



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



**“EFECTOS CUANTITATIVOS DEL CAMBIO CLIMATICO EN EL
CALENDARIO FENOLÓGICO DE FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN
DE SIETE ESPECIES FORESTALES EN UN BOSQUE ESTABLECIDO EN
LA REGIÓN SAN MARTÍN”**

**Tesis para optar el grado académico de
DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**

AUTOR:

Ing. M.sc Williams Ramirez Navarro

ASESOR:

Dr. Alfredo Quinteros García

Tarapoto-Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIA
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



**“EFECTOS CUANTITATIVOS DEL CAMBIO CLIMATICO EN EL
CALENDARIO FENOLÓGICO DE FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN
DE SIETE ESPECIES FORESTALES EN UN BOSQUE ESTABLECIDO EN
LA REGIÓN SAN MARTÍN”**

**Tesis para optar el grado académico de
DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**

AUTOR:

Ing. M.sc Williams Ramirez Navarro

Sustentado y aprobado el 15 de setiembre del 2017, ante el siguiente jurado:

A blue ink signature of Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez.

.....
Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez
PRESIDENTE

A blue ink signature of Dr. Winston Franz Ríos Ruiz.

.....

Dr. Winston Franz Ríos Ruiz
SECRETARIO

A blue ink signature of Dr. Nelson Milciades Quiñonez Vásquez.

.....

Dr. Nelson Milciades Quiñonez Vásquez
VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIA
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



**“EFECTOS CUANTITATIVOS DEL CAMBIO CLIMATICO EN EL
CALENDARIO FENOLÓGICO DE FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN
DE SIETE ESPECIES FORESTALES EN UN BOSQUE ESTABLECIDO EN
LA REGIÓN SAN MARTÍN”**

El suscrito declara que el presente trabajo de tesis es original, en su contenido y forma.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Williams Ramírez Navarro', is written above a horizontal dotted line.

Ing. M.Sc. Williams Ramírez Navarro
EJECUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alfredo Quinteros García', is written above a horizontal dotted line.

Dr. Alfredo Quinteros García
ASESOR

Declaratoria De Autenticidad

Williams Ramírez Navarro, identificado con DNI N° 01062523, egresado de la Sección de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, del Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **“EFECTOS CUANTITATIVOS DEL CAMBIO CLIMATICO EN EL CALENDARIO FENOLÓGICO DE FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN DE SIETE ESPECIES FORESTALES EN UN BOSQUE ESTABLECIDO EN LA REGIÓN SAN MARTÍN”**.

Declaro bajo juramento:

1. La tesis sustentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, no copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, Setiembre del 2017



.....
Williams Ramírez Navarro
DNI N° 01062523

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: <i>Ramírez Navarro Williams</i>	
Código de alumno :	Teléfono: <i>995393847</i>
Correo electrónico : <i>Wirauna_2004@hotmail.com</i>	DNI: <i>01062523</i>

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: <i>Ciencias Agrarias</i>
Escuela Profesional de: <i>Agronomía</i>

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(<input checked="" type="checkbox"/>)	Trabajo de investigación	(<input type="checkbox"/>)
Trabajo de suficiencia profesional	(<input type="checkbox"/>)		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título: <i>"Efectos Cuantitativos del Cambio Climático en el Calendario Fenológico de Floración y Fructificación de siete Especies Forestales en un Bosque establecido en la Región San Martín."</i>
Año de publicación: <i>año 2017</i>

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(<input checked="" type="checkbox"/>)	Embargo	(<input type="checkbox"/>)
Acceso restringido **	(<input type="checkbox"/>)		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **“Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”**.



.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

02 / 07 / 2018



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

A Mis padres: **Cesar Augusto Ramírez Flores y Lidia Navarro Paima (QEPD)**, por darme la vida y oportunidad de formarme como profesional, y de estar presentes estarían llenos de felicidad.

A mis queridos hermanos: **Nelson, Isabel, Margarita, Jaime y Esther**, por su apoyo total para la culminación de la presente Tesis.

Con profundo amor y admiración a **EDITH RIVA VILLA**, razón de mi vida, por su apoyo incondicional en la elaboración de la presente investigación.

A mis hijos: **LINETH, ANAFENDY, MILENA MILAGROS, CINTHIA YESENIA y OLIBER**.
Quienes son la fuente de mi inspiración y fortaleza en los tiempos difíciles. Para ustedes, como estímulo de superación.

RECONOCIMIENTO

A **la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto y a la Escuela de Posgrado** por haberme dado la oportunidad de continuar con mis estudios de **Doctorado en Ciencias Ambientales, Mención Gestión Ambiental**.

Al **Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Nor Oriental de la Selva”** a través del Centro de Investigación y Enseñanza Académica ubicado en el distrito Banda de Shilcayo de la Región San Martín, por brindarme las facilidades para realizar la presente investigación.

A la **Empresa Copy Lux Color E.I.R.L.** por el financiamiento brindado para la realización de la presente tesis durante el tiempo requerido.

Al **Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) - Estación Meteorológica de Juan Guerra**, por haberme facilitado las informaciones meteorológicas de temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa desde el año de 1981 hasta julio del 2010.

AGRADECIMIENTO

Los estudios de doctorado constituyen siempre desafíos sobre todo para los estudiantes que buscan la conquista del conocimiento para alcanzar el éxito. Esta investigación es el resultado de un esfuerzo que tuvo durante etapas bien marcadas, de reconocimiento y aprendizaje de métodos y técnicas de efectos cuantitativos del cambio climático en el calendario fenológico, así como también en el afianzamiento de los conocimientos. La meta alcanzada ha sido posible con la ayuda de muchas personas que han colaborado durante la ejecución. En consecuencia, quisiera manifestar mi agradecimiento a las siguientes personas:

Al Asesor de Tesis **Dr. Alfredo Quinteros García**, por su sabiduría, paciencia y comprensión, quien desde el primer momento, estuvo siempre atento para solucionar los problemas que fueron surgiendo; pero no solo me ayudó con sus comentarios y correcciones, sino también moralmente, animándome a seguir adelante en los momentos difíciles.

Al **Dr. Leonel Bardales del Águila**, por su apoyo en el Co-asesoramiento del presente trabajo me asistió en la formulación del modelo cualitativo y sus acertadas recomendaciones para mejorarlo, así como también por las muestras de apoyo y amistad.

Al **Dr. Nelson Quiñones Vásquez**, por las ideas brindadas para el diseño del Modelo Teórico que integra el análisis cualitativo y cuantitativo para la predicción de la floración y fructificación de especies forestales por efectos cuantitativos del cambio climático en la Región San Martín.

A la **Lic. M.Sc. Carmela Eliza Salvador Rosado**, por el apoyo en el Co-Asesoramiento en la parte estadística en la formulación del modelo matemático, así como también en el análisis e interpretación respectiva de los resultados.

Al **Ing. M.Sc. Jaime Ramírez Navarro**, Docente Principal de la Facultad de Agro-Industrias de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, por el apoyo brindado durante la ejecución del presente estudio

Al **Ing. Welinton Valles Dávila**, Docente Principal de la Carrera Profesional de Administración de Recursos Forestales del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Nor Oriental de la Selva”, por su gran apoyo brindado a lo largo del desarrollo de la presente tesis.

Al **Biólogo M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez**, Docente Auxiliar de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, por el apoyo incondicional brindado durante la realización del proyecto.

Al **Econ. M.Sc. Carmen Teodoro Cárdenas Alayo**, Docente Asociado de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, por su apoyo incondicional y motivación brindada durante la realización del trabajo de investigación.

Al **Señor Max Vela Portocarrero**, estudiante de la Carrera Profesional de Administración de Recursos Forestales del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Nor Oriental de la Selva” por su apoyo en la recolección de datos de floración y fructificación para la presente investigación.

A los **Docentes del Doctorado de Gestión Ambiental de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto**, quienes compartieron sus conocimientos y experiencias en el desarrollo académico.

Finalmente, a todos mis compañeros de trabajo, amigos y estudiantes que con su colaboración y apoyo directo e indirecto me estimularon para la ejecución y culminación de la presente investigación.

Williams Ramírez Navarro

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	vii
RECONOCIMIENTO	viii
AGRADECIMIENTO	ix
INDICE	xi
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objeto de la investigación	5
1.2. Problema.....	5
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivo específico.....	6
1.4. Campo de acción de la investigación	6
1.5. Hipótesis.....	7
1.6. Desarrollo de la investigación	7
1.6.1. Primera etapa: factor perceptible.....	7
1.6.2. Segunda etapa: materiales y métodos.....	7
1.6.3. Tercera etapa: resultados y discusiones.....	7
1.7. Aportes de Investigación	8
1.7.1. Aporte teórico.....	8
1.7.2. Aporte práctico.....	8
1.7.3. Novedad de la investigación.....	8
1.7.4. Relevancia socio-ambiental.....	9
1.8. Contenido de la tesis.....	9
1.8.1. Introducción.....	9
1.8.2. Revisión bibliográfica.....	10

1.8.3. Materiales y método.....	10
1.8.4. Resultados y discusión	10
1.8.5. Conclusiones.....	10
1.8.6. Recomendaciones	10
1.8.7. Referencia bibliográfica.....	10
1.8.8. Anexos.....	10
CAPITULO II: REVISION BIBLIOGRAFICA.....	11
2.1. Antecedentes.....	11
2.2. Referentes teóricos del modelo.....	19
2.2.1. Conceptualización del cambio climático.....	19
2.2.2. Cambio climático.....	19
2.2.3. Calendario fenológico de floración y fructificación.....	20
2.3. Bosque de especies forestales.....	21
2.4. Aporte de científicos e investigadores.....	22
2.5. Descripción de las especies forestales nativas y exóticas.....	26
2.5.1. Descripción botánica de las especies forestales nativas.....	26
2.5.1.1. Descripción de la especie forestal capirona.....	26
2.5.1.2. Descripción de la especie forestal shaina.....	27
2.5.1.3. Descripción de la especie forestal bolaina.....	27
2.5.1.4. Descripción de la especie forestal marupa.....	27
2.5.2. Descripción botánica de las especies forestales exóticas.....	28
2.5.2.1. Descripción de la especie forestal teca.....	28
2.5.2.2. Descripción de la especie forestal eucalipto.....	28
2.5.2.3. Descripción de la especie forestal cedro rosado.....	28
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS.....	31
3.1. Caracterización y descripción del área de estudio.....	31
3.1.1. Localización	31
3.1.2. Vía de acceso.....	32
3.1.3. Clima	32
3.1.4. Suelo y fisiografía.....	35
3.1.5. Topografía.....	35
3.1.6. Ecología.....	35
3.2. Materiales en general.....	35
3.2.1. Materiales y equipo de campo.....	35
3.2.2. Materiales de gabinete.....	36

3.3. Metodología para su Implantación.....	36
3.3.1. Metodología.....	36
3.3.1.1. Fase de pre-campo	36
3.3.1.2. ..Fase de campo.....	36
3.3.1.3. Fase gabinete.....	38
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1. Situación del bosque de estudio.....	42
4.2. Efectos cuantitativos de las variables del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de las especies estudiadas.....	43
4.2.1. Relación temperatura, versus floración y fructificación especie capirona.....	44
4.2.2. Relación temperatura, versus floración y fructificación especie shaina.....	51
4.2.3. Relación temperatura, versus floración y fructificación especie bolaina.....	57
4.2.4. Relación temperatura, versus floración y fructificación especie marupa.....	62
4.2.5. Relación temperatura, versus floración y fructificación especie teca.....	68
4.2.6. Relación temperatura, versus floración y fructificación especie eucalipto.....	74
4.2.7. Relación temperatura, versus floración y fructificación especie cedro rosado...	81
4.2.8. Comportamiento de las fases fenológicas con respecto a las anomalías de temperaturas máximas y mínimas de la especie capirona.....	84
4.2.9. Comportamiento de las fases fenológicas con respecto a las anomalías de temperaturas máximas y mínimas de la especie shaina.....	85
4.2.10. Comportamiento de las fases fenológicas con respecto a las anomalías de temperaturas máximas y mínimas de la especie bolaina.....	86
4.2.11. Comportamiento de las fases fenológicas con respecto a las anomalías de temperaturas máximas y mínimas de la especie marupa.....	86
4.2.12. Comportamiento de las fases fenológicas con respecto a las anomalías de temperaturas máximas y mínimas de la especie teca.....	87
4.2.13. Comportamiento de las fases fenológicas con respecto a las anomalías de temperaturas máximas y mínimas de la especie eucalipto.....	88
4.3. Análisis cualitativo y cuantitativo de los efectos del cambio climático en el calendario fenológico de siete especies forestales.....	88
4.3.1. Modelos y análisis estadísticos del bosque establecido de siete especies forestales relacionando el cambio climático (temperatura, precipitación pluvial y la humedad relativa) en el calendario fenológico de floración y fructificación.....	88
4.3.2. Modelos matemático y/o estadístico de floración y fructificación de siete especies forestales en un bosque establecido.....	102

4.3.3. Tratamiento estadístico y análisis de distribución de chi cuadrado (X^2).....	103
4.3.4. Esquema del flujo de la relación del efecto del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación.....	104
4.4. Propuesta del modelo teórico.....	112
4.4.1. Lineamientos para diseñar modelo teórico.....	112
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	114
• CONCLUSIONES.....	115
• RECOMENDACIONES.....	115
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	116
ANEXOS.....	127

LISTADO DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Comparación de modelos sobre efectos cuantitativos del cambio climático en especies forestales.....	25
Cuadro 2: Lista materiales y equipo de campo	35
Cuadro 3: Lista materiales de gabinete	36
Cuadro 4: Crecimiento inicial y final de la plantación por especie.....	42
Cuadro 5: Análisis cuantitativo y cualitativo de los efectos del cambio climático en el calendario fenológico de siete especies forestales.....	90
Cuadro 6: Modelos matemático de floración y fructificación de 7 especies forestales....	101
Cuadro 7: Validación del modelo teórico mediante el tratamiento estadístico con datos observados y la predicción de datos actuales modelados y futuros.....	103
Cuadro 8: Interpretación de los coeficientes de correlación y determinación al 5% de significancia	104
Cuadro 9: Modelo teórico para predicción del efecto cuantitativo del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de siete especies forestales.....	113
Cuadro 10: Calendario fenológico de floración y fructificación de siete especies forestales (agosto 2013-julio 2015).....	128

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Área de ubicación del Estudio	31
Figura 2: Clima del distrito de la Banda de Shilcayo, Periodo (1981-2010).....	32
Figura 3: Temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa: Periodo 2005 a 2015 serie 1981 – 2010	34
Figura 4: Temperatura versus floración y fructificación especie capirona	44
Figura 5: Precipitación pluvial versus floración especie forestal capirona.....	46
Figura 6: Precipitación pluvial versus fructificación especie forestal capirona.....	47
Figura 7: Humedad relativa versus floración especie forestal capirona	47
Figura 8: Humedad relativa versus fructificación especie forestal capirona	48
Figura 9: Calendarización de floración y fructificación de la especie capirona.....	50
Figura 10: Temperatura versus floración y fructificación especie shaina	51
Figura 11: Precipitación pluvial versus floración especie forestal shaina	52
Figura 12: Precipitación pluvial versus fructificación especie forestal shaina	53
Figura 13: Humedad relativa versus floración especie forestal shaina	53
Figura 14: Humedad relativa versus fructificación especie forestal shaina.....	54
Figura 15: Calendarización de floración y fructificación de especie shaina.....	56
Figura 16: Temperatura, versus floración y fructificación especie bolaina	57
Figura 17: Precipitación pluvial mm versus floración especie forestal bolaina	58
Figura 18: Precipitación pluvial mm versus fructificación especie forestal bolaina.....	58
Figura 19: Humedad relativa versus floración especie forestal bolaina.....	59
Figura 20: Humedad relativa versus fructificación especie forestal bolaina.....	59
Figura 21: Calendarización de floración y fructificación especie bolaina	61
Figura 22: Temperatura versus floración y fructificación especie marupa.....	62
Figura 23: Precipitación pluvial mm versus floración especie forestal marupa.....	63
Figura 24: Precipitación pluvial mm versus fructificación especie forestal marupa.....	64
Figura 25: Humedad relativa versus floración especie forestal marupa.....	64
Figura 26: Humedad relativa versus fructificación especie forestal marupa.....	65
Figura 27: Calendarización de floración y fructificación especie marupa.....	67
Figura 28: Temperatura versus floración y fructificación de la especie teca	69
Figura 29: Precipitación pluvial versus floración de la especie forestal teca.....	70
Figura 30: Precipitación pluvial versus fructificación de la especie forestal teca.....	71
Figura 31: Humedad relativa versus floración de la especie forestal teca.....	71

Figura 32: Humedad relativa versus fructificación de la especie forestal teca	72
Figura 33: Calendarización de floración y fructificación de la especie teca	74
Figura 34: Temperatura versus floración y fructificación de la especie eucalipto	75
Figura 35: Precipitación pluvial versus floración de la especie forestal eucalipto	76
Figura 36: Precipitación pluvial versus fructificación de la especie forestal eucalipto	77
Figura 37: Humedad relativa versus floración especie forestal eucalipto	78
Figura 38: Humedad relativa versus fructificación especie forestal eucalipto	78
Figura 39: Calendarización de floración y fructificación especie eucalipto	80
Figura 40: Temperatura versus floración y fructificación especie cedro rosado.....	82
Figura 41: Precipitación pluvial versus floración y fructificación cedro rosado	80
Figura 42: Humedad relativa versus flor y fructificación especie forestal cedro rosado.....	83
Figura 43: Fases fenológicas con anomalías de temperaturas máximas y mínimas en la floración y fructificación de la capirona periodo 2013- 2015.....	84
Figura 44: Anomalías de temperaturas máximas y mínimas en la fenología de floración y fructificación de la shaina.....	85
Figura 45: Anomalías de temperaturas máximas y mínimas en la fenología de floración y fructificación de la bolaina.....	86
Figura 46: Anomalías de temperaturas máximas y mínimas en la fenología de floración y fructificación del marupa.....	86
Figura 47: Anomalías de temperaturas máximas y mínimas en la fenología de floración y fructificación de la teca.....	87
Figura 48: Anomalías de temperaturas máximas y mínimas en la fenología de floración y fructificación del eucalipto.....	88
Figura 49: Esquema del flujo de la relación del efecto del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de siete especies forestales en la región San Martín –Tarapoto.....	111

LISTADO DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 1: Vista panorámica del área de estudio.....	28

LISTADO DE GRAFICOS

	Pág.
Grafico 1: Distribución de X^2 en la floración y fructificación de la especie capirona.....	90
Grafico 2: Distribución de X^2 en la floración y fructificación de la especie shaina.....	91
Grafico 3: Distribución de X^2 en la floración y fructificación de la especie bolaina.....	92
Grafico 4: Distribución de X^2 en la floración y fructificación de la especie marupa.....	93
Grafico 5: Distribución de X^2 en la floración y fructificación de la especie teca.....	94
Grafico 6: Distribución de X^2 en la floración y fructificación de la especie eucalipto.....	95

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Académica del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Nor Oriental de la Selva”-Banda de Shilcayo de la Región San Martín. El objetivo general fue determinar los efectos cuantitativos del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de siete especies forestales: “Capirona” (*Calycophyllum spruceanum*), “Shaina” (*Colubrina grandulosa*), “Bolaina” (*Guazuma crinita*), “Marupa” (*Simarouba amara*), “Teca” (*Tectona grandis*), “Eucalipto” (*Eucaliptus glóbulos*) y “Cedro rosado” (*Acrocarpus fraxinifolius*), durante el periodo 2013 - 2015. Los objetivos específicos fueron comprobar y comparar los efectos cuantitativos de las variables del cambio climático en el calendario fenológico. Las evaluaciones comprendieron 35 individuos observados semanalmente por un periodo de 24 meses desde agosto del 2013 a julio 2015 utilizando la metodología propuesta por Fournier para registrar la época y meses de floración y fructificación. El estado de floración y fructificación se evaluó usando una escala de cero a cinco puntos donde cero (0) indica ausencia de característica y de uno (1) a cuatro (4) presencia de característica. Se ha utilizado el diseño no experimental de tipo longitudinal para observar la floración, fructificación, temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, como se dan en su contexto natural. Para el análisis estadístico y cálculo del coeficiente de relación y correlación múltiple, los datos evaluados se procesaron en programas de Software estadístico como el Minitab y Excel para la elaboración del análisis de varianza (ANOVA). Los resultados analizados concluyen que el cambio climático ha generado efectos significativos en el adelanto del calendario fenológico de floración y fructificación en las especies *Calycophyllum spruceanum* y *Simarouba amara*, y en el atraso en las especies *Colubrina grandulosa* y *Guazuma crinita*; además, una gran variabilidad en las fenofases de las especies de *Tectona grandis* y *Eucaliptus glóbulos*. Es preciso señalar que estas especies debido a su adaptación, aclimatación y hábitat presentan su ciclo fenológico completo, durante el periodo estudiado a excepción de la especie *Acrocarpus fraxinifolius*. La floración y fructificación están influenciadas por la variable temperatura la cual se encuentra en el rango permisible de 21.3°C a 33.3°C de acuerdo a la temperatura máxima, mínima y media del periodo 2013-2015, y con respecto al patrón histórico 1981-2010 se registraron las anomalías de 0.5°C, 0.4°C, y 0.2°C, respectivamente. En base a fuentes bibliográficas y observaciones durante el estudio se constata que la producción de las especies observadas varía hasta el 50% en su floración y fructificación durante el año evaluado. Mientras que la precipitación pluvial y la humedad relativa no han influenciado en las fenofases. Mediante el modelo estadístico cuantitativo de correlación, análisis de distribución de X^2 Chi cuadrado y el Coeficiente de determinación de las especies forestales, se ha encontrado una relación de asociación positiva débil a positiva moderada, dicho resultado permite probar el modelo teórico y su significancia en el calendario fenológico.

Palabras clave: Temperatura, precipitación pluvial, humedad relativa, especie, floración y fructificación.

ABSTRACT

The following investigation was carried out in the Academic Research and Teaching Center of the public Higher Institute of Technological Education "Nor Oriental de la Selva" -Banda de Shilcayo of San Martín Region. The general objective was to determine the quantitative effects of climate change on the phenological calendar of flowering and fruiting of seven forest species: "Capirona" (*Calycophyllum spruceanum*), "Shaina" (*Colubrina grandulosa*), "Bolaina" (*Guazuma crinita*), "Marupa" (*Simarouba amara*), "Teak tree" (*Tectona grandis*), "Eucalyptus" (*Eucalyptus globules*) and "Pink Cedar" (*Acrocarpus fraxinifolius*), during the period 2013 - 2015. The specific objectives were to check and compare the quantitative effects of the variables of climate change in the phenological calendar. The evaluations included 35 individuals observed weekly for a period of 24 months from August 2013 to July 2015 using the methodology proposed by Fournier to record the time and months of flowering and fruiting. The phase of flowering and fruiting was evaluated using a scale of zero to five where zero indicates (0) absence of characteristics and from one (1) to four (4) presence of characteristic. The non-experimental design of longitudinal type has been used to observe the flowering, fruiting, temperature, rainfall and relative humidity, as they occur in their natural context. For the statistical analysis and calculation of the coefficient of relationship and multiple correlation, the evaluated data has been processed in statistical Software programs such as Minitab and Excel to elaborate the analysis of variance (ANOVA). The analyzed results conclude that the climate change has generated significant effects in the advance of the phenological calendar of flowering and fruiting in the *Calycophyllum spruceanum* and *Simarouba amara* species, and in the delays, in the *Colubrina grandulosa* and *Guazuma crinita* species; in addition, a great variability in the phenofases of the *Tectona grandis* and *Eucalyptus globules* species. It is worth mentioning that these species due to their adaptation, acclimation and habitat have their complete phenological cycle, during the period studied except for the *Acrocarpus fraxinifolius* / Shingle tree species. The temperature influences the flowering and fruiting. This variable is in the permissible range of 21.3°C to 33.3°C, according to the maximum, minimum and average temperature of the period 2013-2015, with respect to the historical pattern 1981-2010, registering anomalies of 0.5°C, 0.4°C, and 0.2°C, respectively. Based on bibliographic sources and observations during the study, the production of the observed species varies up to 50% of its flowering and fruiting during the year evaluated. While rainfall and relative humidity have not influenced the phenomena. By means of the quantitative statistical model of correlation, X² Chi squared distribution analysis and the Coefficient of determination of the forest species, a relation of positive association has been found weak to positive moderate, this result allows proving the theoretical model and its significance in the phenological calendar.

Key words: Temperature, rainfall, relative humidity, species, flowering and fruiting.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Durante la segunda mitad del siglo pasado, el cambio climático se convirtió en uno de los temas de mayor preocupación en la comunidad científica, ya que se consideraba a éste fenómeno como el mayor desafío para la humanidad en el siglo XXI. Nadie está exento de las complejas repercusiones que tienen en todos los continentes y las naciones, pues la atmósfera engloba a toda la vida del planeta, y todas las reacciones químicas que en buena parte se deben a la temperatura (Curiel, 2012), dicho efecto que se experimenta en la actualidad es un fenómeno provocado por el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera, y por las radiaciones emitidas por el Sol. El calentamiento global está referido al aumento gradual de la temperatura de la atmósfera y océanos, estos afectan a los ecosistemas mundiales y comprometiéndose al desarrollo sostenible de los ecosistemas. De acuerdo con el Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático - (IPCC, 2007), el cambio climático es atribuido al incremento de gases de efecto invernadero, entre los que se destacan CO₂, metano, Halo carbonos, hexafluro de azufre y óxido nitroso, emitido a la atmósfera por transporte, industria, deforestación y agricultura entre otros, que han generado el aumento de emisiones. Las actividades agrícolas e industriales poco a poco han convertido a la humanidad en un factor capaz de cambiar el clima ya que han llegado a modificar las propiedades de la superficie terrestre y la composición química de la atmósfera. Como consecuencia de la emanación de gases de efecto invernadero y la radiación solar, la temperatura superficial promedio se ha incrementado en un rango de 0.6 ± 0.2 °C durante los últimos 100 años, y la lluvia entre 0.2 a 0.3% en las zonas tropicales del planeta (IPCC, 2007).

Los cambios en el ambiente ejercen diferentes presiones en las plantas e influyen en forma prácticamente única en el desarrollo de cada una de las especies, dando como resultado diversas formas de crecimiento, las cuales pueden interpretarse como caminos distintos que han seguido las plantas para adaptarse a un determinado ambiente (Montenegro y Ginocchio, 1999). Es posible identificar especies o grupos de especies de plantas que responden de manera similar a un conjunto dado de condiciones ambientales, mecanismos de polinización, fisonomía, dispersión de semillas, vía Fotosintética, ciclo de vida (Smith *et al.*, 1993) e incluso fenología (Westoby y Leishman, 1997). Sobre esto último sabemos que existen especies que independientemente de las condiciones climáticas, año con año

presentan eventos fenológicos con precisión casi cronológica (posiblemente su desarrollo está relacionado con la duración del día); en tanto que otras especies dependen de un determinado umbral de temperatura o precipitación, e incluso factores bióticos tales como filogenia, competencia, herbívora, polinización y dispersión de semillas que afectan el desarrollo de los eventos fenológicos (Murali y Sukumar, 1994; Grimm, 1995; Pavón y Briones, 2001), aunque la forma específica en que estos factores influyen en la fenología es aún poco entendida. Estos cambios tienen efectos en numerosos aspectos del ciclo de vida en cualquier ser vivo en diferentes áreas geográficas (Bertín, 2008). El proceso biológico más sensible al cambio Climático y el más simple de detectar es la fenología (Primack y Miller-Rushing, 2012).

La fenología es el estudio de los eventos periódicos y repetitivos que ocurren dentro del ciclo de vida de cualquier ser vivo y de cómo éstos están influenciados por factores bióticos y abióticos (Newstrom *et al.*, 1994); (Williams-Linera y Meave 2002); (Schwartz, 2001).

Eventos fenológicos como la floración o la apertura de yemas foliares han recibido amplia atención como bio-indicadores del cambio climático (Sparks y Menzel, 2002); (Menzel, 2000). La principal forma de documentar cambios en la fenología de las plantas es la observación directa de un taxa en particular por largos periodos de tiempo, de ser posible décadas o siglos (Sparks y Menzel, 2002). Además de que las observaciones pueden ser registradas por uno o varios observadores en una o varias localidades (Bertín, 2008).

Las observaciones a largo plazo muestran como las plantas responden a temperaturas más cálidas cambiando el tiempo en que se presentan eventos fenológicos como la apertura de yemas foliares o el inicio de la floración. Además, la amplitud de respuesta difiere entre especies y es de mucho interés el documentar cuales están o no están respondiendo rápidamente y el porqué de los cambios (Gallagher, Hughes y Leishman, 2009).

La adaptación y desarrollo de las plantas están determinadas por los límites o controles térmicos como las temperaturas umbrales o ceros fisiológicos. Por debajo del umbral mínimo y por arriba del umbral máximo, la actividad celular y el desarrollo del organismo se consideran nulos (Summerfield, Roberts y Hadley, 1987), con ello se puede afirmar que conociendo los valores de los umbrales térmicos de una especie vegetal, se pueden determinar sus ambientes de adaptación o recomendación; otro control térmico importante que determina los niveles de desarrollo es la temperatura óptima, ya que cuando la planta habita bajo un régimen de temperatura óptima se obtiene mayores tasas de desarrollo (González, Ruíz, Lépiz, González, López, Ramírez, Zarazúa y Durán, 2011). Los umbrales térmicos y la temperatura óptima de una especie son las temperaturas cardinales (Durán,

Ruíz, González, Núñez, Padilla y Contreras, 2011). Conociendo las temperaturas cardinales y la fenología de un genotipo, se puede determinar de manera precisa su requerimiento térmico (RT) o unidades calor (UC) necesarias para completar su ciclo de madurez (Ruiz et al., 2002).

Holdridge (1971), indica que la biotemperatura media anual (en escala logarítmica), estima que el crecimiento vegetativo de las plantas sucede en un rango de temperatura entre 0°C y los 30°C, de modo que la biotemperatura es una temperatura atmosférica corregida que depende de la propia temperatura y de la duración de la estación de crecimiento.

Según Hernández, R. (2009), la velocidad de crecimiento de un órgano no depende solamente de su propia temperatura sino también del resto de la temperatura de la planta. El crecimiento es un proceso que depende del tiempo, no solamente afecta la temperatura puntual; sino el número de horas o días en que un organismo se somete a una temperatura determinada. El crecimiento y desarrollo de las plantas, casi siempre responde a un termo período, que consiste en temperaturas alternas entre el día y la noche.

La Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo (2014), reporta que la región San Martín específicamente en los distritos de Tarapoto, Banda de Shilcayo y Morales, se encuentran ubicados ecológicamente en el bosque de clima cálido-húmedo con rango de temperatura entre 28°, 32°C y una altura de 333 msnm.

Por otro lado, Hughes (2000); Parmesan y Yohe (2003); Root, Price, Hall, Schneider, Rosenzweig & Pounds (2003); Walther (1985); indican que el cambio climático son fenómenos provocados total o parcialmente por el aumento en la concentración de gases de invernadero en la atmósfera, principalmente por el CO₂, relacionado directa o indirectamente con actividades humanas como el uso de combustible fósiles y la deforestación. Estos mismos reportan, que el cambio climático está generando efectos sobre la biosfera por su origen relacionado con actividades humanas y, por qué afectan a todo el planeta, estos problemas ambientales deben ser conocidas y entendidos, no solo por técnicos y científicos, sino también por la población en general.

Según Montenegro y Ginocchio (1999), indican que los cambios en el ambiente ejercen diferentes presiones en las plantas e influyen en forma prácticamente única en el desarrollo de cada una de las especies, dando como resultado diversas formas de crecimiento, las cuales pueden interpretarse como caminos distintos que han seguido las plantas para adaptarse a un determinado ambiente. Menzel (2000), manifiesta que el principal factor climático que afecta a la fenología de las plantas es la temperatura y que el incremento de la temperatura del aire puede ser detectado fácilmente con los datos fenológicos.

Por otro lado, Spano, Cesaraccio, Duce y Snyder (1999), reportan que las observaciones fenológicas son una valiosa fuente de información para investigar las relaciones de la variación climática en el desarrollo vegetal.

Para Menzel y Fabián, (1999), Chmielewski y Rotzer (2001), manifiestan que “la prolongación de la estación de crecimiento de las plantas, modificación en las fases fenológicas de las plantas, generan un indirecto incremento de la temperatura del aire”.

De acuerdo a Rosenzweig, C. et al., (2007), indican que el calentamiento global del sistema climático es inequívoco, como lo evidencian un número significativo de cambios observados y sus respuestas que están siendo investigadas, tanto para los sistemas naturales como para los manejados. Estas evidencias abarcan impactos en los ciclos estacionales y de vida de las especies, lo que incluye desde la retención o caída de las hojas hasta los cambios en la floración y maduración de frutos, entre otros.

Para Fournier y Di Stefano (2004), los contraste climáticos durante un ciclo anual expresados en las estaciones, desempeñan un papel importante para el desarrollo fenológico de las plantas, siendo los eventos meteorológicos, como: Temperatura, precipitación pluvial, y radiación solar, los reguladores principales de la floración y desarrollo del fruto, y están estrechamente asociados con el comportamiento del clima y tiempo atmosférico. De esta manera la temperatura y precipitación pluvial, así como otros factores, pueden afectar o beneficiar a la planta.

En el Perú son escasos los estudios del efecto cuantitativo del cambio climático en la fenología que abordan la relación de este importante aspecto del desarrollo forestal con el ambiente. Sin embargo, la mayoría de estudios se han concentrado en comunidades forestales húmedas de tierras bajas, como podemos citar los trabajos de Trucios (1986), Trucios y Manta (1998), realizados en el Bosque Nacional Alexander Von Humboldt-Ucayali, y el de Gautier y Spichiger (1986) efectuado en el bosque húmedo de tierra firme de Jenaro Herrera-Iquitos, los cuales han sido principalmente investigaciones cualitativas. Dichas investigaciones “sirven fundamentalmente, para demostrar los efectos de los factores climatológicos en el desarrollo fenológico; encontrando que las observaciones fenológicas son los medios más sensibles para identificar las especies de plantas que responden a las condiciones climáticas y a los cambios climáticos” (Chmielewski y Rootzer, 2001).

Al no encontrarse trabajos de investigación sobre el tema, ni sobre temas relacionados en las bibliotecas de los centros de estudios superiores: Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Universidad Peruana Unión, Universidad Científica del Perú, Universidad Cesar Vallejo y Universidad Alas Peruanas; ni en las instituciones públicas como: Ministerio de

Agricultura, Autoridad Nacional del Ambiente, Instituto Nacional de Investigación de la Amazonia Peruana; la relevancia del tema sobre el efecto del cambio climático no solo radica en el problema socio-ambiental sino que denota ser una seria amenaza al desarrollo forestal ambiental por lo que justifica realizar el presente estudio efecto del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de siete especies forestales en un bosque establecido de: “Capirona”, “Shaina”, “Bolaina”, “Marupa”, “Teca”, “Eucalipto” y “Cedro Rosado”; durante, un periodo de 24 meses (agosto del 2013 a julio 2015), en la Región San Martín.

1.1 Objeto de la investigación

Especies forestales: “Capirona”, “Shaina”, “Bolaina”, “Marupa”, “Teca”, “Eucalipto” y “Cedro Rosado”; en un bosque establecido, ubicado en el Centro de Investigación y Enseñanza Académica del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Nor Oriental de la Selva-Banda de Shilcayo-San Martín.

1.2 Problema

¿Cuáles son los efectos cuantitativos del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de siete especies forestales en un bosque establecido, en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Nor Oriental de la Selva-Banda de Shilcayo-Región San Martín, en el periodo 2013-2015?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar los efectos cuantitativos del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de siete especies forestales: “Capirona” (*Calycophyllum spruceanum*), “Shaina” (*Colubrina grandulosa*), “Bolaina” (*Guazuma crinita*), “Marupa” (*Simarouba amara*), “Teca” (*Tectona grandis*), “Eucalipto” (*Eucaliptus glóbulos*) y “Cedro Rosado” (*Acrocarpus fraxinifolius*), durante el periodo 2013, 2014 y 2015 versus la serie 1980-2010 de acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Evaluar las variables forestales del área en estudio: “Capirona” (*Calycophyllum spruceanum*), “Shaina” (*Colubrina grandulosa*), “Bolaina” (*Guazuma crinita*), “Marupa” (*Simarouba amara*), “Teca” (*Tectona grandis*), “Eucalipto” (*Eucaliptus glóbulos*) y “Cedro Rosado” (*Acrocarpus fraxinifolius*).
- b) Comprobar los efectos cuantitativos de las variables del cambio climático de: temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, del periodo 2013 – 2015, comparados con sus patrones históricos de la serie 1981 – 2010, en el calendario fenológico de floración y fructificación de la: “Capirona” (*Calycophyllum spruceanum*), “Shaina” (*Colubrina grandulosa*), “Bolaina” (*Guazuma crinita*), “Marupa” (*Simarouba amara*), “Teca” (*Tectona grandis*), “Eucalipto” (*Eucaliptus glóbulos*) y “Cedro Rosado” (*Acrocarpus fraxinifolius*).
- c) Comparar mediante el análisis cuantitativo los efectos del cambio climático de: temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, del periodo 2013 - 2015; en el calendario fenológico de floración y fructificación de la “Capirona” (*Calycophyllum spruceanum*), “Shaina” (*Colubrina grandulosa*), “Bolaina” (*Guazuma crinita*), “Marupa” (*Simarouba amara*), “Teca” (*Tectona grandis*), “Eucalipto” (*Eucaliptus glóbulos*).

1.4 Campo de acción de la investigación

El campo de acción de la presente investigación consistió en la observación y evaluación del efecto cuantitativo del cambio climático (temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa) en el calendario fenológico de Floración y Fructificación de las siete especies forestales: “Capirona”, “Shaina”, “Bolaina”, “Marupa”, “Teca”, “Eucalipto” y “Cedro Rosado” del Centro de Investigación y Enseñanza Académica del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Nor Oriental de la Selva”- Banda de Shilcayo, para el periodo 2013 – 2015.

1.5 Hipótesis

H₁= El cambio climático de: temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, afecta cuantitativamente en el calendario fenológico de floración y fructificación de las siete especies forestales en un bosque establecido del Centro de Investigación

y Enseñanza Académica del Instituto de Educación Superior Tecnológico Publico “Nor Oriental de la Selva”.

H₀= El cambio climático de: temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, no afecta cuantitativamente en el calendario fenológico de floración y fructificación de las siete especies forestales en un bosque establecido del Centro de Investigación y Enseñanza Académica del Instituto de Educación Superior Tecnológico Publico “Nor Oriental de la Selva”.

1.6 Desarrollo de la investigación

En la presente investigación se desarrollaron las siguientes etapas:

1.6.1 Primera etapa: Facto perceptible

- Se efectuó la revisión bibliográfica referente a los antecedentes internacionales, nacionales, regionales y locales, relacionados al efecto cuantitativo del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de las especies forestales.
- Se realizó las identificaciones de las especies forestales en el Herbarium Amazonense de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana-Iquitos.
- Se ha efectuado la descripción dendrológica de las siete especies forestales y exóticas puesta en estudio.

1.6.2 Segunda etapa: Materiales y Métodos

- Caracterización y descripción del área de trabajo
- Materiales en general empleados en la investigación
- Diseño del modelo teórico y su implantación

1.6.3 Tercera etapa: Resultados y Discusión.

- Descripción y manejo de las especies forestales en el bosque establecido
- Validación el modelo teórico mediante el tratamiento estadístico de los datos observados y la predicción de datos actuales modelados y futuros.

1.7 Aportes de la investigación

1.7.1 Aporte teórico

El aporte teórico de la presente tesis es significativo y pertinente por el modelo de predicción de los efectos cuantitativos del cambio climatológico (temperatura,

precipitación pluvial y humedad relativa) en el calendario fenológico de floración y fructificación de las especies forestales, diseñado mediante la integración de las técnicas de análisis cualitativo-cuantitativo de Fournier y de análisis cuantitativo y correlación de Pearson.

Los resultados de esta investigación aportan conocimiento científico relacionado al efecto cuantitativo predicción del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación en especies forestales de rápido crecimiento en la amazonia peruana y será punto de partida para preparar calendario fenológico y planes de manejo forestal a nivel regional.

Las bases teóricas que sustentan esta investigación radica en los problemas ambientales producidas por el hombre y alteración que viene ocurriendo en el sistema climático (atmósfera, hidrósfera, criosfera, litósfera y biósfera) causando una gran variabilidad climática.

Los beneficiados con esta investigación será la población de la región San Martín, y la comunidad científica, para que luego el estado a través de las instituciones tome decisiones pertinentes.

1.7.2 Aporte práctico

Poner en conocimiento la propuesta de una metodología innovada y pertinente del comportamiento de las variables estudiadas, para ser aplicada por cualquier miembro de la comunidad científica que tenga interés de obtener datos futuros de los efectos cuantitativos del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de las especies forestales, lo que permitirá solucionar problemas generados por la tala indiscriminada de los bosques producidos por el hombre.

1.7.3 Novedad de la investigación.

La novedad de la presente tesis doctoral consiste en conocer la correlación que existe entre el efecto cuantitativo del cambio climático representado por la: temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa en el calendario fenológico de floración y fructificación, mediante la aplicación de un modelo original que integra el análisis cuantitativo de regresión y correlación de Pearson, y el análisis cuantitativo de Fournier, en la predicción de floración y fructificación por efectos cuantitativos del cambio climático, superando a otros modelos que solo tratan de distribución geográficas, fisiológicas en relación a factores abióticos e

interacciones intra e inter-específicas y espaciales, tal como indica García Valdez (2016).

1.7.4 Relevancia socio-ambiental

La relevancia socio-ambiental de la presente investigación será de importancia y trascendente, para la población en general, ya que permitirá analizar y explicar si los efectos cuantitativos del cambio climático han originado alteraciones en el calendario fenológico de floración y fructificación en las especies forestales a través del modelo predictivo en el campo forestal, contando con una metodología que serán utilizadas en las universidades e institutos de educación superior tecnológico que dan formación en las especialidades de Ingeniería Ambiental forestal, mejorando de esta manera la calidad de la enseñanza en el manejo de bosques de la región amazónica.

Utilizando el diseño no experimental de tipo longitudinal, se ha observado los parámetros de floración y fructificación de las especies forestales en un periodo de 24 meses, y por ser un procedimiento muy tedioso, los datos evaluados se procesó en programas de software estadístico como el Minitab y Excel para la elaboración del análisis de varianza ANOVA, los resultados muestran que cada especie tiene un modelo matemático diferente en la floración y fructificación frente al efecto cuantitativo del cambio climático a una probabilidad del 95%, con lo que recomendamos continuar realizando estudios relacionados con el efecto del cambio climático en el calendario fenológico con otros factores: ambientales, genéticos y fisiológicos que permitan conocer lo que sucede en la realidad en condiciones de un bosque establecido con estas especies.

1.8 Contenido de la tesis

El contenido de la presente investigación se ha distribuido en ocho capítulos, los cuales se describen a continuación en forma sucinta.

1.8.1 Introducción: Aquí se expone la temática, el problema y los objetivos de la investigación.

1.8.2 Revisión Bibliográfica: Es la base fundamental referente al tema que sustentan la investigación, así como la identificación y descripción de las siete especies forestales nativas y exóticas.

1.8.3 Materiales y Métodos: En este ítem se describen la caracterización del área en estudio: localización, vías de acceso, clima, suelo, fisiografía, topografía, ecología

y se detallan los materiales utilizados en la investigación, así como el diseño del modelo teórico a emplear y su implementación para realizar la parte experimental.

1.8.4 Resultados y Discusión: En estos capítulos se muestran la descripción de resultados como consecuencia de la observación y toma de datos de floración y fructificación de las especies forestales y datos meteorológicos (temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa), y comparar la obtención de los modelos matemáticos de cada especie para luego convertir en la aplicación del modelo propuesto y su posterior discusión; entre ellos tenemos los coeficientes de determinación, correlación, y ecuación de los modelos de regresión para floración y fructificación de las especies forestales, para su comparación con otras investigaciones y realizar el contraste con los resultados obtenido en la investigación.

1.8.5 Conclusiones: Aquí se lista las conclusiones que son consecuencia de la discusión de resultados.

1.8.6 Recomendaciones: Son enunciados que servirán para motivar a autoridades y a funcionarios, así como a miembros de la comunidad científica, sobre la aplicación de los resultados de la investigación.

1.8.7 Referencia Bibliográfica: Se presentan el listado de todas las consultas bibliográficas realizadas, de acuerdo a las normas establecida por la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

1.8.8 Anexos: Se adjunta solo lo necesario para el mejor entendimiento de la investigación, tales como: constancias, cuadros, tablas, fotografías y planos, que concierne a la investigación.

CAPITULO II

REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Antecedentes

Kramer y Kozlowski (1960), Kozlowski (1971), Larcher (1977), y Fournier & Herrera (1986); indican que las condiciones ambientales: Luz, temperatura, precipitación pluvial, humedad, vientos y gases que rodean al individuo, unidas a las características físicas y químicas, geológicas, topográficas y biológicas del suelo, determinarán el curso del desarrollo vegetativo y reproductivo en las plantas.

Hughes (2000), sostiene que los efectos del cambio climático sobre los seres vivos, se pueden clasificar en cuatro categorías: fisiológicos (fotosíntesis, respiración, crecimiento); distribución geográfica (tendencia de algunas especies a desplazarse hacia mayores altitudes o hacia los polos); fenológicos (alteración de ciclo de vida por efecto de foto-período, horas/frío, etc.); y adaptación (cambios micro-evolutivos *in situ*). A esto habría que agregar que muchas especies, sobre todo aquéllas de distribución restringida, incrementarán su riesgo de extinción y algunas de hecho se extinguirán por efecto directo del cambio climático.

Según Bendix. *et al.*, (2006), mencionan que el conocimiento preciso de la incidencia que tiene la precipitación y la temperatura sobre la intensidad y periodicidad de la floración en las especies de mangle, permitirá además, predecir con mayor exactitud los efectos del cambio climático sobre la fenología reproductiva. Incluso estas variables climáticas inciden fuertemente en la intensidad y periodicidad de la floración en plantas de bosques húmedos tropicales de montañas, que no presentan una estación seca que sincronice la fenología.

Borchert (1996), señala que las diferencias fenológicas de 18 especies tropicales mediante el uso de colecciones de herbario, encontró que el ámbito de la variación geográfica tiene un rol importante en el comportamiento de las especies. Además destacó que las diferencias en la duración y la autenticidad de la época seca afecta mucho la sincronía de la floración y fructificación.

La fenología floral de especies arbóreas se ha estudiado principalmente en regiones templadas y en lugares con clima tropical seco estacional (Borchert *et al.*, 2005), manifiesta que la precipitación regula la floración al incidir en la disponibilidad de agua en el suelo y en el estatus hídrico de las plantas Borchert (2009).

Este mismo autor indica que en el caso de las plantas tropicales se han registrado numerosos patrones de floración que se generan como consecuencias de combinaciones específicas para cada especie de factores endógena y ambiental.

Al respecto Chuine y Beaubien (2001), concluyen que actualmente los estudios fenológicos han tomado una mayor importancia debido al proceso de calentamiento

global, ya que se ha observado que los procesos biológicos de supervivencia y éxito reproductivo expresados en función de la fenología pueden mejorar la precisión de los modelos de predicción de la distribución futura de las especies.

Elsa y Caiza (2011), sostienen que:

- a) La descripción Dendrológica permitió tener un conocimiento más amplio de las especies en estudio, combinando los datos obtenidos en el campo con la consulta de claves y fuentes bibliográficas.
- b) La floración, es un fenómeno que se puede considerar dependientemente de los factores de temperatura, precipitación y humedad relativa, para el caso de las especies estudiadas de alguna manera determinaron la intensidad de la floración, puede ser que además de los factores en estudio también intervinieron otro como hábitat, calidad de sitio, genético, entre otras.
- c) La floración se inicia con la presencia de la precipitación y humedad; con una medida de 4,3 mm. Cuando la floración se encuentra al 80 %, subió a 22, 8 mm y cuando empieza a decrecer un 10%, de la floración esta vuelve a subir llegando al 77,7mm, en consecuencia la humedad también se eleva de 13,7% a 73.3 %, en cambio la temperatura se mantiene estable apenas sube 1°C hasta el final de la floración.

La fenología constituye una ayuda que puede aportar al conocimiento más específico de las especies forestales, en particular, brinda información sobre aspectos como: las épocas de floración, fructificación, la cantidad de follaje, brotación de hojas y fruto y su relación con factores climáticos o estímulos ambientales (Fournier, 1967; Bullock y Bawa, 1981; Bullock *et al*, 1983 y Céspedes, 1991).

El Panel Intergubernamental sobre el cambio climático-IPCC (2007), pública que el cambio climático viene afectando la biodiversidad por: Cambios en los eventos biológicos (fenología). Entre estos destacan modificaciones en las épocas de tiempo de floración y crecimiento de las plantas. Cambio en la morfología, fisiología y conducta en algunas especies, se han observado alteraciones de los tamaños y la edad a la madurez sexual.

Tanto Fournier y Charpantier (1975), sostienen que para el estudio fenológico de los árboles tropicales es recomendable el empleo de una muestra de diez (10) individuos por especie, seleccionada en orden de aparición en el bosque. Sin embargo, cuando esto no es posible, una muestra de cinco (05) individuos escogidos al azar o en forma sistemática también es suficiente para este tipo de estudio. En lo que respecta a la frecuencia en las observaciones, es deseable que éstas se lleven a cabo quincenalmente,

pero una información por mes suministra también información fenológica sobre la comunidad forestal.

Goudriaan y Bijlsa, (1987), expresan que un incremento del CO₂ aumenta el crecimiento vegetal. Altos niveles del CO₂ estimulan la fotosíntesis por ser que ambos CO₂ y C₂ compitan por el mismo sitio sobre la enzima rubisco.

Hansen *et al.*, (2001), IPCC (2007), manifiestan que la relación entre clima y uso del suelo sobre la biodiversidad todos los sistemas ecológicos son dinámicos y que si bien es cierto la variaciones en el clima, perturbaría otros procesos ecológicos que son requeridos para mantener algunas especies y comunidades, el cambio en la biodiversidad en la última década ha sido muy acelerado debido a cambios en el uso del suelo y posiblemente al cambio climático inducido por la actividad humana.

Hansen *et al.*, (2001), determinan que la incertidumbre en cuanto a la magnitud de los efectos del cambio climático, sin embargo estos están ocurriendo de manera acelerada, en comparación con los plazos requeridos para la adaptación de las especies. Este hecho repercutirá en un acelerado cambio en el rango de especies, extinción y desequilibrio de la dinámica de los ecosistemas.

Magaña y Gay (2002), informan que la magnitud del impacto del cambio climático no dependerá exclusivamente de los cambios en la temperatura o en los factores de precipitación, sino también en su interacción y sinergia con otros factores, tales como la pérdida, fragmentación y degradación de los hábitats y la introducción de especies invasoras.

Márquez (2007), refiere que el ciclo reproductivo de las coníferas han identificado seis factores que contribuyen a inducir la floración:

- a) La presencia de hormonas inductoras de floración.
- b) La relación adecuada de nutrientes.
- c) La humedad del suelo
- d) La calidad de la luz solar y el fotoperiodismo.
- e) La temperatura.
- f) Estado fisiológico.

Tres de estos factores están directamente relacionados con el clima (c, d y e) por lo que el cambio climático modifica la temporalidad de dicho ciclo.

Menzel y Fabián (1999), mencionan que una ampliación en la estación de crecimiento en especies europeas, 6 días de primavera y 4.8 en el otoño con base en un registro de 30 años a partir de 1960, estas observaciones nos llevan a la necesidad de

ajustar los programas de manejo forestal periódicamente, tanto para la producción de madera como para los programas de restauración, reforestación y conservación.

Usher *et al.*, (2005), determinan que:

- a) Las consecuencias del actual cambio climático sobre la biodiversidad ya se están produciendo, observándose cambios en la fenología y distribución de animales y plantas asociados a los patrones de temperatura inducidos por el hombre.
- b) Encontramos la alteración en las épocas de floración y fructificación de las especies forestales producto de la temperatura y precipitación pluvial y del ambiente natural así como también por las características de cada especie.

Morellato (2003), establece que:

- a) Para comprender los impactos del cambio climático en la fenología deberían analizar las hipótesis alternativas sobre como los factores abióticos: la precipitación, temperatura y las interacciones ecológicas determinan los patrones fenológicos de floración de las especies forestales.
- b) Los datos del cambio climático disponible para algunos pueden permitir la estimación de parámetros importantes con cierto detalle los futuros estudios fenológicos pueden trazarse desde su amplio rango de herramientas que desafían los pronósticos de diferentes hipótesis, incluyendo las “redes fenológicas “que buscan recolectar observaciones a largo plazo de los fenofases de las especies nativas de las regiones.

Los patrones fenológicos de las especies forestales de los bosques tropicales son muy diversos y todavía no bien conocidos. Ese conocimiento es fundamental para el entendimiento de la ecología y evolución de las especies y comunidades tropicales. Los ciclos reproductivos de las plantas afectan las interacciones y factores de competencia por recursos de las especies del bosque Newstrom *et al.*, (1994).

Parmesan y Yohe (2003), mencionan que:

- a) Existe una clara huella del clima en los cambios espaciales y temporales de 279 especies. Las observaciones realizadas a través de una red sistemática de un conjunto de datos fenológicos (más de 1000.000 series de observaciones para 542 especies de plantas).
- b) En 21 países Europeos para el periodo 1971 al 2000 han evidenciado pruebas de su adelantamiento en la foliación, floración y fructificación de plantas silvestres europeas.

Mostacedo *et al.*, (2003) determinan que:

a) Los procesos fenológicos de los árboles están fuertemente relacionados con las variables climáticas (temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa).

b) El calendario interno de cada especie tiene su importancia para el manejo de la misma. Esto nos permite saber cuándo colectar semillas; si la especie responderá en plantaciones o no, cuáles son las mejores condiciones para su reproducción y crecimiento, y si la especie es decidua o no, entre otros.

Sherry *et al.*, (2007), mencionan, que la fenología reproductiva de las especies forestales ha mostrado su sensibilidad a los indicadores del clima, de tal manera que se han observado variaciones en los periodos reproductivos de las especies forestales ya sea retrasando o adelantando la producción de semillas.

Abu *et al.*, (2001), indican que el efecto observado es la ampliación del periodo de floración en 89 especies de la zona de Washington DC. Analizando registros de 30 años, la primera floración ha mostrado un avance de 32 a 46 días en tanto que la última se ha retardado 31 a 104 días correlacionándose directamente con el incremento local de las temperaturas mínimas.

Mosseler *et al.*, (2000); determinan que es necesario realizar estudios correlacionando al potencial y la eficiencia de producción de semillas con variable climáticos como la temperatura, precipitación y con la edad de los árboles.

A su vez Brako y Zaruchi (1993); mencionan que encontraron que la floración de las especies forestales se encuentran entre los meses de enero a mayo y la fructificación durante todo el año.

Calzada (1980), indica que:

a) La Investigación, realizada señala que en el Brasil el periodo de floración de las especies forestales ocurren entre los meses de septiembre y noviembre, mientras que la fructificación se realiza de enero a julio.

b) Para la cordillera de los Andes y en Belem do Pará (Brasil), todo el año con mayor producción de frutas en los meses de diciembre, enero y marzo.

Vilches y Murillo (1995), establecen a su vez que la fenología contribuye a la solución de muchos problemas forestales, utilizando metodología para comprender mejor la biología de la reproducción de las especies y la dinámica de las comunidades.

Wright (1962); refiere que las especies forestales, sus poblaciones y familias están constituidas por un conjunto de individuos que comparten características generales pero que, a su vez difieren totalmente en sus genotipos, de tal manera que aquellas cualidades que las agrupan junto con los invisibles medios de interacción genética, les dan

identidades generales a cada una de las expresiones iniciales (especies, poblaciones y familias), operan su existencia en sitios, mediante una red de interacciones múltiples de factores limitantes tanto físicos como químicos y en muchos casos la interdependencia funcional; estos factores y sus efectos son los responsables de la fenología global de las especies y sus poblaciones.

El estudio de los ciclos estacionales de floración y fructificación de las comunidades de plantas ha sido uno de los temas de la ecología que ha recibido considerable atención, ya que estos eventos son fundamentales para entender las interacciones entre las plantas, los animales y el ambiente, la dinámica de poblaciones, biodiversidad, productividad y organización de las comunidades Williams y Meave (2002).

Ramírez y Álvarez (2000), reportan de esta manera:

- a) Es necesario el conocimiento de la biología de la floración, fructificación y la producción de semillas de especies forestales en esta parte del trópico.
- b) Es importante conocer la época del año que florecen y fructifican las especies forestales, para programar las actividades de abastecimiento de semillas, ya sea para la producción de plantón en vivero y/o el establecimiento de áreas bajo la regeneración natural.
- c) La fenología juega un papel importante como la ciencia que relaciona los factores climáticos principalmente: la temperatura y la precipitación, con el ritmo periódico de los fenómenos biológicos acomodados en el tiempo como la brotación de hojas, florescencia, maduración de frutos,
- d) La floración de las 28 especies forestales en estudio, han encontrado que varían en función a la especie entre los meses de febrero, marzo, abril y mayo inclusive en el mes de junio, en época de invierno.

Arévalo *et al.*, (1998), determinaron que en la Región San Martín (Distrito de Buenos Aires) y también parte de la Amazonia Peruana (Distrito de Jenaro Herrera) viene sufriendo alteraciones por el clima, sobre todo en los parámetros importantes: temperatura y precipitación pluvial, estos cambios vienen afectando y variando el calendario fenológico de floración de algunas especies forestales.

Baluart (1995), refiere que:

- a) La floración de la mayoría de las especies estudiadas muestran estrechas correspondencia con la estación seca y el inicio de la estación lluviosa.
- b) El calendario fenológico contrastado con las curvas climatológicas indica que permite agrupar las especies en los siguientes grupos: Mono modal: Capirona y

canela Moena; bimodal: ayahuman. Todas las especies puestas en estudio pertenecen al grupo modo modal.

- c) La fructificación y diseminación de las semillas de algunas especies forestales, indica que ocurre en la época de vaciante del río y estación lluviosa asegurando de esta manera el prendimiento de la semilla en tierra firme acompañado del riego natural proveniente de las precipitaciones pluviales.

