencia de la fase alcanzo el 100% con respecto a los demás. Por otro lado, durante el 2011, 2012 y 2014 el nivel de ocurrencia descendió hasta el 65%, aproximadamente. Mientras que, en los años restantes, la ocurrencia fenológica llegó a niveles del 35%, como mínimos valores (Figura 13).

Morales (2013) confirma que la diseminación de la especie es visible cuando la época seca está finalizando, prolongándose hasta el inicio y durante la época lluviosa del año en el Bosque Natural Alexander von Humboldt. Por lo tanto, coincide con lo obtenido en el Bosque Natural Macuya, zonas de gran similitud.

Estudios realizados en el Valle Central (Costa Rica), confirman que la diseminación o recolección de los frutos maduros de la especies se realizan durante la época lluviosa del año, coincidiendo con la información obtenida del estudio realizado en el Bosque Natural Macuya (Rojas & Torres, 2014).

Angulo (2016a) coincide con los resultados obtenidos en el estudio, determinando que la diseminación de semillas ocurre entre setiembre y octubre (inicio de la época lluviosa). Además, explica que en los últimos cuatro años (2010-2013) en la zona de estudio la especie dejó de producir frutos y/o semillas debido al incremento de la temperatura (0.8 °C), siendo una especie vulnerable al cambio climático.

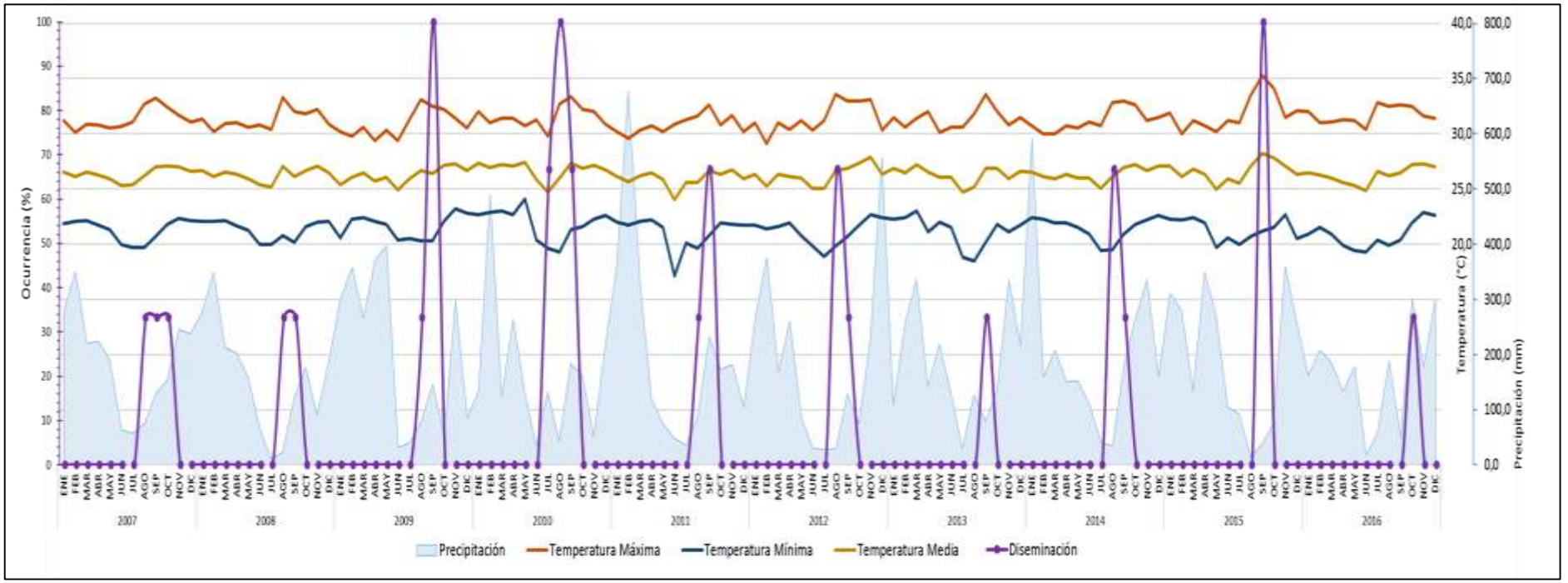


Figura 13. Dendrofenograma de diseminación del Estoraque *Myroxylom balsamum (L.)* Harms desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.4.2. Regularidad de la fenofase

4.4.2.1. Floración

En cuanto a la regularidad de la fase de floración en la especie *M. balsamum*, se observó una continuidad en el tiempo. Por lo tanto, se definió a la fase de floración del *M. balsamum* como un ciclo regular durante el periodo de evaluación del 2007 al 2016. Del mismo modo, no se observó una variabilidad con respecto al porcentaje de ocurrencia y el periodo de evaluación (Figura 14).

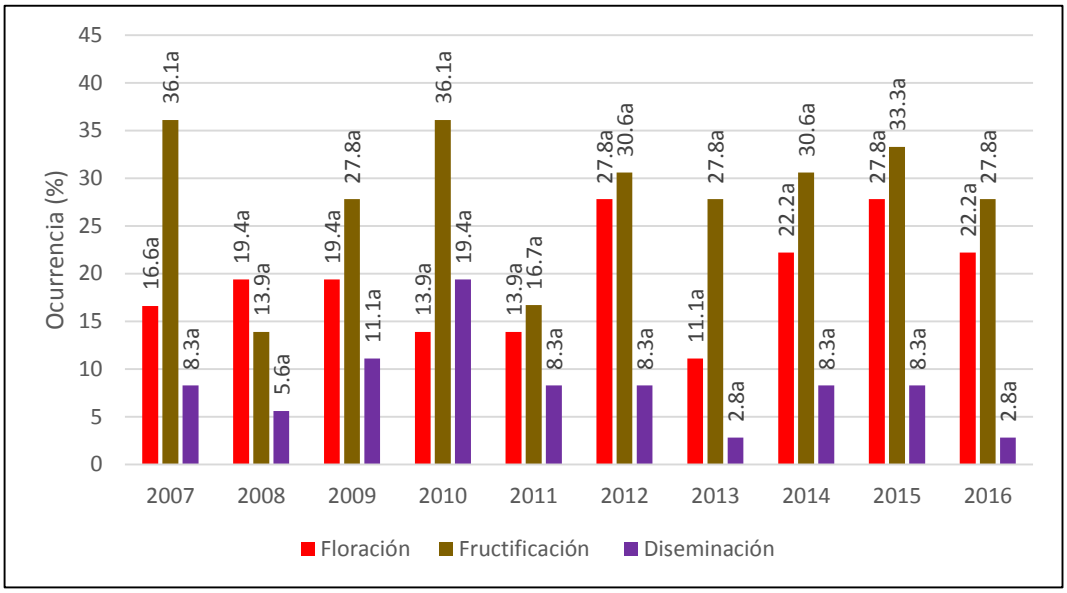
4.4.2.2. Fructificación

La regularidad de la fase de fructificación fue continuo en el periodo de evaluación; definiéndolo como un ciclo regular. Los niveles de ocurrencia promedio por año, reflejan que la fase alcanzó muy buenos valores. No existe diferencia significativa entre los años de evaluación, aun así, se observó que en el 2008 y 2011 la ocurrencia descendió hasta los 13.9% y 16.7%, respectivamente (Figura 14).

4.4.2.3. Diseminación

En relación al ciclo de diseminación de la especie *M. balsamum*, por su continuidad en el periodo de evaluación, es calificada como regular. Del mismo modo que en las otras fases, no existió una variación significativa para determinar en qué año el porcentaje de ocurrencia fue mayor o menor estadísticamente. Sin embargo, en los años 2013 y 2016 la ocurrencia descendió hasta el 2.8% (Figura 14).

Leakey *et al.,* (1994) citados por Payares *et al.,* (2014); no coinciden con los resultados mostrados, debido a que la producción tanto de flores como de frutos, no son óptimas; por lo tanto la multiplicación vegetativa del *M. balsamum* ha determinado la mejora en la producción por largos ciclos de vida, fructificación y/o floraciones irregulares y la alogamia, dejando la reproducción asexual como tema secundario.



En cada fase fenológica (según color), medias seguidas por una misma letra no difieren entre sí, prueba de Tukey (p≤0.05)

Figura 14. Comportamiento fenológico del Estoraque *Myroxylom balsamum* (L.) Harms desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.4.3. Duración de la fenofase

4.4.3.1. Floración

La duración de la fenofase de floración en el periodo de los 10 años de evaluación, 2 años se comportó como periodo largo y 8 años como periodo intermedio. Con respecto al número de meses varió entre periodos de 5 meses. En los años 2007 y 2008, se observaron dos ciclos de la fenofase (Tabla 12).

4.4.3.2. Fructificación

En el periodo de los 10 años de evaluación a la fenofase fructificación se determinó, que en 6 años se comportó como periodo largo y 4 años como periodo intermedio. Con respecto al número de meses, varió entre periodos de 6 meses (Tabla 13).

4.4.3.3. Diseminación

Dentro del periodo de los 10 años de evaluación de la fenofase diseminación se determinó, que en 7 años se comportó como periodo intermedio y 3 años como periodo breve. Con respecto al número de meses varió entre periodos de 3 meses (Tabla 14).

Flores (1997) citado por Morales (2013), coinciden en cuanto a la floración y diseminación de los árboles de *M. balsamum* en el Bosque Natural Alexander von Humboldt, explicando que la fase de floración ocurre con mayor índice entre los meses de marzo y junio; asimismo la diseminación inicia en época seca, prolongándose hasta el periodo de lluvias en la zona. Mientras, que el autor explica la fructificación es visible durante todo el año, siendo esto refutado con los resultados obtenidos en el estudio.

4.4.4. Periodicidad de la fenofase

4.4.4.1. Floración

De acuerdo a la periodicidad, la fenofase de floración se mostró como un evento anual en 8 años de evaluación (2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016) y en 2 años se manifestó como una fenofase sub anual (los años 2007 y el 2008) (Tabla 12).

4.4.4.2. Fructificación

En cuanto a la periodicidad, la fenofase de fructificación se mostró como un evento anual en 10 años de evaluación, es decir desde el 2007 al 2016, solo se observó un ciclo fenológico por año (Tabla 13).

4.4.4.3. Diseminación

Con respecto a la periodicidad, la fenofase de diseminación se mostró como un evento anual en los 10 años del periodo de evaluación, no se observó alguna variación o ciclos breves alternos en la fenofase (Tabla 14).

4.4.5. Sincronía de la fenofase

4.4.5.1. Floración

Tomando como referencia los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó un promedio de 60% de ocurrencia durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de sincronía media. En el 2008, 2010, 2011 y 2013 la sincronía de la fenofase fue media, mientras que en los años 2007, 2009, 2012, 2014, 2015 y 2016 el nivel de sincronía fue alta (Tabla 12).

4.4.5.2. Fructificación

De acuerdo a los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó que el promedio fue de 73% durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de sincronía media. La fenofase mostró un nivel de sincronía media en 3 años (en el año 2008, 2011 y 2013), mientras que en los años 2007, 2009, 2010, 2012, 2014, 2015 y 2016 el nivel de sincronía fue alta (Tabla 13).

4.4.5.3. Diseminación

En cuanto a los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó que el promedio fue de 53% durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de sincronía media. En los años 2007, 2008, 2013 y 2016 la sincronía de la fenofase fue baja, la fenofase mostró un nivel de sincronía media en 3 años (2011, 2012 y 2014), mientras que en los años 2009, 2010 y 2015 el nivel de sincronía fue alta (Tabla 14).

Tabla 12. Clasificación de la floración en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Estoraque *Myroxylom balsamum* (L.) Harms durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	(1) y (3)	(Ene) (Feb, Mar, Abr, May)	Largo	Sub-anual	Alta Sincronía
2008	(4) y (1)	(Mar, Abr, May, Jun) (Nov)	Largo	Sub-anual	Sincronía Media
2009	4	Feb, Mar, Abr, May	Intermedio	Anual	Alta Sincronía
2010	3	Abr, May, Jun	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2011	3	Abr, May, Jun	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2012	4	Feb, Mar, Abr, May	Intermedio	Anual	Alta Sincronía
2013	3	Abr, May, Jun	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2014	4	Mar, Abr, May, Jun	Intermedio	Anual	Alta Sincronía
2015	4	Feb, Mar, Abr, May	Intermedio	Anual	Alta Sincronía
2016	4	May, Jun, Jul, Ago	Intermedio	Anual	Alta Sincronía

Tabla 13. Clasificación del fructificación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Estoraque *Myroxylom balsamum (L.)* Harms durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	6	May, Jun, Jul, Ago, Set, Oct	Largo	Anual	Alta Sincronía
2008	3	Jun, Jul, Ago	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2009	4	May, Jun, Jul Ago	Intermedio	Anual	Alta Sincronía
2010	5	May, Jun, Jul Ago, Set	Largo	Anual	Alta Sincronía
2011	3	Jun, Jul, Ago	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2012	4	May, Jun, Jul Ago	Intermedio	Anual	Alta Sincronía
2013	6	Abr, May, Jun, Jul, Ago, Set	Largo	Anual	Sincronía Media
2014	5	May, Jun, Jul Ago, Set	Largo	Anual	Alta Sincronía
2015	5	May, Jun, Jul Ago, Set	Largo	Anual	Alta Sincronía
2016	5	Jul, Ago, Set, Oct, Nov	Largo	Anual	Alta Sincronía

Tabla 14. Clasificación de la diseminación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Estoraque *Myroxylom balsamum (L.)* Harms durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	3	Ago, Set, Oct	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2008	2	Ago, Set	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2009	2	Ago, Set	Intermedio	Anual	Alta Sincronía
2010	3	Jul, Ago, Set	Intermedio	Anual	Alta Sincronía
2011	2	Ago, Set	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2012	2	Ago, Set	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2013	1	Set	Breve	Anual	Baja Sincronía
2014	2	Ago, Set	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2015	1	Set	Breve	Anual	Alta Sincronía
2016	1	Oct	Breve	Anual	Baja Sincronía

4.4.6. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y las fases fenológicas

El nivel de correlación entre la floración y las variables climatológicas fue débil, con coeficientes de determinación por debajo del 12%, relaciones bajas entre variables. Mientras que el nivel de correlación entre la fructificación y las variables precipitación y temperatura mínima fue moderada negativa, es decir, mientras menor la precipitación y la temperatura mínima, mayor la fructificación; con 28% y 40% de relación entre variables. Del mismo modo, el nivel de correlación entre la fase diseminación y temperatura máxima también fue moderada pero positiva, con 28.70% de relación entre variables (Tabla 15).

Tabla 15. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y la fenología del Estoraque *Myroxylom balsamum (L.)* Harms desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

Variables Climatológicas	Variables fenológicas								
	Floración			Fructificación			Diseminación		
	Correlación		Regresión	Correlación		Regresión	Correlación		Regresión
	R	R2	Sig.	R	R2	Sig.	R	R2	Sig.
Precipitación (11.4mm – 677.6mm)	0.053_{DP}	0.30%	0.562^{ns}	-0.535_{MN}	28.60%	0.000	-0.227_{DN}	5.10%	0.013*
T. Máxima (29.10°C – 35.30°C)	-0.347_{DN}	12.00%	0.000*	0.179_{DP}	3.20%	0.051	0.536_{MP}	28.70%	0.000*
T. Mínima (17.10°C – 24.10°C)	0.058_{DP}	0.30%	0.058^{ns}	-0.626_{MN}	39.20%	0.000	-0.305_{DN}	9.30%	0.001*
T. Media (24.00°C – 28.25°C)	-0.210_{DN}	4.40%	0.021*	-0.365_{DN}	13.30%	0.000	0.156_{DP}	2.40%	0.089^{ns}

* = Significativo; ns = No Significativo por la prueba de Tukey (p≤0.05), respectivamente.

Según el test de correlación de Pearson: PN=Perfecta Negativa (-1), FN=Fuerte Negativa (-1 a -0.9), MN=Moderada Negativa (-0.9 a -0.5), DN=Débil Negativa (-0.5 a 0), NEC=No Existe Correlación (0), DP=Débil Positiva (0 a 0.5), MP=Moderada Positiva (0.5 a 0.9), FP=Fuerte Positiva (0.9 a 1), PP=Perfecta Positiva (1).

4.5. COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE LA ESPECIE FORESTAL MARUPA (*Simarouba amara* Aubl.)

4.5.1. Ocurrencia de fenofase

4.5.1.1. Floración

La floración de la especie *S. amara* mostró una frecuencia anual durante el periodo de evaluación. Sin embargo, el año 2010 y 2016 no se registraron floración, más aún, los valores de ocurrencia no alcanzaron el 100%, debido a un error en el proceso de observación y/o precocidad de los frutos y/o semillas dispersados (Figura 15).

Seguidamente, se muestra que la floración de la *S. amara* ocurrió con mayor incidencia al iniciar la época lluviosa en el Bosque Macuya, alcanzando hasta el 80% de ocurrencia entre los años 2007 y 2008, aproximadamente. El 2009, 2013 y 2014, la ocurrencia de la floración en la zona de estudio disminuyó hasta alcanzar el 50%; mientras, que los años restantes estos índices bordeaban los 28% (Figura 15).