Baluarte (2011); señala que las fases fenológicas de quince especies forestales estudiadas muestran mucha sincronización con los eventos climáticos que catalizan positivamente la reproducción de las especies y contribuyen a la regeneración del bosque inundado. Así el periodo de floración de los árboles estudiadas muestran mucha coincidencia con la época de lluvias, que en Jenaro Herrera se inicia en el mes de octubre, siendo más intensa entre los meses de marzo, abril y mayo, mientras que la fructificación del 65% de las especies estudiada ocurre simultáneamente con el periodo de inundación de los bosques ribereños es decir, entre los meses de febrero a junio, alcanzando su mayor valor entre marzo a mayo.

El informe del Centro de Investigación Jenaro Herrera (C.I.J.H) (1991), afirma que el estudio del calendario fenológico de 108 especies forestales, ocho de ellas como: el tornillo, Marupa, cara huasca, huacapú, goma pashaco, pashaco curtidor, tangarana de altura y aguano Cumala, florecen los meses de enero, febrero y marzo. La especie Marupa florece en los meses de enero y febrero.

El Proyecto Especial Pichis Palcazú, (PEPP) (1987), en su informe indica que la especie Capirona, florece y fructifica en los meses de febrero y marzo.

La Segunda Convención sobre el Cambio Climático realizado en Tokio-2007, informan que: hay evidencias que el régimen de temperaturas y precipitaciones están cambiando a lo largo del país (IPCC, 2007). Los escenarios del cambio climático estiman que estos cambios se incrementarán con el tiempo. Para el año 2030, la temperatura mínima de aire aumentaría en el país entre 0,4 y 14°C en especial en la Costa y Selva Norte, Sector Central y Norte del Sector Sur Andino, con respecto a las precipitaciones, en el 2030 las precipitaciones anuales mostrarían deficiencias mayormente en la sierra entre -10% y -20%, en la selva norte y central (selva alta) hasta -10%, los incrementos más importantes se darían en la Costa Norte y selva sur entre +10% a +20%.

En un intento por superar las limitaciones que se tenía por el desconocimiento de la fenología de las especies forestales, en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt,

en 1974 se puso en marcha la recopilación y registro de todos los datos sobre la fenología que fueron colectados de varias fuentes dando posteriormente como resultado en 1977 el calendario fenológico provisional de 53 especies mostrando las épocas de floración, fructificación, maduración y diseminación (Trucio, 1986).

La importancia científica y tecnológica del conocimiento fenológico en plantas tropicales, ha sido considerada por varios autores: (Fournier 1967, 1974, 1986, Frankie *et al.*, 1976, Borchert 1980, Newstrom y Frankie 1994).

Fournier (1976), refiere a la fenología como al estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo como la brotación, la maduración de los frutos principalmente.

(Volpe 1992, Villalpando y Ruiz 1993, y Schwartz 1999), definen la fenología como el estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas.

Borchert (1980), señala que la fenología es la repetición anual de etapas de desarrollo consecutivas, y la reconoce como una característica general de los árboles.

Morellato (1995), refiere que la fenología como el estudio de fases o actividades del ciclo de vida de las plantas o animales y como una ocurrencia temporal a lo largo del año, que contribuye al entendimiento de patrones reproductivos y vegetativos de las plantas y animales de las que ellas dependen.

Reynel y Pennington (2003), describen la fenología como el estudio de los patrones de anualidad y periodicidad en la formación y desarrollo de los órganos de las plantas, información que resulta relevante para la planificación de la recolección de frutos y semillas en el estado apropiado de madurez. Como es natural, estos fenómenos se relacionan con el clima de la localidad en que ocurre y viceversa; de los estudios fenológicos se puede extraer información de secuencias relativas al clima y sobre todo al microclima, ni uno ni el otro se conocen debidamente (Azkue, 2000).

Wang (1981), menciona una comprensión de las relaciones entre la planta y su medio, solo se logra mediante un buen conocimiento de las características genéticas, fisiológicas y estructurales del organismo y su ambiente.

2.2. Referentes teóricos del modelo

2.2.1. Conceptualización de cambio climático

El clima, se suele definir en sentido restringido como el estado promedio del tiempo y, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo atmosférico en términos de los valores medios y de la variabilidad de las

magnitudes correspondientes durante períodos que pueden abarcar desde meses hasta millares o millones de años (IPCC, 2007).

Los elementos del clima son:

- a. La temperatura, es el grado de calor o frío que presenta la atmósfera en un área geográfica determinada.
- b. Precipitación Pluvial, es la caída del agua, en cualquiera de sus formas (lluvia, granizo, etc.), sobre la superficie.
- c. Humedad Relativa, se forma de la acción del calor, pues este genera la evaporación de las masas de agua.
- d. Presión Atmosférica, es la fuerza que ejerce la atmósfera (por el peso que tiene) sobre la superficie terrestre.

2.2.2. Cambio Climático

Es el cambio en la distribución estadística de los patrones meteorológicos durante un periodo prolongado de tiempo (décadas a millones de años). Puede referirse a un cambio en las condiciones promedio del tiempo o en la variación temporal meteorológica de las condiciones promedio a largo plazo (por ejemplo, más o menos fenómenos meteorológicos extremos). Está causado por factores como procesos bióticos, variaciones en la radiación solar recibida por la Tierra, tectónica de placas y erupciones volcánicas. También se han identificado ciertas actividades humanas como causas significativas del cambio de clima reciente, a menudo llamado *calentamiento global* (America's Climate Choices, 2010).

Entre los efectos perniciosos del cambio climático sobre los bosques destacan su capacidad de modificar la distribución geográfica y el funcionamiento de las especies arbóreas.

Desde el punto de vista del autor, es preciso desarrollar herramientas que permitan predecir la magnitud de dichos impactos en el futuro. La aplicación de enfoques experimentales en árboles es muy limitada debido a sus largos ciclos de vida y maduración. Entonces, la modelización matemática es imprescindible para estudiar, y entender, las respuestas de los bosques a esta dimensión del cambio global.

2.2.3. Calendario fenológico de floración y fructificación.

a) Fenología

La fenología es el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico, por ejemplo, la brotación, la florescencia, la maduración de los frutos; tales fenómenos relacionados directamente con el clima de la zona en que ocurren. Los estudios fenológicos son importantes componente de la biología de poblaciones de plantas y la ecología de comunidades; hacen énfasis en que los patrones de crecimiento temporal y reproducción en plantas tienen una importante influencia en la estructura y dinámica de comunidades animales, responden sustancialmente a las preguntas actuales de la biología de poblaciones vegetales (Fontquer 1985; Newstrom *et al.*, 1994).

b) Fenológico de floración y fructificación

El conocimiento de las épocas de floración y fructificación es importante para la conservación de recursos genéticos y el manejo forestal de bosques primarios, secundarios pues marca los meses en los que ocurre, ayudando a la planificación de colectas de semilla y la detección de las mejores procedencias de germoplasma (Vílchez *et al.*, 1995). El conocimiento de los sistemas de reproducción de las especies es muy importante en los trópicos, ya que, en éstos, muchas especies presentan baja densidad natural, la cual se acentúa por actividades de extracción selectiva. Por otra parte, se sabe que los ritmos anuales de los árboles responden a los cambios en el tiempo o condiciones climáticas, por ello, el estudio de la fenología es de interés especial por los efectos de calentamiento climático sobre la condición del bosque. (Chuine y Beaubien 2001).

A pesar de la gran importancia del conocimiento fenológico de las especies, éste aún es muy escaso y fragmentario particularmente en las regiones tropicales. (Fournier y Charpantier 1975).

2.3. Bosque de especies forestales

Un bosque es un ecosistema donde la vegetación predominante la constituyen “los árboles y matas” (Diccionario de la lengua española, 2015). Estas comunidades de plantas cubren grandes áreas del globo terráqueo y funcionan como hábitats para los animales, moduladores de flujos hidrológicos y conservadores del suelo, constituyendo uno de los aspectos más importantes de la biosfera de la Tierra. Aunque a menudo se han considerado como consumidores de dióxido de carbono atmosférico, los bosques maduros son prácticamente neutros en cuanto al carbono, y son solamente los alterados

y los jóvenes los que actúan como dichos consumidores (Broeker 2006, Pregitzer and Uskirchen 2004). De cualquier manera, los bosques maduros juegan un importante papel en el ciclo global del carbono, como reservorios estables de carbono y su eliminación conlleva un incremento de los niveles de dióxido de carbono atmosférico. Estos mismos autores manifiestan que Los bosques representan uno de los tipos ecosistemas terrestres más importantes, tanto por la biodiversidad que albergan como por los servicios ecosistémicos que proporcionan. Por eso es necesario estudiar y anticipar las amenazas que existen sobre ellos. El cambio climático es una de las mayores amenazas sobre estos ecosistemas y es preciso investigar cuáles serán sus efectos en el futuro. La creciente disponibilidad de datos (p.ej. los inventarios forestales), y un aumento de la capacidad analítica (p.ej. mediante nuevas metodologías de análisis numérico y una mayor capacidad computacional), están permitiendo mejoras sustanciales en las predicciones de los efectos del cambio climático sobre los bosques.

Por lo tanto es necesario la revisión de algunas herramientas de modelización, usadas en combinación con datos provenientes de inventarios forestales, para predecir los efectos del cambio climático en la distribución y funcionamiento de distintas especies de árboles. Prestando una especial atención a los estudios que han utilizado el inventario forestal nacional peruano. Asimismo, discutiremos cuales son los avances más relevantes derivados del uso de estas herramientas y que oportunidades, y retos, existen en el futuro de la modelización de los impactos del cambio climático en los bosques; para luego proponer un modelo innovado y pertinente que permita predecir los efectos cuantitativos del cambio climático en el calendario fenológico de las especies forestales.

2.4. Aporte de científicos e investigadores

Según García-Valdés, Rzorg y Morales-Castilla (2016), presentan los siguientes modelos:

a. Modelos de distribución de especies (MDE).

Los Modelos de Distribución de Especies (MDE) representan la aproximación más sencilla al estudio de los efectos del cambio climático en la distribución de especies, y tal vez esa sencillez sea la que explique su éxito y amplia utilización por la comunidad científica (Araujo y Peterson 2012). Estos modelos relacionan estadísticamente (p.ej. mediante modelos de regresión, de clasificación o de aprendizaje automatizado) los registros de presencia y/o ausencia de una especie en un área determinada con distintas variables abióticas, generalmente climáticas (p.ej.

temperatura, precipitación u horas de radiación solar), en esas zonas (Guisan y Zimmermann 2000). La relación estadística obtenida se puede extrapolar a otros contextos espaciales o temporales, por ejemplo, al contexto climático previsto para el futuro (mediante p.ej. modelos de circulación global (Pachauri, Allen, Barros, Broome, Cramer, Christ, Church, Clarke, Dahe, Dasgupta 2014). Esto permite predecir las zonas que serán óptimas para cada especie en un contexto de cambio climático (Araújo y New 2007).

b. Modelos eco fisiológicos de crecimiento (MEC).

Una alternativa a los modelos de distribución de especie consiste en profundizar en los mecanismos que generan las relaciones observadas entre distribución y clima, modelizando directamente los complejos procesos que determinan las respuestas, de cada una de las especies, al clima. Los modelos eco fisiológicos de crecimiento (MEC) son modelos que estudian las respuestas de cada especie arbórea al ambiente, a través de distintas funciones del ecosistema (p.ej. crecimiento, absorción de agua y nutrientes, productividad vegetal, etc.), las interacciones entre estas funciones, y los componentes del ambiente (p.ej. el clima). Un ejemplo de este tipo de modelos en el contexto de los bosques españoles lo proporciona GOTILWA+ (del inglés “Growth Of Trees Is Limited by Water”, <http://www.creaf.uab.cat/gotilwa+/>) (Gracia, Tello, Sabaté, Bellot, 1999); (Gracia, Sánchez, Sabaté 2004). Éste es un MEC capaz de simular el crecimiento de masas forestales en base a mecanismos como la fotosíntesis, la conductancia estomática, la respiración autotrófica y heterotrófica, y sus interacciones con el clima, el suelo y la gestión forestal.

c. Modelos de meta poblaciones (MM)

Levins (1969) y Hanski (1991) indican que los modelos de meta poblaciones (MM) consideran como unidad de estudio distintas poblaciones interconectadas entre sí, estudian dos procesos demográficos subyacentes a la distribución de especies, la colonización local (p.ej. aparición de una especie en una zona en la que ésta no se había observado anteriormente) y la extinción local (p.ej. desaparición de una especie de una zona en la que sí se había observado su ocurrencia con anterioridad). De esta forma, los MM incluyen la dimensión de la dispersión en la modelización de la distribución de especies. Además, a diferencia de los modelos correlacionales (p.ej. los MDE), cuando se dispone de datos de más de un momento en el tiempo los MM no precisan de la asunción de que las especies ocupan sus límites climáticos. De manera general los MM se rigen por los siguientes criterios: (a) el hábitat se divide

en teselas discretas, (b) todas las poblaciones que habitan en dichas teselas tiene cierto riesgo de extinción, (c) la dispersión ocurre en todas las teselas de hábitat, (d) la dinámica en las teselas es asincrónica, y (e) en el modelo se ignora la dinámica poblacional dentro de cada tesela (por ejemplo Hanski 1999).

d. Modelo de sucesión forestal (MSF) que incluye interacciones bióticas

La competencia es uno de los procesos fundamentales en la regulación de la distribución de especies, especialmente a escalas locales (Tilman 1982). De hecho, se ha demostrado que tener en cuenta las interacciones entre especies puede mejorar la capacidad predictiva de los MDE (Leathwick y Agustin 2001; Araújo y Luoto 2007; Heikkinen, Luoto, Virkkala, Pearson y Korber 2007; Bateman, VanDerWal, Williams y Johnson 2012). Asimismo, las interacciones bióticas juegan un cierto papel, aunque menor que el de la dispersión y el clima, en determinar la probabilidad de colonización y extinción local de las especies arbóreas (García-Valdés, Gotelli, Zavala, Purves y Araújo, 2015a). No obstante, las interacciones inter-específicas suelen ser ignoradas en las predicciones de los efectos del cambio climático sobre la distribución de especies, especialmente a escalas espaciales amplias (Pearson y Dawson 2003).

A escalas espaciales más pequeñas sí suelen considerarse estas interacciones a la hora de modelizar el funcionamiento de los bosques, mediante, por ejemplo, los modelos de sucesión forestal (MSF; también llamados modelos GAP; ver p.ej. Larocque, Shugart y Holm 2016). Estos modelos consideran factores bióticos (interacciones intra- e inter-específicas) y abióticos (clima, características del suelo, etc.) como variables predictivas para determinar distintos procesos demográficos (p.ej. crecimiento, regeneración y mortalidad) de cada árbol en una parcela determinada. Este tipo de modelos puede simular distintas funciones y características de un bosque, como son su biomasa, composición de especies y productividad (p.ej. Bugmann 1994). Los MSF comparten una serie de asunciones generales: (1) el bosque se simula como un conjunto de pequeñas porciones (parcelas) que pueden encontrarse en momentos distintos de la sucesión, (2) la posición de cada árbol dentro de cada parcela no es tenida en cuenta, (3) la copa de los árboles es considerada como una fina capa que ocupa toda la parcela y que ejerce sombra sobre todos los árboles que están debajo y (4) cada parcela es independiente de las que la rodean.

Combinando la dispersión y las interacciones bióticas

Una limitación tanto de los MSF como de los MDE, es que no suelen considerar la dispersión de especies, lo que limita su aplicación para hacer predicciones realistas del movimiento de estas especies en un contexto de cambio climático. No obstante, en un reciente estudio de García-Callejas, Molowny-Horas y Retana (2016) se usaron datos del Inventario Forestal Nacional (IFN) para calibrar un modelo que simulaba, además del crecimiento de cada árbol en la parcela y su probabilidad de supervivencia en función de variables abióticas y bióticas, la dispersión entre parcelas usando datos de colonizaciones entre el IFN2 y el IFN3. Este modelo representa un importante avance hacia la integración de los MSF, que incluyen interacciones inter-específicas, y los MM, que incluyen la dispersión de las especies. En el cuadro 1 se presenta la comparación de los 4 modelos expuestos por García-Valdez. (2016)

Cuadro 1:

Comparación de Modelos sobre efectos cuantitativos del cambio climáticos en especies forestales

Tipo de modelo	MDE	MEC	MSF	MM
Tipo de datos	Presencia y/o ausencia de resolución media (piel)	Demografía y fisiología	Demografía y fisiología	Presencia y ausencia a resolución alta (tesela) en distintos momentos temporales
Disponibilidad de datos	Alta	Baja	Baja	Media
Numero de parámetros	Bajo	Alto	Alto	Medio
Complejidad	Baja	Alta	Alta	Media

Capacidad de calibración	Alta	Baja	Baja	Media
Procesos ecológicos	Relaciones entre distribución y factores abióticos	Procesos eco fisiológicos en relaciones a factores abiótico	Proceso eco fisiológico en relación a factores abióticos en interacciones intra e inter-específicas	Procesos demográficos en relación a factores abióticos y espaciales
Procesos evolutivos	Si	No	No	No
Escala de aplicaciones	Local y global	Local	Local	Local y Regional

Fuente: Tomado de García-Valdez (2016)

e. Modelo Cualitativo de Fournier y Charpantier

El método de evaluación y toma de muestra se realizaron mediante la relación de la intensidad obtenida por el método visual utilizando una escala de cinco puntos de acuerdo a la metodología de Fournier (1974), la cual aplica la siguiente escala:

- 0: ausencia de característica, con un ámbito de 0%
- 1: presencia de característica, con un ámbito de 1-25%
- 2: presencia de característica con un ámbito de 26-50%
- 3: presencia de característica con un ámbito de 51-75%
- 4: presencia de característica con un ámbito de 76-100%

En esta escala permite medir el estado fenológico de cada uno de los individuos que componen una muestra. En cada una de las observaciones, la suma de los valores correspondientes al total de la muestra de cada especie facilita el análisis del progreso de las características que se estudia.

Para el caso se debe contar con 5 individuos, de cada especie, cuyos valores de floración para una determinada observación serán de 2, 3, 3, 3 y 4 respectivamente, el total observado será de 15 puntos. Como el máximo posible para cada muestra es de 20 puntos, si los 5 individuos alcanzan en todos los casos el valor de 4 en la escala, el valor observado indica que en ese momento la floración está cercana a un 75 por ciento Fournier (1974).

Como se puede apreciar ninguno de los cuatro (04) modelos mencionados por (García-Valdez 2016), son aplicables al efecto del cambio climático sobre el calendario fenológico de floración y fructificación de especies forestales, sino a procesos ecológicos y demográficos.

Por otro lado, con el método de Fournier y Charpantier (1975), se determinan la intensidad de la relación del cambio climático sobre la floración y fructificación de especies forestales.

2.5. Descripción de las especies forestales nativas y exóticas

2.5.1. Descripción de las especies forestales nativas

2.5.1.1. Descripción de la especie capirona.

Especie nativa puesta en estudio ha sido Identificado, certificado y validados por especialista del Herbarium Amazonense–AMAZ - del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – Iquitos.

Según Tandazo (2008), la especie pertenece a la familia Rubiaceae, con nombre científico (*Calycophyllum spruceanum*), crece en la amazonia de Perú y Brasil, en el Perú se encuentra en los departamentos de Amazonas, San Martín, Huánuco, Loreto, Madre de Dios y Ucayali. Se desarrolla en bosques primarios y secundarios, en terrenos periódicamente inundados, en las formaciones ecológicas de bosque seco tropical, bosque húmedo tropical o bosques muy húmedos tropicales. A veces crece en comunidades - manchales, llamadas capironales.

2.5.1.2. Descripción de la especie shaina.

Especie nativa puesta en estudio ha sido Identificado, Certificado y validado por los especialistas del Herbarium Amazonense–AMAZ - del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – Iquitos.

Según Semifor (2012), describe que la especie pertenece a la familia Rhamnaceae y de nombre científico (*Colubrina glandulosa*), es un árbol de unos 25 a 30 m de altura, mayormente en la Región Amazónica, en Brasil, Perú, Colombia y las Guayanas, debajo de los 700 msnm. Es una especie con tendencia heliófila, presente en bosques secundarios, en suelos arcillosos a limosos con tendencia acida. Las flores son amarillento-blancas, producido en diciembre y enero. El fruto es una capsula redonda de color amarillo, tornándose marrón oscuro y dehiscentes al madurar, producida en Febrero-Mayo.

2.5.1.3. Descripción de la especie bolaina.

Esta especie fue puesta para nuestro estudio, y ha sido Identificado, Certificado y Validado por los especialistas del Herbarium Amazonense–AMAZ - del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – Iquitos.

Según Tandazo (2008), Describe que esta especie pertenece a la familia Sterculiaceae y nombre científico de (*Guazuma crinita Martius*), es un árbol que alcanza 35 m de altura y 50 cm de diámetro; tronco *circular, sin aletones o éstos extendidos y ramificados. Copa plana o aparasolada*, sobre el tercio superior. Se encuentra en los departamentos de Amazonas, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali, entre 0 y 1000 msnm. La especie existe en bajas cantidades en la Amazonía central y en cantidades medias en la Amazonía sur del Perú.

2.5.1.4. Descripción de la especie marupa.

Especie puesta en estudio fue Identificada, Certificada y Validada por los especialistas del Herbarium Amazonense–AMAZ - del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – Iquitos.

Encarnación (1983), describe que pertenece a la familia Simaroubaceae de nombre científico (*Simarouba amara Aublet*), se encuentra distribuida en bosques primarios desde América Central (Antillas Menores y Ecuador) hasta la Amazonía (Perú, Bolivia, Venezuela, Colombia y Ecuador), donde ocupa bosques no inundables; en el Perú se encuentra en la Amazonía: Loreto, San Martín y Ucayali.

Escudero (1980), menciona, que la *Simarouba amara* (Marupa), es un especie de rápido crecimiento, y ha demostrado un porcentaje de supervivencia de 85.4% en campo abierto y de 92.5% bajo cobertura. Asimismo indica que es una especie ávida de luz que posee un alto poder germinativo.

Lao y Flores (1972), describen a la *Simarouba amara*, como árboles de 25 metros a más de altura y 50 centímetros de diámetro.

2.5.2. Descripción botánica de las especies exóticas

2.5.2.1. Descripción de la especie teca

Especie en estudio fue Identificada, Certificada y Validada por los especialistas del Herbarium Amazonense–AMAZ - del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – Iquitos.

Según Chávez et al., (1991), indica que pertenece a la familia Verbenaceae de nombre científico (*Tectona grandis L.F*), originaria de Birmania, Tailandia y algunas partes de la India. Su fenología registra una floración entre los meses de junio y setiembre y la producción de frutos al inicio del verano de febrero– abril. Requiere de un clima con una estación seca, bien definida (3 a 5) meses, con temperaturas medias anuales de 22°, 28°C, una precipitación media anual de 1250 a 2500 mm y altitud entre 0 –1000 msnm. Se adapta a la gran variedad diversidad de suelos, bien drenados fértil y profunda. Crece a temperaturas de 13°C – 35°C con medias de 24°C.

2.2.2.2. Descripción de la especie eucalipto

Especie fue identificada para el presente estudio por los especialistas del Herbarium Amazonense–AMAZ - del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – Iquitos.

Según *Turnbull y Pyror (1984)*, especie conocida y plantada en el mayor número de países del mundo de rápido crecimiento y resistente a vientos y heladas., el Nombre Científico (*Eucaliptus globulus Labillard*) de la Familia: Myrtaceae, fructifica a partir del mes de agosto., se adapta a una amplia gama de suelos, aunque prefiere el bien drenado, crece en suelos profundos, arcilla-arenosos o franco de buena calidad. Se cultivan en áreas con temperaturas medios anuales de 12-18°C. Soporta precipitaciones entre 600-1100mm y pocos meses de sequía.

2.2.2.3. Descripción de la especie cedro rosado

El Cedro Rosado (*Acrocarpus fraxinifolius wiaht & Arm*), fue identificado, certificado y validado por el Herbarium Amazonense–AMAZ - del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – Iquitos.

Según Sepatro (2006), el cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*) árbol de madera fina, de albura blanca y médula rojiza a café con venas

oscuras, dándole una apariencia muy decorativa. Las hojas son grandes, compuestas, bipinadas, las flores aparecen en racimos de un color rojo escarlata.

La floración ocurre en los meses de marzo y abril, en árboles que alcanzan 10 o más años. Crece en suelos con un pH que va de 5.5 a 7 preferentemente. Las condiciones de suelo son de gran importancia en el desarrollo, aunque puede establecerse en la mayoría de los tipos de suelo.

Los rendimientos más satisfactorios se dan en suelos profundos, húmedos pero bien drenados y sin obstáculos, ya que las raíces llegan hasta los 4.5 m de profundidad (Menéndez 2006). Este árbol tiene un extraordinario desarrollo cuando se expone a plena luz solar, ya que es una especie heliófila, con temperaturas de los 12 a 35 °C y una humedad relativa que oscile entre 50 y 85 % (Menéndez, 2006).

Especie de rápido crecimiento y desarrollo, observándose desarrollo vertical, en los mejores lugares, de hasta 8.5 m en los primeros 12 meses, con un crecimiento normal entre los 5 y 7 m al año de sembrado. A los dos años puede alcanzar un promedio de 12.75 m de alturas y 11.05 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho), con un rendimiento de 47.5 m³ por ha/año (Sepatro 2006).

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Caracterización y descripción del área de estudio

3.1.1. Localización

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Académica del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Nor Oriental de la Selva” (IESTP-NOS); ubicada en el Distrito Banda de Shilcayo, de la Provincia y Región San Martín; limita por el Este con los distritos de Shapaja y Chazuta, por el Oeste con el distrito de Tarapoto, por el norte, con el distrito de San Antonio y Cainarachi, y por el sur con el distrito de Juan Guerra y Shapaja. Geográficamente se encuentra a una altitud de 350 m.s.n.m., latitud sur de 06°32’5” y longitud oeste de 76°21’45”, de clima cálido y húmedo; con temperatura promedio de 24°C y precipitación pluvial por encima de 1,500 mm, y a 2.5 km al norte de Tarapoto. Ver figura 1 y área de estudio fotografía 1.

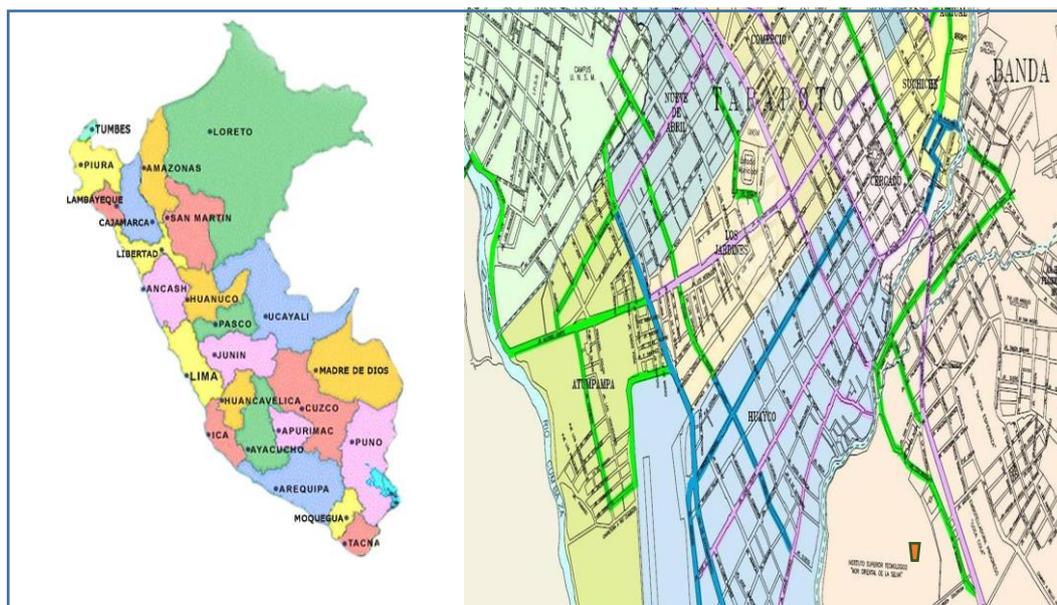


Figura 1: Área de ubicación del estudio (Fuente: García 2008)



Fotografía 1: Vista panorámica del área de estudio (Fuente: Elaboración propia)

3.1.2. Vía de Acceso

Para acceder a la zona de estudio se realiza a través de la carretera Fernando Belaunde Terry, tramo Tarapoto-Juan Guerra, altura de 2.5 km, utilizando un periodo de tiempo de 15 minutos.

3.1.3. Clima

El clima del Distrito Banda de Shilcayo se caracteriza por presentar una temperatura máxima de 33.3°C, media de 26.5°C y mínima de 21.3°C, una precipitación pluvial anual que supera los 1,500 mm, y una humedad relativa promedio de 78% (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI, 2017)

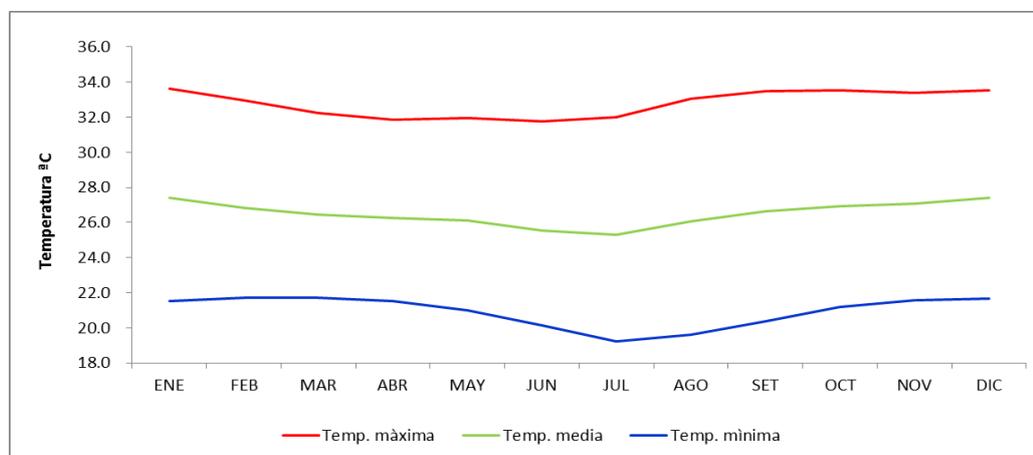
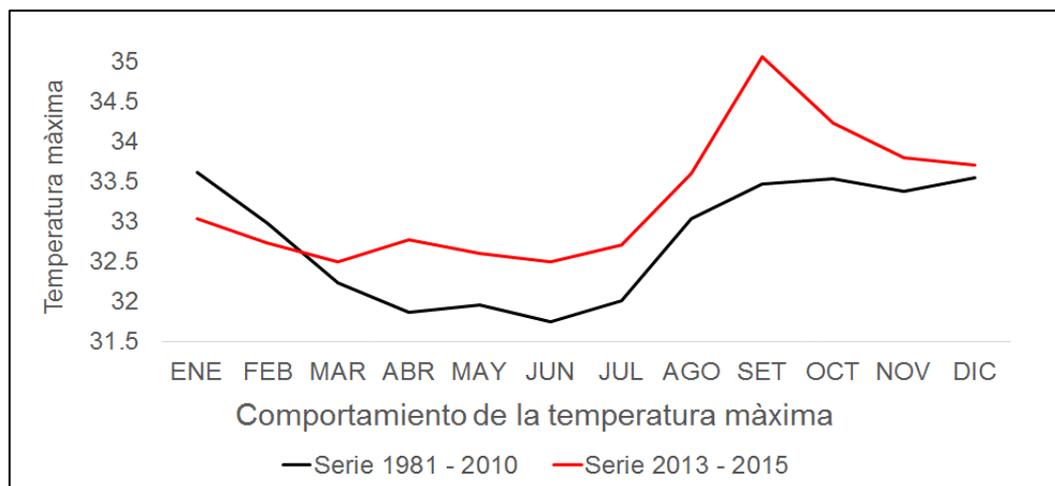
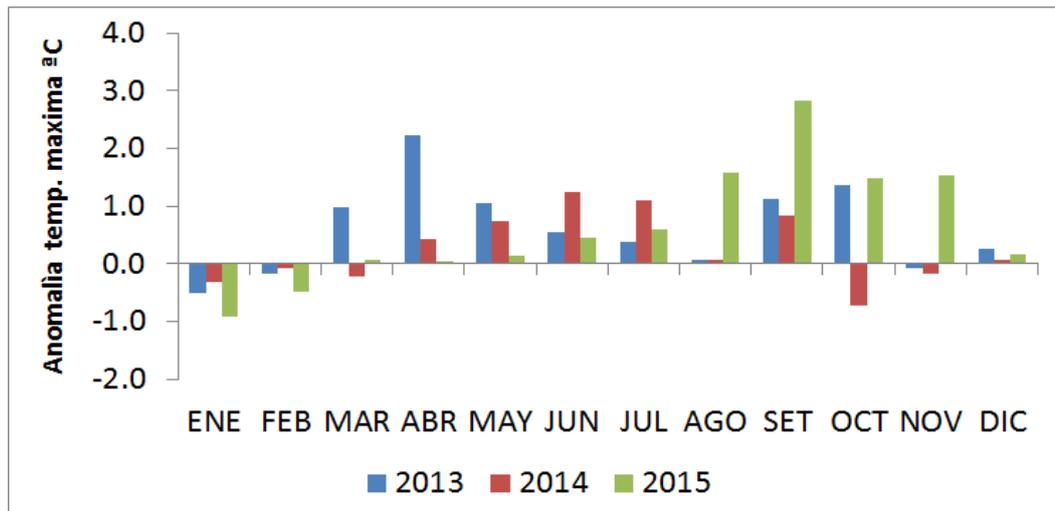
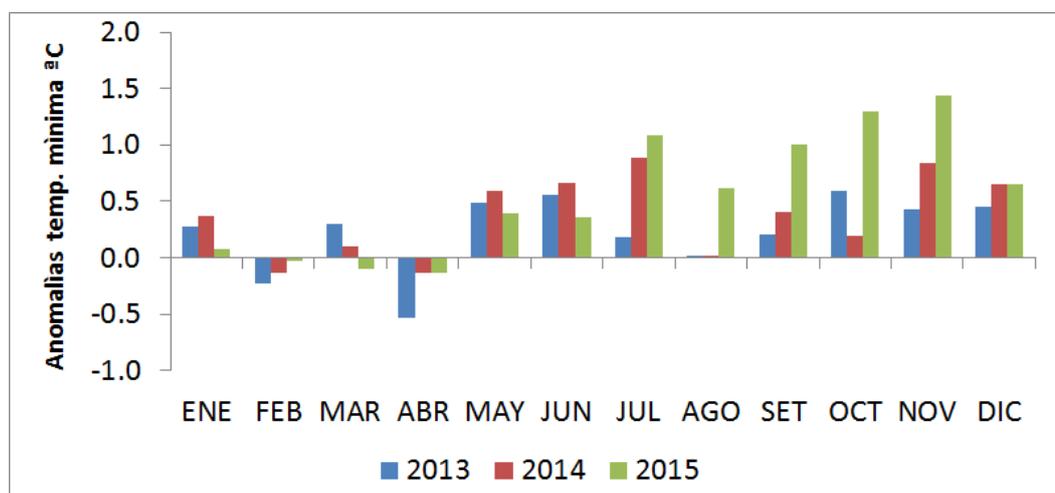
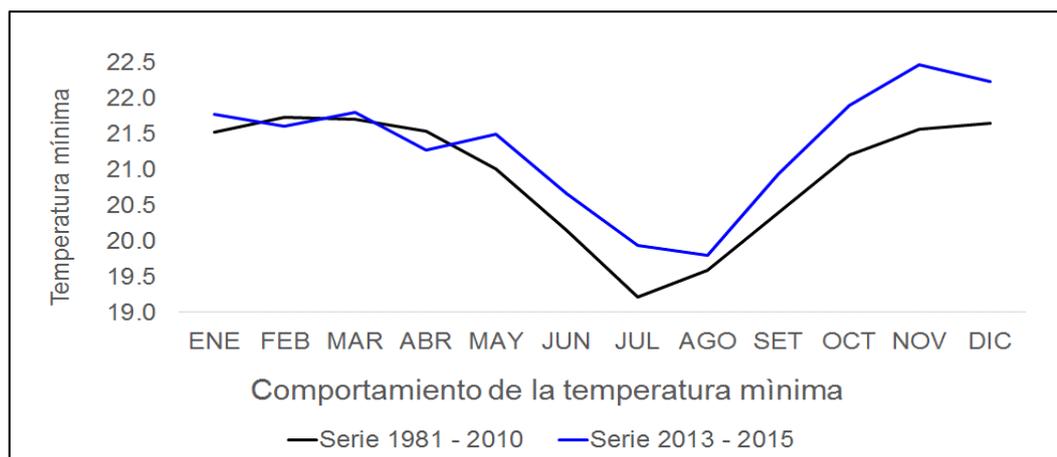


Figura 2: Clima del distrito Banda de Shilcayo, registrado en campo abierto. Periodo 1981-2010 Según el OMM (Fuente: Elaboración propia)

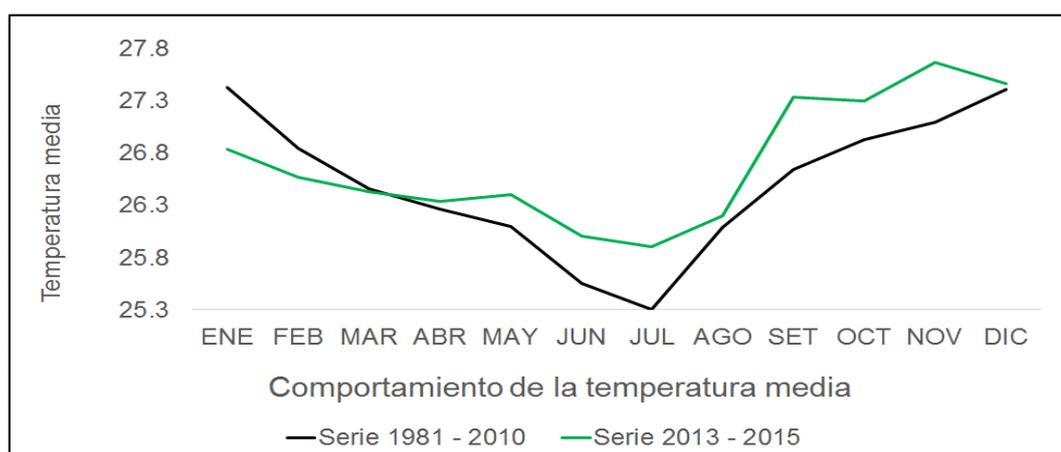
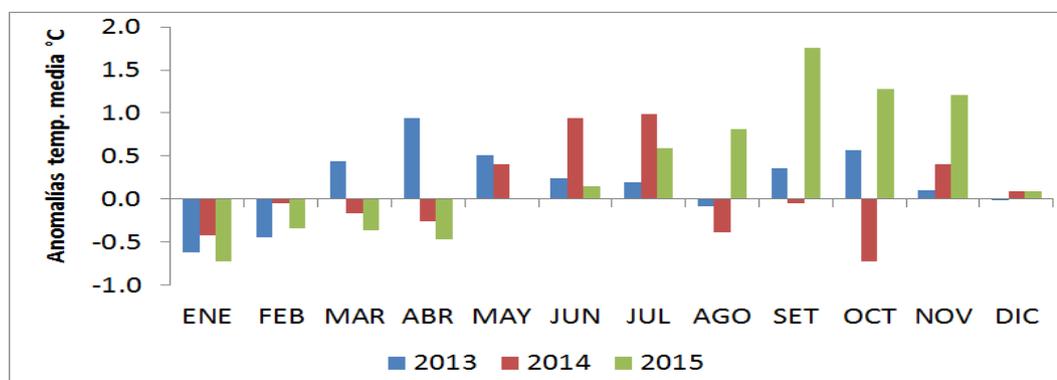


La temperatura máxima del periodo 2013 – 2015, registró una anomalía de 0.5°C con respecto a la serie 1981 – 2010.





La temperatura mínima del periodo 2013 – 2015, ha variado, en promedio, 0.4°C con respecto a sus registros históricos de la serie 1981 – 2010.



La temperatura media del periodo 2013 – 2015, ha registrados valores por encima de sus normales de la serie 1981 – 2010, en promedio de 0.2°C .

Figura 3: Comportamiento y anomalía de las temperaturas máximas, medias y mínimas de los años 2013, 2014 y 2015 con respecto a la serie 1981 - 2010 (Fuente: Elaboración propia SENAMHI-Juan Guerra).

3.1.4. Suelo y Fisiografía.

Los suelos de la Región San Martín, especialmente del Distrito Banda de Shilcayo presenta un suelo de textura franco arenoso con pendiente que fluctúa entre 0-4% en ladera corta, micro topografía plana, de 1,45 m. libre de pedregosidad, de drenaje interno bueno, fuertemente ácido de 5.12 pH, grados de erosión ligera libre de excesos de sales y sodio sin riesgo o peligro de erosión.

3.1.5. Topografía

El área en estudio presenta un relieve plano ligeramente ondulado en el extremo sur, la pendiente dominante son del orden del 2%; constituido por aluviales fino reciente de las quebradas del Shilcayo y Choclino.

3.1.6. Ecología

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge. El distrito Banda de Shilcayo se encuentra dentro de la selva alta, y de acuerdo la clave está catalogada ecológicamente como bosque seco– Tropical/bs-T (Holdridge, 1970).

3.2. Materiales en General

El material constituye el bosque de estudio del Centro de Investigación y Enseñanza Académica Forestal y la distribución de: herramientas y equipos, utilizados en el desarrollo del presente estudio, tal como se muestra en los Cuadros 2 y 3.

3.2.1. Materiales y equipo de Campo

Cuadro 2:

Lista de materiales y equipo de campo

Nº	Descripción
Materiales y equipos	
01	Forcípula
02	Formatos establecidos (Inventario y fenología)
03	Placa Dendrológica (20cm.de largo x 15cm. de ancho)
01	Machete (Bellota, Tramontina)
01	Tijera telescópica Bellota
02	Wincha (50m.) Stanley
03	Cámara fotográfica Panasonic DMC-F3
04	Sistema de Posicionamiento Global (GPS) Garmin
05	Clinómetro suunto
06	Binoculares de 10 x 25.
01	Pintura esmalte color rojo
02	Tineher
03	Plantación instaladas con siete especies forestales

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Materiales de gabinete

Cuadro 3:

Materiales de gabinete

N°	Descripción
01	Papel bond A4 Report.
02	Software de Arc View y Map Source
03	Mapa base de la plantación forestal del
04	Computadora Pentium IV AVATEC
05	Impresora láser CANON 6000
06	Calculadora científica CASIO

Cuadro 3: Lista de Materiales de Gabinete.

Fuente: Elaboración propio

3.3. Metodología para su implantación

3.3.1. Metodología

Consistió básicamente en tres fases:

3.3.1.1. Fase de Pre – Campo

Comprendió en recopilar:

- Información sobre antecedentes relacionado al efecto del cambio climático en la fenología (floración y fructificación) en especies forestales.
- Revisión bibliográfica relacionada al cambio climático constituido por las variables de: temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa.
- Información climática de la zona, de la serie 1981 – 2010, de acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial.
- Información meteorológica del periodo 2013 – 2015.
- Información edafológicos de la zona

- Mapa base de ubicación geográfica a nivel distrital e institucional y plano de diseño de la plantación forestal del I.E.S.T.P. “Nor Oriental de la Selva”.

3.3.1.2. Fase de Campo

Para el presente estudio se efectuó la coordinación con los Docentes de la Carrera Profesional de Administración de Recursos Forestales del I.E.S.T.P. “Nor Oriental de la Selva”-Tarapoto, para la autorización de ingreso a la plantación establecido de siete especies forestales nativas y exóticas con una superficie de 1.319 Has., en la cual se realizó las siguientes actividades:

a. El Inventario Forestal

Consistió en evaluar, identificar las especies instaladas en la plantación de 1.319 Ha, codificando a cada árbol, simultáneamente se realizó la evaluación de todos los árboles existente en la plantación, los datos registrados fueron anotados en una hoja de campo y utilizados en la elaboración del mapa de dispersión, tomando nota de parámetros de diámetro a la altura del pecho en centímetros, altura total en metros y las coordenadas de cada árbol, para la cual se empleó un GPS (Garmin Map76csx).

b. Cálculo del volumen de las especies forestales

El cálculo del volumen se realizó, con la finalidad de determinar el crecimiento y desarrollo por especie, cabe mencionar que los datos se ha obtenido de trabajos realizados por técnicos forestales egresados de la Carrera Profesional de Administración Forestal, para el cálculo del volumen se tomaron las mediciones del diámetro (Φ_{cm}), altura (H_{tm}) y se aplicó la fórmula: ($V \text{ m}^3 = 0.7854 \times d^2 \times h \times ff$).

c. Selección de especies forestales nativas y exóticas.

La selección de las especies forestales: Capirona (*Calycophyllum spruceanum*), Shaina (*Colubrina grandulosa*), Bolaina (*Guazuma grandulosa*), Marupa (*Simarouba amara*), Teca (*Tectona grandis*), Eucalipto (*Eucalyptus glóbulos*) y Cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*), se realizó en base a su desarrollo y crecimiento en suelos ácidos, degradados, de fácil adaptación y / o aclimatarse y distribuirse

en áreas de zonas geográficas distintas, edad de los árboles, sanos (libre de infestaciones diámetros variables, así como por su importancia ecológica de rápido crecimiento, seleccionando siete (07) especies de los cuales cinco (05) especies de cada árbol se evaluó el efecto cuantitativo del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación durante el periodo 2013, 2014 y 2015 en base a la metodología de (Fournier y Charpantier 1975), Newstrom y Frankie 1994), los que afirman que son suficientemente hasta 05 individuos para representar la población en estudios fenológicos, e indican que un año de evaluación se considera como mínimo para determinar la frecuencia y regularidad de una determinada fase.

d. Identificación de las especies forestales seleccionadas.

Las especies: Capirona, Shaina, Bolaina, Marupa, Teca, Eucalipto y Cedro rosado, fueron identificadas en el laboratorio de botánica del Herbarium Amazonense de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, como se muestra en el anexo 1 Constancia 20.

e. Datos Meteorológicos.

Para estudiar el efecto del cambio climático en el calendario fenológico de las siete (07) especies se obtuvo la información mensual de temperatura media, precipitación pluvial media y humedad relativa en porcentaje, del periodo 2013 – 2015, los cuales fueron comparados con sus patrones históricos de la serie 1981 – 2010, de la estación meteorológica el porvenir del distrito de Juan Guerra – SENAMHI. Ver Anexo 03.

f. Registro de Observaciones Fenológicas.

El registro y observaciones fenológicas se realizaron semanalmente tal como indican: Fournier y Charpantier (1975) a todos los individuos, durante un periodo de 24 meses iniciando en agosto del año 2013 concluyendo en julio del año 2015, las copas de los árboles se observaron con binoculares de 10 x 25 desde el piso del bosque, obteniéndose un registro mensual, estacional y anual. El estado de floración y fructificación, se evaluó usando una escala de cinco puntos de acuerdo a la metodología de Fournier (1974), la cual aplica la siguiente escala: 0: ausencia de característica, con un ámbito de 0%; 1: presencia de

característica, con un ámbito de 1-25%; 2: presencia de característica con un ámbito de 26-50%; 3: presencia de característica con un ámbito de 51-75%; 4: presencia de características en un ámbito de 76-100%.

3.3.1.3 Fase de gabinete

Con los datos obtenidos mediante la evaluación se procedió a las siguientes actividades:

a. Diseño de Investigación

Se utilizó el Diseño No Experimental de tipo longitudinal. La investigación no experimental es observar fenómenos tales como: floración y fructificación (especie), temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, como se dan en su contexto natural, para después interpretar, analizarlos y proponer recomendaciones para mitigar el efecto del cambio climático, para los programas de manejo forestal, recolección de semillas, reforestación en el país (Hernández 2015, IPCC 2007).

b. Análisis Estadístico:

Para el análisis del coeficiente de relación y correlación del efecto del cambio climático en la intensidad de asociación entre las dos variables se utilizó el modelo estadístico de Pearson (1900), indicando que puede tomar cualquier valor de -1 a +1, empleando las fórmulas siguientes:

$$r_s = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

Dónde:

n = Números de observaciones

Sx = Suma de los valores de la variable X

Sy = Suma de los valores de la variable Y

(sx²) = Suma de los valores de X elevados al cuadrado

(Sx)² = Cuadrado de la suma de los valores de X

(sy²) = Suma de los valores de Y elevados al cuadrado

(Sy)² = Cuadrado de la suma de los valores de Y

SXY = Suma de los productos de X e Y

c. Cálculo del coeficiente de relación y correlación múltiple:

$$\gamma_{y,1,2,3} = \sqrt{\frac{SSR}{SS_{total}}}$$

Por ser un procedimiento muy tedioso, se recurrió al uso de programas de software estadístico como el Minitab y Excel, para elaborar la tabla Anova (análisis de la tabla de varianzas).

El índice de correlación de Pearson no puede valer menos de -1 ni más de +1.

Un índice de correlación de Pearson de -1 indica una relación lineal negativa perfecta.

Un índice de correlación de Pearson de +1 indica una relación lineal positiva perfecta.

Un índice de correlación de Pearson de 0 indica ausencia de relación lineal.

d. Registro y análisis de datos fenológico.

Para el registro y análisis de datos fenológicos se ha utilizado la metodología propuesta por, Fournier (1974), basado en el estado fenológico de los individuos en función al grado de desarrollo de cada evento. La información que se registró fue de tipo cuali-cuantitativa (en porcentaje). Las variables que se tomaron en cuenta para cada especie estudiada fueron: *Floración*: época de floración en meses y porcentaje; *Fructificación*: época de fructificación y porcentaje. Para analizar con las serie climática del 2013, 2014 y 2015, así como también el comportamiento y anomalías de las temperaturas máximas, medias y mínimas de la serie 1981-2010. Las observaciones se realizaron examinando toda la copa del árbol, de ahí se obtuvieron porcentajes de floración y fructificación para identificar el efecto del cambio climático representado por los parámetros de: (temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa) de las especies forestales en la plantación establecida, y observar la relación entre ambos parámetros de acuerdo a los estudios realizados por (Bendix *et al.*, 2006, Fournier y Charpantier 1975).

g. Diseño del modelo teórico

El modelo teórico de predicción del efecto del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de las especies forestales estará establecida en las siguientes:

- El modelo teórico está enmarcado dentro del cambio climático y el calendario fenológico de floración y fructificación de las especies forestales, en un área geográfica (zona de bosque).
- Se tomó como base el análisis de intensidad del método cuantitativo de Fournier, Champantier y el análisis de regresión y correlación estadística de Pearson.
- Se tiene en cuenta los pasos metodológicos para su implantación del modelo teórico, de tal manera que cualquier miembro de la comunidad científica pueda utilizarlo para realizar nuevas investigaciones.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Situación del bosque de estudio.

Actualmente el bosque establecido, viene siendo manejado adecuadamente cada una de las especies presentes, realizando el mantenimiento de la plantación, control fitosanitario, poda y raleo respectivo, para la ejecución del estudio se realizó las siguientes actividades:

- a. Inventario Forestal, después de identificar las especies y área de 1.319 Ha para el estudio se realizó el inventario forestal al 100%, cuyos parámetros fueron el diámetro (Φ cm), altura total (Htm) inicial y final de la evaluación, el distanciamiento de plantas/especie varía entre los 2.80 m a 3.50 m, la plantación data desde octubre del año 2007, con suelos pobres en nutrientes, pH 4.2.
- b. Volumetría, Con la información de los parámetros dasométricos se calcularon el volumen por especie, como resultado del crecimiento de las especies se puede apreciar en el cuadro 4.

El crecimiento inicial de la plantación del año 2007 en diámetros (Φ cm) y altura total (Htm) fueron obtenidos del trabajo final de titulación sobre mantenimiento de la plantación en los campos del I.E.S.T.P “Nor Oriental de la Selva” realizado por García y Panduro (2008); el cálculo final del crecimiento 2015 fueron tomadas durante el presente estudio.

Cuadro 4:

Crecimiento Inicial y final de la plantación por especie

Nº	Especies	Crecimiento inicial año 2007			Crecimiento final año 2015		
		Φ (cm)	Ht(m)	Vol(m ³)	Φ (cm)	Ht(m)	Vol(m ³)
1	Capirona	0,56	0,20	0,000003	5,20	7,10	0,0170
2	Shaina	0,65	0,22	0,000005	12,00	10,40	0,0827

3	Bolaina	0,60	0,22	0,000004	11,00	9,10	0,0687
4	Marupa	0,85	0,21	0,000008	14,40	11,00	0,1515
5	Teca	0,85	0,20	0,000007	14,60	10,00	0,1250
6	Eucalipto	0,59	0,22	0,000004	22,80	12,50	0,4637
7	Cedro rosado	0,80	0,23	0,000008	17,00	11,90	0,2173

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que las especies exóticas: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Cedro rosado (*Acrocarpus flaxinifolius*) y Teca (*Tectona grandis*) presentan un mayor incremento en diámetro, altura total y volumen, seguidos por las especies nativas como: Marupa (*Simarouba amara*), Shaina (*Colubrina glandulosa*), Bolaina (*Guazuma crinita*) y Capirona (*Calycophyllum spruceanum*), lo que corrobora Chujutalli *et al.*, (2009), lo cual afirman que las especies con mayor desarrollo de crecimiento fueron el Eucalipto, Marupa y Shaina.

4.2. Efectos cuantitativos de las variables del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de las especies.

Para comprobar los efectos cuantitativos de las variables del cambio climático se emplearon los parámetros meteorológicos de: Temperatura mínima, media, máxima, precipitación pluvial media, humedad relativa, sobre los porcentajes promedios de floración y fructificación de las especies forestales, se utilizó las gráficas denominadas climogramas, para cada especie e identificar el efecto cuantitativo del cambio climático. Según Santiago (2008) un climograma es un diagrama de doble entrada en el que en una de ellas se representan las precipitaciones y en la otra las temperaturas medias. El término más correcto para denominar a este gráfico es el de diagrama ombrotérmico (de ombro: lluvia y térmico: temperatura). Los datos que refleja el diagrama se recogen en una estación meteorológica. Se representan los valores medios de cada mes y para que sea significativo debe de abarcar un período mínimo de 15 años. Las precipitaciones expresan el total de lluvias recogidas en tal mes dividido por el número total de años. La representación de las temperaturas puede variar un poco. Si sólo hay una curva se tratan de las temperaturas medias de cada mes (sumadas y divididas entre el número de años). Si hay tres la superior es la media de las temperaturas máximas, la del centro es la media de las temperaturas medias y la inferior la media de las temperaturas mínimas. Box (1995), manifiesta que las gráficas relacionan la temperatura media mensual y la precipitación pluvial de un sitio dado en periodos anuales.

Sin embargo la página web <https://www.researchgate.net/profile/JAlmorox/publications>, manifiesta que los gráficos permiten visualizar rápidamente la variación climática de una región o de una zona, en base a la marcha anual de temperatura y precipitación media anual.

Estos resultados obtenidos mediante las gráficas ombrotérmico permitió comparar investigaciones de Box (1995), obtenidos en nuestra investigación al utilizar este diagrama permitió reflejar el efecto cuantitativo del cambio climático representado por las variables de: temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa en un periodo de dos (02) años de evaluación, en el calendario fenológico de floración y fructificación de las especies forestales.

4.2.1. Relación temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa versus floración y fructificación especie capirona.

La fenofase de floración se muestra en la figura 4, el análisis realizado revela que la producción máxima del índice de la producción mensual del evento se presentaron los dos años observado: 56.25% (2013-2014); 43.75% (2014-2015), debe mencionarse que estas diferencias pueden ser provocadas por pérdida de flores; causas naturales, ambientales genéticos y fisiológicos, el evento tiene una duración promedio de cuatro meses de enero – mayo. En cuanto al índice de actividad o sincronía, la información procesada muestra que todos los individuos analizados (100%) presentaron el evento de floración, por lo que podemos manifestar que se trata de un evento sincrónico para la especie. Respecto de los resultados esperados en términos cuantitativo (periodicidad del evento) se puede afirmar que la floración es anual ya que los individuos la manifestaron en un periodo definido del año. Por otro lado, este evento se evaluaron con temperatura promedio de 26.5°C. Por lo que, las observaciones fenológicas son una valiosa fuente de información para investigar las relaciones de la variación climática en el desarrollo vegetal (Spano, Cesaraccio, Duce y Snyder 1999).

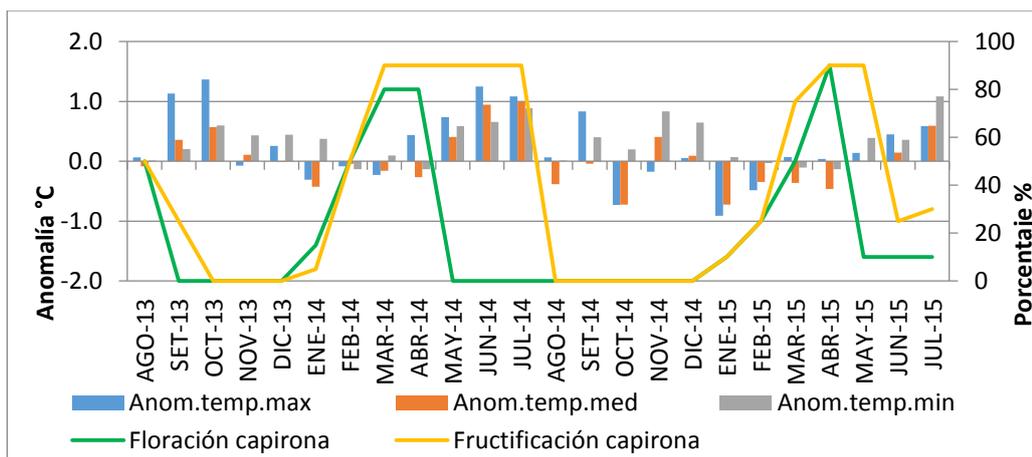


Figura 4: Relación temperatura versus floración y fructificación especie capirona (Fuente: Elaboración propia)

El efecto de temperaturas elevadas, sobre los árboles y las plantas, cambiarán con el tiempo de los años ya que el calentamiento puede relajar los factores de estrés de las plantas durante períodos más fríos e incrementarlos durante los períodos más calientes, como indica Garrett et al., (2006). El ritmo de estos cambios, no será determinado solamente por las temperaturas, sino de otros factores, desde el punto de vista climático (condiciones de humedad, características del suelo y disponibilidad de sustancias nutritivas), la posible intervención del hombre para promover el movimiento de las especies y cambios en los regímenes de perturbación (Shugart, Sedjo y Sohngen, 2003; Monserud et al., 2008). En la presente investigación, las plantas estuvieron sometidas en el periodo 2013 – 2015, a temperaturas que superaron sus promedios históricos (1981 – 2010), la temperatura máxima estuvo 0.5°C por encima de su normal, al igual que la mínima en 0.4°C y la media en 0.2°C, siendo uno de los factores ambientales que pueden causar modificación en la fenología de esta especie (Garrett et al., 2006).

El comportamiento de la fenofase de fructificación se puede observar en la Figura 4. Los porcentajes del índice de intensidad promedio mensual son variables en los periodos de la actividad. De la curva del índice de intensidad o producción promedio mensual de la fructificación se observa que: en enero de 2014 alcanzó el 5%, en febrero fue de 87% en marzo de 90% abril de 90%, mayo de 90%, junio de 90%, julio 90%, sin embargo en el año 2015, la producción alcanzó desde el mes de enero con porcentajes de 10%, febrero de 25%, marzo de 75%, abril con 90%, mayo de 90% junio del 25% y julio de 30%, el evento tiene una

duración de siete meses, en lo que concierne al índice de actividad, la información procesada muestra que todos los individuos analizados (100%) presentaron el evento de fructificación, por lo que podemos manifestar que se trata de un evento sincrónico para la especie, respecto a los resultados esperados en términos cualitativos (periodicidad del evento) se puede afirmar que la fructificación es anual ya que los individuos la manifestaron en un periodo definido del año. Por otro lado, este evento se evaluó con temperaturas promedio de 26.5°C, cabe mencionar que existe una diferencia en la producción de medias de 23%, esto puede ser producido por causas naturales, ambientales, genéticas y fisiológicas. De acuerdo a la figura 5, se aprecia que la precipitación pluvial no ha incidido sobre la floración en la capirona encontrando en el mes de agosto del 2013 floración del 50% con precipitación pluvial de 91 mm, mientras que en los meses de enero, febrero, marzo y abril del 2014, la precipitación estaba en 109.3 mm, presentando floración de 15%, 50%, 80% y 80% respectivamente; sin embargo en el año 2015 la floración se registró en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio con: 10%, 25%, 50%, 90%, 10%, 10% y 10%, con precipitaciones del 77.9 mm, 190 mm, 109.8 mm, 240.4 mm, 96.6 mm, 68.4 mm, y 33.0 mm respectivamente.

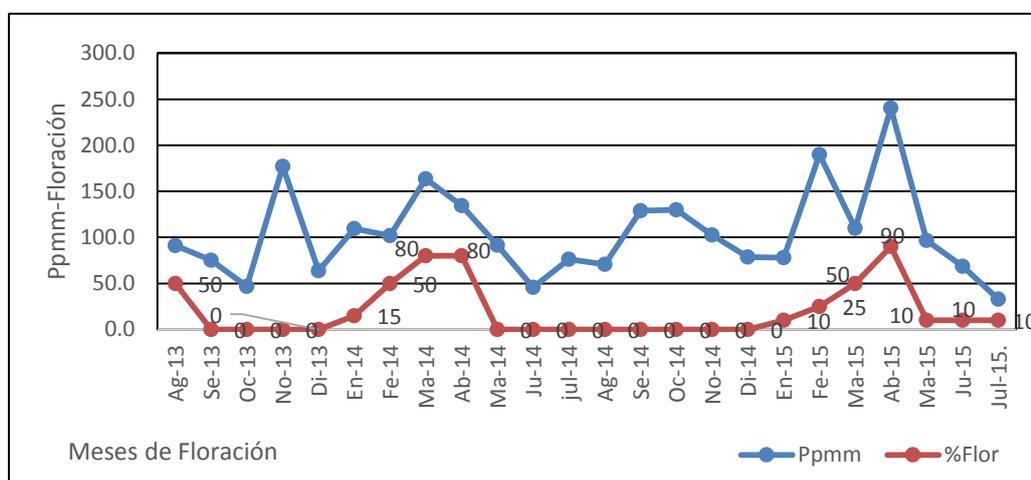


Figura 5: Relación precipitación versus floración especie capirona (Fuente: Elaboración propia).

En la figura 6, se observa que la fructificación alcanzó el 50% y 25% en los meses de agosto y setiembre del 2013 y una precipitación pluvial promedios de 91 mm y 75.2 mm, respectivamente, en el año 2014, la fructificación alcanzó 5%, 50% y precipitación promedio de 109.3 mm y 102 mm en los meses de enero y febrero respectivamente; sin embargo en los meses de marzo a julio del 2014 la

fructificación de la especie capirona fue del 90% y una precipitación pluvial promedio de 163.4 mm, 134.3 mm, 91.4 mm, 45.7 mm, y 76.3 mm respectivamente, en el año 2015 la fructificación osciló de enero a julio del 10% al 90% con precipitación promedios entre 68.4 mm a 240.4 mm respectivamente, lo que se puede apreciar que la precipitación presenta una influencia en la fructificación, coincidiendo con lo publicado por Zárata *et al.*, (2006), Ruiz (2000), Baluarte (1995) y Alencar (1994), que la fructificación de varias especies coincide con el periodo de mayor intensidad de lluvias (noviembre a mayo). mientras que para Baluarte (2011) la fructificación de los bosques ribereños se producen en los meses de febrero - junio alcanzando su mayor valor entre marzo – mayo.

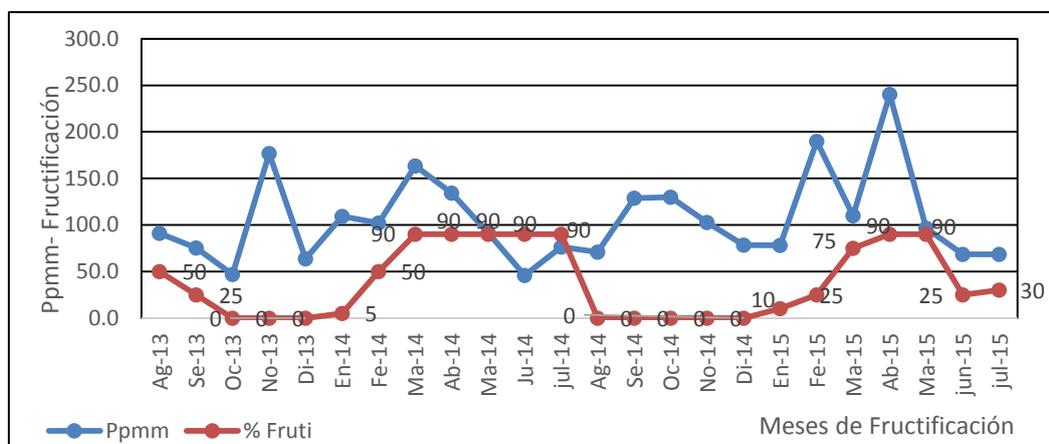


Figura 6: Relación precipitación versus fructificación especie capirona (Fuente: Elaboración propia).

La figura 7, se aprecia que la humedad relativa como variable independiente ha incidido sobre la variable dependiente floración en la capirona encontrando que en el mes de agosto del 2013 una floración del 50% con una humedad relativa 72%, mientras que en los meses de enero, febrero, marzo y abril del 2014, la humedad relativa oscilaba entre 72%, a 75% respectivamente, con una floración de 15%, 50%, 80% y 80% respectivamente; sin embargo en el año 2015 la variable independiente se registró en los meses de enero a julio, con promedios de 72% a 76% y de floración 10% a 90%, notando que no influye la humedad relativa en la floración lo que corrobora Baluarte (1995), quien indica que la floración de la mayoría de las especies forestales muestras estrechas correspondencia con la estación seca y el inicio de la estación lluviosa.

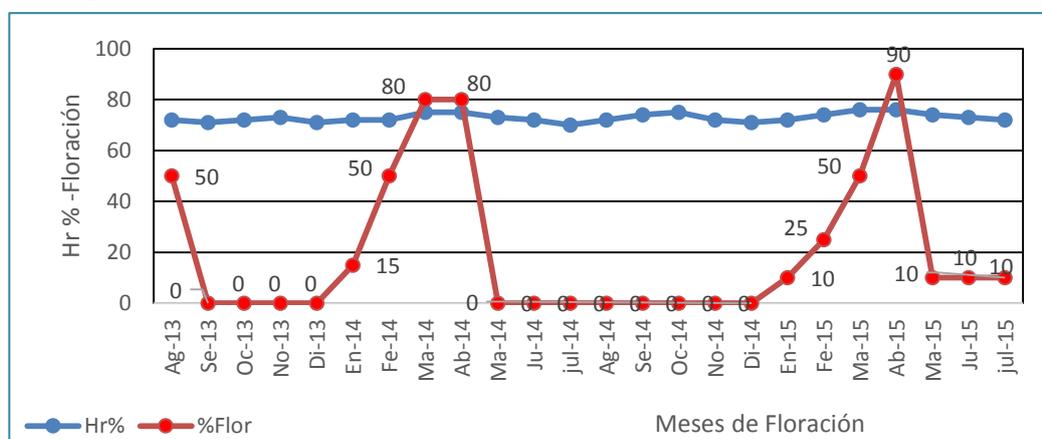


Figura 7: Relación humedad relativa versus floración especie capirona
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 8, se aprecia la relación de la humedad relativa con la fructificación en la especie capirona, encontrado la fructificación desde el mes de agosto - setiembre del 2013, con porcentaje del 50% y 25% cuando la humedad relativa alcanzo de 72% a 71% respectivamente, sin embargo en el año 2014 se

observó un incremento en la fructificación de marzo - julio del 90%, cuando la humedad relativa alcanzo al promedio de 72% y en los meses de enero - Julio del 2015 alcanzó a producir 10%, a 90%, cuando la humedad relativa promedio se registró en 74%, observando que la humedad relativa no influye en la fructificación, lo que corrobora Flores *et al.*, (2015), la fructificación no están fuertemente influenciadas por los factores climatológicos en la mayoría de las especies de angiospermas en la Amazonía.

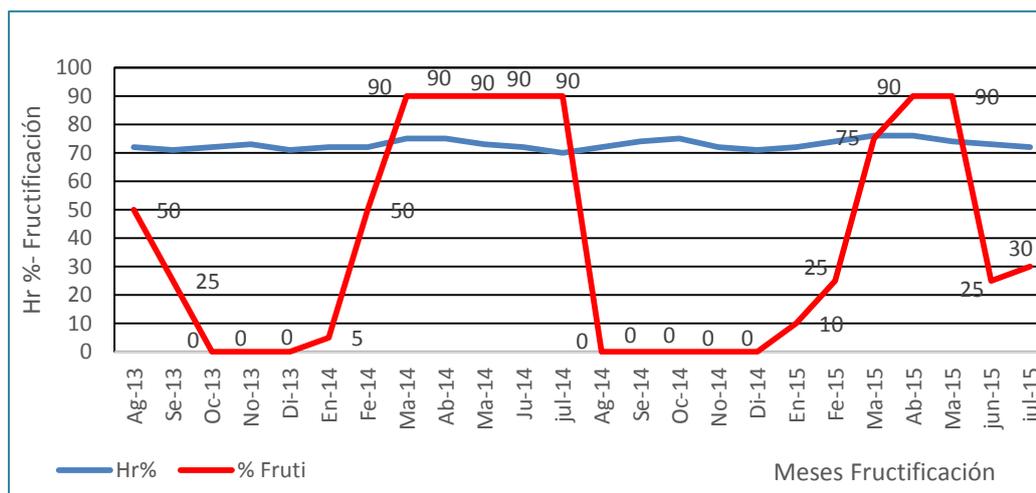


Figura 8: Relación humedad relativa versus fructificación especie capirona
(Fuente: Elaboración propia)

Se observó que el evento de floración de la capirona tiene una duración de cuatro meses cada año de enero – abril, con promedio de temperatura de 26°C, esto se debe a que los órganos vegetativos y reproductivos compiten entre sí los nutrientes. La fructificación tiene una duración de siete meses cada año observado, en las flores esto se debe a que los órganos vegetativos y reproductivos compiten entre sí por los nutrientes y en la fructificación se debe al desarrollo, en

especial los frutos jóvenes, tienen gran capacidad de extraer sales minerales, azúcares y aminoácidos. Durante la acumulación de estas sustancias por los órganos reproductivos, las cantidades presentes en las hojas disminuyen proporcionalmente, tal como se demuestran en diversos estudios donde la acumulación de nutrientes en las flores, frutos o tubérculos en desarrollo ocurre principalmente a expensas de los materiales en las hojas cercanas, Salisbury, (1994). Janzen (1967) relaciona la floración con la caída de follaje en la estación seca, ya que de esta manera las flores son más visibles y atractivas para los animales polinizantes. Debe señalarse que aun cuando el área evaluada no se caracteriza por una gran diferencia en lo que respecta a las estación seca o estación lluviosa, si se manifiesta la relación que indica Janzen (1967) que cuando cesa la actividad de defoliación, comienza acentuarse la floración. Resultados similares se encontraron en el bosque Nacional Alexander von Humboldt, Ucayali, ya que la fructificación ocurre entre enero y agosto, que son los meses con más lluvias y más humedad relativa (Trucios y Manta, 1998). En contraste con estos resultados encontramos los datos obtenidos por Fournier (1976) para la misma especie en el bosque húmedo pre-montano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica, que revela que la fructificación se dio a lo largo de todo el año, señalando al evento como continuo. Mientras que para nuestro caso y el del bosque Nacional Alexander von Humboldt, Ucayali, la fructificación fue un evento anual. Y esto puede deberse a que en Costa Rica hay presencia de lluvias todo el año con Zárate *et al.*, (2006), para especies de los bosques sobre arena blanca y arcilla de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana (Amazonía Peruana). Estos resultados coinciden parcialmente con los encontrados por Flores (2008), para 2,308 especies de angiospermas en la Amazonía Peruana. Flores (2004), indica que la floración y fructificación ocurren todos los años. La floración dura de 2 a 4 meses (marzo a junio). La maduración de los frutos dura de 3 a 5 meses y la diseminación de semillas empieza en agosto pero alcanza su máxima intensidad en los meses de setiembre - octubre, a fines de la época seca. Reynel *et al.*, (2003) mencionan que la floración inicia en la estación seca entre los meses de abril - setiembre, y la fructificación a finales de la estación seca, entre agosto - setiembre. De Campos (2004) reporta que la floración ocurre al final de la época lluviosa y la fructificación en la época seca. Siendo un resultado relativamente diferente para esta especie.

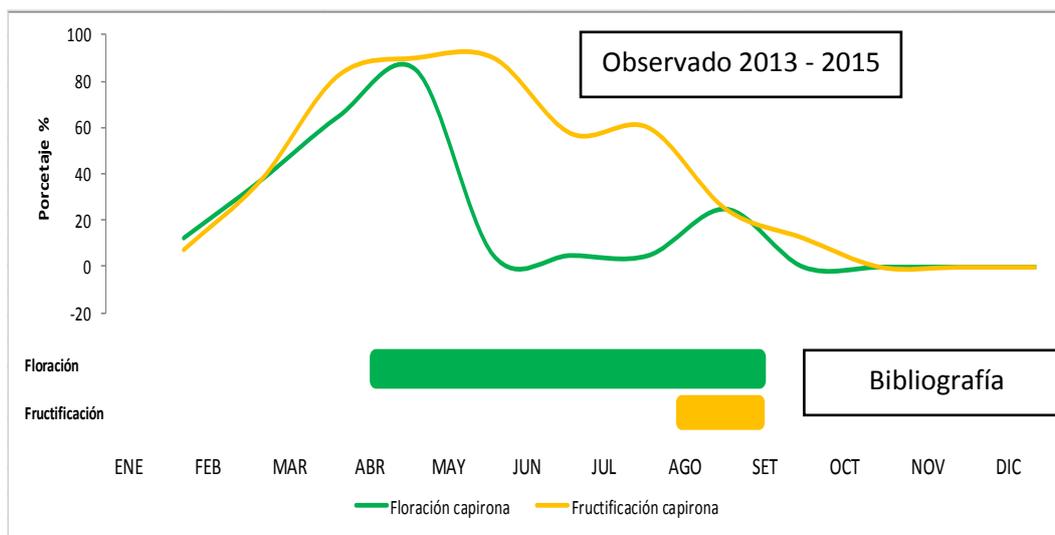


Figura 9: Calendarización de la floración y fructificación especie capirona
(Fuente: Elaboración propia)

Los resultados mostrados por Zárate *et al.*, (2006), Flores (2008), Flores (2004), Reynel *et al.*, (2003), ha permitido efectuar la comparación con las obtenidas en la presente investigación donde el cambio climático ha generado efectos significativos en la ocurrencia de la fase de floración y fructificación, tal como se muestra en la figura 9 experimentando un ligero adelanto en los meses de marzo a mayo, probablemente, por las anomalías de las temperaturas en la serie de estudio 2013 – 2015, sin embargo, estas variables climáticas estuvieron en los rangos permisibles para el desarrollo y crecimiento de la especie, esto se confirmó contrastando con Zárate *et al.*, (2006), Flores (2008), Flores (2004), Reynel *et al.*, (2003), siendo corroborado por: Longman, (1978); y Ashton *et al.*, (1988), quienes afirman que desafortunadamente los efectos fisiológicos que la temperatura puede tener en los ritmos internos en especies forestales no se conocen, sin embargo diferencias mínimas de temperatura de 5°C, puede afectar el ritmo de crecimiento y en general a la fisiología de árboles tropicales. Por consiguiente (Kozlowski & Pallardy 1997). Indican que la fotosíntesis en los árboles tiene un rango de temperatura que va desde el punto de congelación hasta temperaturas por encima de 40°C. El rango de temperatura específico depende de la especie, genotipo, edad de la planta, origen y época. En la mayoría de las especies de las zonas templadas la fotosíntesis aumenta desde 0°C hasta alcanzar su máximo entre 15 y 25°C. En las especies tropicales la tasa de fotosíntesis

disminuye a temperaturas por debajo de 15°C. Estos mismos autores reportan que, un periodo de adaptación o aclimatación a determinadas condiciones puede producir una variación en el comportamiento de las plantas frente a la temperatura. Los efectos de la luz sobre la fotosíntesis pueden modificarse por la interacción con otros factores ambientales (Powles 1984), reporta que la temperatura del aire es importante sobre la fotosíntesis, en el desarrollo y crecimiento productivo de las plantas arbóreas, sin embargo, es también importante la temperatura del suelo, sobre todo por su efecto sobre la absorción de nutrientes por las raíces, nutrientes que van a afectar a la fotosíntesis.

4.2.2. Relación Temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa versus floración y fructificación especie shaina

La Figura 10, la floración de la especie shaina se observa que cuando la temperatura promedio es de 26.5°C, la floración es del 85%, en el mes de junio 2014, cuando la temperatura eleva a 26°C, la floración es de 90% en dicha especie, lo que se nota que la temperatura afecta ligeramente la floración, coincidiendo con Flores *et al.*, (2015), encontrados en el estudio de floración y fructificación de diez especies de plantas en CIEFOR – Loreto, que la floración estuvo débilmente influenciada por la temperatura.

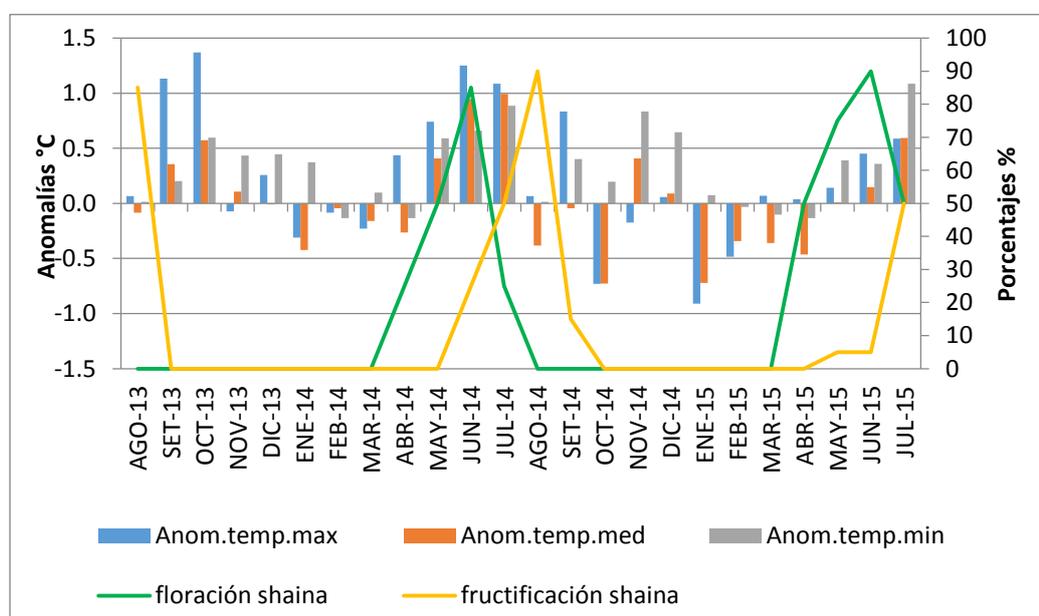


Figura 10: Relación temperatura versus floración y fructificación especie shaina (Fuente: Elaboración propia)

Se aprecia que cuando la temperatura promedio de 26.5°C, produce alrededor del 85% en la fructificación de la especie Shaina, cuando la temperatura disminuye a 26.3°C la fructificación alcanza al 90%, de producción,

coincidiendo con Flores *et al.*, (2015), quien reporta que floración y fructificación de diez especies de Plantas en CIEFOR – Loreto, que la fructificación de la mayoría de las especies del estudio estuvieron influenciados por la temperatura media mensual.

La figura 11, se aprecia que la precipitación no ha influenciado en la floración de la especie *Shaina* registrando que en mes de abril a julio del 2014 ha tenido un pico alto del 85% cuando la precipitación pluvial estaba en 45.7mm, mientras que en el año 2015, alcanzó un máximo del 90% de floración en el mes de junio con una precipitación promedio de 68.4 mm, sin embargo Flores *et al.*, (2015), en estudio de floración y fructificación de diez especies de plantas en CIEFOR- Loreto realizado, mencionan que la floración de las especies estudiadas no estuvieron notoriamente influenciadas por la precipitación.

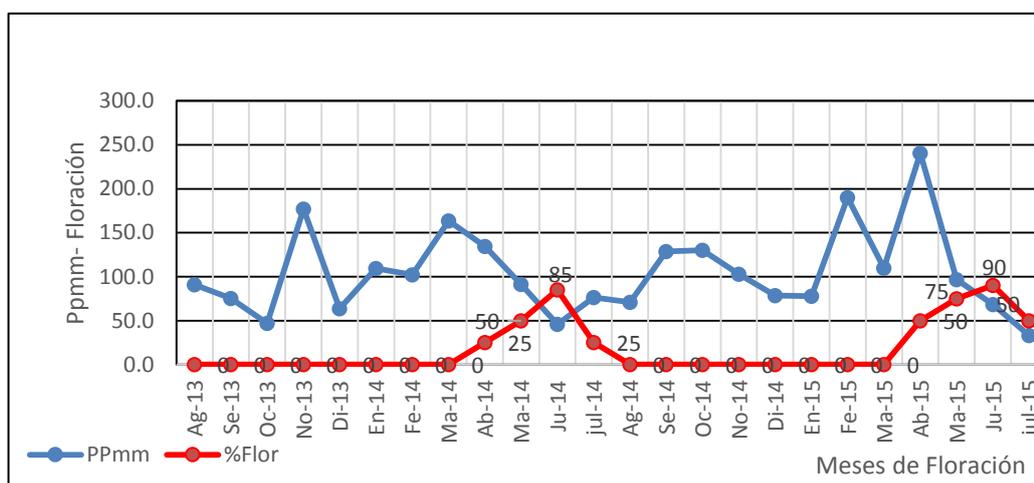


Figura 11: Relación precipitación versus floración especie *shaina* (Fuente: Elaboración propia)

La figura 12, se aprecia que la especie *shaina* presenta variación en la floración durante el tiempo de estudio, teniendo una producción promedio de 85% en el mes de agosto, del 2013 con una precipitación promedio de 91 mm, luego logro florecer en los meses de junio a setiembre de 2014, en agosto con porcentaje del 90%, con precipitación promedio que oscila entre 45.7 mm a 128.8 mm, mientras en el año del 2015 floreció en los meses de mayo con 5%, junio con 5% y julio 50% y con una precipitación pluvial promedio de 66.0 mm, tal como corrobora

Flores *et al.*, (2015), en la que indican que la precipitación no influye en la floración.

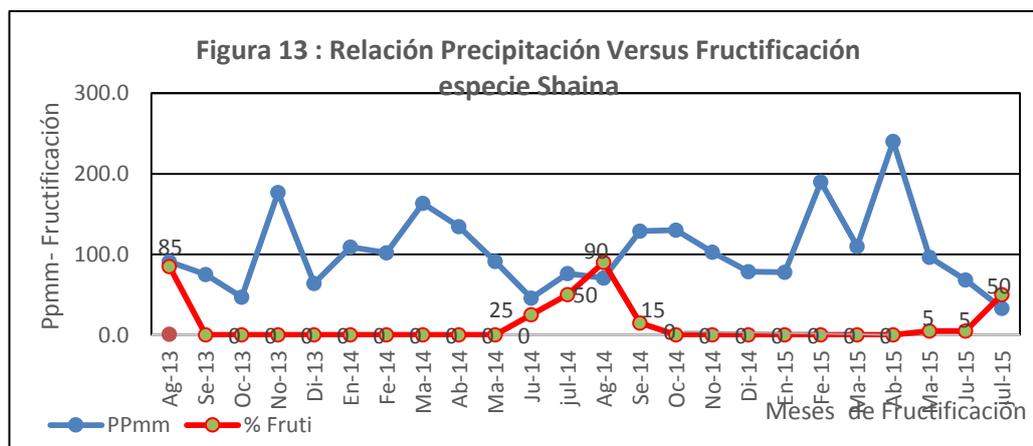


Figura 12: Relación precipitación pluvial versus floración especie shaina
(Fuente: Elaboración propia)

En la Figura 13, el efecto de la humedad relativa en la floración de la shaina la variable no incidió en la floración obteniendo en el año del 2014 en el mes de abril se registró una floración promedio del 25% cuando la humedad relativa alcanzo a 75%, logando un máximo en el mes de junio 2014 con una floración promedio del 85% con humedad relativa de 72%, mientras que en año 2015 en el mes de abril se tuvo una floración promedio de 50% con humedad relativa 74%, en el mes de mayo se incrementó al 75% con una humedad relativa 74% en el mes de junio alcanzó una floración promedio del 90% cuando la humedad relativa alcanzo 73% y en el mes de julio del 2015 la floración alcanzó el 50% con una humedad relativa de 72%.

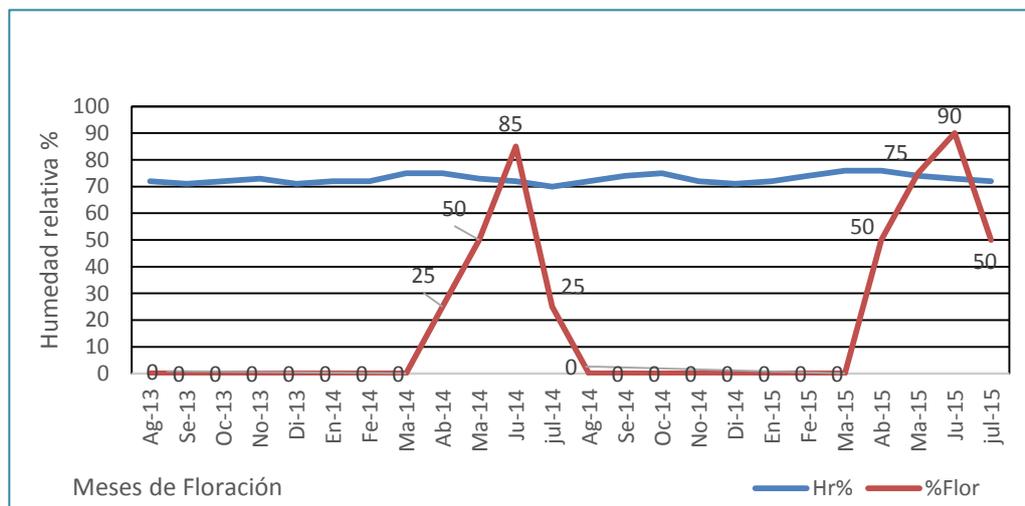


Figura 13: Relación humedad relativa versus floración especie shaina (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 14, se puede apreciar que la humedad relativa afecta en la fructificación de la especie shaina, alcanzando en el mes de agosto 2013 un promedio del 85% en la especie shaina con una humedad relativa de 72%, luego en mes de junio, Julio, agosto y setiembre del 2014 con 25%,50%,90% y 15%, cuando la humedad relativa alcanzó el 72%, 70%, 72% y 74%, respectivamente, mientras en el año 2015 meses de mayo, junio y julio la fructificación alcanzó 5%, 5% y 50% y con humedad relativa de 74%, 73% y 72% respectivamente.

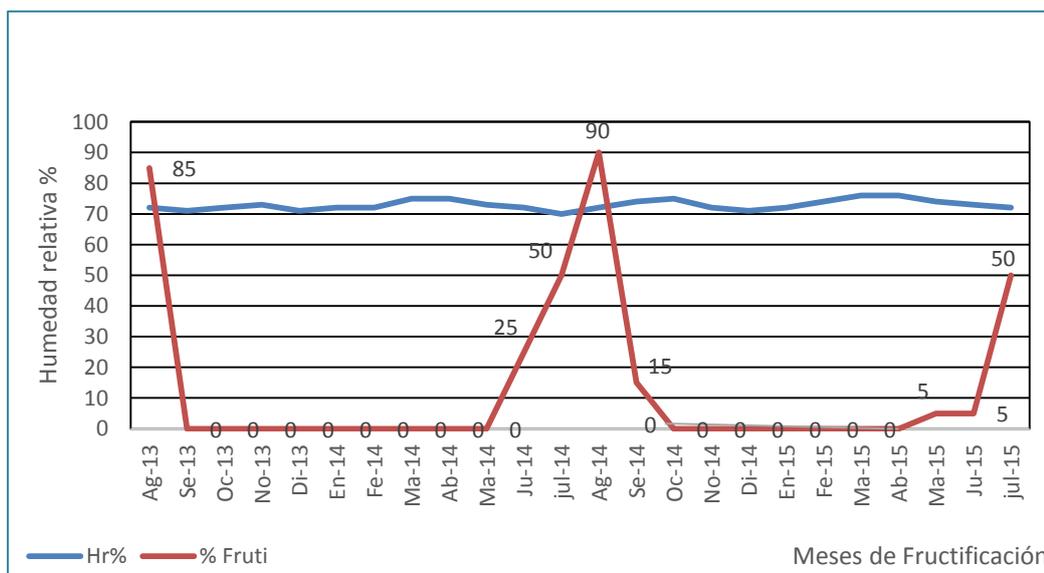


Figura 14: *Relación Humedad relativa versus fructificación especie shaina*
(Fuente: *Elaboración propia*)

La shaina especie nativa que se encuentra distribuida en la amazonia, los resultados encontrados demuestran que el evento de floración tiene una duración de cuatro meses cada año de abril - julio, con temperatura promedio de 26.5°C, esto se debe a que los órganos vegetativos y reproductivos compiten entre sí por los nutrientes. La fructificación tiene una duración de cuatro meses cada año observado, en las flores esto se debe a que los órganos vegetativos y reproductivos compiten entre sí por los nutrientes y en la fructificación se debe al desarrollo, en especial los frutos jóvenes, tienen gran capacidad de extraer sales minerales, azúcares y aminoácidos. Durante la acumulación de estas sustancias por los órganos reproductivos, las cantidades presentes en las hojas disminuyen proporcionalmente, tal como se demuestran en diversos estudios donde la acumulación de nutrientes en las flores, frutos o tubérculos en desarrollo ocurre principalmente a expensas de los materiales en las hojas cercanas, (Salisbury, 1994, Janzen 1967) relaciona la floración con la caída de follaje en la estación seca, ya que de esta manera las flores son más visibles y atractivas para los animales polinizantes. Debe señalarse que aun cuando el área evaluada no se caracteriza por una gran diferencia en lo que respecta a las estación seca o estación lluviosa, si se manifiesta la relación que indica Janzen (1967) que cuando cesa la actividad de defoliación, comienza acentuarse la floración. Resultados similares se encontraron en el bosque Nacional Alexander von Humboldt, Ucayali, ya que la fructificación ocurre entre enero y agosto, que son los meses con más lluvias y humedad relativa (Trucios y Manta, 1998). En contraste con estos resultados encontramos los datos obtenidos por Fournier (1976) para la misma especie en el bosque húmedo pre-montano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica, que revela que la fructificación se dio a lo largo de todo el año, su mayor porcentaje de floración fue del 90% en el mes de junio del 2014, y su mayor fructificación

del 90% en el mes de Agosto del 2015. Flores *et al.*, (2015), mencionan que la floración y fructificación no están fuertemente influenciadas por la precipitación y temperatura media mensual en la mayoría de las especies de angiospermas en la Amazonía, sin embargo Reynel *et al.*, (2003), indican que la floración de algunas especies maderables semiduras mayormente se realiza a fines de la estación menos lluviosa (entre noviembre y diciembre) y la fructificación a inicios de la estación de lluvia (entre diciembre y febrero). La página web [www.semiforeirl.com/pdf-ficha técnica, pd](http://www.semiforeirl.com/pdf-ficha_tecnica_pd), reporta que las flores de la especie *Shaina* son de un color amarillento-blancas, producido en los meses de diciembre y enero.

Estos resultados reportados por Flores *et al.*, (2015), Reynel *et al.*, (2003), pagina web [www.semiforeirl.com/pdf-ficha técnica, pd](http://www.semiforeirl.com/pdf-ficha_tecnica_pd), indican que la floración y fructificación de esta especie no están influenciadas por la temperatura, precipitación pluvial en la mayoría de las especies de angiospermas y que la floración se realiza a fines de la estación menos lluviasas (noviembre – diciembre), (diciembre – enero), según la ubicación geográfica, la fructificación entre diciembre – febrero, en distinto meses del año, encontrando que la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no influyen en la floración y fructificación de esta especie.

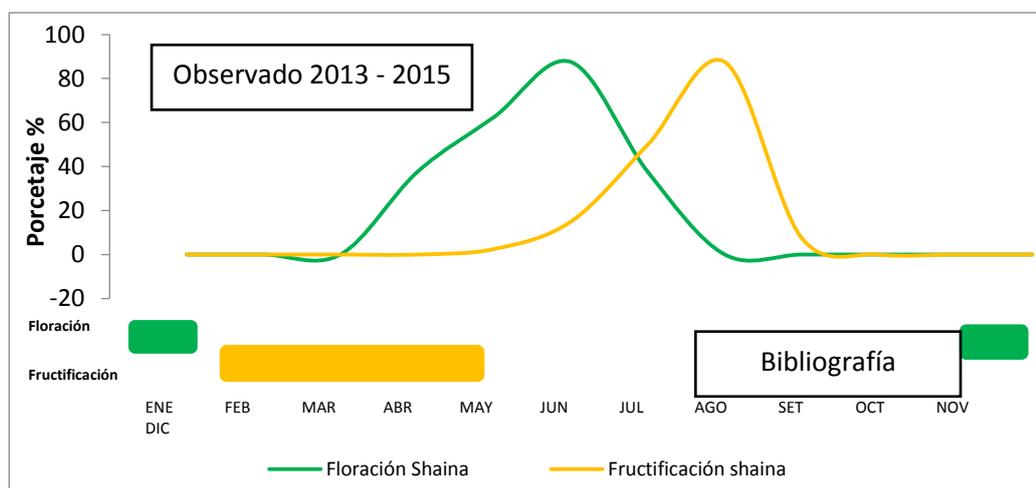


Figura 15: Calendarización de la floración y fructificación especie *shaina*

(Fuente: Elaboración propia)

Sin embargo estas investigaciones reportadas por Flores *et a.*, (2015), Reynel *et al.*, (2003), pagina web [www.semiforeirl.com/pdf-ficha técnica, pd](http://www.semiforeirl.com/pdf-ficha_tecnica_pd) sirven para realizar comparaciones y contrastar con la presente investigación, los resultados

que se muestra en la figura 15, difieren sustancialmente en las épocas y meses de floración y fructificación de esta especie (floración mes de junio y fructificación mes de agosto), observando un atraso en la ocurrencia de la fenofase, con un rango de temperatura promedio de estudio de 26.5°C (serie climática 1981 – 2010), sin embargo, estas variables climáticas, se encuentran entre los rangos permisibles para el desarrollo y crecimiento de la especie, no pudiendo demostrar que dichos efectos son atribuibles a la variabilidad climática de la serie 2013 – 2015, tal como lo confirman Longman, (1978); y Ashton *et al.*, (1988), quienes afirman que desafortunadamente los efectos fisiológicos que la temperatura puede tener en los ritmos internos en especies forestales no se conocen, por tanto es difícil obtener una acertada explicación a lo encontrado, no obstante diferencias mínimas de temperatura de 5°C, puede afectar el ritmo de crecimiento y en general a la fisiología de árboles tropicales. Por consiguiente (Kozłowski & Pallardy 1997). Indican que la fotosíntesis en los árboles tiene un rango de temperatura que va desde el punto de congelación hasta temperaturas por encima de 40°C. El rango de temperatura específico depende de la especie, genotipo, edad de la planta, origen y época. En la mayoría de las especies de las zonas templadas la fotosíntesis aumenta desde 0°C hasta alcanzar su máximo entre 15 y 25°C. En las especies tropicales la tasa de fotosíntesis disminuye a temperaturas por debajo de 15°C. Estos mismos autores reportan que, un periodo de adaptación o aclimatación a determinadas condiciones puede producir una variación en el comportamiento de las plantas. Los efectos de la luz sobre la fotosíntesis pueden modificarse por la interacción con otros factores ambientales (Powles 1984). Informa que la temperatura del aire es importante sobre la fotosíntesis, en el desarrollo y crecimiento productivo de las plantas arbóreas, sin embargo, es también importante la temperatura del suelo, sobre todo por su efecto sobre la absorción de nutrientes por las raíces, nutrientes que van a afectar a la fotosíntesis.

4.2.3. Relación temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa versus floración y fructificación especie bolaina

Figura 16, muestra la floración de esta especie, cuando la temperatura oscila en 26.3°C, la floración alcanza su pico más alto con el 85% en el año 2014, durante el mes de julio, mientras que en el año 2015 la temperatura alcanzó a 25.7°C, la

producción está alrededor del 50% de floración en el mes de junio, por lo tanto el porcentaje de la producción no es igual cada año.

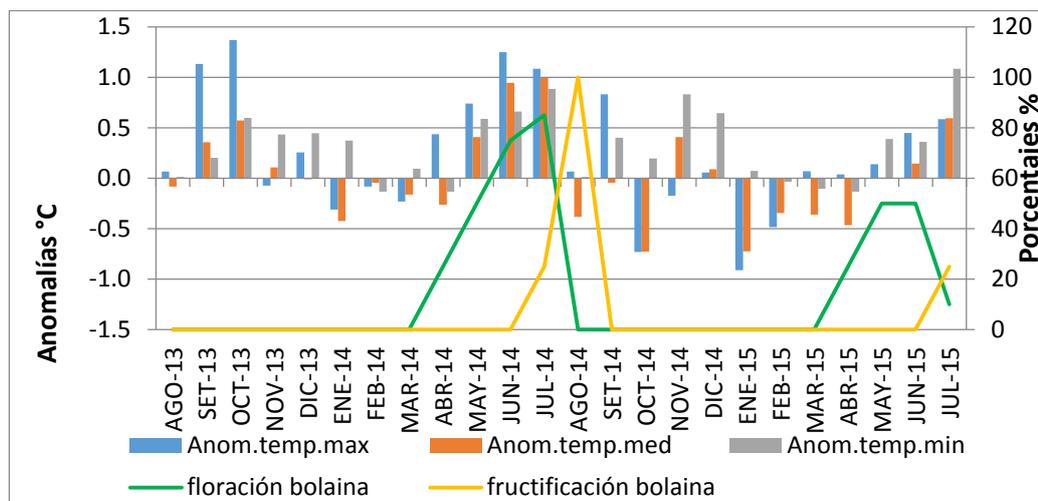


Figura 16: Relación temperatura versus floración y fructificación especie bolaina (Fuente: Elaboración propia)

La temperatura incide en la fructificación, indicando que cuando la temperatura registra un promedio de 26.3°C, la producción alcanza al 100% de la especie bolaina en el mes de julio del 2014, disminuye la producción en el mes de julio del 2015 con temperatura de 25.9°C, la producción es de 25%

En la figura 17, se observa que floración de la bolaina alcanzó su pico más alto de 85% en el mes de julio del 2014, cuando la precipitación promedio pluvial se registró en 76.3 mm, en el año 2015 la floración alcanzo un 50% en los meses de mayo y junio, con una precipitación que oscila 68.4 mm a 96.6 mm, y con el 10% de floración con precipitación de 33 mm en el mes de julio del 2015.

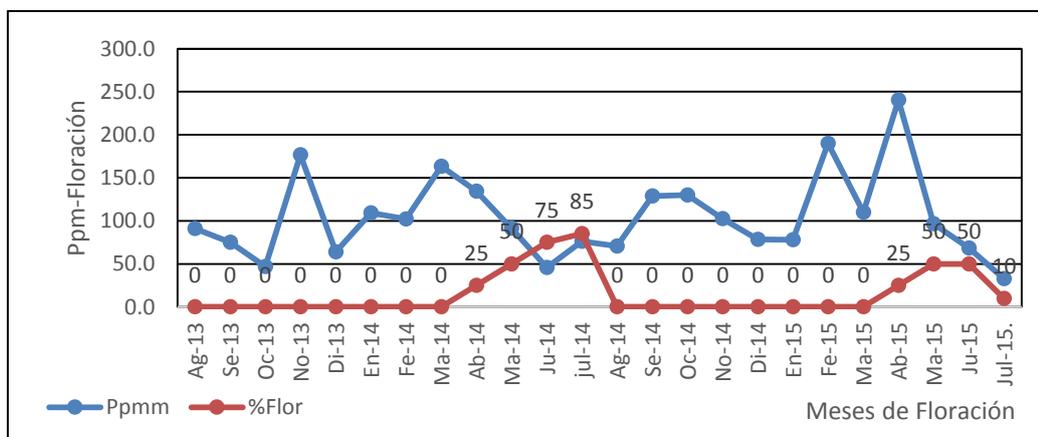


Figura 17: Relación precipitación pluvial versus floración especie bolaina (Fuente: Elaboración propia)

Según la figura 18, se aprecia que la precipitación no tiene influencia sobre la fructificación en la bolaina, registrándose en el año 2014 una máxima producción del 100% en el mes de agosto con una precipitación pluvial de 70.8 mm, mientras que en el año 2015 en el mes de julio la fructificación alcanzó al 25% con una precipitación pluvial promedio de 33.0 mm.

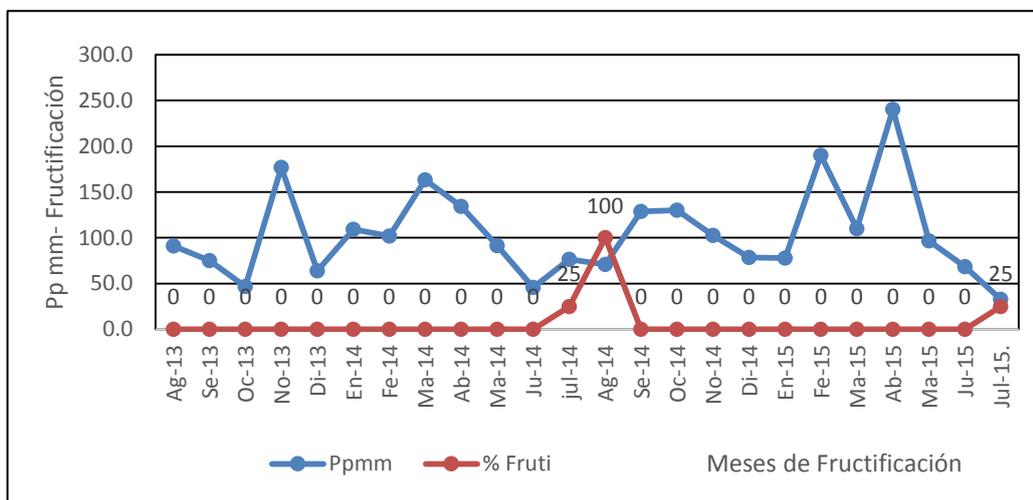


Figura 18: Relación precipitación pluvial versus fructificación especie bolaina (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 19 se muestra que la humedad relativa durante los dos 02 años de observación la variable dependiente floración de la especie bolaina no tiene una incidencia en dicha periodicidad encontrando una producción de 25%, 50%, 75% y 85% en los meses de abril, mayo, junio y julio del 2014, cuando la humedad relativa promedio se registró 73%, en los meses de abril a Julio del 2015, hubo una floración del 25%, 50%, 50% y 10%, cuando la humedad relativa se registró en un promedio de 74%.

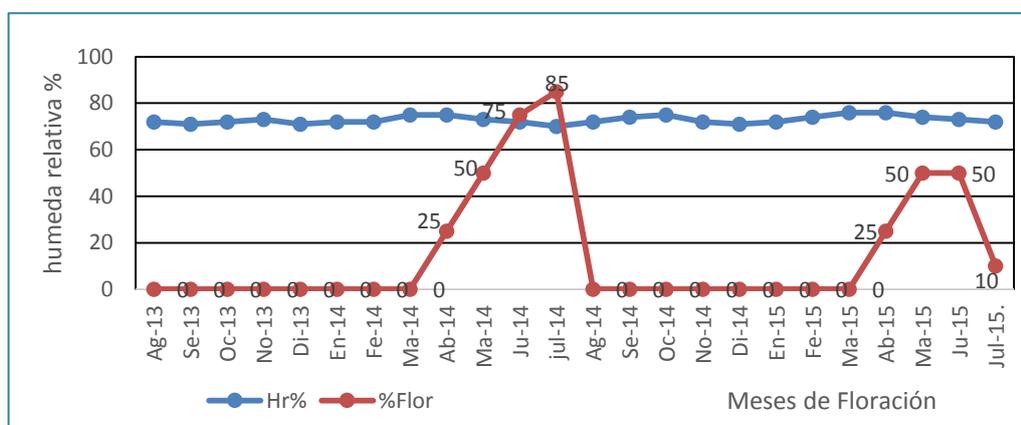


Figura 19: Relación humedad relativa versus floración especie bolaina (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 20, nos muestra que la bolaina presenta una fructificación máxima en el mes de agosto del 2014, con porcentaje del 100% cuando la humedad relativa alcanzo a 72% y en los meses de Julio del 2014 y 2015 una fructificación del 25% con una humedad relativa de 70% y 72% respectivamente.

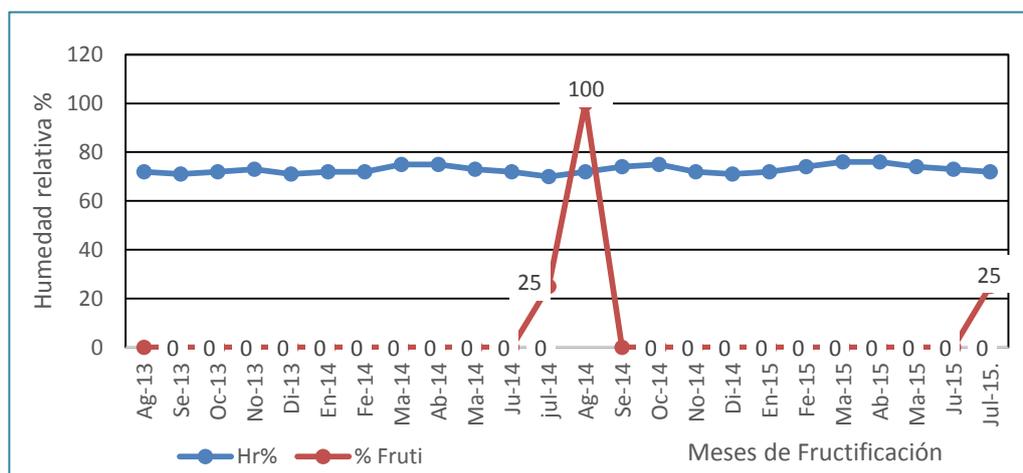


Figura 20: Relación humedad relativa versus fructificación especie bolaina
(Fuente: Elaboración propia)

La bolaina especie nativa que se encuentra distribuida en la amazonía, los resultados encontrado demuestran que el evento de floración tiene una duración de cuatro meses cada año de abril - julio, con temperatura promedio de 26°C, esto se debe a que los órganos vegetativos y reproductivos compiten entre sí por los nutrientes. La fructificación tiene una duración de cuatro meses cada año, observando, en las flores que esto se debe a que los órganos vegetativos y reproductivos compiten entre sí por los nutrientes y en la fructificación se debe al desarrollo, en especial los frutos jóvenes, tienen gran capacidad de extraer sales minerales, azúcares y aminoácidos. Durante la acumulación de estas sustancias por los órganos reproductivos, las cantidades presentes en las hojas disminuyen proporcionalmente, tal como se demuestran en diversos estudios donde la acumulación de nutrientes en las flores, frutos o tubérculos en desarrollo ocurre principalmente a expensas de los materiales en las hojas cercanas, (Salisbury, 1994, Janzen 1967) relaciona la floración con la caída de follaje en la estación seca, ya que de esta manera las flores son más visibles y atractivas para los animales polinizantes. Debe señalarse que aun cuando el área evaluada no se caracteriza por una gran diferencia en lo que respecta a las estación seca o estación

lluviosa, si se manifiesta la relación que indica Janzen (1967) que cuando cesa la actividad de defoliación, comienza acentuarse la floración, tiene una duración de cuatro meses al año de abril a julio y la fructificación de dos meses encontrando porcentaje de floración (85%), en el mes de julio y fructificación del 100% en el mes de Agosto. Mientras que Reynel *et al.*, (2003), Indican que en la Amazonia Peruana – Loreto, la especie Bolaina, registra una floración durante la estación seca, entre Julio-Setiembre y fructificación entre octubre a diciembre. Sin embargo Flores (2004), informa que la floración y fructificación de la bolaina ocurren anualmente, la floración dura aproximadamente dos meses, y debido a su abundancia de floración la copa del árbol presenta una coloración rosado suave. Posteriormente las flores caen y el árbol permanece solo con hojas de 3 y 4 semanas hasta que empieza a parecer los mitos, cubiertos por largos pelos marrones. La maduración de los frutos duran de 2–3 meses y la desimación de semilla alcanza su máxima intensidad los meses de setiembre y octubre.

Reynel *et al.*, (2003) y Flores (2012), demuestran resultados coincidentes indicándonos que la floración y fructificación tienen un periodo corto de dos (02) meses y en estaciones secas con fructificaciones en el mes de octubre a diciembre respectivamente.

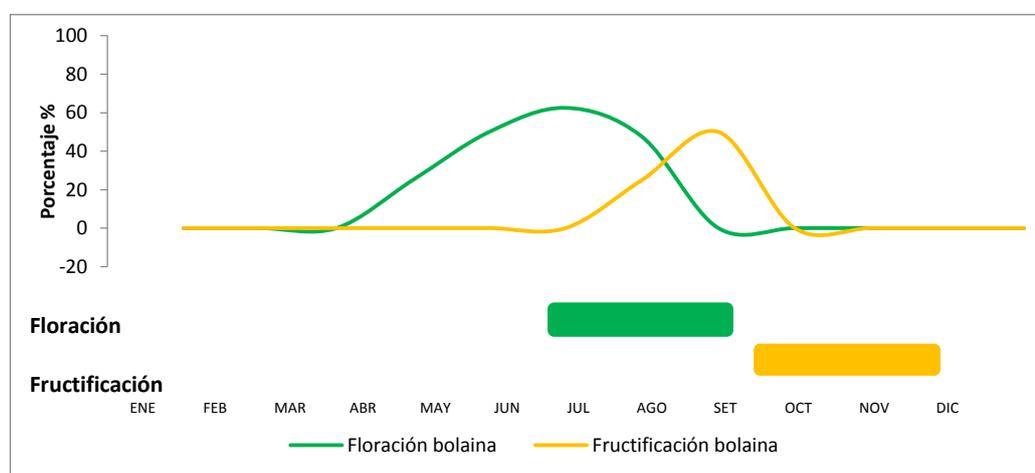


Figura 21: Calendarización de la floración y fructificación especie bolaina
(Fuente: Elaboración propia)

Los resultados indicados por Reynel *et al.*, (2003), Flores (2012), ha permitido efectuar las comparaciones con las obtenidas en nuestra investigación difiriendo con el periodo corto de floración y fructificación dos (02) meses, con temperatura promedio mensual de 26.3°C, se ha observado efectos cuantitativos

del cambio climático en la fenología de floración y fructificación de esta especie, probablemente por las anomalías de las temperaturas que se presentaron en esa época del año, deficientes con respecto a sus normales (26.5°C de la serie 1981 – 2010), es decir -0.2°C, ocasionando un atraso en la ocurrencia de las fenofases, tal como se muestra en la figura 21, y confirman otras investigaciones efectuadas por Longman, (1978); y Ashton *et al.*, (1988), quienes afirman que desafortunadamente los efectos fisiológicos que la temperatura puede tener en los ritmos internos en especies forestales no se conocen, por tanto es difícil obtener una acertada explicación a lo encontrado, no obstante diferencias mínimas de temperatura de 5°C, puede afectar el ritmo de crecimiento y en general a la fisiología de árboles tropicales. Por consiguiente (Kozlowski & Pallardy 1997). Indican que la fotosíntesis en los árboles tiene un rango de temperatura que va desde el punto de congelación hasta temperaturas por encima de 40°C. El rango de temperatura específico depende de la especie, genotipo, edad de la planta, origen y época. En las especies tropicales la tasa de fotosíntesis disminuye a temperaturas por debajo de 15°C. Estos mismos autores reportan que, un periodo de adaptación o aclimatación a determinadas condiciones puede producir una variación en el comportamiento de las plantas frente a la temperatura. Los efectos de la luz sobre la fotosíntesis pueden modificarse por la interacción con otros factores ambientales. (Powles, 1984), Informa que la temperatura del aire es importante sobre la fotosíntesis, en el desarrollo y crecimiento productivo de las plantas arbóreas; sin embargo, es también importante la temperatura del suelo, sobre todo por su efecto sobre la absorción de nutrientes por las raíces, nutrientes que van a afectar a la fotosíntesis.

4.2.4. Relación Temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa versus floración y fructificación especie marupa

En la figura 22, la temperatura influye en la floración de la especie marupa registrándose en el mes de setiembre 2013 una producción del 80% cuando la temperatura estuvo en 27.0°C, en el año 2014 esta variable generó influencia sobre la floración produciendo un promedio de 67.5%, en el mes de agosto cuando la temperatura promedio de 25.7°C, y en el mes de julio del 2015 alcanzó una floración del 50%, cuando la temperatura registro en 25.9°C, es decir, no se puede

precisar que las temperaturas hayan sido determinantes para la aparición de las flores, sin embargo, existe una correlación débil entre ambas variables.

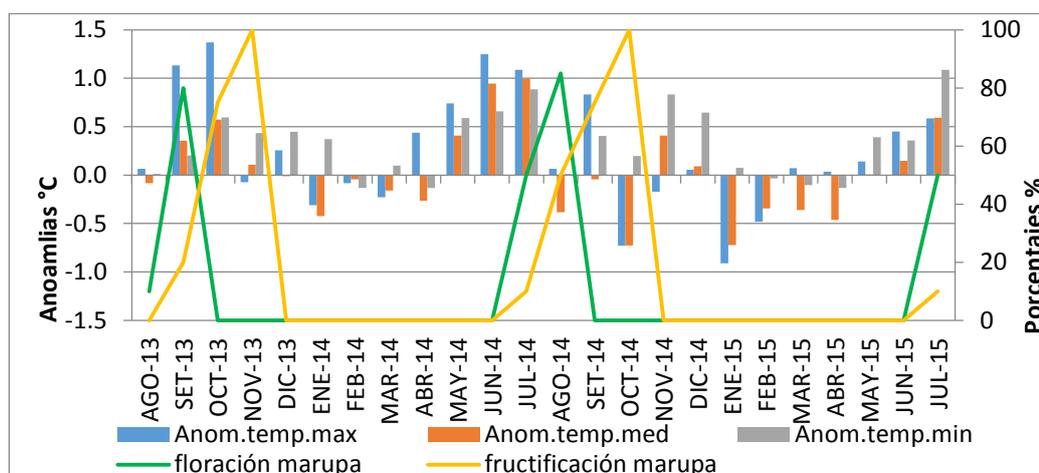


Figura 22: Relación temperatura versus floración y fructificación especie marupa (Fuente: Elaboración propia)

Sin embargo se aprecia que la temperatura tiene incidencia en la fructificación del marupa, los resultados muestran que cuando la temperatura registra en 26.5°C, la producción en la fructificación es ascendente a 20%, 75% y 100% durante el año del 2013, el mes de octubre del 2014, la fructificación alcanzó al 100%, cuando la temperatura se registró en 26.2°C, el año 2015; la producción alcanzo 10%, cuando la temperatura se registró en 25.9°C.

La variables climáticas evaluadas del periodo 2013 – 2015, presentaron anomalías variables con respecto a sus normales (serie 1981 – 2010), las cuales pudieron causar efectos en la aparición de la fenofase de esta especie forestal.

En la figura 23, se observa que la floración del marupa no ha tenido la influencia de la precipitación pluvial con registro en el mes de setiembre del 2013 del 80% y una precipitación del 75.2 mm, en los meses de julio y agosto alcanzo el 50% y 85%, con precipitaciones de 76.3mm y 70.8mm, mientras que en el año 2015, del mes de julio alcanzo el 50%, con una precipitación pluvial promedio de 33 mm.