Pinto *et al.,* (2005), coinciden con lo mencionado en cuanto a la floración de la especie *S. amara* en el bosque Macuya, estimando una frecuencia de ocurrencia anual, además, afirma que los factores climáticos influyen con los patrones fenológicos en Manaus-Brasil.

Flores (1997); Reynel *et al.,* (2003) y Dávila, et al. (2008) citados por Flores (2008), confirman que existe una similitud en el periodo de floración de la *S. amara* en el Bosque Natural Alexander von Humboldt y el Bosque Natural Macuya, levándose ésta a cabo durante el inicio de la época lluviosa. Además, estas zonas no se encuentran muy distantes, una de otra.

De Souza & Funch (2018), también coinciden con los resultados del estudio, confirmando que la floración de *S. amara* fue anual, además que ésta ocurre al finalizar la estación seca.

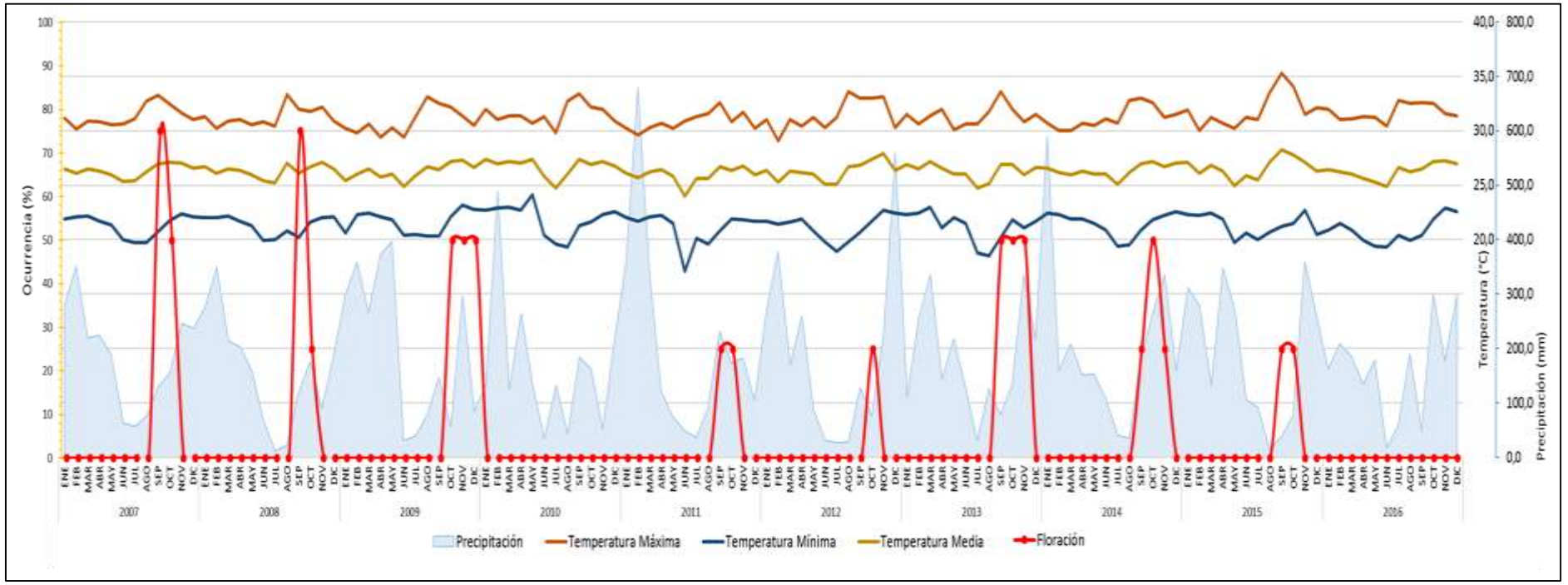


Figura 15. Dendrofenograma de floración en la Marupa (*Simarouba amara* Aubl.) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya

4.5.1.2. Fructificación

La frecuencia de la fenofase fructificación de la especie *S. amara* fue del tipo anual. En el año 2008, el ciclo fenológico de la fructificación se prolongó hasta el mes de enero del siguiente año. El 2014, ocurrió el mismo evento, prolongándose la fase hasta el mes de enero del 2015 (Figura 16).

La fructificación de la *S. amara* no fue muy productivo, observándose bajos niveles de ocurrencia, aun así, éstas ocurren durante la época lluviosa. Entre los años 2007, 2008, 2009 y 2013 la máxima ocurrencia para la fase fue del 50%; mientras que el 2012 y 2014, estos niveles descendieron hasta el 25% de ocurrencia. En el año 2010, 2011, 2015 y 2016 no se observó la fructificación en el Bosque Natural Macuya (Figura 16).

Aróstegui & Díaz (1992), coinciden con respecto a la época de fructificación, mencionan que ocurre con mayor frecuencia durante épocas lluviosa en la comunidad Jenaro Herrera - Iquitos (Perú).

Con un estudio similar realizado en el Bosque Natural Alexander von Humboldt, se coincidió en el periodo de fructificación, manifestando que la fase ocurre con el inicio y durante la época lluviosa en la zona (Flores, 1997; Reynel *et al.,* 2003 y Dávila *et al.,* 2008 citados por Flores, 2008).

Angulo (2016c), discrepa con los resultados del Bosque Natural Macuya, explicando que la fructificación de *S. amara* entre los años 2010 al 2013 ocurre durante la época seca.

En el Estado de Espíritu Santo – Brasil, la fructificación de la *S. amara* ocurre con mayor frecuencia durante la época lluviosa en la zona, coincidiendo con el patrón fenológico de los árboles de *S. amara* en el Bosque Natural Macuya (Engel, 2001).

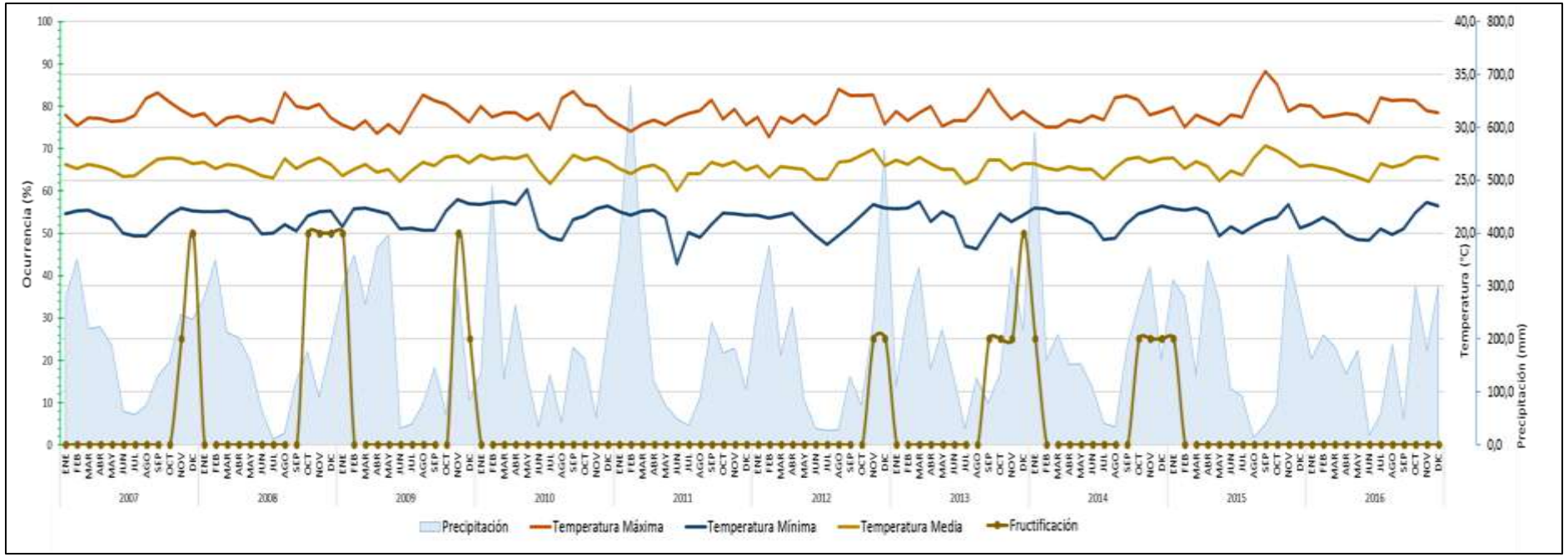


Figura 16. Dendrofenograma de fructificación en la Marupa (*Simarouba amara* Aubl.) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR- Macuya.

4.5.1.3. Diseminación

La frecuencia en cuanto a la fase de diseminación de la especie *S. amara*, fue del tipo anual. Esto hace mención, que el ciclo fenológico de diseminación fue observado una vez al año durante el periodo de evaluación (10 años). En el año 2015, ocurrió un caso excepcional, observándose dos ciclo de diseminación, atribuyéndolo como una variación y/o fase acelerada (Figura 17).

La diseminación de los frutos y/o semillas en *S. amara* ocurrió con mayor frecuencia durante la época lluviosa. En los años 2009 y 2015, el máximo porcentaje de ocurrencia de la fase alcanzó el 50%, mientras que estos valores fueron disminuyendo entre los años 2010, 2014 y el primer ciclo de diseminación en el 2015 (Figura 17).

En el bosque Natural Alexander von Humboldt, la época de diseminación de la especie *S. amara* es similar con respecto a los arboles del bosque Natural Macuya, observándose la fase durante la época lluviosa (Flores, 1997; Reynel *et al.,* 2003 y Dávila *et al.,* 2008 citados por Flores, 2008).

Angulo (2016c), difiere con los resultados obtenidos en el estudio, explicando que en el Bosque Natural Alexander von Humboldt durante el periodo del 2010 al 2013 la fase de diseminación ocurrió iniciando la época lluviosa. Además, menciona que por el aumento de la temperatura en la zona, la especie dejó de producir frutos y/o semillas.

En Manaus - Brasil, la *S. amara* disemina sus frutos y o semilla durante la época lluviosa, coincidiendo con los resultados obtenidos en el estudio, además, se confirma que los factores climáticos influyen en la fenología de las especies (Pinto *et al.,* 2005).

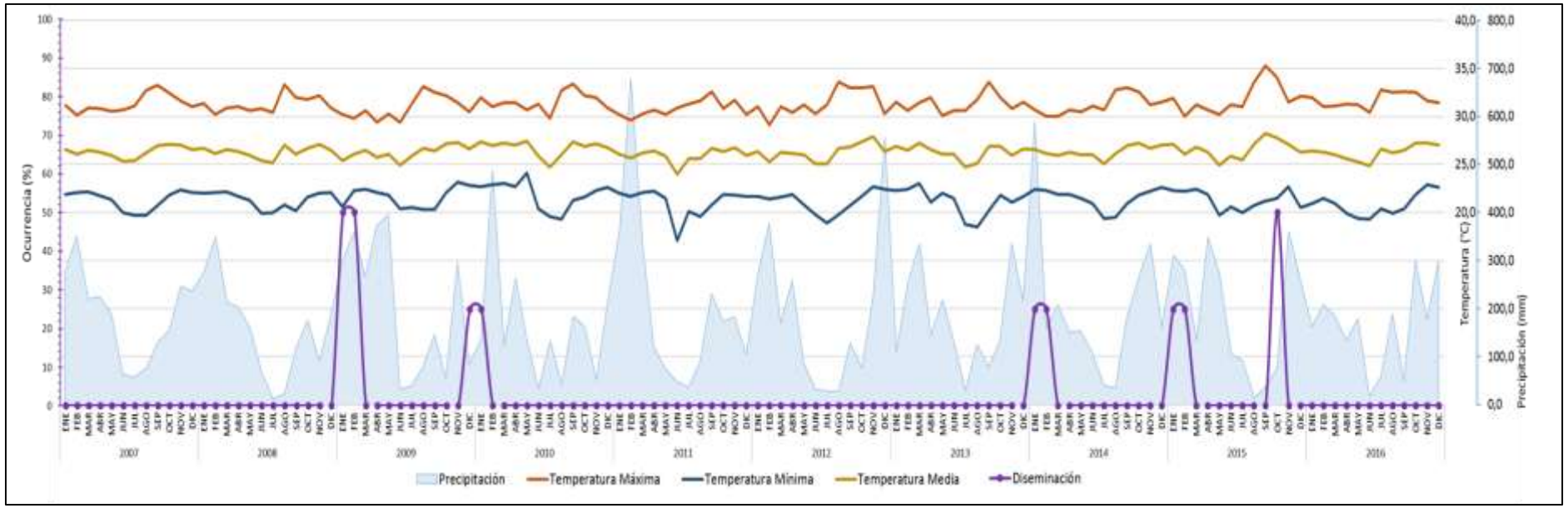


Figura 17. Dendrofenograma de diseminación en la Marupa (*Simarouba amara* Aubl.) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.5.2. Regularidad de la fenofase

4.5.2.1. Floración

En cuanto a la regularidad de la fase de floración en la especie *S. amara*, en los años 2010 y 2016 no se observó la ocurrencia de la fase. Por lo tanto, se definió a la fenofase de floración como un ciclo irregular durante el periodo de evaluación del 2007 al 2016. Del mismo modo, no se observó una variabilidad significativa con respecto al porcentaje de ocurrencia y el periodo de evaluación (Figura 18).

4.5.2.2. Fructificación

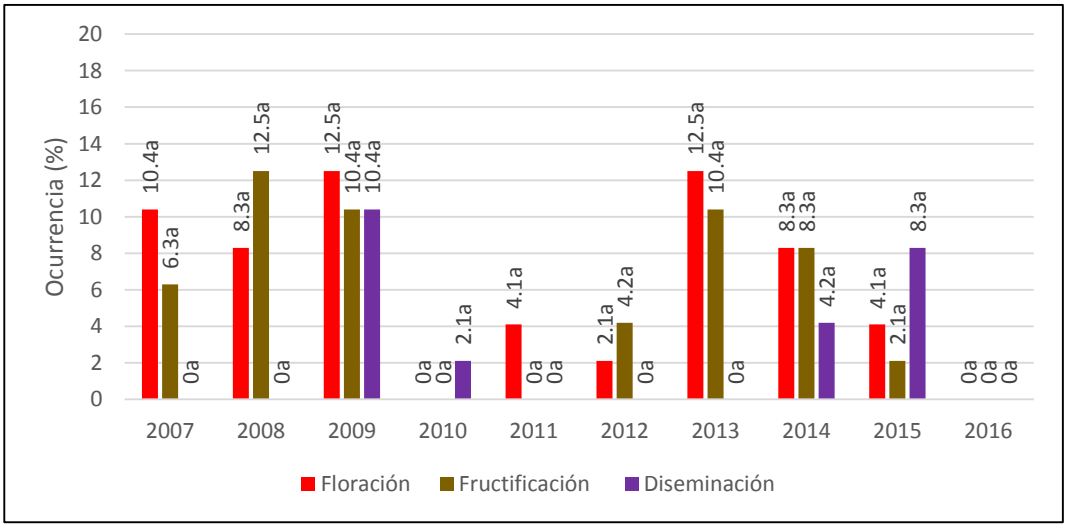
La regularidad de la floración fue interrumpida por tres años durante el periodo de evaluación, es decir que no se observó la fase; definiéndolo como irregular. En el año 2010, 2011 y 2016, no se observaron frutos durante la evaluación fenológica, interrumpiendo el ciclo y desarrollo fenológico de la especie (Figura 18).

4.5.2.3. Diseminación

En relación al ciclo de diseminación de la especie, por su discontinuidad en el periodo de evaluación, es calificada como irregular. Durante los 10 años de evaluación en la zona, se observó que en 6 años la diseminación de los frutos y/o semillas fue interrumpida, perdiéndose el ciclo fenológico en el 2007, 2008, 2011, 2012, 2013 y 2016. Además, se observa una situación irregular en el año 2010, confirmando que no se observó floración y fructificación, el ciclo fenológico de diseminación alcanzó el 2.1% de ocurrencia; confirmando que hubo un error en el momento de la evaluación en campo (Figura 18).

En cuanto a la *S. amara* en el Estado de Espíritu Santo – Brasil, difieren con los resultados obtenidos en el Bosque Natural Macuya, mencionando que la fase de floración y fructificación en la zona ocurren de forma regular sin interrupciones en sus ciclos fenológicos (Engel, 2001).

Aróstegui & Díaz (1992) coinciden con los resultados del estudio, confirmando que durante el periodo de evaluación 1985 y 1989 en la comunidad Jenaro Herrera - Iquitos (Perú), la floración y la fructificación de la especie *S. amara* presentaron un ritmo fenológico irregular.



En cada fase fenológica (según color), medias seguidas por una misma letra no difieren entre sí, prueba de Tukey (p≤0.05).

Figura 18. Comportamiento fenológico de la Marupa (*Simarouba amara* Aubl.) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.5.3. Duración de la fenofase

4.5.3.1. Floración

La duración de la fenofase de floración en el periodo de los 10 años de evaluación, 1 año se comportó como periodo breve y 7 años como periodo intermedio. Con respecto al número de meses varió entre periodos de 5 meses. Entre los años 2010 y 2016, no se observó la fase de floración en los árboles de la especie estudiada en el Boque Natural Macuya (Tabla 16).

4.5.3.2. Fructificación

En el periodo de los 10 años de evaluación a la fenofase fructificación se determinó, que en 1 año se comportó como periodo breve y 6 años como periodo intermedio. Con respecto al número de meses varió entre periodos de 4 meses. En los años 2009 y 2014, se observaron dos ciclos de fructificación; en el primer ciclo de los 2 años la duración fue de 1 meses, mientras que el segundo ciclo varió entre 2 a 3 meses de duración. Entre los años 2010, 2011 y 2016, no se observó la fase de fructificación en los árboles de la especie estudiada en el Boque Natural Macuya (Tabla 17).

4.5.3.3. Diseminación

Dentro del periodo de los 10 años de evaluación de la fenofase diseminación se determinó, que en los años 2009, 2014, y 2015 la duración intermedia. Mientras que en el 2010 se observó un caso inusual, la fase de floración y fructificación no se visualizó en este año, más aún se hizo visible la diseminación de la especie con una duración breve de 1 mes, atribuyéndose éste caso a una mala observación. Con respecto al número de meses varió entre periodos de 3 meses. En los años 2009 y 2015, se observaron dos ciclos de fructificación; en el primer ciclo de los 2 años la duración fue entre 2 meses, mientras que el segundo ciclo la duración fue de 1 mes. Entre los años 2007, 2008, 2011, 2012, 2013 y 2016, no se observó la fase de fructificación en los árboles de la especie estudiada en el Boque Natural Macuya (Tabla 18).

La fase de floración de la especie *S. amara,* tanto en el Bosque Natural Alexander von Humboldt y Macuya coinciden en cuanto a la época y duración, ésta fenofase ocurre entre los meses de setiembre y diciembre. Mientras que las fases de fructificación y diseminación difieren con los resultados, por la irregularidad en el comportamiento fenológico de la especie (Flores, 1997; Reynel *et al.,* 2003 y Dávila *et al.,* 2008 citados por Flores, 2008).

El comportamiento fenológico de la especie *S. amara* en la comunidad Jenaro Herrera - Iquitos (Perú) difiere en cuanto a la época de floración con los árboles del Bosque Natural Macuya, ocurriendo de octubre a diciembre; Asimismo, la fructificación también difiere con época de producción de frutos, observándose desde el mes de diciembre hasta febrero (Aróstegui & Díaz, 1992).

En un estudio similar, realizado en el Anexo Experimental Agraria Pucallpa desde el 2010 al 2013, la floración de la *S. amara* inicia desde diciembre hasta febrero, la fructificación se da entre julio a agosto y la diseminación ocurre de agosto a setiembre, siendo esta afirmación un resultado de la variabilidad del clima y su efecto sobre la especie, además no coincide con los resultado obtenidos en el Bosque Natural Macuya.

El comportamiento fenológico de la especie *S. amara* en el Estado de Bahia – Brasil coincide en gran parte con lo observado en el Bosque Natural Macuya, la floración en la zona ocurrió entre los meses de agosto a noviembre y la fructificación se lleva a cabo entre octubre a diciembre (De Souza & Funch, 2018).

4.5.4. Periodicidad de la fenofase

4.5.4.1. Floración

De acuerdo a la periodicidad, la fenofase de floración se mostró como un evento anual en 8 años de evaluación (2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015). En cuanto a los años 2010 y 2016 no se observó ocurrencia de la fenofase (Tabla 16).

4.5.4.2. Fructificación

En cuanto a la periodicidad, la fenofase de fructificación se mostró como un evento anual en 5 años de evaluación (2007, 2008, 2012,

2013 y 2015) y en 2 años se manifestó como una fenofase sub anual (los años 2009 y el 2014). En cuanto a los años 2010, 2011 y 2016 no se observó ocurrencia de la fenofase (Tabla 17).

4.5.4.3. Diseminación

Con respecto a la periodicidad, la fenofase de diseminación se mostró como un evento anual en 2 años del periodo de evaluación (2010 y 2014). En cuanto a los años 2007, 2008, 2011, 2012, 2013 y 2016 no se observó ocurrencia de la fenofase (Tabla 18).

4.5.5. Sincronía de la fenofase

4.5.5.1. Floración

Tomando como referencia los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó un promedio de 41.7% de ocurrencia durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de baja sincronía. En 3 años se observó una asincronía en la fenofase (2011, 2012 y 2015), en los años 2009, 2013 y 2014 la sincronía de la fenofase fue baja, la fenofase mostró un nivel de sincronía media en 2 años (en el año 2007 y 2008) (Tabla 16).

4.5.5.2. Fructificación

Tomando como referencia los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó un promedio de 34.2% de ocurrencia durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de baja sincronía. En 3 años se observó una asincronía en la fenofase (2012, 2014 y 2015), en los años 2007, 2008, 2009 y 2013 la sincronía de la fenofase fue baja (Tabla 17).

4.5.5.3. Diseminación

Tomando como referencia los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó un promedio de 33.3% de ocurrencia durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de baja sincronía. En los años 2009 y 2015 la sincronía de la fenofase fue baja, en el 2014 la sincronía fue media y alta en el año 2010 (Tabla 18).

Tabla 16. Clasificación de la floración en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Marupa *(Simarouba amara Aubl.)* durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	2	Set, Oct	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2008	2	Set, Oct	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2009	3	Oct, Nov, Dic	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2010	-	-	-	-	-
2011	2	Set, Oct	Intermedio	Anual	Asincronía
2012	1	Oct	Breve	Anual	Asincronía
2013	3	Set, Oct, Nov	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2014	3	Set, Oct, Nov	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2015	5	Set, Oct	Intermedio	Anual	Asincronía
2016	-	-	-	-	-

Tabla 17. Clasificación del fructificación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Marupa *(Simarouba amara Aubl.)* durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	2	Nov, Dic	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2008	3	Oct, Nov, Dic	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2009	(1) y (2)	(Ene) (Nov, Dic)	Intermedio	Sub-anual	Baja Sincronía
2010	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-
2012	2	Nov, Dic	Intermedio	Anual	Asincronía
2013	4	Set, Oct, Nov, Dic	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2014	(1) y (3)	(Ene) (Oct, Nov, Dic)	Intermedio	Sub-anual	Asincronía
2015	1	Ene	Breve	Anual	Asincronía
2016	-	-	-	-	-

Tabla 18. Clasificación de la diseminación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Marupa *(Simarouba amara Aubl.)* durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-
2009	(2) y (1)	(Ene, Feb) (Dic)	Intermedio	Sub-anual	Baja Sincronía
2010	1	Ene	Breve	Anual	Alta Sincronía
2011	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-
2014	2	Ene, Feb	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2015	(2) y (1)	(Ene, Feb) (Oct)	Intermedio	Sub-anual	Baja Sincronía
2016	-	-	-	-	-

4.5.6. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y las fases fenológicas

De acuerdo al análisis del tabla 19, el nivel de correlación entre las variables fenológicas y climatológicas fue débil. Por otra parte, el coeficiente de determinación entre las variables estudiadas se encuentra por debajo del 10%, indicando una baja relación entre las fases fenológicas de la *Simarouba amara* y las variables del clima estudiado.

Tabla 19. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y la fenología de la Marupa *(Simarouba amara Aubl.)* desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

Variables Climatológicas	Variables fenológicas								
	Floración			Fructificación			Diseminación		
	Correlación		Regresión	Correlación		Regresión	Correlación		Regresión
	R	R2	Sig.	R	R2	Sig.	R	R2	Sig.
Precipitación (11.4mm – 677.6mm)	-0,065$_{DN}$	0,40%	0,483^{ns}	0,196$_{DP}$	3,80%	0,032*	0,148$_{DP}$	2,20%	0,107^{ns}
T. Máxima (29.10°C – 35.30°C)	0,327$_{DP}$	10,70%	0,000*	0,037$_{DP}$	0,10%	0,685^{ns}	-0,061$_{DN}$	0,40%	0,506^{ns}
T. Mínima (17.10°C – 24.10°C)	0,057$_{DP}$	0,30%	0,537^{ns}	0,233$_{DP}$	5,40%	0,010*	0,151$_{DP}$	2,30%	0,101^{ns}
T. Media (24.00°C – 28.25°C)	0,288$_{DP}$	8,30%	0,001*	0,213$_{DP}$	4,50%	0,020*	0,074$_{DP}$	0,60%	0,421^{ns}

* = Significativo; ns = No Significativo por la prueba de Tukey (p≤0.05), respectivamente.

Según el test de correlación de Pearson: PN=Perfecta Negativa (-1), FN=Fuerte Negativa (-1 a -0.9), MN=Moderada Negativa (-0.9 a -0.5), DN=Débil Negativa (-0.5 a 0), NEC=No Existe Correlación (0), DP=Débil Positiva (0 a 0.5), MP=Moderada Positiva (0.5 a 0.9), FP=Fuerte Positiva (0.9 a 1), PP=Perfecta Positiva (1)

4.6. COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE LA ESPECIE FORESTAL PALO SANGRE BLANCO (*Pterocarpus rohrii* Vahl)

4.6.1. Ocurrencia de fenofase

4.6.1.1. Floración

La floración de la especie *P. rohrii* mostró una frecuencia sub-anual durante el periodo de evaluación. La irregularidad de la especie en cuanto a su frecuencia, determinó la presencia de ciclos esporádicos e interrumpidos. Ésta fase ocurrió durante la época lluviosa, con máximo valor el 50% de ocurrencia entre los años 2009, 2010, 2013 y 2015 (Figura 19).

4.6.1.2. Fructificación

La frecuencia de la fenofase fructificación de la especie *P. rohrii* fue del tipo sub-anual. La fase fenológica de fructificación del *P. rohrii* presentó una variabilidad marcada, divisándose frutos en los árboles durante las épocas lluviosas y secas del periodo de evaluación. Los porcentajes de ocurrencia variaban del 25 al 50%, por lo tanto, la fecha de observación, la edad y fisiología del árbol fueron variables que influenciaron en el desarrollo fenológico de la especie (Figura 20).

4.6.1.3. Diseminación

La frecuencia en cuanto a la fase de diseminación de la especie *P. rohrii*, fue del tipo sub-anual. Esto hace mención, que se observó dos ciclos de diseminación en el 2009 y 2012, del periodo de evaluación. La diseminación de los frutos y/o semillas del *P. rohrii* ocurrió en el inicio y término de las épocas lluviosas en el Bosque Macuya, alcanzando niveles del 25% al 50% ocurrencia como máximo. La cantidad de árboles que presentaron la fase de diseminación al inicio de la época lluviosa fueron menores con respecto a los que diseminaron al término de la época lluviosa (Figura 21).

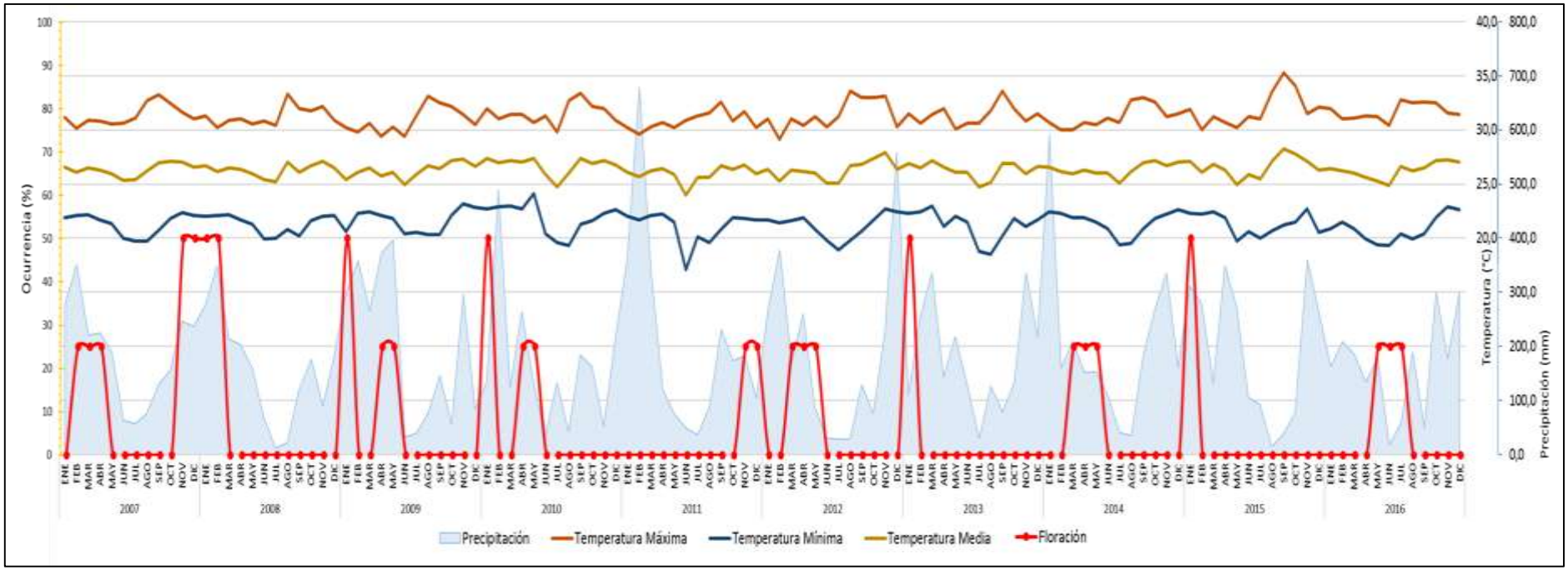


Figura 19. Dendrofenograma de floración en el Palo Sangre Blanco (*Pterocarpus rohrii* Vahl) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya

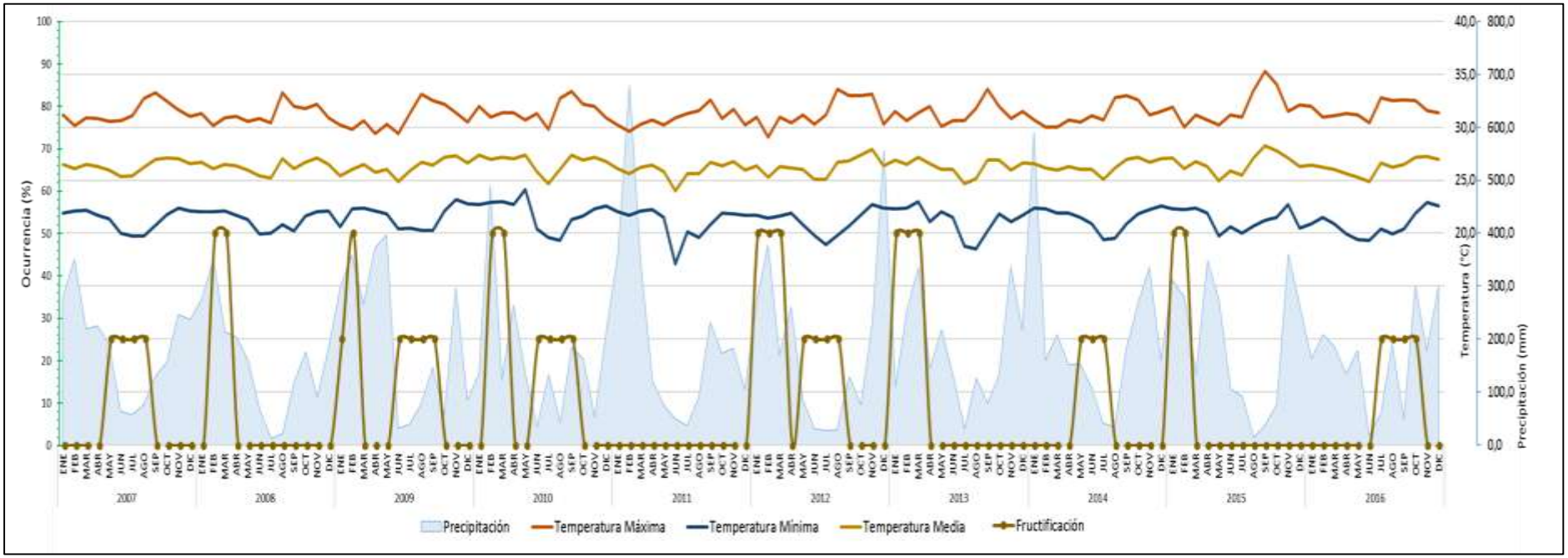


Figura 20. Dendrofenograma de fructificación en el Palo Sangre Blanco (*Pterocarpus rohrii* Vahl) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