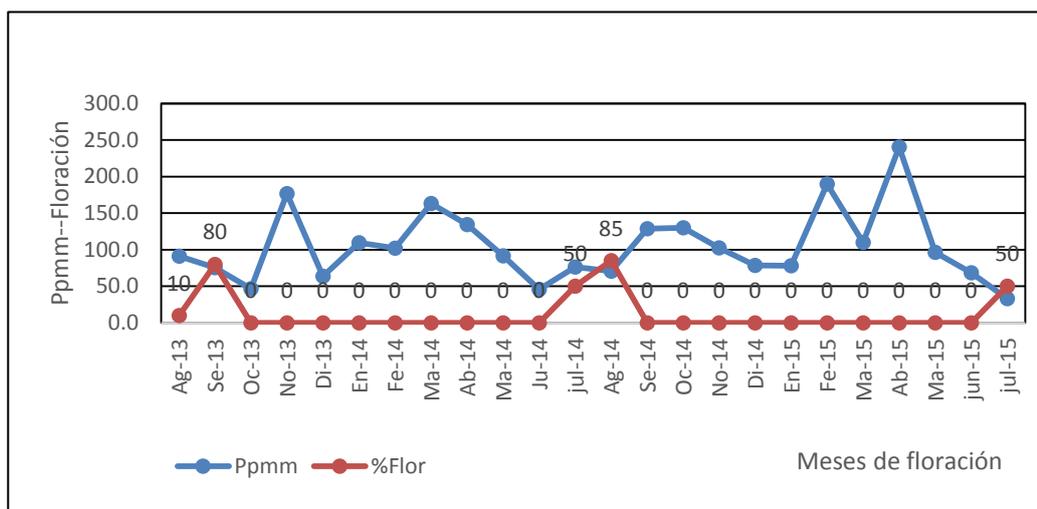


Figura 23: Relación precipitación pluvial versus floración especie marupa
(Fuente: Elaboración propia)

De acuerdo la figura 24, la precipitación no influye sobre la fructificación del marupa, obteniendo una producción promedio del 20% en setiembre, 75% en octubre y el 100% en el mes de noviembre con precipitaciones de 75.2 mm, 46.8 mm y 176.9 mm, en cambio en el año 2015 la fructificación se dio en julio con el 10%, agosto con 50%, setiembre con 75% y en octubre con el 100%, cuyas precipitaciones oscilan entre 70.8 mm, a 130.0 mm, mientras que en el año 2015 en julio alcanzo el 10% y con una precipitación del 33 mm.

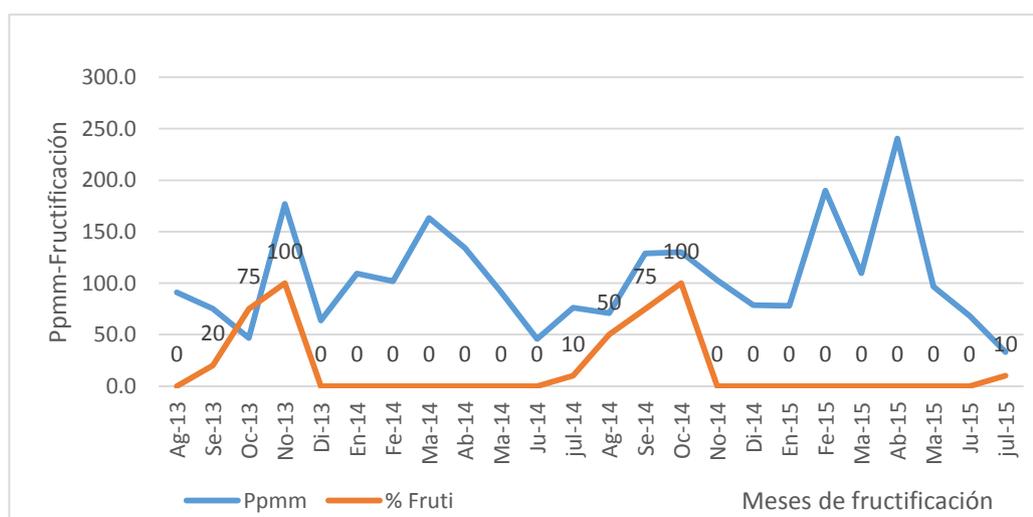


Figura 24: Relación precipitación pluvial versus fructificación especie marupa
(Fuente: Elaboración propia)

Según la figura 25, la variable humedad relativa no ejerce influencia sobre la floración en la especie marupa registrándose en el mes de 71%, y en el año 2014 esta variable no generó influencia sobre la floración produciendo en el mes de julio y agosto una producción de 50% y 85% cuando la humedad relativa ejerció un 70% y 72% respectivamente y en el mes de julio del 2015 alcanzó una floración del 50% y con una humedad relativa de 72%.

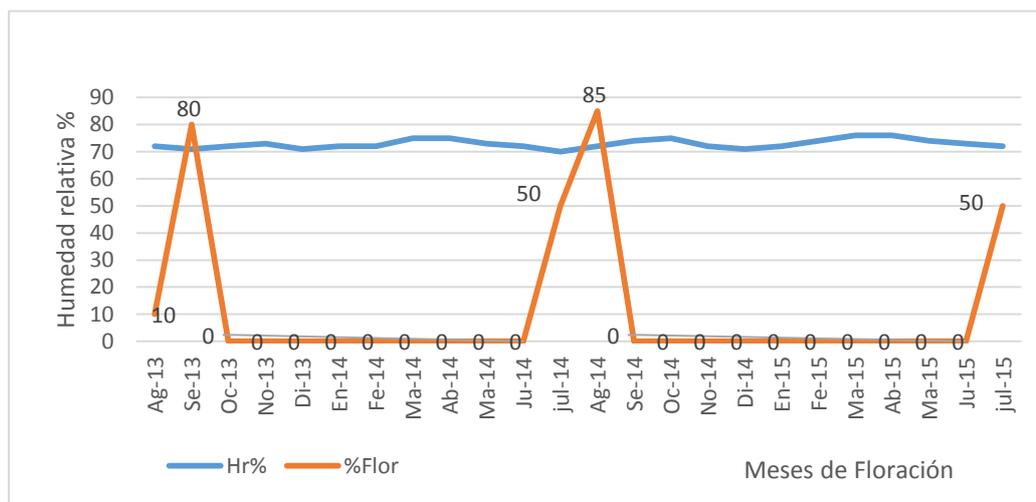


Figura 25: Relación humedad relativa versus floración especie marupa
(Fuente: Elaboración propia)

La figura 26 se puede apreciar que la humedad relativa como variable independiente no tiene incidencia en la fructificación de la especie marupa, los resultados demuestran que existe una producción en la fructificación del 20%, a 100% cuando la humedad relativa se registró entre 71%, y 73% en los meses de setiembre a noviembre del 2013. Por otro lado se encontró una producción de fructificación que fluctúa entre 10, a 100% entre los meses de julio a octubre del

1994, Janzen 1967) relaciona la floración con la caída de follaje en la estación seca, ya que de esta manera las flores son más visibles y atractivas para los animales polinizantes. Debe señalarse que aun cuando el área evaluada no se caracteriza por una gran diferencia en lo que respecta a las estación seca o estación lluviosa, si se manifiesta la relación que indica Janzen (1967) que cuando cesa la actividad de defoliación, comienza acentuarse la floración. Tiene una duración de cuatro meses al año de abril a julio y la fructificación de dos meses encontrando porcentaje de floración (85%), en el mes de julio y fructificación del 100% en el mes de agosto. Mientras que en el calendario fenológico de floración y fructificación, floreciendo entre los meses julio y agosto con promedios del 85%, consecutivamente la fructificación se encuentra entre los meses de julio a octubre, con pico de producción del 100%, respectivamente. Sin embargo los resultados obtenidos en el estudio de fenología reproductiva de cinco especies forestales del bosque secundario tropical realizado por Vélchez *et al.*, (2004), indican que los porcentajes de floración y fructificación no alcanzaron valores superiores a un 11%, de floración en el mes de setiembre de 1998 (1,2%) y una más grande en febrero de 1999 (11%). El fructificación alcanzó su máxima producción en el mes de marzo de 1999 con una producción del (4,9%), continuó hasta el mes de abril de ese mismo año, posteriormente otra pequeña en el mes de julio de 1999 y por último en el mes de junio de 1998 se presentó una floración muy pequeño del (1%). Flores (2012), indica que la floración de esta especie ocurre entre los meses de septiembre y diciembre, resultados encontrados en el Centro de Investigación Alexander Von Humboldt - Pucallpa, a principios de la época lluviosa, la fructificación se presenta en los meses de diciembre y abril. Flores *et al.*, (2015), reportan que los resultados muestran que la fructificación en la mayoría de las especies del estudio estuvieron influenciadas por la temperatura media mensual, en tanto que la floración estuvo débilmente influenciada por la temperatura; la floración y fructificación de las especies estudiadas no estuvieron notoriamente influenciadas por la precipitación pluvial.

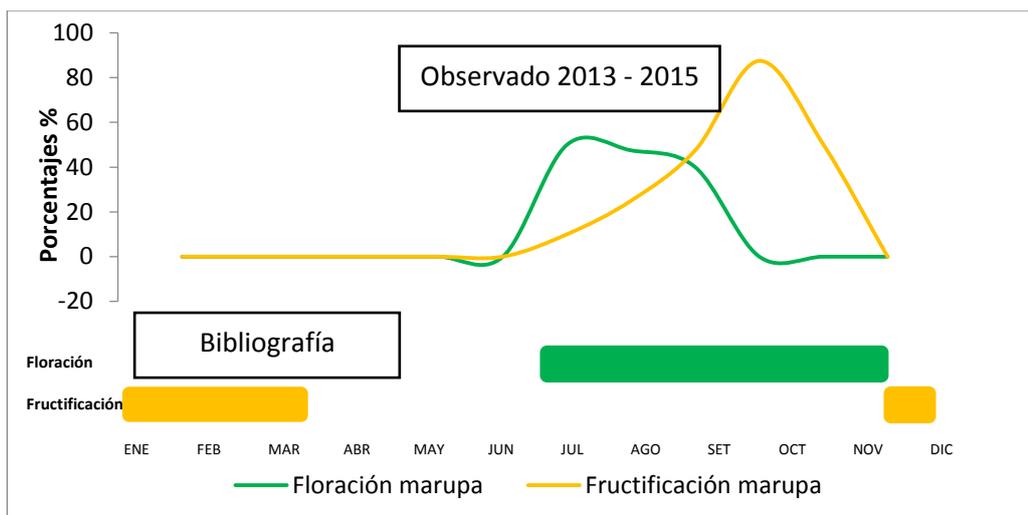


Figura 27: Calendarización de la floración y fructificación especie marupa
(Fuente: Elaboración propia)

De acuerdo a las investigaciones realizadas en la amazonia peruana por Vílchez *et al.*, (2004), Flores (2012) y Flores *et al.*, (2015), la especie marupa, presenta una baja actividad productiva de floración y fructificación durante del año, producido por el efecto cuantitativo del cambio climático representado por: la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa.

Sin embargo los resultados indicados por Vílchez *et al.*, (2004), Flores (2004) y Flores *et al.*, (2015), ha permitido efectuar la comparación con los resultados encontrados en nuestra investigación, el efecto del cambio climático representado por: la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, del periodo 2013 – 2015, que fueron comparados con la serie climática de 1981 – 2010, afecto en él calendario fenológico de floración y fructificación de esta especie, como se observa en la figura 27, básicamente por el adelanto de la fenofase, obteniendo una actividad productiva de floración del 85% en los meses de agosto-setiembre, consecutivamente la producción de la fructificación se realiza en los meses de octubre – noviembre con porcentaje del 100%, diferente a los autores arriba mencionados, demostrando dos (02) meses de actividad productiva, con una temperatura promedio de 26.5°C presente en el estudio, encontrándose en el rango permisible como indican los investigadores Longman, (1978); y Ashton *et al.*, (1988), que desafortunadamente los efectos fisiológicos que la temperatura puede tener en los ritmos internos en especies forestales no se conocen, por tanto es difícil obtener una acertada explicación a lo encontrado, no

obstante diferencias mínimas de temperatura de 5°C, puede afectar el ritmo de crecimiento y en general a la fisiología de árboles tropicales. Por consiguiente (Kozlowski & Pallardy 1997). Indican que la fotosíntesis en los árboles tiene un rango de temperatura que va desde el punto de congelación hasta temperaturas por encima de 40°C. El rango de temperatura específico depende de la especie, genotipo, edad de la planta, origen y época. En las especies tropicales la tasa de fotosíntesis disminuye a temperaturas por debajo de 15°C. Estos mismos autores reportan que, el periodo de adaptación o aclimatación a determinadas condiciones puede producir una variación en el comportamiento de las plantas frente a la temperatura. Los efectos de la luz sobre la fotosíntesis pueden modificarse por la interacción con otros factores ambientales (Powles, 1984), Informa que la temperatura del aire es importante sobre la fotosíntesis, en el desarrollo y crecimiento productivo de las plantas arbóreas, sin embargo, es también importante la temperatura del suelo, sobre todo por su efecto sobre la absorción de nutrientes por las raíces, nutrientes que van a afectar a la fotosíntesis.

4.2.5. Relación temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, versus floración y fructificación especie teca

La figura 28, muestra que la temperatura no ha incidido en la floración de la teca que ha sido adaptada a nuestra zona con ocho años de establecido obteniendo una producción de 50% y 85%, en los meses de agosto y setiembre del 2013, cuando la temperatura alcanzo 26.0°C y 27.0°C, respectivamente. En los meses de enero y febrero, del 2014 alcanzó a producir 50%, y 75% con temperatura promedio de 26.6°C; posteriormente en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio del 2015, se ha obtenido una floración del 50%, 75%, 90%, 10%, 25%, 50% y 10% con temperaturas promedios alrededor de 26.0°C.

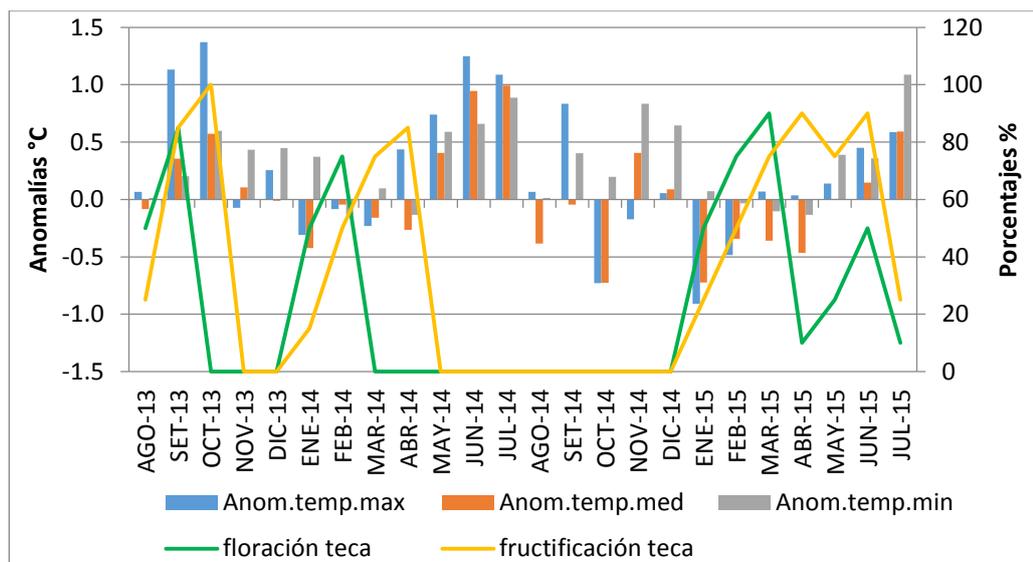


Figura 28: Relación temperatura versus floración y fructificación especie teca (Fuente: Elaboración propia)

La figura muestra la fructificación de la teca, indicando que existe variación en la producción promedio de 25%, 85% y 100% en los meses de agosto, Setiembre y octubre del 2013 con temperaturas promedio de 26.5°C. En los meses de enero, febrero, marzo y abril del 2014, la fructificación alcanzó porcentajes de: 15%, 50%, 75% y 85%, cuando la temperatura se registró en promedio 26.5°C, mientras que en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio del 2015 se observaron la producción promedio de 25%, 50%, 75%, 90%, 5% , 90% y 25%, cuando la temperatura registraba un promedio de 26.5°C.

Asimismo se aprecia que durante el año 2013, se registraron anomalías positivas obteniendo una mayor producción de flores y frutos, mientras que en el año 2014, las temperaturas estuvieron alrededor de sus normales, disminuyendo la producción, sin embargo, en el año 2015, se aprecia una gran variabilidad en la ocurrencia de las anomalías de las temperaturas, y así también en la aparición de la fenofase.

Según la figura 29, la floración de la teca se dio en el año 2013 en los meses de agosto 50% y setiembre del 85% con precipitaciones de 90.0 mm y 75.2 mm, en el año 2014 se aprecia la floración en el mes de enero del 50% y febrero de 75%, con precipitaciones de 109.3 mm y 102 mm, mientras que en el año 2015 se aprecia una floración promedio en los meses de enero con 50%, febrero con 75%, marzo con 90%, abril con 10%, mayo 25%, junio 50% y julio 10%, con

precipitaciones promedio de 77.9 mm, 190 mm, 109.8 mm 240.4 mm, 96.6 mm, 68.4 mm, y 33 mm, respectivamente.

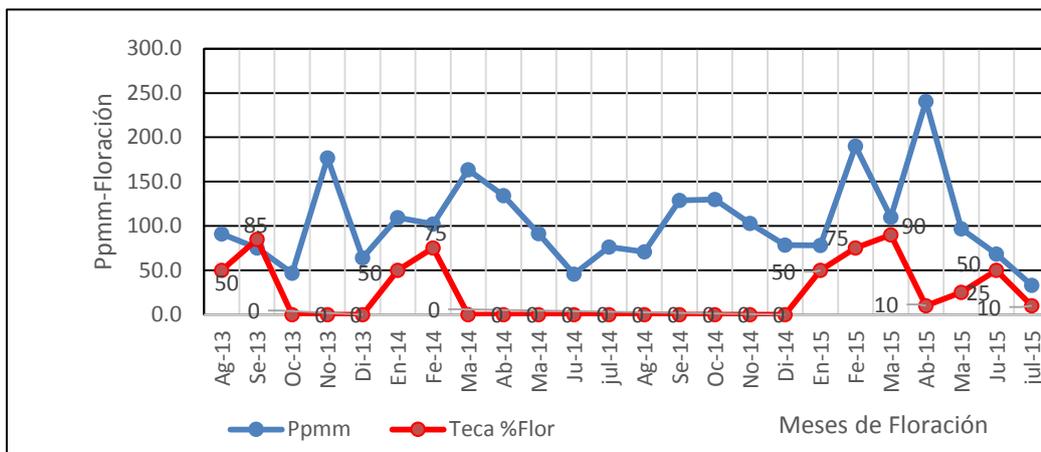


Figura 29: Relación precipitación pluvial versus floración especie teca
(Fuente: Elaboración Propia)

En la figura 30, se aprecia que la precipitación pluvial no ha ejercido influencia sobre la fructificación de teca, obteniendo producciones del: 25%, 85% y 100%, la precipitación estuvo en un rango entre 91.0 mm y 46.8 mm en los meses de agosto a octubre del año 2013, mientras que en el año 2014, la fructificación se dio con 15%, 50%, 75% y 85% con precipitación promedios de 109.3 mm, 102.2 mm, 163.4 mm y 134.3 mm, en los meses de enero, febrero, marzo y abril y en el año 2015 los datos de fructificación fue en los meses de enero 25%, febrero 50%, marzo 75%, abril 90%, mayo 75%, junio 90%, y julio 25% con una precipitación promedio mensual de 77.9 mm, 190.0 mm, 109.8 mm, 240.4 mm, 96.6 mm, 68.4 mm, y 33 mm en los meses de enero a julio 2015.

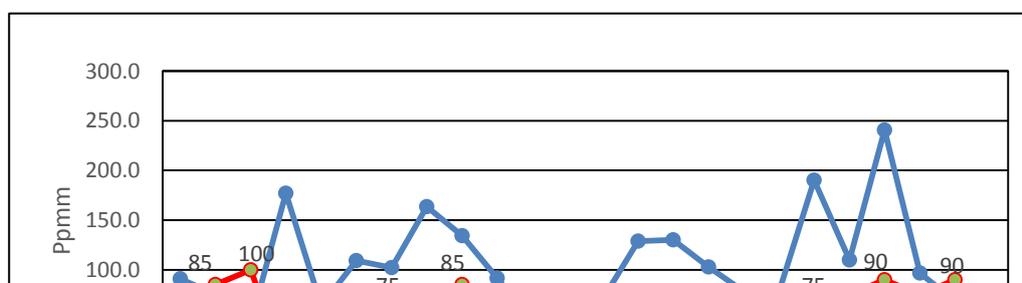


Figura 30: Relación precipitación pluvial versus fructificación especie teca
(Fuente: Elaboración propia)

La figura 31, se aprecia que la humedad relativa como variable independiente no ha incidido en la floración como variable dependiente en la teca, que ha sido adaptada a nuestra zona, con ocho años de establecido en esta fenofase se ha obteniendo una producción del: 50% y 85% en los meses de agosto y setiembre del 2013, cuando la humedad relativa alcanzó a 72% y 71% respectivamente. En los meses de enero y febrero del 2014, alcanzo a producir promedios de 50%, y 75% con humedad relativa de 72% respectivamente; posteriormente en los meses de enero a julio del 2015, se ha obtenido una producción de mayor floración del 90%, con humedad relativa promedio de 74%.

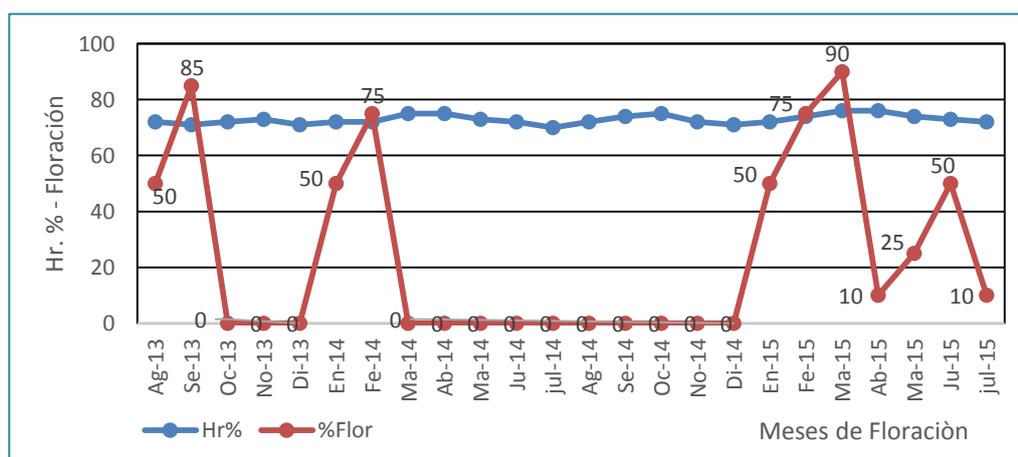


Figura 31: Relación humedad relativa versus floración especie teca (Fuente: Elaboración propia)

La figura 32, la teca, especie exótica de rápido crecimiento se aprecia la variación de su fructificación durante el tiempo de estudio, teniendo una fructificación promedio de 25%, 85% y 100% en el mes de agosto, setiembre y octubre del 2013 con humedad relativa en rango de: 70% y 71%. En los meses de enero a abril del 2014 se produjo fructificación con porcentajes promedios de 15%, a 85%, cuando la humedad relativa alcanzo de 72% y 75%, mientras que en los meses de enero a julio del 2015 se observaron fructificación promedio de 25%, a 90 %, cuando la humedad relativa oscilaba entre 72% y 76%.

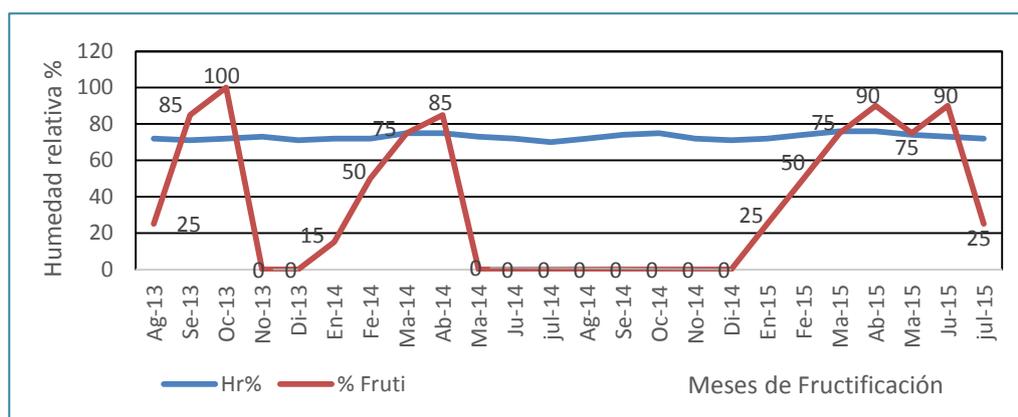


Figura 32: Relación humedad relativa versus fructificación especie teca
(Fuente: Elaboración propia)

La teca especies exótica que tiene la capacidad de adaptarse y/o aclimatarse a la distribución geográfica en esta parte del trópico, la floración varia cada año de corta y prologada en los años del 2013 y 2014, tuvo una duración de dos meses, en la floración del 2015, tuvo una duración de siete meses con temperatura promedio de 26.5°C, esto se debe a que los órganos vegetativos y reproductivos compiten entre sí por los nutrientes. La fructificación varia cada año de corta y prologada en los años del 2013 y 2014, tuvo una duración de tres y cuatro meses, en la floración del 2015, tuvo una duración de siete meses tiene, observando, en

las flores que esto se debe a que los órganos vegetativos y reproductivos compiten entre sí por los nutrientes y en la fructificación se debe al desarrollo, en especial los frutos jóvenes, tienen gran capacidad de extraer sales minerales, azúcares y aminoácidos. Durante la acumulación de estas sustancias por los órganos reproductivos, las cantidades presentes en las hojas disminuyen proporcionalmente, tal como se demuestran en diversos estudios donde la acumulación de nutrientes en las flores, frutos o tubérculos en desarrollo ocurre principalmente a expensas de los materiales en las hojas cercanas, (Salisbury, 1994 y Janzen 1967) relaciona la floración con la caída de follaje en la estación seca, ya que de esta manera las flores son más visibles y atractivas para los animales polinizantes. Debe señalarse que aun cuando el área evaluada no se caracteriza por una gran diferencia en lo que respecta a las estación seca o estación lluviosa, si se manifiesta la relación que indica Janzen (1967) que cuando cesa la actividad de defoliación, comienza acentuarse la floración. Tiene una duración variado durante el año, encontrando porcentaje de floración (75%, 90%), en el mes de febrero de cada año, y fructificación en diferentes años (100%, 85%,90%,90%), en el mes de octubre, abril, abril y julio, respectivamente. La FAO (1975), informa que en estudios realizados en América Central, encontraron que la floración de la especie Teca es en los meses de junio a setiembre y la producción de frutos al inicio del verano en los meses de febrero a abril. Bormann y Berlyn, (1983), en estudio realizado de manglar en clima estacional al sur de Florida, USA; la producción de flores, frutos y semillas de la especie Teca, señalaron la existencia de fluctuaciones con un retraso determinado por un período de tiempo, y este es más largo si sucede durante el invierno. Mientras Smith, (1980), menciona que entre las etapas de floración de la Teca no reflejó una evidente sincronización, es decir, aparecieron casi al mismo tiempo yemas florales y flores inmaduras e incluso en algunas especies también se hizo presente la etapa de flores abiertas. Mientras que en las estaciones del trópico son marcadamente alternadas como estación lluviosa y seca, el comienzo de la estación lluviosa es un medio seguro para dar pie a que las plantas del trópico puedan llegar a sincronizarse a cambios estacionales. Para Etherington (1982). Indica que los vegetales tienen la capacidad de adaptarse y/o aclimatarse, generando así un rango con límites óptimos, dependiendo muchas veces, no solo de la especie, sino también de la plasticidad fenotípica de la misma. Sin embargo

Lambers *et al.*, (1998). Concluyen que dentro de esta posible adaptación incluye cambios a nivel genético, aclimatación y distribución geográfica.

Según investigaciones realizadas por la FAO (1975), Bormann y Berlyn (1983), Smith (1980), Etherington (1982) y Lambers *et al.*, (1998), la especie Teca, tiene una capacidad de adaptarse y/o aclimatarse con rango y límites óptimos de desarrollo y crecimiento, la floración se produce en el mes de junio y fructificación en setiembre entre las etapas de fenofase no se refleja una evidente sincronización.

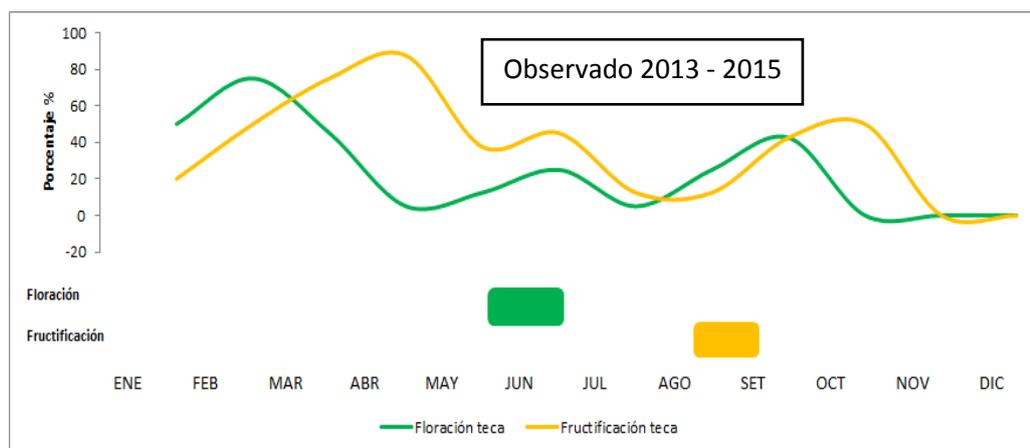


Figura 33: Calendarización de la floración y fructificación especie teca
(Fuente: Elaboración propia)

Por cuanto estos resultados reportados por la FAO (1975), Bormann y Berlyn (1983), Smith (1980), Etherington (1982) y Lambers *et al.*, (1998), ha permitido comparar con los obtenidos en la presente investigación indicando que el efecto cuantitativo del cambio climático no es determinante en la floración y fructificación de esta especie, como se observa en la figura 33, sin embargo, se evidencia una gran variabilidad en la ocurrencia de la fenofase, debiéndose probablemente a aspectos edafoclimáticos, encontrándose con una temperatura promedio de 26.5°C durante su observación por lo cual está en el rango permisible para su desarrollo tal como afirman Longman (1978); y Ashton *et al.*, (1988), que desafortunadamente los efectos fisiológicos que la temperatura puede tener en los ritmos internos en especies forestales no se conocen, por tanto es difícil obtener una acertada explicación a lo encontrado, no obstante diferencias mínimas de temperatura de 5°C, puede afectar el ritmo de crecimiento y en general a la fisiología de árboles tropicales. Por consiguiente (Kozlowski & Pallardy 1997), Indican que la fotosíntesis en los árboles tiene un rango de temperatura que va

desde el punto de congelación hasta temperaturas por encima de 40°C. El rango de temperatura específico depende de la especie, genotipo, edad de la planta, origen y época. En las especies tropicales la tasa de fotosíntesis disminuye a temperaturas por debajo de 15°C. Estos mismos autores reportan que, el periodo de adaptación o aclimatación a determinadas condiciones puede producir una variación en el comportamiento de las plantas frente a la temperatura. Los efectos de la luz sobre la fotosíntesis pueden modificarse por la interacción con otros factores ambientales (Powles 1984), Informa que la temperatura del aire es importante sobre la fotosíntesis, en el desarrollo y crecimiento productivo de las plantas arbóreas, sin embargo, es también importante la temperatura del suelo, sobre todo por su efecto sobre la absorción de nutrientes por las raíces, nutrientes que van a afectar a la fotosíntesis.

4.2.6. Relación temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa versus especie eucalipto

En la figura 34, se muestra que la floración de la especie eucalipto, especie adaptada a nuestra zona donde se observó en el mes de febrero del año 2014, producción promedio del 50% de floración cuando la temperatura alcanzó a 26.8°C, luego en los meses de julio y agosto del 2014 se puede observar una floración promedio del 25% y 15% con una temperatura promedio de 26.3°C y 25.7°C, respectivamente, asimismo la floración promedio en los meses de enero y febrero del 2015, con porcentaje promedio del 20% y 10%, contando con el rango de temperatura de 26.7°C y 26.5°C.

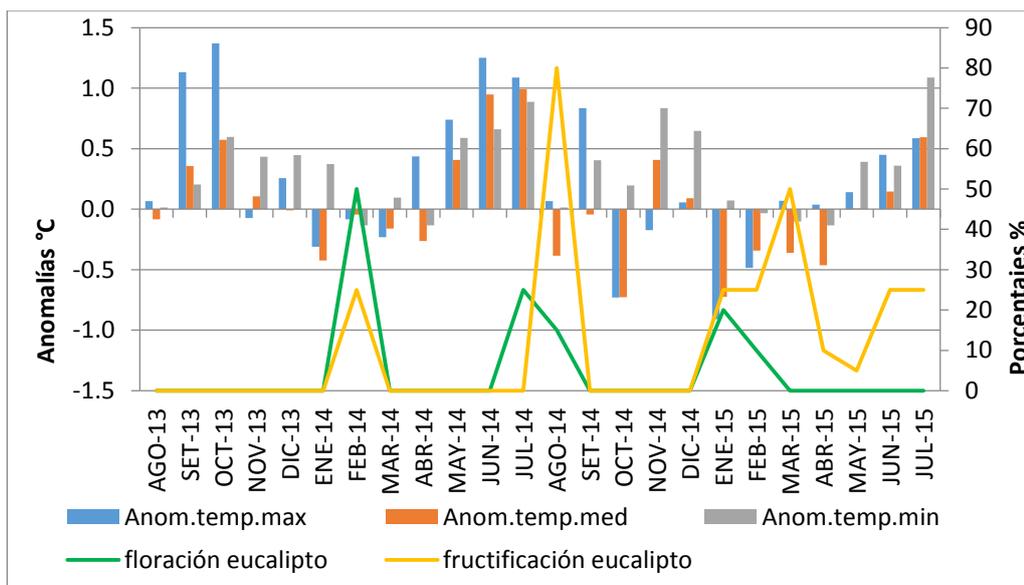


Figura 34: Relación temperatura versus floración y fructificación especie eucalipto (Fuente: Elaboración propia)

Se aprecia que la fructificación del eucalipto, adaptada a nuestra región, y de rápido crecimiento, se ha observado en el año 2014, en el mes de febrero con porcentaje de producción del 25%, cuando la temperatura estaba en: 26.8°C, en agosto del 2014, la fructificación se registró en 80%, con temperatura de: 26.7°C, en el 2015 se observó una prolongada fructificación iniciando en el mes de enero a junio, con porcentajes del 5%, a 50%, con rango de temperatura de 26.5°C.

Durante el periodo de estudio 2013 – 2015, las temperaturas se presentaron dentro de los rangos permisibles para la especie, siendo analizados con respeto a sus normales de la serie climática 1981 – 2010, cuyas correlaciones con las fenofases de floración y fructificación guardan una débil relación, debiéndose la diferencia probablemente a otros factores ambientales, que no forman parte del estudio.

Según la figura 35, se muestra la floración del eucalipto, donde la precipitación pluvial no es determinante en la floración por ser, especie adaptada a nuestra zona, observando en el mes de febrero del año 2014, tiene una producción promedio del 50%, cuando la precipitación alcanzo a 102.0mm, luego en los meses de julio y agosto del 2014, la floración se observó en un rango entre: 25% y 15%, con precipitación de: 76.30 mm y 70.80 mm, asimismo la floración se observó en los meses de enero y febrero del 2015, con porcentaje del: 20% y

10%, con precipitación que oscilan entre: 77.90 mm y 109.0 mm, respectivamente.

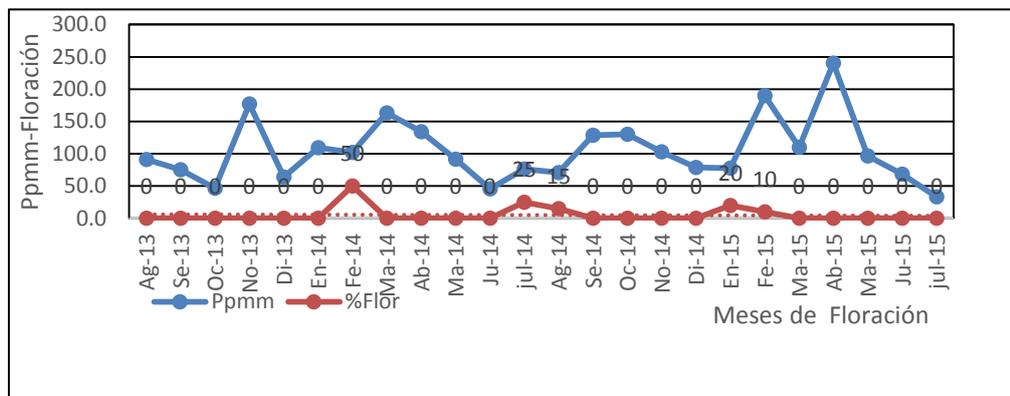


Figura 35: Relación precipitación pluvial versus floración especie eucalipto
(Fuente: Elaboración propia)

La figura 36, se aprecia que la fructificación en la especie forestal Eucalipto adaptada a nuestra región, presentando esta actividad en el año 2014 en el mes de febrero con un porcentaje de: 25%, cuando la precipitación se registró en: 102mm, luego en el mes de agosto del 2014, se observó la fructificación de: 80% cuando la precipitación pluvial registro en: 70.8mm, mientras que en el año 2015, se observó una prolongada fructificación iniciando en el mes de enero a julio, con porcentajes de 25%, 25%, 50%, 10%, 5% y 25% y 25%, cuando la precipitación pluvial se registraron en: 79 mm, 190 mm, 109.8 mm, 240.4 mm, 96.6 mm , 68.4 mm y 33 mm, respectivamente.

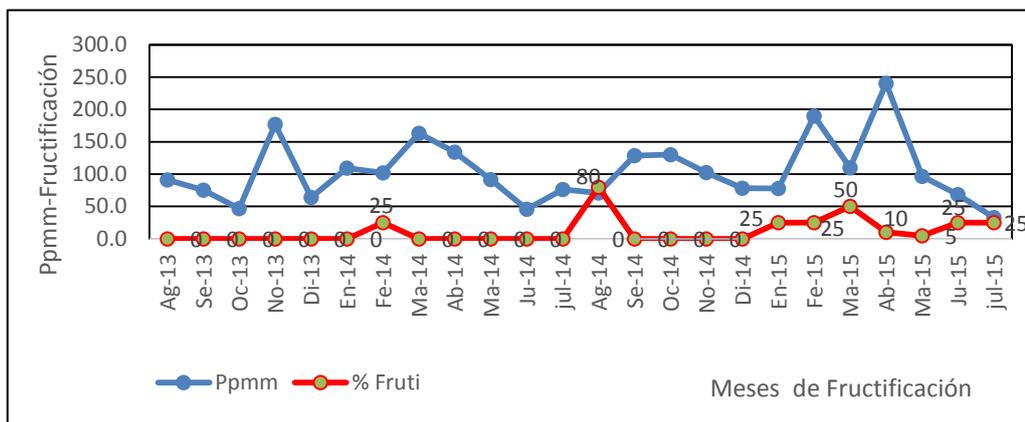


Figura 36: Relación precipitación pluvial versus fructificación especie eucalipto (Fuente: Elaboración propia)

La figura 37, se observa la floración de la especie eucalipto, adaptada a nuestra zona donde en el mes de febrero del año 2014, se ha observado una producción promedio del 50%, cuando la humedad relativa alcanzo a 72%, luego en los meses de julio y agosto del 2014, la floración se encontró en promedio del: 25% y 15%, presentando valores de humedad relativa del: 70% y 72%, asimismo se pudo observar un floración promedio en los meses de enero y febrero del 2015 con porcentaje promedio del: 20% y 10%, con humedad relativa de: 72% y 74%, respectivamente.

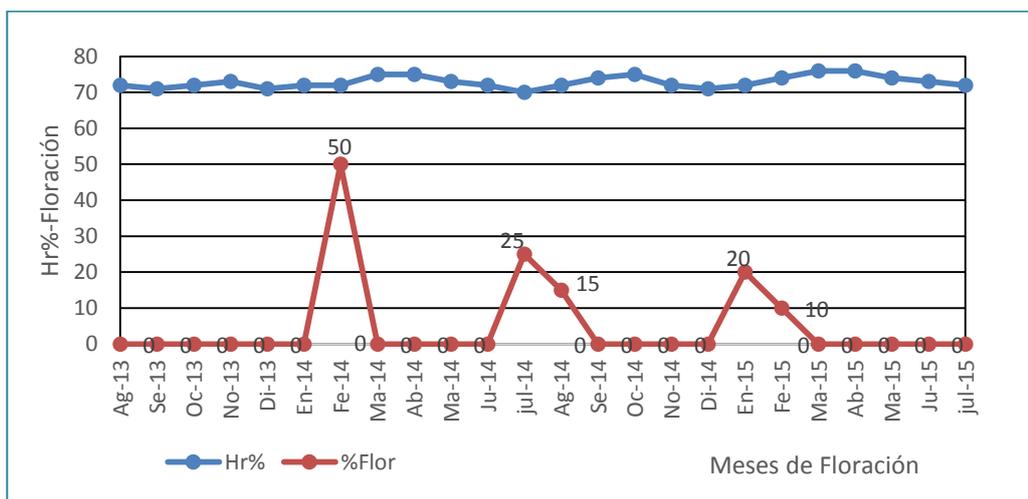


Figura 37: Relación humedad relativa versus floración especie eucalipto (Fuente: Elaboración propia)

La figura 38, se aprecia que la fructificación evento consecutivo a la floración es predecible en esta especie que se ha adaptada a nuestra región, presentando esta actividad en el año 2014, mes de febrero con porcentaje del: 25%, cuando la

humedad relativa estaba en 72% , luego se observó en el mes de agosto del 2014, la fructificación promedio de: 80%, con humedad relativa de: 72%, mientras que en el año 2015, se observó una prolongada fructificación iniciando en el mes de enero y culminando en el mes de julio, con porcentajes de 25%, 25%, 50%, 10%, 5%, 25% y 25%, cuando la humedad relativa estaba en un rango de: 72% y 76%, respectivamente.

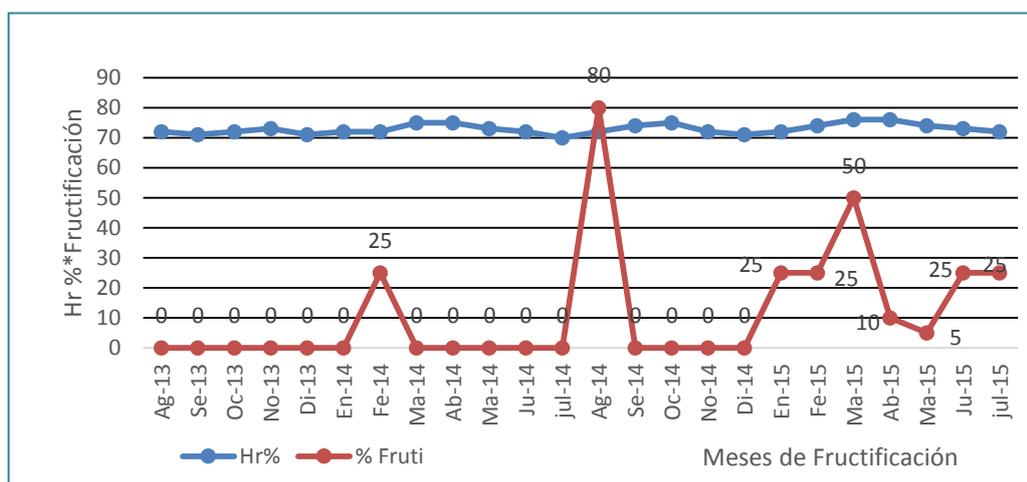


Figura 38: Relación Humedad relativa versus Fructificación especie Eucalypto (Fuente: Elaboración propia)

El eucalipto, especie exótica que tiene la capacidad de distribuirse en áreas geográficas, adaptarse y/o aclimatarse en esta parte del trópico, la floración varía cada año de corta y prolongada en el año del 2014, tuvo una duración de un mes, en el mismo año la floración se observó una producción en los meses de julio y agosto, y en el año 2015, se observó la floración en los meses de enero y febrero, con una duración de dos meses, con temperatura promedio de 26°C, esto se debe a que los órganos vegetativos y reproductivos compiten entre sí por los nutrientes. La fructificación varió durante en el año 2014, observando en febrero y agosto y de enero a julio del 2015, observando, en las flores que esto se debe a que los órganos vegetativos y reproductivos compiten entre sí por los nutrientes y en la fructificación se debe al desarrollo, en especial los frutos jóvenes, tienen gran capacidad de extraer sales minerales, azúcares y aminoácidos. Durante la acumulación de estas sustancias por los órganos reproductivos, las cantidades presentes en las hojas disminuyen proporcionalmente, tal como se demuestran en diversos estudios donde la acumulación de nutrientes en las flores, frutos o tubérculos en desarrollo ocurre principalmente a expensas de los materiales en las

hojas cercanas, (Salisbury 1994) y Janzen 1967) relaciona la floración con la caída de follaje en la estación seca, ya que de esta manera las flores son más visibles y atractivas para los animales polinizantes. Debe señalarse que aun cuando el área evaluada no se caracteriza por una gran diferencia en lo que respecta a las estación seca o estación lluviosa, si se manifiesta la relación que indica Janzen (1967) que cuando cesa la actividad de defoliación, comienza acentuarse la floración. Tiene una duración variado durante el año, encontrando porcentaje de floración (50%,25%,15%,20% y 10%), en los meses de febrero, julio y agosto, de enero, a julio, y la fructificación se evaluó en los meses de febrero y agosto, en el año 2015, se observó en los meses de enero a julio (25% ,25%, 50%,10%, 5%,25%, 25%), encontrando que a temperatura promedio de 26.7°C, florece dos (2) veces; sin embargo cuando la precipitación pluvial se registró en 102 mm, la floración alcanzo a producir el: 50%, y la fructificación se estimó en: 25%, cuando la humedad relativa se registró en 72%, muy diferente a lo encontrado por Medizzine (2010), en zonas templada, la floración se produce al final de la estación cálida y primeras semanas del otoño (diciembre a enero), dando lugar a conjuntos florales que fructifican en forma de cápsulas que encierran varias semillas, por lo tanto la floración y la fructificación varían en función a la distribución geográfica y climática. Como indica la página: web www.semiforeirl.com/pdf/ficha-tecnica.pdf, la floración ocurre entre los meses de noviembre a abril, durante la temporada de lluvia, de febrero a marzo la floración es bastante abundante, la fructificación se produce entre los meses de octubre a Marzo.

Los trabajos reportados por Medizzine (2010), web www.semiforeirl.com/pdf/ficha-tecnica.pdf, estos mencionan: el eucalipto que por su distribución y adaptación climática procede de zonas templadas su actividad de floración y fructificación son en distintas épocas del año, varía de acuerdo a la distribución geográfica y dependiendo de las estaciones. En algunas áreas geográficas, la floración se produce entre los meses de diciembre y enero, mientras que en otras zonas geográficas florece entre los meses de noviembre y abril durante la época lluviosa.

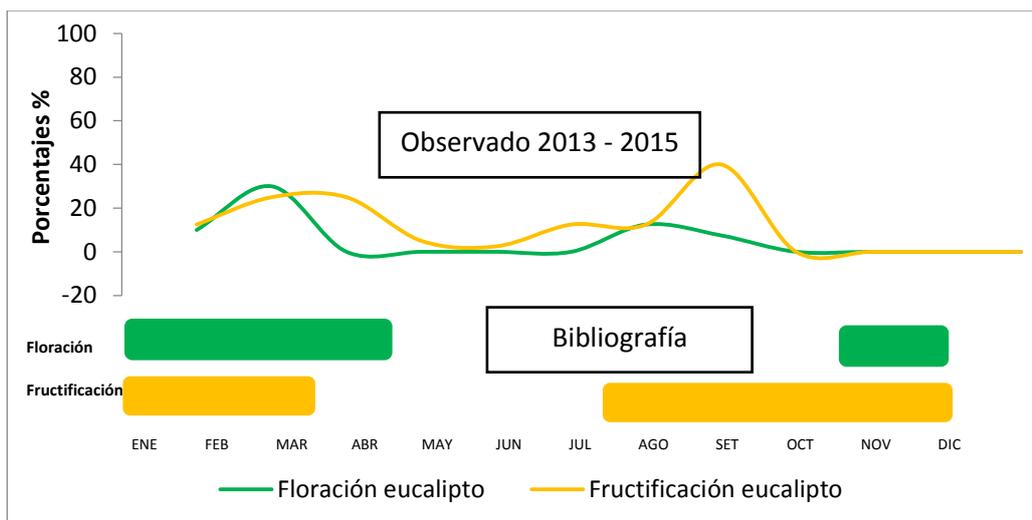


Figura 39: Calendarización de la floración y fructificación especie eucalipto
(Fuente: Elaboración propia)

En base a los resultados reportadas por Medizzine (2010), y web www.semiforeirl.com/pdf/ficha-tecnica.pdf, esto ha permitido realizar las comparaciones, con los resultados de la presente investigación en la especie forestal eucalipto que por su fácil adaptación y aclimatación a nuestra zona, diferente a su hábitad, se ha encontrado que florece y fructifica dos (02) veces al año, por tanto se ha encontrado variabilidad en el calendario fenológico de floración y fructificación de esta especie, no pudiendo establecer que las anomalías de las temperaturas del periodo 2013 – 2015, las cuales fueron comparadas con la serie climática de 1981 – 2010, tal como se observa en la figura 39 y fueron determinantes para el desarrollo de esta especie, debiéndose probablemente a otros factores ambientales como ubicación geográfica de la parcela, luminosidad, edáficos y hábitad. Como indican Longman, (1978); y Ashton *et al.*, (1988), que desafortunadamente los efectos fisiológicos que la temperatura puede tener en los ritmos internos en especies forestales no se conocen, por tanto es difícil obtener una acertada explicación a lo encontrado, no obstante diferencias mínimas de temperatura de 5°C, puede afectar el ritmo de crecimiento y en general a la fisiología de árboles tropicales. Por consiguiente (Kozlowski & Pallardy 1997), expresan que la fotosíntesis en los árboles tiene un rango de temperatura que va desde el punto de congelación hasta temperaturas por encima de 40°C. El rango de temperatura específico depende de la especie, genotipo, edad de la planta, origen y época. En la mayoría de las especies de zonas

templadas la fotosíntesis aumenta desde 0°C hasta alcanzar su máximo desarrollo entre 15 y 25°C. En las especies tropicales la tasa de fotosíntesis disminuye a temperaturas por debajo de 15°C. Estos mismos autores reportan que, un periodo de adaptación o aclimatación a determinadas condiciones puede producir una variación en el comportamiento de las plantas frente a la temperatura.- Los efectos de la luz sobre la fotosíntesis pueden modificarse por la interacción con otros factores ambientales (Powles 1984), Informa que la temperatura del aire es importante sobre la fotosíntesis, en el desarrollo y crecimiento productivo de las plantas arbóreas, sin embargo, es también importante la temperatura del suelo, sobre todo por su efecto sobre la absorción de nutrientes por las raíces, nutrientes que van a afectar a la fotosíntesis. Sin embargo, Spano, Cesaraccio, Duce y Snyder (1999), indican que las observaciones fenológicas son una valiosa fuente de información para investigar las relaciones de la variación climática en el desarrollo vegetal.

4.2.7. Relación temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, versus floración y fructificación especie cedro rosado

La figura 40, se observa que la variable independiente (temperatura) no ha ejercido influencia sobre las variables dependientes de floración y fructificación del cedro rosado, durante los dos (02) años de observación, por ser relativamente joven y por no estar en edad reproductiva.

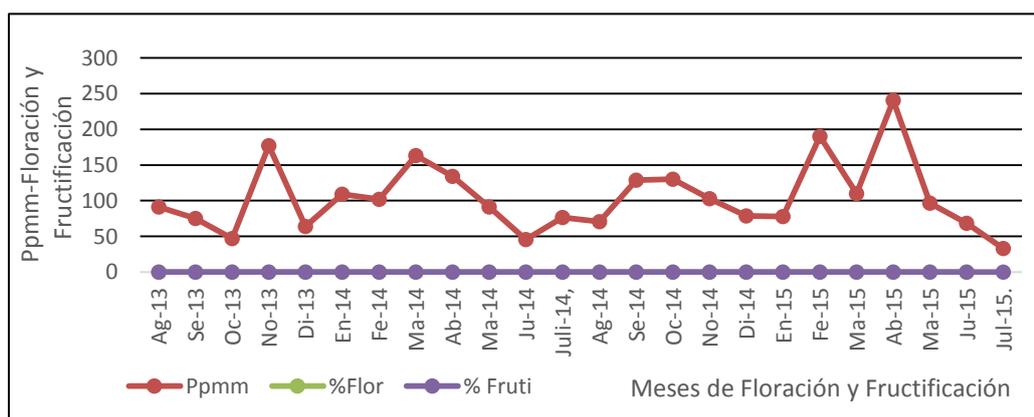


Figura 40: Temperatura versus floración y fructificación especie cedro rosado (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 41, se aprecia que el cedro rosado no presenta ningún comportamiento de floración y fructificación, por lo que se puede asegurar que la precipitación pluvial no tiene efecto en la floración y fructificación por tratarse de una especie joven y que aún no se encuentra en edad reproductiva.

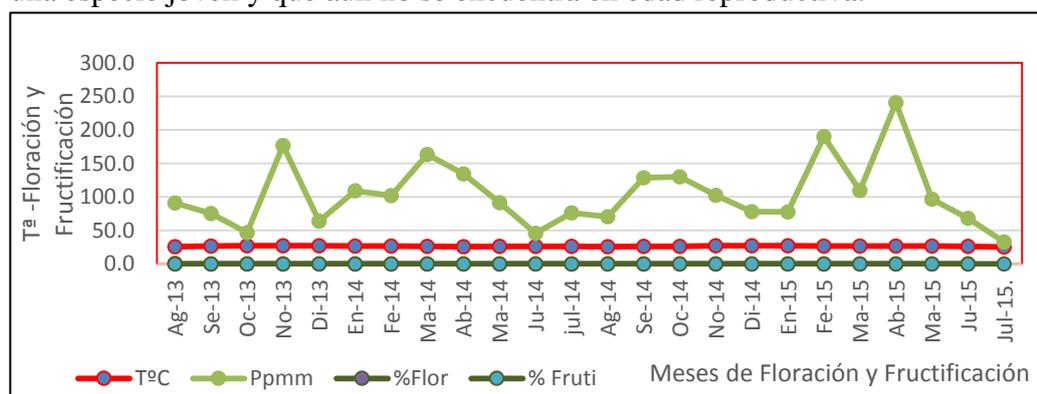


Figura 41: Precipitación pluvial versus floración y fructificación especie cedro rosado (Fuente: Elaboración propia)

La figura 42, se aprecia que la especie cedro rosado, instalado a campo abierto e introducida y adaptada a nuestra región con una edad de ocho (08) años hasta la fecha no se ha observado ninguna comportamiento de floración y fructificación, aun cuando la variable humedad relativa registro en un rango de: 70% y 76%. Cabe destacar que probablemente no presento floración y fructificación hasta el año 2015, por lo que se podría suponer que se trata de una especie joven y que aún no se encontraba en su edad reproductiva, así como también por otros factores.

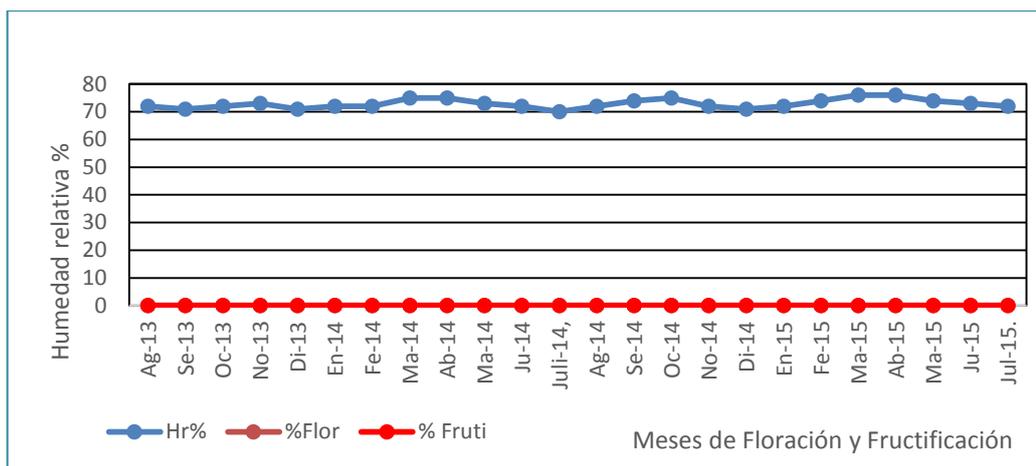


Figura 42: Relación humedad relativa versus floración y fructificación del cedro rosado (Fuente: Elaboración propia)

El Cedro Rosado, especie exótica de rápido crecimiento que tiene la facilidad de adaptarse y/o aclimatarse y distribuirse en áreas de zonas geográficas distintas a su habitat, durante la evaluación realizada no se ha observado la presencia de floración ni fructificación en el periodo (agosto 2013 a julio 2015). Sin embargo Sepatro, (2006) indica que la floración ocurre en los meses de marzo y abril en árboles que alcanzan edades de diez (10) años o más. Para Remgefor (2005) y Burns *et al.*, (1998), reportan que en América central esta especie presenta la floración a partir de los siete (07), nueve (09) y diez y (10) años entre los meses de marzo - agosto. Las condiciones desfavorables para el crecimiento, desarrollo y productividad son consideradas factores de estrés; tales factores pueden ser de naturaleza biótica o abiótica, por exceso o por defecto. Levitt (1980) reporta que cualquier factor, elemento o agente, potencialmente desfavorable a los seres vivos, capaz de generar un cambio o disminución en el desempeño fisiológico, metabólico o molecular que no ocasione su muerte. Salisbury & Ross (2000), concluyen que un estrés ambiental significa que parte del potencial del ambiente difiere del organismo, de manera que existe una fuerza que conduce materia o energía dentro o fuera de él, que desencadena estrés y una respuesta a él. Lambers *et al.*, (2008) describen que las respuestas de las plantas a los factores de estrés se miden en una escala de tiempo. Por consiguiente, después de un estímulo negativo de horas o de días, el desempeño fisiológico de la planta disminuye con el tiempo.