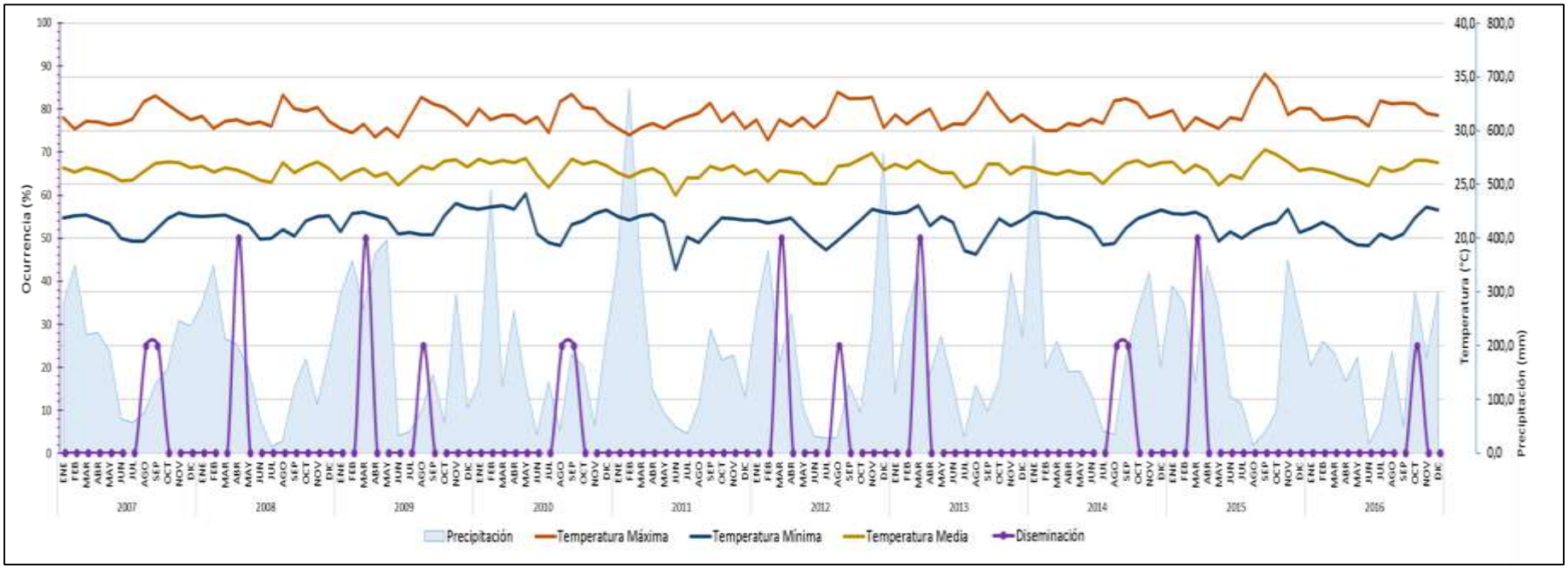


Figura 21. Dendrofenograma de diseminación en el Palo Sangre Blanco (*Pterocarpus rohrii* Vahl) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.6.2. Regularidad de la fenofase

4.6.2.1. Floración

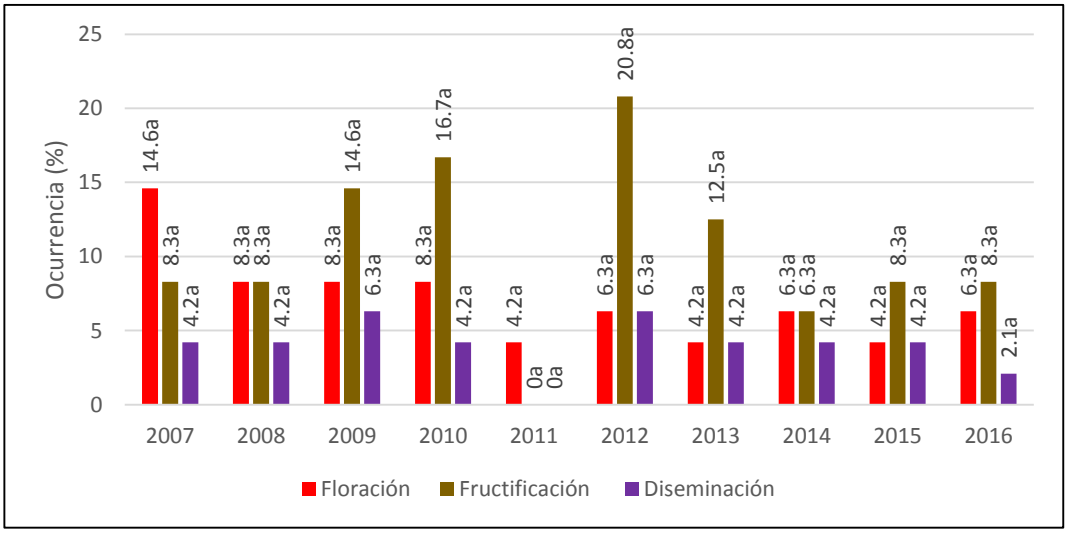
La continuidad de la floración para la especie *P. rohrii* durante el periodo de evaluación, lo categorizó como regular (Figura 22).

4.6.2.2. Fructificación

La fase de fructificación de la especie, presentó una variabilidad muy marcada, dejando en efecto su discontinuidad en el tiempo; definiéndolo como un ciclo irregular. En el año 2011, se confirmó la ausencia de la fase (Figura 22).

4.6.2.3. Diseminación

En relación al ciclo de diseminación de la especie, por su discontinuidad en el periodo de evaluación, es calificada como irregular. En el año 2011, la fase también fue ausente en la zona (Figura 22).



En cada fase fenológica (según color), medias seguidas por una misma letra no difieren entre sí, prueba de Tukey (p≤0.05).

Figura 22. Comportamiento fenológico del Palo Sangre Blanco (*Pterocarpus rohrii* Vahl*)* desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.6.3. Duración de la fenofase

4.6.3.1. Floración

La duración de la fenofase de floración en el periodo de los 10 años de evaluación, 1 año se comportó como periodo largo, 7 años como periodo intermedio y 2 años como periodo breve. Con respecto al número de meses varió entre periodos de 5 meses. En los años 2007, 2009 y 2010, se observaron dos ciclos, en el primer ciclo la duración fue entre 1 a 3 meses, mientras que en el segundo ciclo varió entre 2 meses, respectivamente (Tabla 20).

4.6.3.2. Fructificación

En el periodo de los 10 años de evaluación a la fenofase fructificación se determinó, que en 3 años se comportó como periodo largo, 5 años como periodo intermedio y 1 año como periodo breve. Con respecto al número de meses varió entre periodos de 7 meses. En los años 2009, 2010 y 2012, se observaron dos ciclos de fructificación; en el primer ciclo de los tres años la duración varió entre 2 a 3 meses, mientras que el segundo ciclo varió entre 4 meses de duración (Tabla 21).

4.6.3.3. Diseminación

Dentro del periodo de los 10 años de evaluación de la fenofase diseminación se determinó, que en 5 años se comportó como periodo intermedio y 4 años como periodo breve. Con respecto al número de meses varió entre periodos de 2 meses. En los años 2009 y 2012, se observaron dos ciclos de diseminación; tanto en el primer ciclo como en el segundo, la duración varió entre 1 mes (Tabla 22).

Los estudios fenológicos de las especies forestales en la región, son temas de poco valor o importancia. Son muy poca las instituciones que realizan este tipo de investigaciones, más aún, las

especies forestales de valor comercial son las que resaltan por su valor económico e importancia. En cuanto al estudio fenológico de la especie *P. rohrii,* por ser una especie de bajo valor comercial, se tiene poca referencia con respecto a su fenología, madera, manejo, etc.

Flores (2014), coincide que la floración de la especie *P. rohrii* ocurre durante la época lluviosa, pero difieren al mencionar la fase inicia en setiembre y finaliza en enero. Asimismo, la fructificación difieren entre las zonas de estudio, observándose que en el Bosque Macuya esto ocurre en dos ciclos fenológicos mientras que en el Bosque Natural Alexander von Humboldt esto ocurre entre 2 a 3 meses continuos. En cuanto a la diseminación, se coincide que la máxima ocurrencia se desarrolla en el mes de marzo, pero no se menciona un doble ciclo en el Bosque Natural Alexander von Humboldt.

4.6.4. Periodicidad de la fenofase

4.6.4.1. Floración

De acuerdo a la periodicidad, la fenofase de floración se mostró como un evento anual en 7 años de evaluación (2008, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016) y en 3 años se manifestó como una fenofase sub anual (los años 2007, 2009 y el 2010) (Tabla 20).

4.6.4.2. Fructificación

En cuanto a la periodicidad, la fenofase de fructificación se mostró como un evento anual en 6 años de evaluación (2007, 2008, 2013, 2014, 2015 y 2016) y en 3 años se manifestó como una fenofase sub anual (los años 2009, 2010 y el 2012). En el año 2011, no se observó la fase de fructificación en los árboles de la especie estudiada en la zona (Tabla 21).

4.6.4.3. Diseminación

Con respecto a la periodicidad, la fenofase de diseminación se mostró como un evento anual en 7 años de evaluación (2007, 2008, 2010, 2013, 2014, 2015 y 2016) y en 2 años se manifestó como una fenofase sub anual (los años 2009 y el 2012). En el año 2011, no se observó la fase de diseminación en los árboles de la especie estudiada en la zona (Tabla 22).

4.6.5. Sincronía de la fenofase

4.6.5.1. Floración

Tomando como referencia los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó un promedio de 33% de ocurrencia durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de baja sincronía. En 4 años se observó una asincronía en la fenofase (2011, 2012, 2014 y 2016), en los años 2007, 2008, 2009, 2010, 2013, 2015 la sincronía de la fenofase fue baja (Tabla 20).

4.6.5.2. Fructificación

De acuerdo a los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó que el promedio fue de 34% durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de baja sincronía. En 3 años se observó una asincronía en la fenofase (2007, 2014 y 2016), la fenofase mostró un nivel de baja sincronía en 6 años (en los años 2008, 2009, 2010, 2012, 2013 y 2015). En el año 2011, no se observó la fase de fructificación en los árboles de la especie estudiada en la zona (Tabla 21).

4.6.5.3. Diseminación

En cuanto a los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó que el promedio fue de 34% durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de baja sincronía. En 4 años se observó una asincronía en la fenofase (2007, 2010, 2014 y 2016), en los años 2008, 2009, 2012, 2013 y 2015 la sincronía de la fenofase fue baja. En el año 2011, no se observó la fase de fructificación en los árboles de la especie estudiada en la zona (Tabla 22).

Tabla 20. Clasificación de la floración en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Palo Sangre Blanco *(Pterocarpus rohrii* Vahl) durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	(3) y (2)	(Feb, Mar, Abr) (Nov, Dic)	Largo	Sub-anual	Baja Sincronía
2008	2	Ene, Feb	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2009	(1) y (2)	(Ene) (Abr, May)	Intermedio	Sub-anual	Baja Sincronía
2010	(1) y (2)	(Ene) (Abr, May)	Intermedio	Sub-anual	Baja Sincronía
2011	2	Nov, Dic	Intermedio	Anual	Asincronía
2012	3	Mar, Abr, May	Intermedio	Anual	Asincronía
2013	1	Ene	Breve	Anual	Baja Sincronía
2014	3	Mar, Abr, May	Intermedio	Anual	Asincronía
2015	1	Ene	Breve	Anual	Baja Sincronía
2016	3	May, Jun, Jul	Intermedio	Anual	Asincronía

Tabla 21. Clasificación del fructificación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Palo Sangre Blanco *(Pterocarpus rohrii* Vahl) durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	4	May, Jun, Jul, Ago	Intermedio	Anual	Asincronía
2008	2	Feb, Mar	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2009	(2) y (4)	(Ene, Feb) (Jun, Jul, Ago, Set)	Largo	Sub-anual	Baja Sincronía
2010	(2) y (4)	(Feb, Mar) (Jun, Jul, Ago, Set)	Largo	Sub-anual	Baja Sincronía
2011	-	-	-	-	-
2012	(3) y (4)	(Ene, Feb, Mar) (May, Jun, Jul, Ago)	Largo	Sub-anual	Baja Sincronía
2013	3	Ene, Feb, Mar	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2014	3	May, Jun, Jul	Intermedio	Anual	Asincronía
2015	2	Ene, Feb	Breve	Anual	Baja Sincronía
2016	4	Jul, Ago, Set, Oct	Intermedio	Anual	Asincronía

Tabla 22. Clasificación de la diseminación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Palo Sangre Blanco *(Pterocarpus rohrii* Vahl) durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	1	Ago, Set	Intermedio	Anual	Asincronía
2008	1	Abr	Breve	Anual	Baja Sincronía
2009	(1) y (1)	(Mar) (Ago)	Intermedio	Sub-anual	Baja Sincronía
2010	2	Ago, Set	Intermedio	Anual	Asincronía
2011	-	-	-	-	-
2012	(1) y (1)	(Mar) (Ago)	Intermedio	Sub-anual	Baja Sincronía
2013	1	Mar	Breve	Anual	Baja Sincronía
2014	2	Ago, Set	Intermedio	Anual	Asincronía
2015	1	Mar	Breve	Anual	Baja Sincronía
2016	1	Oct	Breve	Anual	Asincronía

4.6.6. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y las fases fenológicas

La correlación entre las variables climatológicas y las fases fenológicas de la especie fue de nivel débil. Del mismo modo, la relación entre las variables estudiadas según el coeficiente de determinación fue bajo, mostrando índices por debajo del 5%. La influencia de la temperatura y la precipitación sobre las fases fenológicas del *Pterocarpus rohrii* Vahl no es muy marcada, argumentando que no es una especie muy vulnerable a la variabilidad climática (Tabla 23).

Tabla 23. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y la fenología del Palo Sangre Blanco (*Pterocarpus rohrii* Vahl) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – MACUYA.

Variables Climatológicas	Variables Fenológicas								
	Floración			Fructificación			Diseminación		
	Correlación		Regresión	Correlación		Regresión	Correlación		Regresión
	R	R2	Sig.	R	R2	Sig.	R	R2	Sig.
Precipitación (11.4mm – 677.6mm)	0.142_{DP}	2.00%	0.121^{ns}	0.058_{DP}	0.30%	0.531^{ns}	-0.029_{DN}	0.10%	0.756^{ns}
T. Máxima (29.10°C – 35.30°C)	-0.168_{DN}	2.80%	0.066^{ns}	-0.120_{DN}	1.40%	0.192^{ns}	0.191_{DP}	3.70%	0.036*
T. Mínima (17.10°C – 24.10°C)	0.216_{DP}	4.70%	0.018*	0.008_{DP}	0.00%	0.932^{ns}	0.013_{DP}	0.00%	0.888^{ns}
T. Media (24.00°C – 28.25°C)	0.047_{DP}	0.20%	0.608^{ns}	-0.082_{DN}	0.70%	0.372^{ns}	0.152_{DP}	2.30%	0.097^{ns}

* = Significativo; ns = No Significativo por la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), respectivamente.

Según el test de correlación de Pearson: PN=Perfecta Negativa (-1), FN=Fuerte Negativa (-1 a -0.9), MN=Moderada Negativa (-0.9 a -0.5), DN=Débil Negativa (-0.5 a 0), NEC=No Existe Correlación (0), DP=Débil Positiva (0 a 0.5), MP=Moderada Positiva (0.5 a 0.9), FP=Fuerte Positiva (0.9 a 1), PP=Perfecta Positiva (1)

4.7. COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE LA ESPECIE FORESTAL SHIHUAHUACO *(Dipteryx ferrea* Ducke (Ducke))

4.7.1. Ocurrencia de fenofase

4.7.1.1. Floración

La frecuencia de la fase de floración de la especie *D. ferrea* fue del tipo anual durante el periodo de evaluación. Sin embargo, el año 2012 la fase ocurrió meses antes de lo casual, y en el año 2016 también ocurrió lo mismo, por lo tanto, se confirmó que existe una variabilidad con la fenofase floración de la especie, el valor de ocurrencia en estos años alcanzó el 50%, aproximadamente (Figura 23).

Se observó que existe una alta variabilidad en la ocurrencia de la floración durante los 10 años de evaluación. La época lluviosa en el Bosque Natural Macuya, fue ideal para el desarrollo de ésta fase. El año 2011, alcanzó la máxima ocurrencia con el 70% aproximadamente, mientras que estos valores fueron disminuyendo en los otros años del periodo de evaluación, bordeando hasta el 18% aproximadamente (Figura 23).

Rengifo (2018) coincide y confirma que la especie *D. ferrea* (antes identificada como *D. odorata*) presenta flores durante la época lluviosa. Este estudio de fenología, fue realizado en el Anexo Experimental Alexander von Humboldt, siendo una zona cercana al Bosque Natural Macuya. Por lo contrario, Honorio, et al. (2018), difiere con el estudio realizado en el Bosque Natural Macuya, quienes establecen que la especie *D. ferrea* florece con el inicio de la época lluviosa, y alcanza su máxima ocurrencia durante ese periodo.

En el Municipio de Manaus – Brasil, la floración de la especie *D. odorata* coincide con la época de floración de la especie *D. ferrea* en el Bosque Natural Macuya, observándose durante la época lluviosa en ambas zonas (Portela *et al.,* 2001).

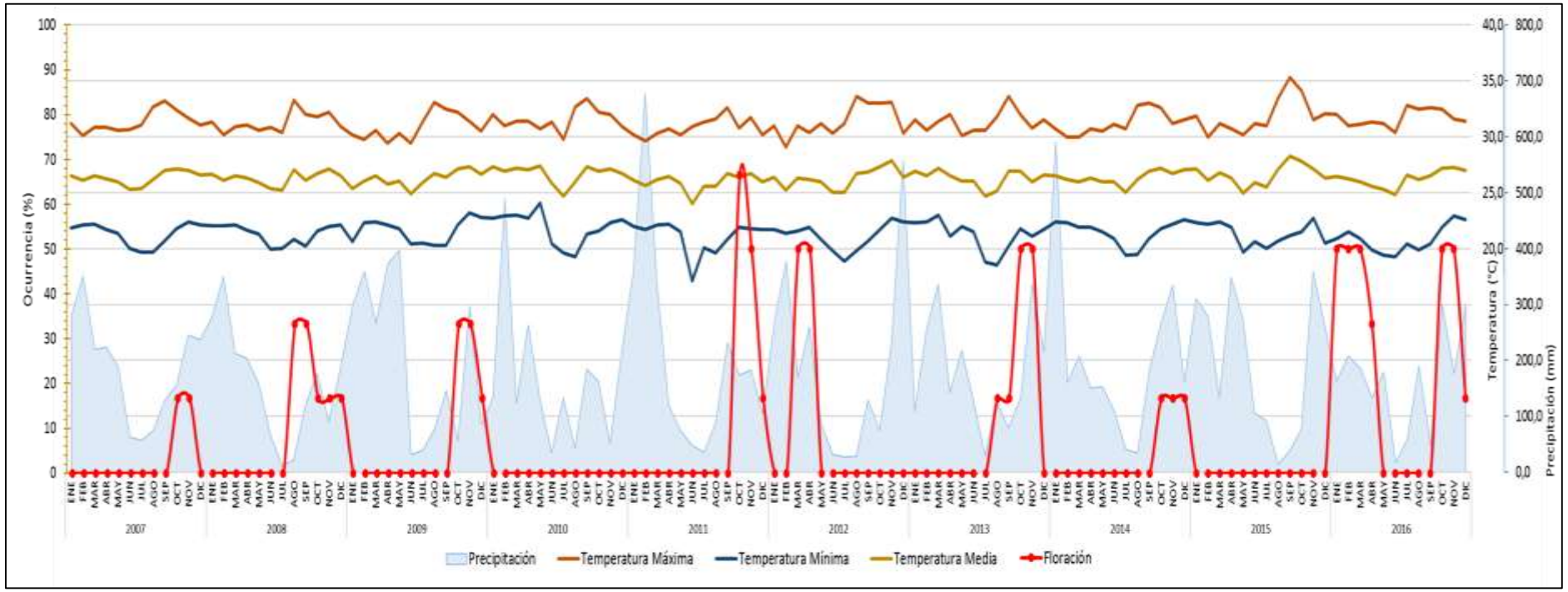


Figura 23. Dendrofenograma de floración en el Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea* Ducke (Ducke)) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya

4.7.1.2. Fructificación

La fructificación del *D. ferrea*, presentó una diferencia significativa, estableciendo una variabilidad muy marcada en la época del desarrollo de la fase. La frecuencia de la fenofase fructificación de la especie *D. ferrea* fue del tipo sub-anual (Figura 24).

Se determinó que los frutos de la especie fueron visibles con mayor ocurrencia durante la época lluviosa, pero durante el periodo de evaluación este patrón fue diversificado. El año 2009 y 2010, se compartió la fase entre los meses de noviembre del 2009 a junio del 2010, alcanzando efectivamente la máxima ocurrencia (100%) durante la época lluviosa de ese periodo. En el año 2014, se observó un fenómeno, de tres ciclos continuos, pero esto se descarta por confirmarse errores de evaluación en ese periodo (Figura 24).

En el Municipio de Colare – Brasil, se determinó que la fructificación de la especie *D. odorata* alcanzó altos niveles de ocurrencia en cuanto a la producción de los frutos, durante los bajos índices de precipitación en la zona, difiriendo con los estudios realizados en el Bosque Natural Macuya (Barbosa *et al.,* 2013).

El desarrollo de los frutos de la especie *D. odorata* ocurrió con mayor frecuencia durante la época seca e inicio de la época lluviosa durante el periodo del 2010 al 2013 en el Anexo Experimental Alexander von Humboldt, éstos resultados difieren con lo definido en el Bosque Natural Macuya, confirmado la presencia de los frutos durante la época lluviosa en la zona (Angulo, 2016b).

Alves *et al.,* (2013), difieren con los resultado de fructificación de la especie *D. ferrea* obtenidos en el Bosque Natural Macuya, definiendo que en Santa Bárbara, Pará – Brasil la especie *D. odorata* desarrolló su fruto regularmente con el término de la época lluviosa e inicio de la época seca en la zona.

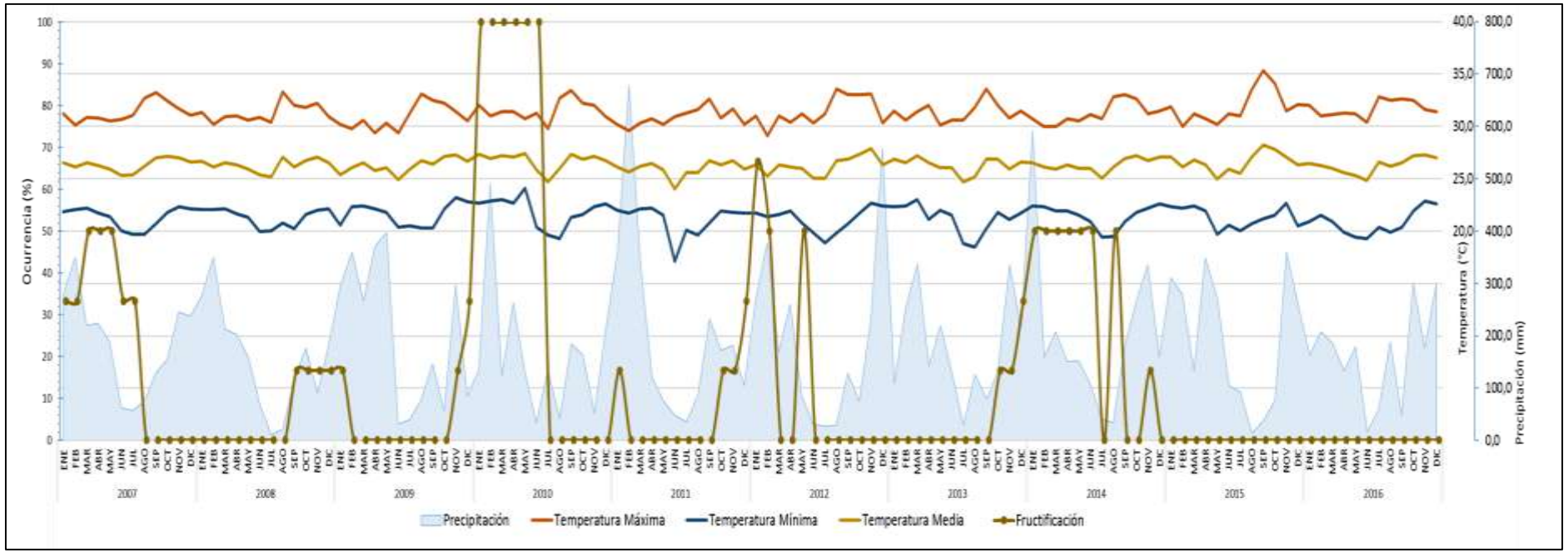


Figura 24. Dendrofenograma de fructificación en el Shihuahuaco *(Dipteryx ferrea* Ducke (Ducke)) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.7.1.3. Diseminación.

La frecuencia en cuanto a la fase de diseminación de la especie *D. ferrea*, fue del tipo sub-anual. Esto hace mención, que en por lo menos tres años del periodo de evaluación se observaron dos ciclo de la fase fenológica de diseminación, con porcentajes de ocurrencias bajas (Figura 25).

La diseminación de los frutos y/o semillas en *D. ferrea* ocurrió con mayor frecuencia finalizando la época lluviosa y durante la época seca. En el 2010, la ocurrencia de la diseminación alcanzó su máximo valor (100%). Los años restantes del periodo de evaluación, el porcentaje de ocurrencia bordeaba entre los 18% y 50%, respectivamente (Figura 25).

Rengifo (2018) en un estudio similar realizado en el Anexo Experimental Alexander von Humboldt durante el periodo 2012 a 2017, determinó que la diseminación de la especie ocurre con mayor frecuencia durante la época seca, resultados que coinciden con obtenido de las observaciones realizadas en el Bosque Natural Macuya.

Estudios de fenología realizados desde el año 2010 a 2013 en el Bosque Natural Alexander von Humboldt, coinciden en cierta parte con el estudio realizado en el Bosque Natural Macuya, definiendo que la diseminación de los frutos y/o semillas de la especie *D. odorata* ocurren durante la época seca e inicio de la época lluviosa en la zona (Angulo, 2016b).

Pinto *et al.*, (2008) difieren con el estudio realizado en el Bosque Natural Macuya, definiendo que en el periodo de 1974 al 2000 en dos áreas de la Amazonía central de Brasil la frecuencia en cuanto a la cosecha y/o diseminación de los frutos de la especie *D. odorata* fue del tipo supra-anual.

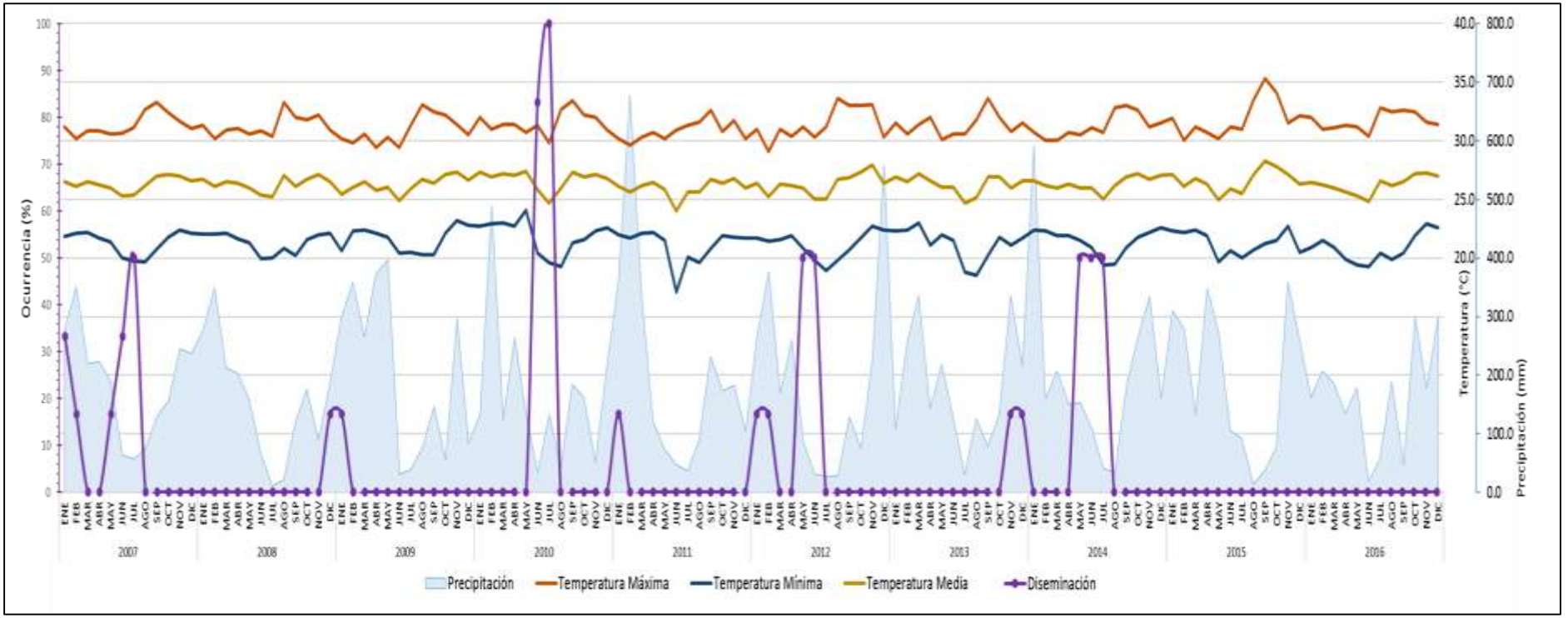


Figura 25. Dendrofenograma de diseminación en el Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea Ducke (Ducke)*) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

4.7.2. Regularidad de la fenofase

4.7.2.1. Floración

En cuanto a la regularidad de la fase de floración en la especie *D. ferrea*, se observó una discontinuidad en el tiempo. Por lo tanto, se definió a la fase de floración como un ciclo irregular durante el periodo de evaluación del 2007 al 2016. Además, se confirmó que en el año 2016 la floración alcanzó su máxima ocurrencia significativamente con 25%, mientras tanto el 2015 la ausencia de la fenofase confirma la irregularidad de la misma; el 2010, una mala observación definió la ausencia de la floración, más aun se observó las siguientes fases en el año (Figura 26).

4.7.2.2. Fructificación

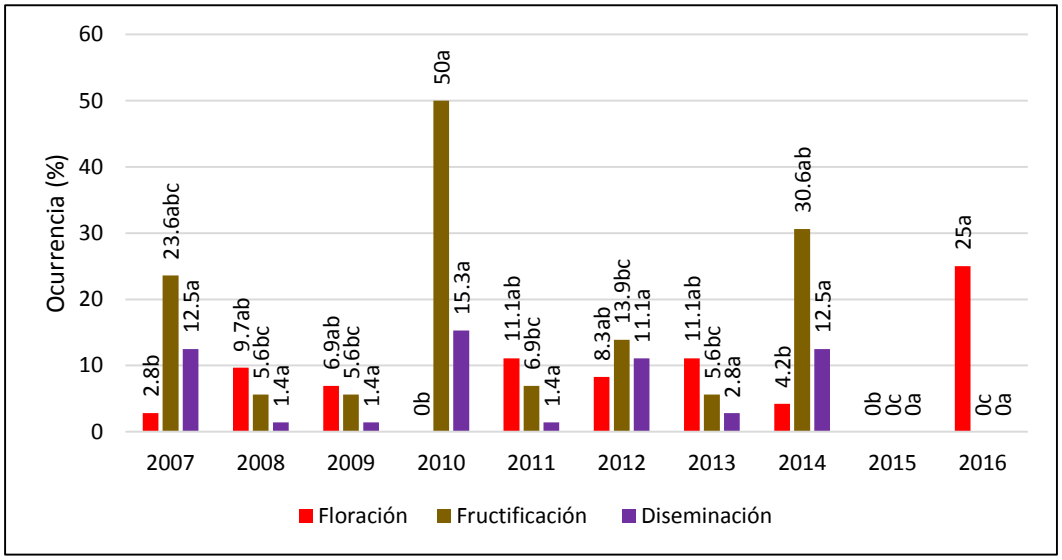
La fase de fructificación de la especie, presentó una variabilidad muy marcada, dejando en efecto su discontinuidad en el tiempo; definiéndolo como un ciclo irregular. En el año 2010, la fructificación en el Bosque Macuya alcanzó hasta el 50% de ocurrencia promedio, mayor significativamente con respecto a los demás años. En el año 2015 y 2016, la ausencia de la fase los definió como irregular (Figura 26).

4.7.2.3. Diseminación

En relación al ciclo de diseminación de la especie, por su discontinuidad en el periodo de evaluación, es calificada como irregular. Del mismo modo que la floración, no existió una variación significativa para determinar en qué año el porcentaje de ocurrencia de la fase fue mayor o menor estadísticamente. Sin embargo, en los años 2015 y 2016 la fenofase fue ausente, determinándolo como irregular (Figura 26).

Los resultados de las fases estudiadas (floración, fructificación y diseminación de frutos y/o semillas) en el Bosque Natural Macuya difieren con la regularidad de las fenofases observadas en el Bosque Natural Alexander Von Humboldt, confirmando que éstas fueron del tipo regular durante el periodo 2012 al 2017 (Rengifo, 2018).

En relación a un estudio sobre la fenología del *D. odorata,* los patrones fenológicos en dos áreas de la Amazonía central de Brasil fueron irregulares, coincidiendo con los resultados obtenidos en el Bosque Natural Macuya (Pinto *et al.,* 2008).



En cada fase fenológica (según color), medias seguidas por una misma letra no difieren entre sí, prueba de Tukey (p≤0.05)

Figura 26. Comportamiento fenológico del Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea Ducke (Ducke)*) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya

4.7.3. Duración de la fenofase

4.7.3.1. Floración

La duración de la fenofase de floración en el periodo de los 10 años de evaluación, 6 años se comportó como periodo largo y 2 años como periodo corto. Con respecto al número de meses varió entre periodos

de 7 meses. En el año 2016, se observó dos ciclos, en el primer ciclo la duración entre 4 meses, mientras que en el segundo ciclo varió entre 3 meses, respectivamente. En cuanto a la floración en el año 2010, un error en la observación, dio como resultado que la ocurrencia sea nula, mientras que los procesos de fructificación y diseminación se desarrollaron eficientemente (Tabla 24).