Según los resultados informados por Sepatro (2006), Remgefor (2005) y Burns *et al.*, (1998), Levitt (1980), Salisbury & Ross (2000) y Lambers *et al.*, (2008), la floración ocurre en los meses de marzo, abril y agosto dependiendo del área de distribución geográfica entre las edades que oscilan desde los siete, nueve y diez años de edad, cualquier factor, elemento o agente potencialmente son desfavorables en las funciones fisiológico de la especie, cuyas respuestas de estrés se miden en una escala de tiempo.

Estas investigaciones efectuadas por Sepatro (2006), Remgefor (2005) y Burns *et al.*, (1998), Levitt (1980), Salisbury & Ross (2000) y Lambers *et al.*, (2008), sirven para realizar las comparaciones respectivas, puesto que los resultados obtenidos en el presente estudio difieren con lo encontrado durante la evaluación de la especie en el periodo de evaluación de dos (02) años. La especie presenta una capacidad de adaptación y/o climática y distribuida en áreas geográficamente tropical pero que no se ha observado la floración ni fructificación en la plantación de siete (07) años, con promedio de temperatura de 26°C, sin embargo es probable que existen otros factores intervinientes que no han sido parte del estudio en el desarrollo y crecimiento de la especie.

4.2.8 Comportamiento de las fases fenológicas, con respecto a las anomalías de la temperatura máxima y mínima de la especie capirona.

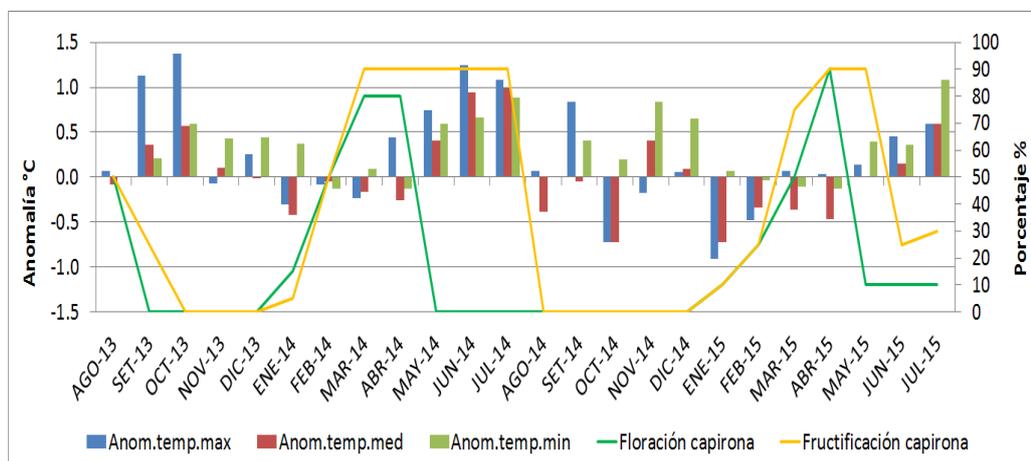


Figura 43: Fase fenológica con las anomalías de temperatura máxima y mínima en la especie capirona. Periodo 2013-2015. (Fuente: Elaboración propia)

De acuerdo a la figura 43, se aprecia que la especie capirona, alcanza sus máximos registros de floración entre los meses de febrero a abril de cada año, mientras que la fructificación alcanzó su producción máximos entre los meses de marzo a julio, coincidiendo con las anomalías cercanas a sus valores normales entre 21.3°C y

33.3°C; cuando la temperatura media se registró en 26.5°C, por lo tanto la especie se adapta a las condiciones del lugar y a su ecosistema.

4.2.9 Comportamiento de las fases fenológicas, con respecto a las anomalías de la temperatura máxima y mínima de la especie shaina.

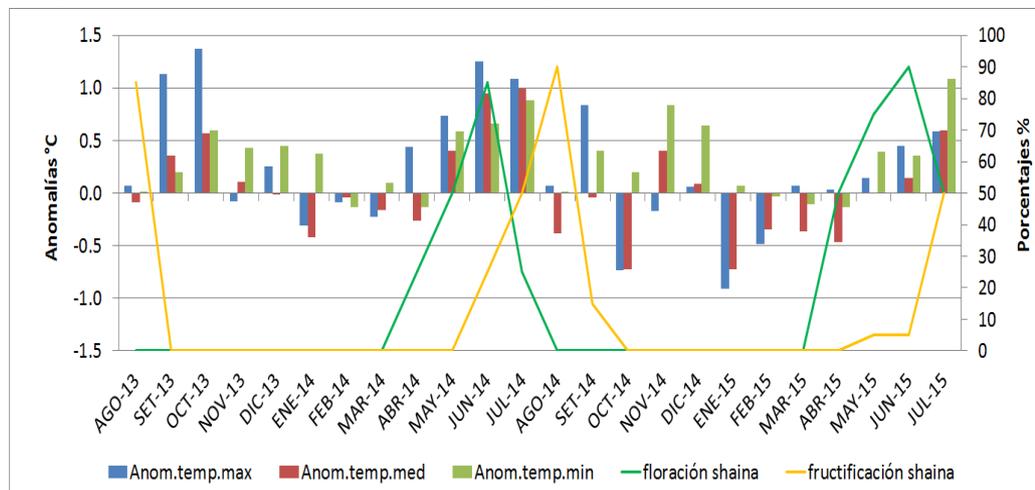


Figura 44: Fase fenológica con las anomalías de temperatura máxima y mínima en la especie shaina. Periodo 2013-2015 (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a la especie shaina, se aprecia que el ciclo de floración comienza en el mes de marzo y se prolonga hasta el mes de octubre, inmediatamente la fructificación inicia en el mes de mayo y continua hasta el mes de octubre, cuando la temperatura media se registró en 26.5°C, temperatura mínima y máxima estaba en 21.3 y 33.3°C, respectivamente.

Asimismo, se puede observar, que las anomalías positivas de las temperaturas favorecieron por alcanzar el potencial de desarrollo de la fase de floración y fructificación, donde se puede apreciar que la especie nativa se establece en su hábitat y su nicho ecológico por reunir las condiciones para su desarrollo y crecimiento.

4.2.10 Comportamiento de las fases fenológicas, con respecto a las anomalías de la temperatura máxima y mínima de la especie bolaina.

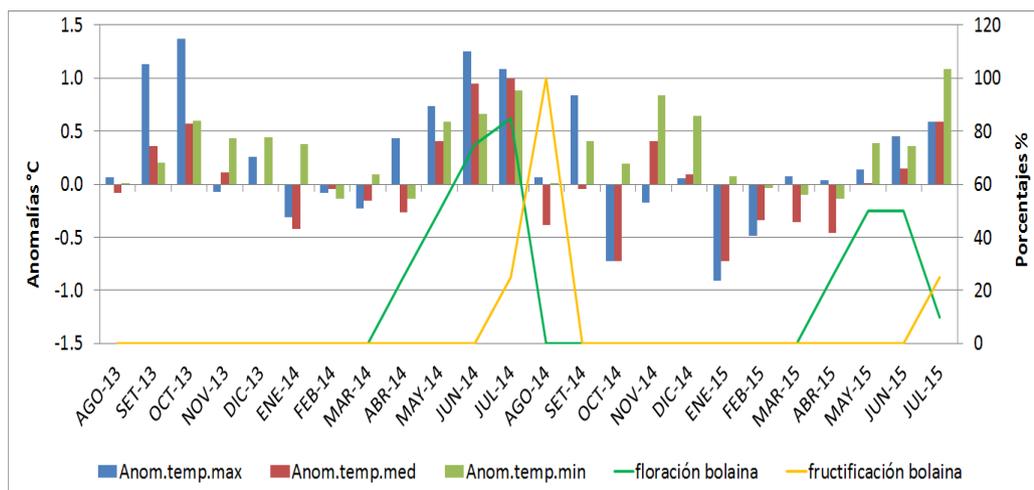


Figura 45: Fase fenológica con las anomalías de temperatura máxima y mínima en la especie bolaina. Periodo 2013-2015. (Fuente: Elaboración propia)

Según la figura 45 esta especie florece al inicio entre los meses de marzo hasta agosto y fructifica a partir de junio a setiembre de cada año, presentan anomalías positivas que atrasan la aparición de las fases, sin embargo esta especie se adapta a las condiciones del lugar y a su ecosistema, bajo las condiciones de temperatura máxima y mínima entre 21.3 y 33.3°C, y temperatura media de 26.5°C, respectivamente.

4.2.11 Comportamiento de las fases fenológicas, con respecto a las anomalías de la temperatura máxima y mínima de la especie marupa.

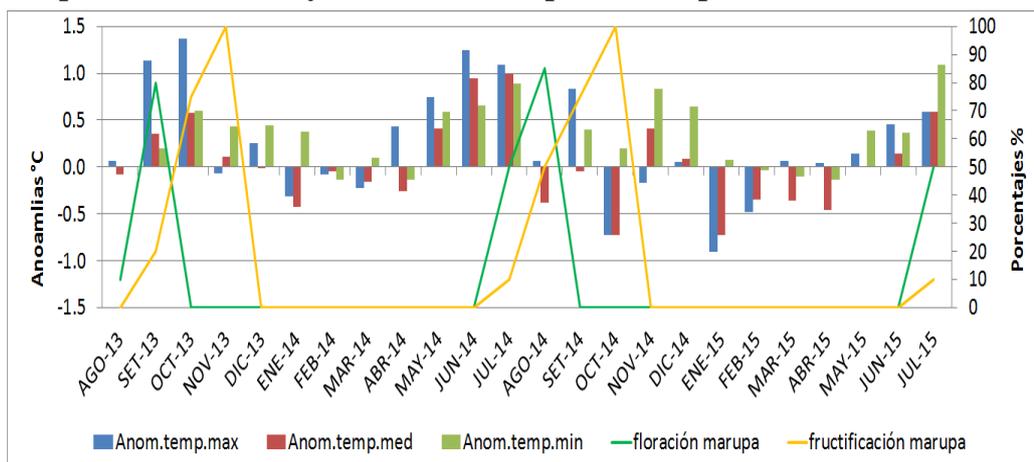


Figura 46: Fase fenológica con las anomalías de temperatura máxima y mínima en la especie marupa. Periodo 2013-2015. (Fuente: Elaboración propia)

Según la figura 46, indica que la marupa registra la fenofase de floración entre los meses de junio a setiembre, alcanzando su máximo potencial de la floración entre

agosto y setiembre, la fructificación se observa entre octubre y noviembre, bajo condiciones de temperatura mínima de 21.3°C, temperatura máxima de 33.3°C y temperatura media de 26.5°C.

Se aprecia, que las condiciones de anomalías positivas afectan su desarrollo y crecimiento a través del adelanto de las fenofases, adaptándose a las condiciones de suelo, hábitat y nicho ecológico.

4.2.12 Comportamiento de las fases fenológicas, con respecto a las anomalías de la temperatura máxima y mínima de la especie teca.

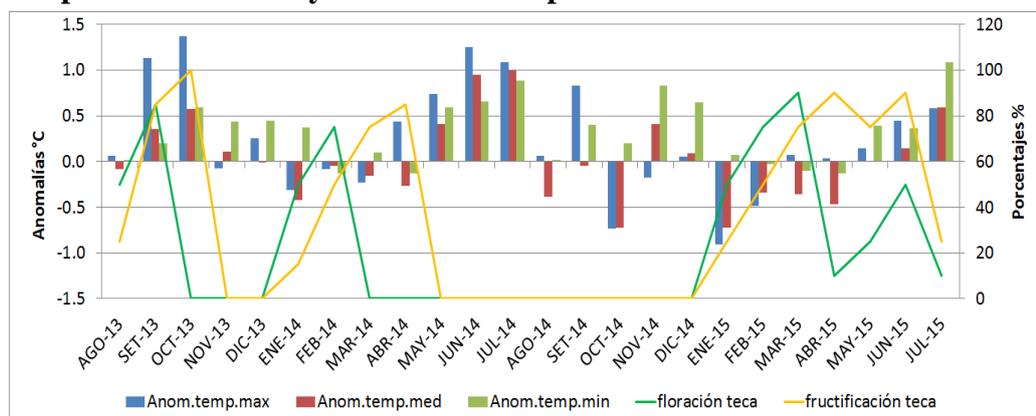


Figura 47: Fase fenológica con las anomalías de temperatura máxima y mínima en la especie teca. Periodo 2013-2015. (Fuente: Elaboración propia)

La teca especie exótica, presenta una gran variabilidad en la ocurrencia de anomalías de temperatura máxima y mínima en la floración y fructificación.

Se aprecia que la mayor actividad de floración en el mes de febrero de cada año y la fructificación con una variación de producción cada año. Lo que nos demuestra que el hábitat y el nicho ecológico de la especie no es su ecosistema, debiéndose a otros factores ambientales.

4.2.13 Comportamiento de las fases fenológicas, con respecto a las anomalías de la temperatura máxima y mínima de la especie eucalipto.

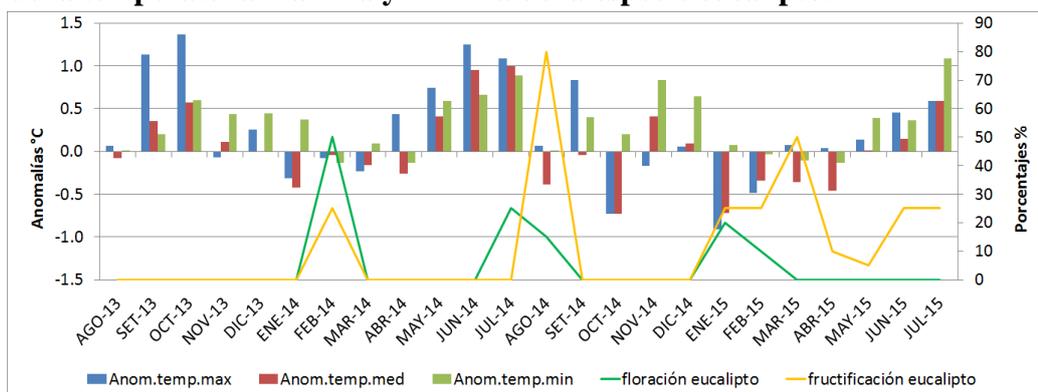


Figura 48: Fase fenológica con las anomalías de temperatura máxima y mínima en la especie eucalipto. Periodo 2013-2015. (Fuente: Elaboración propia)

La especie eucalipto, bajo condiciones de temperaturas mínimas y máximas entre 21,3 y 33.3°C, se observa que la floración llega a producir solamente el 50%, todos los años registradas en los meses de febrero cuando, igualmente estas condiciones se observa en forma similar en la fase de fructificación cuando la temperatura media alcanzo a 26.5°C.

Las anomalías cercanas a sus normales favorecen el incremento de la floración, mientras que aquellas anomalías positivas y negativas son condiciones que hacen retrasar estas fases, alcanzando hasta el 25% de efectividad.

Por lo que esta especie se adapta al hábitat y nicho ecológico para su desarrollo y crecimiento, sin embargo no se realiza la fenofase de floración y fructificación a plenitud por ser una especie que recién viene aclimatándose.

4.3. Análisis cuantitativo de los efectos cuantitativos del cambio climático en el calendario fenológico de siete especies forestales

4.3.1. Modelos y análisis estadísticos del bosque establecido de siete especies forestales relacionando el cambio climático (temperatura, precipitación pluvial y la humedad relativa) en la fenología (floración y fructificación).

En el cuadro 5 se presenta el análisis cuantitativo y cualitativo de los efectos del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de las siete especies forestales, con su respectivas hipótesis, modelos matemáticos o estadísticos por especie, coeficiente de correlación,

coeficiente de determinación al nivel de significancia del 5%. Así como también el análisis cualitativo de las gráficas ombrotermico del efecto del cambio climático (temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa) en el calendario fenológico de floración y fructificación.

Cuadro 5:

Análisis cuantitativo y cualitativo de los efectos del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de siete especies forestales en un bosque establecido.

<p>H₀: El cambio climático de: temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, no afecta cuantitativamente en el calendario fenológico de floración y fructificación de las siete especies forestales en un bosque establecido del Centro de Investigación y Enseñanza Académica del Instituto de Educación Superior Tecnológico Publico “Nor Oriental de la Selva”.</p> <p>H₁: El cambio climático de: temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, afecta cuantitativamente en el calendario fenológico de floración y fructificación de las siete especies forestales en un bosque establecido del Centro de Investigación y Enseñanza Académica del Instituto de</p>			
ANÁLISIS CUANTITATIVO			ANÁLISIS CUALITATIVO
Modelos Estadísticos/Hipótesis	Correlaciones	Significancia al 5%	Gráficas ombrotermico Temperatura 26.5°C [*] Temperatura promedio anual 26.5°C
$Y = -108.029 - 11.691X_1 + 0.232X_2 + 5.708X_3 + e$ <p>H₀: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal <u>Capirona</u></p> <p>H₁: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal <u>Capirona</u></p>	<p>Cambio climático y la floración de la especie forestal Capirona.</p> <p>Coefficiente Correlación $r_{y,x1x2x3} = 0.695$</p> <p>Coefficiente de determinación $r^2 = 0,482$</p> <p>El 48,2% de los cambios climáticos producidos en el calendario fenológico de floración de la especie forestal Capirona son explicadas por la temperatura, la precipitación pluvial y la humedad relativa. El 51,8% es explicada por otros</p>	<p>El modelo que representa la regresión no es significativo. El cambio climático con respecto de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, no producen efectos cuantitativos significativos en la floración de la especie forestal Capirona. Anexo 7.</p>	<p>Observación: El comportamiento de la fenología de floración de la especie forestal Capirona, se ha observado en los meses entre enero a mayo en los años de estudio 2014-2015, con un desarrollo de floración del 80% y 90% respectivamente.</p> <p>Conclusión: La temperatura en el cambio climático no tiene efecto cualitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal Capirona.</p>

<p>$Y = 96.203 - 21.242X_1 + 0.012X_2 + 6.974X_3 + e$</p> <p>H₀: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal <u>Capirona</u></p> <p>H₁: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal <u>Capirona</u></p>	<p>La Correlación entre El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa y la fructificación de la especie Capirona</p> <p style="text-align: center;">$r_{y.x1x2x3} = 0.473$ $r^2 = 0,224$</p> <p>El 22.4% de los cambios producidos en la fructificación de la especie forestal <u>Capirona</u>, es explicado por la temperatura, precipitación pluvial. El 77,6% es explicada por otros factores: Ambientales, genético, fisiológicos y bióticos.</p>	<p>El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no producen efectos cuantitativo significativos en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal “<u>Capirona</u>”. Anexo 11.</p>	<p>Temperatura promedio anual 26.5°C Observación: El comportamiento de la fenología de fructificación de la especie en los meses entre enero a Agosto en el año 2014 y entre los meses de enero a Julio en el año 2015.</p> <p>Conclusión: La temperatura <i>no tiene efecto cualitativo en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal Capirona.</i></p>
<p>$Y = -54.625 - 12.742X_1 - 0.234X_2 + 6.010X_3 + e$</p> <p>H₀: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal <u>Shaina</u></p>	<p>El Cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa y la floración de la especie forestal <u>Shaina</u>.</p> <p>Coefficiente Correlación $r_{y.x1x2x3} = 0.426$ Coefficiente de determinación $r^2 = 0,181$</p>	<p>El modelo que representa la regresión no es significativa. El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa con respecto, <i>no producen efectos significativos</i> en la floración de la especie forestal <u>Shaina</u>. Anexo 15.</p>	<p>Temperatura promedio anual 26.5°C Observación: El comportamiento de la fenología de floración de la especie forestal Shaina es en los meses entre enero a Agosto en el año 2014 con un desarrollo del 85% en el mes de Agosto y entre los meses de Abril a Julio en el año 2015, con un desarrollo del 90% en mes de Julio.</p>

<p>H₁: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal <u><i>Shaina</i></u></p>	<p>El 18,10 % de los cambios producidos en la floración de la especie forestal <i>Shaina</i> son explicados por la temperatura, la precipitación pluvial y la humedad relativa. El 81,9% es explicada por otros factores: Ambientales, genéticos y fisiológicos.</p>		<p>Conclusión: La temperatura <i>no tiene efecto cualitativo en el calendario fenológico</i> de floración de la especie forestal <i>Shaina</i>.</p>
<p>$Y = 1493.733 - 34.991X_1 - 7.493X_2 + \varepsilon$</p> <p>H₀: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal <u><i>Shaina</i></u></p> <p>H₁: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal <u><i>Shaina</i></u>.</p>	<p>El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa y la fructificación de la especie forestal <i>Shaina</i>.</p> <p>Coefficiente Correlación $r_{y,x1x2x3} = 0.801$</p> <p>Coefficiente de determinación $r^2 = 0,641$</p> <p>El 64,1% de los cambios producidos en la fructificación de la especie forestal <i>Shaina</i> son explicadas por la temperatura y la humedad relativa. El 35,5% es explicada por otros factores: Ambientales, genéticos, fisiológicos y bióticos.</p>	<p>El modelo de la regresión es significativo, reflejando que cuando la temperatura se incrementa 1°C, la fructificación de la especie forestal <i>Shaina</i> disminuye en promedio 38%, manteniéndose constante la humedad relativa.</p> <p>Por cada unidad en % obtenido en la humedad relativa, la fructificación de la especie forestal <i>Shaina</i> disminuye en aproximadamente 7%, manteniéndose constante la temperatura. Anexo 19.</p>	<p>Temperatura promedio anual 26.5°C</p> <p>Observación: El comportamiento de la fenología de fructificación de la especie forestal <i>Shaina</i>; en el mes de agosto del 2013; en el año 2014 entre los meses de Junio a Setiembre, se realiza la fructificación, en el mes de Agosto, se observa una fructificación de 90%; en el año 2015, nuevamente se observa el ciclo de fructificación iniciando en el mes Junio.</p> <p>Conclusión: La temperatura <i>no tiene efecto cualitativo en el calendario fenológico</i> de la fructificación de la especie forestal <i>Shaina</i>.</p>

<p>$Y = 464.847 - 13.004X_1 - 0.3066X_2 - 1.309X_3$</p> <p>H₀: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal <u>Bolaina</u></p> <p>H₁: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal <u>Bolaina</u></p>	<p>Cambio climático de la temperatura, la precipitación pluvial y la floración de la especie forestal Bolaina.</p> <p>Coefficiente Correlación</p> <p>Los cambios climáticos de la temperatura, la precipitación pluvial y humedad relativa, no representa correlación significativa con la floración de la especie forestal Bolaina.</p> <p>Anexo 23.</p>	<p>El modelo que representa la regresión no es significativo.</p> <p>El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa con respecto de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, no producen efectos significativos en la floración de la especie forestal Bolaina.</p> <p>Anexo 26.</p>	<p>Temperatura promedio anual 26.5°C</p> <p>Observación: El comportamiento de la fenología de floración de la especie forestal Bolaina, en los meses Abril a Julio del 2014, con una producción de 85% en el mes de Julio, repitiéndose el ciclo en los mismos meses del año 2015; observándose que en mayo y Junio, desarrollaron hasta 50,0%.</p> <p>Conclusión: La temperatura no tiene efecto cualitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal Bolaina.</p>
---	--	---	--

<p>$Y = 500.398 - 18.51X_1 + \varepsilon$</p> <p>H₀: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal <i>Bolaina</i></p> <p>H₁: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal <i>Bolaina</i>.</p>	<p>Cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa y la fructificación de la especie forestal Bolaina</p> <p>Coefficiente Correlación $r_{y,x1} = 0.500$</p> <p>Coefficiente de determinación $r^2 = 0,250$.</p> <p>El 25,0% de los cambios producidos en la fructificación de la especie forestal Bolaina son explicadas por la temperatura. El 75,0% es explicada por otros factores: Ambientales, genéticos, fisiológicos y bióticos. Anexo 31.</p>	<p>El modelo de la regresión es significativo, reflejando que cuando la temperatura se incrementa 1°C, la fructificación de la especie forestal Bolaina disminuye en promedio cerca de 19 unidades. Entonces el manejo del bosque a campo abierto de la especie forestal Bolaina; es afectada por El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa de la temperatura en el calendario fenológico de la fructificación. Anexo 33.</p>	<p>Temperatura promedio anual 26.5°C</p> <p>Observación: El comportamiento de la fenología de fructificación de la especie forestal Bolaina en los meses entre Julio y Agosto, notándose un desarrollo máximo del 100,0% en Agosto; repitiéndose el mismo ciclo en el año 2015, con el inicio en el mes de Julio</p> <p>Conclusión: La temperatura <i>no tiene efecto cualitativo en el calendario fenológico de</i> fructificación de la especie forestal Bolaina.</p>
--	---	---	--

<p>$Y = 1229.872 - 23.502X_1 - 8.11X_2 + \varepsilon$</p> <p>H₀: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal <u>Marupa</u></p> <p>H₁: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal</p>	<p>Cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa y la floración de la especie forestal Marupa.</p> <p>Coefficiente Correlación $r_{y.x1x2x3} = 0,664$</p> <p>Coefficiente de determinación $r^2 = 0,441$</p> <p>El 44,1% de los cambios producidos en la floración de la especie forestal Marupa, se debe a los cambios climáticos de temperatura y humedad relativa, y el 55,9% se deben a otros cambios climáticos (precipitación pluvia), así como también al factores: Ambientales, genéticos, fisiológicos y bióticos. Anexo 38</p>	<p>El modelo de la regresión es significativo, reflejando, que la fructificación del bosque a campo abierto de la especie forestal Marupa; es afectada por el cambio climático de la temperatura, y humedad en el calendario fenológico por tanto que cuando la temperatura se incrementa en 1°C la floración de esta especie disminuye en promedio de 24 unidades, manteniéndose constante la humedad relativa y; cuando la humedad relativa aumenta en milímetros (mm) la cantidad de floración disminuye cerca de ocho n(8) unidades en promedio Anexo 40.</p>	<p>Temperatura promedio anual 26.5°C</p> <p>Observación: El comportamiento de la fenología de floración de la especie forestal Marupa, en los meses Agosto y Set. del 2013, con una producción de 80% en el mes de Set., en el año 2014 la floración fue en los meses de Julio y Agosto que desarrolló a un 85% la floración y en el año 2015, se inicia en Julio con una producción de 50</p> <p>Conclusión: La temperatura <i>no tiene efecto cualitativo en el calendario fenológico de</i> floración de la especie forestal Marupa.</p>
--	--	---	--

<p>$Y = -24.839 - 0.793X_1 + 0.056X_2 + 0.804X_3 + \varepsilon$</p> <p>H₀: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal <u>Marupa</u></p> <p>H₁: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal <u>Marupa</u>.</p>	<p>Cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa y la fructificación de la especie Marupa.</p> <p>Coefficiente Correlación $r_{y.x1x2x3} = 0,113$</p> <p>Coefficiente de determinación $r^2 = 0,013$</p> <p>El 1,3% de los cambios producidos en la fructificación de la especie Marupa, se debe a los cambios climáticos de temperatura, precipitación, pluvial y humedad relativa, y el 98,7% se deben a otros factores: Ambientales, genéticos, fisiológicos y bióticos. Anexo 42.</p>	<p>El modelo de la regresión no es significativo, reflejando, que fructificación del bosque a campo abierto de la especie forestal Marupa; no es afectada por El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa en el calendario fenológico Anexo 44.</p>	<p>Temperatura promedio anual 26.5°C</p> <p>Observación: El comportamiento de la fenología de fructificación de la especie forestal Marupa, en los meses Set. A Nov. Del 2013, con una producción del 100% en Nov.; en el año 2014 la fructificación se inició en Julio culminando en Octubre con una producción del 100%.</p> <p>Conclusión: La temperatura <i>no tiene efecto cualitativo en el calendario fenológico de</i> fructificación de la especie forestal <u>Marupa</u>.</p>
--	---	---	--

<p>$Y = -495.260 + 11.599X_1 - 0.059X_2 + 2.957X_3 + \varepsilon$</p> <p>H₀: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal <u>Teca</u></p> <p>H₁: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal <u>Teca</u></p>	<p>Cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa y la floración de la especie forestal Teca.</p> <p>Coefficiente Correlación $r_{y,x1x2x3} = 0,202$</p> <p>Coefficiente de determinación $r^2 = 0,041$</p> <p>El 4,1% de los cambios producidos en la floración de la especie Teca, se debe a los cambios climáticos de temperatura, la precipitación pluvial y humedad relativa, y el 95,9% se deben a otros factores: Ambientales, genético, fisiológicos y bióticos. Una correlación muy baja. Anexo 46.</p>	<p>El modelo de la regresión no es significativo, reflejando, que la floración del bosque a campo abierto de la especie forestal Teca; no es afectada por el cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad en el calendario fenológico Anexo 48.</p>	<p>Temperatura promedio anual 26.5°C</p> <p>Observación: El comportamiento de la fenología de floración de la especie forestal Teca, en los meses Agosto a Setiembre. Del 2013, con una producción de 85% en el mes de Set., en el año 2014 la floración fue en los meses de Enero y Febrero que desarrolló a un 75% la floración y en el año 2015, se observa dos momentos continuos, iniciándose en Enero con un desarrollo del 50% y en Marzo llegando al 90% de floración máxima, bajando en Abril a 10% y subiendo al 50% en Julio.</p> <p>Conclusión: La temperatura <i>no tiene efecto cualitativo en el calendario fenológico de</i> floración de la especie forestal Teca.</p>
---	---	--	--

<p>$Y = -1311.881 + 11.018X_1 - 0.189X_2 + 14.730X_3 + \varepsilon$</p> <p>H₀: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal <u>Teca</u></p> <p>H₁: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal <u>Teca</u></p>	<p>Cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa y la fructificación de la especie forestal Teca.</p> <p>Coefficiente Correlación $r_{y.x1x2x3} = 0,485$</p> <p>Coefficiente de determinación $r^2 = 0,235$</p> <p>El 23,5% de los cambios producidos en la fructificación de la especie forestal Teca, se debe a los cambios climáticos de temperatura, la precipitación pluvial y humedad relativa, y el 76,5% se deben a otros factores: Ambientales, genéticos, fisiológicos y bióticos. Anexo 50.</p>	<p>El modelo de la regresión no es significativo, reflejando, que la fructificación del bosque a campo abierto de la especie forestal Teca; no es afectada por El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y solamente la humedad relativa producen efectos significativos en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal Teca. Anexo 52.</p>	<p>Temperatura promedio anual 26.5°C</p> <p>Observación: El comportamiento de la fenología de fructificación de la especie Teca, en los meses Agosto a Octubre del 2013, con una producción máxima del 100% en ese mes; en el año 2014 la floración fue en los meses de Enero a Abril que desarrolló a un 85% la floración y en el año 2015, se observa que inicia el proceso de fructificación en Enero, llegando a desarrollarse al 90% Abril y en Julio.</p> <p>Conclusión: La temperatura <i>no tiene efecto cualitativo en el calendario fenológico de</i> fructificación de la especie forestal Teca.</p>
---	--	--	--

<p>$Y = 369.144 - 3.256X_1 + 0.076X_2 - 3.913X_3 + \varepsilon$</p> <p>H₀: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal <u><i>Eucalipto</i></u></p> <p>H₁: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de floración de la especie forestal <u><i>Eucalipto</i></u></p>	<p>Cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y la humedad relativa y la floración de la especie forestal Eucalipto.</p> <p>Coefficiente Correlación $r_{y.x1x2x3} = 0,381$</p> <p>Coefficiente de determinación $r^2 = 0,145$</p> <p>El 14,5% de los cambios producidos en la floración de la especie forestal Eucalipto, se debe a los cambios climáticos de temperatura, la precipitación pluvial y humedad relativa, y el 85,5% se deben a otros factores: Ambientales, genéticos, fisiológicos y bióticos . Anexo 54.</p>	<p>El modelo de la regresión no es significativo, reflejando, que la floración del bosque a campo abierto de la especie forestal Eucalipto; no es afectada por l cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa en el calendario fenológico Anexo 56.</p>	<p>Temperatura promedio anual 26.5°C</p> <p>Observación: El comportamiento de la fenología de floración de la especie forestal Eucalipto, en el mes de febrero del año 2014, se ha observado una producción del 50%. Luego cada tres meses, en el mes de julio del mismo año un desarrollo de 25% y en el mes de enero del 2015 un desarrollo del 20%.</p> <p>Conclusión: La temperatura <i>no tiene efecto cualitativo en el calendario fenológico de</i> floración de la especie forestal Eucalipto.</p>
---	--	---	---

<p>$Y = -1.174 - 7.696X_1 - 0.106X_2 + 3.141X_3 + \varepsilon$</p> <p>H₀: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa no tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal <u><i>Eucalipto</i></u></p> <p>H₁: El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa tiene efecto cuantitativo en el calendario fenológico de fructificación de la especie forestal <u><i>Eucalipto</i></u></p>	<p>Cambio climático de la temperatura, precipitación humedad relativa y la fructificación de la especie forestal Eucalipto.</p> <p>Coefficiente Correlación $r_{y.x1x2x3} = 0,349$</p> <p>Coefficiente de determinación $r^2 = 0,122$</p> <p>El 12,2% de los cambios producidos en la fructificación de la especie forestal Eucalipto, se debe a los cambios climáticos de temperatura, la precipitación pluvial y humedad relativa, y el 87,8% se deben a otros factores: Ambientales, genéticos, fisiológicos y bióticos. Anexo 58.</p>	<p>El modelo de la regresión no es significativo, reflejando, que la fructificación del bosque a campo abierto de la especie forestal Eucalipto; no es afectada por El cambio climático de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa en el calendario fenológico Anexo 60.</p>	<p>Temperatura promedio anual 26.5°C</p> <p>Observación: El comportamiento de la fenología de fructificación de la especie forestal Eucalipto, en el mes de febrero del año 2014, se ha observado una producción del 25%. Luego cada cuatro meses, se observó, en el mes de agosto del mismo año un desarrollo de 80% y en el mes de marzo del 2015 un desarrollo del 50% de fructificación.</p> <p>Conclusión: La temperatura en <i>no tiene efecto cualitativo en el calendario fenológico de</i> floración de la especie forestal Eucalipto.</p>
--	--	---	--

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 6:**Modelos Matemático de Floración y Fructificación de siete (7) especies forestales**

MODELOS		DENOMINACIO
$Y = -108.029 - 11.691X_1 + 0.232X_2 + 5.708X_3 + \varepsilon$		Modelo y coeficiente de determinación del cambio climático en la floración de la especie capirona
$R^2: 0.482$	Coficiente de determinación	
$Y = 96.203 - 21.242X_1 + 0.012X_2 + 6.974X_3 + \varepsilon$		Modelos y coeficiente de determinación del cambio climático en la fructificación de la especie capirona
$R^2 : 0.224$	Coficiente de determinación	
$Y = -54.625 - 12.742X_1 - 0.234X_2 + 6.010X_3 + \varepsilon$		Modelos y coeficiente de determinación del cambio climático en la floración de la especie shaina
$R^2 : 0.181$	Coficiente de determinación	
$Y = 1493.733 - 34.991X_1 - 7.493X_2 + \varepsilon$		Modelos y del cambio climático y la fructificación de la especie shaina
$R^2 : 0.641$	Coficiente de determinación	
$Y = 464.847 - 13.004X_1 - 0.3066X_2 + 1.309X_3 + \varepsilon$		Modelos y coeficiente de determinación del cambio climático en la floración de la especie bolaina
$Y = 500.398 - 18.51X_1 + \varepsilon$		
$R^2 : 0.250$	Coficiente de determinación	Modelos y del cambio climático en la fructificación de la especie bolaina
$Y = 1229.872 - 23.502X_1 - 8.11X_2 + \varepsilon$		Modelos y coeficiente de determinación del cambio climático y la floración de la especie marupa
$R^2 : 0.441$	Coficiente de determinación	
$Y = -24.839 - 0.793X_1 + 0.056X_2 + 0.804X_3 + \varepsilon$		Modelos y coeficiente de determinación del cambio climático y la fructificación de la especie marupa
$R^2 : 0.013$	Coficiente de determinación	
$Y = -495.260 + 11.599X_1 - 0.059X_2 + 2.957X_3 + \varepsilon$		Modelos y coeficiente de determinación del cambio climático y la floración de la especie teca
$R^2: 0.041$	Coficiente de determinación	
$Y = -1311.881 + 11.018X_1 - 0.189X_2 + 14.730X_3 + \varepsilon$		Modelos y coeficiente de determinación del cambio climático y la fructificación de la especie teca
$R^2 : 0.235$	Coficiente de determinación	
$Y = 369.144 - 3.256X_1 + 0.076X_2 - 3.913X_3 + \varepsilon$		Modelos y coeficiente de determinación del cambio climático y la floración de la especie eucalipto
$R^2 : 0.145$	Coficiente de determinación	
$Y = -1.174 - 7.696X_1 - 0.106X_2 + 3.141X_3 + \varepsilon$		Modelos y coeficiente de determinación del cambio climático en la fructificación de la especie eucalipto
$R2 : 0.122$	Coficiente de determinación	

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Modelos matemáticos y/o estadísticos de floración y fructificación de las Siete (07) especies forestales en un bosque establecido.

Según el cuadro 6: Se puede observar que los resultados obtenidas muestran que todas las especies puesta en estudio responden a respuestas de relación, correlación y coeficientes de determinación, así como modelos matemáticos diferentes al efecto del cambio climático tal como se representa la siguiente ecuación matemática de floración y fructificación:

El modelo matemático y/o estadístico de floración y fructificación de las especies forestales: Capirona, Shaina, Bolaina, Teca, Eucalipto; está representado por la ecuación siguiente:

$$Y_{fl,fr} = \pm b_0 \pm b_1X_1 \pm b_2X_2 \pm b_3X_3 + e$$

Donde:

X_1 = temperatura

X_2 = precipitación pluvial.

X_3 = humedad relativa

B_0, b_1, b_2, b_3 = coeficiente que van indicar los incrementos.

E = error de estimación

La floración de la marupa está representado por el modelo matemático siguiente:

$$Y_{fl} = b_0 - b_1X_1 - b_2 x_2 + E$$

La floración de la bolaina adquiere el modelo matemático representado por la ecuación siguiente:

$$Y_{fl} = b_0 - b_1X_1 + E$$

La fructificación de la shaina representa el modelo matemático tal como se observa en la ecuación:

$$Y_{fr} = b_0 - b_1X_1 - b_2X_2 + E$$

Cuadro 7:

Validación del modelo teórico mediante el tratamiento estadístico de datos observados y la predicción de datos actuales modelados y futuros.

Especie	Var. Dependiente	X ² Calculado	X ² Tabular	decisión al 5% X ²	VALIDACION
Capirona	Floración	0.266	19.68	X ² C es < que X ²	si se acepta
	Fructificación	0.233	19.68	X ² C es < que X ²	si se acepta
Shaina	Floración	0.042	19.68	X ² C es < que X ²	si se acepta
	Fructificación	6.043	19.68	X ² C es < que X ²	si se acepta
Bolaina	Floración	490.095	19.68		
	Fructificación	0.197	19.68	X ² C es < que X ²	si se acepta
Marupa	Floración	0.013	19.68	X ² C es < que X ²	si se acepta
	Floración	335.808	19.68		
	Fructificación	0.013	19.68	X ² C es < que X ²	si se acepta
Teca	Floración	0.560	19.68	X ² C es < que X ²	si se acepta
	Fructificación	0.442	19.68	X ² C es < que X ²	si se acepta
Eucalipto	Floración	0.757	19.68	X ² C es < que X ²	si se acepta
	Fructificación	1.149	19.68	X ² C es < que X ²	si se acepta

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro 7: se puede verificar resultados de acuerdo al análisis estadístico empleados temperaturas mínima y temperatura media; mediante el análisis de distribución de X² (chi cuadrado), las especies capirona, shaina, marupa, teca y eucalipto, presenta valores calculados menores que el valor de X² tabular, por lo que se acepta la hipótesis nula (H₀) y se rechaza la hipótesis alternativa (H₁), en la floración, fructificación y por lo tanto representan la realidad del estudio.

Mientras con la temperatura máxima arroja resultados negativos, ya que en el modelo de regresión y el coeficiente b, es negativo, eso hace que el resultado arroje negativo por lo tanto no se acepta la hipótesis.

En la floración de la especie bolaina y marupa el X², (Chi cuadrado) calculada arroja valores fuera de control en relación a X² tabular, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H₀), ya que representan la realidad del estudio; Por lo tanto el modelo matemático establecido para cada especie queda demostrado y validado según la prueba estadística de X², (Chi cuadrado).

El cuadro 9: se muestra la correlación lineal (r) y el coeficiente de determinación R², del efecto cuantitativo del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación al nivel de significancia del 5%, encontrando valores comprendidos en el rango de r: 0 < r ≤ 0.5 y valores 0.5 < r ≤ 0.8, indicando el grado de correlación positiva débil a positiva moderada

Los valores encontrados del coeficiente de determinación (R^2) con un nivel de significancia del 5%, están comprendidas en los rangos de: $0 < R^2 \leq 0.5$ y $0.5 < R^2 \leq 0.8$ representando la significancia y no significancia.

Cuadro 8:

Interpretación de los coeficientes de correlación y determinación al 5 % de significancia

Especie		Coeficiente de correlación	Coeficiente de Determinación		Correlación "r" Significancia al 5%	Coeficiente de Determinación R^2 Significancia al 5%
Capirona	Floración	$r_{\gamma.X_1.X_2.X_3}=0.695$	$R^2 =$	0.482	$0.5 < r \leq 0.8$ **pm	$0.5 < R^2 \leq 0.8$ *ns
	Fructificación	$r_{\gamma.X_1.X_2.X_3}=0.473$	$R^2 =$	0.224	$0 < r \leq 0.50$ *pd	$0 < R^2 \leq 0.5$ *ns
Shaina	Floración	$r_{\gamma.X_1.X_2.X_3}=0.426$	$R^2 =$	0.181	$0 < r \leq 0.5$ *pd	$0 < R^2 \leq 0.5$ *ns
	Fructificación	$r_{\gamma.X_1.X_2.X_3}=0.801$	$R^2 =$	0.641	$0.5 < r < 0.8$ **pm	$0.5 < R^2 \leq 0.8$ **s
Bolaina	Floración	$r_{\gamma.X_1.X_2.X_3}=0.279$			$0 < r \leq 0.5$ *pd	$0 < R^2 \leq 0.5$ *ns
	Fructificación	$r_{\gamma.X_1.X_2.X_3}=0.500$	$R^2 =$	0.250	$0 < r \leq 0.5$ **pm	$0 < R^2 \leq 0.5$ **s
Marupa	Floración	$r_{\gamma.X_1.X_2.X_3}=0.664$	$R^2 =$	0.441	$0.5 < r < 0.8$ **pm	$0.5 < R^2 \leq 0.8$ **s
	Fructificación	$r_{\gamma.X_1.X_2.X_3}=0.113$	$R^2 =$	0.013	$0 < r \leq 0.5$ *pd	$0 < R^2 \leq 0.5$ *ns
Teca	Floración	$r_{\gamma.X_1.X_2.X_3}=0.202$	$R^2 =$	0.041	$0 < r \leq 0.5$ *pd	$0 < R^2 \leq 0.5$ *ns
	Fructificación	$r_{\gamma.X_1.X_2.X_3}=0.485$	$R^2 =$	0.235	$0 < r \leq 0.5$ *pd	$0 < R^2 \leq 0.5$ *ns
Eucalipto	Floración	$r_{\gamma.X_1.X_2.X_3}=0.381$	$R^2 =$	0.145	$0 < r \leq 0.5$ *pd	$0 < R^2 \leq 0.5$ *ns
	Fructificación	$r_{\gamma.X_1.X_2.X_3}=0.349$	$R^2 =$	0.122	$0 < r \leq 0.5$ *pd	$0 < R^2 \leq 0.5$ *ns

Fuente: Elaboración propia

(*) : Asociación es Positiva Débil

$R^2 =$ No significativo

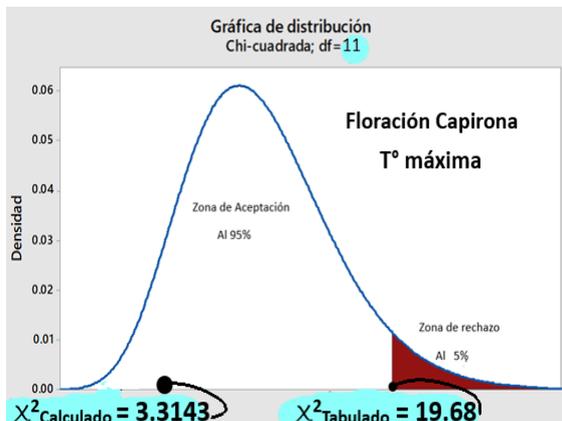
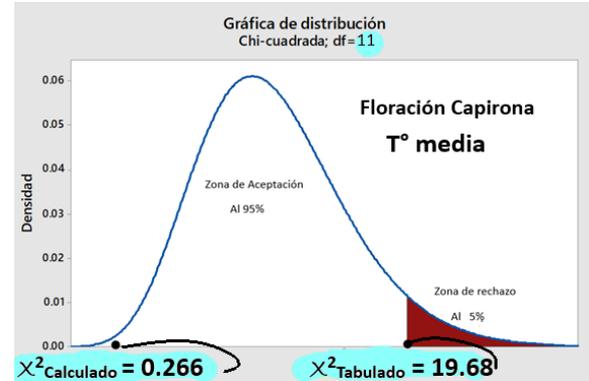
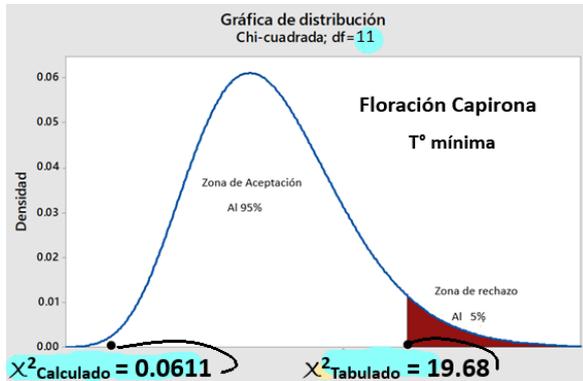
(**) : Asociación es Positiva Moderada

$R^2 =$ Si es significativo

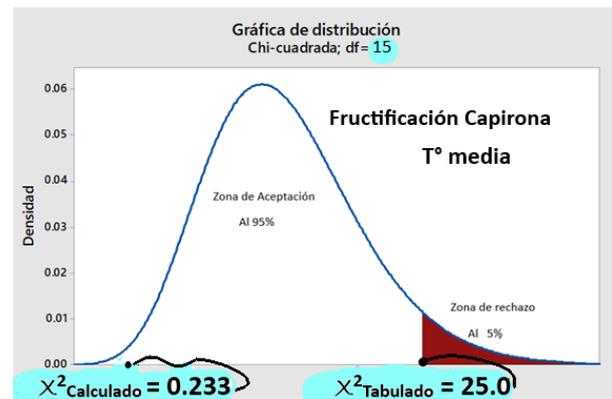
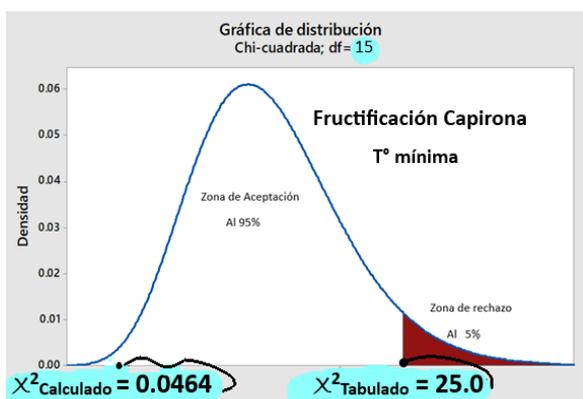
4.3.3 Tratamiento estadístico y análisis de distribución de Chi Cuadrado (X^2)

Grafica 1:

Distribución de X^2 cuadrado en la floración y fructificación de la especie capirona



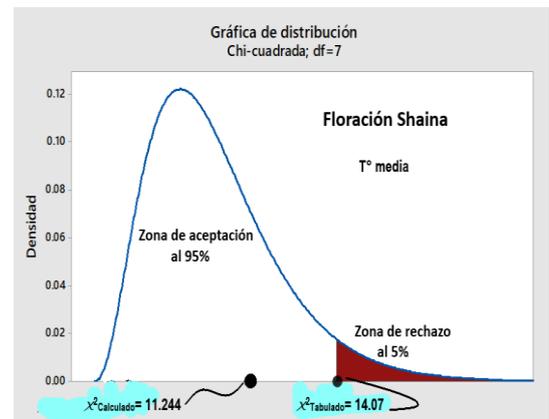
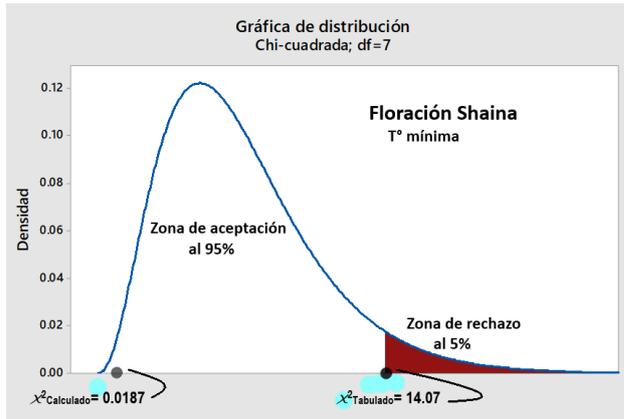
Cuando el $X^2_{\text{Cal}} < X^2_{\text{Tab}}$, se acepta la H_0 , por que los datos observados se ajusta a una distribución real encontrado en el campo a un nivel de 5% de significancia. Análisis comparativas en tres temperaturas: Mínima, media y máxima.



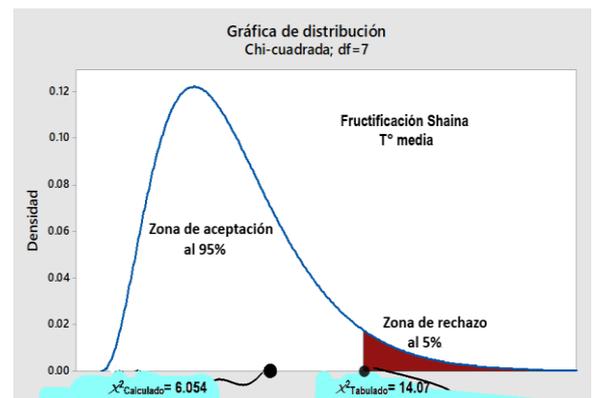
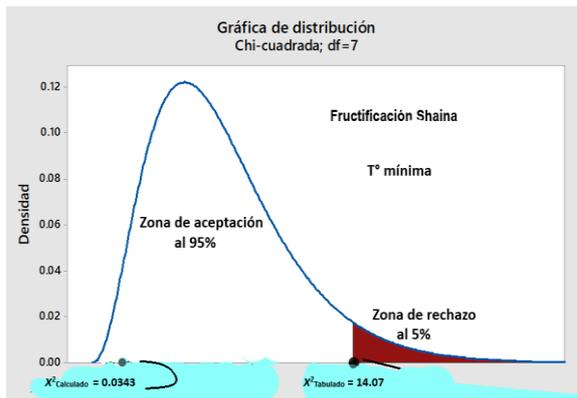
Cuando el $X^2_{\text{Cal}} < X^2_{\text{Tab}}$, se acepta la H_0 , por que los datos observados se ajusta a una distribución real encontrado en el campo a un nivel de 5% de significancia. Análisis comparativas en tres temperaturas: Mínima, media. En el caso de la temperatura máxima, ocurre que sus resultados son negativos por la tendencia negativa del coeficiente. La distribución X^2 , es positiva.

Gráfica 2:

Distribución de X^2 Cuadrado en la Floración y Fructificación de la especie *Shaina*



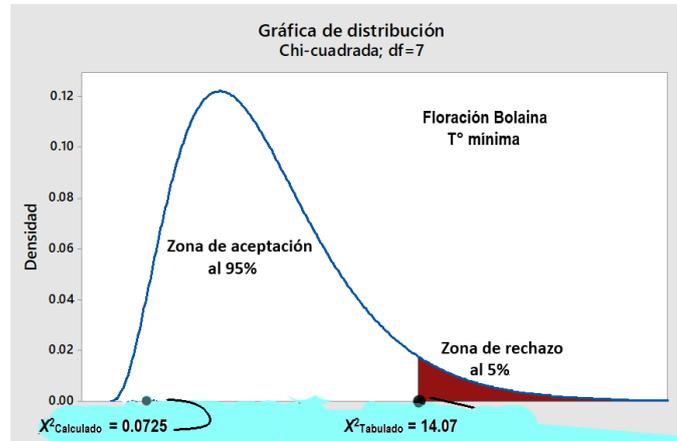
Cuando el $X^2 \text{ Cal} < X^2 \text{ Tab}$, se acepta la H_0 , por que los datos observados se ajusta a una distribución real encontrado en el campo a un nivel de 5% de significancia. Análisis comparativas en tres temperaturas: Mínima, media. En el caso de la temperatura máxima, ocurre que sus resultados son negativos por la tendencia negativa del coeficiente. La distribución X^2 , es positiva.



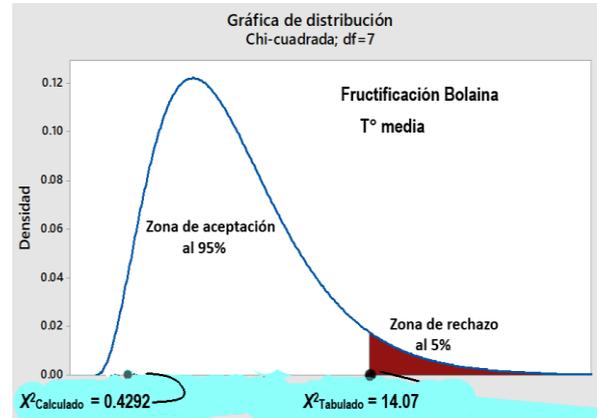
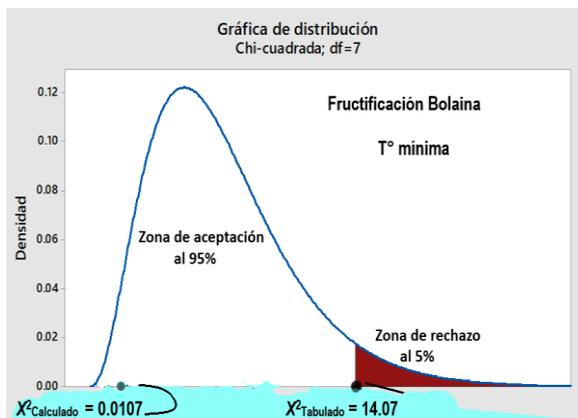
Cuando el $X^2 \text{ Cal} < X^2 \text{ Tab}$, se acepta la H_0 , por que los datos observados se ajusta a una distribución real encontrado en el campo a un nivel de 5% de significancia. Análisis comparativas en tres temperaturas: Mínima, media. En el caso de la temperatura máxima, ocurre que sus resultados son negativos por la tendencia negativa del coeficiente. La distribución X^2 , es positiva.

Gráfica 3:

Distribución de X^2 Cuadrado en la Floración y Fructificación de la especie Bolaina



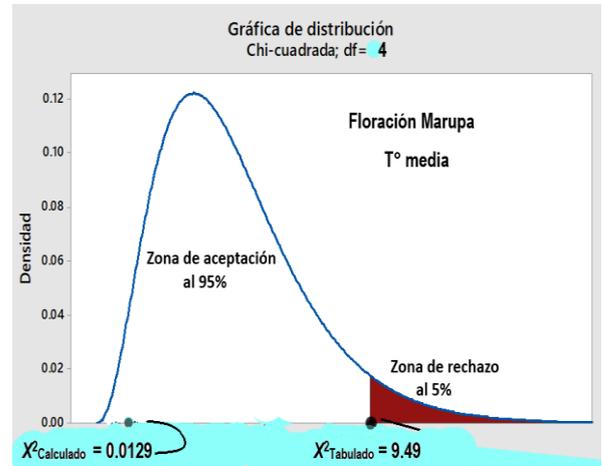
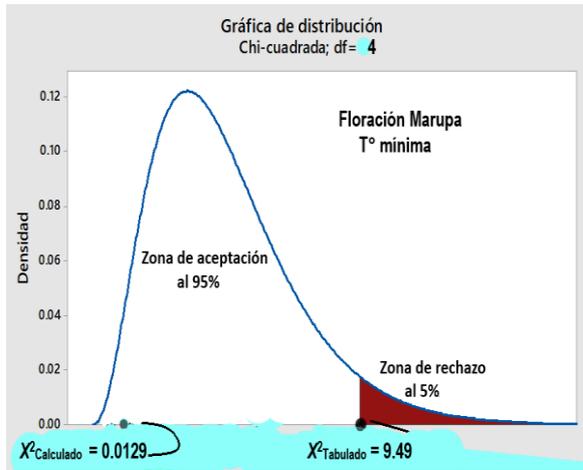
Cuando el $X^2 \text{ Cal} < X^2 \text{ Tab}$, se acepta la H_0 , por que los datos observados se ajusta a una distribución real encontrado en el campo a un nivel de 5% de significancia. Análisis comparativas en tres temperaturas: Mínima. En el caso de la temperatura media y máxima, ocurre que sus resultados son negativos por la tendencia negativa del coeficiente. La distribución X^2 , es positiva.