4.7.3.2. Fructificación

En el periodo de los 10 años de evaluación a la fenofase fructificación se determinó, que en 3 años se comportó como periodo largo y en 5 años como periodo intermedio. Con respecto al número de meses varió entre periodos de 7 meses. En los años 2009, 2011, 2012 y 2014, se observaron dos ciclos de fructificación; en el primer ciclo de los cuatro años la duración varió entre 1 a 5 meses, mientras que el segundo ciclo varió entre 1 a 3 meses de duración (Tabla 25).

4.7.3.3. Diseminación

Dentro del periodo de los 10 años de evaluación de la fenofase diseminación se determinó, que en 4 años se comportó como periodo intermedio, 3 años se manifestó con un periodo breve y 1 año como periodo largo. Con respecto al número de meses varió entre periodos de 5 meses. En los años 2007 y 2012, se observaron dos ciclos de diseminación; en el primer ciclo la duración varió entre 2 meses, mientras que el segundo ciclo varió entre 2 a 3 meses de duración (Tabla 26).

Angulo (2016b), difiere con los periodos fenológicos entre la especie *D. odorata* y *D. ferrea,* en relación a las fenofases estudiadas, estas mostraron un adelanto de fase en el Bosque Natural Alexander Von Humboldt con respecto a los del Bosque Natural Macuya.

En Santa Bárbara, Pará (Brasil); la floración de la especies *D. odorata* difiere con la floración de la especie *D. ferrea* en el Bosque Natural Macuya, mencionando que ésta alcanza su máxima ocurrencia entre los meses de diciembre a abril. Sin embargo, la fructificación en Santa Bárbara coinciden en cierta parte con la fructificación de la especie en la zona de estudio (Alves *et al.,* 2013).

La duración de las fases fenológicas de la especie *D. ferrea* en el Bosque Macuya coinciden con la duración de la especies *D. odorata* en dos áreas de la Amazonía central de Brasil, alcanzando niveles de duración entre intermedia a prolongada (Pinto *et al.,* 2008).

4.7.4. Periodicidad de la fenofase

4.7.4.1. Floración

De acuerdo a la periodicidad, la fenofase de floración se mostró como un evento anual en 7 años de evaluación (2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015) y en 1 años se manifestó como una fenofase sub anual (2016) (Tabla 24).

4.7.4.2. Fructificación

En cuanto a la periodicidad, la fenofase de fructificación se mostró como un evento anual en 4 años de evaluación (2007, 2008, 2010 y 2013) y en 4 años se manifestó como una fenofase sub anual (los años 2009, 2011, 2012 y el 2014) (Tabla 25).

4.7.4.3. Diseminación

En cuanto a la periodicidad, la fenofase de diseminación se mostró como un evento anual en 6 años de evaluación (2008, 2009, 2010,

2011, 2013 y 2014) y en 2 años se manifestó como una fenofase sub anual (los años 2007 y 2012) (Tabla 10).

4.7.5. Sincronía de la fenofase

4.7.5.1. Floración

Tomando como referencia los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó un promedio de 32.8% de ocurrencia durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de baja sincronía. En 2 años se observó una asincronía en la fenofase (2007 y 2014), en los años 2008, 2009, 2012, 2013 y 2016 la sincronía de la fenofase fue baja, la fenofase mostró un nivel de sincronía media en un año (en el año 2011) (Tabla 24).

4.7.5.2. Fructificación

De acuerdo a los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó que el promedio fue de 44.7% durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de baja sincronía. En un año se observó una asincronía en la fenofase (2008), en los años 2007, 2009, 2011, 2013 y 2014 la sincronía de la fenofase fue baja, la fenofase mostró un nivel de sincronía media en un año (en el año 2012), mientras que en el año 2010 el nivel de sincronía fue alta (Tabla 25).

4.7.5.3. Diseminación

En cuanto a los valores de ocurrencia de la fenofase, se determinó que el promedio fue de 36.8% durante los 10 años de evaluación, otorgando a la fenofase la clasificación de baja sincronía. En 4 años se observó una asincronía en la fenofase (2008, 2009, 2011 y 2013), en los años 2007, 2012 y 2014 la sincronía de la fenofase fue baja, mientras que en el año 2010 el nivel de sincronía fue alta (Tabla 10).

Tabla 24. Clasificación de la floración en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Shihuahuaco *(Dipteryx ferrea* Ducke (Ducke*))* durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	2	Oct, Nov	Intermedio	Anual	Asincronía
2008	5	Ago, Set, Oct, Nov, Dic	Largo	Anual	Baja Sincronía
2009	3	Oct, Nov, Dic	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2010	-	-	-	-	-
2011	3	Oct, Nov, Dic	Intermedio	Anual	Sincronía Media
2012	2	Mar, Abr	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2013	4	Ago, Set, Oct, Nov	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2014	3	Oct, Nov, Dic	Intermedio	Anual	Asincronía
2015	-	-	-	-	-
2016	(4) y (3)	(Ene, Feb, Mar, Abr) (Oct, Nov, Dic)	Largo	Sub-anual	Baja Sincronía

Tabla 25. Clasificación del fructificación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Shihuahuaco (*Dipteryx ferrea* Ducke (Ducke)) durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	7	Ene, Feb, Mar, Abr, May, Jun, Jul	Largo	Anual	Baja Sincronía
2008	4	Set, Oct, Nov, Dic	Intermedio	Anual	Asincronía
2009	(1) y (2)	(Ene) (Nov, Dic)	Intermedio	Sub-anual	Baja Sincronía
2010	6	Ene, Feb, Mar, Abr, May, Jun	Largo	Anual	Alta Sincronía
2011	(1) y (3)	(Ene) (Oct, Nov, Dic)	Intermedio	Sub-anual	Baja Sincronía
2012	(2) y (1)	(Ene, Feb) (May)	Intermedio	Sub-anual	Sincronía Media
2013	3	Oct, Nov, Dic	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2014	(5), (1) y (1)	(Ene, Feb, Mar, Abr, May, Jun) (Ago) (Nov)	Largo	Sub-anual	Baja Sincronía
2015	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-

Tabla 26. Clasificación de la diseminación en cuanto a su duración, periodicidad y sincronía de la especie forestal Shihuahuaco *(Dipteryx ferrea* Ducke (Ducke)) durante los 10 años de evaluación.

Años de evaluación	Duración			Periodicidad	Sincronía
	N° Meses	Meses de floración	Calificación		
2007	(2) y (3)	(Ene, Feb) (May, Jun, Jul)	Largo	Sub-anual	Baja Sincronía
2008	1	Dic	Breve	Anual	Asincronía
2009	1	Ene	Breve	Anual	Asincronía
2010	2	Jun, Jul	Intermedio	Anual	Alta Sincronía
2011	1	Ene	Breve	Anual	Asincronía
2012	(2) y (2)	(Ene, Feb) (May, Jun)	Intermedio	Sub-anual	Baja Sincronía
2013	2	Nov, Dic	Intermedio	Anual	Asincronía
2014	3	May, Jun, Jul	Intermedio	Anual	Baja Sincronía
2015	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-

4.7.6. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y las fases fenológicas

El nivel de correlación entre la variables fenológicas y climáticas fue débil. El coeficiente de determinación de las fases fenológicas en relación a las variables climatológicas alcanzó valores máximos del 12% aproximadamente, indicando una baja relación entre las variables estudiadas (Tabla 27). Del mismo modo, se confirma que la correlación entre las variables climáticas y fenológicas son débiles (Rengifo, 2018).

Tabla 27. Análisis de correlación y regresión entre las variables climatológicas y la fenología del Shihuahuaco *(Dipteryx ferrea* Ducke (Ducke)) desde el año 2007 al 2016 en el CICFOR – Macuya.

Variables Climatológicas	Variables fenológicas								
	Floración			Fructificación			Diseminación		
	Correlación		Regresión	Correlación		Regresión	Correlación		Regresión
	R	R2	Sig.	R	R2	Sig.	R	R2	Sig.
Precipitación (11.4mm – 677.6mm)	0,013$_{DP}$	0,00%	0,885^{ns}	0,085$_{DP}$	0,70%	0,355^{ns}	-0,135$_{DN}$	1,80%	0,142^{ns}
T. Máxima (29.10°C – 35.30°C)	0,081$_{DP}$	0,70%	0,381^{ns}	-0,181$_{DN}$	3,30%	0,048*	-0,224$_{DN}$	5,00%	0,014*
T. Mínima (17.10°C – 24.10°C)	0,126$_{DP}$	1,60%	0,171^{ns}	0,286$_{DP}$	8,20%	0,002*	-0,223$_{DN}$	5,00%	0,014*
T. Media (24.00°C – 28.25°C)	0,160$_{DP}$	2,60%	0,081^{ns}	0,093$_{DP}$	0,90%	0,310^{ns}	-0,342$_{DN}$	11,70%	0,000*

* = Significativo; ns = No Significativo por la prueba de Tukey (p≤0.05), respectivamente.

Según el test de correlación de Pearson: PN=Perfecta Negativa (-1), FN=Fuerte Negativa (-1 a -0.9), MN=Moderada Negativa (-0.9 a -0.5), DN=Débil Negativa (-0.5 a 0), NEC=No Existe Correlación (0), DP=Débil Positiva (0 a 0.5), MP=Moderada Positiva (0.5 a 0.9), FP=Fuerte Positiva (0.9 a 1), PP=Perfecta Positiva (1).

Tabla 28. Resumen del comportamiento fenológico de 5 especies forestales y su relación con la temperatura y precipitación en el Bosque Natural Macuya desde el año 2007 al 2016.

Especie	Fases	Ocurrencia	Comportamiento fenológico				Correlación			
			Regularidad	Duración	Periodicidad	Sincronía	T° Máx.	T° Mín.	T° Med	PP
C. reticulata	Flo	Época lluviosa	Regular	Larga/Inter.	Anual	Baja	Débil	Débil	Débil	Débil
	Fru	Época seca	Regular	Larga	Anual	Baja	Débil	Débil	Débil	Débil
	Dis	Época seca	Regular	Intermedia	Anual	Baja	Débil	Débil	Débil	Débil
M. balsamum	Flo	Época lluviosa	Regular	Intermedia	Anual	Media	Débil	Débil	Débil	Débil
	Fru	Época seca	Regular	Larga	Anual	Media	Débil	Moderado (-)	Débil	Moderado (-)
	Dis	Época lluviosa	Regular	Intermedia	Anual	Media	Moderado (+)	Débil	Débil	Débil
S. amara	Flo	Época lluviosa	Irregular	Intermedia	Anual	Baja	Débil	Débil	Débil	Débil
	Fru	Época lluviosa	Irregular	Intermedia	Anual	Baja	Débil	Débil	Débil	Débil
	Dis	Época lluviosa	Irregular	Intermedia	Anual	Baja	Débil	Débil	Débil	Débil
P. rohrii	Flo	Época lluviosa	Regular	Intermedia	Anual	Baja	Débil	Débil	Débil	Débil
	Fru	Lluviosa/Seca	Irregular	Intermedia	Anual	Baja	Débil	Débil	Débil	Débil
	Dis	Época lluviosa	Irregular	Intermedia	Anual	Baja	Débil	Débil	Débil	Débil
D. ferrea	Flo	Época lluviosa	Irregular	Intermedia	Anual	Baja	Débil	Débil	Débil	Débil
	Fru	Época lluviosa	Irregular	Intermedia	Anual	Baja	Débil	Débil	Débil	Débil
	Dis	Época seca	Irregular	Intermedia	Anual	Baja	Débil	Débil	Débil	Débil

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En cuanto al análisis de los resultados, los factores climáticos de la temperatura y la precipitación están relacionados con la fenología de las 5 especies estudiadas. Por consiguiente, se concluye que:

1. El comportamiento de la temperatura máxima, media y la precipitación fue de aumentar (con un coeficiente de determinación de 25.35%, 0.86% y 0.28% respectivamente), mientras que la temperatura mínima de disminuir con un coeficiente de determinación de 18% durante los 10 años de evaluación.

2. La fase de floración de la especie *C. reticulata* ocurrió durante época lluviosa, mientras que las otras fases durante época seca; las tres fases fueron regulares; la duración fue larga e intermedia en la floración, larga en la fructificación e intermedia en la diseminación; la periodicidad fue anual en las tres fenofases y la sincronía fue baja en las tres fases. Las fases de floración y la diseminación de la especie *M. balsamum* ocurrieron durante época lluviosa, mientras que la fructificación durante época seca; las tres fases fueron regulares; la duración fue intermedia en la floración y la diseminación, larga en la fructificación; la periodicidad fue anual en las tres fenofases y la sincronía fue media en las tres fases. Las tres fenofases de la especie *S. amara* ocurrieron durante la época lluviosa; del tipo irregular con duración intermedia en las fases; además la periodicidad fue anual y la sincronía baja en las tres fenofases. Las tres fenofases de la especie *P. rohrii* ocurrieron durante la época lluviosa, asimismo la fructificación también ocurrió durante la época seca; la floración fue de tipo regular, mientras que las otras fenofases fueron irregulares; la duración fue intermedia,

periodicidad anual y sincronía baja en las tres fenofases. Las fases de floración y fructificación de la especie *D. ferrea* ocurrieron durante época lluviosa, mientras que la diseminación durante época seca; las tres fases fueron del tipo irregular, duración intermedia, periodicidad anual y sincronía baja.

3. El nivel de correlación de las variables temperatura y precipitación con las fases fenológicas de la *C. reticulata,* la *S. amara,* el *P. rohrii* y el *D. ferrea* fueron débiles; mientras que el nivel de correlación de la fase fructificación con la precipitación y la temperatura mínima fueron moderados negativos, la fase diseminación con la temperatura máxima fue moderado positivo en la especie *M. balsamum.*

5.2. RECOMENDACIONES

En las condiciones que se desarrolló el estudio y teniendo en cuenta los imprevistos, se recomienda:

1. Aumentar la frecuencia de evaluación y observaciones fenológicas en las especies estudiadas, para evitar el margen de error en la toma de datos y procesamiento de los mismos y mantener las evaluaciones en el CICFOR - Macuya.

2. Aumentar la cantidad de individuos y número de muestras en las especies estudiadas de cada rodal, para disminuir el error en el análisis.

3. Uso de drones, para visualizar con más claridad las fases fenológicas en los árboles que forman parte del rodal semillero y continuar las observaciones eficazmente.

4. Continuar y expandir el rango y periodo de los estudios fenológicos de las especies forestales en relación a las variables climatológicas, geográficas, fisiológicas, genéticas, etc.; para determinar el efecto y vulnerabilidad que causan sobre las especies.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Alves, R., De Oliveira, C., Fernandes, J. y Paraense, L. (2013). *Fenología do cumaruzeiro, Dipteryx odorata, em um sistema agroflorestal em Santa Bárabara, Pará.* In *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em Anais de congreso (ALICE).* In: Congreso brasileiro de recursos genéticos, 2., 2012. Anais…Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos.

Angulo, W. (2016a). *Anexo Experimental Alexander von Humboldt: Estoraque.* Instituto Nacional de Innovación Agraria, PP130 - Aprovechamiento eficiente de recursos forestales y fauna silvestre.

Angulo, W. (2016b). *Anexo Experimental Alexander von Humboldt: Shihuahuaco de hoja grande.* Instituto Nacional de Innovación Agraria, PP130 - Aprovechamiento eficiente de recursos forestales y fauna silvestre.

Angulo, W. (2016c). *Anexo Experimental Alexander von Humboldt: Marupa.* Instituto Nacional de Innovación Agraria, PP130 - Aprovechamiento eficiente de recursos forestales y fauna silvestre.

Angulo, W. y Fasabi, H. (2016). *Fenología de 10 especies forestales para determinar la influencia del cambio climático por efecto del calentamiento global: Cinco años de estudio (2012-2016).* Recuperado de: http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/491

Aróstegui, A. y Díaz, M. (1992). *Propagación de especies forestales nativas promisorias en Jenaro Herrera.* Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Iquitos, Perú.

Baldoceda, A. (2018). *Climatología y diagrama bioclimático de la zona de Macuya.* Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Pucallpa. Perú (no publicado).

Barbosa, A., De Azevedo, I., De Alencar, R. y De Almeida, N. (2010). *Estudo do crecimiento e qualidad de mudas de marupá (Simarouba amara Aubl.) em viveiro. Revista Acta Amazónica, 40*(1), 157-154.

Barbosa, J., Alves, R., Almeida, O. y Fernandes, J. (2013). *Análise fenológica da espécie cumaruzeiro (Dipteryx odorata) no municipio de colare, Estado do Pará.* 17° Seminario de Iniciaçãcao Cientifica e 1° Seminario de Pós-graduação da Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA, Brasil.

Barboza, K. y Scudeller, V. (2009). *Distribuição das espécies do gênero Copaifera L. na Amazônia Legal e aspectos morfológicos de C. multijuga Hayne da Reserva de Desenvolvimento Sustentávle do Tupé, Manaus-Am. Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central,* vol.2. 135-142.

De Souza, I. y Funch, L. (2018). *Fenología, biología floral e dispersão de Simarouba amara Aubl. (SIMAROUBACEAE) en Mata Ciliar na Chapada Diamantina, Bahia.* Anais Seminário de Iniciação Cientifica, (20).