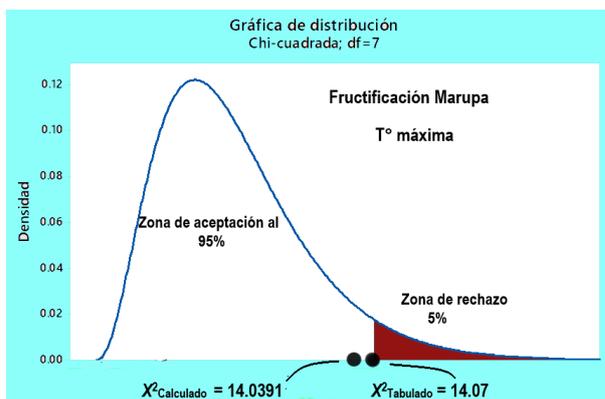
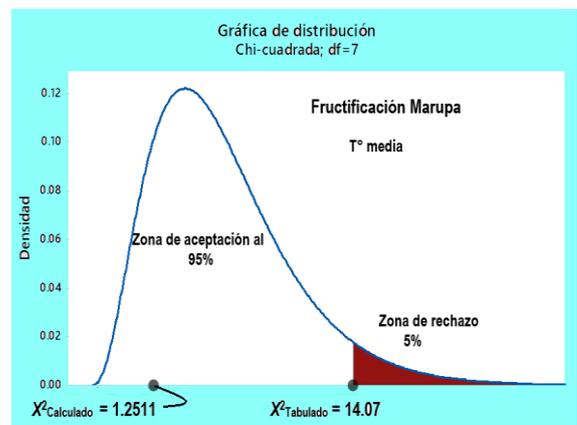
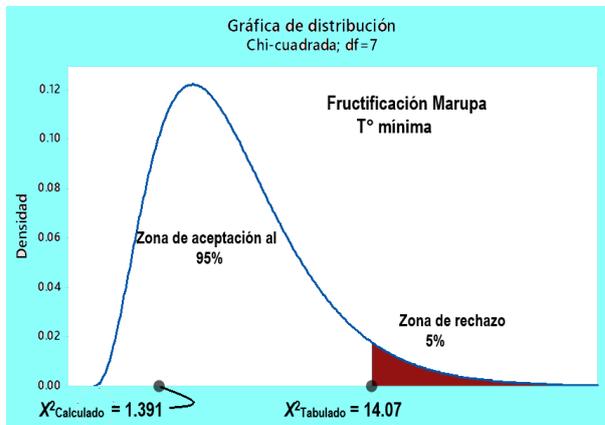
Cuando el $X^2 \text{ Cal} < X^2 \text{ Tab}$, se acepta la H_0 , por que los datos observados se ajusta a una distribución real encontrado en el campo a un nivel de 5% de significancia. Análisis comparativas en tres temperaturas: Mínima, media. En el caso de la temperatura máxima, ocurre que sus resultados son negativos por la tendencia negativa del coeficiente. La distribución X^2 , es positiva.

Gráfica 4:

Distribución de X^2 Cuadrado en la Floración y Fructificación de la especie Marupa



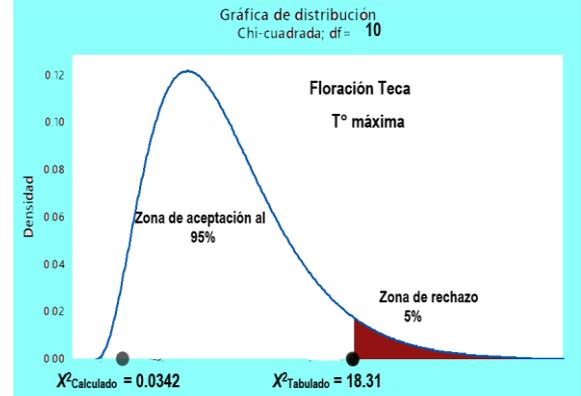
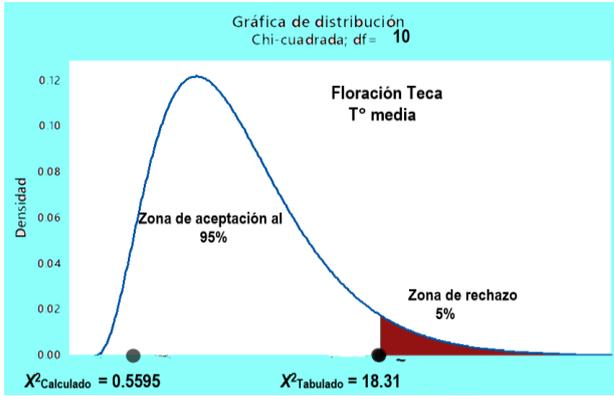
Cuando el $X^2 \text{ Cal} < X^2 \text{ Tab}$, se acepta la H_0 , por que los datos observados se ajusta a una distribución real encontrado en el campo a un nivel de 5% de significancia. Análisis comparativas en dos temperaturas: Mínima, media. En el caso de la temperatura máxima, ocurre que sus resultados son negativos por la tendencia negativa del coeficiente. La distribución X^2 , es positiva.



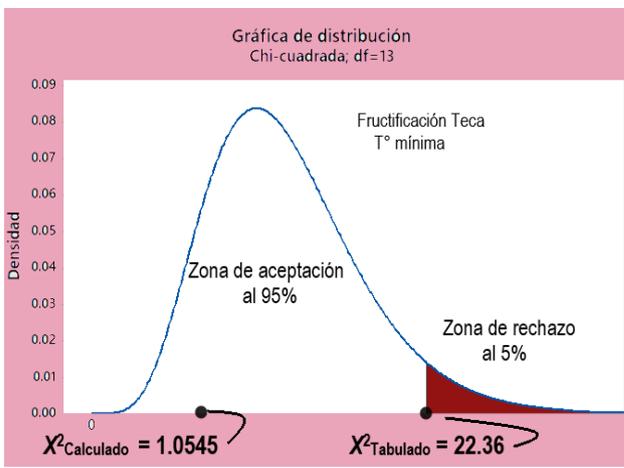
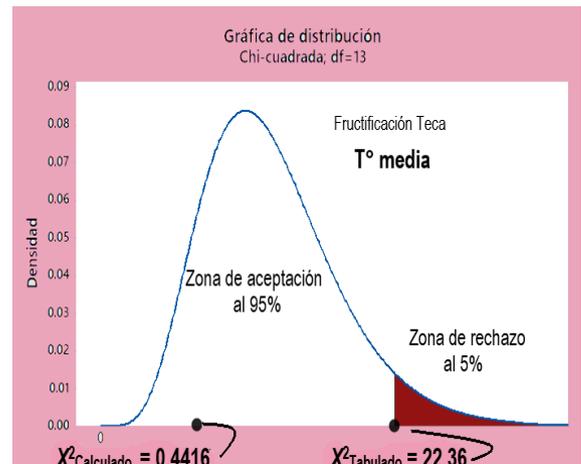
Cuando el $X^2 \text{ Cal} < X^2 \text{ Tab}$, se acepta la H_0 , por que los datos observados se ajusta a una distribución real encontrado en el campo a un nivel de 5% de significancia. Análisis comparativas en tres temperaturas: Mínima, media máxima En el caso de la temperatura máxima, ocurre que sus resultados son negativos por la tendencia negativa del coeficiente. La distribución X^2 , es positiva.

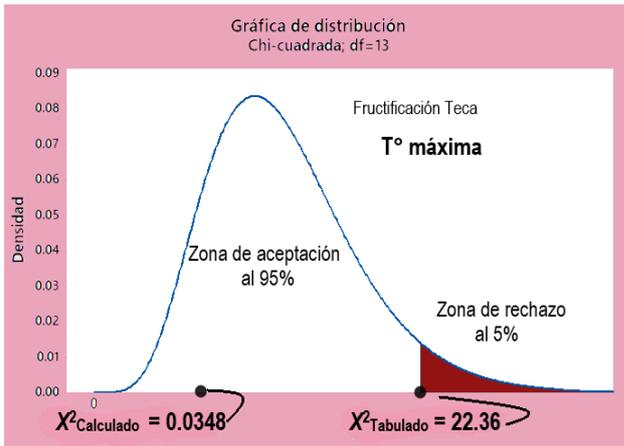
Gráfica 5:

Distribución de X^2 Cuadrado en la Floración y Fructificación de la especie Teca



Cuando el $X^2_{Cal} < X^2_{Tab}$, se acepta la H_0 , por que los datos observados se ajusta a una distribución real encontrado en el campo a un nivel de 5% de significancia. Análisis comparativas en dos temperaturas: Media y máxima. En el caso de la temperatura mínima, ocurre que sus resultados son negativos por la tendencia negativa del coeficiente. La distribución X^2 , es positiva.

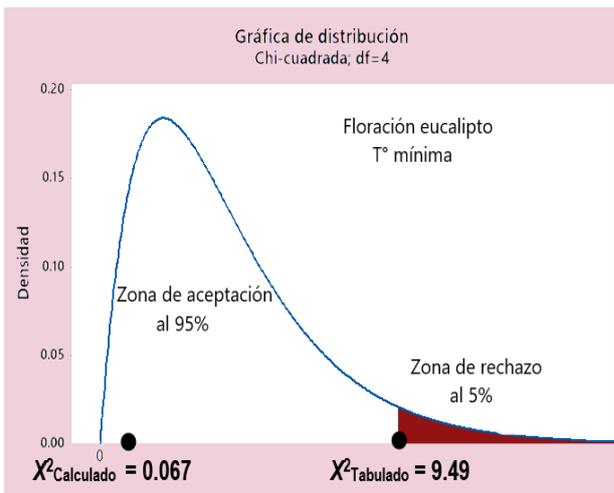
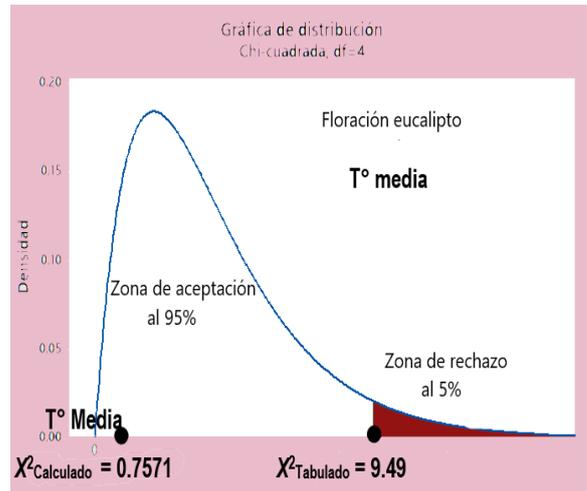


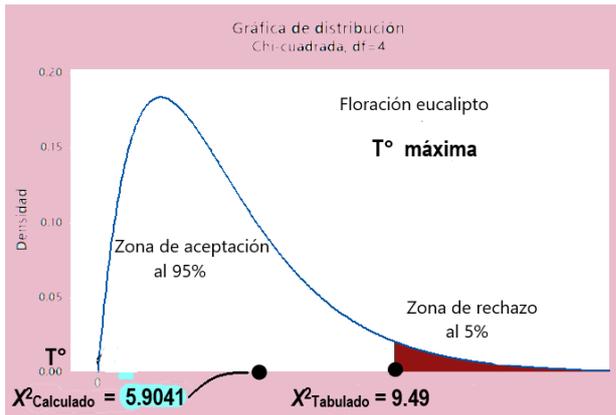


Cuando el $X^2_{\text{Cal}} < X^2_{\text{Tab}}$, se acepta la H_0 , por que los datos observados se ajusta a una distribución real encontrado en el campo a un nivel de 5% de significancia. Análisis comparativas en tres temperaturas: Mínima, media y máxima.

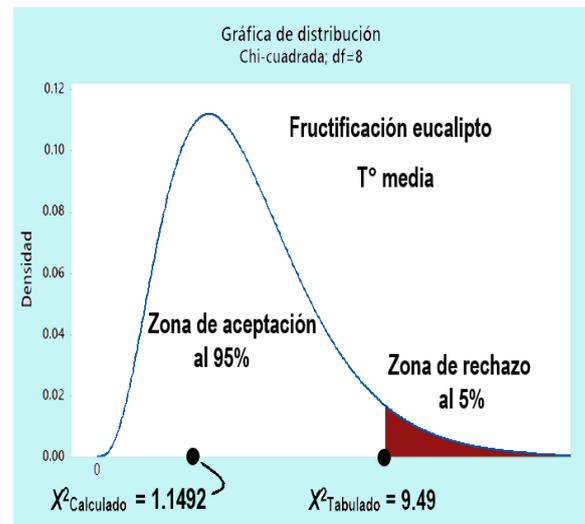
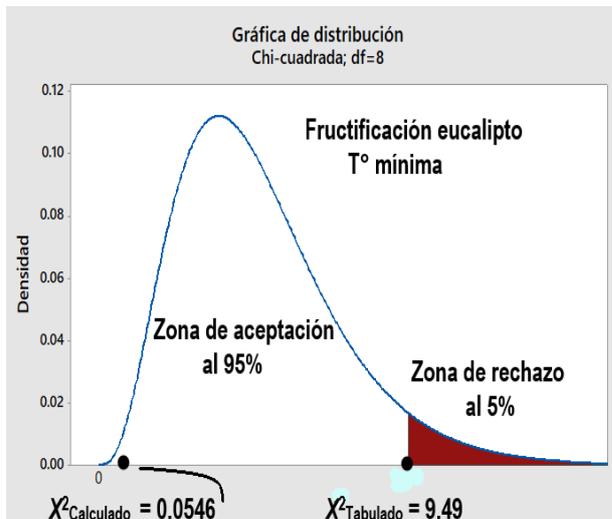
Gráfica 6:

Distribución de X^2 Cuadrado en la Floración y Fructificación de la especie Eucalipto





Cuando el $X^2 \text{ Cal} < X^2 \text{ Tab}$, se acepta la H_0 , por que los datos observados se ajusta a una distribución real encontrado en el campo a un nivel de 5% de significancia. Análisis comparativas en tres temperaturas: Mínima, media y máxima.



Cuando el $X^2 \text{ Cal} < X^2 \text{ Tab}$, se acepta la H_0 , por que los datos observados se ajusta a una distribución real encontrado en el campo a un nivel de 5% de significancia. Análisis comparativas en dos temperaturas: Mínima y media. En el caso de la temperatura máxima, ocurre que sus resultados son negativos por la tendencia negativa del coeficiente. La distribución X^2 , es positiva.

4.3.4. Esquema del flujo de la relación del efecto cuantitativo del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de siete especies forestales en la Región San Martín -Tarpoto.

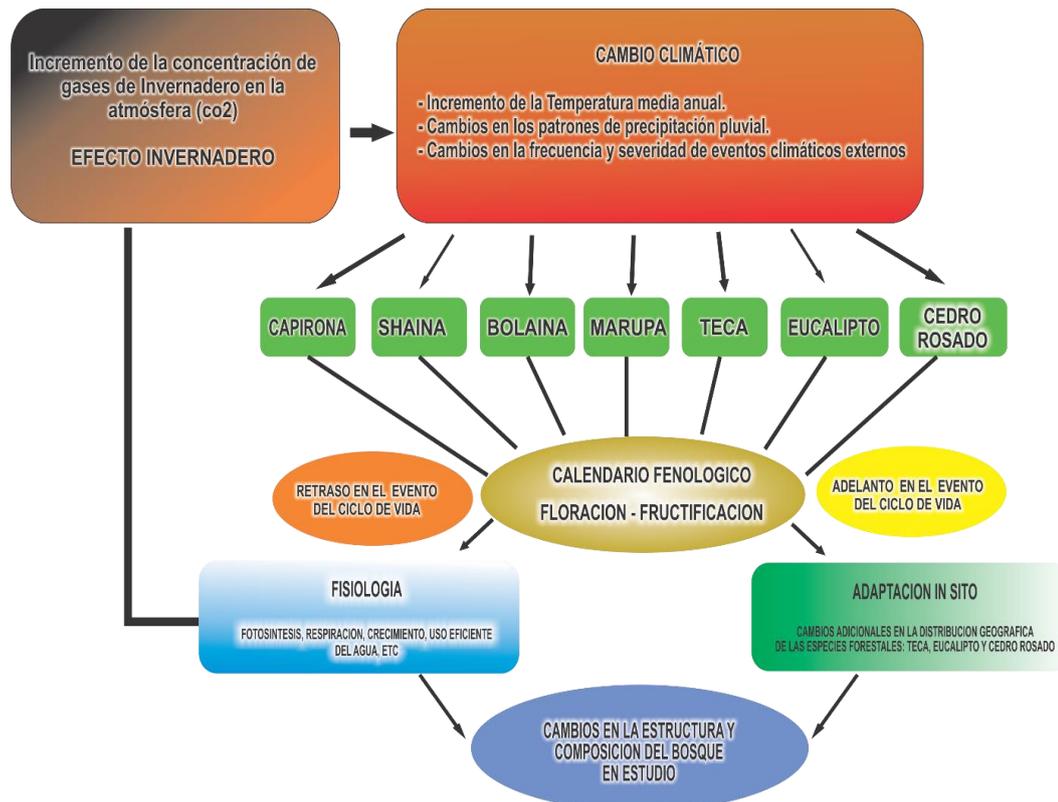


Figura 49: Esquema del flujo de la relación del efecto cuantitativo del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de siete especies forestales en la Región San Martín-Tarapoto. (Fuente: Elaboración Propia.)

De acuerdo al esquema, el efecto cuantitativo del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de siete especies forestales y según el objetivo general planteado en la presente investigación, no se ha encontrado efectos del cambio climático (temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa) en el bosque establecido del Centro de Investigación y Enseñanza Académica del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Nor Oriental de la Selva”. Por lo que podemos definir, el esquema como la generalización, teórico que responde a la simulación gráfica.

Así mismo se ha determinado gráficamente la importancia del efecto del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de las especies. Se conoce desde hace muchos tiempo Von Humboldt & Bonpland, (1807), la combinación del clima y otros factores se emplea para explicar la distribución de la vegetación en todo el planeta. Salisbury (1926); Cain, (1944); Good (1953); Holdridge (1967); Box (1981); Walter (1985) y Woodward, (1987). Los Factores ambientales tienen un efecto sobre la distribución de la especie, ya sea en forma directa o indirecta guisan & Zimmermann (2000).

El esquema presenta tres variables independiente: (Temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa) sobre la variable dependiente (Floración y fructificación de las siete especies forestales).

La plantación (vegetación) está condicionada en gran parte por el ambiente, sobre todo por el clima y suelo (condiciones térmicas, hídricas, luminosidad y duración del día, factores químicos y factores mecánicos) por lo tanto no se ha observado efectos climáticos en el calendario fenológico de floración y fructificación en el presente estudio.

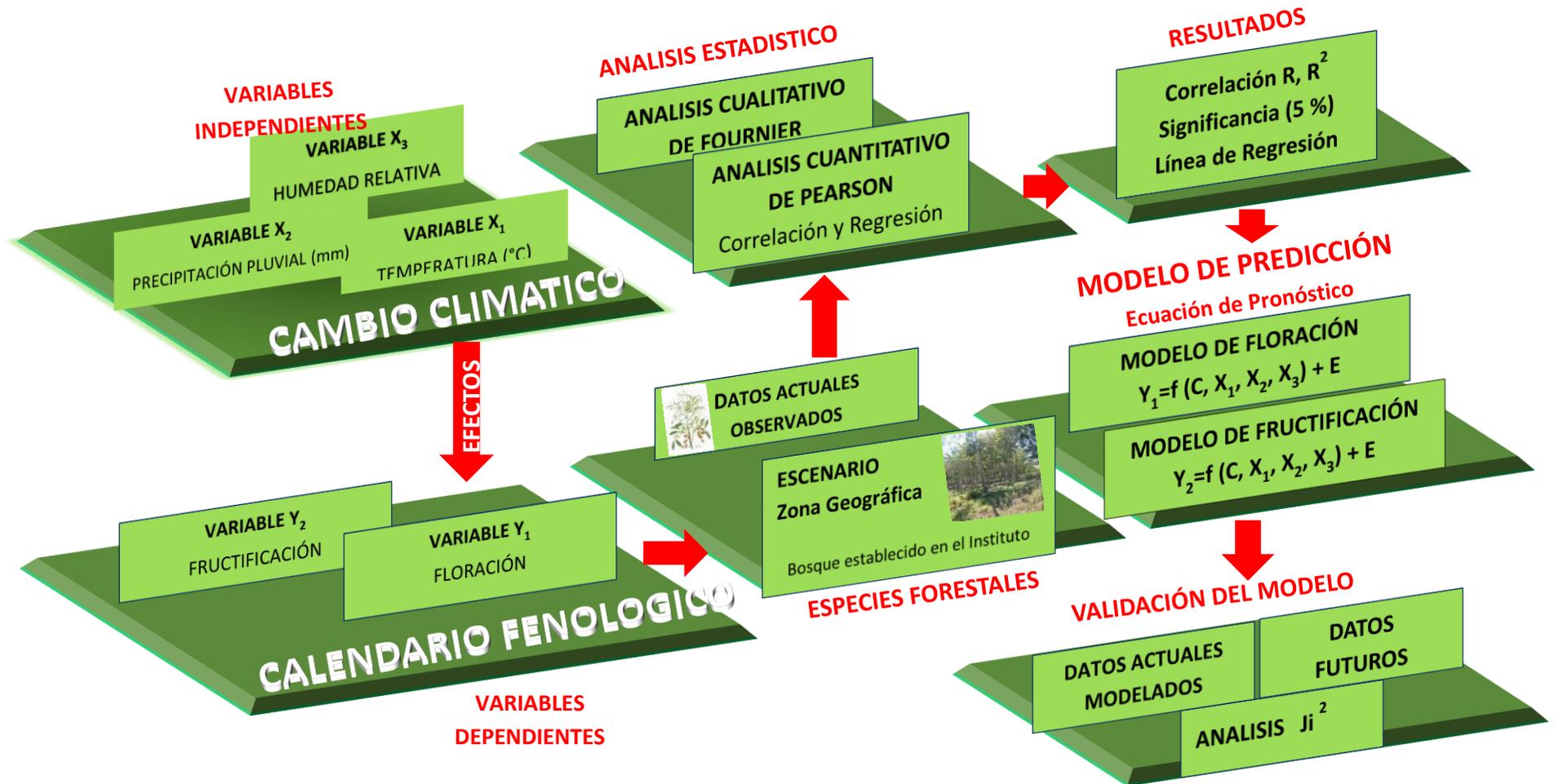
4.4. Propuesta de modelo

4.4.1. Lineamientos para diseñar el modelo teórico

El modelo teórico de predicción del efecto cuantitativo del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de especies forestales se realizó de la siguiente manera:

- El modelo está enmarcado dentro del cambio climático y el calendario fenológico de floración y fructificación.
- El modelo considera un área geográfica (zona de bosque), donde se seleccionaron las especies forestales en estudio.
- Se tomó como base el análisis de intensidad del método cuantitativo de Fournier, Champantier y el análisis de regresión y correlación estadística de Pearson.
- Se tuvo en cuenta los pasos metodológicos de la implantación, de tal manera que cualquier miembro de la comunidad científica pueda utilizarlo para realizar nuevas investigaciones.
- Finalmente se presenta los pasos del modelo teórico en un diagrama de flujo acompañado de los fundamentos, para ser tomados como base de predicción de efectos futuros en las especies forestales.

Modelo teórico para predicción de los efectos cuantitativos del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de las especies forestales



Fuente: Elaborado por el autor

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

• CONCLUSIONES

- 1) El bosque establecido viene siendo manejado adecuadamente, en la actualidad presenta un desarrollo adecuado con un crecimiento diametral y longitudinal, que por su adaptación, aclimatación y hábitat, presentan un ciclo fenológico completo de floración y fructificación durante el periodo estudiado a excepción de la especie cedro rosado.
- 2) El cambio climático, ha generado efectos cuantitativos en el calendario fenológico de floración y fructificación en las especies capirona y marupa, con atraso en las especies shaina y bolaina, existiendo una gran variabilidad en la aparición de las fenofases en las especies de teca y eucalipto.
- 3) Se ha determinado el modelo estadístico cuantitativo de correlación, análisis de distribución de X^2 Chi cuadrado y su Coeficiente de determinación de las especies forestales, encontrando una relación de asociación positiva débil a positiva moderada, dicho resultado permite probar el modelo teórico y su significancia en el calendario fenológico.
- 4) El cedro rosado, no presento floración ni fructificación durante el periodo de estudios, por lo que no ha sido posible realizar comparaciones cualitativa ni cuantitativa.

• RECOMENDACIONES

- 1) Aplicar el modelo teórico propuesto por el autor que va dirigida a todos los miembros de la comunidad científica, para predecir los efectos cuantitativos del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación con otras especies forestales en un bosque establecido.
- 2) Realizar estudios de los efectos cuantitativos del climático en el calendario fenológico teniendo en cuenta las anomalías de temperatura máximas, mínimas, medias y parámetros ambientales, genéticos, fisiológicos y bióticos que permitan conocer lo que sucede en la realidad en un bosque.
- 3) Promover la realización de estudios fenológicos de floración y fructificación, utilizando el método que corresponde al modelo propuesto por el autor, para que sirva de guía con otras especies forestales en sus hábitad natural a fin de disponer de información fiable cuando se requiera apoyar los programas de reforestación.
- 4) Proponer esta investigación como modelo para realizar investigaciones relacionados a los efectos cuantitativos del cambio climático en plantaciones naturales y establecidas con más especies forestales en la Región San Martín, con un periodo de evaluación como mínimo de cinco (05) años a más
- 5) Elaborar calendario fenológico de especies forestales, que permitan realizar actividades de recolección de semillas y formular planes de manejo forestal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu – Asab, M.; Peterson, P.M.; Shelter, S.G. (2001). *Earlier plant flowering in spring as a response to global warming in the investigation 2003* Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro 411 – 417.
- Alencar J. (1994). *Fenología de cinco especies arbóreas tropicales de sapotaceae correlacionada a variabais climáticas na Reserva Ducke, Manaus*. Manaus-Brazil. *Acta Amazonica*, 24 (3-4): 161-182.
- America's Climate Choices (2010). *Panel on advancing the science of climate change; national research council. Advancing the Science of Climate Change*. Washington, D.C.: The National Academies Press. ISBN 0-309-14588-0. « (p1).
- Ashton, P.S. Givnish, T.J. y Appanah.S. (1988). *Stagered Flowering in the Diptorocarpaceae: New insights into floral induction and the evolution of mass frint in aseasonal tropics*. *Amor. Nat.* 132:44-66.
- Araujo, M.B., Peterson, A.T. (2012). *Uses and misuses of bioclimatic envelope modeling*. *Ecology* 93(7): 1527-1539.
- Araújo, M.B., new, M. (2007). *Ensemble forecasting of species distributions*. *Trends in Ecology and Evolution* 22(1): 42-47.
- Araújo, M.B., Luoto, M. (2007). *The importance of biotic interactions for modelling species distributions under climate change*. *Global Ecology and Biogeography* 16(6): 743-753.
- Arevalo, et al. (1998). *Reforestación en los Campos Agropecuarios del Instituto Superior Tecnológico “Nor Oriental de la Selva”*. Tarapoto, Perú: I S T. NOS.
- Azkue, M.; Avilán L.; Núñez, MC. (2000). *Preliminary studies on the analogy between phenologic parameters and climate factors in mango (mangifera indica l.)*. En: *Interamerican Societ for Tropical Horticulture*. (44th Annual meeting, Florida, SEP 24-29, (2000) Proceedings. ISHS p: 479-493.
- Baluarté Vásquez, Juan R. (1995). *Estudio sobre el Comportamiento fenológico preliminar de 4 especies forestales en áreas inundables zona Alpamayo y Canta Gallo*. Iquitos, Perú:
- Baluarté Vásquez Juan R. (2011). *Modelización del Crecimiento de Quince especies forestales comerciales del bosque aluvial de la Amazonía Peruana*. Iquitos, Perú: UNAP.
- Bateman, B.L., Vanderwal, J., Williams, S.E., Johnson, C.N. (2012). *Biotic interactions influence the projected distribution of a specialist mammal under climate change*. *Diversity and Distributions* 18(9): 861-872.
- Bendix, J. J, Homeir, E. Cueva Ortiz, P. EMCK, S.W. Breckle, Richter, E. Beck. (2006). *Seasonality of Weather and tree phenology in a tropical energreen mauntano rain forest int.* *J. Biomaterial:* 50:370-384.
- Bertin, R.I. (2008). *Plant phenology and distribution in relation to recent climate change*. *Journal of the Torrey Botanical Society* 135: 126-146.

- Borchert, R. (1996). *Phenology and flowering periodicity of Neotropical dry forest species: Evidence from herbarium collections* *journal of tropical ecology*. 12:65-80.
- Borchert, R. Robertson, K, Schwartz; M.D & Williams Linera, G. (2005). *Phenology of temperate trees in tropical climates, int, J. Biomaterial*, 50: 57-65.
- Borchert, R. (2009). *En vironmental control of tropical tree phenology*.
- Borchert, R. (1980). *Phenology and Ecophysiology of tropical trees: Erythrina poeppigiana O.F. Cook*. *Ecology*, 6(15): 1065-1074.
- Bormann, F. H. y G. Berlyn (1983). *Edad y tasa de crecimiento de los árboles tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos bióticos*, México 143 p.
- Box, EO, (1995), *Climate Relations of the forests of east and south-east ssia, en box EO. pect R K. Masuzawa t. Yamada I, fujiwara k, Maycoch p f (eds) vegetation Science in forestry: global perspective based on forestry ecosystems of east and southeast ssia handbook of vegetation science*. Vol (2) Kluwer. Doralrecht, Holanda. Pp.23-55
- Box, E.O. (1981). *Macroclimate and Plant Forms: An Introduction to Predictive Modeling in Phytogeography*. Junk.
- Brako L. Y L. Zaruchi (1993). *Catálogo de las angiospermas gimnospermas del Perú. Missouri Botánica Garden*. St. Louis, Missouri. EE.UU. 1286 p.
- Broeker, W.S. (2006). “*Breathing easy, Et tu, O2*” Columbia University Features: Atmospheric oxygen-an endangered resource?
- Bugmann, H.K.M. (1994). *On the ecology of mountainous forests in a changing climate: A simulation study. Swiss Federal Institute of Technology, Zürich, Suiza*.
- Bullock, H.S.; Bawa, K. (1981). *Sexual dimorphism and the annual flowering pattern in Jacaratia dolichaula (D. Smith) Woodson (Caricaceae) in a Costa Rica rain Forest*. *Ecology*. 62:1494-1504.
- Bullock, H.S.; Beach, J.H.; Bawa, K. (1983). *Episodic flowering and sexual domorphism in Guarea rhopalocarpa in a Costa Rican rain forest*. *Ecology*. 64: 851-861.
- Burns R., Mosquera M. y Whitmore J. (1998). *Árboles Útiles de la región tropical de América del Norte*. USDA, SEMARNAP, SAGAR, USA Forest Service, Canadá Natural Resources, Canadian Forest Service, Washington, D.C.
- Cain, S.A. (1944). *Foundations of Plant Geography. Harpers and Brothers*. New York.
- Calzada J. (1980). *Frutales matrices librería el estudiante Lima* 4p.
- Centro de Investigación Jenaro Herrera (1991) *informe de Logras y experiencias en investigación forestales del Instituto de Investigaciones en la Amazonia Peruana*. pg.6.
- Céspedes, R. (1991). *Fenología de Quercus semanni Lieb. (Fagaceae) en Cartago*. Costa Rica. *Rev. Biol.Trop.* 39:243-248.
- Cop 20, (2014). *Informe del Taller Internacional del Cambio Climático*, Resumen y conclusiones realizadas en Lima – Perú.
- Curiel B. A. (2012). *Adaptación al cambio climático*. *Ciencia*. 63(4), 6-7

- Chávez E & Fonseca W, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (1991). *Del Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido*. Área de producción Forestal y Agroforestal. Turrialba. Costa Rica
- Chuine, Beaubien, E. G. (2001) and i. *Phenology is a major determinant of tree species range ecology* letters.
- Chujutalli, et al. (2009). *Manejo Silvicultural de una Plantación en los Campos del I.S.T. “Nor Oriental de la Selva” – Tarapoto*. 88 Paginas.
- Chmielowski, F.; Rötzer, T. (2001). *Response of tree phenology to climate Change across Europe*. Agricultural and forest Meteorology 108: 101-112. 68.
- De Campos, M. (2004). Pau-mulato-da-varzea (*Calycophyllum spruceanum*) (en línea). Informativo técnico rede de Semetes da Amazonia, Nro 6, 2004. Universidade federal do Acre. Rio Branco, Brasil. Consultado 8 ago. 2011. Disponible en <http://leaonet.com/sementesrsa!sementes/pdf/doc6.pdf>
- Diccionario de la Lengua española (edición del Tricentenario). Consultado el 9 de noviembre de (2015).
- Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo (2014). *Informe del Gobierno Regional de San Martín*. Perú: DRCET.
- Duran P.N., J. A Ruiz C., D. R. González E., G. Núñez H., F. J. Padilla R. y S. H. Contreras R. (2011). *Temperaturas cardinales de desarrollo en la etapa siembra- emergencia de 11 pastos forrajeros*. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 2(3), 347-357.
- Elsa J. y A. Caiza (2011). *Estudio Dendrológico y Fenológico de 5 especies nativas en el bosque Leona de Llaucad del Cantón Chambo Ecuador*. Ecuador.
- Encarnación, F (1983). *Nomenclatura de las especies Forestales comunes en el Perú*. Documento de trabajo N° 07. Proyecto-PNUD-FAO-PER-81-02. Lima – Perú. 149 págs.
- Escudero, T. (1980). *Logros Silviculturales y Prácticas de Reforestación en la zona de Jenaro Herrera*. Proyecto de Asentamiento Rural Integral en Jenaro Herrera. COTESU. 58 págs.
- Etterson, J. R and R.G. Shaw. (2001). *Constraint to adaptive evolution in response to global warning*. Science. Vol. 294:151-154.
- Etherington JR (1982) *Environment and plant ecology*. Willey & Sons. New York, 487 pp
- Evenson R.E. (1999). *Global and local implications of biotechnology and climate change for future food supplies*. Proc. Natl. Acad. Sci. Vol. 96(11):5921-5928.
- Field C.H., F.S. Chapin III, P.A. Matson and H.A. Mooney (1992). *Responses of terrestrial ecosystems to the changing atmosphere: a resource-based approach*. Annu. Rev. Ecol. Syst. 23:201-235.
- Fournier, L. A. (1967). *Estudio preliminar sobre la floración en el “Roble de Sabana”, tabebuia pentaphyla (L.) Hemal*. Rev. Biol. Trop. 15:259-267. Colombia. Ar. Científico.
- Fournier, L. (1974). *Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles*. Turrialba 24 (4):422-423.

- Fournier, L. y Herrera, M. (1986). *Fenología y eco fisiología de Gliricida sepium, "Madero Negro" en Ciudad Colón, Costa Rica*. Rev. Biol. Trop. 34: 283-288
- Gentry, A. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. Biotrópica 6 (1): 64-68.
- Fournier, L. y Charpantier, C. (1975). *El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales*. Costa Rica. Turrialba V. 25(1): 45-48
- Fournier y Di Stefano J F (2004). *Variaciones climáticas entre 1988 y 2001, y sus posibles efectos sobre la fenología de varias especies leñosas y el manejo de un cafetal con sombra en la ciudad Colon de Moral, Costra Rica*. Agrom. Costaric. 28:101-120
- Fournier, L. (1976). *Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de pre montano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica*. Turrialba 26: 54-59.
- Fontquer, P. (1985). *Diccionario de Botánica*. Barcelona - España: Ed. Labor. 1244 Pág.
- Flores, M. Edward J. Alarcon, Ricardo Zárate, Ana M. Rengifo, Juan L. Flores, Juan C. Ruiz, Linder F. Mozambete. (2015). *Floración y fructificación de diez especies de plantas del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR), Puerto Almendra, Loreto. Perú*. IIAP.A Folia Amazónica. 114p.
- Flores, M. (2008). *Fenología de especies vegetales amazónicas a partir del conocimiento registrado en los herbarios*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 76pp.
- Flores, Y. (2004). *Guía para el reconocimiento de regeneración natural de especies forestales de la Región Ucayali*. Pucallpa, PE, INIA. 80 p.
- Frankie, G. (1976). *Pollination of widely dispersed trees by animals in Central America, with an emphasis on bee pollination systems*. In: Burley, J.; Styles, T. *Tropical trees. Variation, breeding and conservation*. London, GB Academic Press. p. 151-159.
- García-Callejas, D., Molowny-Horas, R., Retana, J. (2016). *Projecting the distribution and abundance of mediterranean tree species under climate change: A demographic approach*. Journal of Plant Ecology.
- García-Valdés, R., Morales-Castilla, I. (2016). *Efectos del cambio climático en los ecosistemas forestales: integrando inventarios y modelos*. Ecosistemas. Disponible en www.revistaecosistemas.net
- García et al (2008). *Instalación de una Plantación con especies forestales en los campos de Instituto Superior Tecnológico "Nor Oriental de la Selva". Tarapoto – Perú*. 2008. 144 pág.
- Garrett, K.A., Dendy, S.P., Frank, E.E., Rouse, M.N. y Travers, S.E. (2006). *Climate change effects on plant disease: genomes to ecosystems*. Annual Review of Phytopathology, 44: 489–509.
- Gautier, L.; Spichiger, R. (1986). *Ritmos de reproducción en el estrato arbóreo del Arborétum Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú)*. Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la Amazonía Peruana, X. Candollea 41: 193-207.

- Gallagher, R.V., L. Hughes y M.R. Leishman. (2009). *Phenological trends among Australian alpine species: using herbarium records to identify climate-change indicators*. Australian Journal of Botany 57: 1-9.
- García-Valdés, R., Gotelli, N.J., Zavala, M.A., Purves, D.W., Araújo, M.B. (2015a). *Effects of climate, species interactions, and dispersal on decadal colonization and extinction rates of Iberian tree species*. Ecological Modelling 309-310: 118-127.
- González E. D. R., J. A. Ruiz C., R. Lépiz I., A. González A., E. López A., G. Ramírez O., P. Zarazúa V. Y N. Duran P. (2011). *Expectativas de adaptación al cambio climático de tres variedades de frijol en Jalisco*. Rev. Mex, Cienc. Agric. Pub. Esp. 2, 337-350
- Good, R. (1953). *The Geography of the Flowering Plants*. Longman. London.
- Goudriaan J., Bijlsma, R.J. (1987). *Effect of CO₂ enrichment on growth of fava beans at two levels of water supply*. Netherlands Journal of Agricultural Science 35, 189-191.
- Gracia, C., Pla, E., Sánchez, A., Sabaté, S. (2004). *Gotilwa+: Un modelo de crecimiento forestal basado en procesos ecofisiológicos*. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales (18): 21-28.
- Gracia, C.A., Tello, E., Sabaté, S., Bellot, J. (1999). *Gotilwa: An integrated model of water dynamics and forest growth*. In: Ecology of mediterranean evergreen oak forests. Springer: pp: 163-179.
- Grimm, C. 1995. *Seed Predators and the Fruiting Phenology of Phytocelllobium pallens (Leguminosae) in Thoms scrub, North-Eastern Mexico*. Journal of Tropical Ecology 11:321- 332.
- Guisan, A. & Zimmermann, N.E. (2000). *Predictive habitat distribution models in ecology*. Ecológica Modelling 135: 147-186.
- Hansen J., M. Sato y R. Ruedy. A. (2000). *Global warming in the twenty-first century: an alternative scenario*. Proc. Natl. Acad.Sci. Vol. 97(18):9875-9880.
- Hansen, J.E., R. Ruedy, M. Sato, M. Imhoff, W. Lawrence, D. Easterling, T. Peterson, and T. Karl (2001). *A closer look at United States and global surface temperature change*. J. Geophys. Res., **106**, 23947-23963, doi: 10.1029/2001JD000354.
- Hanski, I. (1991). *Single species metapopulation dynamics: Concepts, models and observations*. Biological Journal of the Linnean Society 42: 17-38.
- Hanski, I. (1999). *Metapopulation ecology*. Oxford Series in Ecology and Evolution. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Heikkinen, R.K., Luoto, M., Virkkala, R., Pearson, R.G., Korber, J.H. (2007). *Biotic interactions improve prediction of boreal bird distributions at macro-scales*. Global Ecology and Biogeography 16(6): 754-763.
- Hernández. Gil, Rubén, (2009). *Crecimiento vegetativo de las plantas superiores*. Mérida Venezuela. Pg. 102
- Hernández Sampieri. Roberto (2015). *Metodología de la investigación, México*. Sexta edición. México: Editorial McGraw-Hill-interamericana, S.A.
- Holdridge, H. (1970). *Clave Ecológica del Perú*. Boletín N° 4 Mimeografiado. Lima-

- Holdridge, L.R. (1967). *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.
- Holdridge, L.H. (1971). *Forest environment in tropical life zones: a pilot study*. Pergamon press oxford. 1era edition. San Jose Costa Rica. IICA 1982.
- Hughes, L. (2000). *Biological consequences of global warming: is the signal already apparent?* Trends Ecol. Evol. 15(2):56-61.
- Intergovernmental Panel on Climatic Change (2001). *Third assessment report climate change*. In Mc Carthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokken DJ, White KS (eds.) Impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge.
- Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC (2007). *Cuarto informe de evaluación climate Chang 2007: The Physical Science Basic Alley, R.ET.AL.* (Eds.): Cambridge University Press. UK.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation & Vulnerability Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Parry, M. Canziani, O. Palutikof, J. Van der Linden, P. y Hanson, C. Eds. Cambridge University Press, UK. 976 p.
- Janzen, D. 1967. *Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America*. Evolution 21: 620-637.
- Koslowski, T. (1971). *Growth and development of trees*. Physiological Ecology. New York, USA, Academic Press.
- Kozlowski T.T. & Pallardy S.G. (1997). *Physiology of Woody Plants*. Academic Press, San Diego. 411 pp
- Kramer, J. y Koslowski, T. (1960). *Physiology of trees*. New York, USA, McGraw-Hill. 642 p.
- Lambers, H., S. Chapin & T. Pons. (2008). *Plant physiological ecology*. Springer. New York. 604 p.
- Lambers H, Chapin III FS, Pons TL (1998) *Plant Physiological Ecology Springer-Verlag*, New York, 540 pp.
- Larcher, W. (1977). *Eco fisiología Vegetal*. Barcelona, ES, Omega. 305 p Little, E. 1986. Árboles comunes de Venezuela- Moráceas, Urticáceas, Proteáceas, Mérida, VE. 47p. (Servicio Agroforestal. No 7. 04).
- Lao y Flores, P. (1972). *Árboles del Perú*. Descripción de algunas especies forestales de Jenaro Herrera. Iquitos. Lima – Perú. 433 págs.
- Larocque, G.R., Shugart, H.H., XI, W., Holm, J.A. (2016). *Forest succession models*. Ecological Forest Management Handbook: 179.
- Leathwick, J.R., Agustin, M.P. (2001). *Competitive interactions between tree species in New Zealand's old-growth indigenous forests*. Ecology 82(9): 2560-2573
- Levins, R. (1969). *Some genetic and demographic consequences of environmental heterogeneity for biological control*. Bulletin of the Entomological Society of America 15: 237-240.

- Levitt, J. (1980). *Responses of plants to environmental stresses*. 2nd. edition. V 1: chilling, freezing and high temperature stresses. V 2: water stress, dehydration and drought injury. Academic Press. 607 p.
- Longman, K.A. (1978). *Control of shoot extension and dormancy: external and internal factors*, in P.B. Tomlinson y M.H. Zimmerman (eds). *Tropical trees as living systems* Cambridge University press. Cambridge. pp. 465-495.
- Magaña V.O. y Gay, C. (2002). *Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos*. Gaceta Ecológica 65:7-23-2002.
- Márquez, R.J (2007). *Potencial y Eficiencia de Producción de semillas como indicadores del manejo de Pimesoxacaua Merov*. Tesis Doctorado en Recursos Genéticos Forestales. Instituto de genética Forestal Universidad Veracruz 99 p.
- Medizine T. (2010). *Eucalipto (Eucalyptus globulus). Usos, propiedades y aplicaciones medicinales de eucalipto*. Recopilado de <http://www.medizine.com/plantas2/eucalipto.php>, de fecha 13 de Junio de 2017.
- Menéndez H. H., (2006). *El cedro rosado*. Guía de cultivo. <http://www.monografias.com/trabajos20/cedro-rosado/cedro-rosado.shtml>.
- Menzel, A. (2000). *Trends in phenological phases in Europe between 1951 y 1996*. Int.J. Biometeorol. 44 (2):76-81.
- Menzel, A.; Fabian, P., (1999). *Growing season extended in Europe*. Nature 397(6721): p. 659.
- Montenegro, G. y R. Ginocchio. (1999). *La fenomorfología y su expresión a través del crecimiento modular en las plantas leñosas perennes*. En R. Orellana, ja. Escamilla y a. Iarqué-marco a. Alvarado, rain foroughbakhch, enrique jurado, Alejandra rocha 500 ciencia uanl / vol. v, no. 4, octubre-diciembre 2002 saavedra (editores). Eco fisiología vegetal y conservación de recursos genéticos. Cicy, Mérida, Yucatán, México.
- Monserud, R.A., Yang, Y., Huang, S. y Tchebakova N. (2008). *Potential change in lodgepole pine site index and distribution under climate change in Alberta*. Canadian Journal of Forest Research, 38: 343-352.
- Morellato, P. (1995). *As estações do ano na floresta. In Ecología e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra*. Campinas, BR, UNICAM. p.37- 41.
- Morellato, L.P. (2003). *South America. 75 -92-end phenology: an integrative environmental science edited por M.D. Schwarz*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers pg. 111.
- Mostacedo, B., J. Justimano, M. Toledo y S.T. Frederick sen (2003). *Guía Dendrológica de especies Forestales de Bolivia*. Proyecto Bolfor, Santa Cruz, Bolivia, pg.11-29.
- Mosseler, A.; et. al.; (2000). *Indicadores of population Viability end red spruce, picea Rubens. I. Reproductive Traits and Fecundity*. Canadian Journal of Botany 78:928-940.
- Murali, K.S. and R. Sukumar. 1994. *Reproductive Phenology of a Tropical Dry Forest in Mudumalai, Southern India*. Journal of Ecology. 82:759-767.

- Newstrom, L.E y GW; Frankie, (1994). *A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at al. La selva, Costa Rica*, Biotropica, 26(2): 141-159.
- Organización de Estados Americanos. (2005). *Manual anual de estadísticas ambientales cambio climático, parámetros meteorológico* pág. 61-75.Lima Perú.
- Organización Meteorológica Mundial. (2017) *Manual de estadísticas ambientales cambio climático, parameatros meteorológico*
- Pavón, N.P. and O. Briones. (2001). *Phenological Patterns of Nine Perennial Plants in an Intertropical Semi-Arid Mexican Scrub*. *Journal of Arid Environments* 49:265-277.
- Parmesan, C. & G. Yohe (2003). *A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems*. *Nature* 421, 37 – 42.
- Pearson, R.G., Dawson, T.P. (2003). *Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: Are bioclimate envelope models useful?* *Global Ecology and Biogeography* 12(5): 361-371.
- Pearson, K. (1900). *On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling*, *Philosophical Magazine* 5 th series, 50, 157-175.
- Powles S.B. (1984). *Photoinhibition of photosynthesis induced by visible light*. *Annual Review of Plant Physiology*.
- Pregitzer, K. and Uskirchen, S. (2004). *"Carbon cycling and storage in world forests: biome patterns related to forest age."*, *Global Change Biology* 10, 1–26
- Primack, D. y A.J. Miller-Rushing. (2012). *Uncovering, Collecting, and Analyzing Records to Investigate the Ecological Impacts of Climate Change: A Template from Thoreaus's Concord*. *BioScience* 62(2): 170-181.
- Proyecto Especial Pichis Palcazú (1987). *Manual técnico para el desarrollo forestal del valle Palcazú*. Pag.60.
- Ramírez, J. y R, Álvarez (2000). *Estudio fenológico de 28 especies maderables del bosque húmedo tropical de Honduras*. 1995 – 2000 44 p.
- Remgefor (Red Mexicana de Germoplasma Forestal). (2005). *Acrocarpus fraxinifolius Wight & Arn. Fichas técnicas de especies forestales estratégicas*. Ficha No. 13. Pronare. Semarnap. p. 67-69.
- Reynel, C.; Pennington, T., Pennington, R.; Daza, A. (2003). *Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos Perú*. Lima, PE. Tarea gráfica educativa.
- Root, T.L., J.T. Price, K.R. Hall, S.H. Schneider, C. Rosen Zweig & J.A. Pounds (2003). *Fingerprints of global warming on wild animals and plants*. *Nature* 421, 57 – 60.
- Rosenzweig C, Casassa G, et al. (2007). *Climate change 2007 Impacts adaptation and vulnerability contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press. Combridge.uk.pp. 4-25.

- Ruiz, F. (2000). “*Evaluación fenológica de diez especies forestales de los bosques productivos de la Comunidad Nativa Santa Mercedes – Rio Putumayo; Loreto-Perú*”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Forestal. UNAP. Iquitos-Perú. 128pp.
- Ruiz C. J. A., H. E. Flores-López, J. L. Ramírez-Díaz y D. R. González-Eguiarte. (2002). *Temperaturas cardinales y duración del ciclo de madurez del híbrido de maíz H-311 en condiciones de temporal*. Agro ciencia. 36, 569-677
- Salisbury, F. & F. Ross. (2000). *Fisiología de las Plantas*. Thompson Editores Spain Paraninfo, S. A. España. 947 p.
- Salisbury, F y Ross, C. 1994. *Fisiología Vegetal*. México D.F, MX, Iberoamericana. 759 p.
- Salisbury, E.J. (1926). *The geographical distribution of plants in relation to climatic factors*. The Geographical Journal 57: 312-335.
- Schwartz, M.W., L.R. Iverson and A. Prasad. (2001). *Predicting the potential future distribution of four-tree species in Ohio using current habitat availability and climate forcing*. Ecosystems 4:568-581.
- Schwartz, M.D., (1999). *Advancing to full bloom: planning phenological research for the 21st century*. Int. J. Biometeorology. 42, 113-118.
- Semifor. E.I.R.L. (2012). *Semillas Forestales*. Jr. Lamas N°745. Semifor-eirt@gmail.com, hrbusnas@gmail.com. Tingo María-Perú. Recopilado el 20 de enero de 2012. <http://www.semiforeirl.com/pdf/ficha-tecnica.pdf>.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, (2017). *Datos Meteorológicos de temperatura máxima, media, mínima, precipitación pluvial y humedad relativa del Distrito de Juan Guerra-Región San Martín. Periodo 1981-2010*. Juan Guerra, Perú: SENAMHI-Juan Guerra.
- Sepatro, (2006). *Semillas y productos agroforestales del trópico*. SEPATRO,2006@msn.com.
- Sherry R.A; Zhoux (2007); Gu, S; Arnone III. J.A. Schimel, D.S.: Verburg, P.S.; Wallace, L.L. and Luo, y (2007). *Divergence of reproductive phenology under climate warming PNAS* 104(1): 198-202.8
- Summerfield R. J., E. H. Roberts and P Hadley (1987). *Crisat (International crops Research Institute for the semi- arid tropics) adaptation of chickpea and pigeon pea to abiotic stresses*. Proceedings of the consultants workshop, 19-21. December 1984. CRISAT center, India. Patancheru, A. P. 502324, India I CRISAT
- Shugart, H., Sedjo, R. y Sohngen, B. (2003). *Forests and global climate change: Potential impacts on U.S. forest resources*. Pew Center on Global Climate Change, Arlington, VA, EE.UU.
- Smith, L. S. (1980). *Ecology and field biology*. Harper & Row, Publishers. USA 835p.
- Spano, D., C. Cesaraccio, P. Duce and R. L. Snyder. (1999). *Phenological stages of natural species and their use as climate indicators*. Int. J. Biometeorol. 42(3): 124-133.
- Sparks, T.H. y A Menzel. (2002). *Observed Changes in Seasons: An Overview. International Journal of Climatology* 22: 1715-1725.

- Tandazo Infante, V.G. (2008). *Clasificación Taxonómica de algunas especies forestales de la Selva Peruana*. Monografía. Publicada el Martes 30 de Setiembre del 2008. Perú. pitbulltm@hotmail.com.
- Tilman, D. (1982). *Resource competition and community structure*.(mpb-17). Princeton University Press. Princeton, New Jersey, Estados Unidos.
- Trucios, T. (1986). *Calendario fenológico para 55 especies forestales del Bosque Nacional Alexander von Humboldt, Pucallpa, Perú*. Lima, PE. 26 p. (Nota Técnica-CENFOR, XII).
- Trucios, T.; Manta, M. (1998). *Estudio Fenológico con fines de producción semillero, para el bosque nacional Alexander von Humboldt*. Revista Forestal del Perú. (Perú) Vol. XXV (2): 20-26.
- Turnbull, J. W. and L. D. Pyror, (1984). *Species and seed source*. In: Hills, W. E. and G. A. Brown (Eds.). *Eucalypts for Wood Production*. 2da edition. CSIRO and Academic Press. Sidney, Australia. 434 p.
- Usher M.B. (2005). *Conserving European biodiversity in the cortex of climate change T – PVS (2005) 21*. Document prepared for the wildlife and Natural Habitats strasbourg 2 November 2005.32p.
- Vílchez B et a al. (2004). *Fenología reproductiva de cinco especies forestales del Bosque Secundario Tropical*. Artículo Científico. Kurú: Revista Forestal (Costa Rica) 1(2), 2004.
- Vilches, B. Murillo, O. (1995). *Análisis Fenológico y de la biología reproductiva del jaul (Almes acuminote) en Costa Rica*, tecnología en marcha: 12:65-73. Art. Científico.
- Villalpando, J., A Ruiz (1993). *Observaciones Agras meteorológicas y su uso en la agricultura*. México D.F. MX Lumusa, p13.
- Vitousek-P.M. (1994). *Beyond global warming: ecology and global change*. Ecology 75: (7) 1861-1876.
- Volpe, C. (1992). *Citrus Phenology*. In: *Proceedings of the Second International Seminar on Citrus Physiology*, p. 103-122.
- Von Humboldt, A. & Bonpland, A. (1807). *Essai sur la geographie des plantes*. Levrault, Schoell & Compagnie, Paris.
- Walter, H. (1985). *Vegetation of the Earth and Ecological Systems of Geobiosphere*. Springer. Heidelberg.
- Walther G.R.; E. Post, P. Convey, A. Menzel; C. Parmesan; T.J. Beebee; J.M. Fromentin; O. Guldberg & F. Bairlein (2002). *Ecological responses to recent climate change Nature* 416,389–395.
- Walkovszky, A. (1998). *Changes in phenology of the locust tree (Robinia pseudo acacia L.) in Hungary*. Int. J. Biometeorol. 41(4): 155-160.
- Wang, J. (1981). *A computerized weather-monitoring unit for farm operation*. *Interciencia*. 6(4): 254-256. In: *Fenología y eco fisiología de dos poblaciones de Tabebuia rosea (“Roble de Sabana”) en Costa Rica* (Scrophulariales: Bignoniaceae (Gómez, P. y Fournier, L.) 6(4): 254-256 Azkue, M.; Avilán L.; Núñez, MC. 2000. Preliminary studies on the analogy between phenologic parameters and climate factors in mango (*mangifera indica l.*). En: Interamerican Society for

Tropical Horticulture. (44th Annual meeting, Florida, SEP 24-29, 2000) Proceedings. ISHS p: 479-493.

Westoby, M. and M. Leishman. 1997. *Categorizing plant species into functional types. In: Plant functional types, their relevance to ecosystem properties and global change.* T. M. Smith, H H Shugart and F.I. Woodward (Eds). Cambridge University Press, pp. 104 - 121.

Williams, L; Meave, J. (2002). *Patrones Fenológicos.* In Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Eds. M. Guariguata; G. Kattan. Cartago, CR. LUR. p. 408-431.

Woodward, F.I. (1987). *Climate and Plant Distribution.* University Press. Cambridge.

Wright, J.W. (1962). *Genetics of forest tree Improvement FAD.* Rome Italy pg.399

Zaniewski, A.E., Lehmann, A. & Overton, J.M. (2002). *Predicting species spatial distributions using presence-only data: a case study of native New Zealand ferns.* Ecological Modelling 157: 261-280.

Zárate, R.; Amasifuen, C.; Flores, M. (2006). *Floración y fructificación de plantas leñosas en bosques de arena blanca y suelo arcillosos en la Amazonía Peruana.* Revista Peruana de Biología, 13 (1): 95-102.

ANEXOS

Anexo 1

Cuadro 10: Calendario Fenológico de Floración y Fructificación de Siete Especies Forestales (Agosto2013-Julio2015)

FUENTE: Elaboración P

ANEXO 2

Meses	P (mm)	T° C	Hr %	Capirona		Marupa		Rosado		Bolaina		Shaina		Teca		Eucalipto	
				% Flor	% Fruti	% Flor	% Fruti	% Flor	% Fruti	% Flor	% Fruti	% Flor	% Fruti	% Flor	% Fruti	% Flor	% Fruti
				Agosto-2013.	91	26	72	50	50	10	0	0	0	0	0	0	85
Setiemb-2013	75,2	27	71	0	25	80	20	0	0	0	0	0	0	85	85	0	0
Octubre-2013.	46,8	27,5	72	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
Noviem-2013.	176,9	27,2	73	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diciem-2013.	63,8	27,4	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enero-2014.	109,3	27	72	15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	50	15	0	0
Febrero-2014.	102	26,8	72	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	75	50	50	25
Marzo-2014.	163,4	26,3	75	80	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0
Abril-2014.	134,3	26	75	80	90	0	0	0	0	25	0	25	0	0	85	0	0
Mayo-2014.	91,4	26,5	73	0	90	0	0	0	0	50	0	50	0	0	0	0	0
Junio-2014.	45,7	26,5	72	0	90	0	0	0	0	75	0	85	25	0	0	0	0
Julio-2014.	76,3	26,3	70	0	90	50	10	0	0	85	25	25	50	0	0	25	0
Agosto-2014.	70,8	25,7	72	0	0	85	50	0	0	0	100	0	90	0	0	15	80
Setiemb-2014.	128,8	26,6	74	0	0	0	75	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
Octubre-2014.	130	26,2	75	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Noviem-2014.	102,7	27,5	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diciem-2014.	78,5	27,5	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enero-2015.	77,9	27,2	72	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	50	25	20	25
Febrero-2015.	190	27,1	74	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	75	50	10	25
Marzo-2015.	109,8	27	76	50	75	0	0	0	0	0	0	0	0	90	75	0	50
Abril-2015.	240,4	26,7	76	90	90	0	0	0	0	25	0	50	0	10	90	0	10
Mayo-2015.	96,6	26,8	74	10	90	0	0	0	0	50	0	75	5	25	75	0	5
Junio-2015.	68,4	26,4	73	10	25	0	0	0	0	50	0	90	5	50	90	0	25
Julio-2015.	33,0	25,5	72	10	30	50	10	0	0	10	25	50	50	10	25	0	25

ANEXO 2:

Constancia de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana



UNAP

Herbarium Amazonense - AMAZ
Centro de Investigación de Recursos Naturales

CONSTANCIA N° 20

LA COORDINADORA DEL HERBARIUM AMAZONENSE, AMAZ-CIRNA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

FACE CONSTAR:

Que, las muestras botánicas presentadas por el Ing. M.Sc. WILLIAMS RAMIREZ NAVARRO; son parte del Proyecto de Tesis de Doctorado titulado: "EFECTO DEL CAMBIO CLIMATICO EN EL CALENDARIO FENOLOGICO DE FLORACION DE SIETE ESPECIES FORESTALES EN UN BOSQUE ARTIFICIAL EN LA REGION SAN MARTIN". Las cuales fueron verificados e identificados en este Centro de Enseñanza e Investigación AMAZ, CIRNA-UNAP, que a continuación se indican:

Nombre común	Nombre Científico	Familia
"cedro rosado"	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.	FABACEAE
"toce"	<i>Tectona grandis</i> L.f.	VERBENACEAE
"palipero"	<i>Plinia caribaeana</i> var. <i>multiflora</i> (Miq.) Huber	VERBENACEAE
"shaina"	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	RHAMNACEAE
"bolaina"	<i>Guzmania crinita</i> C. Martius	MALVACEAE
"capirona"	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth) Hook.f. ex Schum.	RUBIACEAE
"eucalipto"	<i>Eucalyptus globulus</i> Labillard	MYRTACEAE
"marupa"	<i>Sissaroba amara</i> Aublet	SIMARUBACEAE

Nota: Se han identificado 8 especies en el Herbarium Amazonense

Se expide el presente certificado al interesado para los fines que se estime conveniente.