De Cara, G. (2006). La observación fenológica en agrometeorología. Ambienta pp. 64-70

Enaire. (2015). *Conceptos básicos, Meteorología. Área de Operaciones.* Recuperado de: empleo.enaire.es/empleo/mostrarBinarioSharepoint.jsp?urlPDF...Meteorologia.pdf

Engel, L. (2001). *Estudio fenológico de espécies arbóreas de uma floresta tropical em Linhare, Es* (Tesis de posgrado). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.

Fereira, I. (2017). *Simarouba amara Aubl. (Simaroubaceae): Estudo da biología reproductiva e suas variações fenotípicas em áreas distintas do cerrado do Brasil Central* (Tesis de Posgrado). Universidad Federal de Goiás, Goiás, Brasil.

Flores, M. (2008). *Fenología de especies vegetales amazónicas a partir del conocimiento registrado en los herbarios* (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

Flores, Y. (2014). *Especie forestales nativas para la recuperación de áreas degradadas en la Región Ucayali.* Estación Experimental Agraria Pucallpa, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Perú. 48.

Flores, Y. (2018). *Árboles nativos de la Región Ucayali. 1ra Edición.* Estación Experimental Agraria Pucallpa, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Perú. 375.

Gómez, M. (2011). *Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, un paso hacia su*

conservación. Volumen II. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA. Medellín. 1-132.

Gómez-Restrepo M. (2010-2011). *Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, un paso hacia su conservación*. 2 Volúmenes. Medellín: CORANTIOQUIA.

Gordo, O. y Sanz, J. (2010). *Impact of climate change on plant phenology in Mediterranean ecosystems. Global Change Biology, 16,* 1082-1106.

Hernández, M. (2012). *Respuestas al cambio climático en la fenología de plantas y animales desde 1945 hasta 2009 en la Región de Murcia* (Tesis de posgrado). Universidad Católica San Antonio, Murcia, España.

Herrero, C., García, C. y Casado, M. (2008). *Efeitos da extração madeireira e não-madeireira sobre a estrutura de uma população de Copaíba (Copaifera reticulata Ducke) na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.* Empresa Brasilera de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Anais do 1° seminario do projeto Kamukaia. 121-129.

Hidalgo, V.; Velásquez, F. (2012). *Comparación de dos métodos de levantamiento de la divisoria de cuenca de la quebrada El Zancudal en el Centro de Investigación y Capacitación Forestal Cicfor-Macuya, en Pucallpa, Perú* (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Ucayali, Ucayali, Perú.

Honorio, E., Aldana, D., Flores., G., Hidalgo, G., Mejía, E., Del Castillo, D., Huamantupa, I., Isau, B., Dagen, B. Y García, C. (2018). *Fichas de identificación de las especies de Dipteryx de la Amazonía peruana.* Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Iquitos, Perú.

Jáuregui, C., Sist, P., Vinson, C., DA Silva, R. y Kanashiro, M. (2011). *Impacto da exploração na dinámica de regeneração de duas espécies de uso múltiplo: cumarú (Dipteryx odorata (Aubl.) Willd.) e copaíba (Copaifera reticulata Ducke). Relação empresa/comunidade no contexto do manejo florestal comunitrio e failiar: uma contribução do projeto Floresta em Pé. Belem, Pará – Brasil.* 95-120.

Hopp, R. (1974). *Plant phenology observation networks*. pp. 25-43 en H. Lieth, editor. Phenology and Seasonality Modeling. Springer- Verlag, USA.

Klauberg, C. (2014). *Potencial productivo e de manejo de dois productos florestais não madeireiros no contexto Amazônico – o cipó – titica (heteropsis spp.) e o óleo de copaíba (Copaifera spp.)* (Tesis de posgrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Limongi, R., Guiracocha, G. y Nieto, E. (2012). *Bálsamo Myroxylon spp: Especie de uso múltiple del bosque seco del Ecuador.* Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Programa Nacional de Foresteria, Guayaquil, Ecuador.

López, C., Domic, A., Mayta, C., García, E. y Gallegos, C. (2018). *Fenología reproductiva de la queñua (Polylepis incarum, Rosaceae) durante un ciclo anual en la puna mesofpitica de La Paz, Bolivia. Ecología Austral. 28,* 301-309.

Mantovani, M.; Ruschel, M. Sedrez Dos Reis, A. PuchalskI & Nodari, R. (2003). *Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta Atlântica.* Rev. Árvore 27: 451-458.

Martinez, S. (2017). *Climatología y fenología agrícola*. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Agrícolas. Ciudad de la Plata. Argentina.

Mooney, H., Parsons, D. & Kummerov, J. (1974) *Plant development in Mediterranean climates*. In: H. Lieth (ed.), Phenology and seasonality modeling, pp. 255-267. Springer, New York.

Morales, A. (2013). *El Estoraque Myroxylon balsamum (L) Harms* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Morellato, P. & Leitao-Filho, H. (1996). *Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest.* Biotropica 28: 180-191.

Muniz, F. (2008). *Padrões de floração e fructificação de árvores da Amazônia Maranhense. Acta Amazonica, 38*(4), 617-626.

Organización Meteorológica Mundial. (2013). *Tiempo. OMM*. Recuperado de: *http://www.wmo.int/pages/themes/weather/index_es.html*

Payares, D., Mario, O., Medrano, M. Y Millán, E. (2014). *Germinación y desarrollo de plántulas de Myroxylon balsamum (L) Harms en el Departamento de Sucre. Revista Colombia Forestal, 17*(2), 193-201.

Pérez, G. (2018). Precipitación. Ciclo Hidrológico. Recuperado de: https://www.ciclohidrologico.com/precipitacin

Pérez, J. y Gardey, A. (2016). *Definición de temperatura atmosférica. Definición.de.* Recuperado de: *https://definicion.de/temperatura-atmosferica/*

Pinto, A., Morellato, L. y Barbosa, A. (2008). *Fenologia reproductiva de Dipteryx odorata (Aubl.) Will (Fabaceae) em duas áreas de floresta na Amazônia Central. Acta Amazonica, 38*(4), 643-650.

Pinto, A., Ribeiro, R., Alencar, J. y Barbosa, A. (2005). *Fenología de Simarouba amara Aubl. na reserva florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM. Acta Amazónica, 35*(3), 347-352.

Portela, A., De Souza, L. y Lopes, M. (2001). *Organização do germoplasma de leguminosas arbóreas do INPA/CPCA: Fenologia e desenvolvimento inicial das espécies.* X Jornada de Iniciação Científica do PIBIC/IMPA, Manaus, Brasil. 223-226.

Rengifo, C. (2018). *Influencia de la Temperatura y la precipitación en la fenología de 8 especies forestales desde el año 2012 al 2017 en el anexo experimental Alexander von Humboldt, Ucayali-Perú* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ucayali, Ucayali, Perú.

Ribeiro, M. (2002). *Estudo da periodicidade do crescimento, fenología e relação coma a atividade cambial de espécies arbóreas tropicais de florestas estacionais semideciduais* (Tesis de posgrado). Universidad de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Rigamonte, O., Salvador, P. y De Oliveira, L. (2004). *Copaíba: Ecología e Produção de Óleo-Resina. Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Documentos, ISSN0104-9046, 91.* (1-31).

Rojas, F. y Torres, G. (2014). *Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción Chirraca (Myroxylon balsamum L.). Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica), 11*(27), 76-78.

Salles I. S., Silveira B. M. (2012) *Cronobiología vegetal: aspectos fisiológicos de um relógio verde*. Revista da Biologia (2012) 9(3): 45-49.

SENAMHI. (2011). *Manual de observaciones fenológicas*. Servicio Nacional de Meteorología e hidrología. Lima Perú.

Souza, D., Camacho, R., De Melo, J., Da Rocha, L. y Da Silva, N. (2014). *Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidad de conservação*

de caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Revista Biotemas, 27(2). 31-42.

Talora, D. y Morellato, P. (2000). *Fenología de espécies arbóreas em floresta de planicie litorânea do sudeste do Brasil. Brazilian Journal of Botany. 23*(1). 13-26.

Torres, M. (2010). *Propiedades físicas de la especie "Copaiba" Copaifera paupera (Herzog) Dwyer proveniente de plantacione del Bosque Nacional Alexander von Humboldt.* Recuperado de: http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/311

Torres, R. (1995). *Agroecología. Editorial Trillas. S.A. de C.V. México. D.F.*

p. 154.

Van Schaik, C.; Terborgh, J. y Wright, S. (1993). *The Phenologya of Tropical Forests: Adaptive Significance and Consequences for Primary Consumers. Annual Review of Ecology and Systematics 24:1, 353-377.*

Vasquez, R. (2014) *Fenología reproductiva de las comunidades vegetales del Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, México.* (Tesis de Posgrado) Universidad Veracruzana. Instituto de Investigaciones Forestales. México.

Velasquez, M. y Alquijay, B. (2007). *Estudio fenológico de plantas leñosas del Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas, CECON.* Informe final de investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala, San Carlos, Guatemala.

Williams-Linera y Meave, J. (2015). *Patrones fenológicos. En Guariguata M. y Kattan G. (Ed.) Ecología y conservación de bosques neotropicales. (pp 407-431). Cartago. Costa Rica.*

ANEXOS

ANEXO 1

BASE DE DATOS

Tabla 29. Base de datos obtenidos de la observación fenológica de la Copaiba Blanca *(Copaifera reticulata* Ducke).

AÑO	COD. ARBOL	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F
2007	19-1	1			9	2			9		4		9		4		9		4		9		4		9		5	6	9			6	10				8				8				9				9
	47-1				9				9				9				9				9				9				10				10				8				9				9				9
	48-1	1			9		4		9		4		9		4		9		4		9		4		9		5	6	10			6	10				10				10				9				9
	51-1		4		9		4		9		4		9		4		9		5	6	9		5	6	9		5	6	9				10				8				9				9				9
	36-3	2			9	3	4		9		4		9		4		9		4		9		4		9		5	6	9				9				9				9				9				9
OCURRENCIA		**3**	**1**	**0**	**5**	**2**	**3**	**0**	**5**	**0**	**4**	**0**	**5**	**0**	**4**	**0**	**5**	**0**	**4**	**1**	**5**	**0**	**4**	**1**	**5**	**0**	**4**	**4**	**5**	**0**	**0**	**2**	**5**	**0**	**0**	**0**	**5**	**0**	**0**	**0**	**5**	**0**	**0**	**0**	**5**	**0**	**0**	**0**	**5**
2008	19-1				9				9	1			9	2			9	3			9		4		9		4		9		5		10				8				9				9				9
	47-1																																																
	48-1				9				9	1			9	2			9	3			9	3	4		9		4		9		5	6	10				8				9				9				9
	51-1				9				9				9				9				9				10				10				7				8				9				9				
	36-3	1			9	2			9	2			9	3			9	3			9		4		9		4		10		5		10			6	8				9				9				10
OCURRENCIA		**1**	**0**	**0**	**4**	**1**	**0**	**0**	**4**	**3**	**0**	**0**	**4**	**3**	**0**	**0**	**4**	**3**	**0**	**0**	**4**	**1**	**3**	**0**	**4**	**0**	**3**	**0**	**4**	**0**	**3**	**1**	**4**	**0**	**0**	**1**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**3**
2009	19-1				9	1			9	2			9	2			9	3	4		9		4		9		4		9		5		9				8				9				10				10
	47-1								9																																							
	48-1				9	1			9	2			9	3			9	3			9		4		9		4		9		5	6	10			6	7				7				8				9
	51-1				9				9				9				9				9				9				9				10				7	2			9			4		9			
	36-3				9	1			10	2			10	3			10		4		10		4		10		4		10		5		10			6	9			6	9				9				9
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**4**	**3**	**0**	**0**	**5**	**3**	**0**	**0**	**4**	**3**	**0**	**0**	**4**	**2**	**2**	**0**	**4**	**0**	**3**	**0**	**4**	**0**	**3**	**0**	**4**	**0**	**3**	**1**	**4**	**0**	**0**	**2**	**4**	**1**	**0**	**1**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**1**	**0**	**4**
2010	19-1				9	1			9	3			9	3			9	3			9		4		9		4		9		5	6	10			6	8				9				9				9
	47-1																						4				4				5	6																
	48-1				9	1			9	2			9	2			9	3			9		4		9		4		9		5	6	9			6													
	51-1				9				9				9				9				9		4		9		4		10		5	6	10				7				8				9				9
	36-3				9				9	1			9	3			9	3			9		4		9		4		9		5	6	9			6	9				9				9				9
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**4**	**2**	**0**	**0**	**4**	**3**	**0**	**0**	**4**	**3**	**0**	**0**	**4**	**3**	**0**	**0**	**4**	**0**	**5**	**0**	**4**	**0**	**5**	**0**	**4**	**0**	**5**	**5**	**4**	**0**	**0**	**3**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**
2011	19-1	1			9	1			9	2			9	3			9	3			9				9				9		5	6	10			6	8				9				9				9
	47-1																																															
	48-1																	3																																
	51-1				9				9				9				9	3			9				9				10				7				8				9				9				9
	36-3				9				9				9				9				9				10				10				8				9				9				9				9
OCURRENCIA		**1**	**0**	**0**	**3**	**1**	**0**	**0**	**3**	**1**	**0**	**0**	**3**	**1**	**0**	**0**	**3**	**3**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**1**	**1**	**3**	**0**	**0**	**1**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**

| | | |

Tabla 30. Base de datos obtenidos de la observación fenológica del Estoraque *(Myroxylom balsamum* (L.) Harms).

		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
AÑO	COD. ARBOL	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F
2007	44-1	1			10				10				10				10	3	4		10		4		9		4		9		4		10		5	6	7			6	7				9				9
	54-1				9				9	1			9	3			9	3			9		4		9		4		10		5	6	7				7				7				9				9
	48-3				9				10				9				9	3			9		4		9		4		9		5		10		5		10		5		10				10				10
OCURRENCIA		**1**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**1**	**0**	**0**	**3**	**1**	**0**	**0**	**3**	**3**	**1**	**0**	**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**1**	**3**	**0**	**2**	**1**	**3**	**0**	**1**	**1**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**
2008	44-1				9				9				9				9				9				10				10				10				8				9				9				9
	54-1				9				9	1			9	2			9	3			9	3			9		4		10		5		7				9				9				9				9
	48-3				10				10				9	1			9	3			9		4		9		5		9		5	6	9			6	9				9	1			9				9
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**1**	**0**	**0**	**3**	**2**	**0**	**0**	**3**	**2**	**0**	**0**	**3**	**1**	**1**	**0**	**3**	**0**	**2**	**0**	**3**	**0**	**2**	**1**	**3**	**0**	**0**	**1**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**1**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**
2009	44-1				9	1			9	2			9	3			9		4		9		4		9		4		9		5		10			6	9				7				8				9
	54-1				9				9				9	1			9	3			9		4		9		4		9		5	6	9			6	9				9				9				9
	48-3				9				9				9	2			10	3			10		4		10		5		10		5		10			6	8				9				9				9
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**3**	**1**	**0**	**0**	**3**	**1**	**0**	**0**	**3**	**3**	**0**	**0**	**3**	**2**	**1**	**0**	**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**1**	**3**	**0**	**0**	**3**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**
2010	44-1				9				9				9				9		4		9		4		9		5	6	9		5	6	10				8				9				9				9
	54-1				9				9				9	2			9	3	4		9		4		9		5	6	10		5	6	7			6	8				9				9				9
	48-3				9				9				9	2			9	3	4		9	3	4		9		5		9		5	6	10		5	6	9				9				9				9
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**2**	**0**	**0**	**3**	**2**	**3**	**0**	**3**	**1**	**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**2**	**3**	**0**	**3**	**3**	**3**	**0**	**1**	**2**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**2**
2011	44-1				9				9				9				9				9				9				9				10				9				9				9				9
	54-1				9				9				9	2			9	3			9	3	4		9		4		9		5	6	10			6	8				9				9				9
	48-3				9				9				9	1			9	3			9		4		9		4		9		5		9			6	9				9				9				
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**2**	**0**	**0**	**3**	**2**	**0**	**0**	**3**	**1**	**2**	**0**	**3**	**0**	**2**	**0**	**3**	**0**	**2**	**1**	**3**	**0**	**0**	**2**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**2**
2012	44-1				9	1			9	2			9	3			9		4		9		4		9		5		10		5	6	10				8				9				9				9
	54-1				9				9	1			9	2			9	3			9		4		9		4		10		5		10			6	8				9				9				9
	48-3				9	1			9	2			9	1			9	2	4		9		4		9		4		9		5	6	10				9				9				9				9
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**3**	**2**	**0**	**0**	**3**	**3**	**0**	**0**	**3**	**3**	**0**	**0**	**3**	**2**	**2**	**0**	**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**2**	**3**	**0**	**0**	**1**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**
2013	44-1				9				9				9				9				9				9				10				10				9				9				9				9
	54-1				9				9				9	1	2		9	3	4		9		4		9		4		10		4		10		5		9				9				9				9
	48-3				9				9				9				9	3			9	3	4		9		4		9		4		10		5	6	9				9				9				9
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**1**	**1**	**0**	**3**	**2**	**1**	**0**	**3**	**1**	**2**	**0**	**3**	**0**	**2**	**0**	**3**	**0**	**2**	**0**	**3**	**0**	**2**	**1**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**

| | | |

Tabla 31. Base de datos obtenidos de la observación fenológica de la Marupa *(Simarouba amara* Aubl.*).*

		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
AÑO	COD. ARBOL	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M.F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F
2007	1-3				9				9				9				9				9				9				9				9	1			9	1			9				9				9
	31-3				9				9				9				9				9				9				9				9	1			9	1			9				9		4		9
	33-3				9				9				9				9				9				9				9				9	1			9				9		4		9		4		9
	45-3																																															
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**3**	**0**	**0**	**3**	**2**	**0**	**0**	**3**	**0**	**1**	**0**	**3**	**0**	**2**	**0**	**3**
2008	1-3				9				9				9				9				9				9				9				9	1			10	3			10				10				10
	31-3				9				9				9				9				9				9				10				10	1			10		4		9		4		9		4		9
	33-3				9				9				9				9				10				10				10				10	1			10		4		9		4		9		4		9
	45-3																																															
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**3**	**0**	**0**	**3**	**1**	**2**	**0**	**3**	**0**	**2**	**0**	**3**	**0**	**2**	**0**	**3**
2009	1-3				10				10				10				10				10				10				10				10				10	1			10	2	4		10	3			10
	31-3		5	6	9			6	9				9				9				9				9				9				9				9	2			9	2	4		7	3	5	6	7
	33-3		5	6	9			6	9				9				9				9				9				9				9				9				9				10				10
	45-3																																															
OCURRENCIA		**0**	**2**	**2**	**3**	**0**	**0**	**2**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**2**	**0**	**0**	**3**	**2**	**2**	**0**	**3**	**2**	**1**	**1**	**3**
2010	1-3				9				9				9				9				9				9				9				10				10				10				10				10
	31-3			6					7				7																																				
	33-3				9				9				9				9				9				9				9				10				9				9				9				9
	45-3																																															
OCURRENCIA		**0**	**0**	**1**	**2**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**
2011	1-3				9				9				9				9				9				9				9				10				10				10				10				10
	31-3																																															
	33-3				9				9				9				9				9				9				9				9	2			9	3			9				9				9
	45-3																																															
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**1**	**0**	**0**	**2**	**1**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**
2012	1-3				9				9				9				9				9				9				9				10				10				10				10				10
	31-3																																					3											
	33-3				9				9				9				9				9				9				9				10				10				10		4		10		4		10
	45-3																																															
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**1**	**0**	**0**	**2**	**0**	**1**	**0**	**2**	**0**	**1**	**0**	**2**

| | | |

Tabla 32. Base de datos obtenidos de la observación fenológica del Palo Sangre Blanco *(Pterocarpus rohrii* Vahl*).*

		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
AÑO	COD. ARBOL	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F
2007	13-3				9				9				9				9				9				9				10				7				7				7	1			9	2			9
	14-3				9				9				9				9				9				9				7				7				7				7	1			9	2			9
	18-3				9				9				9				9				9				9				9				10				7				7				8				9
	39-3				9	1			9	2			9	3			9		4		9		4		9		5		10		5	6	10			6	10				10				9				9
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**4**	**1**	**0**	**0**	**4**	**1**	**0**	**0**	**4**	**1**	**0**	**0**	**4**	**0**	**1**	**0**	**4**	**0**	**1**	**0**	**4**	**0**	**1**	**0**	**4**	**0**	**1**	**1**	**4**	**0**	**0**	**1**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**2**	**0**	**0**	**4**	**2**	**0**	**0**	**4**
2008	13-3	2			9	3	4		9		5		9			6	9				9				9				10				7				8				9				9				9
	14-3	2			9	3	4		9		5		9			6	9				9				9				10				7				8				9				9				9
	18-3				9				9				9				9				10				10				10				10				8				9				9				9
	39-3				9				9				9				9				9				9				9				10				10				10				9				9
OCURRENCIA		**2**	**0**	**0**	**4**	**2**	**2**	**0**	**4**	**0**	**2**	**0**	**4**	**0**	**0**	**2**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**
2009	13-3	3	4		9		5		9			6	9				9				9				9				10				7				8				9				9				9
	14-3	3			9		5		9			6	9				9				9				9				10				7				8				9				9				9
	18-3				9				9				9				9				10				10				10				9				9				9				9				9
	39-3				9				9				9	1			9	3			9		4		9		5		9		5	6	9		6		10				9				9				9
OCURRENCIA		**2**	**1**	**0**	**4**	**0**	**2**	**0**	**4**	**0**	**0**	**2**	**4**	**1**	**0**	**0**	**4**	**1**	**0**	**0**	**4**	**0**	**1**	**0**	**4**	**0**	**1**	**0**	**4**	**0**	**1**	**1**	**4**	**0**	**1**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**
2010	13-3	3			9		5		9		6		9				9				9				9				10				7				9				9				9				9
	14-3	3			9		5		9		6		9				9				9				9				10				7				9				9				9				9
	18-3				9				9				9				9				9				9				10				10				8				9				9				9
	39-3				9				9				9	1			9	3			9		4		9		5		9		5	6	9		5	6	10				9				9				9
OCURRENCIA		**2**	**0**	**0**	**4**	**0**	**2**	**0**	**4**	**0**	**2**	**0**	**4**	**1**	**0**	**0**	**4**	**1**	**0**	**0**	**4**	**0**	**1**	**0**	**4**	**0**	**1**	**0**	**4**	**0**	**1**	**1**	**4**	**0**	**1**	**1**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**
2011	13-3				9				9				9				9				9				9				10				7				8				9	2			9	3			9
	14-3				9				9				9				9				9				9				10				7				8				9				9				9
	18-3				9				9				9				9				9				9				10				10				8				9				9				9
	39-3				9				9				9				9				9				9				10				10				10				9				9				9
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**1**	**0**	**0**	**4**	**1**	**0**	**0**	**4**
2012	13-3		4		9		4		9		5	6	9				9				9				10				7				7				8				9				9				9
	14-3		4		9		4		9		5	6	9				9				9				10				10				7				8				9				9				9
	18-3				9				9				9				9				9				9				10				7				8				9				9				9
	39-3				9				9	1			9	2			9	3	4		9		4		9		5		9		5	6	10				8				9				9				9
OCURRENCIA		**0**	**2**	**0**	**4**	**0**	**2**	**0**	**4**	**1**	**2**	**2**	**4**	**1**	**0**	**0**	**4**	**1**	**1**	**0**	**4**	**0**	**1**	**0**	**4**	**0**	**1**	**0**	**4**	**0**	**1**	**1**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**4**

| | | |

Tabla 33. Base de datos obtenidos de la observación fenológica del Shihuahuaco *(Dipteryx ferrea Ducke (Ducke)).*

		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
AÑO	COD. ARBOL	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F	FL	FR	DIS	M. F
2007	34-1			6	9			6	9				9				9				9				9				9				10				7				7				9				9
	35-1		4		9		4		9		4		9		4		9		5		9		5		9		5	6	9				10				7				7				9				9
	39-1				10				10				10				10				10				10				10				10				10				10				10				10
	50-1			6	9				9				9				9				9				9				9				10				9				9				9				9
	12-3		4		9		4		9		4		9		4		9		5	6	9		5	6	9		5	6	10				9				9				9				9				9
	44-3				9				9		4		9		4		9		5		9			6	9			6	10				9				9	1			9	3			9				9
OCURRENCIA		**0**	**2**	**2**	**6**	**0**	**2**	**1**	**6**	**0**	**3**	**0**	**6**	**0**	**3**	**0**	**6**	**0**	**3**	**1**	**6**	**0**	**2**	**2**	**6**	**0**	**2**	**3**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**1**	**0**	**0**	**6**	**1**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**
2008	34-1				9				9				9				9				9				9				10	1			10	2			7	3			9	3			9	4			9
	35-1				9				9				9				9				9				9				10				7				8				9				9				9
	39-1				10				10				10				10				10				10				10				10		4		10		4		10		4		10		5	6	10
	50-1				9				9				9				9				9				10				10	2			7	3			9				9				9				10
	12-3				9				9				9				9				9				9				10				7				7				9				9				9
	44-3				9				9				9				9				9				9				10				10				7				9				9				9
OCURRENCIA		**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**2**	**0**	**0**	**6**	**2**	**1**	**0**	**6**	**1**	**1**	**0**	**6**	**1**	**1**	**0**	**6**	**1**	**1**	**1**	**6**
2009	34-1		5	6	9				9				9				9				9				9				9				9				7				8				9				9
	35-1				9				9				9				9				9				9				10				8	1			9	3			9				9				9
	39-1				10				10				10				10				10				10				10				10				10				10				10				10
	50-1				9				9				9				9				9				9				10				10				8				9				9				9
	12-3				9				9				9				9				9				10				10				7				8				9		4		9		4		9
	44-3				9				9				9				9				9				10				10				7				8	3			9	3			9	3	4		9
OCURRENCIA		**0**	**1**	**1**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**2**	**0**	**0**	**6**	**2**	**1**	**0**	**6**	**1**	**2**	**0**	**6**
2010	34-1		4		9		4		9		4		9		4		9		5		9		5	6	9			6	10				10				7				8				9				9
	35-1		4		9		4		9		4		9		4		9		5		9		5	6	9			6	10				10				7				8				9				9
	39-1		4		10		4		10		4		10		4		10		4		10		5	6	10			6	10				10				10				10				10				10
	50-1		4		9		4		9		4		9		4		9		5		9		5	6	9			6	9				10				8				9				9				9
	12-3		4		9		4		9		4		9		4		9		5		9		5	6	9			6	9				10				7				9				9				9
	44-3		4		9		4		9		4		9		4		9		4		9		5		9			6	9				10				7				9				9				9
OCURRENCIA		**0**	**6**	**0**	**6**	**0**	**6**	**0**	**6**	**0**	**6**	**0**	**6**	**0**	**6**	**0**	**6**	**0**	**6**	**0**	**6**	**0**	**6**	**5**	**6**	**0**	**0**	**6**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**
2011	34-1				9				9				9				9				9				10				10				10				7	3	4		8		4		9		4		9
	35-1				9				9				9				9				9				9				10				7				8	2			9	3			9				9
	39-1				9				9				9				9				9				9				9				10				10				10				10				10
	50-1		5	6	9				9				9				9				9				10				10				7				9				9				9				9
	12-3				9				9				9				9				9				9				10				8				9	2			9	3			9	3			9
	44-3				9				9				9				9				9				9				10				10				9	2			9	3			9		4		9
OCURRENCIA		**0**	**1**	**1**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**4**	**1**	**0**	**6**	**3**	**1**	**0**	**6**	**1**	**2**	**0**	**6**

| | | |

Tabla 34. Base de datos obtenidos de la Estación Meteorológica Macuya.

AÑOS	MESES	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Media	Precipitación
2007	ENE	31,19	21,86	26,53	278,9
	FEB	30,14	22,09	26,11	350,4
	MAR	30,88	22,16	26,52	219,8
	ABR	30,83	21,71	26,27	224,0
	MAY	30,55	21,35	25,95	188,8
	JUN	30,65	20,00	25,33	63,1
	JUL	31,09	19,71	25,39	57,0
	AGO	32,70	19,70	26,20	75,0
	SEP	33,25	20,73	26,99	129,4
	OCT	32,43	21,79	27,11	155,4
	NOV	31,66	22,36	27,01	245,8
	DIC	31,05	22,11	26,58	237,1
2008	ENE	31,33	22,04	26,69	276,2
	FEB	30,19	22,06	26,12	349,2
	MAR	30,91	22,13	26,52	213,2
	ABR	31,03	21,66	26,34	202,8
	MAY	30,59	21,29	25,94	159,1
	JUN	30,83	19,94	25,39	67,6
	JUL	30,40	20,00	25,20	11,4
	AGO	33,30	20,80	27,05	22
	SEP	32,00	20,20	26,10	119,4
	OCT	31,80	21,60	26,70	176
	NOV	32,20	22,00	27,10	89,7
	DIC	30,90	22,10	26,50	185,1
2009	ENE	30,20	20,60	25,40	297,5
	FEB	29,80	22,30	26,05	358,6
	MAR	30,60	22,40	26,50	265,7
	ABR	29,40	22,10	25,75	372
	MAY	30,30	21,80	26,05	396,7

	JUN	29,40	20,40	24,90	31,5
	JUL	31,30	20,50	25,90	39,5
	AGO	33,10	20,30	26,70	77,5
	SEP	32,50	20,30	26,40	146
	OCT	32,20	22,10	27,15	55,5
	NOV	31,40	23,20	27,30	296,5
	DIC	30,50	22,80	26,65	83,9
2010	ENE	32,00	22,70	27,35	134,2
	FEB	31,00	22,90	26,95	489
	MAR	31,40	23,00	27,20	123
	ABR	31,40	22,70	27,05	263,6
	MAY	30,70	24,10	27,40	132
	JUN	31,30	20,40	25,85	34
	JUL	29,80	19,60	24,70	132,5
	AGO	32,70	19,30	26,00	42
	SEP	33,40	21,30	27,35	184
	OCT	32,20	21,60	26,90	162,5
	NOV	32,00	22,30	27,15	51,3
	DIC	30,90	22,60	26,75	214,5
2011	ENE	30,20	22,00	26,10	358,5
	FEB	29,60	21,70	25,65	677,6
	MAR	30,30	22,10	26,20	338
	ABR	30,70	22,20	26,45	120,5
	MAY	30,20	21,50	25,85	74,5
	JUN	30,90	17,10	24,00	48
	JUL	31,30	20,10	25,60	36
	AGO	31,60	19,60	25,60	89
	SEP	32,60	20,80	26,70	231,5
	OCT	30,80	21,90	26,35	173
	NOV	31,70	21,80	26,75	182,5
	DIC	30,20	21,70	25,95	104,5
2012	ENE	31,00	21,70	26,35	268
	FEB	29,10	21,40	25,25	377

	MAR	31,00	21,60	26,30	169
	ABR	30,40	21,90	26,15	260
	MAY	31,20	20,80	26,00	86
	JUN	30,30	19,80	25,05	31
	JUL	31,20	18,90	25,05	27,5
	AGO	33,60	19,80	26,70	28,5
	SEP	33,00	20,70	26,85	128,5
	OCT	33,00	21,70	27,35	75
	NOV	33,10	22,70	27,90	229
	DIC	30,30	22,40	26,35	557
2013	ENE	31,50	22,30	26,90	109
	FEB	30,60	22,40	26,50	254,5
	MAR	31,40	23,00	27,20	336
	ABR	32,00	21,10	26,55	143
	MAY	30,10	22,00	26,05	218
	JUN	30,60	21,50	26,05	129,2
	JUL	30,60	18,80	24,70	29,3
	AGO	31,80	18,50	25,15	125,9
	SEP	33,60	20,20	26,90	78,5
	OCT	32,00	21,80	26,90	133,3
	NOV	30,80	21,10	25,95	335,4
	DIC	31,50	21,70	26,60	216
2014	ENE	30,70	22,40	26,55	590,6
	FEB	30,00	22,30	26,15	159,5
	MAR	30,00	21,90	25,95	207,8
	ABR	30,70	21,90	26,30	150,9
	MAY	30,50	21,50	26,00	152,6
	JUN	31,10	20,90	26,00	108,5
	JUL	30,70	19,40	25,05	40,4
	AGO	32,80	19,50	26,15	34,3
	SEP	33,00	20,90	26,95	181,1
	OCT	32,60	21,80	27,20	265,9
	NOV	31,20	22,20	26,70	335,2

	DIC	31,50	22,60	27,05	160,2
2015	ENE	31,90	22,30	27,10	310,8
	FEB	30,00	22,20	26,10	279,1
	MAR	31,20	22,40	26,80	132,8
	ABR	30,70	21,90	26,30	348,4
	MAY	30,20	19,70	24,95	271,9
	JUN	31,20	20,60	25,90	105,2
	JUL	31,00	20,00	25,50	92
	AGO	33,50	20,70	27,10	13,9
	SEP	35,30	21,20	28,25	37,7
	OCT	34,10	21,50	27,80	76,9
	NOV	31,50	22,70	27,10	359,5
	DIC	32,10	20,50	26,30	261
2016	ENE	32,00	20,90	26,45	162,3
	FEB	31,00	21,50	26,25	207,7
	MAR	31,10	20,90	26,00	185,7
	ABR	31,30	19,90	25,60	133,5
	MAY	31,20	19,40	25,30	178,6
	JUN	30,40	19,30	24,85	17,1
	JUL	32,80	20,40	26,60	58,4
	AGO	32,50	19,90	26,20	189,2
	SEP	32,60	20,40	26,50	48
	OCT	32,50	21,90	27,20	300,8
	NOV	31,60	22,90	27,25	176,9
	DIC	31,40	22,60	27,00	299,3

ANEXO 2

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 27. Especie forestal *Dipteryx ferrea* Ducke (Ducke).



Figura 28. Especie forestal *Myroxylom balsamum* (L.) Harms.



Figura 29. Especie forestal *Pterocarpus rohrii* Vahl.



Figura 30. Especie forestal *Simarouba amara* Aubl.



Figura 31. Especie forestal *Copaifera reticulata* Ducke.



Figura 32. Evaluación Fenológica de las especies forestales.