Iquitos, 05 de Julio del 2013

Atentamente,



FELICIA DÍAZ JARAMA
Coordinadora, AMAZ-CIRNA-UNAP

Anexo 3

Latitud : 06° 35'

Departamento : San Martín

Longitud : 76° 19'

Provincia : San Martín

Altura : 230 m.s.n.m.

Distrito : Juan Guerra

Datos de: Precipitación Total Mensual (m.m)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA
1964	9,4	46,6	88,4	167,5	104,3	36,8	11,8	82,6	57,0	134,6	61,6	0,0	800,6	66,7
1965	41,0	93,7	43,1	113,4	105,8	92,6	115,1	41,8	126,6	92,6	86,3	128,8	1080,8	90,1
1966	102,2	71,1	55,9	108,9	87,0	24,5	88,2	46,3	144,4	191,1	93,8	43,1	1056,5	88,0
1967	105,7	88,1	210,5	122,7	76,9	53,6	54,0	67,7	43,3	59,9	18,8	141,8	1043,0	86,9
1968	176,7	133,3	128,8	123,9	43,4	48,0	104,8	58,2	73,1	91,1	206,1	15,4	1202,8	100,2
1969	74,5	172,8	109,5	66,4	29,0	140,1	35,9	70,4	90,4	145,0	129,0	88,5	1151,5	96,0
1970	107,6	66,5	190,3	121,9	47,4	87,9	65,8	70,8	73,4	93,9	117,3	52,0	1094,8	91,2
1971	68,3	120,4	124,9	148,8	90,4	34,9	77,3	122,2	106,7	72,3	33,3	71,2	1070,7	89,2
1972	220,1	81,8	241,7	119,2	61,8	109,4	52,7	40,9	186,1	164,5	51,8	47,7	1377,7	114,8
1973	116,6	121,4	133,1	131,4	31,9	79,6	74,8	76,4	115,5	96,5	128,7	23,6	1129,5	94,1
1974	153,2	35,9	65,7	151,8	50,6	100,9	48,6	100,7	65,0	82,3	84,5	117,6	1056,8	88,1
1975	102,0	106,4	104,9	25,6	167,3	31,8	88,4	74,5	81,7	64,1	65,8	40,8	953,3	79,4
1976	135,1	30,5	98,2	64,3	126,0	65,7	38,2	93,4	63,0	92,2	77,2	90,2	974,0	81,2
1977	30,7	89,1	128,6	130,7	102,0	130,7	7,3	91,4	102,7	126,4	173,6	69,4	1182,6	98,6
1978	81,8	20,1	163,3	152,3	76,2	20,1	94,3	56,4	121,2	101,4	85,3	48,9	1021,3	85,1
1979	81,0	70,9	247,6	75,9	82,9	27,4	58,5	28,2	101,5	105,7	118,8	30,8	1029,2	85,8
1980	40,0	41,0	316,7	56,1	50,5	72,2	58,3	110,8	61,7	91,8	30,5	81,4	1011,0	84,3
1981	103,2	131,5	136,6	134,8	19,1	55,4	74,8	90,5	47,1	125,7	22,8	103,6	1045,1	87,1
1982	96,9	169,2	84,8	215,5	58,9	72,5	34,1	52,4	66,1	66,1	62,9	69,1	1048,5	87,4
1983	36,2	252,0	87,5	174,0	87,8	20,6	14,0	12,9	90,2	56,2	125,6	54,9	1011,9	84,3

1984	62,7	157,6	117,2	131,0	75,9	112,1	22,6	58,0	49,6	49,2	106,9	40,6	983,4	82,0
1985	89,2	63,3	146,9	186,8	78,4	32,1	50,0	108,0	92,5	89,9	148,7	35,2	1121,0	93,4
1986	94,3	109,5	117,0	119,7	78,4	9,0	40,6	136,1	96,0	61,1	73,4	136,2	1071,3	89,3
1987	73,1	144,6	36,0	196,4	30,3	75,5	107,4	59,1	36,2	54,6	125,2	15,7	954,1	79,5
1988	18,9	175,0	107,9	105,6	132,1	18,2	3,9	57,1	88,3	98,8	167,4	62,0	1035,2	86,3
1989	46,0	159,8	72,0	71,1	125,8	154,8	38,8	40,9	65,9	214,1	61,2	8,0	1058,4	88,2
1990	31,4	125,5	149,4	84,2	75,3	109,8	65,5	79,0	96,4	86,2	131,1	50,8	1084,6	90,4
1991	16,7	91,2	226,8	97,2	44,0	81,9	64,6	84,2	68,0	186,4	125,2	6,6	1092,8	91,1
1992	29,1	68,8	252,7	122,2	12,6	54,0	63,8	89,3	59,0	76,7	34,0	151,3	1013,5	84,5
1993	130,9	237,4	200,9	72,1	110,5	116,0	49,5	21,7	29,4	110,5	72,3	41,9	1193,1	99,4
1994	40,1	25,5	120,0	174,3	62,1	184,4	105,0	38,2	89,8	116,4	104,3	150,8	1210,9	100,9
1995	43,6	45,9	107,6	56,0	39,8	41,2	48,2	28,6	47,9	90,8	77,4	115,1	742,1	61,8
1996	105,0	62,1	115,7	101,0	43,9	85,1	27,0	60,4	72,7	137,9	45,0	158,3	1014,1	84,5
1997	71,6	145,1	113,7	89,9	165,9	2,8	23,2	69,8	157,0	24,5	26,3	41,6	931,4	77,6
1998	95,1	120,4	75,2	190,7	82,1	122,5	25,1	14,1	107,1	111,4	90,0	65,5	1099,2	91,6
1999	123,6	163,8	124,2	105,2	177,7	19,8	34,8	41,6	59,3	40,3	117,6	44,1	1052,0	87,7
2000	84,5	118,9	91,5	167,8	30,7	45,2	38,9	67,4	82,5	36,9	36,8	160,1	961,2	80,1
2001	68,0	126,4	109,6	226,5	141,9	49,7	176,8	70,4	78,4	121,5	65,6	121,1	1355,9	113,0
2002	24,9	80,4	65,7	115,3	70,7	52,6	119,2	30,9	24,1	92,5	118,6	81,1	876,0	73,0
2003	140,7	48,8	152,1	93,8	76,1	97,2	16,4	62,6	45,0	125,2	122,8	187,4	1168,1	97,3
2004	34,9	139,1	82,8	22,8	47,3	67,8	76,3	89,9	100,9	103,5	75,8	78,6	919,7	76,6
2005	34,3	113,5	69,2	127,0	36,6	68,9	54,0	22,4	57,9	140,6	209,2	29,7	963,3	80,3

2006	77,6	137,1	73,1	158,6	61,8	62,3	98,8	31,1	34,5	140,1	106,7	75,8	1057,5	88,1
2007	68,0	39,5	242,8	87,3	174,6	15,9	76,2	45,9	137,5	133,0	159,7	11,2	1191,6	99,3
2008	59,4	173,1	108,3	64,1	65,3	73,1	39,9	49,2	82,2	79,4	133,7	21,8	949,5	79,1
2009	173,6	88,8	134,7	199,9	85,4	97,3	86,2	63,1	203,0	96,6	62,2	44,6	1335,4	111,3
2010	57,9	97,6	101,7	108,8	74,4	60,1	11,6	37,2	40,1	153,2	80,0	96,7	919,3	76,6
2011	66,2	45,6	153,6	147,5	126,3	124,6	56,5	89,9	155,2	127,2	117,3	189,3	1399,2	116,6
2012	128,4	95,1	182,4	251,4	82,1	95,2	36,0	43,8	36,5	160,6	143,8	203,2	1458,5	121,5
2013	96,4	64,5	135,9	55,0	81,9	71,0	57,0	91,0	75,2	46,8	176,9	63,8	1015,4	84,6
2014	109,3	102,0	163,4	134,3	91,4	45,7	76,3	70,8	128,8	130,0	102,7	78,5	1233,2	102,8
TOTAL	4177,6	5308,2	6710,1	6268,6	4080,5	3550,5	2987,0	3240,2	4313,6	5289,3	4991,5	3885,4	54802,5	4566,9
MEDIA	81,9	104,1	131,6	122,9	80,0	69,6	58,6	63,5	84,6	103,7	97,9	76,2	1074,6	89,5
DS	45,1	51,8	59,8	50,5	40,2	40,2	34,0	27,9	39,5	40,8	46,5	51,8	143,1	11,9

Datos de: Temperatura media mensual °C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA
1964	27,8	28,9	27,1	27,1	26,1	26,2	26,3	26,7	26,9	27,4	27,3	27,8	325,6	27,1
1965	27,9	28,1	27,3	26,9	26,5	25,8	26,2	26,5	26,0	28,4	26,7	27,8	324,1	27,0
1966	26,8	27,0	26,8	27,0	26,0	25,8	25,7	25,7	25,8	26,5	26,6	27,3	317,0	26,4
1967	27,1	26,6	26,0	25,6	26,2	25,8	25,4	25,5	26,5	26,5	27,6	26,5	315,3	26,3
1968	25,9	26,1	24,9	25,0	24,6	24,6	24,6	24,9	25,4	25,6	25,8	26,6	304,0	25,3
1969	27,3	26,5	25,9	25,8	25,7	25,5	24,1	25,1	25,3	25,6	26,3	26,4	309,5	25,8
1970	25,8	26,3	25,7	25,7	25,7	25,0	24,9	25,4	24,9	26,4	26,2	26,0	308,0	25,7
1971	26,4	25,2	25,4	24,8	24,9	24,6	24,1	24,0	25,6	25,6	26,6	26,4	303,6	25,3

1972	25,5	25,6	25,0	25,3	25,5	24,9	25,2	25,6	25,1	26,0	26,7	26,7	307,1	25,6
1973	26,1	26,3	26,3	25,8	25,4	25,6	24,7	25,1	25,2	26,1	26,0	26,0	308,6	25,7
1974	25,9	25,7	26,4	25,2	24,9	24,8	24,1	24,9	24,8	26,1	26,5	26,2	305,5	25,5
1975	25,3	26,2	25,8	26,3	25,4	24,8	23,7	25,1	25,1	25,9	26,5	26,3	306,4	25,5
1976	25,5	26,0	26,0	25,2	25,2	25,0	24,6	25,7	25,7	26,6	26,4	26,3	308,2	25,7
1977	27,7	26,1	25,2	26,2	25,1	24,5	24,8	25,2	24,7	24,9	25,3	26,7	306,4	25,5
1978	26,5	27,2	26,6	25,7	25,5	24,8	24,9	24,0	25,3	26,1	26,3	26,6	309,5	25,8
1979	27,3	27,1	26,0	26,0	26,1	24,5	24,6	26,3	26,9	26,1	26,9	27,2	315,0	26,3
1980	27,1	27,6	25,9	25,9	26,0	25,6	24,8	24,8	26,2	26,1	26,5	27,0	313,5	26,1
1981	27,2	25,9	26,7	26,1	26,6	25,9	25,3	26,1	26,6	26,6	28,2	27,0	318,2	26,5
1982	27,2	27,4	26,8	25,8	26,1	25,8	26,0	25,7	26,9	27,1	27,1	27,5	319,4	26,6
1983	28,1	26,8	26,9	27,2	26,7	26,2	26,7	26,9	26,9	26,9	26,8	27,2	323,3	26,9
1984	27,6	26,6	26,4	25,8	26,1	25,1	24,6	25,2	25,3	26,5	27,1	27,2	313,5	26,1
1985	27,2	26,3	25,9	26,2	25,4	24,2	24,5	25,2	25,8	26,7	26,5	27,4	311,3	25,9
1986	27,1	25,5	25,4	26,0	26,0	25,3	24,2	25,8	25,3	26,5	26,4	26,7	310,2	25,9
1987	26,5	26,0	26,5	26,1	25,8	24,9	25,5	25,9	26,7	27,3	27,0	27,7	315,9	26,3
1988	28,2	27,4	26,8	26,5	25,8	25,0	25,5	26,4	27,0	26,3	25,8	26,8	317,5	26,5
1989	27,4	26,7	26,6	25,8	25,0	24,6	24,2	25,6	26,5	25,3	26,8	28,2	312,7	26,1
1990	27,6	27,0	26,2	26,1	25,9	25,2	24,3	25,8	25,6	26,7	26,6	26,9	313,9	26,2
1991	27,8	27,3	25,8	26,4	26,4	25,7	24,6	25,7	26,6	26,0	26,5	28,2	317,0	26,4
1992	28,2	27,9	26,2	26,4	26,8	26,2	24,8	25,6	26,9	26,9	26,9	27,0	319,8	26,7
1993	26,5	26,2	25,3	26,3	26,3	24,5	24,4	24,7	26,5	26,8	26,6	27,8	311,9	26,0

1994	26,9	27,1	26,4	25,9	25,8	24,1	24,2	25,0	26,0	25,7	26,3	26,5	309,9	25,8
1995	26,6	27,6	26,0	26,8	26,0	25,9	25,9	26,6	27,1	27,4	26,7	26,9	319,5	26,6
1996	27,1	25,9	26,4	26,0	26,6	25,9	25,6	26,3	26,8	26,5	27,2	26,3	316,6	26,4
1997	27,4	26,3	26,4	26,1	25,6	26,6	26,3	26,1	27,6	28,4	28,2	28,5	323,5	27,0
1998	28,5	28,2	27,6	27,3	26,3	25,7	25,9	27,5	27,0	27,1	27,9	27,5	326,5	27,2
1999	26,4	26,1	26,5	25,1	25,1	25,6	24,8	25,3	27,3	26,9	27,0	27,9	314,0	26,2
2000	27,1	26,7	26,6	25,3	26,0	26,2	24,8	26,4	26,7	27,0	28,9	26,9	318,6	26,6
2001	26,5	26,7	26,1	25,8	25,9	24,6	25,2	25,7	25,9	27,5	28,0	27,3	315,2	26,3
2002	28,2	27,8	27,5	26,6	26,6	26,5	25,3	26,2	28,1	27,7	27,1	28,1	325,7	27,1
2003	28,0	27,4	26,4	26,8	26,0	26,0	25,9	26,6	26,9	28,1	27,8	27,6	323,5	27,0
2004	28,4	27,2	26,9	27,6	26,8	25,5	25,8	26,0	25,7	27,2	27,7	27,5	322,3	26,9
2005	28,4	27,2	27,3	26,7	26,9	26,4	25,5	26,9	27,2	26,8	27,1	27,5	323,9	27,0
2006	27,3	24,8	26,7	26,3	25,8	26,1	26,0	26,4	27,5	27,9	27,2	27,4	319,4	26,6
2007	27,7	28,3	26,3	26,0	26,0	26,1	25,8	26,4	26,0	26,6	25,6	27,3	318,1	26,5
2008	27,2	26,4	25,8	26,3	25,8	25,5	25,9	27,1	26,4	26,5	26,6	28,0	317,5	26,5
2009	26,5	26,8	26,2	25,6	26,0	25,3	25,7	26,3	26,6	27,2	28,2	28,0	318,4	26,5
2010	27,9	27,8	27,2	27,0	26,7	26,0	26,0	27,1	27,9	27,7	27,0	27,5	325,8	27,2
2011	27,9	27,0	26,4	26,0	25,9	25,5	25,6	26,5	25,9	26,6	26,8	26,6	316,7	26,4
2012	26,8	25,9	25,5	25,7	25,9	24,9	25,2	26,7	26,7	27,2	27,5	26,7	314,7	26,2
2013	26,8	26,4	26,9	27,2	26,6	25,8	25,5	26,0	27,0	27,5	27,2	27,4	320,3	26,7
2014	27,0	26,8	26,3	26,0	26,5	26,5	26,3	25,7	26,6	26,2	27,5	27,5	318,9	26,6
TOTAL	1383,1	1363,9	1341,2	1332,3	1322,5	1297,1	1284,5	1317,9	1340,9	1361,2	1372,0	1384,3	16100,9	1341,7

MEDIA	27,1	26,7	26,3	26,1	25,9	25,4	25,2	25,8	26,3	26,7	26,9	27,1	315,7	26,3
DS	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	6,2	0,5

Datos de: Humedad relativa media mensual en (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MEDIA
1964	70	94	94	82	87	98	94	94	94	94	90	67	1058	88
1965	65	66	69	73	76	77	73	73	76	74	76	68	866	72
1966	74	72	74	73	77	73	72	79	76	76	77	71	894	75
1967	69	73	75	79	77	74	75	75	73	75	71	74	890	74
1968	76	78	80	80	79	81	81	79	78	79	79	75	945	79
1969	71	76	80	83	82	81	80	80	83	83	82	80	961	80
1970	82	81	83	87	83	81	80	76	87	84	78	77	979	82
1971	75	79	82	81	83	82	82	83	82	80	76	80	965	80
1972	87	83	87	85	85	86	84	80	84	83	81	80	1005	84
1973	84	84	84	88	83	84	84	83	83	83	82	79	1001	83
1974	80	81	80	84	84	84	83	82	82	83	82	82	987	82
1975	82	81	84	82	84	87	85	82	84	81	79	79	990	83
1976	80	79	81	85	84	82	81	80	81	80	87	85	985	82
1977	78	84	84	83	85	84	85	85	85	82	82	82	999	83
1978	81	79	81	86	86	83	82	84	83	81	80	78	984	82
1979	76	77	83	84	81	83	83	79	76	82	80	79	963	80
1980	80	79	84	83	83	85	86	85	84	84	82	79	994	83
1981	81	84	83	86	82	83	84	81	80	81	78	82	985	82
1982	82	81	82	86	86	86	84	83	81	80	82	82	995	83

1983	81	83	84	88	85	82	84	83	68	81	81	80	980	82
1984	78	81	84	85	83	85	81	78	81	79	76	77	968	81
1985	76	78	84	82	85	85	79	82	80	78	79	77	965	80
1986	74	81	83	83	82	78	79	77	83	78	78	78	954	80
1987	80	84	80	83	82	82	84	79	78	78	80	75	965	80
1988	70	76	81	81	83	80	72	75	75	81	83	74	931	78
1989	76	79	82	84	85	86	81	82	76	82	77	72	962	80
1990	77	79	81	81	82	85	82	77	80	81	81	82	968	81
1991	79	80	82	83	82	82	81	80	80	78	80	68	955	80
1992	70	71	82	80	74	76	80	77	75	76	71	75	907	76
1993	79	83	84	81	80	85	83	80	77	75	78	74	959	80
1994	78	74	76	83	83	84	82	79	79	83	79	81	961	80
1995	74	72	81	77	78	75	74	71	70	72	76	75	895	75
1996	80	90	81	81	80	77	74	75	74	77	76	79	944	79
1997	76	83	81	82	84	75	74	76	72	71	72	69	915	76
1998	73	76	78	81	79	78	79	71	73	77	73	74	912	76
1999	80	80	81	87	86	82	81	74	73	74	77	72	947	79
2000	73	76	78	85	82	78	82	84	83	81	72	79	953	79
2001	82	80	84	86	88	88	86	86	86	82	75	80	1003	84
2002	74	77	77	84	83	80	85	81	72	75	77	76	941	78
2003	76	78	80	81	83	83	83	80	81	81	83	84	973	81
2004	81	82	85	83	85	87	83	82	86	81	82	80	997	83
2005	75	81	80	82	79	79	77	72	72	79	79	75	930	78

2006	80	86	85	82	77	79	78	77	73	81	78	82	958	80
2007	84	77	82	88	81	83	80	76	79	78	78	72	958	80
2008	71	75	79	77	77	78	76	71	74	75	74	68	895	75
2009	74	72	77	80	76	75	74	72	73	73	72	70	888	74
2010	69	71	74	75	74	74	73	70	69	71	74	71	865	72
2011	70	72	74	75	76	76	74	70	76	74	72	74	883	74
2012	72	75	76	78	75	78	75	69	71	73	71	74	887	74
2013	73	75	73	70	73	74	73	72	71	72	73	71	870	73
2014	72	72	75	75	73	72	70	72	74	75	72	71	873	73
TOTAL	3900	4010	4114	4173	4142	4135	4077	3993	3986	4017	3973	3888	48408	4034
MEDIA	76	79	81	82	81	81	80	78	78	79	78	76	949	79
DS	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	44	4

Fuente: Senamhi

Anexo 4: Correlaciones entre el cambio climático y la floración de la especie capirona

		Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa	Floración Capirona
Temperatura	Correlación de Pearson	1	,091	-,171	-,246
	Sig. (bilateral)		,672	,424	,247
	N	24	24	24	24
Precipitación pluvial	Correlación de Pearson	,091	1	,689**	,587**
	Sig. (bilateral)	,672		,000	,003
	N	24	24	24	24
Humedad relativa	Correlación de Pearson	-,171	,689**	1	,625**
	Sig. (bilateral)	,424	,000		,001
	N	24	24	24	24
Floración capirona	Correlación de Pearson	-,246	,587**	,625**	1
	Sig. (bilateral)	,247	,003	,001	
	N	24	24	24	24

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 5: Resumen del modelo ^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,246 ^a	,060	,018	29,263	
2	,659 ^b	,434	,381	23,237	
3	,695 ^c	,482	,405	22,780	1,290

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

d. Variable dependiente: Floración capirona

Anexo 6: Anova

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1211,256	1	1211,256	1,415	,247 ^b
	Residual	18838,744	22	856,307		
	Total	20050,000	23			
2	Regresión	8711,295	2	4355,647	8,067	,003 ^c
	Residual	11338,705	21	539,938		

	Total	20050,000	23			
3	Regresión	9671,572	3	3223,857	6,213	,004 ^d
	Residual	10378,428	20	518,921		
	Total	20050,000	23			

a. Variable dependiente: Floración capirona

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

d. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

Anexo 7: Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
	B	Error típico	Beta			Tolerancia	FIV
(Constante)	358,591	284,753		1,259	,221		
Temperatura	-12,683	10,664	-,246	-1,189	,247	1,000	1,000
(Constante)	397,393	226,353		1,756	,094		
Temperatura	-15,571	8,503	-,302	-1,831	,081	,992	1,008
Precipitación pluvial	,367	,098	,614	3,727	,001	,992	1,008
(Constante)	-108,029	432,763		-,250	,805		
Temperatura	-11,691	8,811	-,227	-1,327	,199	,888	1,126
Precipitación pluvial	,232	,139	,388	1,671	,110	,481	2,080
Humedad relativa	5,708	4,196	,319	1,360	,189	,471	2,125

**Anexo 8: Floración observada y modelada de la especie capirona
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación**

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr %</i>	<i>Floración Observada</i>	<i>Floración Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi-cuadrado</i>
2013	Agosto	26	91	72	50	25.09	0.99	0.9852	0.03926314
2014	Enero	27.00	109.30	72	15	17.65	-0.15	0.0225	0.0012754
2014	Febrero	26.80	102.00	72	50	18.29	1.73	3.0047	0.16426098
2014	Marzo	26.30	163.40	75	80	55.51	0.44	0.1947	0.00350809
2014	Abril	26.00	134.30	75	80	52.26	0.53	0.2817	0.00538962
2015	Enero	27.20	77.90	72	10	8.02	0.25	0.0606	0.00755162
2015	Febrero	27.10	190.00	74	25	46.62	-0.46	0.2150	0.00461272
2015	Marzo	27.00	109.80	76	50	40.60	0.23	0.0537	0.00132198
2015	Abril	26.70	240.40	76	90	74.40	0.21	0.0440	0.00059071
2015	Mayo	26.80	96.60	74	10	28.46	-0.65	0.4206	0.01478267
2015	Junio	26.40	68.40	73	10	20.88	-0.52	0.2716	0.01300441
2015	Julio	25.50	33.00	72	10	17.48	-0.43	0.1832	0.01047811
$Y = -108.029 - 11.691X_1 + 0.232X_2 + 5.708X_3 + \varepsilon$								X² calculado	0.26603945
								X² tabular	19.68

Utilizando x2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr %	Floración Observada	Floración Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chi-cuadrado
2013	Agosto	19.6	91	72	50	94.9154	-0.473215095	0.223932526	0.002359285
2014	Enero	21.9	109.3	72	15	72.2717	-0.79244988	0.627976812	0.008689111
2014	Febrero	21.6	102	72	50	74.0854	-0.325103192	0.105692085	0.001426625
2014	Marzo	21.8	163.4	75	80	103.116	-0.224174716	0.050254303	0.000487357
2014	Abril	21.4	134.3	75	80	101.0412	-0.208243766	0.043365466	0.000429186
2015	Enero	21.6	77.9	72	10	68.4942	-0.854002237	0.72931982	0.010647906
2015	Febrero	21.7	190	74	25	104.7483	-0.761332642	0.579627392	0.005533526
2015	Marzo	21.6	109.8	76	50	98.727	-0.493552929	0.243594494	0.002467354
2015	Abril	21.4	240.4	76	90	131.3644	-0.314882875	0.099151225	0.00075478
2015	Mayo	21.4	96.6	74	10	86.5868	-0.884508955	0.782356092	0.009035512
2015	Junio	20.5	68.4	73	10	84.8583	-0.882156489	0.778200071	0.009170583
2015	Julio	20.2	33	72	10	74.4448	-0.865672283	0.749388502	0.010066365
$Y = -108.029 - 11.691X_1 + 0.232X_2 + 5.708X_3 + \varepsilon$								X ² calculado	0.06106759
								X ² tabular	19.68

**Anexo 8: Floración observada y modelada de la especie capirona
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación**

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr %</i>	<i>Floración Observada</i>	<i>Floración Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi- cuadrado</i>
2013	Agosto	26	91	72	50	25.09	0.99	0.9852	0.03926314
2014	Enero	27	109.3	72	15	17.65	-0.15	0.0225	0.0012754
2014	Febrero	26.8	102	72	50	18.29	1.73	3.0047	0.16426098
2014	Marzo	26.3	163.4	75	80	55.51	0.44	0.1947	0.00350809
2014	Abril	26	134.3	75	80	52.26	0.53	0.2817	0.00538962
2015	Enero	27.2	77.9	72	10	8.02	0.25	0.0606	0.00755162
2015	Febrero	27.1	190	74	25	46.62	-0.46	0.215	0.00461272
2015	Marzo	27	109.8	76	50	40.6	0.23	0.0537	0.00132198
2015	Abril	26.7	240.4	76	90	74.4	0.21	0.044	0.00059071
2015	Mayo	26.8	96.6	74	10	28.46	-0.65	0.4206	0.01478267
2015	Junio	26.4	68.4	73	10	20.88	-0.52	0.2716	0.01300441
2015	Julio	25.5	33	72	10	17.48	-0.43	0.1832	0.01047811
$Y = -108.029 - 11.691X_1 + 0.232X_2 + 5.708X_3 + \varepsilon$								X² calculado	0.26603945
								X² tabular	19.68

**Anexo 8: Floración observada y modelada de la especie capirona
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación**

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr %</i>	<i>Floración Observada</i>	<i>Floración Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi- cuadrado</i>
2013	Agosto	33.1	91	72	50	-62.9131	-1.79474704	3.221116937	-0.051199463
2014	Enero	33.3	109.3	72	15	-61.0057	-1.245878664	1.552213645	-0.025443748
2014	Febrero	32.9	102	72	50	-58.0229	-1.861728731	3.466033869	-0.059735619
2014	Marzo	32.0	163.4	75	80	-16.1322	-5.959026047	35.50999143	-2.201187156
2014	Abril	32.3	134.3	75	80	-26.3907	-4.0313709	16.25195133	-0.615821154
2015	Enero	32.7	77.9	72	10	-61.2759	-1.163196297	1.353025626	-0.022080877
2015	Febrero	32.5	190	74	25	-21.5145	-2.162007019	4.674274348	-0.217261584
2015	Marzo	32.4	109.8	76	50	-27.5358	-2.815817953	7.928830746	-0.287946264
2015	Abril	31.8	240.4	76	90	9.778	8.204336265	67.31113355	6.883936751
2015	Mayo	32.0	96.6	74	10	-37.3378	-1.267825099	1.607380483	-0.043049684
2015	Junio	32.2	68.4	73	10	-51.9264	-1.192580267	1.422247694	-0.027389684
2015	Julio	32.6	33	72	10	-70.5236	-1.141796505	1.303699259	-0.018486
$Y = -108.029 - 11.691X_1 + 0.232X_2 + 5.708X_3 + \varepsilon$								X² calculado	3.314335518
								X² tabular	19.68

Anexo 9: Correlaciones del cambio climático sobre la fructificación de la especie capirona

		Fructificación Capirona	Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa
Fructificación Capirona	Correlación de Pearson	1	-,363	,191	,361
	Sig. (bilateral)		,081	,372	,083
	N	24	24	24	24
Temperatura	Correlación de Pearson	-,363	1	,091	-,171
	Sig. (bilateral)	,081		,672	,424
	N	24	24	24	24
Precipitación pluvial	Correlación de Pearson	,191	,091	1	,689**
	Sig. (bilateral)	,372	,672		,000
	N	24	24	24	24
Humedad relativa	Correlación de Pearson	,361	-,171	,689**	1
	Sig. (bilateral)	,083	,424	,000	
	N	24	24	24	24

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 10: Resumen del modelo^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,363 ^a	,132	,092	36,941	
2	,427 ^b	,182	,104	36,694	
3	,473 ^c	,224	,107	36,635	,970

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

d. Variable dependiente: Fructificación capirona

Anexo 11: Anova^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	4552,573	1	4552,573	3,336	,081 ^b
	Residual	30021,385	22	1364,608		
	Total	34573,958	23			
2	Regresión	6297,848	2	3148,924	2,339	,121 ^c

3	Residual	28276,110	21	1346,481		
	Total	34573,958	23			
	Regresión	7731,153	3	2577,051	1,920	,159 ^d
	Residual	26842,805	20	1342,140		
	Total	34573,958	23			

- a. Variable dependiente: Fructificación capirona
 b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura
 c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial
 d. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

Anexo 12: Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
		B	Error típico	Beta			Tolerancia	FIV
1	(Constante)	694,969	359,466		1,933	,066		
	Temperatura	-24,589	13,462	-,363	-1,827	,081	1,000	1,000
2	(Constante)	713,686	357,449		1,997	,059		
	Temperatura	-25,982	13,428	-,383	-1,935	,067	,992	1,008
	Precipitación pluvial	,177	,156	,226	1,138	,268	,992	1,008
3	(Constante)	96,203	695,982		,138	,891		
	Temperatura	-21,242	14,170	-,313	-1,499	,149	,888	1,126
	Precipitación pluvial	,012	,223	,015	,052	,959	,481	2,080
	Humedad relativa	6,974	6,748	,297	1,033	,314	,471	2,125

a. Variable dependiente: Fructificación Capirona

Anexo 13: Fructificación observada y modelada de la especie capirona utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPm	Hr%	Fructificación Observada	Fructificación Modelada	OBS-MOD	(OBS - MOD) ²	X ² chi cuadrado
2013	Agosto	26	91	72	50	52.13	-0.04	0.0017	3.2054E-05
2013	Septiembre	27	75.2	71	25	23.73	0.05	0.0029	0.00012165
2014	Enero	27.00	109.30	72	5	31.11	-0.84	0.7044	0.02264257
2014	Febrero	26.80	102.00	72	50	35.27	0.42	0.1744	0.00494592

2014	Marzo	26.30	163.4 0	75	90	67.55	0.33	0.110 5	0.00163532
2014	Abril	26.00	134.3 0	75	90	73.57	0.22	0.049 9	0.00067762
2014	Mayo	26.50	91.40	73	90	48.49	0.86	0.732 9	0.01511493
2014	Junio	26.50	45.70	72	90	40.97	1.20	1.432 6	0.03497069
2014	Julio	26.30	76.30	70	90	31.63	1.85	3.404 2	0.10761121
2015	Enero	27.20	77.90	72	10	26.48	-0.62	0.387 4	0.01462758
2015	Febrero	27.10	190.0 0	74	25	43.90	-0.43	0.185 4	0.00422224
2015	Marzo	27.00	109.8 0	76	75	59.01	0.27	0.073 4	0.00124415
2015	Abril	26.70	240.4 0	76	90	66.95	0.34	0.118 5	0.00177038
2015	Mayo	26.80	96.60	74	90	49.15	0.83	0.690 6	0.01405042
2015	Junio	26.40	68.40	73	25	50.34	-0.50	0.253 4	0.00503325
2015	Julio	25.50	33.00	72	30	62.06	-0.52	0.266 8	0.00429999

$$Y = 96.203 - 21.242X_1 + 0.012X_2 + 6.974X_3 + \varepsilon$$

X^{2calc} ulad	0.23299999
X^{2tabu} .	19.68

**Anexo 13: Fructificación observada y modelada de la especie capirona
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación**

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificación Observada</i>	<i>Fructificación Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS- MOD)2</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2013	Agosto	19.6	91	72	50	183.0798	-0.726895048	0.528376411	0.002886044
2013	Septiembre	20.6	75.2	71	25	154.6742	-0.838369941	0.702864159	0.004544159
2014	Enero	21.9	109.3	72	5	134.4428	-0.962809462	0.927002061	0.006895141
2014	Febrero	21.6	102	72	50	140.7278	-0.644704174	0.415643471	0.002953528
2014	Marzo	21.8	163.4	75	90	158.1382	-0.430877549	0.185655462	0.001174008
2014	Abril	21.4	134.3	75	90	166.2858	-0.458763166	0.210463642	0.001265674
2014	Mayo	21.6	91.4	73	90	147.5746	-0.390138953	0.152208403	0.0010314
2014	Junio	20.8	45.7	72	90	157.0458	-0.426918771	0.182259637	0.001160551
2014	Julio	20.1	76.3	70	90	158.3344	-0.431582777	0.186263693	0.001176394
2015	Enero	21.6	77.9	72	10	140.4386	-0.928794505	0.862659233	0.006142608
2015	Febrero	21.7	190	74	25	153.6076	-0.837247636	0.700983604	0.00456347
2015	Marzo	21.6	109.8	76	75	168.7174	-0.555469679	0.308546564	0.001828777
2015	Abril	21.4	240.4	76	90	174.533	-0.484338205	0.234583497	0.001344064
2015	Mayo	21.4	96.6	74	90	158.8594	-0.433461287	0.187888687	0.001182736
2015	Junio	20.5	68.4	73	25	170.6648	-0.853514023	0.728486187	0.00426852
2015	Julio	20.2	33	72	30	169.6386	-0.823153457	0.677581613	0.003994266
$Y = 96.203 - 21.242X_1 + 0.012X_2 + 6.974X_3 + \varepsilon$								$X^{2calculad}$	0.046411339
								X^{2tabu}	19.68

**Anexo 13: Fructificación observada y modelada de la especie capirona
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación**

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificación Observada</i>	<i>Fructificación Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS- MOD)2</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2013	Agosto	26	91	72	50	52.13	-0.04	0.0017	3.21E-05
2013	Septiembre	27	75.2	71	25	23.73	0.05	0.0029	0.00012165
2014	Enero	27	109.3	72	5	31.11	-0.84	0.7044	0.02264257
2014	Febrero	26.8	102	72	50	35.27	0.42	0.1744	0.00494592
2014	Marzo	26.3	163.4	75	90	67.55	0.33	0.1105	0.00163532
2014	Abril	26	134.3	75	90	73.57	0.22	0.0499	0.00067762
2014	Mayo	26.5	91.4	73	90	48.49	0.86	0.7329	0.01511493
2014	Junio	26.5	45.7	72	90	40.97	1.2	1.4326	0.03497069
2014	Julio	26.3	76.3	70	90	31.63	1.85	3.4042	0.10761121
2015	Enero	27.2	77.9	72	10	26.48	-0.62	0.3874	0.01462758
2015	Febrero	27.1	190	74	25	43.9	-0.43	0.1854	0.00422224
2015	Marzo	27	109.8	76	75	59.01	0.27	0.0734	0.00124415
2015	Abril	26.7	240.4	76	90	66.95	0.34	0.1185	0.00177038
2015	Mayo	26.8	96.6	74	90	49.15	0.83	0.6906	0.01405042
2015	Junio	26.4	68.4	73	25	50.34	-0.5	0.2534	0.00503325
2015	Julio	25.5	33	72	30	62.06	-0.52	0.2668	0.00429999
$Y = 96.203 - 21.242X_1 + 0.012X_2 + 6.974X_3 + \varepsilon$								$X^2_{calculad}$	0.23299999
								X^2_{tabu}	19.68

**Anexo 13: Fructificación observada y modelada de la especie capirona
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación**

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificación Observada</i>	<i>Fructificación Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS- MOD)2</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2013	Agosto	33.1	91	72	50	-103.6872	-1.482219599	2.19697494	-0.021188487
2013	Septiembre	34.9	75.2	71	25	-149.0864	-1.167687998	1.363495262	-0.009145672
2014	Enero	33.3	109.3	72	5	-107.716	-1.046418359	1.094991383	-0.010165541
2014	Febrero	32.9	102	72	50	-99.3068	-1.503490194	2.260482764	-0.022762618
2014	Marzo	32.0	163.4	75	90	-58.5302	-2.537667734	6.439757528	-0.110024526
2014	Abril	32.3	134.3	75	90	-65.252	-2.379268068	5.660916541	-0.086754682
2014	Mayo	32.7	91.4	73	90	-88.2116	-2.020273978	4.081506944	-0.046269504
2014	Junio	33.0	45.7	72	90	-102.1066	-1.881431759	3.539785462	-0.034667548
2014	Julio	33.1	76.3	70	90	-117.8116	-1.763931565	3.111454567	-0.026410426
2015	Enero	32.7	77.9	72	10	-95.3476	-1.10487941	1.22075851	-0.012803243
2015	Febrero	32.5	190	74	25	-75.806	-1.329789199	1.768339313	-0.023327168
2015	Marzo	32.4	109.8	76	75	-60.6962	-2.2356622	4.998185471	-0.082347585
2015	Abril	31.8	240.4	76	90	-46.3838	-2.940332616	8.645555893	-0.186391712
2015	Mayo	32.0	96.6	74	90	-66.3058	-2.357347321	5.557086392	-0.083809959
2015	Junio	32.2	68.4	73	25	-77.8666	-1.321061919	1.745204593	-0.022412749
2015	Julio	32.6	33	72	30	-93.7622	-1.319958363	1.742290079	-0.018582009
$Y = 96.203 - 21.242X_1 + 0.012X_2 + 6.974X_3 + \varepsilon$								$X^{2calculad}$	-0.797063431
								X^{2tabu}	19.68

Anexo 14: Correlaciones entre el cambio climático y la floración de la especie shaina

		Floración shaina	Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa
Floración shaina	Correlación de Pearson	1	-,330	-,178	,105
	Sig. (bilateral)		,115	,406	,625
	N	24	24	24	24
Temperatura	Correlación de Pearson	-,330	1	,091	-,171
	Sig. (bilateral)	,115		,672	,424
	N	24	24	24	24
Precipitación pluvial	Correlación de Pearson	-,178	,091	1	,689**
	Sig. (bilateral)	,406	,672		,000
	N	24	24	24	24
Humedad relativa	Correlación de Pearson	,105	-,171	,689**	1
	Sig. (bilateral)	,625	,424	,000	
	N	24	24	24	24

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 15: Resumen del modelo^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,330 ^a	,109	,069	29,344	
2	,362 ^b	,131	,048	29,662	
3	,426 ^c	,181	,058	29,506	1,060

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

d. Variable dependiente: Floración Shaina

Anexo 16: Anova^a

Modelo		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2318,457	1	2318,457	2,692	,115 ^b
	Residual	18944,043	22	861,093		
	Total	21262,500	23			
2	Regresión	2786,017	2	1393,009	1,583	,229 ^c
	Residual	18476,483	21	879,833		
	Total	21262,500	23			
3	Regresión	3850,467	3	1283,489	1,474	,252 ^d
	Residual	17412,033	20	870,602		
	Total	21262,500	23			

a. Variable dependiente: Floración shaina

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

Anexo 17: Coeficientes

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad		
	B	Error típico	Beta			Tolerancia	FIV	
1	(Constante)	487,194	285,548		1,706	,102		
	Temperatura	-17,547	10,694	-,330	-1,641	,115	1,000	1,000
2	(Constante)	477,506	288,944		1,653	,113		
	Temperatura	-16,826	10,855	-,317	-1,550	,136	,992	1,008
	Precipitación pluvial	-,092	,126	-,149	-,729	,474	,992	1,008
3	(Constante)	-54,625	560,543		-,097	,923		
	Temperatura	-12,742	11,412	-,240	-1,117	,277	,888	1,126
	Precipitación pluvial	-,234	,180	-,381	-1,304	,207	,481	2,080
	Humedad relativa	6,010	5,435	,326	1,106	,282	,471	2,125

a. Variable dependiente: Floración Shaina

Anexo 18: Floración observada y modelada de la especie shaina utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr %	Floracion Obsrvada	Floracion Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	χ^2 chi cuadrado
2014	Abril	26.00	134.30	75	25	38.41	-0.35	0.1219	0.00317268
2014	Mayo	26.50	91.40	73	50	30.05	0.66	0.4404	0.01465447
2014	Junio	26.50	45.70	72	85	34.74	1.45	2.0934	0.06026347
2014	Julio	26.30	76.30	70	25	18.11	0.38	0.1450	0.00800637
2015	Abril	26.70	240.40	76	50	10.67	3.69	13.5869	1.27337006
2015	Mayo	26.80	96.60	74	75	31.03	1.42	2.0090	0.06475545
2015	Junio	26.40	68.40	73	90	36.71	1.45	2.1072	0.05739938
2015	Julio	25.50	33.00	72	50	50.45	-0.01	0.0001	1.5909E-06
								χ^2 calculad	1.48162346
								χ^2 tabular	19.68

$$Y = -54.625 - 12.742X_1 - 0.234X_2 + 6.010X_3 + \varepsilon$$

Anexo 18: Floración observada y modelada de la especie shaina
utilizando x2 chi cuadrado para su validación

Temperatura mínima

<i>año</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr %</i>	<i>Floracion Obsrvada</i>	<i>Floracion Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS- MOD)2</i>			<i>X²chi cuadrado</i>
2014	Abril	21.4	134.3	75	25	92.02	-0.72831993	0.530449921			0.005764507
2014	Mayo	21.6	91.4	73	50	87.4902	- 0.428507421	0.18361861			0.002098733
2014	Junio	20.8	45.7	72	85	102.3676	-0.16965915	0.028784227			0.000281185
2014	Julio	20.1	76.3	70	25	92.1066	- 0.728575368	0.530822067			0.005763127
2015	Abril	21.4	240.4	76	50	73.2026	- 0.316964152	0.100466273			0.001372441
2015	Mayo	21.4	96.6	74	75	94.8318	- 0.209126053	0.043733706			0.000461171
2015	Junio	20.5	68.4	73	90	106.8884	- 0.158000307	0.024964097			0.000233553
2015	Julio	20.2	33	72	50	112.9846	- 0.557461813	0.310763673			0.002750496
$Y = -54.625 - 12.742X_1 - 0.234X_2 + 6.010X_3 + \varepsilon$								X²calculad			0.018725214
								X²tabular			14.07

Anexo 18: Floración observada y modelada de la especie shaina
utilizando x2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr %	Floracion Obsrvada	Floracion Modelada	Temperatura media			X ² chi cuadrado	
							OBS-MOD	(OBS- MOD)2			
2014	Abril	26.00	134.3	75	25	33.4068	- 0.251649365	0.063327403		0.001895644	
2014	Mayo	26.50	91.4	73	50	25.0544	0.995657449	0.991333757		0.039567252	
2014	Junio	26.50	45.7	72	85	29.7382	1.85827656	3.453191774		0.116119731	
2014	Julio	26.30	76.3	70	25	13.1062	0.907494163	0.823545656		0.062836341	
2015	Abril	26.70	240.4	76	50	5.67	7.818342152	61.126474		10.78068325	
2015	Mayo	26.80	96.6	74	75	26.025	1.88184438	3.541338272		0.136074477	
2015	Junio	26.40	68.4	73	90	31.7106	1.838167679	3.378860416		0.106553027	
2015	Julio	25.50	33	72	50	45.452	0.100061603	0.010012324		0.000220283	
								X ² calculad			11.24395

Anexo 18: Floración observada y modelada de la especie shaina
utilizando x2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr %	Floracion Obsrvada	Floracion Modelada	Temperatura máxima			X ² chi cuadrado
							OBS-MOD	(OBS- MOD)2		
2014	Abril	32.3	134.3	75	25	-46.8678	- 1.533415266	2.351362378		- 0.050170104
2014	Mayo	32.7	91.4	73	50	-53.946	- 1.926852779	3.712761631		- 0.068823669
2014	Junio	33.0	45.7	72	85	-53.0848	- 2.601211646	6.766302029		- 0.127462137
2014	Julio	33.1	76.3	70	25	-73.5394	- 1.339953821	1.795476242		- -0.02441516

2015	Abril	31.8	240.4	76	50	-59.3142	- 1.842968463	3.396532755			-0.0572634	
2015	Mayo	32.0	96.6	74	75	-40.2334	- 2.864122843	8.203199661			- 0.203890292	
2015	Junio	32.2	68.4	73	90	-42.193	- 3.133055246	9.816035175			- 0.232646059	
2015	Julio	32.6	33	72	50	-45.0162	- 2.110711255	4.455102002			- 0.098966639	
$Y = 1493.733 - 34.991X_1 - 7.493X_2 + \varepsilon$								X²calculad				- 0.863637459
								X²tabular				14.07

Anexo 19: Correlaciones entre el cambio climático y la fructificación de la especie shaina

		Fructificación shaina	Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa
Fructificación shaina	Correlación de Pearson	1	-,662**	-,339	-,331
	Sig. (bilateral)		,000	,105	,115
	N	24	24	24	24
Temperatura	Correlación de Pearson	-,662**	1	,091	-,171
	Sig. (bilateral)	,000		,672	,424
	N	24	24	24	24
Precipitación pluvial	Correlación de Pearson	-,339	,091	1	,689**
	Sig. (bilateral)	,105	,672		,000
	N	24	24	24	24
Humedad relativa	Correlación de Pearson	-,331	-,171	,689**	1
	Sig. (bilateral)	,115	,424	,000	
	N	24	24	24	24

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 20 : Resumen del modelo^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,662 ^a	,438	,413	20,725	
2	,719 ^b	,517	,471	19,676	
3	,803 ^c	,645	,592	17,278	1,497

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

d. Variable dependiente: Fructificación shaina

Anexo 21: Anova^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	7374,772	1	7374,772	17,170	,000 ^b
	Residual	9449,187	22	429,508		
	Total	16823,958	23			
2	Regresión	8694,184	2	4347,092	11,229	,000 ^c
	Residual	8129,775	21	387,132		

	Total	16823,958	23			
3	Regresión	10853,521	3	3617,840	12,119	,000 ^d
	Residual	5970,437	20	298,522		
	Total	16823,958	23			

a. Variable dependiente: Fructificación shaina

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

d. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

Anexo 22: Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
		B	Error típico	Beta			Tolerancia	FIV
1	(Constante)	849,014	201,669		4,210	,000		
	Temperatura	-31,296	7,553	-,662	-4,144	,000	1,000	1,000
2	(Constante)	832,740	191,665		4,345	,000		
	Temperatura	-30,085	7,200	-,636	-4,178	,000	,992	1,008
	Precipitación pluvial	-,154	,083	-,281	-1,846	,079	,992	1,008
3	(Constante)	1590,647	328,237		4,846	,000		
	Temperatura	-35,902	6,683	-,760	-5,373	,000	,888	1,126
	Precipitación pluvial	,049	,105	,090	,467	,646	,481	2,080
	Humedad relativa	-8,560	3,183	-,522	-2,690	,014	,471	2,125

a. Variable dependiente: Fructificación Shaina

Anexo 23: Resumen del modelo nuevo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,801 _a	,641	,607	16,953

a. Variables predictoras: (Constante), Humedad relativa, temperatura

Anexo 24: Anova^a del nuevo modelo

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	10788,503	2	5394,251	18,769	,000 ^b
	Residual	6035,455	21	287,403		
	Total	16823,958	23			

a. Variable dependiente: Fructificación shaina

b. Variables predictoras: (Constante), Humedad relativa, Temperatura

Anexo 25: Coeficientes^a del nuevo modelo

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	1493,733	249,417		5,989	,000
	Temperatura	-34,991	6,270	-,740	-5,580	,000
	Humedad relativa	-7,493	2,174	-,457	-3,446	,002

a. Variable dependiente: Fructificación Shaina

Anexo 26: Fructificación observada y modelada de la especie shaina utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	P P m m	Hr%	Fructifi cación Observa da	Fructificación Modelada	OB S- MO D	(OBS- MOD) 2	X^2 chicua dra
2013	Agosto	26	91	72	85	50.33	0.69	0.4743	0.00942374
2014	Junio	26.50	45.70	72	25	30.16	-	0.0293	0.00097144
2014	Julio	26.30	76.30	70	50	55.96	-	0.0114	0.00020288
2014	Agosto	25.70	70.80	72	90	60.11	0.50	0.2471	0.0041112
2014	Septiembre	26.60	128.80	74	15	13.52	0.11	0.0119	0.00087937
2015	Mayo	26.80	96.60	74	5	4.77	0.05	0.0024	0.00050208
2015	Junio	26.40	68.40	73	5	26.31	-	0.6560	0.02493682
2015	Julio	25.50	33.00	72	50	65.44	-	0.0557	0.00085089

$$Y = 1590.647 - 35.902X_1 + 0.049X_2 - 8.56X_3 + \varepsilon$$

X^2 calculado	0.04187843
X^2 tabulado	19.68

Anexo 27: Fructificación observada y modelada de la especie shaina utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificació n Observada</i>	<i>Fructificación Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS- MOD)2</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2013	Agosto	26	91	72	85	-92.90	-1.92	3.6672	-0.03947674
2014	Junio	26.50	45.70	72	25	229.04	-0.89	0.7936	0.00346493
2014	Julio	26.30	76.30	70	50	6.75	6.40	41.0015	6.07087538
2014	Agosto	25.70	70.80	72	90	68.96	0.31	0.0931	0.00134991
2014	Septiembre	26.60	128.80	74	15	-397.13	-1.04	1.0770	-0.00271191
2015	Mayo	26.80	96.60	74	5	-162.85	-1.03	1.0623	-0.0065235
2015	Junio	26.40	68.40	73	5	62.45	-0.92	0.8463	0.01355146
2015	Julio	25.50	33.00	72	50	359.19	-0.86	0.7410	0.00206289
								X²calculado	6.04259242
								X²tabulado	19.68

$$Y = 1493.733 - 34.991X_1 - 7.493X_2 + \varepsilon$$

+

Anexo 27: fructificación observada y modelada de la especie shaina utilizando x2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Fructificación Observada	Fructificación Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X2chi cuadrado
2013	Agosto	19.6	91	72	85	126.0464	-0.325645159	0.10604477	0.000841315
2014	Junio	20.8	45.7	72	25	423.4901	-0.940966743	0.885418411	0.002090765
2014	Julio	20.1	76.3	70	50	218.698	-0.771374224	0.595018193	0.00272073
2014	Agosto	19.6	70.8	72	90	277.405	-0.675564608	0.456387539	0.001645203
2014	Septiembre	20.8	128.8	74	15	-199.1782	-1.075309447	1.156290406	-0.005805306
2015	Mayo	21.4	96.6	74	5	21.1018	-0.763053389	0.582250474	0.027592455
2015	Junio	20.5	68.4	73	5	263.8963	-0.981053164	0.96246531	0.003647135
2015	Julio	20.2	33	72	50	539.6458	-0.907346634	0.823277914	0.001525589
								X2calculado	0.034257887
								X tabulado	14.07

Anexo 27: fructificación observada y modelada de la especie shaina
utilizando x2 chi cuadrado para su validación

Temperatura media

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Fructificación Observada	Fructificación Modelada	OBS-MOD	(OBS- MOD)2	X2chi cuadrado
2013	Agosto	26	91	72	85	-92.9	-1.914962	3.6670807 06	-0.03947342
2014	Junio	26.5	45.7	72	25	229.04	-0.890849	0.7936115 13	0.003464947
2014	Julio	26.3	76.3	70	50	6.75	6.407407	41.054869 68	6.082202916
2014	Agosto	25.7	70.8	72	90	68.96	0.305104	0.0930887	0.001349894
2014	Septiembre	26.6	128.8	74	15	-397.13	-1.037771	1.0769686 63	-0.002711879
2015	Mayo	26.8	96.6	74	5	-162.85	-1.030703	1.0623488 82	-0.006523481
2015	Junio	26.4	68.4	73	5	62.45	-0.919936	0.8462821 5	0.013551355
2015	Julio	25.5	33	72	50	359.19	-0.860798	0.7409730 36	0.0020629
								X2calcula do	6.053923233
								X tabulado	14.07

Anexo 27: Fructificación observada y modelada de la especie shaina
utilizando x2 chi cuadrado para su validación

temperatura máxima

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Fructificación Observada	Fructificación Modelada	OBS-MOD	(OBS- MOD)2	X2chi cuadrado
2013	Agosto	33.1	91	72	85	-346.3321	-1.24542917	1.5510938 19	-0.004478631
2014	Junio	33.0	45.7	72	25	-3.4001	-8.35272492	69.768013 59	-20.51940048
2014	Julio	33.1	76.3	70	50	-236.185	-1.211698457	1.4682131 5	-0.006216369
2014	Agosto	33.2	70.8	72	90	-198.4726	-1.453463098	2.1125549 76	-0.010644064
2014	Septiembre	34.3	128.8	74	15	-671.5567	-1.022336163	1.0451712 3	-0.001556341
2015	Mayo	32.0	96.6	74	5	-349.8028	-1.014293768	1.0287918 47	-0.002941062
2015	Junio	32.2	68.4	73	5	-145.4984	-1.034364639	1.0699102 07	-0.007353416
2015	Julio	32.6	33	72	50	105.7574	-0.527219845	0.2779607 65	0.002628287
$Y = 1493.733 - 34.991X_1 - 7.493X_2 + \varepsilon$								X2calcula do	-20.54996208
								Xtabulado	14.07

Anexo 28: Correlaciones entre el cambio climático y la floración de la especie bolaina

		Floración bolaina	Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa
Floración bolaina	Correlación de Pearson	1	-,279	-,206	-,119
	Sig. (bilateral)		,186	,335	,581
	N	24	24	24	24
Temperatura	Correlación de Pearson	-,279	1	,091	-,171
	Sig. (bilateral)	,186		,672	,424
	N	24	24	24	24
Precipitación pluvial	Correlación de Pearson	-,206	,091	1	,689**
	Sig. (bilateral)	,335	,672		,000
	N	24	24	24	24
Humedad relativa	Correlación de Pearson	-,119	-,171	,689**	1
	Sig. (bilateral)	,581	,424	,000	
	N	24	24	24	24

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 29: Resumen del modelo^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,279 ^a	,078	,036	25,891	
2	,333 ^b	,111	,026	26,026	
3	,337 ^c	,114	-,019	26,621	1,042

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

d. Variable dependiente: Floración bolaina

Anexo 30: Anova^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1248,531	1	1248,531	1,863	,186 ^b
	Residual	14747,302	22	670,332		
	Total	15995,833	23			
2	Regresión	1771,399	2	885,699	1,308	,292 ^c
	Residual	14224,434	21	677,354		
	Total	15995,833	23			
3	Regresión	1821,906	3	607,302	,857	,479 ^d
	Residual	14173,927	20	708,696		
	Total	15995,833	23			

- a. Variable dependiente: Floración bolaina
 b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura
 c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial
 d. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

Anexo 31: Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad		
	B	Error típico	Beta			Tolerancia	FIV	
1	(Constante)	359,179	251,941		1,426	,168		
	Temperatura	-12,877	9,435	-,279	-1,365	,186	1,000	1,000
2	(Constante)	348,934	253,525		1,376	,183		
	Temperatura	-12,115	9,524	-,263	-1,272	,217	,992	1,008
	Precipitación pluvial	-,097	,110	-,182	-,879	,390	,992	1,008
3	(Constante)	464,847	505,742		,919	,369		
	Temperatura	-13,004	10,296	-,282	-1,263	,221	,888	1,126
	Precipitación pluvial	-,066	,162	-,123	-,406	,689	,481	2,080
	Humedad relativa	-1,309	4,904	-,082	-,267	,792	,471	2,125

a. Variable dependiente: Floración bolaina

Anexo 32: Floración observada y modelada de la especie bolaina utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Floración Observada	Floración Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	χ^2 chi cuadrado
2014	Abril	26.00	134.30	75	25	-7.61	-4.29	18.3685	-2.41424789
2014	Mayo	26.50	91.40	73	50	1.66	29.11	847.1999	510.127819
2014	Junio	26.50	45.70	72	75	16.98	3.42	11.6732	0.68741
2014	Julio	26.30	76.30	70	85	12.82	5.63	31.7103	2.4738423
2015	Abril	26.70	240.40	76	25	-50.55	-1.49	2.2337	-0.04418747
2015	Mayo	26.80	96.60	74	50	-5.14	-10.72	114.9295	-22.343472
2015	Junio	26.40	68.40	73	50	10.01	3.99	15.9483	1.59276268
2015	Julio	25.50	33.00	72	10	33.88	-0.70	0.4968	0.01466358
$Y = 464.847 - 13.004X_1 - 0.3066X_2 - 1.309X_3 + \varepsilon$								χ^2 calculado	490.09459
								χ^2 tabulado	19.68

**Anexo 32: Floración observada y modelada de la especie bolaina
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación**

Temperatura mínima

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Floración Observada</i>	<i>Floración Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS- MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2014	Abril	21.4	134.3	75	25	47.21002	-0.4704514	0.22132452	0.004688084
2014	Mayo	21.6	91.4	73	50	60.38036	0.171916166	0.029555168	0.000489483
2014	Junio	20.8	45.7	72	75	86.10418	0.128962148	0.016631236	0.000193152
2014	Julio	20.1	76.3	70	85	88.44302	0.038929245	0.001515486	1.71352E-05
2015	Abril	21.4	240.4	76	25	13.37076	0.869751607	0.756467858	0.05657628
2015	Mayo	21.4	96.6	74	50	60.07784	0.167746377	0.028138847	0.000468373
2015	Junio	20.5	68.4	73	50	81.73656	0.388278636	0.150760299	0.001844466
2015	Julio	20.2	33	72	10	97.8004	0.897750929	0.805956731	0.008240833
$Y = 464.847 - 13.004X_1 - 0.3066X_2 - 1.309X_3 + \varepsilon$								X²calculado	0.072517806
								X²tabulado	14,07

Anexo 32: Floración observada y modelada de la especie bolaina
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

Temperatura media

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Floración Observada</i>	<i>Floración Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2014	Abril	26	134.3	75	25	-12.60838	2.982808259	8.897145112	0.705653312
2014	Mayo	26.5	91.4	73	50	-3.33924	15.97346702	255.1516485	76.41009587
2014	Junio	26.5	45.7	72	75	11.98138	5.259712988	27.66458072	2.30896447
2014	Julio	26.3	76.3	70	85	7.81822	9.872039927	97.45717233	12.4653914
2015	Abril	26.7	240.4	76	25	-55.55044	-1.45004144	2.102620177	0.037850648
2015	Mayo	26.8	96.6	74	50	-10.14376	5.929138702	35.15468575	3.465646442
2015	Junio	26.4	68.4	73	50	5.01296	8.974147011	80.53531457	16.06542134
2015	Julio	25.5	33	72	10	28.8792	-0.65373002	0.427362939	0.014798296
$Y = 464.847 - 13.004X_1 - 0.3066X_2 - 1.309X_3 + \varepsilon$								X²calculado	49.76467077
								X²tabulado	14,07

Anexo 32: Floración observada y modelada de la especie bolaina
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

Temperatura máxima

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Floración Observada	Floración Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chi cuadrado
2014	Abril	32.3	134.3	75	25	-94.53358	1.264456292	1.598849713	0.016913035
2014	Mayo	32.7	91.4	73	50	-83.96404	1.595493023	2.545597986	0.030317717
2014	Junio	33.0	45.7	72	75	-72.54462	-2.03384648	4.136531503	0.057020514
2014	Julio	33.1	76.3	70	85	-80.60898	2.054473087	4.220859666	0.052362152
2015	Abril	31.8	240.4	76	25	121.87084	1.205135207	1.452350867	0.011917132
2015	Mayo	32.0	96.6	74	50	-77.76456	-1.64296641	2.699338626	0.034711681
2015	Junio	32.2	68.4	73	50	-70.41024	1.710123982	2.924524034	0.041535493
2015	Julio	32.6	33	72	10	-63.4492	-1.1576064	1.340052578	0.021120086
$Y = 464.847 - 13.004X_1 - 0.3066X_2 - 1.309X_3 + \varepsilon$								X ² calculado	-0.26589781
								X ² tabulado	14,07

Anexo 33: Correlaciones entre el cambio climático y la floración de la especie bolaina

		Fructificación bolaina	Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa
Fructificación bolaina	Correlación de Pearson	1	-,500*	-,242	-,226
	Sig. (bilateral)		,013	,254	,289
	N	24	24	24	24
Temperatura	Correlación de Pearson	-,500*	1	,091	-,171
	Sig. (bilateral)	,013		,672	,424
	N	24	24	24	24
Precipitación pluvial	Correlación de Pearson	-,242	,091	1	,689**
	Sig. (bilateral)	,254	,672		,000
	N	24	24	24	24
Humedad relativa	Correlación de Pearson	-,226	-,171	,689**	1
	Sig. (bilateral)	,289	,424	,000	
	N	24	24	24	24

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 34: Resumen del modelo^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,500 ^a	,250	,216	18,748	
2	,538 ^b	,289	,222	18,683	
3	,593 ^c	,352	,254	18,285	1,779

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

d. Variable dependiente: Fructificación bolaina

Anexo 35: Anova^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2579,876	1	2579,876	7,340	,013 ^b
	Residual	7732,624	22	351,483		
	Total	10312,500	23			
2	Regresión	2982,663	2	1491,331	4,273	,028 ^c
	Residual	7329,837	21	349,040		
	Total	10312,500	23			
3	Regresión	3625,534	3	1208,511	3,615	,031 ^d
	Residual	6686,966	20	334,348		
	Total	10312,500	23			

a. Variable dependiente: Fructificación bolaina

- b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura
 c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial
 d. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

Anexo 36: Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
		B	Error típico	Beta			Tolerancia	FIV
1	(Constante)	500,398	182,434		2,743	,012		
	Temperatura	-18,510	6,832	-,500	-2,709	,013	1,000	1,000
2	(Constante)	491,407	181,991		2,700	,013		
	Temperatura	-17,841	6,837	-,482	-2,610	,016	,992	1,008
	Precipitación pluvial	-,085	,079	-,198	-1,074	,295	,992	1,008
3	(Constante)	904,947	347,375		2,605	,017		
	Temperatura	-21,015	7,072	-,568	-2,972	,008	,888	1,126
	Precipitación pluvial	,026	,111	,060	,231	,820	,481	2,080
	Humedad relativa	-4,670	3,368	-,364	-1,387	,181	,471	2,125

a. Variable dependiente: Fructificación bolaina

Anexo 37: Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,500 ^a	,250	,216	18,748

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

Anexo 38. Anova^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2579,876	1	2579,876	7,340	,013 ^b
	Residual	7732,624	22	351,483		
	Total	10312,500	23			

a. Variable dependiente: Fructificación bolaina

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

Anexo 39: Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	500,398	182,434		2,743	,012
	Temperatura	-18,510	6,832	-,500	-2,709	,013

a. Variable dependiente: Fructificación bolaina

Anexo 40: Fructificación observada y modelada de la especie bolaina utilizando χ^2 chic cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPm	Hr %	Fructificación Observada	Fructificación Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chic cuadrado
2014	Julio	26.30	76.30	70	25	32.34	-0.23	0.0515	0.00159178
2014	Agosto	25.70	70.80	72	100	35.46	1.82	3.3120	0.09339557
2015	Julio	25.50	33.00	72	25	38.68	-0.35	0.1251	0.00323435
								X ² calculado	0.0982217
								X ² tabular	19.68

$$Y = 904.947 - 21.015X_1 + 0.026X_2 - 4.67X_3 + \varepsilon$$

Anexo 41: Fructificación observada y modelada de la especie bolaina utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPm	Hr %	Fructificación Observada	Fructificación Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chi cuadrado
2014	Julio	26.30	76.30	70	25	18.59	0.35	0.1191	0.0064107
2014	Agosto	25.70	70.80	72	100	29.69	2.37	5.6075	0.18886321
2015	Julio	25.50	33.00	72	25	33.39	-0.25	0.0632	0.00189177
								X ² calculado	0.19716568
								X ² tabular	19.68

$$Y = 500.398 - 18.51X_1 + \varepsilon$$

Anexo 41: Fructificación observada y modelada de la especie bolaina
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

Temperatura mínima

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificación Observada</i>	<i>Fructificación Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2014	Julio	20.1	76.3	70	25	128.347	0.805215548	0.64837208	0.005051712
2014	Agosto	19.6	70.8	72	100	137.602	0.273266377	0.074674513	0.000542685
2015	Julio	20.2	33	72	25	126.496	0.802365292	0.643790062	0.00508941
$Y = 500.398 - 18.51X_1 + \varepsilon$								X² calculado	0.010683807
								X² tabular	5.99

Anexo 41: Fructificación observada y modelada de la especie bolaina
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

Temperatura media

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificación Observada</i>	<i>Fructificación Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2014	Julio	26.3	76.3	70	25	13.585	0.840264998	0.706045267	0.051972416
2014	Agosto	25.7	70.8	72	100	24.691	3.050058726	9.302858231	0.376771222
2015	Julio	25.5	33	72	25	28.393	0.119501286	0.014280557	0.00050296
$Y = 500.398 - 18.51X_1 + \varepsilon$								X² calculado	0.429246598
								X² tabular	5.99

Anexo 41: Fructificación observada y modelada de la especie bolaina
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

Temperatura máxima

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificación Observada</i>	<i>Fructificación Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS- MOD)2</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2014	Julio	33.1	76.3	70	25	-112.283	1.222651693	1.494877161	0.013313477
2014	Agosto	33.2	70.8	72	100	-114.134	1.876163107	3.519988002	0.030840836
2015	Julio	32.6	33	72	25	-103.028	1.242652483	1.544185193	0.014988015
$Y = 500.398 - 18.51X_1 + \varepsilon$								X² calculado	0.059142328
								X² tabular	5.99

Anexo 42: Correlaciones entre el cambio climático y la floración de la especie marupa

		Floración marupa	Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa
Floración marupa	Correlación de Pearson	1	-,429*	-,347	-,426*
	Sig. (bilateral)		,037	,096	,038
	N	24	24	24	24
Temperatura	Correlación de Pearson	-,429*	1	,091	-,171
	Sig. (bilateral)	,037		,672	,424
	N	24	24	24	24
Precipitación pluvial	Correlación de Pearson	-,347	,091	1	,689**
	Sig. (bilateral)	,096	,672		,000
	N	24	24	24	24
Humedad relativa	Correlación de Pearson	-,426*	-,171	,689**	1
	Sig. (bilateral)	,038	,424	,000	
	N	24	24	24	24

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 43: Resumen del modelo^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,429 ^a	,184	,147	24,036	
2	,529 ^b	,280	,211	23,111	
3	,668 ^c	,447	,364	20,757	1,978

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

d. Variable dependiente: Floración Marupa

Anexo 44: Correlaciones entre el cambio climático y la floración de la especie marupa

		Floración marupa	Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa
Floración marupa	Correlación de Pearson	1	-,429*	-,347	-,426*
	Sig. (bilateral)		,037	,096	,038
	N	24	24	24	24

Temperatura	Correlación de Pearson	-,429*	1	,091	-,171
	Sig. (bilateral)	,037		,672	,424
	N	24	24	24	24
Precipitación pluvial	Correlación de Pearson	-,347	,091	1	,689**
	Sig. (bilateral)	,096	,672		,000
	N	24	24	24	24
Humedad relativa	Correlación de Pearson	-,426*	-,171	,689**	1
	Sig. (bilateral)	,038	,424	,000	
	N	24	24	24	24

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 45: Resumen del modelo^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,429 ^a	,184	,147	24,036	
2	,529 ^b	,280	,211	23,111	
3	,668 ^c	,447	,364	20,757	1,978

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

d. Variable dependiente: Floración Marupa

Anexo 46: Anova^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2864,189	1	2864,189	4,958	,037 ^b
	Residual	12709,770	22	577,717		
	Total	15573,958	23			
2	Regresión	4357,205	2	2178,603	4,079	,032 ^c
	Residual	11216,753	21	534,131		
	Total	15573,958	23			
3	Regresión	6956,513	3	2318,838	5,382	,007 ^d
	Residual	8617,446	20	430,872		
	Total	15573,958	23			

a. Variable dependiente: Floración marupa

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

d. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

Anexo 47: Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
	B	Error típico	Beta			Tolerancia	FIV
1	(Constante)	532,124	233,890				
	Temperatura	-19,504	8,759	-,429	2,275	,033	1,000
2	(Constante)	514,812	225,132		2,287	,033	
	Temperatura	-18,215	8,458	-,401	-2,227	,037	,992
	Precipitación pluvial	-,164	,098	-,311	-2,154	,043	,992
3	(Constante)	1346,355	394,343		3,414	,003	
	Temperatura	-24,598	8,028	-,541	-1,672	,109	,888
	Precipitación pluvial	,059	,126	,112	-3,064	,006	,481
	Humedad relativa	-9,391	3,824	-,596	,467	,646	,471

a. Variable dependiente: Floración marupa

Anexo 48: Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,664 ^a	,441	,387	20,367

a. Variables predictoras: (Constante), Humedad relativa, Temperatura

Anexo 49: Anova^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	6862,587	2	3431,293	8,272	,002 ^b
	Residual	8711,371	21	414,827		
	Total	15573,958	23			

a. Variable dependiente: Floración marupa

b. Variables predictoras: (Constante), Humedad relativa, Temperatura

Anexo 50: Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	1229,872	299,650		4,104	,001
	Temperatura	-23,502	7,533	-,517	-3,120	,005
	Humedad relativa	-8,110	2,612	-,514	-3,105	,005

a. Variable dependiente: Floración marupa

Anexo 51: Floración observada y modelada de la especie marupa utilizando χ^2 cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Floración Observada	Floración Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	χ^2 cuadrado
2013	Agosto	26	91	72	10	89.35	-0.89	0.7887	0.00882731
2013	Septiembre	27	75.2	71	80	64.82	0.23	0.0549	0.00084669
2014	Julio	26.30	76.30	70	50	92.07	-0.46	0.2088	0.00226788
2014	Agosto	25.70	70.80	72	85	84.81	0.00	0.0000	6.145E-08
2015	Julio	25.50	33.00	72	50	67.42	-0.26	0.0668	0.00099049
$Y = 1346.355 - 24.598X_1 + 0.59X_2 - 9.391X_3 + \varepsilon$								χ^2 calculado	0.01293244
								χ^2 tabular	19.68

Anexo 51: Floración observada y modelada de la especie marupa
utilizando χ^2 cuadrado para su validación

Temperatura mínima

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Floración Observada</i>	<i>Floración Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)2</i>	<i>X²chi cuadrado</i>	
2013	Agosto	19.6	91	72	10	241.7722	0.958638752	0.918988256	0.00380105	
2013	Septiembre	20.6	75.2	71	80	217.2432	0.631749118	0.399106948	0.001837144	
2014	Julio	20.1	76.3	70	50	239.5822	0.791303361	0.626161008	0.002613554	
2014	Agosto	19.6	70.8	72	85	229.8542	0.630200362	0.397152496	0.001727845	
2015	Julio	20.2	33	72	50	192.7934	0.740655022	0.548569862	0.002845377	
$Y = 1346.355 - 24.598X_1 + 0.59X_2 - 9.391X_3 + \varepsilon$									$X^2_{calculado}$	0.01282497
									$X^2_{tabular}$	9,49

Anexo 51: Floración observada y modelada de la especie marupa
utilizando χ^2 cuadrado para su validación

Temperatura media

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Floración Observada</i>	<i>Floración Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)2</i>	<i>X²chi cuadrado</i>	
2013	Agosto	26	91	72	10	89.35	-0.89	0.7887	0.00882731	
2013	Septiembre	27	75.2	71	80	64.82	0.23	0.0549	0.00084669	
2014	Julio	26.3	76.3	70	50	92.07	-0.46	0.2088	0.00226788	
2014	Agosto	25.7	70.8	72	85	84.81	0	0	6.15E-08	
2015	Julio	25.5	33	72	50	67.42	-0.26	0.0668	0.00099049	
$Y = 1346.355 - 24.598X_1 + 0.59X_2 - 9.391X_3 + \varepsilon$									$X^2_{calculado}$	0.012932431
									$X^2_{tabular}$	9,49

Anexo 51: Floración observada y modelada de la especie marupa
utilizando χ^2 cuadrado para su validación

Temperatura máxima

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Floración Observada</i>	<i>Floración Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2013	Agosto	33.1	91	72	10	-90.3008	-1.11074099	1.233745547	-0.01366262
2013	Septiembre	34.9	75.2	71	80	-134.5082	1.594759279	2.543257157	-0.018907822
2014	Julio	33.1	76.3	70	50	-80.1918	1.623505146	2.63576896	-0.03286831
2014	Agosto	33.2	70.8	72	85	-104.6786	1.812009331	3.283377817	-0.031366276
2015	Julio	32.6	33	72	50	-112.2218	1.445546231	2.089603905	-0.018620303
								X²calculado	-0.115425331
								X²tabular	9,49

$$Y = 1346.355 - 24.598X_1 + 0.59X_2 - 9.391X_3 + \varepsilon$$

Anexo 53: Correlaciones entre el cambio climático y la floración de la especie marupa

		Fructificación marupa	Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa
Fructificación marupa	Correlación de Pearson	1	-,013	,107	,097
	Sig. (bilateral)		,953	,619	,651
	N	24	24	24	24
Temperatura	Correlación de Pearson	-,013	1	,091	-,171
	Sig. (bilateral)	,953		,672	,424
	N	24	24	24	24
Precipitación pluvial	Correlación de Pearson	,107	,091	1	,689**
	Sig. (bilateral)	,619	,672		,000
	N	24	24	24	24
Humedad relativa	Correlación de Pearson	,097	-,171	,689**	1
	Sig. (bilateral)	,651	,424	,000	
	N	24	24	24	24

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 54: Resumen del modelo^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,013 ^a	,000	-,045	34,562	
2	,109 ^b	,012	-,082	35,166	
3	,113 ^c	,013	-,135	36,021	,942

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

d. Variable dependiente: Fructificación Marupa

Anexo 52: Anova^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	4,265	1	4,265	,004	,953 ^b
	Residual	26279,069	22	1194,503		
	Total	26283,333	23			
2	Regresión	314,169	2	157,085	,127	,881 ^c
	Residual	25969,164	21	1236,627		
	Total	26283,333	23			
3	Regresión	333,200	3	111,067	,086	,967 ^d

Residual	25950,134	20	1297,507		
Total	26283,333	23			

a. Variable dependiente: Fructificación marupa

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

d. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

Anexo 55: Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
		B	Error típico	Beta			Tolerancia	FIV
1	(Constante)	38,424	336,316		,114	,910		
	Temperatura	-,753	12,595	-,013	-,060	,953	1,000	1,000
2	(Constante)	46,312	342,557		,135	,894		
	Temperatura	-1,340	12,869	-,023	-,104	,918	,992	1,008
	Precipitación pluvial	,075	,149	,109	,501	,622	,992	1,008
3	(Constante)	-24,839	684,312		-,036	,971		
	Temperatura	-,793	13,932	-,013	-,057	,955	,888	1,126
	Precipitación pluvial	,056	,219	,081	,253	,803	,481	2,080
	Humedad relativa	,804	6,635	,039	,121	,905	,471	2,125

Anexo 56: Floración observada y modelada de la especie marupa
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Floración Observada	Floración Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chi cuadrado
2013	Agosto	26	91	72	10	-114.19	-1.09	1.1828	0.01035831
2013	Septiembre	27	75.2	71	80	-9.55	-9.37	87.8617	9.19632406
2014	Julio	26.30	76.30	70	50	-2.02	25.71	660.9239	-326.60798
2014	Agosto	25.70	70.80	72	85	56.68	0.50	0.2496	0.00440309
2015	Julio	25.50	33.00	72	50	367.94	-0.86	0.7467	0.00202936
$Y = 1229.872 - 23.502X_1 - 8.11X_2 + \varepsilon$								X ² calculado	-335.80823
								X ² tabular	19.68

Anexo 57: Fructificación observada y modelada de la especie marupa
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Fructificación Observada	Fructificación Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chi cuadrado
2013	Agosto	26	91	72					
2013	Septiembre	27	75.2	71	20	20.05	0.00	0.0000	2.5366E-07
2013	Octubre	27.50	46.80	72	75	18.86	2.98	8.8577	0.46959697
2013	Noviembre	27.20	176.90	73	100	27.19	2.68	7.1709	0.26373417
2014	Julio	26.30	76.30	70	10	19.86	-0.50	0.2464	0.01240992
2014	Agosto	25.70	70.80	72	50	21.63	1.31	1.7193	0.07947179
2014	Septiembre	26.60	128.80	74	75	25.78	1.91	3.6469	0.14148397
2014	Octubre	26.20	130.00	75	100	26.96	2.71	7.3365	0.27208019
2015	Julio	25.50	33.00	72	10	19.68	-0.49	0.2418	0.0122905
$Y = -24.839 - 0.793X_1 + 0.056X_2 + 0.804X_3 + \varepsilon$								X ² calculado	1.25106776
								X ² tabular	19.68

Anexo 57: Fructificación observada y modelada de la especie marupa utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificación Observada</i>	<i>Fructificación Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2013	Septiembre	20.6	75.2	71	20	20.1304	0.006477765	4.19614E-05	2.08448E-06
2013	Octubre	21.8	46.8	72	75	18.3924	3.077771253	9.472675888	0.515032072
2013	Noviembre	22.0	176.9	73	100	26.3234	2.798901358	7.83384881	0.297600189
2014	Julio	20.1	76.3	70	10	19.7845	0.494553817	0.244583478	0.012362379
2014	Agosto	19.6	70.8	72	50	21.481	1.327638378	1.762623663	0.08205501
2014	Septiembre	20.8	128.8	74	75	25.3854	1.954454135	3.819890966	0.150475902
2014	Octubre	21.4	130	75	100	25.7808	2.878855582	8.287809465	0.32147216
2015	Julio	20.2	33	72	10	18.8884	0.470574533	0.221440391	0.011723618
$Y = -24.839 - 0.793X_1 + 0.056X_2 + 0.804X_3 + \varepsilon$								X²calculado	1.390723414
								X²tabular	14.07

Anexo 57: Fructificación observada y modelada de la especie marupa utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Fructificación Observada	Fructificación Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chi cuadrado
2013	Septiembre	27	75.2	71	20	20.05	0	0	2.54E-07
2013	Octubre	27.5	46.8	72	75	18.86	2.98	8.8577	0.46959697
2013	Noviembre	27.2	176.9	73	100	27.19	2.68	7.1709	0.26373417
2014	Julio	26.3	76.3	70	10	19.86	-0.5	0.2464	0.01240992
2014	Agosto	25.7	70.8	72	50	21.63	1.31	1.7193	0.07947179
2014	Septiembre	26.6	128.8	74	75	25.78	1.91	3.6469	0.14148397
2014	Octubre	26.2	130	75	100	26.96	2.71	7.3365	0.27208019
2015	Julio	25.5	33	72	10	19.68	-0.49	0.2418	0.0122905
$Y = -24.839 - 0.793X_1 + 0.056X_2 + 0.804X_3 + \varepsilon$								X ² calculado	1.25106776
								X ² tabular	15,51

Anexo 57: Fructificación observada y modelada de la especie marupa utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Fructificación Observada	Fructificación Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chi cuadrado
2013	Septiembre	33.1	75.2	71	20	10.2179	0.957349358	0.916517792	0.089697276
2013	Octubre	34.9	46.8	72	75	8.0041	8.370197774	70.06021077	8.753040413
2013	Noviembre	33.3	176.9	73	100	17.3625	4.759539237	22.65321375	1.304720734
2014	Julio	33.1	76.3	70	10	9.4755	0.05535328	0.003063986	0.000323359
2014	Agosto	33.2	70.8	72	50	10.6962	3.674557319	13.50237149	1.26235219
2014	Septiembre	34.3	128.8	74	75	14.6799	4.109026628	16.88409983	1.150150875
2014	Octubre	32.8	130	75	100	16.7406	4.973501547	24.73571764	1.477588476
2015	Julio	32.6	33	72	10	9.0552	0.104337839	0.010886385	0.001202225
$Y = -24.839 - 0.793X_1 + 0.056X_2 + 0.804X_3 + \varepsilon$								X ² calculado	14.03907555
								X ² tabular	14.07



Anexo 58: Correlaciones entre el cambio climático y la floración de la especie teca

		Floración teca	Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa
Floración teca	Correlación de Pearson	1	,172	,033	,054
	Sig. (bilateral)		,422	,878	,801
	N	24	24	24	24
Temperatura	Correlación de Pearson	,172	1	,091	-,171
	Sig. (bilateral)	,422		,672	,424
	N	24	24	24	24
Precipitación pluvial	Correlación de Pearson	,033	,091	1	,689**
	Sig. (bilateral)	,878	,672		,000
	N	24	24	24	24
Humedad relativa	Correlación de Pearson	,054	-,171	,689**	1
	Sig. (bilateral)	,801	,424	,000	
	N	24	24	24	24

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 59: Resumen del modelo^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin - Watson
1	,172 ^a	,030	-,015	32,444	
2	,173 ^b	,030	-,063	33,202	
3	,202 ^c	,041	-,103	33,832	1,282

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

d. Variable dependiente: Floración teca

Anexo 60: Anova^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	705,320	1	705,320	,670	,422 ^b
	Residual	23157,180	22	1052,599		
	Total	23862,500	23			
2	Regresión	712,530	2	356,265	,323	,727 ^c
	Residual	23149,970	21	1102,380		
	Total	23862,500	23			
3	Regresión	970,253	3	323,418	,283	,837 ^d
	Residual	22892,247	20	1144,612		
	Total	23862,500	23			

a. Variable dependiente: Floración teca

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

d. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

Anexo 61 : Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
		B	Error típico	Beta			Tolerancia	FIV
1	(Constante)	-234,625	315,708		-,743	,465		
	Temperatura	9,678	11,823	,172	,819	,422	1,000	1,000
2	(Constante)	-233,422	323,429		-,722	,478		
	Temperatura	9,589	12,150	,170	,789	,439	,992	1,008
	Precipitación pluvial	,011	,141	,017	,081	,936	,992	1,008
3	(Constante)	-495,260	642,730		-,771	,450		
	Temperatura	11,599	13,085	,206	,886	,386	,888	1,126
	Precipitación pluvial	-,059	,206	-,090	-,285	,778	,481	2,080
	Humedad relativa	2,957	6,232	,151	,475	,640	,471	2,125

Anexo 62: Floración observada y modelada de la especie teca utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPm	Hr %	Floración Observada	Floración Modelada	OBS - MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chi cuadrado
2013	Agosto	26	91	72	50	18.85	1.65	2.7313	0.14490356
2013	Septiembre	27	75.2	71	85	28.42	1.99	3.9621	0.13939842
2014	Enero	27.00	109.30	72	50	29.37	0.70	0.4935	0.01680481
2014	Febrero	26.80	102.00	72	75	27.48	1.73	2.9906	0.10883165
2015	Enero	27.20	77.90	72	50	33.54	0.49	0.2408	0.0071797
2015	Febrero	27.10	190.00	74	75	31.68	1.37	1.8697	0.05901553
2015	Marzo	27.00	109.80	76	90	41.17	1.19	1.4071	0.03418134
2015	Abril	26.70	240.40	76	10	29.98	-0.67	0.4442	0.01481481
2015	Mayo	26.80	96.60	74	25	33.71	-0.26	0.0668	0.00198093
2015	Junio	26.40	68.40	73	50	27.78	0.80	0.6399	0.02303442
2015	Julio	25.50	33.00	72	10	16.47	-0.39	0.1544	0.00937153
$Y = -495.260 + 11.599X_1 - 0.059X_2 + 2.957X_3 + \varepsilon$								X ² calculado	0.55951671
								X ² tabular	19.68

a. Variable dependiente: Floración teca

Anexo 62: Floración observada y modelada de la especie teca utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Floración Observada	Floración Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chi cuadrado
2013	Agosto	19.6	91	72	50	-60.3846	1.828025689	3.341677918	0.055339903
2013	Septiembre	20.6	75.2	71	85	-50.8104	2.672885866	7.144318852	0.140607412
2014	Enero	21.9	109.3	72	50	-34.7866	2.437335066	5.940602223	0.170772718
2014	Febrero	21.6	102	72	75	-37.8356	2.982260094	8.893875266	-0.23506632
2015	Enero	21.6	77.9	72	50	-36.4137	2.373109571	5.631649038	0.154657424
2015	Febrero	21.7	190	74	75	-35.9537	3.086016182	9.523495875	-0.26488222
2015	Marzo	21.6	109.8	76	90	-26.4678	4.400358171	19.36315203	0.731573914
2015	Abril	21.4	240.4	76	10	-36.493	1.274025156	1.623140097	0.044478122
2015	Mayo	21.4	96.6	74	25	-33.9228	1.736967467	3.017055982	0.088938884
2015	Junio	20.5	68.4	73	50	-45.6551	-2.0951679	4.38972853	0.096149796
2015	Julio	20.2	33	72	10	-50.0032	1.199987201	1.439969282	0.028797543
$Y = -495.260 + 11.599X_1 - 0.059X_2 + 2.957X_3 + \varepsilon$								X ² calculado	2.011264255
								X ² tabular	18,31

Anexo 62: Floración observada y modelada de la especie teca
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Floración Observada</i>	<i>Floración Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)2</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2013	Agosto	26	91	72	50	18.85	1.65	2.7313	0.14490356
2013	Septiembre	27	75.2	71	85	28.42	1.99	3.9621	0.13939842
2014	Enero	27	109.3	72	50	29.37	0.7	0.4935	0.01680481
2014	Febrero	26.8	102	72	75	27.48	1.73	2.9906	0.10883165
2015	Enero	27.2	77.9	72	50	33.54	0.49	0.2408	0.0071797
2015	Febrero	27.1	190	74	75	31.68	1.37	1.8697	0.05901553
2015	Marzo	27	109.8	76	90	41.17	1.19	1.4071	0.03418134
2015	Abril	26.7	240.4	76	10	29.98	-0.67	0.4442	0.01481481
2015	Mayo	26.8	96.6	74	25	33.71	-0.26	0.0668	0.00198093
2015	Junio	26.4	68.4	73	50	27.78	0.8	0.6399	0.02303442
2015	Julio	25.5	33	72	10	16.47	-0.39	0.1544	0.00937153
$Y = -495.260 + 11.599X_1 - 0.059X_2 + 2.957X_3 + \varepsilon$								X²calculado	0.55951671
								X²tabular	18,31

Anexo 62: Floración observada y modelada de la especie teca
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Floración Observada</i>	<i>Floración Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2013	Agosto	33.1	91	72	50	96.2019	0.480259745	0.230649423	0.002397556
2013	Septiembre	34.9	75.2	71	85	115.0553	-0.26122482	0.068238406	0.000593092
2014	Enero	33.3	109.3	72	50	97.442	0.486874243	0.237046529	0.002432694
2014	Febrero	32.9	102	72	75	93.2331	0.195564665	0.038245538	0.000410214
2015	Enero	32.7	77.9	72	50	92.3352	0.458494702	0.210217392	0.002276677
2015	Febrero	32.5	190	74	75	89.3155	0.160280131	0.02568972	0.000287629
2015	Marzo	32.4	109.8	76	90	98.8014	0.089081734	0.007935555	8.03182E-05
2015	Abril	31.8	240.4	76	10	84.1366	0.881145661	0.776417675	0.009228061
2015	Mayo	32.0	96.6	74	25	89.0266	0.719185053	0.51722714	0.005809804
2015	Junio	32.2	68.4	73	50	90.0532	0.444772646	0.197822706	0.002196732
2015	Julio	32.6	33	72	10	93.8244	0.893417917	0.798195574	0.008507335
$Y = -495.260 + 11.599 X_1 - 0.059 X_2 + 2.957 X_3 + \varepsilon$								X²calculado	0.034220111
								X²tabular	18,31

Anexo 63: Correlaciones entre el cambio climático y la fructificación de la especie teca

		Fructificación teca	Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa
Fructificación teca	Correlación de Pearson	1	,034	,210	,441*
	Sig. (bilateral)		,874	,325	,031
	N	24	24	24	24
Temperatura	Correlación de Pearson	,034	1	,091	-,171
	Sig. (bilateral)	,874		,672	,424
	N	24	24	24	24
Precipitación pluvial	Correlación de Pearson	,210	,091	1	,689**
	Sig. (bilateral)	,325	,672		,000
	N	24	24	24	24
Humedad relativa	Correlación de Pearson	,441*	-,171	,689**	1
	Sig. (bilateral)	,031	,424	,000	
	N	24	24	24	24

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 64: Resumen del modelo^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,034 ^a	,001	-,044	38,970	
2	,210 ^b	,044	-,047	39,017	
3	,485 ^c	,235	,121	35,759	1,065

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

d. Variable dependiente: Fructificación teca

Anexo 65: Anova^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	38,854	1	38,854	,026	,874 ^b
	Residual	33410,105	22	1518,641		
	Total	33448,958	23			
2	Regresión	1479,483	2	739,741	,486	,622 ^c
	Residual	31969,476	21	1522,356		
	Total	33448,958	23			
3	Regresión	7874,385	3	2624,795	2,053	,139 ^d
	Residual	25574,573	20	1278,729		
	Total	33448,958	23			

a. Variable dependiente: Fructificación teca

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

d. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

Anexo 66: Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
		B	Error típico	Beta			Tolerancia	FIV
1	(Constante)	-24,600	379,211		-,065	,949		
	Temperatura	2,272	14,202	,034	,160	,874	1,000	1,000
2	(Constante)	-7,595	380,077		-,020	,984		
	Temperatura	1,006	14,279	,015	,070	,944	,992	1,008
	Precipitación pluvial	,161	,165	,208	,973	,342	,992	1,008
3	(Constante)	-1311,881	679,342		-1,931	,068		
	Temperatura	11,018	13,831	,165	,797	,435	,888	1,126
	Precipitación pluvial	-,189	,218	-,244	-,866	,397	,481	2,080
	Humedad relativa	14,730	6,587	,637	2,236	,037	,471	2,125

a. Variable dependiente: Fructificación teca

Anexo 67: Fructificación observada y modelada de la especie teca utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Fructificación Observada	Fructificación Modelada	OBS-MOD	(OBS - MOD) ²	X ² chi cuadrado
2013	Agosto	26	91	72	25	22.95	0.09	0.0080	0.00034843
2013	Septiembre	27	75.2	71	85	22.22	2.83	7.9806	0.35912946
2013	Octubre	27.50	46.80	72	100	47.83	1.09	1.1898	0.02487672
2014	Enero	27.00	109.30	72	15	30.51	-0.51	0.2584	0.00846956
2014	Febrero	26.80	102.00	72	50	29.68	0.68	0.4685	0.01578197
2014	Marzo	26.30	163.40	75	75	56.76	0.32	0.1033	0.00181944
2014	Abril	26.00	134.30	75	85	58.95	0.44	0.1952	0.00331074
2015	Enero	27.20	77.90	72	25	38.65	-0.35	0.1247	0.00322613
2015	Febrero	27.10	190.00	74	50	45.82	0.09	0.0083	0.00018195
2015	Marzo	27.00	109.80	76	75	89.33	-0.16	0.0257	0.00028816
2015	Abril	26.70	240.40	76	90	61.34	0.47	0.2182	0.00355725
2015	Mayo	26.80	96.60	74	75	60.16	0.25	0.0608	0.0010107
2015	Junio	26.40	68.40	73	90	46.36	0.94	0.8864	0.01912064
2015	Julio	25.50	33.00	72	25	28.40	-0.12	0.0143	0.00050491
								X ² calculad	0.44162607
$Y = -1311.881 + 11.018X_1 - 0.189X_2 + 14.730X_3 + \varepsilon$								X ² tabular	19.68

Anexo 67: Fructificación observada y modelada de la especie teca utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificación Observada</i>	<i>Fructificación Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2013	Agosto	26	91	72	25	17.948	0.392912859	0.154380515	0.008601544
2013	Septiembre	27	75.2	71	85	17.2222	3.935490239	15.48808342	0.89930923
2013	Octubre	27.5	46.8	72	100	42.8288	1.334877466	1.781897848	0.041605131
2014	Enero	27	109.3	72	15	25.5073	0.411933054	0.169688841	0.00665256
2014	Febrero	26.8	102	72	50	24.6834	1.025652868	1.051963805	0.04261827
2014	Marzo	26.3	163.4	75	75	51.7598	0.449000962	0.201601864	0.003894951
2014	Abril	26	134.3	75	85	53.9543	0.575407335	0.331093602	0.006136556
2015	Enero	27.2	77.9	72	25	33.6455	0.256958583	0.066027713	0.001962453
2015	Febrero	27.1	190	74	50	40.8168	0.22498579	0.050618606	0.001240141
2015	Marzo	27	109.8	76	75	84.3328	0.110666313	0.012247033	0.000145223
2015	Abril	26.7	240.4	76	90	56.344	0.597330683	0.356803945	0.006332599
2015	Mayo	26.8	96.6	74	75	55.164	0.359582336	0.129299457	0.00234391
2015	Junio	26.4	68.4	73	90	41.3566	1.176194368	1.383433191	0.033451328
2015	Julio	25.5	33	72	25	23.401	0.068330413	0.004669045	0.000199523
$Y = -1311.881 + 11.018X_1 - 0.189X_2 + 14.730X_3 + \varepsilon$								X²calculad	1.05449342
								X²tabular	22.36

Anexo 67: fructificación observada y modelada de la especie teca
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificaci^on Observada</i>	<i>Fructificaci^on Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2013	Agosto	26	91	72	25	22.95	0.09	0.008	0.00034843
2013	Septiembre	27	75.2	71	85	22.22	2.83	7.9806	0.35912946
2013	Octubre	27.5	46.8	72	100	47.83	1.09	1.1898	0.02487672
2014	Enero	27	109.3	72	15	30.51	-0.51	0.2584	0.00846956
2014	Febrero	26.8	102	72	50	29.68	0.68	0.4685	0.01578197
2014	Marzo	26.3	163.4	75	75	56.76	0.32	0.1033	0.00181944
2014	Abril	26	134.3	75	85	58.95	0.44	0.1952	0.00331074
2015	Enero	27.2	77.9	72	25	38.65	-0.35	0.1247	0.00322613
2015	Febrero	27.1	190	74	50	45.82	0.09	0.0083	0.00018195
2015	Marzo	27	109.8	76	75	89.33	-0.16	0.0257	0.00028816
2015	Abril	26.7	240.4	76	90	61.34	0.47	0.2182	0.00355725
2015	Mayo	26.8	96.6	74	75	60.16	0.25	0.0608	0.0010107
2015	Junio	26.4	68.4	73	90	46.36	0.94	0.8864	0.01912064
2015	Julio	25.5	33	72	25	28.4	-0.12	0.0143	0.00050491
$Y = -1311.881 + 11.018X_1 - 0.189X_2 + 14.730X_3 + \varepsilon$								$X^2_{calculad}$	0.44162607
								$X^2_{tabular}$	22.36

Anexo 67: Fructificación observada y modelada de la especie teca
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificaci^ón Observada</i>	<i>Fructificaci^ón Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2013	Agosto	33.1	91	72	25	96.1758	- 0.74005935	0.54768784 1	0.00569465 3
2013	Septiembre	34.9	75.2	71	85	104.2644	- 0.18476488 6	0.03413806 3	0.00032741 8
2013	Octubre	34.9	46.8	72	100	124.362	- 0.19589585 2	0.03837518 5	0.00030857 6
2014	Enero	33.3	109.3	72	15	94.9207	- 0.84197335 2	0.70891912 6	0.00746854 1
2014	Febrero	32.9	102	72	50	91.8932	- 0.45589009 9	0.20783578 2	0.00226171
2014	Marzo	32.0	163.4	75	75	114.5624	- 0.34533494 4	0.11925622 4	0.00104097 2
2014	Abril	32.3	134.3	75	85	123.3677	- 0.31100279 9	0.09672274 1	0.00078402
2015	Enero	32.7	77.9	72	25	94.2445	- 0.73473253 1	0.53983189 2	0.00572799 4
2015	Febrero	32.5	190	74	50	100.314	- 0.50156508 6	0.25156753 5	0.00250780 1

2015	Marzo	32.4	109.8	76	75	143.83	0.478551067	0.229011124	0.001592235
2015	Abril	31.8	240.4	76	90	112.5358	0.200254497	0.040101863	0.000356348
2015	Mayo	32.0	96.6	74	75	112.4576	0.333081979	0.110943605	0.000986537
2015	Junio	32.2	68.4	73	90	105.261	0.144982472	0.021019917	0.000199693
2015	Julio	32.6	33	72	25	101.6288	0.754006738	0.568526161	0.005594144
$Y = -1311.881 + 11.018X_1 - 0.189X_2 + 14.730X_3 + \varepsilon$								X^2_{calculad}	0.034850642
								X^2_{tabular}	22.36

anexo 68: Correlaciones entre el cambio climático y la floración de la especie eucalipto

		Floración eucalipto	Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa
Floración eucalipto	Correlación de Pearson	1	-,035	-,073	-,299
	Sig. (bilateral)		,870	,734	,155
	N	24	24	24	24
Temperatura	Correlación de Pearson	-,035	1	,091	-,171
	Sig. (bilateral)	,870		,672	,424
	N	24	24	24	24
Precipitación pluvial	Correlación de Pearson	-,073	,091	1	,689**
	Sig. (bilateral)	,734	,672		,000
	N	24	24	24	24
Humedad relativa	Correlación de Pearson	-,299	-,171	,689**	1
	Sig. (bilateral)	,155	,424	,000	
	N	24	24	24	24

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 69: Resumen del modelo^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,035 ^a	,001	-,044	12,147	
2	,079 ^b	,006	-,088	12,402	
3	,381 ^c	,145	,017	11,787	2,067

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

d. Variable dependiente: Floración eucalipto

Anexo 70: Anova^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	4,017	1	4,017	,027	,870 ^b
	Residual	3245,983	22	147,545		
	Total	3250,000	23			
2	Regresión	20,036	2	10,018	,065	,937 ^c
	Residual	3229,964	21	153,808		
	Total	3250,000	23			
3	Regresión	471,202	3	157,067	1,130	,361 ^d
	Residual	2778,798	20	138,940		

	Total	3250,000	23			
--	-------	----------	----	--	--	--

- a. Variable dependiente: Floración eucalipto
 b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura
 c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial
 d. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

Anexo 71: Coeficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
		B	Error típico	Beta			Tolerancia	FIV
1	(Constante)	24,500	118,199		,207	,838		
	Temperatura	-,730	4,427	-,035	-,165	,870	1,000	1,000
2	(Constante)	22,707	120,810		,188	,853		
	Temperatura	-,597	4,539	-,029	-,132	,897	,992	1,008
	Precipitación pluvial	-,017	,053	-,070	-,323	,750	,992	1,008
3	(Constante)	369,144	223,930		1,648	,115		
	Temperatura	-3,256	4,559	-,157	-,714	,483	,888	1,126
	Precipitación pluvial	,076	,072	,315	1,057	,303	,481	2,080
	Humedad relativa	-3,913	2,171	-,543	-1,802	,087	,471	2,125

a. Variable dependiente: Floración eucalipto

Anexo 71: Floración observada y modelada de la especie eucalipto utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	mes	T°C	PPmm	Hr%	Floración Observada	Floración Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chi cuadrado
2014	Febrero	26.80	102.00	72	50	12.90	2.88	8.2726	0.64132507
2014	Julio	26.30	76.30	70	25	20.40	0.23	0.0508	0.00249244
2014	Agosto	25.70	70.80	72	15	14.11	0.06	0.0040	0.00028224
2015	Enero	27.20	77.90	72	20	9.77	1.05	1.0985	0.11249036
2015	Febrero	27.10	190.00	74	10	10.78	-0.07	0.0053	0.00049055
$Y = 369.144 - 3.256X_1 + 0.076X_2 - 3.913X_3 + \varepsilon$								X ² calculado	0.75708067
								X ² tabular	19.68

Anexo 71: Floración observada y modelada de la especie eucalipto
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Floración Observada	Floración Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chi cuadrado
2014	Febrero	21.6	102	72	50	24.8304	1.013660674	1.027507962	0.041381048
2014	Julio	20.1	76.3	70	25	35.5872	0.297500225	0.088506384	0.002487029
2014	Agosto	19.6	70.8	72	15	28.9712	0.482244436	0.232559696	0.008027272
2015	Enero	21.6	77.9	72	20	22.9988	0.130389412	0.017001399	0.00073923
2015	Febrero	21.7	190	74	10	23.3668	0.572042385	0.32723249	0.014004164
								X ² calculado	0.06663874
								X ² tabular	9,49

$$Y = 369.144 - 3.256X_1 + 0.076X_2 - 3.913X_3 + \varepsilon$$

Anexo 71: Floración observada y modelada de la especie eucalipto
utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Floración Observada	Floración Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chi cuadrado
2014	Febrero	26.8	102	72	50	12.9	2.88	8.2726	0.64132507
2014	Julio	26.3	76.3	70	25	20.4	0.23	0.0508	0.00249244
2014	Agosto	25.7	70.8	72	15	14.11	0.06	0.004	0.00028224
2015	Enero	27.2	77.9	72	20	9.77	1.05	1.0985	0.11249036
2015	Febrero	27.1	190	74	10	10.78	-0.07	0.0053	0.00049055
								X ² calculado	0.75708067
								X ² tabular	9,49

$$Y = 369.144 - 3.256X_1 + 0.076X_2 - 3.913X_3 + \varepsilon$$

utilizando χ^2 chi cuadrado para su validación

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Floración Observada</i>	<i>Floración Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2014	Febrero	26.8	102	72	50	7.8992	5.329754912	28.40628742	3.596096747
2014	Julio	26.3	76.3	70	25	15.4	0.623376623	0.388598415	0.025233663
2014	Agosto	25.7	70.8	72	15	9.1096	0.64661456	0.41811039	0.045897777
2015	Enero	27.2	77.9	72	20	4.7652	3.19709561	10.22142034	2.145013921
2015	Febrero	27.1	190	74	10	5.7844	0.728787774	0.53113162	0.091821385
								χ^2 calculado	5.90406349
								χ^2 tabular	9,49

$$Y = 369.144 - 3.256X_1 + 0.076X_2 - 3.913X_3 + \varepsilon$$

Anexo 72: Correlaciones entre el cambio climático y la fructificación de la especie eucalipto

		Fructificación eucalipto	Temperatura	Precipitación pluvial	Humedad relativa
Floración eucalipto	Correlación de Pearson	1	-,035	-,073	-,299
	Sig. (bilateral)		,870	,734	,155
	N	24	24	24	24
Temperatura	Correlación de Pearson	-,035	1	,091	-,171
	Sig. (bilateral)	,870		,672	,424
	N	24	24	24	24
Precipitación pluvial	Correlación de Pearson	-,073	,091	1	,689**
	Sig. (bilateral)	,734	,672		,000
	N	24	24	24	24
Humedad relativa	Correlación de Pearson	-,299	-,171	,689**	1
	Sig. (bilateral)	,155	,424	,000	
	N	24	24	24	24

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 73: Resumen del modelo^d

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,290 ^a	,084	,042	19,479	
2	,300 ^b	,090	,003	19,873	
3	,349 ^c	,122	-,010	20,004	1,752

a. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

Anexo 74 : Anova^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	764,586	1	764,586	2,015	,170 ^b
	Residual	8347,914	22	379,451		
	Total	9112,500	23			
2	Regresión	818,881	2	409,440	1,037	,372 ^c
	Residual	8293,619	21	394,934		
	Total	9112,500	23			
3	Regresión	1109,683	3	369,894	,924	,447 ^d
	Residual	8002,817	20	400,141		
	Total	9112,500	23			

a. Variable dependiente: Fructificación eucalipto

b. Variables predictoras: (Constante), Temperatura

c. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial

d. Variables predictoras: (Constante), Temperatura, Precipitación pluvial, Humedad relativa

anexo 75: Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes no		Coeficien	t	Sig.	Estadísticos de		
	B	Error	Beta			Toleran	FIV	
1	(Constante)	280,262	189,553		1,479	,153		
	Temperatura	-10,077	7,099	-,290	-1,420	,170	1,000	1,000
2	(Constante)	276,960	193,587		1,431	,167		
	Temperatura	-9,831	7,273	-,283	-1,352	,191	,992	1,008
	Precipitación pluvial	-,031	,084	-,078	-,371	,715	,992	1,008
3	(Constante)	-1,174	380,019		-,003	,998		
	Temperatura	-7,696	7,737	-,221	-,995	,332	,888	1,126
	Precipitación pluvial	-,106	,122	-,262	-,868	,395	,481	2,080
	Humedad relativa	3,141	3,685	,260	,852	,404	,471	2,125

a. Variable dependiente: Fructificación eucalipto

Anexo 76: Fructificación observada y modelada de la especie eucalipto utilizando ji2 para su validación

AÑO	MES	T°C	PPmm	Hr%	Fructificación Observada	Fructificación Modelada	OBS-MOD	(OBS-MOD) ²	X ² chi cuadrado
2014	Febrero	26.80	102.00	72	25	12.91	0.94	0.8761	0.0678455
2014	Agosto	25.70	70.80	72	80	24.69	2.24	5.0208	0.2033845
2015	Enero	27.20	77.90	72	25	12.39	1.02	1.0360	0.0836220
2015	Febrero	27.10	190.00	74	25	7.56	2.31	5.3249	0.7045033
2015	Marzo	27.00	109.80	76	50	23.11	1.16	1.3536	0.0585700
2015	Abril	26.70	240.40	76	10	11.58	-0.14	0.0185	0.0016018
2015	Mayo	26.80	96.60	74	5	19.77	-0.75	0.5581	0.0282330
2015	Junio	26.40	68.40	73	25	22.69	0.10	0.0103	0.0004548
2015	Julio	25.50	33.00	72	25	30.23	-0.17	0.0300	0.0009906
								X ² calculad	1.14920583

Anexo 76: Fructificación observada y modelada de la especie eucalipto utilizando χ^2 para su validación

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificación Observada</i>	<i>Fructificación Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2014	Febrero	21.6	102	72	25	47.9324	0.478432125	0.228897298	0.004775419
2014	Agosto	19.6	70.8	72	80	66.6316	0.200631532	0.040253012	0.000604113
2015	Enero	21.6	77.9	72	25	50.487	0.504823024	0.254846285	0.005047761
2015	Febrero	21.7	190	74	25	44.1168	0.433322453	0.187768348	0.004256164
2015	Marzo	21.6	109.8	76	50	59.6696	0.162052368	0.02626097	0.000440106
2015	Abril	21.4	240.4	76	10	47.3652	0.788874532	0.622323028	0.013138824
2015	Mayo	21.4	96.6	74	5	56.326	0.911231048	0.830342023	0.014741718
2015	Junio	20.5	68.4	73	25	63.1006	0.603807254	0.3645832	0.005777809
2015	Julio	20.2	33	72	25	66.0208	0.621331459	0.386052782	0.005847442
$Y = -1.174 - 7.696X_1 - 0.106X_2 + 3.141X_3 + \varepsilon$								X²calculad	0.054629356
								X²tabular	15,51

Anexo 76: Fructificación observada y modelada de la especie eucalipto utilizando χ^2 para su validación

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificación Observada</i>	<i>Fructificación Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2014	Febrero	26.8	102	72	25	12.91	0.94	0.8761	0.0678455
2014	Agosto	25.7	70.8	72	80	24.69	2.24	5.0208	0.20338455
2015	Enero	27.2	77.9	72	25	12.39	1.02	1.036	0.08362202
2015	Febrero	27.1	190	74	25	7.56	2.31	5.3249	0.7045033
2015	Marzo	27	109.8	76	50	23.11	1.16	1.3536	0.05857002
2015	Abril	26.7	240.4	76	10	11.58	-0.14	0.0185	0.00160181
2015	Mayo	26.8	96.6	74	5	19.77	-0.75	0.5581	0.02823306
2015	Junio	26.4	68.4	73	25	22.69	0.1	0.0103	0.00045488
2015	Julio	25.5	33	72	25	30.23	-0.17	0.03	0.00099068
$Y = -1.174 - 7.696X_1 - 0.106X_2 + 3.141X_3 + \varepsilon$								X²calculad	1.14920583
								X²tabular	15,51

Anexo 76: Fructificación observada y modelada de la especie eucalipto utilizando x^2 para su validación

<i>AÑO</i>	<i>MES</i>	<i>T°C</i>	<i>PPmm</i>	<i>Hr%</i>	<i>Fructificación Observada</i>	<i>Fructificación Modelada</i>	<i>OBS-MOD</i>	<i>(OBS-MOD)²</i>	<i>X²chi cuadrado</i>
2014	Febrero	32.9	102	72	25	-39.0324	1.640493539	2.691219051	-0.068948337
2014	Agosto	33.2	70.8	72	80	-38.034	3.103381185	9.630974781	-0.253220139
2015	Enero	32.7	77.9	72	25	-34.9386	1.715540978	2.943080846	-0.084235798
2015	Febrero	32.5	190	74	25	-39	1.641025641	2.692965155	-0.069050389
2015	Marzo	32.4	109.8	76	50	-23.4472	3.132450783	9.812247908	-0.418482715
2015	Abril	31.8	240.4	76	10	-32.6732	1.306061237	1.705795954	-0.052207802
2015	Mayo	32.0	96.6	74	5	-25.2516	1.198007255	1.435221383	-0.056836849
2015	Junio	32.2	68.4	73	25	-26.9426	-1.92789857	3.716792894	-0.137952272
2015	Julio	32.6	33	72	25	-29.4096	1.850062565	3.422731493	-0.116381436
$Y = -1.174 - 7.696X_1 - 0.106X_2 + 3.141X_3 + \varepsilon$								X²calculad	-1.257315737
								X²tabular	15,51

ANEXO 77: VISTA FOTOGRÁFICA DE LA ESPECIE MARUPA



Especie Marupa

ANEXO 78: VISTA FOTOGRÁFICA DE LA ESPECIE CEDRO ROSADO



Especie Cedro rosado

ANEXO 79: VISTA FOTOGRÁFICA DE LA ESPECIE BOLAINA**Especie Bolaina**

ANEXO 80: VISTA FOTOGRÁFICA DE LA ESPECIE CAPIRONA



Especie Capirona

ANEXO 81: VISTA FOTOGRÁFICA DE LA ESPECIE LA TECA



Especie Teca

ANEXO 82: VISTA FOTOGRÁFICA DE LA ESPECIE EUCALIPTO



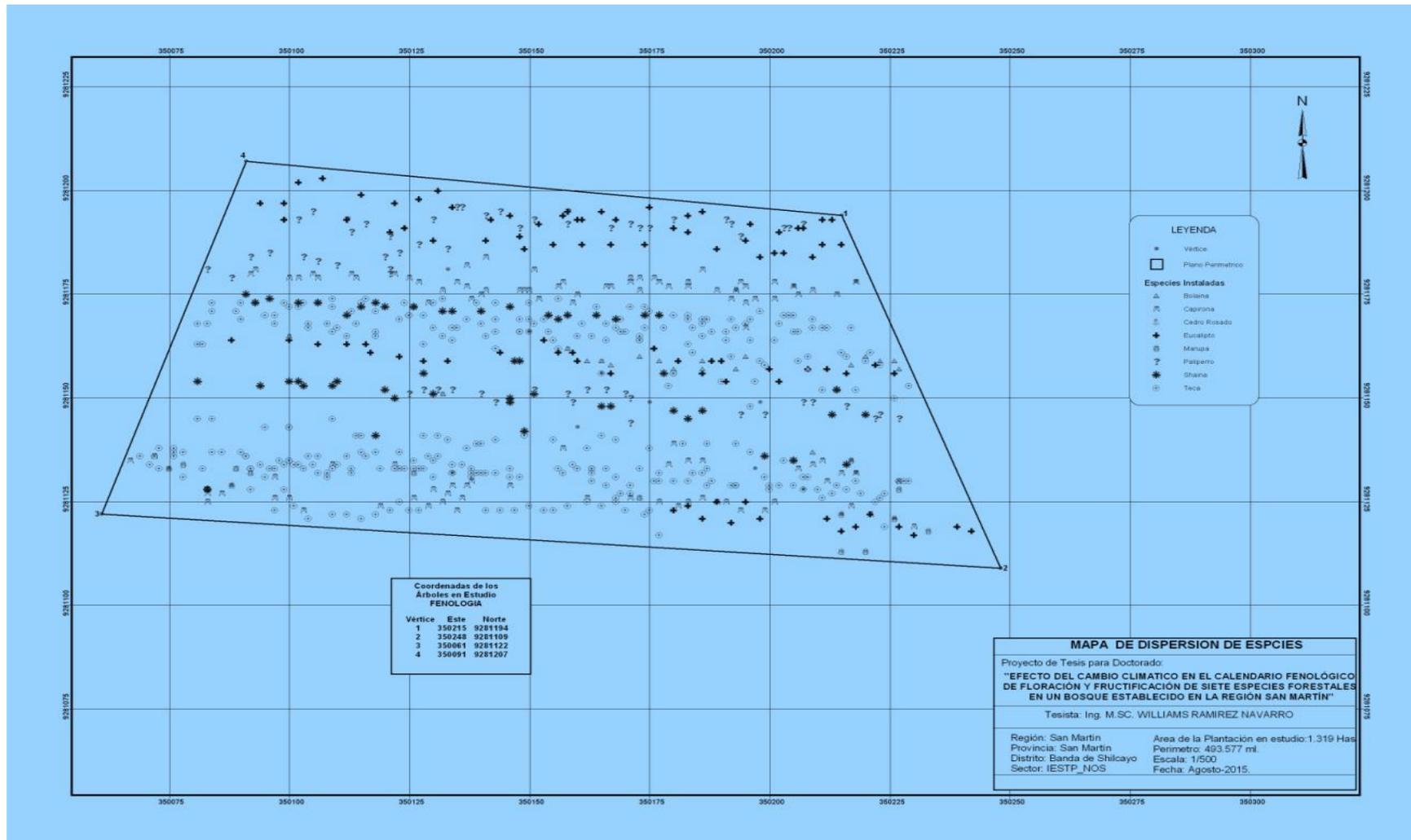
Especie Eucalipto

ANEXO 83: VISTA FOTOGRÁFICA DE LA ESPECIE SHAINA



Especie Shaina

ANEXO 84: PLANO DE DISPERSIÓN DE ESPECIES INSTALADAS



ANEXO 85: PLANO DE UBICACIÓN DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO

