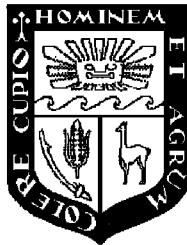


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

Facultad de Ciencias Forestales



**Ritmos reproductivos y vegetativos de
4 especies arbóreas del campus de la
Universidad Nacional Agraria La Molina**

Tesis para optar el Título de
INGENIERO FORESTAL

Karin Rita Rivera Miranda

Lima – Perú
2008

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. **KARIN RITA RIVERA MIRANDA**, intitulado “**RITMOS REPRODUCTIVOS Y VEGETATIVOS DE 4 ESPECIES ARBÓREAS DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 26 de Febrero de 2008

.....
Dr. Carlos Reynel Rodríguez
Presidente

.....
Mg. Sc. Mercedes Flores Pimentel
Miembro

.....
Dr. Percy Zevallos Pollito
Miembro

.....
Dr. María Isabel Manta Nolasco
Patrocinadora

.....

RESUMEN

En la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima, crecen varias especies de árboles implantados de las que se escogió cuatro, por su abundancia y atractivo florecimiento y follaje, que influyen en la belleza y colorido del campus universitario; que se encuentra en la formación ecológica desierto desecado subtropical (dd-S), según la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge.

El objetivo general de la investigación fue estudiar el comportamiento fenológico de dos especies de árboles nativos del bosque húmedo tropical (*Cedrela odorata* y *Chorisia speciosa*) y dos especies exóticas (*Grevillea robusta* y *Eucalyptus citriodora*) provenientes de Australia, en las condiciones del dd-S. Los objetivos específicos fueron determinar una metodología cuantitativa adecuada de evaluación fenológica, y determinar las épocas de visita educativas y recreativas del público, para la observación de la floración de las mencionadas especies forestales.

La observación fenológica comprendió a 40 individuos observados semanalmente por un periodo de 45 meses desde agosto de 1991 a abril de 1995. Se siguió la metodología de Fournier (1974), para registrar la floración, fructificación, brotamiento y caída de follaje determinando el índice de intensidad y el de actividad o sincronismo de cada evento fenológico de cada especie. Los resultados obtenidos se apoyan y comparan con los datos climatológicos obtenidos de la estación meteorológica “Alexander von Humboldt” de la UNALM.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

La época de brotamiento de hojas de *Cedrela odorata* fue de noviembre/diciembre a abril con una duración de 5 meses; *Chorisia speciosa* de agosto a marzo con una duración de 8 meses, registrándose como un evento anual para ambas especies. Mientras, *Grevillea robusta* registró un evento de brotamiento sub-anual ocurriendo de septiembre a abril con una duración de 8 meses; *Eucalyptus citriodora* registró un evento de brotamiento continuo.

La época de floración para *Cedrela odorata*, ocurre de enero a mayo y tuvo una duración de 5 meses; *Chorisia speciosa* ocurre de enero a junio y tuvo una duración de 6 meses; *Grevillea robusta* ocurre de septiembre/octubre a febrero con una duración de 5 meses; registrándose la

floración como un evento anual para las tres especies. Mientras, la floración fue un evento continuo para *Eucalyptus citriodora* manifestándose a lo largo del año y del tiempo de observación sin presentar picos definidos.

La época de fructificación de *Cedrela odorata* ocurre de marzo a julio y tuvo una duración de 5 meses; *Chorisia speciosa* ocurre de marzo a agosto con una duración de 6 meses, *Grevillea robusta* ocurre de diciembre a abril y tuvo una duración de 5 meses; y en *Eucalyptus citriodora* ocurre de julio a marzo por 9 meses. La fructificación es un evento anual para todas las especies observadas.

La caída de follaje es un evento anual para *Cedrela odorata* y *Chorisia speciosa*, sin embargo la caída de follaje se intensificó en los meses de noviembre y diciembre para *Cedrela odorata*, y de agosto a septiembre para *Chorisia speciosa*. La caída de follaje para *Grevillea robusta* y *Eucalyptus citriodora*, fue un evento continuo a lo largo del año.

Por tratarse de una zona muy seca, se presume que la temperatura es el factor limitante para la manifestación de los diferentes eventos fenológicos tanto de las especies nativas como introducidas y no la precipitación ni la humedad relativa.

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN.....	5
ÍNDICE.....	7
LISTA DE CUADROS.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1 ANTECEDENTES.....	15
2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LAS ESPECIES.....	16
2.2.1 <i>Cedrela odorata</i>	16
2.2.2 <i>Chorisia speciosa</i>	20
2.2.3 <i>Grevillea robusta</i>	23
2.2.4 <i>Eucalyptus citriodora</i>	26
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	29
3.2 SELECCIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA.....	29
3.3 OBSERVACIONES FENOLÓGICAS.....	30
3.3.1 <i>Antecedentes</i>	30
3.3.2 <i>Metodología y frecuencia de las observaciones</i>	30
3.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	32
3.4.1 <i>Del comportamiento fenológico cuantitativo</i>	32
3.4.2 <i>Del comportamiento fenológico cualitativo</i>	33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1 DE LA FENOLOGÍA <i>PER SE</i>	34
4.1.1 <i>Cedrela odorata</i>	34
4.1.2 <i>Chorisia speciosa</i>	40
4.1.3 <i>Grevillea robusta</i>	44
4.1.4 <i>Eucalyptus citriodora</i>	49
4.2 DE LA FENOLOGÍA Y EL CLIMA.....	54
5. DISCUSION.....	59
5.1 <i>CEDRELA ODORATA</i>	59
5.2 <i>CHORISIA SPECIOSA</i>	60
5.3 <i>GREVILLEA ROBUSTA</i>	61
5.4 <i>EUCALYPTUS CITRIODORA</i>	62
6. CONCLUSIONES.....	64
7. RECOMENDACIONES.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	67
ANEXO 1.....	73
PLANO DE UBICACIÓN DE ESPECIES.....	73
ANEXO 2.....	74

FORMULARIO DE OBSERVACIONES : FICHA DENDROLÓGICA	74
ANEXO 3	75
DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACIÓN ALEXANDER VON HUMBOLDT DESDE AGOSTO DE 1991 A ABRIL DE 1995	75

Lista de cuadros

	Página
CUADRO 1 UBICACIÓN Y CÓDIGO DE LOS ÁRBOLES ESTUDIADOS DE <i>CEDRELA ODORATA</i>	31
CUADRO 2 UBICACIÓN Y CÓDIGO DE LOS ÁRBOLES ESTUDIADOS DE <i>CHORISIA SPECIOSA</i>	31
CUADRO 3 UBICACIÓN Y CÓDIGO DE LOS ÁRBOLES ESTUDIADOS DE <i>GREVILLEA ROBUSTA</i>	31
CUADRO 4 UBICACIÓN Y CÓDIGO DE LOS ÁRBOLES ESTUDIADOS DE <i>EUCALYPTUS CITRIODORA</i>	31

Lista de figuras

	Página	
FIGURA 1	ÁRBOLES DE <i>CEDRELA ODORATA</i> OBSERVADOS EN EL CAMPUS DE LA UNALM 1995	18
FIGURA 2	ÁRBOL DE <i>CEDRELA ODORATA</i>	18
FIGURA 3	HOJAS Y FRUTOS DE <i>CEDRELA ODORATA</i>	19
FIGURA 4	CORTEZA DE <i>CEDRELA ODORATA</i>	19
FIGURA 5	FLORES DE <i>CEDRELA ODORATA</i>	19
FIGURA 6	FRUTOS DE <i>CEDRELA ODORATA</i>	19
FIGURA 7	ÁRBOL DE <i>CHORISIA SPECIOSA</i> OBSERVADO EN EL CAMPUS DE LA UNALM 1995	22
FIGURA 8	ÁRBOL DE <i>CHORISIA SPECIOSA</i> OBSERVADO EN EL CAMPUS DE LA UNALM 2006.	22
FIGURA 9	HOJAS DE <i>CHORISIA SPECIOSA</i>	22
FIGURA 10	FRUTO DE <i>CHORISIA SPECIOSA</i>	22
FIGURA 11	FLOR DE <i>CHORISIA SPECIOSA</i>	23
FIGURA 12	SEMILLAS DE <i>CHORISIA SPECIOSA</i>	23
FIGURA 13	<i>GREVILLEA ROBUSTA</i> , INDIVIDUOS OBSERVADOS EN EL CAMPUS DE LA UNALM 1995.....	25
FIGURA 14	<i>GREVILLEA ROBUSTA</i> , INDIVIDUOS OBSERVADOS EN EL CAMPUS DE LA UNALM 2006.....	25
FIGURA 15	FRUTOS DE <i>GREVILLEA ROBUSTA</i>	25
FIGURA 16	INFLORESCENCIAS DE <i>GREVILLEA ROBUSTA</i>	25
FIGURA 17	HOJAS DE <i>GREVILLEA ROBUSTA</i>	26
FIGURA 18	ÁRBOLES DE <i>EUCALYPTUS CITRIODORA</i> OBSERVADOS EN LA UNALM 1995 ...	28
FIGURA 19	HOJAS DE <i>EUCALYPTUS CITRIODORA</i>	28
FIGURA 20	HOJAS DE <i>EUCALYPTUS CITRIODORA</i>	28
FIGURA 21	FRUTOS DE <i>EUCALYPTUS CITRIODORA</i>	28
FIGURA 22	BROTAMIENTO MENSUAL DE <i>CEDRELA ODORATA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO	35
FIGURA 23	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FLORACIÓN EN BOTÓN DE <i>CEDRELA ODORATA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO	36
FIGURA 24	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FLORACIÓN DE <i>CEDRELA ODORATA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO	36
FIGURA 25	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FRUTOS VERDES DE <i>CEDRELA ODORATA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO	38
FIGURA 26	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FRUTOS MADUROS DE <i>CEDRELA ODORATA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO	38
FIGURA 27	CAÍDA DE FOLLAJE MENSUAL DE <i>CEDRELA ODORATA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO	39

FIGURA 28	PRODUCCIÓN MENSUAL DE BROTIAMIENTO DE <i>CHORISIA SPECIOSA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	40
FIGURA 29	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FLORACIÓN EN BOTÓN DE <i>CHORISIA SPECIOSA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	41
FIGURA 30	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FLORACIÓN DE <i>CHORISIA SPECIOSA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	42
FIGURA 31	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FRUTOS VERDES DE <i>CHORISIA SPECIOSA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	43
FIGURA 32	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FRUTOS MADUROS DE <i>CHORISIA SPECIOSA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	43
FIGURA 33	CAÍDA DE FOLLAJE MENSUAL DE <i>CHORISIA SPECIOSA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	44
FIGURA 34	BROTIAMIENTO MENSUAL DE <i>GREVILLEA ROBUSTA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	45
FIGURA 35	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FLORACIÓN EN BOTÓN DE <i>GREVILLEA ROBUSTA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	46
FIGURA 36	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FLORACIÓN DE <i>GREVILLEA ROBUSTA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	46
FIGURA 37	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FRUTOS VERDES DE <i>GREVILLEA ROBUSTA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	47
FIGURA 38	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FRUTOS MADUROS DE <i>GREVILLEA ROBUSTA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	48
FIGURA 39	CAÍDA DE FOLLAJE MENSUAL DE <i>GREVILLEA ROBUSTA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	49
FIGURA 40	PRODUCCIÓN MENSUAL DE BROTIAMIENTO DE <i>EUCALYPTUS CITRIODORA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	50
FIGURA 41	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FLORACIÓN EN BOTÓN DE <i>EUCALYPTUS CITRIODORA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	51
FIGURA 42	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FLORACIÓN DE <i>EUCALYPTUS CITRIODORA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	51
FIGURA 43	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FRUTOS VERDES DE <i>EUCALYPTUS CITRIODORA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	52
FIGURA 44	PRODUCCIÓN MENSUAL DE FRUTOS MADUROS DE <i>EUCALYPTUS CITRIODORA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	53
FIGURA 45	CAÍDA DE FOLLAJE MENSUAL DE <i>EUCALYPTUS CITRIODORA</i> DURANTE EL TIEMPO OBSERVADO.....	54
FIGURA 46	BROTIAMIENTO DE <i>CEDRELA ODORATA</i> VS TEMPERATURA.....	56
FIGURA 47	FLORACIÓN EN BOTÓN DE <i>CEDRELA ODORATA</i> VS TEMPERATURA.....	56
FIGURA 48	FLORACIÓN DE <i>CEDRELA ODORATA</i> VS TEMPERATURA.....	57
FIGURA 49	FRUTOS VERDES DE <i>CEDRELA ODORATA</i> VS TEMPERATURA.....	57
FIGURA 50	FRUTOS MADUROS DE <i>CEDRELA ODORATA</i> VS TEMPERATURA.....	58
FIGURA 51	CAÍDA DE FOLLAJE DE <i>CEDRELA ODORATA</i> VS TEMPERATURA.....	58

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento y la comprensión de los patrones fenológicos de especies arbóreas en ecosistemas naturales son de interés básico en estudios ecológicos sobre biodiversidad, productividad y organización de las comunidades y de las interacciones de las plantas con la fauna; además, reviste gran importancia en programas de conservación de recursos genéticos, manejo forestal y planificación de áreas silvestres (Mooney et al. 1980; Huxley 1983).

Los estudios fenológicos permiten comprender mejor las respuestas de las comunidades a su ambiente físico (Rathcke y Lacey, (1985) y Bullock y Solis Magallanes, (1990)) y biótico (Ortiz y Fournier, 1983). Mediante estos estudios se pueden identificar patrones que puedan representar síndromes adaptativos en las plantas (Newstrom, et al. 1994). Este es un aspecto importante de la biología de las poblaciones de cada especie (dinámica de las relaciones interespecíficas, como: competencia, herbivoría, polinización y frugivoría; Newstrom et al. (1993)), que podría ser usado por el silvicultor para cumplir sus objetivos predefinidos. Así mismo tener conocimiento de la fenología de especies maderables es importante si se desea reforestar con estas, ya que permite proponer pautas para su domesticación y manejo. (Brenes y D'Stefano, 2004)

En el Perú no son muy abundantes los estudios fenológicos que aborden la relación de este importante aspecto del desarrollo forestal con el medio ambiente urbano. La mayoría de estudios fenológicos realizados en el país se han concentrado en comunidades forestales húmedas de tierras bajas. Al respecto, pueden citarse los trabajos de Trucios (1986) y Trucios y Manta (1998) en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt, Ucayali y el de Gautier y Spichiger (1986) en el bosque húmedo de tierra firme de Jenaro Herrera, Iquitos, los cuales han sido principalmente cualitativos. Estos trabajos han servido, fundamentalmente, para demostrar los efectos de los factores climatológicos en el desarrollo fenológico.

En relación a la silvicultura urbana, debe destacarse la importancia de contar con información fenológica de especies urbanas, ya que de acuerdo con estimaciones demográficas, la población urbana crece entre dos y tres veces más rápido que la población rural. En los países en desarrollo, como el Perú, se registra que el 74% de la población total vive en la urbe. Esta situación conduce a mayores exigencias en cuanto a provisión de ambientes que promuevan

una mejor calidad de vida; la principal función de los parques urbanos y áreas verdes es, proporcionar espacios satisfactorios para vivir y realizar actividades recreativas y sociales. Estas áreas tienen una gran importancia para el medio ambiente físico, la calidad del aire y la biodiversidad. En general se reconoce que la calidad de vida en una zona urbana depende en gran medida de la cantidad y calidad del espacio verde existente dentro de ella o en sus proximidades (Olembó y Rham, 1987). Sin embargo, la superficie de bosques urbanos en el Perú es aún más limitada, lo que conduce a escasos estudios de la fenología de los árboles en ambientes urbanos.

Las observaciones fenológicas son los medios más sensibles para identificar como las especies de plantas responden a las condiciones climáticas y a los cambios climáticos (Chmielewski y Rötzer, 2001), por ello la fenología ha emergido como un importante foco de información para las investigaciones de la variabilidad climática (Schwartz, 1999). En las latitudes medias y altas, cuando la vegetación descansa en invierno (dormancia) y existe un activo crecimiento en el periodo de verano, la fenología es fuertemente conducida por la temperatura. Después de la dormancia el desarrollo de las plantas depende fuertemente de la temperatura del aire, con el aumento de la temperatura las reacciones bioquímicas son aceleradas hasta el límite donde los sistemas enzimáticos son destruidos y las células mueren. Existe un efecto indirecto del incremento de la temperatura del aire, que es la prolongación de la estación de desarrollo o crecimiento de las plantas (Menzel y Fabian, 1999; Chmielewski y Rötzer, 2001) y la modificación de las fases fenológicas de las plantas. La extensión de la estación de crecimiento tendrá sobre todo efectos positivos en los cultivos agrícolas en las latitudes medias y altas, ya que, desde que hay una estación más larga de crecimiento, mejorará el alcance de selección, la cosecha, y la rotación de cultivos (Chmielewski et al, 2003). Gracias a los estudios fenológicos también se ha podido identificar el adelanto del inicio de la etapa de crecimiento o etapa de desarrollo de las plantas. En Europa en los últimos 30 años, este se ha adelantado en 8 días, (Chmielewski y Rötzer, 2001), por lo que ellos concluyen en su estudio que la fenología es un buen indicador del calentamiento global. El cambio climático esperado para este nuevo siglo será mucho más pronunciado que el observado en el siglo XX (Houghton et al., 2001), por lo que la observación fenológica se constituirá en una herramienta poderosa en la identificación de la variabilidad climática y para la buena planificación del desarrollo forestal y agrícola.

Para los bosques tropicales muy húmedos la variación de la temperatura es menos importante. La fenología de los bosques tropicales es generalmente conducida por los periodos de humedad, quizás el método más simple de determinar cambios en la fenología es a través de la variabilidad del balance hídrico. La fenología en los bosques tropicales cambiará un poco si el balance hídrico se altera de forma mínima, hasta el extremo que la escasez de agua de las estaciones secas se acerque a aquellas que se producen en el bosque menos húmedo o seco. Mientras que la fenología en el bosque tropical será relativamente insensible a cambios moderados en la temperatura.

El objetivo general de la presente investigación es contribuir al conocimiento de la fenología de cuatro especies forestales, dos nativas provenientes del bosque húmedo tropical y dos provenientes de Australia, en ambientes urbanos.

Por lo tanto el presente estudio plantea los siguientes objetivos específicos.

- a) Determinar la época de brotamiento de hojas, floración, fructificación y caída de follaje de cedro (*Cedrela odorata*), palo borracho (*Chorisia speciosa*), roble australiano (*Grevillea robusta*) y eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) cuantitativa y cualitativamente, para el periodo 1991-1995
- b) Determinar la influencia del clima en la fenología de las especies cedro (*Cedrela odorata*), palo borracho (*Chorisia speciosa*), roble australiano (*Grevillea robusta*) y eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), para el periodo 1991-1995.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

La importancia científica y tecnológica del conocimiento fenológico en plantas tropicales, ha sido considerada por varios autores Fournier (1969, 1974, 1976 y, 1986), Daubenmire (1972), Frankie et al., (1976), Borchert (1980), Reich y Borchert (1982) y Newstrom y Frankie, (1994).

Fournier, 1978 define a la fenología como el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico como la brotación, la maduración de los frutos principalmente. Mientras, 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), la define como la repetición anual de etapas de desarrollo consecutivas, y la reconoce como una característica general de árboles. Mientras Morellato (1995), define 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 cuando, ni uno ni otro se conocen debidamente (Azkue, 2000).

A este respecto, Wang (1981), menciona que una cabal comprensión de las relaciones entre la planta y su medio, sólo se logra mediante un buen conocimiento de las características genéticas, fisiológicas y estructurales del organismo y su ambiente. Así mismo, Kramer y Kozlowski (1960), Kozlowski (1971), Larcher (1977), y Fournier y Herrera (1986) revelan que las condiciones ambientales: luz, temperatura, precipitación, humedad, vientos y gases que rodean al individuo, unidas a las características físicas, químicas, geológicas, topográficas y

biológicas del suelo, determinarán el curso del desarrollo vegetativo y reproductivo en las plantas.

2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LAS ESPECIES

2.2.1 CEDRELA ODORATA

Familia: Meliaceae

Nombre científico: *Cedrela odorata*

Nombre común: Cedro colorado, cedro de altura, Tabasco cedar (USA, GB), cedar (JA), aluk (CR), calicedro (MEX),

A) DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

- Fuste recto fuerte cilíndrico, ramificado en el último tercio, la base del fuste recta o con raíces tablares pequeñas. corteza externa ampliamente fisurada con las costillas escamosas, color marrón cenizo claro. Corteza interna exfoliante irregularmente en placas de color rosado y crema pálido, con característico y tenue olor a ajos.
- Ramas y hojas: Copa grande redondeada densa y extendida o copa achatada. Ramas ascendentes o arqueadas y gruesas. Hojas compuestas paripinnadas, también imparipinada, alternas, dispuestas en espiral, con 5-11 pares de folíolos blongos a oblongo-lanceolados, de 9 -12 cm. de longitud, opuestos o alternos, enteros, acuminados, con la base asimétrica.
- Flores: Inflorescencias en panículas largas, de 35 – 60 cm de longitud. Flores unisexuales por atrofia de uno de los sexos, de 8 – 10 mm. de longitud, con caliz y corola presentes, el pedicelo de 2 mm.. de longitud, el cáliz cuculiforme, irregularmente dentado, de 2-3 mm de longitud, los sépalos 5, glabros, los pétalos 5, libres, de 7 – 8 mm de longitud, elípticos, glabros o muy raramente pubescentes por el dorso, el androceo con 5 estambres o estaminodios soldados al andorginóforo y el ovario globoso.

- Fruto: Cápsulas elipsoides, de 3-4 cm de longitud, la superficie de color marrón claro y cubierta de lenticelas blanquecinas, los frutos abren en 5 valvas leñosas y una columna central lleva prendida numerosas semillas aladas de 2-3 cm de longitud, color castaño claro, El fruto contiene alrededor de 20 a 40 semillas y permanece adherido al árbol por un largo tiempo. (FIDE; Reynel y Pennington 2003)

B) DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA

Árbol nativo del Neotrópico, desde México atravesando Centroamérica hasta Argentina incluyendo el Caribe, Encontrándose en los bosques de las zonas de vida subtropical o tropical húmedas o estacionalmente secas, desde la latitud 26°N en la costa pacífica de México a lo largo de América Central y las indias occidentales, hasta las tierras bajas de Argentina alrededor de la latitud 28°S. Introducido en plantaciones en Uganda, Tanzania, Madagascar y Sudáfrica y varios países más del este del Asia Pacífico. Se puede encontrar siempre de manera natural en suelos bien drenados, a menudo pero no de manera exclusiva en piedra caliza, y tolera una gran temporada seca, rango de precipitación entre 2,500 y 4,000 mm y cultivada hasta con 5000 mm de lluvia, su rango de temperatura media anual es de 22 a 27° C, tolera temperatura de máximas de 35° C. En zonas con precipitaciones menores a 2500 mm. no desarrolla y presenta fustes cortos y frecuentemente torcidos. (Cintrón, 1990)

C) SILVICULTURA

Árbol que alcanza de 20 a 35 m de altura y de 20 a 80 cm. de diámetro del fuste. Especie cuya expresión fenotípica natural es caducifolia, los árboles tiran sus hojas cuando han madurado totalmente los frutos de la temporada anterior, antes de florecer. El ciclo reproductivo del cedro está sincronizado con la temporada de crecimiento del sitio; a través de su distribución florece al comienzo de la temporada lluviosa. La florescencia comienza cuando las nuevas hojas comienzan a expandirse. Especie pionera muy abundante en la vegetación secundaria de diversas selvas. Frecuente en el estrato superior de las selvas y en lugares de pastoreo, cafetales y cacaoales. Prospera en suelos de origen volcánico o calizo, siempre que tengan buen drenaje y que sean porosos en toda su profundidad. Parece preferir tierras calcáreas. Desarrolla bien en litosoles y rendzinas. Suelos: calcáreo, arcilloso, profundo, arenoso, negro-pedregoso, negro-arenoso, rojo-arcilloso, cafécalizo. Es una especie heliófita de crecimiento regular muy exigente en cuanto a luz, al igual que la caoba. Los juveniles, producto de la

regeneración natural, son incapaces de resistir sombra muy densa. Un kilogramo de semillas contiene alrededor de 30 000 a 50 000 semillas con un porcentaje de germinación de 50 a 85%. (FIDE, Urbina, (1995), Brands, (1989), Reynel y Pennington (2003))

D) USOS

Especie maderable de importancia artesanal, se utiliza para fabricar artículos torneados y esculturas. También usada en la construcción rural, La madera es blanda, liviana, fuerte, duradera y fácil de trabajar. Preferida para muebles finos, puertas y ventanas, gabinetes, decoración de interiores, carpintería en general, cajas de puros, cubiertas y forros de embarcaciones, chapas, ebanistería en general, postes, embalajes, aparatos de precisión. También en uso medicinal, sus hojas y raíces se recomiendan para tratar las molestias dentales, para lo cual se coloca en la parte afectada un trozo de la raíz molida. También es frecuente su utilización para bajar la temperatura, tratar problemas como diarrea, dolor de estómago y parásitos intestinales, mediante el cocimiento hecho a base de la raíz, tallo y hojas. (FIDE, Cubas, Reynel y Pennington 2003)

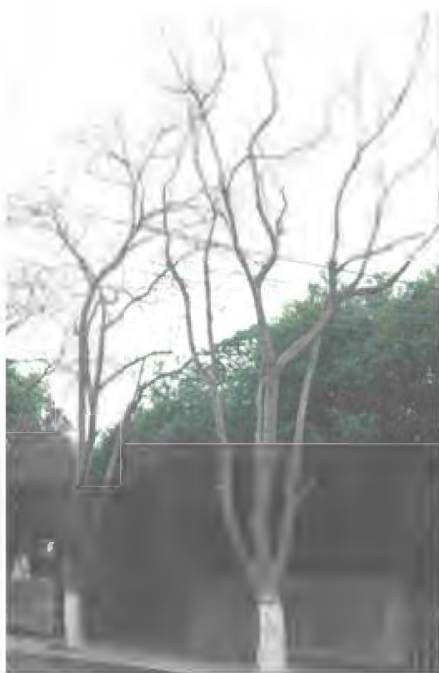


Figura 1 Árboles de *Cedrela odorata* observados en el campus de la UNALM 1995



Figura 2 Árbol de *Cedrela odorata*



Figura 3 Hojas y frutos de *Cedrela odorata*



Figura 4 Corteza de *Cedrela odorata*



Figura 5 Flores de *Cedrela odorata*



Figura 6 Frutos de *Cedrela odorata*

2.2.2 *CHORISIA SPECIOSA*

Familia: Bombacaceae

Nombre científico: *Chorisia speciosa* A. St.-Hil

Nombre común: Árbol botella, Chorisia. Corisia morada. Palo borracho rosado. Samuhú

A) DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

- Fuste: Fuste recto liso, cilíndrico de base ligeramente abombada, recubierto de agujones, con algunas estrías longitudinales, corteza medianamente gruesa, lisa y espinosa de color verdosa, tornándose grisácea con el tiempo.
- Ramas y hojas: La copa cuando crece en lugares abiertos es amplia y aparasolada, mientras que en la espesura del bosque se reduce notablemente. Las hojas son alternas dispuestas en espiral, digitadas compuestas, sostenidas por pecíolos de 6-7 cm de longitud y con 5-7 folíolos obovados, acuminados, glabros, con limbo de 6-7 cm de longitud y 3.5-4 cm de ancho; de margen aserrado en peciolulos de 1cm. caducas.
- Flores: Las flores son axilares, asimétricas y sostenidas por un pedicelo de 2 – 3 cm. de largo. Caliz campanulado de 2 cm. de largo, formado por 5 sépalos soldados y terminando en 2-5 lóbulos regulares. La corola está formada por 5 pétalos obovales de 7-10 x 2.5-3.5 cm. espatulados a oblongas, externamente seríceos, internamente glabro. margen ligeramente ondeado. Estambres 10 unidos formando un tubo de 8 cm de longitud, llevando en su ápice 5 anteras y rodeado en su base por una corona de 5 estaminodios. Ovario cónico de 4-5 mm de largo, unilocular, incompletamente 5-dividido, multiovulado, que se prolonga en un estilo filiforme que atraviesa el tubo estaminal. Estigma 5-lobado bien visible.
- Frutos: Es una cápsula coriácea piriforme u oblonga, de 12-18 x 9-12 cm, 5-valvado, con la superficie lisa brillante y de color pardo a la madurez. Su interior está ocupado por largas fibras blancas y sedosas que envuelven a numerosas semillas negruzcas, pequeñas más o menos circulares y achatadas, de 5 mm de diámetro. (FIDE, Sousa et al 2003 y, Universidad de las Islas Baleare (s.f))

B) DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA

Especie nativa de Sudamérica, se le encuentra en Perú, Argentina, Bolivia y Paraguay. Su área de ocurrencia abarca principalmente las florestas mesófilas semidecíduas, entre las latitudes 12° a 30°. También es cultivada en regiones tropicales y subtropicales, en el hemisferio norte, hasta las Antillas y el sur de los Estados Unidos. (FIDE, Sousa et al. 2003 y Universidad de las Islas Baleares)

C) SILVICULTURA

Árbol de expresión fenotípica caducifolia, tiene una altura promedio de 10- 20 m. Especie heliófita resistente a la sequía, de rápido crecimiento y poco exigente en suelos pero se adapta mejor a sitios con suelos bien drenados. Árbol propio de climas cálidos, ya que sólo aguanta heladas débiles. Soporta la sequía y la cal pero no la sal del suelo. Presenta resistencia media al viento. En lugares públicos deben eliminarse las fuertes espinas de su tronco, al menos en su parte inferior, pues pueden provocar accidentes, se deben de realizar podas de formación muy ligeras. No es atacado por plagas ni enfermedades de importancia. Se multiplica normalmente por semillas que sólo son producidas por los ejemplares adultos. El fruto una vez maduro comienza a abrirse, por lo que hay que darse prisa antes de que las semillas sean dispersadas por el viento. Las semillas se siembran directamente, sin tratamientos previos, y germinan con facilidad. Cada árbol produce en promedio entre 300 a 700 frutos cada uno con cerca de 120 a 200 semillas Nunca es muy abundante pero su distribución es amplia. (FIDE; Sousa et al. 2003 y Universidad de las Islas Baleares, Carvalho 1994)

D) USOS

Sus flores y la forma novedosa del tronco le brindan un alto valor ornamental. Su madera no tiene muchas aplicaciones. La fibra algodonosa de su fruto tiene aplicación en la fabricación de rellenos de asientos, de colchones. También es utilizada como material aislante. La madera es utilizada en aeromodelismo. (FIDE; Sousa et al. 2003 y Universidad de las Islas Baleares)



Figura 7 Árbol de *Chorisia speciosa* observado en el campus de la UNALM 1995



Figura 8 Árbol de *Chorisia speciosa* observado en el campus de la UNALM 2006.



Figura 9 Hojas de *Chorisia speciosa*



Figura 10 Fruto de *Chorisia speciosa*



Figura 11 Flor de *Chorisia speciosa*



Figura 12 Semillas de *Chorisia speciosa*

2.2.3 GREVILLEA ROBUSTA

Familia: Proteaceae

Nombre científico: *Grevillea robusta* A. Cunn.

Nombre común: roble australiano, pino de oro, roble sedoso

A) DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

- Fuste: cilíndrico recto a levemente inclinado, la corteza posee un diseño agrietado, de color grisáceo y hendida.
- Ramas y hojas: Copa angosta y alargada de forma piramidal, hojas alternas compuestas, pinnadas o bipinnadas (doblemente dividida en forma de pluma) de 20-30 cm. de largo, pecíolo de 2-6 cm de longitud, pubescente en toda su extensión, con pelos rectos y cortos que continúan sobre la nervadura central, color verde oscuro por el haz y ceniciento por la cara inferior.
- Flores: Rojo-anaranjadas en racimos unilaterales, en la extremidad de las cortas ramitas laterales.
- Fruto: Es un folículo aplanado, coriáceo, leñoso, gris oscuro con una punta curvada en su extremo, deshicente, de 1,5 – 2 cm de largo. Semillas aladas, castañas claras. (FIDE; Cubas, s.f ; Little1986)

B) DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA

Árbol originario de los bosques subtropicales del sudeste de Australia. Se desarrolla latitudinalmente en el este de Australia desde los 25°50'S hasta los 30°10'S, y altitudinalmente desde el nivel del mar hasta los 1100 msnm. El rango de temperatura de la zona de origen va de los 14.7° C a los 20.1° C. Pueden tolerar un amplio rango de climas como en su lugar natural, zonas áridas semiáridas y en zonas de temperaturas elevadas, sin embargo, prefiere los climas templados, siendo resistente a las heladas por periodos cortos. (FIDE; Harwood, 1992; Little, 1986)

C) SILVICULTURA

Árbol con una altura promedio de 20 metros y de 40 a 90 cm de diámetro del fuste. Especie cuya expresión fenotípica natural es perennifolia, condición que puede variar por influencia de las características del sitio. Se propaga por estacas maduras y por semillas. Se adapta a suelos pesados, si bien su mejor crecimiento lo adquiere en suelos franco-arenosos, profundos y frescos, medianamente ligeros y bien drenados. Especie heliófita que puede tolerar más de 6 horas de pleno sol al día. Es de crecimiento rápido durante los primeros años, alcanzando 9 metros durante los 6 primeros años, luego esta velocidad de crecimiento va decreciendo y se hace más lenta. Hay que tener en cuenta su gran desarrollo para evitar plantarlo cerca de edificaciones. Requiere riego regular, con necesidades mínimas de aproximadamente 15 litros de agua por semana, pudiéndose reducir a 8 o 7 litros por semana. Un kilogramo de semillas contiene en promedio 70 000 unidades con un porcentaje de germinación promedio de 59%. Se reproduce por semillas, que deben ser recogidas ni bien maduran, ya que son dispersadas por el viento en pocos días. (FIDE; Cubas, s.f; Little, 1986)

D) USOS

En el campo, se le utiliza como cortinas rompevientos, también en agroforestería para dar sombra a plantaciones de té y café, también es muy utilizado como planta ornamental, y en carpintería para fabricar envases, piezas curvadas, zócalos, molduras y cielos rasos. (FIDE; Harwood, 1992; Little, 1986)



Figura 13 *Grevillea robusta*, individuos observados en el campus de la UNALM 1995



Figura 14 *Grevillea robusta*, individuos observados en el campus de la UNALM 2006



Figura 15 Frutos de *Grevillea robusta*



Figura 16 Inflorescencias de *Grevillea robusta*



Figura 17 Hojas de *Grevillea robusta*

2.2.4 *EUCALYPTUS CITRIODORA*

Familia: Myrtaceae

Nombre científico: *Eucalyptus citriodora* Hook.

Nombre común: eucalipto, gomero de olor a limón

A) DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

- Fuste: alto con el tronco recto, corteza gris, pelado en escalas irregulares o a manera de parches moteados, corteza interna blanquecina que se tornea azulada al exponerse a superficies polvorientas.
- Ramas y hojas: Hojas juveniles opuestas, pecioladas, oblongas u oblongo-lanceoladas con pilosidad abundante. Hojas adultas alternas, pecioladas, lanceoladas, de color verde brillante en ambas caras con nervaduras esparcidas, de 10-20 cm de longitud, 1 a 2.5 cm de ancho. Todas las hojas desprenden un olor fuerte a limón lo cual da origen a su nombre.
- Flores: florece profusamente en umbelas de 3 a 5 flores de brotes ovoides de 8 – 12 mm. de longitud, 5-8 mm. de ancho. Muchos estambres filamentosos, blancos, de 6 mm. de longitud, anteras con gandula larga. Pistilo de ovario ínfero, trilocular.

- Frutos: en cápsula urceolada u ovoide, con pedicelo, que se angosta en un cuello corto, 10 – 12 mm de longitud, de color marrón con puntos dispersos, de forma irregularmente elipsoides de 4 – 5 mm de longitud, de un color negro brillante. (FIDE; Duke, 1983)

B) DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA

Árbol nativo de la parte central y costa norte de Queensland en Australia, extendiéndose hasta 200 millas, presentándose en ocurrencia intermitente más hacia el norte. Se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 1300 msnm., siendo su localización preponderante en altiplanicies y zonas costeras puede tolerar un amplio rango de temperaturas que van de una mínima absoluta de -3.5° C a una máxima absoluta de 44.5° C, siendo el rango de temperatura media anual de 15° - 27° C. y una precipitación media anual de 635 mm – 1016 mm. (FIDE; Duke, 1983)

C) SILVICULTURA:

Árbol con una altura promedio de 24 a 40 m de alto y de 0.6 a 1.3 m de diámetro del fuste. Especie cuya expresión fenotípica es perennifolia, se propaga por semillas, Las semillas recién sembradas y las plantitas jóvenes necesitan media sombra para mantener la humedad y la sombra debe quitarse gradualmente. Se adapta a una gran variedad de suelos crece en suelos limo-arenosos, franco de podsol y laterítico, bien drenados, no es muy exigente y se adapta bien a suelos pobres, en gravas, arenosos, poco expuestos grises y rojizos, con subsuelos bien drenados, las plantaciones pueden hacerse en suelos rojos, grises, crece también sobre arcillas granzonosas dura. Tienen una alta resistencia a las heladas y a las sequías. Es de crecimiento rápido, en Argentina llegó a crecer en 17.6 m³ por ha/año con solo dos riegos anuales. Se trata de una especie heliófita exigente en luz. Un kilogramo de semillas contiene en promedio 57000 a 99000 unidades. (FIDE, Duke, 1983)

D) USOS:

Usada para durmientes, postes, mangos herramientas, produce vigas de buena calidad. Más pesada que la mayoría de los eucaliptos producidos en plantación. De las hojas se obtiene aceite de citronella. (FIDE, Duke, 1983)



Figura 18 Árboles de *Eucalyntus citriodora* Observados en la UNALM 1995



Figura 19 Hojas de *Eucalyptus citriodora*



Figura 20 Hojas de *Eucalyptus citriodora*



Figura 21 Frutos de *Eucalyptus citriodora*

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó dentro del campus universitario de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), la cual está ubicada en la ciudad de Lima. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 12° 05' LS y 76° 56' LO a 251 msnm. Ver anexo 1.

De acuerdo a la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (ONERN, 1976). El área de estudio se ubica en la formación ecológica desierto desecado subtropical (dd-S).

EL clima del área de estudio se caracteriza por tener una temperatura media anual de 18.9° C, una precipitación promedio de 1,15 mm y humedad relativa de 84%. Los datos meteorológicos de temperatura humedad y precipitación utilizados para el análisis fueron solicitados a la Estación Meteorológica Alexander von Humboldt, UNALM.

3.2 SELECCIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA

El criterio de selección de las especies arbóreas se concentró en su mayor atractivo recreacional (abundancia y tamaño de flores y de follaje) que influyen en la belleza y colorido del campus universitario, así como su importancia económica en el caso del cedro.

Sobre la base del catálogo “Árboles y arbustos del Campus Universitario (Ríos, 1986), se escogieron las siguientes especies forestales: *Cedrela odorata*, *Chrorisia speciosa*, *Grevillea robusta* y *Eucalyptus citriodora*.

Se seleccionaron 10 árboles por especie, en base a la metodología desarrollada por Fournier y Charpentier (1975), en el que afirman que son suficientes 10 individuos para representar la población en estudios fenológicos, además se tuvo en cuenta las siguientes características:

- Árbol maduro: árbol en edad reproductiva (que ya florecen).
- Sanos, libres de infestaciones e infecciones.
- Diámetros variables

3.3 OBSERVACIONES FENOLÓGICAS

3.3.1 ANTECEDENTES

Los primeros antecedentes de esta investigación se encuentran en la iniciativa del área de Dendrología, Ecología y Silvicultura del Departamento de Manejo Forestal de la UNALM, al reconocer que éste era un tema escasamente atendido en la investigación forestal peruana y pensando en la contribución al conocimiento de la variabilidad climática en el trópico y el desarrollo urbano.

Teniendo en cuenta esa realidad Manta (1991), gestionó recursos financieros ante la escuela de post-grado para la realización de observaciones fenológicas de las especies forestales del campus universitario desde 1991 hasta 1995. Compartiendo el convencimiento de generar conocimiento científico, y a la vez aplicado, se emprendió la tarea de continuar la investigación y esta iniciativa.

3.3.2 METODOLOGÍA Y FRECUENCIA DE LAS OBSERVACIONES

Los individuos fueron marcados con pintura amarilla a la altura del pecho, indicando con un número quebrado la zona del campus universitario al que pertenecen y el número de individuo. Los cuadros 1, 2, 3 y 4 muestran las especies estudiadas, las categorías taxonómicas y el número de árboles observados por especie.

Las observaciones se realizaron semanalmente siguiendo la metodología de Fournier (1974), esta consiste en usar una escala de 0 a 4; donde 0 es ausencia del evento fenológico o fenofase, 1 corresponde de 1 a 25%, 2 de 26 a 50%, 3 de 51 a 75% y 4 de 76 a 100% de presencia del evento. Estas observaciones fueron hechas durante un periodo de 45 meses, de agosto de 1991 a abril de 1995, obteniéndose un registro mensual, estacional y anual. Para esto se utilizaron binoculares de 10x40. Los eventos fenológicos o fenofases “i” observados fueron: brotamiento de las hojas, floración, fructificación, y caída de follaje.

Cuadro 1 Ubicación y código de los árboles estudiados de *Cedrela odorata*

Familia : Meliaceae	
Especie: <i>Cedrela odorata</i>	
Código de la especie a evaluar	Zona de ubicación en el campus
Ced II 89	Zona II
Ced II 88	Zona II
Ced II 87	Zona II
Ced II 86	Zona II
Ced II 85	Zona II
Ced II 84	Zona II
Ced II 83	Zona II
Ced II 82	Zona II
Ced II 81	Zona II
Ced II 80	Zona II

Cuadro 2 Ubicación y código de los árboles estudiados de *Chorisia speciosa*

Familia: Bombacaceae	
Especie : <i>Chorisia speciosa</i>	
Código de la especie a evaluar	Zona de ubicación en el campus
Chor I 82	Zona I
Chor II 39	Zona II
Chor I 69	Zona I
Chor VI SN	Zona VI
Chor II 40	Zona II
Chor VI 34	Zona VI
Chor IV 31	Zona IV
Chor VI 37	Zona VI
Chor VI 36	Zona VI
Chor VI 35	Zona VI

Cuadro 3 Ubicación y código de los árboles estudiados de *Grevillea robusta*

Familia: Proteaceae	
Especie: <i>Grevillea robusta</i>	
Código de la especie a evaluar	Zona de ubicación en el campus
Grev II 62	Zona II
Grev II 61	Zona II
Grev II 60	Zona II
Grev II 59	Zona II
Grev II 58	Zona II
Grev II 57	Zona II
Grev II 56	Zona II
Grev II 55	Zona II
Grev II 54	Zona II
Grev II 53	Zona II

Cuadro 4 Ubicación y código de los árboles estudiados de *Eucalyptus citriodora*

Familia: Myrtaceae	
Especie : <i>Eucalyptus citriodora</i>	
Código de la especie a evaluar	Zona de ubicación en el campus
Euc II 72	Zona II
Euc II 71	Zona II
Euc II 70	Zona II
Euc II 69	Zona II
Euc II 68	Zona II
Euc II 67	Zona II
Euc II 66	Zona II
Euc II 65	Zona II
Euc II 64	Zona II

Se considera que:

- El brotamiento de las hojas, cuando la copa del árbol se cubre con hojas tiernas y jóvenes.
- El árbol esta en floración cuando la copa del árbol presenta los primeros botones y cuando las flores están abiertas.
- La fructificación cuando la copa del árbol presenta los primeros frutos verdes y cuando los frutos están maduros.
- La caída de follaje, cuando la copa del árbol empieza a perder hojas maduras. Se mide en porcentaje de la copa del árbol sin hojas.

La información obtenida de las observaciones se llenó en los formularios que se muestran en el Anexo 2.

Para analizar la influencia del clima en la fenología de los individuos seleccionados, se obtuvo información mensual de temperatura, precipitación y humedad relativa de los años 1991, 1992, 1993, 1994 y 1995, de la estación meteorológica “Alexander von Humboldt”. (Ver Anexo 3)

3.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1 DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO CUANTITATIVO

El comportamiento fenológico cuantitativo de cada especie se estudió en base a la metodología desarrollada por Fournier (1974):

- a) Índice de intensidad o producción promedio mensual del evento

La producción promedio mensual de un evento fenológico “i” fue determinado de acuerdo a:

$$PPM_i = \frac{\sum \text{del porcentaje producción individual mensual}}{\text{Total de individuos observados}}$$

Donde:

PPM_i = Producción promedio mensual del evento fenológico “i”

i = Evento fenológico: brotamiento, floración, fructificación y caída de follaje

b) Duración

Se estimó en base al número de meses que permaneció el evento “i” en la copa de uno o más árboles de la especie

c) Índice de actividad o Sincronía del evento

Se calculó de acuerdo a la simultaneidad en la ocurrencia del evento “i” entre los individuos de una especie, es decir el número de veces que el evento “i” se manifiesta utilizando la siguiente equivalencia:

Nº de árboles en porcentaje que muestran el evento fenológico “i”	Tipo de Evento
$76\% \leq i \leq 100\%$	Sincrónico
$51\% \leq i \leq 75\%$	Poco sincrónico a sincrónico
$26\% \leq i \leq 50\%$	Poco sincrónico
$1\% \leq i \leq 25\%$	Asincrónico

3.4.2 DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO CUALITATIVO

El comportamiento cualitativo se determinó mediante la periodicidad del evento fenológico “i”.

Periodicidad

La periodicidad de un evento fenológico o fenofase se deduce de la gráfica de intensidad o “PPM_i” versus el tiempo. La periodicidad es una variable cualitativa que identifica a la especie como:

Anual: Si los individuos de la especie presentan un periodo bien definido de actividad al año.

Sub-anual: Si presentan dos o más periodos definidos de actividad al año.

Supra-anual: Si muestran actividad cada dos o más años.

Continuo: Si presentan actividad durante todo o casi todo el tiempo de observación, sin picos definidos de actividad sub-anual o supra-anual

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DE LA FENOLOGÍA *PER SE*

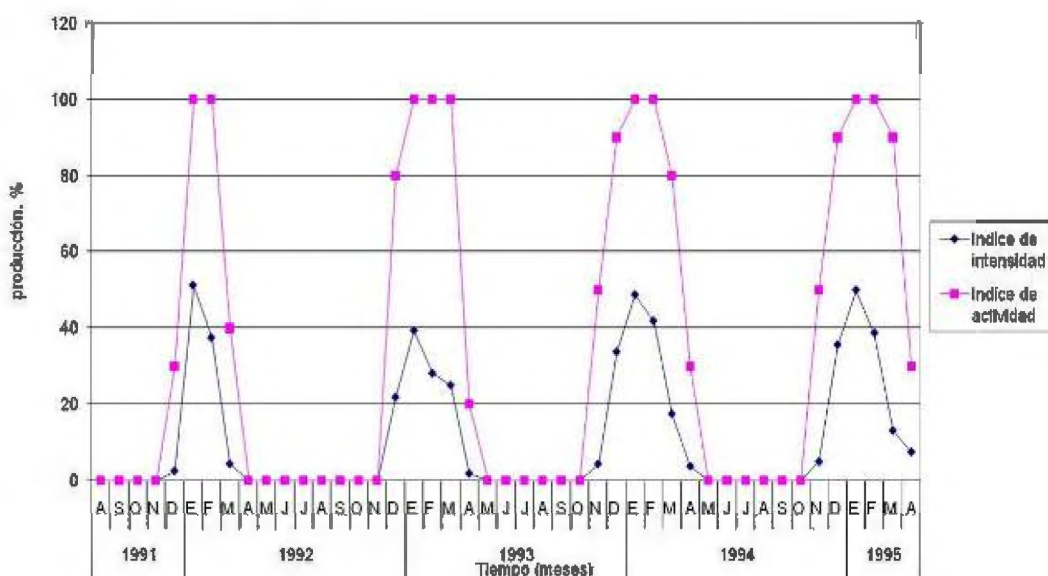
Para analizar el hecho fenológico por sí mismo, se presentan los resultados de las observaciones fenológicas efectuadas en cuatro variables o eventos, para cada una de las especies estudiadas: Brotamiento, floración, fructificación y caída de follaje. Los resultados semanales pueden ser observados en el Anexo 4.

4.1.1 *CEDRELA ODORATA*

A) *BROTAMIENTO*

La fenofase de brotamiento en *Cedrela odorata* se muestra en la Figura 22. El análisis realizado revela que los picos máximos del índice de intensidad o de la producción promedio mensual del evento se presentaron en enero de todos los años observados: 51% (1992); 39% (1993); 49% (1994) y, 50% (1995). El evento tiene una duración promedio de **cinco meses**, de noviembre/diciembre a marzo/abril. En lo que concierne al índice de actividad o sincronía, la información procesada muestra que todos los individuos analizados (100%) presentaron el evento de brotamiento de hojas por lo que se puede colegir que se trata de un **evento sincrónico** para la especie. Respecto de los resultados esperados en términos cualitativos (periodicidad del evento) se puede afirmar que la **fenofase** de brotamiento de hojas es **anual** ya que los individuos la manifestaron en un periodo definido del año.

Figura 22 Brotamiento mensual de *Cedrela odorata* durante el tiempo observado



B) FLORACIÓN

En las Figuras 23 y 24 se muestran los resultados obtenidos para el análisis de la floración. Esta fue evaluada en dos etapas. En la Figura 23, se presentan los índices de los primeros botones; y en la Figura 24, se presentan los índices de producción de las flores desarrolladas, vistosas y más llamativas en la copa del árbol. Los picos de intensidad o producción promedio mensual de la floración en botón se presentaron en febrero de los años observados con un promedio del 45% de flores en la copa del árbol, mientras que los picos de intensidad o producción promedio mensual de la floración propiamente dicha se presentaron: en un 40% en la copa del árbol en el mes de febrero de los años 1992 y 1993, en un 31% y 36% en la copa del árbol en marzo de 1994 y 1995 respectivamente. Se determinó que el periodo de actividad en esta fenofase duró **cinco meses**: de enero a mayo. En cuanto al índice de actividad o sincronía anotamos que se trata de un evento **sincrónico** ya que el 100% de los individuos manifestaron el evento entre los meses de febrero a marzo en 1992 y 1994; en febrero de 1993 se observó así mismo el 100% y en marzo de 1995 la intensidad registrada fue de 90%. Como se aprecia en las figuras 23 y 24, durante el último periodo (1995) se registró un menor índice de actividad (90%) y no obstante la intensidad promedio se mantuvo en los rangos observados en los años anteriores.

Debe mencionarse que estas diferencias pudieron ser provocadas por la pérdida de las flores en botón debido a causas naturales o colección humana, que generalmente se realiza con fines de enseñanza. Al presentar un solo periodo definido de floración a lo largo del año, se puede colegir que se trata de una **fenofase anual**.

Figura 23 Producción mensual de floración en botón de *Cedrela odorata* durante el tiempo observado

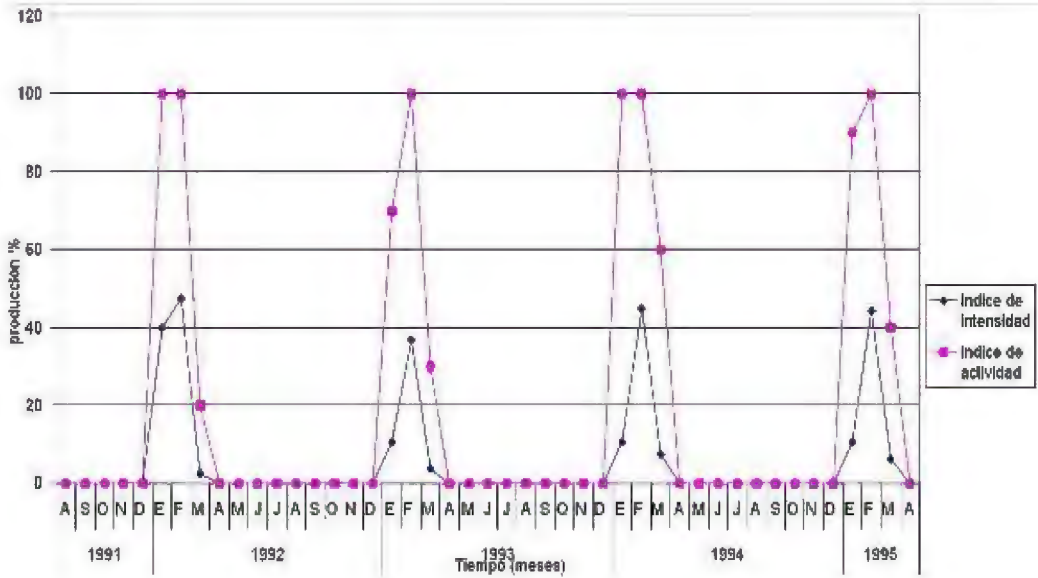
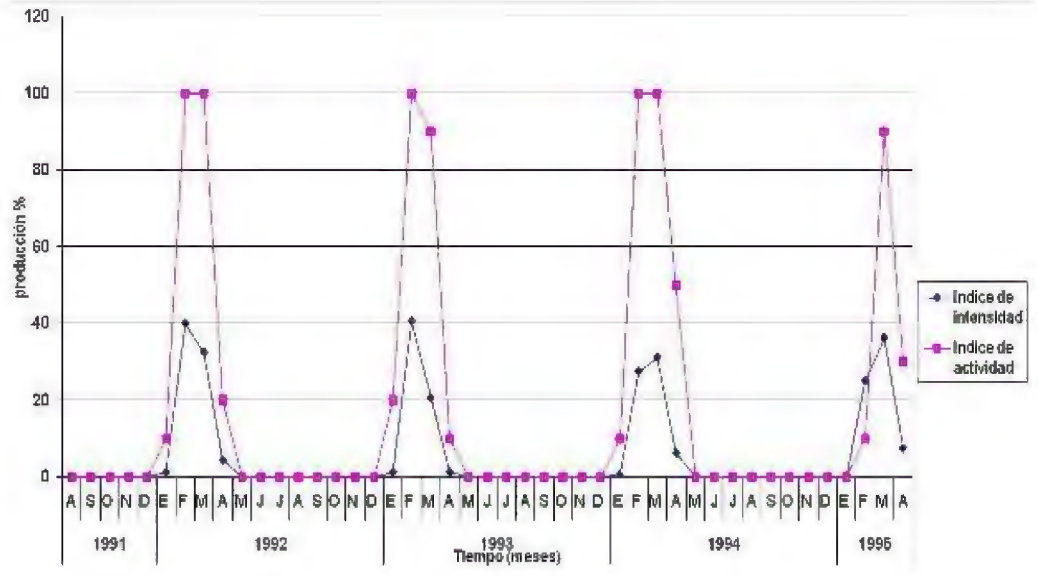


Figura 24 Producción mensual de floración de *Cedrela odorata* durante el tiempo observado



C) FRUCTIFICACIÓN

El comportamiento de la fenofase de fructificación se puede observar en las Figuras 25 y 26: La Figura 25 corresponde a los frutos verdes y la Figura 26 a los frutos maduros. Los porcentajes del índice de intensidad o de la producción promedio mensual son variables en los periodos de la actividad. De la curva del índice de intensidad o producción promedio mensual de frutos verdes se observa que: en mayo de 1992 alcanzó el 66%, en marzo de 1993 el pico máximo fue de 87% y en abril de 1994 llego hasta 92.5%, mientras que para la curva de índice intensidad de frutos maduros la intensidad tiende a ser menor, el primer pico observado es el de octubre de 1992 con 57%, luego se presenta otro en julio de 1993 con 66% y uno más en agosto de 1994 con 98%. La fenofase de fructificación completa tiene una duración de **9 meses** de marzo a noviembre. Es importante mencionar que la actividad reproductiva puede haber finalizado antes de los 9 meses (posiblemente en julio momento en el que se observó la finalización de los frutos verdes), ya que los frutos se mantienen en la copa del árbol por un tiempo adicional, dejando caer las semillas. Los picos del índice de actividad se dan entre junio y julio de 1992 (90%), mayo y junio de 1993 (90%) y de mayo a agosto de 1994(100%); seguidos, en cada año, de una ligera caída hasta el 60 y 70%, manteniéndose por un mes, lo que nos indica una alta **sincronía** del evento. Como los individuos presentan un periodo bien definido de fructificación, se puede afirmar que esta **fenofase es anual**. Cabe destacar que hubo un individuo que no presentó producción de frutos hasta el año 1993 por lo que se podría suponer que se trataba de un individuo joven y que aún no se encontraba en su edad reproductiva.

Figura 25 Producción mensual de frutos verdes de *Cedrela odorata* durante el tiempo observado

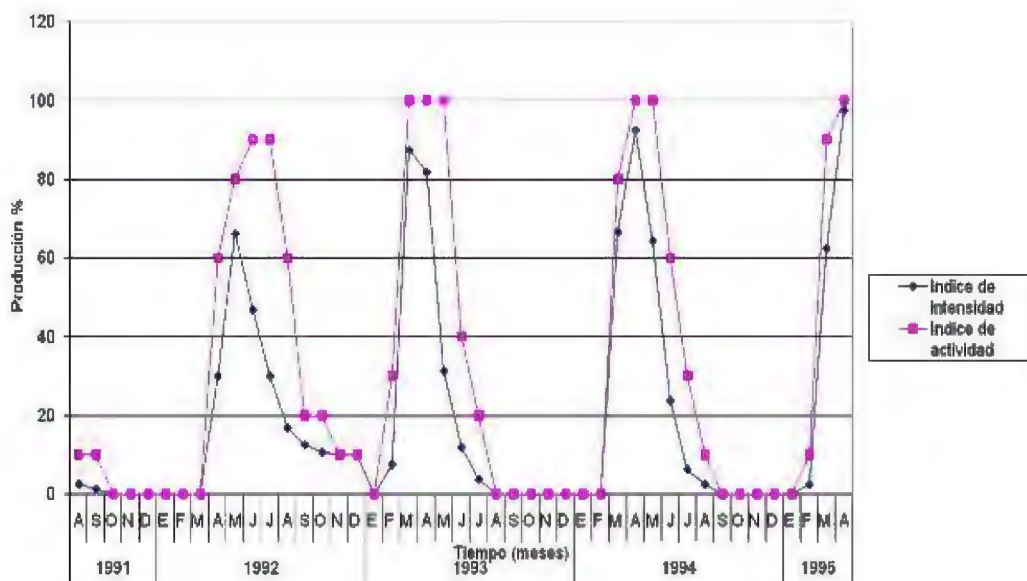
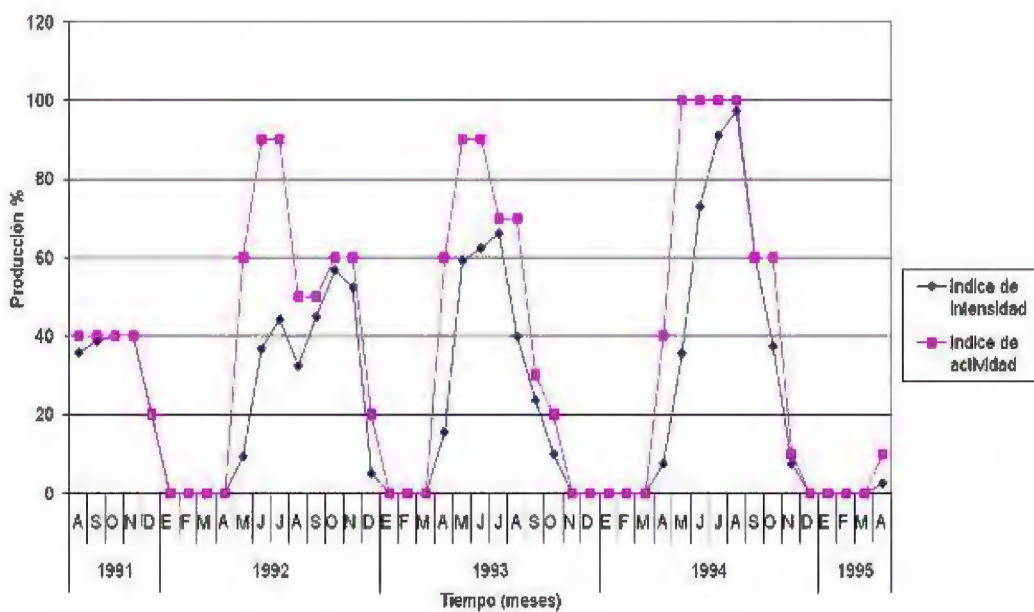


Figura 26 Producción mensual de frutos maduros de *Cedrela odorata* durante el tiempo observado

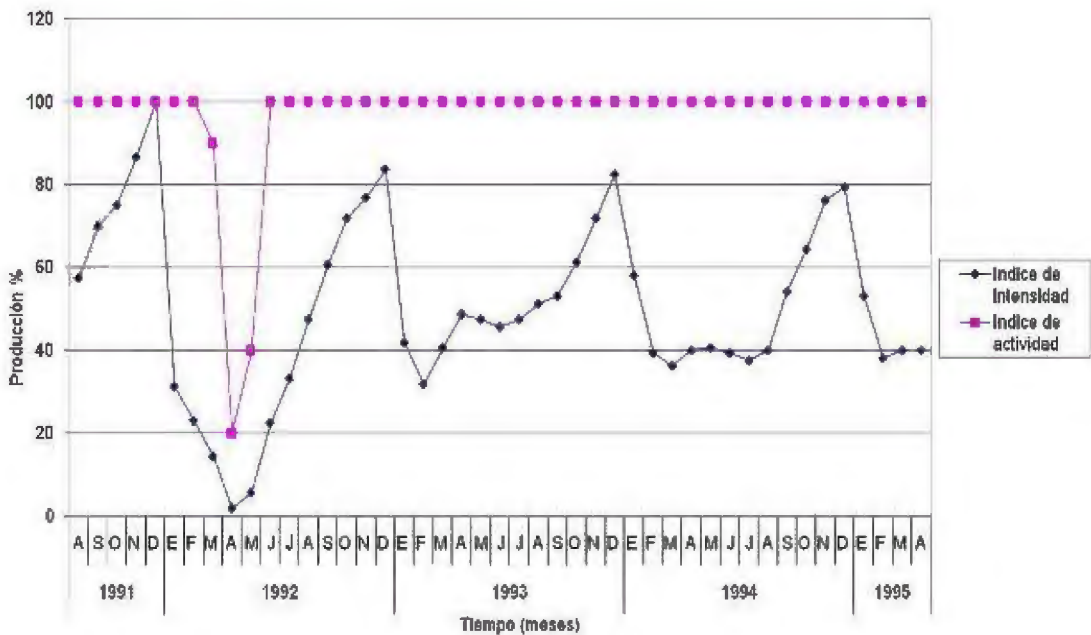


D) CAÍDA DE FOLLAJE

El evento de caída de follaje está representado en la Figura 27, de cuya observación se infieren los siguientes resultados: La curva del índice de intensidad o producción promedio mensual, nos muestra que los picos de intensidad se presentaron en diciembre de todos los años estudiados. En 1991 alcanzó el 100%, 1992 el 84%, 1993 el 83% y en 1994 alcanzó el 79%, pero asimismo se observa un desequilibrio en abril de 1992, llegando casi a cero en la intensidad del evento, lo que se puede explicar por una posible poda dentro del campus. El evento se presentó a lo largo de todo el periodo observado, por lo que se registra una duración de 12 meses. La curva del índice de actividad mostró un patrón continuo y homogéneo, destacando la actividad al 100 % de los individuos con una pronunciada variante presentada en abril de 1992, como ya se anotó, en que la actividad desciende hasta un 20 % de los individuos evaluados. Se puede afirmar así, que se trata de una especie con **sincronía** para este evento.

De acuerdo a la figura 27, esta fenofase tiende a presentar un pico definido al año, por lo tanto, la caída de follaje para la especie es de tipo **anual**.

Figura 27 Caída de follaje mensual de *Cedrela odorata* durante el tiempo observado

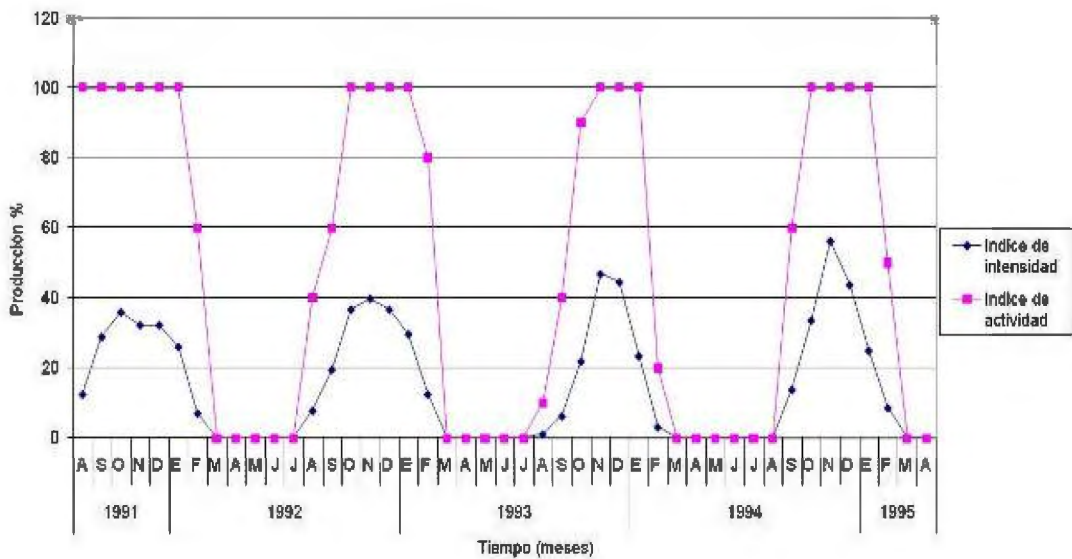


4.1.2 CHORISIA SPECIOSA

A) BROTAMIENTO

Las curvas de variación de la producción promedio mensual de brotamiento para esta especie a través del tiempo, se observan en la Figura 28. Como se aprecia, los picos de producción se presentan entre los meses de octubre y noviembre de cada año estudiado. En el periodo comprendido entre agosto de 1991 y marzo de 1992 el máximo se encontró en octubre con 36%; el máximo del periodo julio de 1992 a marzo de 1993 ocurrió en noviembre con 40%; el máximo del periodo agosto de 1993 a marzo de 1994 se alcanzó en noviembre con el 47%; y, el correspondiente al periodo agosto de 1994 a febrero de 1995 se encontró en noviembre con un valor de 56%. El evento se observa entre los meses de agosto a marzo, con una duración de **8 meses**, lo que le da un aspecto saludable por el color verde intenso de las hojas jóvenes. El índice de actividad o sincronía se presenta armónicamente con el índice de intensidad, alcanzando sus picos máximos, en general al 100%, durante la manifestación del evento, lo que lo identifica como un evento **sincrónico**. Respecto a la periodicidad de la fenofase, debemos mencionar que se trata de **un evento anual**, ya que se presenta en un periodo definido del año.

Figura 28 Producción mensual de brotamiento de *Chorisia speciosa* durante el tiempo observado



B) FLORACIÓN

El comportamiento de la fenofase de floración se muestra en las figuras 29 y 30. Los siguientes son los principales resultados observados: los picos máximos del índice de producción promedio mensual para la floración en botón se registraron como se indican: abril de 1992 registró una producción máxima de 26%, marzo de 1993 alcanzó un 45%, en abril de 1994 llegó hasta 32% y en marzo de 1995 registró 17%. Mientras, el índice de intensidad o producción promedio mensual de la floración propiamente dicha (flores abiertas y maduras) se obtuvo que los picos máximos se registraron en el mes de abril de los años estudiados, donde: en 1992 el pico fue de 34%; en 1993 el pico alcanzó el 36%; en 1994 el pico fue de 34%. Debe mencionarse que, solo es posible observar la misma tendencia, no identificándose el pico por haber concluido el periodo de observaciones. El evento, tal como se observa, tiene una duración de 6 meses, y se manifiesta entre los meses de enero a junio de cada año. El índice de actividad indica que todos los individuos observados llegan a manifestar el evento fenológico de floración (100%), por lo que se le considera un evento **sincrónico**. Acerca de la periodicidad del evento, se anota que esta se manifiesta una sola vez al año, de manera muy definida, por lo que es considerada una **fenofase anual**.

Figura 29 Producción mensual de Floración en botón de *Chorisia speciosa* durante el tiempo observado

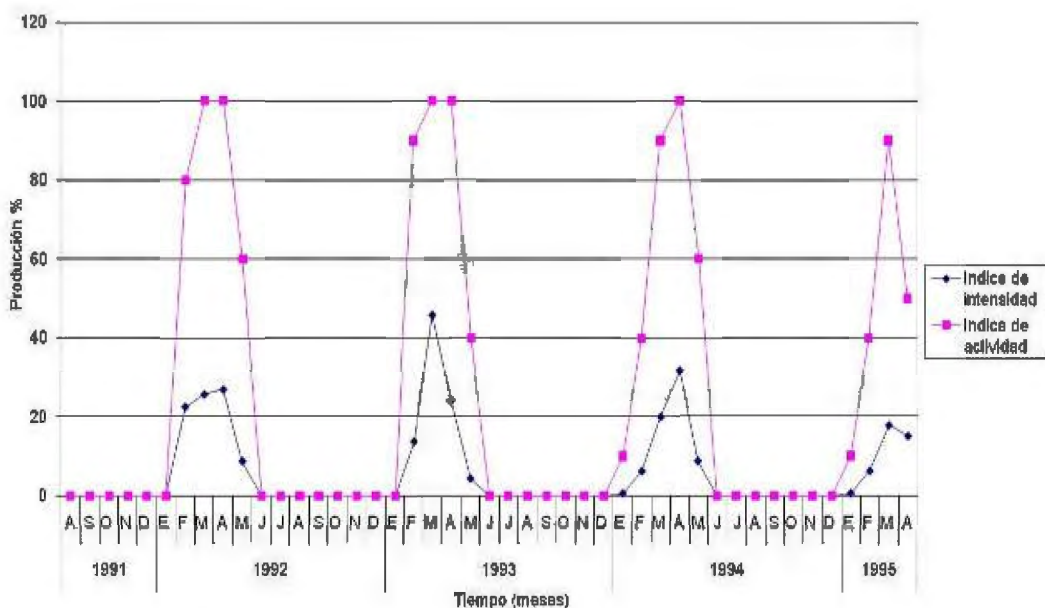
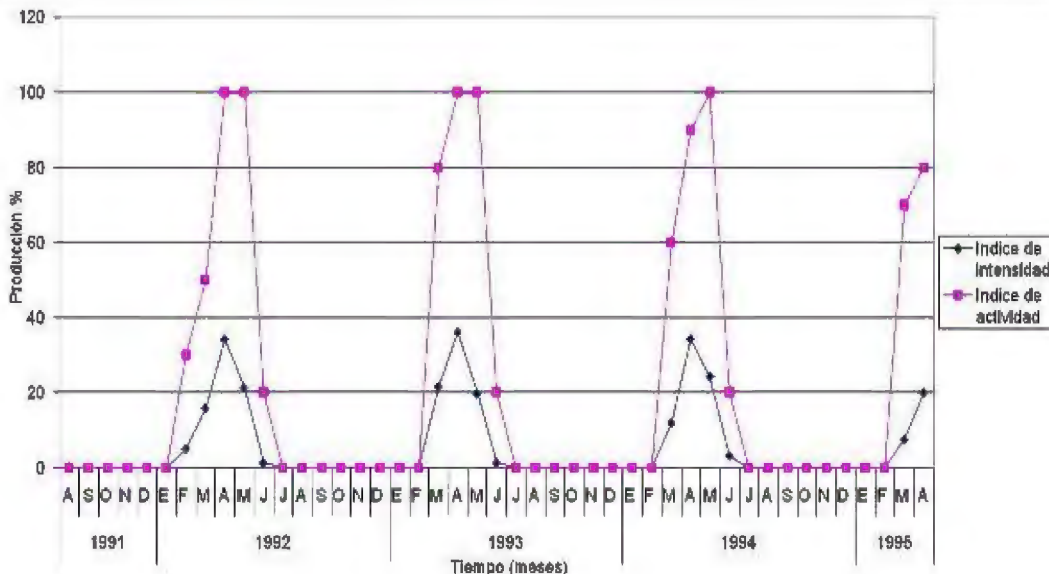


Figura 30 Producción mensual de floración de *Chorisia speciosa* durante el tiempo observado



C) FRUCTIFICACIÓN

El evento de fructificación se presenta en los Figuras 31 y 32. De la observación de las curvas construidas se puede inferir que la producción de frutos verdes es mucho mayor que la producción de frutos maduros. En relación con la producción promedio mensual o índice de intensidad, se afirma que, para la producción de frutos verdes, el pico máximo se alcanza en el mes de junio de cada año. El pico máximo alcanzado fue de 50% en junio de 1992; 47% en junio de 1993; y, 58% en junio de 1994. De otro lado, para el índice de intensidad (Figura 37) de la producción de frutos maduros, podemos señalar que el pico máximo observado se da en cada mes de julio dado que los frutos cambian de color en un mes aproximadamente. Así se encontró que, en julio de 1992 el pico fue de 36%; en julio de 1993 se registró 40%; y, en julio de 1994 se registró 41%. La duración del evento alcanza a **5 meses** registrándose en los meses de marzo/abril a julio/agosto de cada año. El índice de actividad o sincronía observado, revela que el evento presenta características de **poco sincrónico a sincrónico**, ya que solo el 60 % de los individuos manifestaron el evento en los años 1992 y 1993, en tanto que en 1994 se observó un 80 % de incidencia. La periodicidad de la **fenofase es anual** por manifestarse, definitivamente, una vez al año.

Figura 31 Producción mensual de frutos verdes de *Chorisia speciosa* durante el tiempo observado

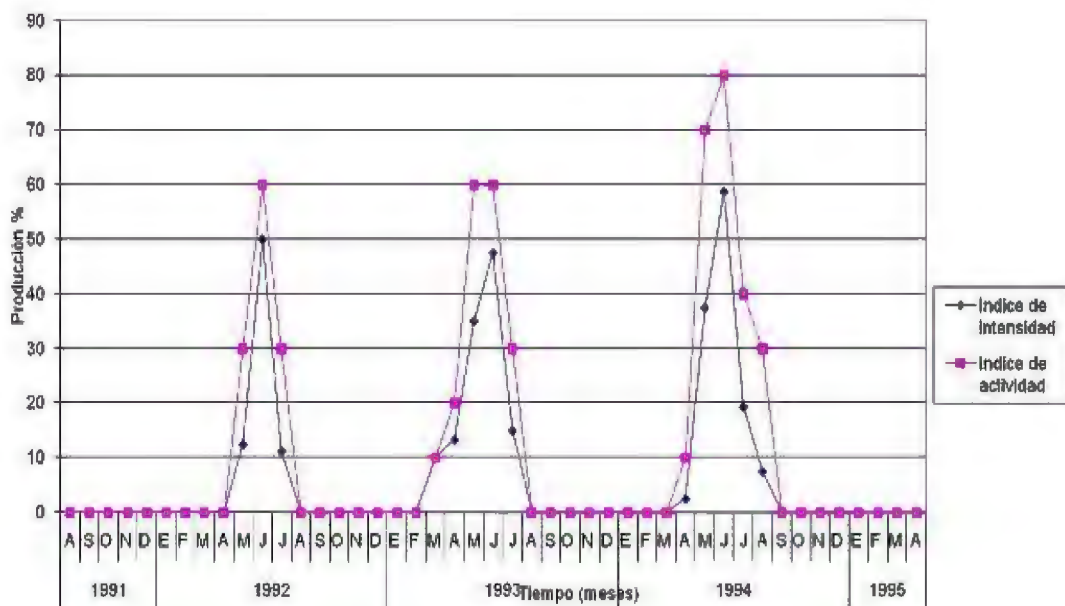
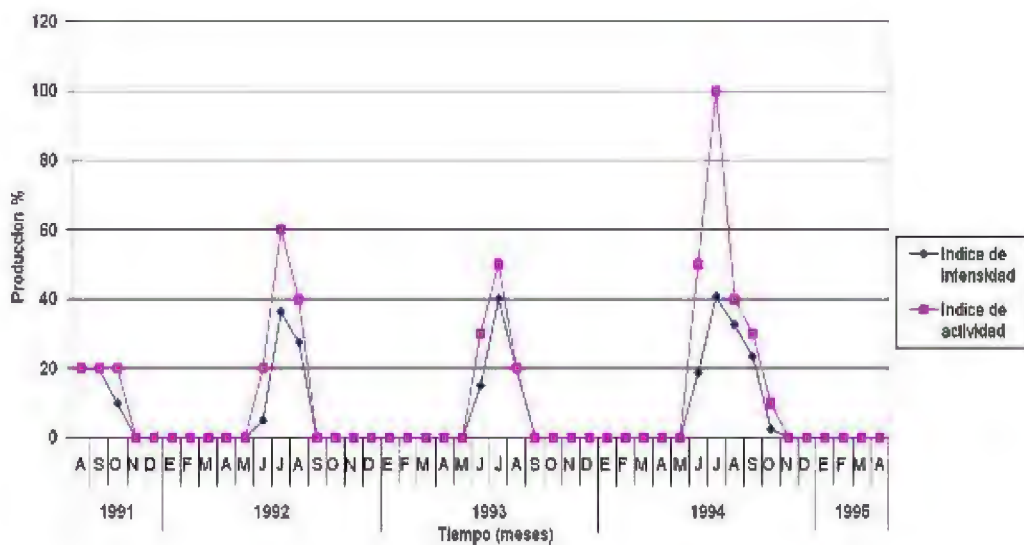


Figura 32 Producción mensual de frutos maduros de *Chorisia speciosa* durante el tiempo observado

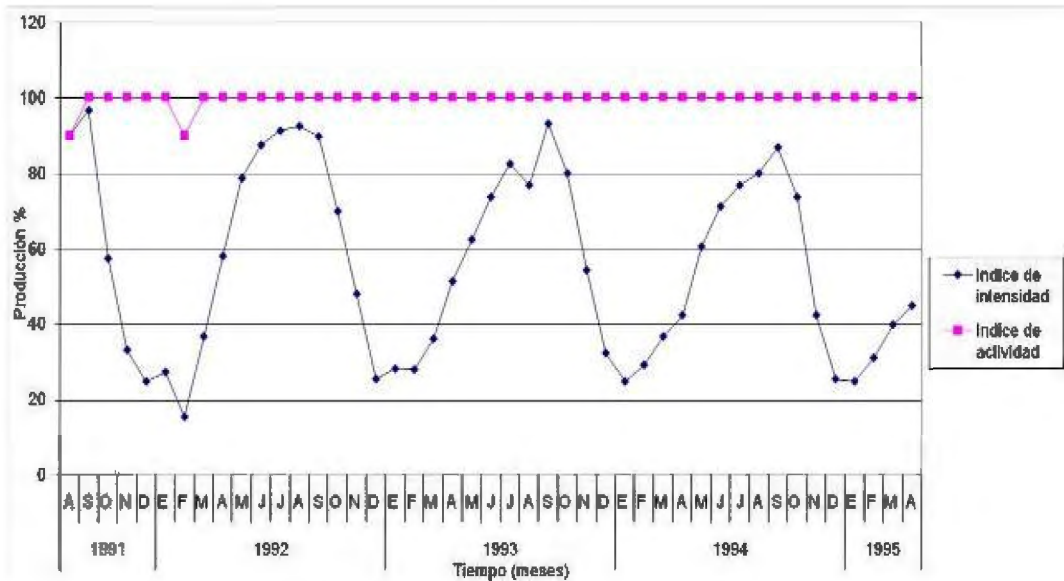


D) CAÍDA DE FOLLAJE

Los resultados de la observación de este evento fenológico se muestran en la Figura 33. El índice de intensidad revela que los picos se dan en septiembre de 1991 (96%); agosto de 1992 (92%); septiembre de 1993 y septiembre de 1994 (87%). El evento dura **12 meses**, presentándose a lo largo de todo el año. Respecto al índice de actividad este es **sincrónico** ya que todos los individuos observados manifestaron el evento.

Aunque la caída de follaje se presenta durante todo el año, se puede afirmar que de acuerdo a la periodicidad este evento es **anual**, ya que presenta un periodo de actividad bien definido al año.

Figura 33 Caída de follaje mensual de *Chorisia speciosa* durante el tiempo observado



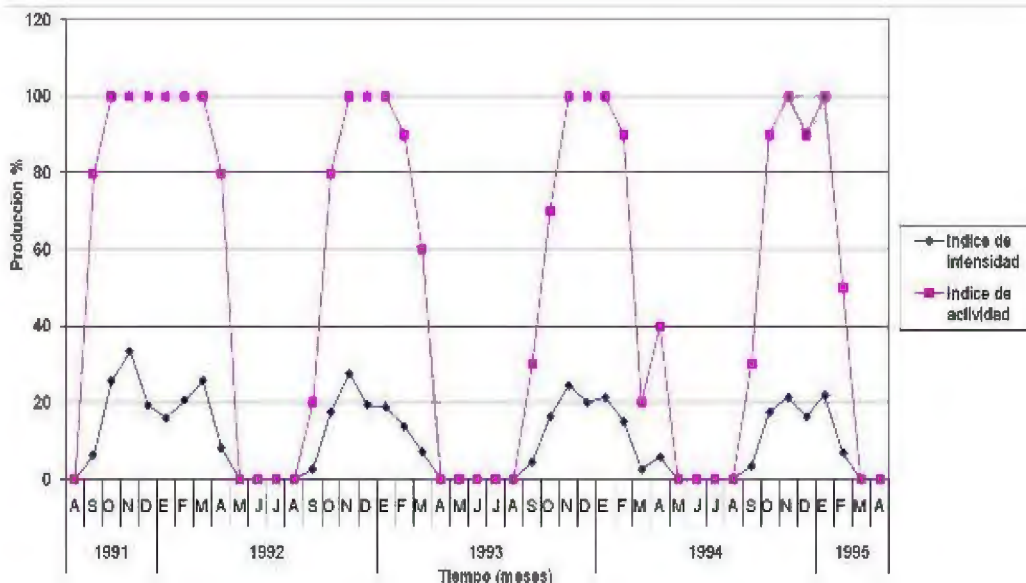
4.1.3 GREVILLEA ROBUSTA

A) BROTAMIENTO

El evento de brotamiento se muestra en la Figura 34. El índice de intensidad no es muy pronunciado, se registro el pico más alto en noviembre de 1991 con 33%; en noviembre de 1992 el punto más alto fue de 27%; en noviembre de 1993 fue de 24%; y en noviembre de 1994 fue de 21%. Este evento tiene una duración de **8 meses**, manifestándose entre los meses de septiembre a marzo/abril. De acuerdo al índice de actividad, todos los individuos observados (100%) manifiestan el evento, así se puede afirmar que se trata de un evento sincrónico.

La evaluación revela que la periodicidad del brotamiento tiende a ser **sub-anual** por presentar dos picos definidos al año.

Figura 34 Brotamiento mensual de *Grevillea robusta* durante el tiempo observado



B) FLORACIÓN

Esta evaluación se realizó asimismo en dos etapas cuyos resultados se observan en las figuras 35 y 36. En la Figura 35, se presentan los índices de floración en botón, cuando hacen su aparición los primeros botones; y, en la Figura 36, se presentan los índices de producción de la floración más atractiva. El evento de floración en botón alcanzó los picos máximos para el índice de intensidad, en los meses de noviembre con un promedio de 13%; mientras que para la floración propiamente dicha los picos máximos alcanzados en la producción promedio mensual o índice de intensidad se registraron para cada mes de diciembre de los años en estudio. El máximo valor alcanzado llega al 20.6% en diciembre de 1993; en diciembre de 1991 alcanzó el 12.5%; en diciembre de 1992 el 17%; y, en el último periodo, diciembre de 1994, el 16%. El evento tiene una duración de **5 meses**, manifestándose entre los meses de octubre a febrero de todos los años estudiados. El índice de actividad para el periodo 1991-1992 solo llegó al 80%; los dos siguientes si alcanzaron el 100%; mientras que en el último periodo (1994 - 1995) llegó a 90%, hecho que lo clasifica como evento **sincrónico**. La periodicidad del evento se produce en una época definida del año, de lo que se infiere que se trata de un **evento anual**.

Figura 35 Producción mensual de floración en botón de *Grevillea robusta* durante el tiempo observado

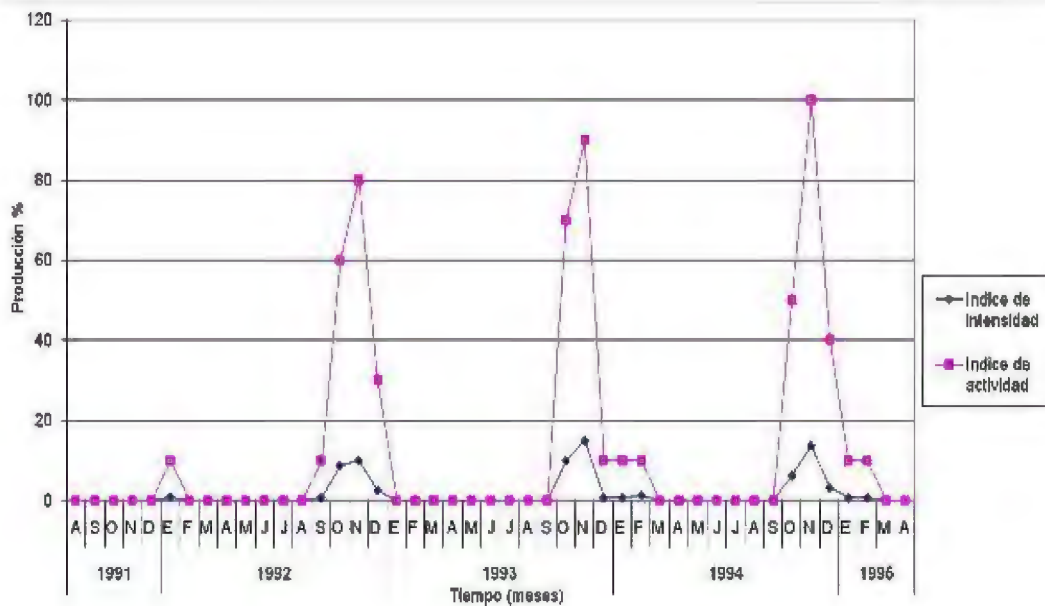
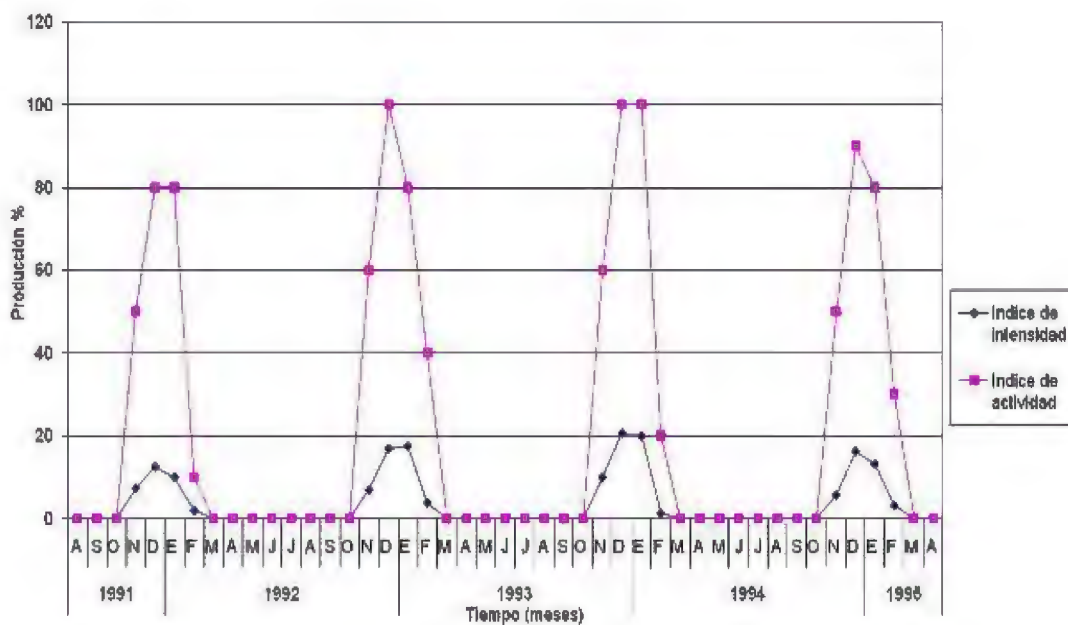


Figura 36 Producción mensual de floración de *Grevillea robusta* durante el tiempo observado



C) FRUCTIFICACIÓN

El evento de fructificación se muestra en las Figuras 37 y 38. Respecto a la intensidad del evento o producción promedio mensual del evento de fructificación se puede decir que este tiene un alto porcentaje de producción en la copa del árbol, ya que por lo general se encuentra sobre el 50%. De la producción promedio mensual o índice de intensidad de los frutos verdes los picos máximos se registraron como se indica: En enero de 1992 se registró un pico máximo de 43%, en febrero de 1993 alcanzó el 71%, en febrero de 1994 se registró el pico máximo de 66% y en febrero de 1995 alcanzó hasta el 42%. Para el índice de intensidad o producción promedio mensual de frutos maduros los picos máximos se registraron: febrero y marzo 1992 (75%) marzo 1993 (85%) y abril 1994 (81%). El evento tiene una duración de **cinco meses**, permaneciendo en la copa en el periodo comprendido entre diciembre/enero y marzo/abril. Del índice de actividad o sincronía de la fenofase, podemos señalar que este se caracteriza por presentarse con la misma tendencia y épocas que el índice de intensidad. La actividad del evento para el primer periodo alcanzó (1992) el 90%, para los dos fenómenos observados (frutos verdes y frutos maduros); para el periodo de 1993 llegó a 100% para frutos verdes y 90% para frutos maduros, en 1994 también llegó al 90% para frutos verdes y 100% para frutos maduros de lo que se infiere que se trata de un evento **sincrónico**. Dado que la fructificación se presenta en una época definida al año, se le reconoce como un evento **anual**.

Figura 37 Producción mensual de frutos verdes de *Grevillea robusta* durante el tiempo observado

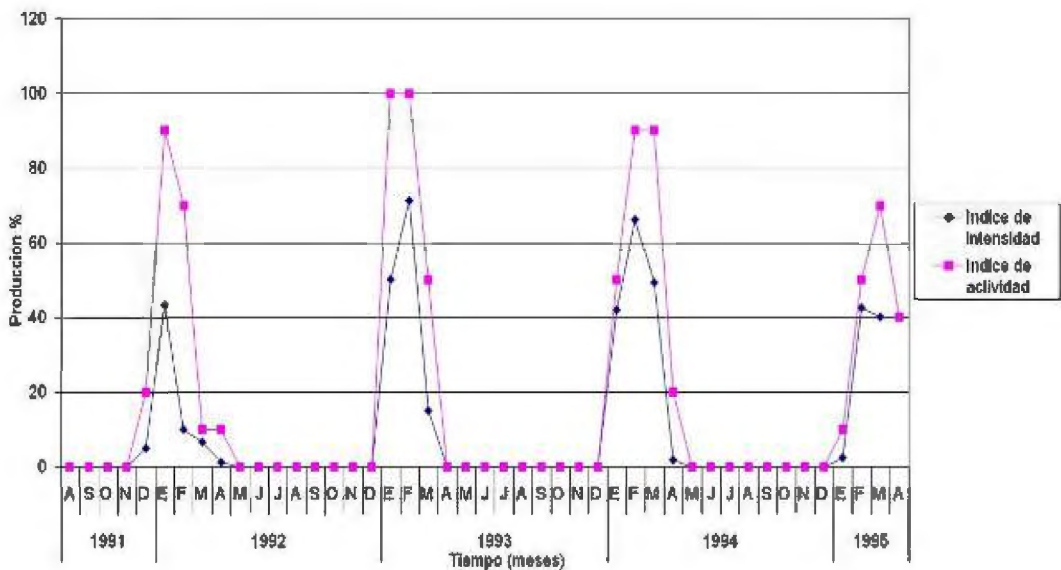
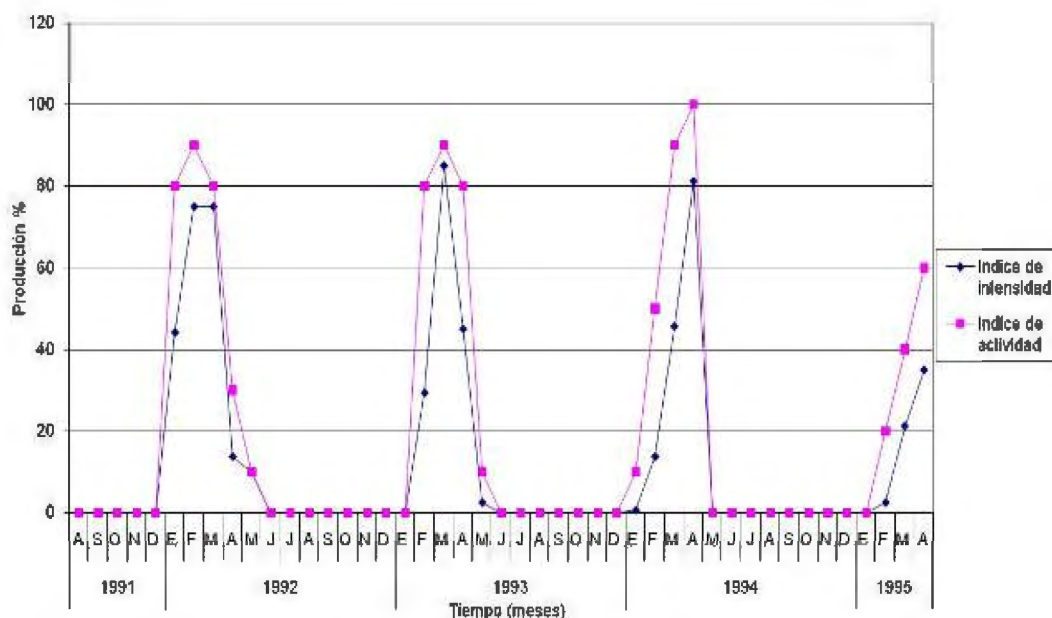


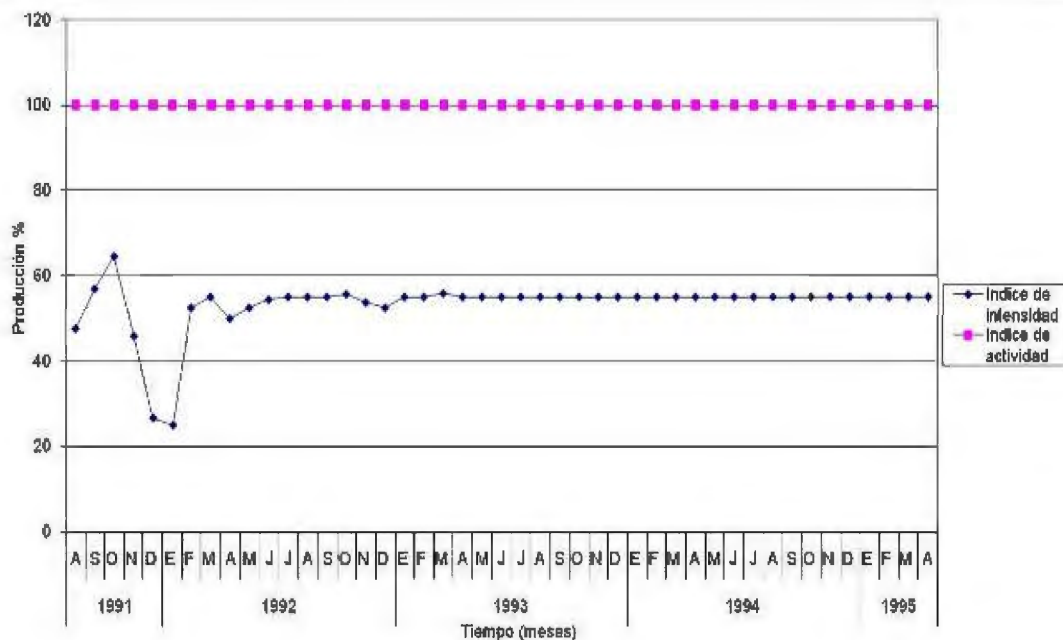
Figura 38 Producción mensual de frutos maduros de *Grevillea robusta* durante el tiempo observado



D) CAÍDA DE FOLLAJE.

El evento de caída de follaje se presenta en la Figura 39. Como se podrá apreciar, el índice de intensidad o producción promedio mensual se manifiesta de una manera uniforme, alrededor del 55% exceptuando los meses de noviembre, diciembre y enero de 1991, meses en los que ocurrió una caída en la manifestación del evento hasta el 25%. Este hecho podría ser explicado por una poda dentro del campus universitario. El 100% de los individuos manifestaron el evento por lo que se considera como un evento **sincrónico**. Se ha observado que el evento ocurre a lo largo de los **12 meses** del año. De esto se colige que se trata de una **fenofase continua**.

Figura 39 Caída de follaje mensual de *Grevillea robusta* durante el tiempo observado

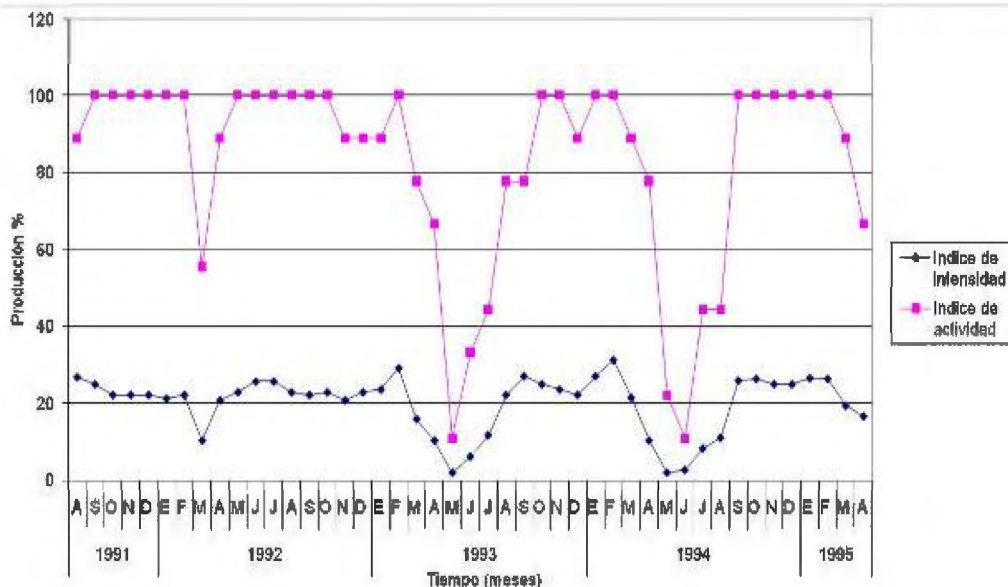


4.1.4 EUCALYPTUS CITRIODORA

A) BROTAMIENTO

La evolución del evento de brotamiento para esta especie se aprecia en la Figura 40. Los picos máximos del índice de intensidad o producción promedio mensual se encontraron en los siguientes períodos: junio/julio de 1992 (25%); febrero de 1993 (29%); febrero de 1994 (31%); febrero de 1995 (26%). Cabe destacar que no obstante el evento presenta una tendencia uniforme, en los meses de mayo de 1993 y mayo/junio de 1994, se observó una producción de brotamiento muy pequeña, que apenas superó el 2%. La fenofase tuvo una duración de **12 meses**. Todos los individuos manifestaron el evento por lo que se le considera **sincrónico**. El evento de brotamiento se presenta a lo largo de todo el año sin picos definidos, por lo que se le considera un **evento continuo**.

Figura 40 Producción mensual de brotamiento de *Eucalyptus citriodora* durante el tiempo observado



B) FLORACIÓN

La figuras 41 y 42 muestran los resultados obtenidos para el análisis del evento de floración. De la floración en botón se puede afirmar que fue muy irregular en el tiempo y que el mayor porcentaje de producción promedio mensual se registro con un 13% de flores en botón en la copa en junio de 1992, pero en términos generales estuvo por debajo del 10% de producción de elementos reproductivos. Para la floración propiamente dicha el evento no se manifiesta con mucha fuerza ya que para el índice de intensidad o producción promedio mensual, el pico más alto registrado durante todo el período de estudio, se dio en febrero de 1992 (29%). Los siguientes picos se dieron en septiembre de 1992 (27%) junio de 1993 (16%), noviembre de 1993 (6%), junio de 1994 (13%) y octubre de 1994 (6%). El evento registra una duración variable, que va de **8 a 11 meses**. La curva del índice de actividad sigue la misma tendencia y en la mayor parte del tiempo no todos los individuos llegan a manifestar el evento, habiendo alcanzado el pico máximo de 100 %, en febrero, octubre y noviembre de 1992, definiéndose como un evento sincrónico para el año 1992 y **poco sincrónico a asincrónico** para los años 1993 y 1994. Respecto a la periodicidad del evento, debe señalarse que este se presenta casi todo el año con tendencia a presentar dos picos definidos, por lo que se trata de un evento **sub-anual**.

Figura 41 Producción mensual de floración en botón de *Eucalyptus citriodora* durante el tiempo observado

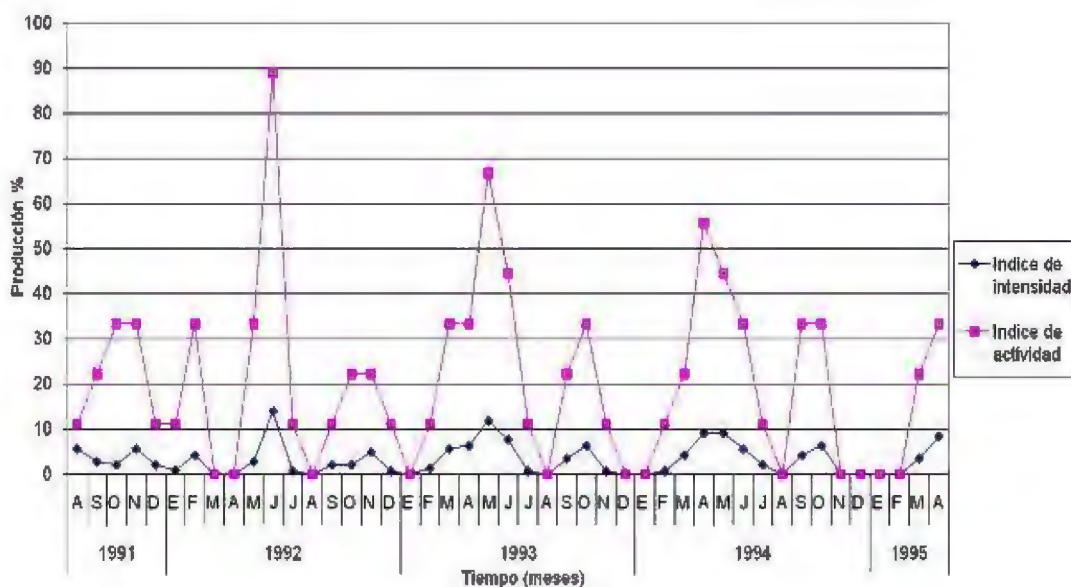
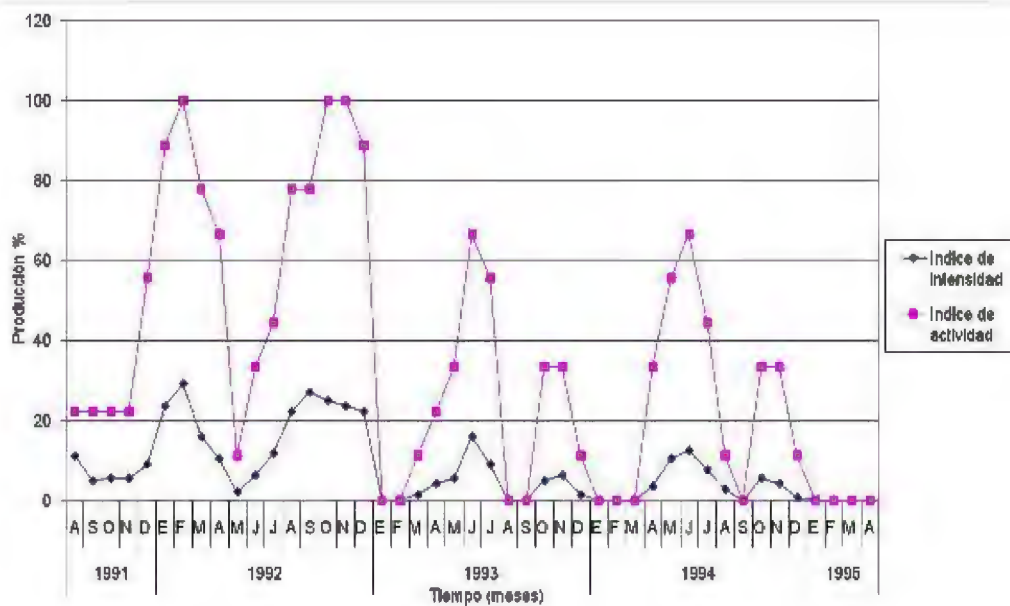


Figura 42 Producción mensual de floración de *Eucalyptus citriodora* durante el tiempo observado



C) FRUCTIFICACIÓN

Las figuras 43 y 44 muestran los resultados de la observación del evento fructificación. En el primer caso se aprecia la producción de frutos verdes; y, en el segundo, la producción de frutos maduros. De la producción de frutos verdes los picos alcanzados se registraron en: julio de 1992 con 45%, en Agosto de 1993 con 63% y en agosto de 1994 con 44%. Para los datos obtenidos de la producción promedio mensual o índice de intensidad de los frutos maduros los resultados se presentaron como sigue: el primer pico se observó en febrero de 1992 (78%); luego en septiembre de 1992 (62%); en diciembre de 1993 (47%); y, finalmente, en enero de 1994 (57%), es decir, de todas las especies estudiadas, esta es la que más frutos maduros produce en promedio. En cuanto a este evento, mencionaremos que la duración fue de **9 meses** de julio a marzo. Los picos de actividad varían entre los años estudiados. En 1992 y 1993 la fructificación es **sincrónica**; mientras que en 1994 este evento es **poco sincrónico a sincrónico**, tanto para frutos verdes y como era de esperar para frutos maduros. De lo observado se concluye que se trata de una **fenofase anual** ya que se manifiesta una vez al año con una cierta periodicidad.

Figura 43 Producción mensual de frutos verdes de *Eucalyptus citriadora* durante el tiempo observado

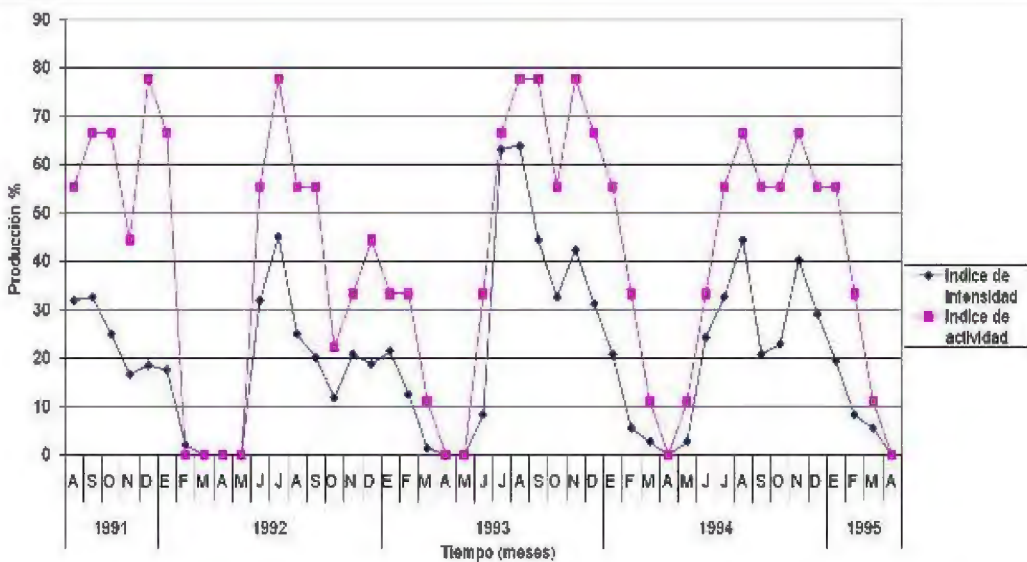
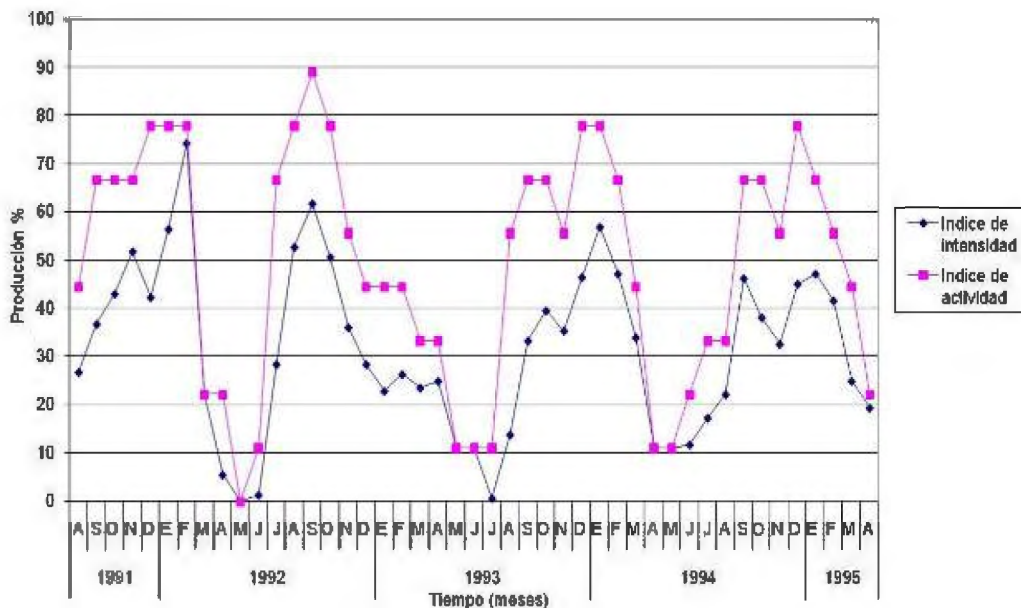


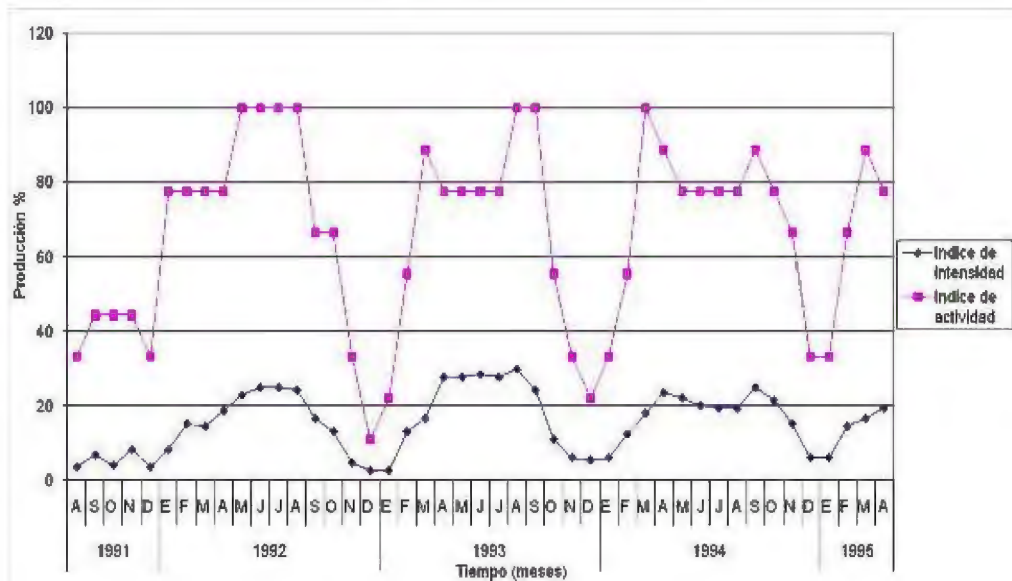
Figura 44 Producción mensual de furtos maduros de *Eucalyptus citriadora* durante el tiempo observado



D) CAÍDA DE FOLLAJE

El evento de caída de follaje está representado en la Figura 45, en la que se observan los siguientes resultados: La curva del índice de intensidad nos muestra un evento de características poco enérgicas, es decir el árbol está siempre verde. El pico más alto alcanzado se registró en agosto de 1993 (30%). Por lo general se observa caída de follaje durante todo el año, aunque se pudo identificar que se presenta con mayor intensidad entre los meses de marzo a septiembre. Los resultados del índice de actividad indican que la caída del follaje es un evento **sincrónico**. Asimismo, se trata de un **evento continuo** que se da a lo largo de todo el año, sin presentar picos definidos de actividad.

Figura 45 Caída de follaje mensual de *Eucalyptus citriodora* durante el tiempo observado



4.2 DE LA FENOLOGÍA Y EL CLIMA

El clima tiene una relación directa con el desarrollo de los eventos fenológicos; sin embargo, estos eventos no siempre son repetitivos o simultáneos para todas las especies, tal como se demuestra a través de las observaciones realizadas como parte del presente estudio. La temperatura es una de las variables que mayor influencia presenta en el desarrollo de los diferentes eventos fenológicos, se ha observado así mismo que la respuesta, al presentar los eventos fenológicos, de cada especie a la temperatura es diferente.

Para el evento de brotamiento, *Cedrela odorata*, inicia un tiempo de gran actividad con el incremento de la temperatura durante los meses de noviembre a marzo, alcanzando su pico máximo en enero uno de los meses más calurosos del año y cuando hay menos humedad relativa en el ambiente, a diferencia de *Chorisia speciosa* que manifiesta el evento con más intensidad en los meses más fríos del año, comenzando en agosto cuando la temperatura se encuentra alrededor de los 15°C. Para el caso de *Grevillea robusta* el brotamiento se observó de septiembre a abril, dejando de aparecer en los meses más fríos y más húmedos del año (mayo a agosto). *Eucalyptus citriodora* manifiesta el evento a lo largo de todo el año y en general la expresión de este evento es constante con algunas bajas en la producción de brotes de marzo a agosto de 1993 así como también de abril a julio de 1994.

En cuanto al evento de floración se encontró para *Cedrela odorata* que los primeros botones aparecen al comenzar el verano, en enero, cuando la temperatura es alrededor de 21°C. Las flores de la copa del árbol desaparecieron por completo al finalizar el verano en mayo cuando la temperatura baja hasta aproximadamente 17°C. *Chorisia speciosa* también se caracteriza por presentar el evento en el verano, para esta especie comienzan a aparecer los primeros botones en los meses más calurosos o intensos del verano, enero y febrero. Y la copa del árbol se llena completamente de flores en el mes de abril. *Grevillea robusta*, al contrario de las dos primeras, manifiesta el evento empezando la primavera, en los meses de septiembre y octubre; y, culmina la manifestación del evento en febrero, cuando la temperatura es la más alta del año y la humedad relativa es menor. La floración en el *Eucalyptus citriodora* se presenta casi a todo lo largo del año de una manera muy irregular.

Cedrela odorata presenta sus primeros frutos al terminar el verano y al empezar el otoño (a partir de los meses de marzo y abril), observándose el evento hasta casi finalizar el año, en el mes de noviembre. La fructificación se da a lo largo del año exceptuando los meses más calurosos y menos húmedos. Para *Chorisia speciosa* los frutos también comienzan aparecer en la misma época del año, pero el periodo de permanencia en la copa del árbol es más corto y es en agosto, el mes más frío del año, el último mes en el que se observan los frutos. *Grevillea robusta* comienza a dar frutos entre los meses de diciembre y enero, cuando la temperatura es superior a los 17°C y dejan de observarse en el árbol cuando empieza el otoño. En el caso de *Eucalyptus citriodora*, por lo general se ven frutos en la copa del árbol a lo largo del año, exceptuando los meses de abril y mayo en los que no se observaron frutos, lo que coincide con la disminución de la temperatura, ya que entramos en la época del otoño; y, comienzan a reaparecer en junio cuando la temperatura está bajo los 17°C.

Para *Cedrela odorata* y *Chorisia speciosa* la caída de follaje es un evento anual, que se da a lo largo de todo el año pero con índices de intensidad mayores durante los meses más fríos y mas húmedos. La *Grevillea robusta* presenta un parámetro homogéneo y continuo a lo largo del tiempo observado indiferentemente de las variaciones climáticas a lo largo del año. El *Eucalyptus citriodora* manifiesta el evento de caída de follaje de forma más intensa en los meses más fríos de mayo a septiembre y baja su intensidad en los meses de verano.

Figura 46 Brotamiento de *Cedrela odorata* vs temperatura

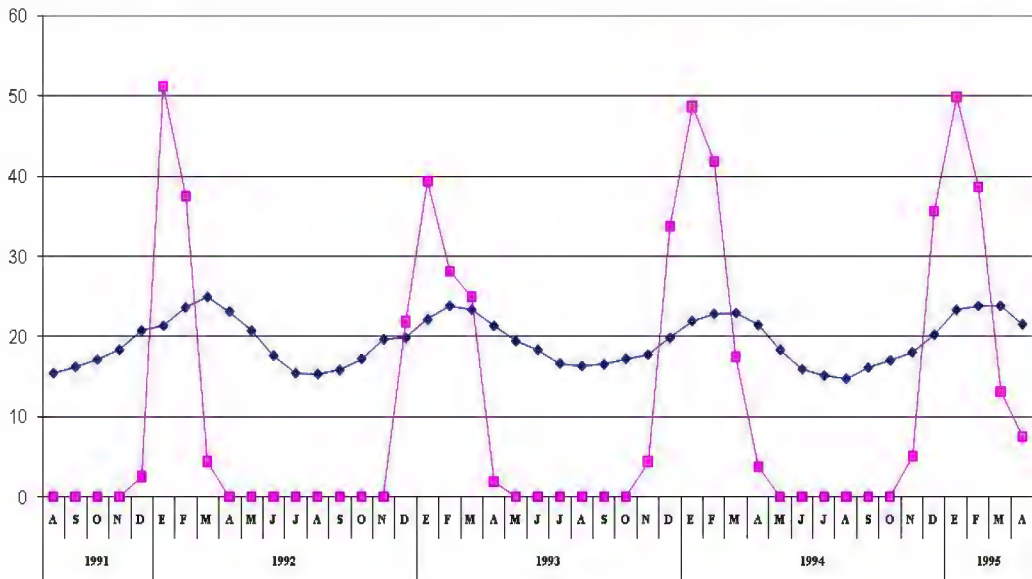


Figura 47 Floración en botón de *Cedrela odorata* vs temperatura

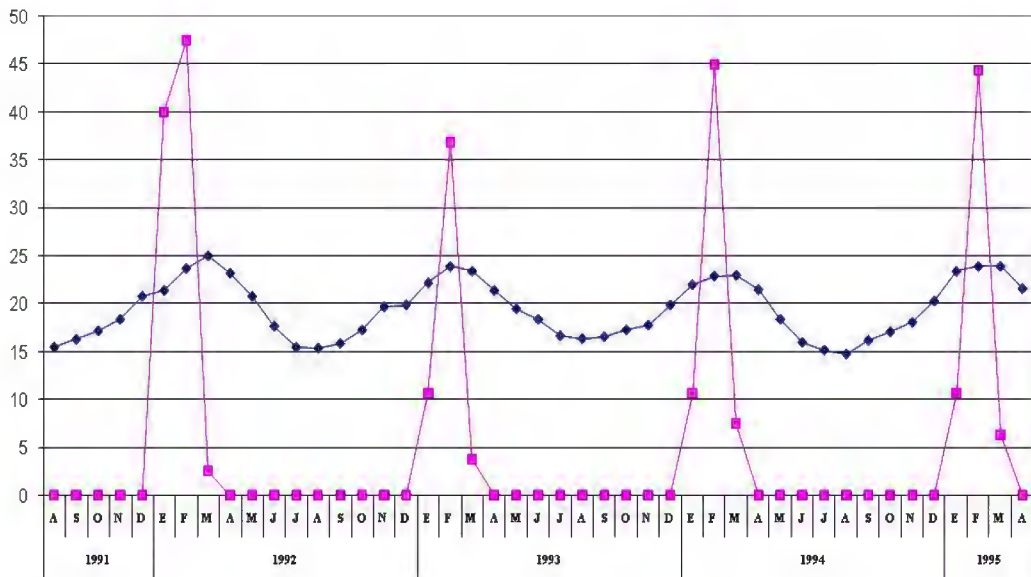


Figura 48 Floración de *Cedrela odorata* vs temperatura

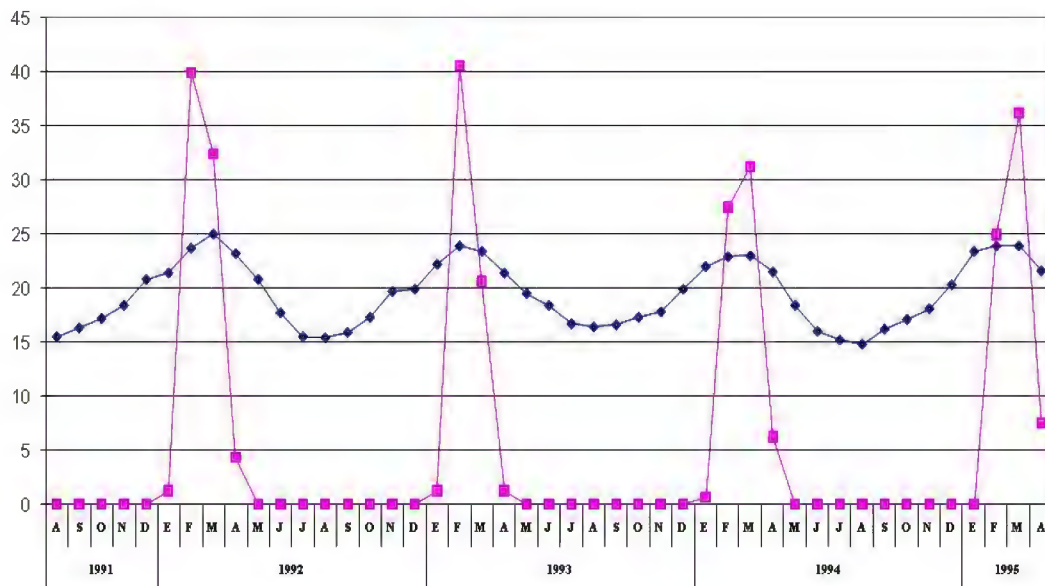


Figura 49 Frutos verdes de *Cedrela odorata* vs temperatura

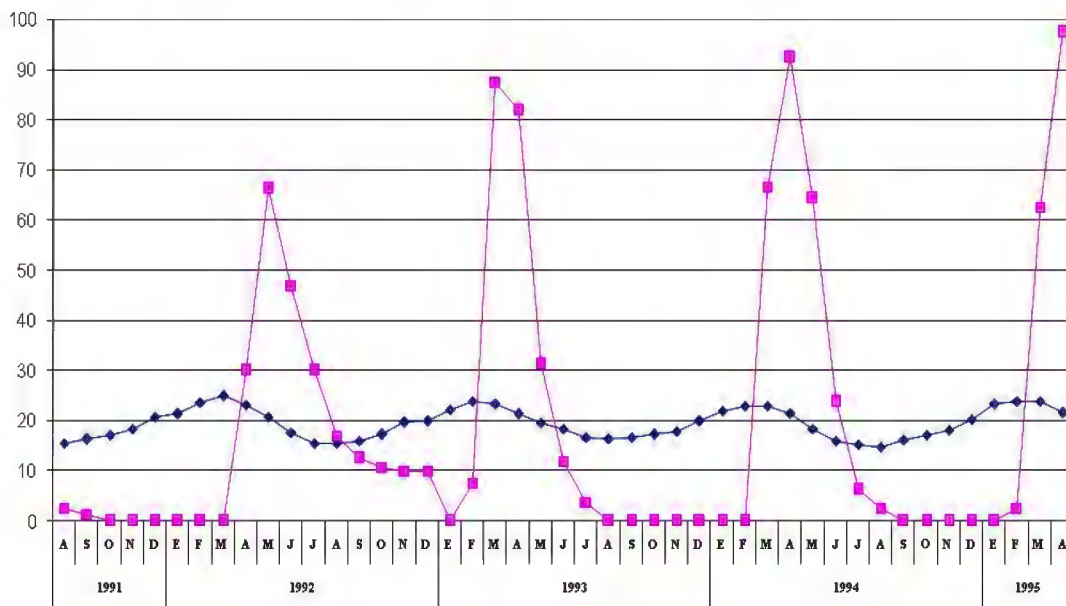


Figura 50 Frutos maduros de *Cedrela odorata* vs temperatura

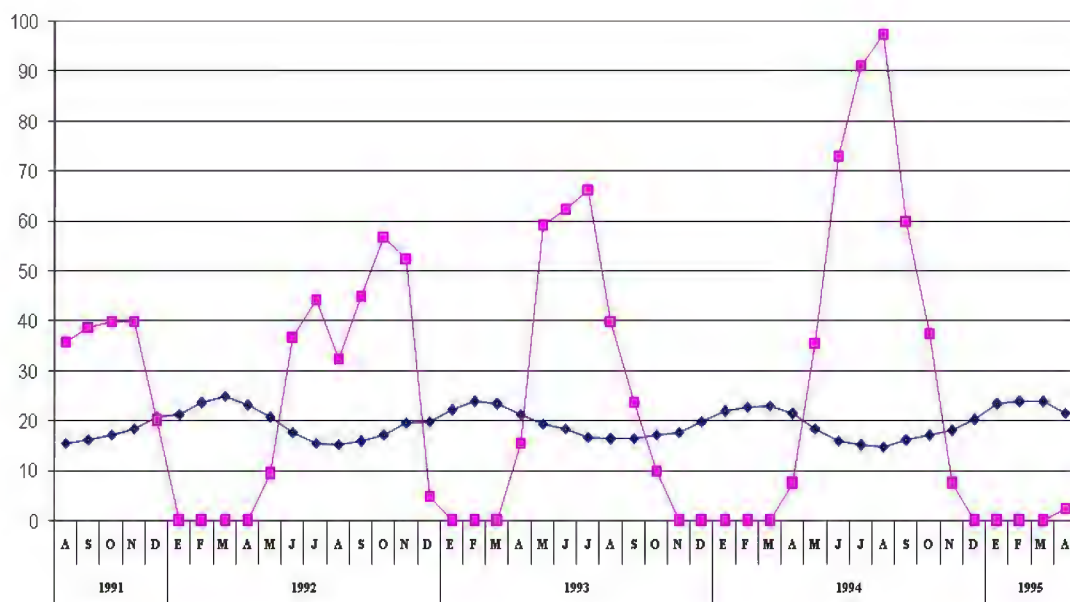
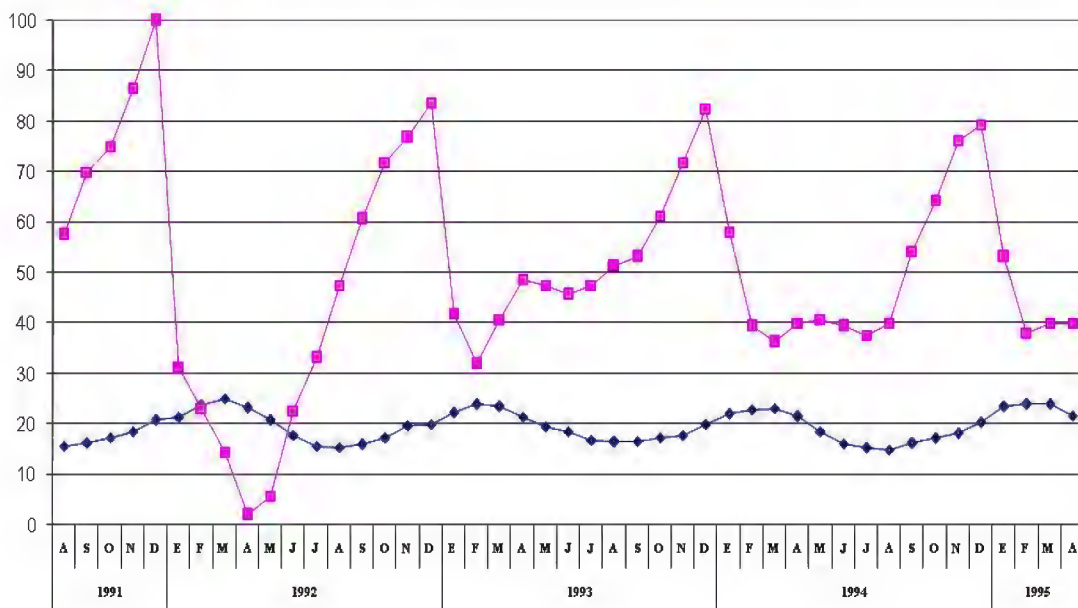


Figura 51 Caída de follaje de *Cedrela odorata* vs temperatura



5. *DISCUSION*

La metodología cuantitativa utilizada permite describir objetivamente la proporción de individuos de la población que están manifestando simultáneamente un evento fenológico; así como la producción promedio mensual o índice de intensidad nos indica el porcentaje de la copa que muestra las fenofases de: brotamiento de hojas, la floración, la fructificación y la caída del follaje. Asimismo, a través de la duración se ha podido determinar el tiempo, en meses de cada evento, que unido al análisis cualitativo de “periodicidad” permite una clasificación más específica de los eventos fenológicos estudiados.

5.1 *CEDRELA ODORATA*

Las observaciones del evento brotamiento se registraron entre los meses de noviembre a abril, cuando las temperaturas son más altas. Se encontró que los picos de intensidad máximos se presentaron en el mes de enero. Respecto de la relación brotamiento-caída de follaje se determinó que esta última va declinando un mes antes de que se presente el pico máximo de brotamiento, posiblemente debido a la mayor actividad de crecimiento vegetativo. El brotamiento de la especie en el área de estudio, es un evento fenológico anual; resultado que también fue encontrado, para la misma especie, por Fournier (1976) en estudios realizados en el bosque húmedo de San Pedro de Montes de Oca en Costa Rica.

Se observó que el evento de floración es más intenso durante los meses de febrero y marzo, lo que coincide con el inicio de la etapa de decrecimiento del evento de brotamiento y esto se debe a que los órganos vegetativos y reproductivos compiten entre sí por los nutrientes. Las flores y frutos en 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 aún 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 llegando a sus picos máximos durante los meses con menos intensidad de defoliación.

Los primeros frutos comienzan aparecer en los meses de marzo, finalizando el verano, y llega a su pico de producción en los meses de junio y Julio, en los meses más fríos y con más humedad relativa. 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 premontano 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.

5.2 *CHORISIA SPECIOSA*

El evento de brotamiento se presentó de una manera regular registrándose entre los meses de agosto a marzo, por lo que se le considera un evento anual. La especie invierte mucha energía en el crecimiento vegetativo (46% de la copa del árbol en promedio), mostrando brotes por lo menos durante ocho meses al año. La caída de follaje se incrementa cuando la temperatura comienza a decrecer, alcanzando sus picos de intensidad en los meses de agosto y septiembre; siguiéndole a ello un incremento en el evento de brotamiento, que alcanza sus picos máximos entre octubre y noviembre. Fournier¹ (1976) ha explicado que ello se debe, en buena parte, a que las especies caducifolias, al perder su follaje, muestran casi en forma simultánea un intenso periodo de crecimiento vegetativo, entonces el brotamiento es máximo y la caída de follaje alcanza valores más altos.

¹ Esto mismo fue observado por Fournier, para *Cedrela odorata* y otras especies en el bosque húmedo premontano de San Pedro de Montes de Oca en Costa Rica

La floración de esta especie fue anual, presentándose entre los meses de enero y junio, con picos en marzo y abril, como se anotó en el capítulo de resultados. Este comportamiento, obedece a, como observó Richards (1996), que las especies tropicales “siempre en flor” (evento continuo) son pocas, la gran mayoría florea de manera intermitente, una o más veces al año, o florecen en intervalos más largos. La floración comienza en enero y febrero, generalmente cuando los árboles están desprovistos de hojas. Salisbury (1994) ha explicado este fenómeno desde el punto de vista fisiológico refiriendo la competencia por nutrientes entre órganos vegetativos y reproductivos. Aunque la floración no es muy intensa (menos del 40% de la copa del árbol) el tamaño de las flores favorece el aspecto físico del árbol, produciendo un efecto llamativo y pronunciado a la vista.

La fructificación empieza en los meses de marzo y abril cuando la floración se encuentra en su pico de intensidad máximo. La fructificación va aumentando con la reducción de la temperatura. El crecimiento reproductivo de esta especie se da cuando el crecimiento vegetativo es nulo. Janzen (1967) explica este fenómeno como un medio que dispone el individuo para utilizar mejor los agentes de dispersión y polinización, Según Fournier (1976), esta alternancia entre la fase reproductiva y vegetativa hace un uso más eficiente de la energía para su mejor aprovechamiento.

5.3 GREVILLEA ROBUSTA

El evento de brotamiento se presentó entre los meses de septiembre a abril, observándose una alta inversión de energía en crecimiento vegetativo, se registraron 8 meses de brotes foliares en un ciclo fenológico. Los periodos de brotes foliares fueron traslapados en su totalidad con los de caída de follaje, comportamiento citado por Richards (1996) y Longman y Jenik (1987) quienes comentan que la mayoría de los árboles de bosques tropicales lluviosos nunca están desnudos de hojas y que la caída de hojas viejas es rápidamente seguida por la aparición de hojas jóvenes. Además la producción de hojas jóvenes sucede continuamente en la mayor parte del año en muchos árboles tropicales lluviosos (Richards 1996); de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, observamos que esta producción de hojas se mantiene, aunque la condición lluviosa haya cambiado. Entre octubre de 1991 y febrero de 1992 se observó una disminución en porcentaje de hojas en la copa del árbol anormal, que pudo ser producto de un trabajo de poda realizado en el campus universitario.

El evento de floración para esta especie inicia sus primeras manifestaciones a inicio de la primavera (septiembre/octubre), extendiéndose hasta fines del verano (marzo). Sin embargo cabe anotar que, la intensidad del evento de floración es muy pequeña alcanzando picos máximos de 20%. Es interesante anotar que a diferencia de *Cedrela odorata* y *Chorisia speciosa* los eventos de brotamiento y floración se producen de manera simultánea, por lo que la competencia por nutrientes es más elevada e incide en una menor producción de flores y de hojas.

Los picos de fructificación de *Grevillea robusta* se inician en diciembre y enero cuando la temperatura está alcanzando sus cotas más altas. El periodo de fructificación está muy relacionado con el de floración, a través de la competencia por nutrientes, tal como lo ha anotado Salisbury (1994) y que ya fue mencionado para el caso de *Cedrela odorata*

5.4 EUCALYPTUS CITRIODORA

La producción de hojas jóvenes ocurre a lo largo de todo el año de una manera uniforme, con un pico de intensidad cercano al 30%, que se presentan en los meses de febrero, a diferencia de los datos fenológicos para el *Eucalyptus citriodora* Hook obtenidos en Cuba en 4 localidades diferentes (Hechavarría et al, 1987) en las que los periodos de brotamiento presentaron picos diferentes e irregularidad en el comienzo y manifestación de la brotación. Se ha observado igualmente que, cuando aumenta la intensidad de brotamiento disminuye la intensidad de caída de follaje, exceptuando el año 1992, en que la máxima intensidad de brotamiento se presentó entre junio y julio. Este fenómeno ya fue explicado anteriormente para *Grevillea robusta* y que asimismo fue observado en Cuba (Hechavarría et al, 1987).

El fenómeno de floración se manifiesta casi todo el año pero con poca intensidad, lo cual, hace que el árbol sea poco llamativo en flores. El estudio realizado en Cuba (Hechavarría et al, 1987), para esta misma especie, documentó, como en nuestro caso, un comportamiento irregular y de baja intensidad. Este efecto podría deberse a las dificultades de adaptación de la especie a Lima. Un trabajo más profundo sobre el comportamiento del evento floración en la zona de origen brindaría mayores elementos de juicio al respecto.

La fructificación del *Eucalyptus citriodora* muestra un patrón más homogéneo comparado con los otros eventos fenológicos ya que presenta las producciones de frutos maduros mínimas de mayo a agosto, y la mayor producción en los meses de julio a marzo, fenómeno asimismo reportado en Cuba (Hechavarría et al, 1987) en las 4 localidades en las que se realizó el estudio antes citado. Es importante recordar, finalmente, que se trata de una especie perennifolia, en la cual la caída de hojas viejas es seguida de inmediato por la aparición de hojas jóvenes por lo que es considerada una especie siempre verde, ya que todo el tiempo se observan hojas en el individuo.

Asimismo, es importante mencionar que la actividad de la mayoría de eventos fenológicos es variable, ya que de los diez árboles estudiados, no todos manifiestan los eventos, mostrando así la variabilidad de los ritmos reproductivos y vegetativos de la especie al adaptarse a un nuevo hábitat.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos y a la metodología se obtuvieron las siguientes conclusiones para el periodo 1991-1995:

- a) Las 4 especies introducidas al ecosistema de desierto desecado subtropical, alterado por el hombre, han presentado un ciclo fenológico completo a pesar de pertenecer a una zona de vida diferente a lo largo de los años estudiados.
- b) La época de brotamiento de hojas de *Cedrela odorata* fue de noviembre/diciembre a abril con una duración de 5 meses; *Chorisia speciosa* de agosto a marzo con una duración de 8 meses, registrándose como un evento anual para ambas especies. Mientras, *Grevillea robusta* registró un evento de brotamiento sub-anual ocurriendo de septiembre a abril con una duración de 8 meses; *Eucalyptus citriodora* registró un evento de brotamiento continuo.
- c) La época de floración para *Cedrela odorata*, ocurre de enero a mayo y tuvo una duración de 5 meses; *Chorisia speciosa* ocurre de enero a junio y tuvo una duración de 6 meses; *Grevillea robusta* ocurre de septiembre/octubre a febrero con una duración de 5 meses; registrándose la floración como un evento anual para las tres especies. Mientras, la floración fue un evento continuo para *Eucalyptus citriodora* manifestándose a lo largo del año y del tiempo de observación sin presentar picos definidos.
- d) La época de fructificación de *Cedrela odorata* ocurre de marzo a julio y tuvo una duración de 5 meses; *Chorisia speciosa* ocurre de marzo a agosto con una duración de 6 meses, *Grevillea robusta* ocurre de diciembre a abril y tuvo una duración de 5 meses; y en *Eucalyptus citriodora* ocurre de julio a marzo por 9 meses. La fructificación es un evento anual para todas las especies observadas.
- e) La caída de follaje es un evento anual para *Cedrela odorata* y *Chorisia speciosa*, sin embargo la caída de follaje se intensificó en los meses de noviembre y diciembre para *Cedrela odorata*, y de agosto a septiembre para *Chorisia speciosa*. La caída de follaje

para *Grevillea robusta* y *Eucalyptus citriodora*, fue un evento continuo a lo largo del año.

- f) Durante los años de estudio las especies que presentaron mayor producción de follaje son *Grevillea robusta* y *Eucalyptus citriodora*; mientras la mayor producción de flores fue en *Cedrela odorata* y *Chorisia speciosa*. En relación a la producción de frutos las 4 especies estudiadas presentan más del 60% de la copa con frutos siendo *Cedrela odorata* la especie con mayor producción de frutos.
- g) Todas las especies estudiadas mostraron una regularidad sincrónica en el brotamiento, la floración, la fructificación y la caída de follaje, en el periodo de estudio. Exceptuando al evento de fructificación para *Chorisia speciosa* poco sincrónica.
- h) *Cedrela odorata* tuvo más actividad de brotamiento en los meses de verano cuando la temperatura esta sobre los 18°C, los botones comenzaron a aparecer con el verano y se observaron a lo largo de toda esta estación. La fructificación comenzó al terminar el verano cuando la temperatura se encontraba alrededor de 19°C a más; y, la caída de follaje se registró todo el año con más intensidad en los meses más fríos con temperaturas promedio de 15°C.
- i) *Chorisia speciosa*, presentó el evento de brotamiento en los meses más fríos del año. Los primeros botones comenzaron a aparecer en los meses más cálidos (enero y febrero). los frutos aparecieron al terminar el verano y empezar el otoño permaneciendo en la copa del árbol hasta agosto. La caída de follaje se registró todo el año intensificándose en los meses más fríos.
- j) *Grevillea robusta* presentó el evento de brotamiento de follaje en la época cálida (septiembre – abril), siendo nula en los meses más fríos. La floración comenzó a fines de la primavera (noviembre) y terminó en febrero; mientras la fructificación comenzó al inicio del verano y terminó en el otoño. La caída de follaje es un evento continuo y parejo durante todo el año en la época estudiada.

7. RECOMENDACIONES

Atendiendo a los resultados del presente estudio se recomienda:

- a) Si se quiere aprovechar las semillas de estas especies se recomienda efectuar las tareas de recolección en los siguientes períodos :
 - •*Cedrela odorata* entre octubre y diciembre
 - •*Grevillea robusta*, *Chorisia speciosa* y *Eucalyptus citriodora* : entre abril y mayo
- b) Programar las visitas educativas y recreativas al campus universitario entre los meses de noviembre a mayo, si se quiere observar el evento de floración de las especies *Cedrela odorata*, *Chorisia speciosa* y *Grevillea robusta*.
- c) Se recomienda reemplazar la observación del evento de “caída de follaje” por el de la observación de la “presencia de follaje en la copa”.
- d) Promover la realización de estudios fenológicos con esta metodología para las especies *Chorisia speciosa* y *Cedrela odorata* en bosques naturales a fin de disponer de información fiable sobre la disponibilidad de semillas en la selva, especialmente si se quiere apoyar los programas de reforestación.
- e) Continuar los estudios fenológicos con estas 4 especies del campus universitario a fin de determinar el comportamiento de las especies en relación a la variabilidad climática.

BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Borchert, R. 1983. Phenology and control of flowering in tropical trees. *Biotrópica* 15(2): 81 – 89.
- Borchert, R. 1980 Phenology and Ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O.F. Cook. *Ecology*, 6(15): 1065-1074.
- Brands, S. (comp) 1989-2005. *Systema Naturae 2000*. Universal Taxonomic Services (en línea). Amsterdam, NL. Consultado : 14 jul. 2005 Disponible en: <http://sn2000.taxonomy.nl/Taxonomicon/>.
- Brenes, L.; D`Stefano, J. 2004. Comportamiento Fenológico del árbol *Elaeagia uxpanapensis* (Rubiaceae), en un bosque pluvial premontano de Costa Rica. *Biología Tropical* 49: 3-4.
- Bullock, S.; Solís-Magallanes, J. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in México. *Biotrópica* 22: 22-35.
- Camacho, M.; Orozco, L. 1998. Patrones fenológicos de doce especies arbóreas del bosque montano de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Biología Tropical* 46(3): 533-542.
- Congreso Peruano de Ecología (25-28 marzo 1997, Lima, PE). 1997. Evaluación fenológica de las plantas del Jardín Botánico “Octavio Velarde Núñez”. Eds. Ceroni, A; Gushiken, S; Rojas, Y; Wetzell, A; Salmón, G. 275p.
- Chmielewski, F.; Rötzer, T. 2001. Response of tree phenology to climate Change across Europe. *Agricultural and forest Meteorology* 108: 101-112.
- Chmielewski, F.; Müller, A.; Bruns, E. 2003. Climate Changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. *Agricultural and forest Meteorology* 121: 69-78.

- Cubas, R. 1992 Arquitectura paisajista – arbustos, hierbas y plantas de recubrimiento. Lima PE. 165p.
- Euroseeds *Eucalyptus citriodora* (en línea). Madrid, ES. Consultado 15 feb. 2004. Disponible en : http://www.euroseeds.com/10/b3_1.htm
- Duke, J 1983. Handbook for energy Crops. Consulta: 25 Abr 2005. Disponible en: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Eucalyptus_citriodora.htm
- 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.
- Fournier, L.; 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba 24 (4):422-423.
- Fournier;L. ; 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. Turrialba 25 (1): 45-48.
- Fournier, L. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Turrialba 26: 54-59.
- Fournier, L. y Herrera, M. 1986. Fenología y ecofisiología de *Gliricida sepium*, "Madero Negro" en Ciudad Colón, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 34: 283-288
- Gautier, L. y Spichiger, R 1986. Ritmos de reproducción en el estrato arbóreo del Arboretum 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 (1): 193-207.
- Gentry, A. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. Biotrópica 6 (1): 64-68.
- Harwood, C. 1992. *Grevillea robusta*: in forestry and agroforestry. Proceedings of an international workshop, Nairobi, KE. p. 9-19.

- Hechavarría, O.; Hidalgo, E.; Morales, N.; Vera, N.; Espin, G.; Mercadet, A.; Machado, J. 1991. Fenología de *Eucalyptus citriodora* en cuatro localidades del país durante 1987. *Baracoa* 21 (1): 37-46.
- Houghton, J.; Ding, Y.; Griggs, D.; Noguer, M.; van der Linden, P.; Xiaosu, D. 2001. Climate change 2001: The Scientific basis. Contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, 944 p.
- Huxley, P. 1983. Phenology of tropical woody perennials and seasonal crop plants with reference to their management in agroforestry systems, p. 503-525. In P. A. Huxley (ed.). Plant research and agroforestry. International Center for Research in Agroforestry, Nairobi, KE
- Index Kewensis. s.f. Microfichas. Mindata Microforms systems.
- IUFRO XX World Congress, (6-12. Agosto 1995, Tampere,FI). 1995. Urban Trees and Air Quality. In: Caring for the Forest: Research in a Changing World; congress report. Ed. Nowak, D. Tampere, FI, IUFRO 2v.
- Janzen, D. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21: 620-637.
- Kaplan, R; y Kaplan, S. 1989 The Experience of Nature. Cambridge, GB, Cambridge University Press. 340 p.
- Koslowski, T. 1971. Growth and development of trees. *Physiological Ecology*. New York, USA, Academic Press. 443 p.
- Kramer, J. y Koslowski, T. 1960. *Physiology of trees*. New York, USA, McGraw-Hill. 642 p.
- Larcher, W. 1977. *Ecofisiología Vegetal*. Barcelona, ES, Omega. 305 p
- Little, E. 1986. Árboles comunes de Venezuela- Moráceas, Urticáceas, Proteáceas, Mérida, VE. 47p. (Servicio Agroforestal. No 7. 04).

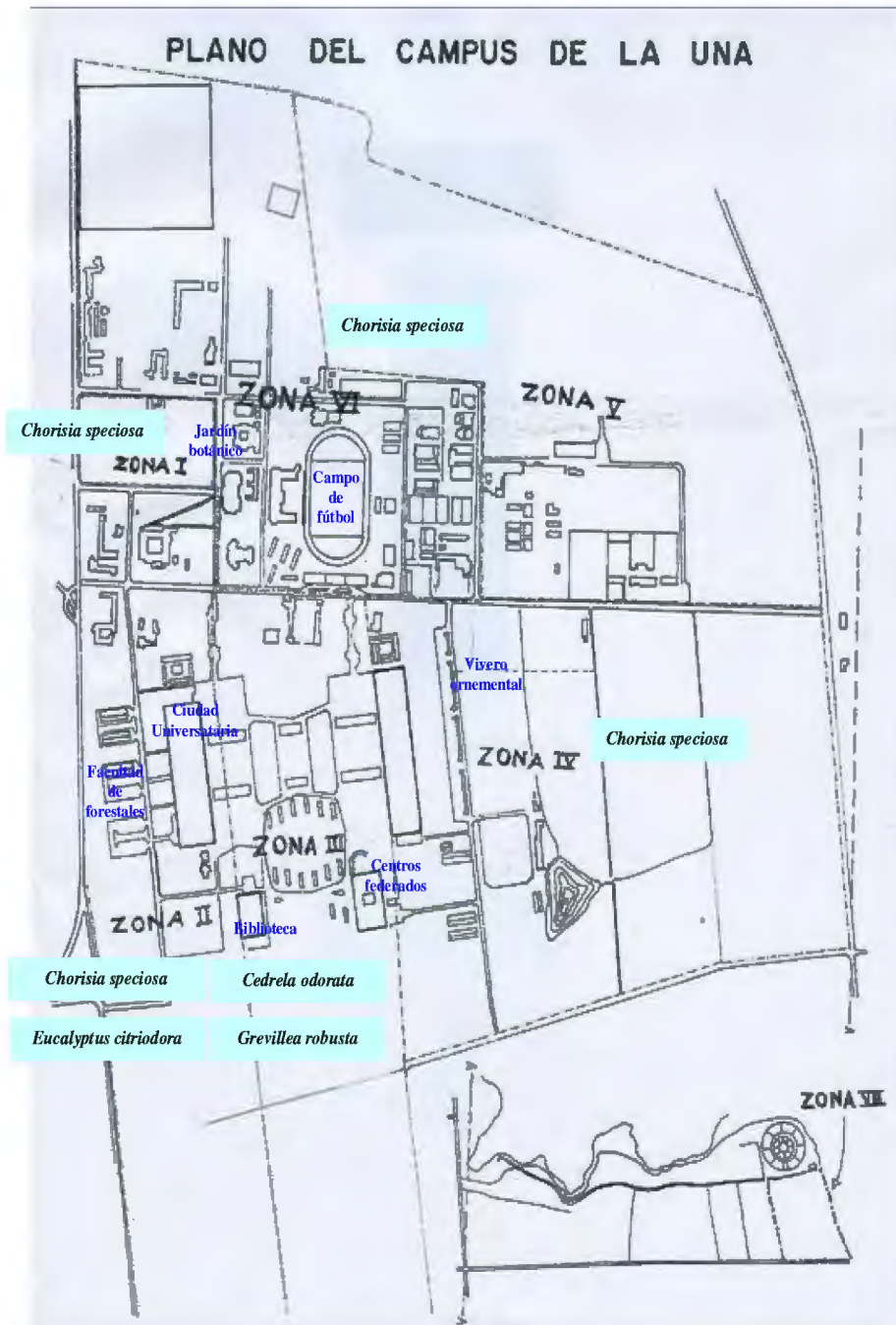
- Longman, K. Jenik, L. 1987. Tropical Forest and its environment. Londres, GB, Longman Scientific & Technical Essex.
- Manta, M. 1991. Estudio fenológico de cinco especies arbóreas introducidas al campus universitario de la UNALM. Lima, PE, Proyecto de Investigación FEDU-UNALM. 6 p
- Mantovani, M.; Ruschel, A.; Sedrez dos Reis, M.; Puchalski, A.; Onofre, R. 2003. Fenologia reproductiva de espécies arbóreas em um formação secundária da floresta atlantica. *Árbore*, Viçosa 27 (4).
- Mc Pherson, G; Rowntree, R. 1993 Energy Conservation Potential of Urban Tree Planting. *Journal of Arboriculture*, 19(6):321-331.
- Menzel, A.; Fabian, P., 1999. Growing season extended in Europe. *Nature* 397(6721): p. 659.
- Mooney, A., Bjorkman, A. Hall, E., Medina, E. y P. B. Tomlinson. 1980. The study of physiological ecology of tropical plants -current status and needs. *Bio-Science* 30: 22-26.
- Morellato, P., Cinara, S.C. Bencke, L. 2000. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasil. Bot.*, 25 (3): 269-275.
- Morellato, P.. 1995. As estações do ano na floresta. In *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra*. Campinas, BR, UNICAM. p.37-41.
- Congreso Forestal Mundial (13 - 22 de octubre 1997, Antalya, TR). *Silvicultura urbana y periurbana*. Eds . Nilsson, K ; Randrup, T. Antalya, TR., 1v, Tema 3.
- Newstrom, L.; Frankie G.; Baker H. 1994. Una nueva clasificación para la fenología de plantas basada en patrones de floración en los árboles de tierras bajas del bosque lluvioso, de la Selva, Costa Rica. *Biotrópica* 26: 141-159.
- Newstrom, L.; Frankie, G.; Baker H.; Colwell, R. 1993. Diversity of long-term flowering patterns, In Mc. Dade, K. Bawa, G. Hartshorn and Hespeneide H. *La Selva: ecology and natural history of a lowland tropical rain forest*. Chicago, USA. University of Chicago Prees, Ltd. p. 142-160.

- Olembó, R.; de Rham, P. 1987. Silvicultura urbana en dos mundos diversos. *Unasyuva* 155. 39 (1): 17-21
- Ortiz, R. y Fournier, L. 1983. Comportamiento fenológico de un bosque pluvial de premontano en Cataritas de San Ramón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 31: 69-74
- Prause, J.; Angeloni, P. 2000. Fenología de especies forestales nativas: abscisión de hojas. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas* 2000. Universidad Nacional del Nordeste.
- Reich, P. B. & R. Borchert. 1982. Phenology and ecophysiology of the tropical tree *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). *Ecology* 63: 294-299.
- Reynel, C.; Pennington, T., Pennington, R.; Daza, A. 2003 *Árboles útiles de la amazonía peruana y sus usos* Perú. Lima, PE. Tarea gráfica educativa. 509 p.
- Rathcke, B. y E. Lacey. 1985. Phenological Patterns of terrestrial plants. *Annual Reviews Ecol. Syst.*, 16: 179-214.
- Ríos, J. 1986. *Árboles y arbustos del campus universitario: catálogo preliminar no ilustrado de especies arbóreas y arbustivas de la Universidad Nacional Agraria La Molina*. Lima, PE, UNALM. 52 p.
- Richards, P. 1996. *The tropical rain forest*. Cambridge, GB. 575 p.
- Salisbury, F y Ross, C. 1994. *Fisiología Vegetal*. México D.F, MX, Iberoamericana. 759 p.
- Schwalm, C., 2000. Climate Change and site: Relevant mechanisms and modeling techniques. *Forest and Ecology Management* 150 (241-257).
- Schwartz, M.D., 1999. Advancing to full bloom: planning phenological research for the 21st century. *Int. J. Biometeorol.* 42, 113-118.
- Soukup, J. *Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana y catálogo de los géneros*. Lima PE. 436p.
- Souza, L.; Kageyama, P. y Sebben, A. 2003. Sistema de reproducción en población natural de *Chorisia speciosa* A. St. -Hil (Bombacaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 26(1): 113-121

- 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 semillera, para el bosque nacional Alexander von Humboldt. Revista Forestal del Perú. (Perú) Vol. XXV (2): 20-26.
- Universidad de las Islas Baleares, ES. s.f. Área de botánica, departamento de Biología, *Chorisia speciosa*. (en línea) . Islas Baleares, ES. Consultado 15 feb. 2005. Disponible en: <http://herbarivirtual.uib.es/cas-uib/especie/4985.html>
- USDA Forest Service, International Institute of Tropical forestry. PR.1990. *Cedrela odorata* L. Cedro hembra, Spanish cedar (en línea). San Juan, PR. Consultado 15 ene. 2005. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Cedrelaodorata.pdf>
- Villalpando, J.; A. Ruiz, 1993. Observaciones Agrometeorológicas y su uso en la agricultura. México D.F, MX Lumusa, p 13.
- Volpe, C. 1992. Citrus Phenology. In: Proceedings of the Second International Seminar on Citrus Physiology, p. 103-122.
- Wang, J. 1981. A computerized weather monitoring unit for farm operation. Interciencia. 6(4): 254-256. In: Fenología y ecofisiología de dos poblaciones de *Tabebuia rosea* ("Roble de Sabana") en Costa Rica (Scrophulariales: Bignoniaceae (Gómez, P. y Fournier, L.) 6(4): 254-256

ANEXO 1

PLANO DE UBICACIÓN DE ESPECIES



ANEXO 2

FORMULARIO DE OBSERVACIONES : FICHA DENDROLÓGICA

AÑO

MES

DIA

DEPARTAMENTO DE MANEJO FORESTAL
SECCION DENDROLOGIA
COLECTOR.....

ESPECIE	Nº DE ARBOL	FL.	BOT	FV	FM	C	B	OBSERVACIONES

FL = Floración
BOT= Floración en botón

FV= Frutos verdes
FM= Frutos maduros

C= Caída de follaje
B= Brotamiento

Escala 0 = 0%
1 = 1 - 19% 3= 51 - 75%
2= 20 - 50% 4= 76 - 100%

ANEXO 3

DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACIÓN ALEXANDER VON HUMBOLDT DESDE AGOSTO DE 1991 A ABRIL DE 1995

Meses	Temperatura	Humedad	Precipitación
1991 Agosto	15.5	86	2.6
Septiembre	16.3	84	0.4
Octubre	17.2	86	1.6
Noviembre	18.4	83	0.1
Diciembre	20.8	79	0.9

Meses	Temperatura	Humedad	Precipitación
1993 Enero	22.2	76	0.4
Febrero	23.9	74	0
Marzo	23.4	77	0.2
Abril	21.4	79	0
Mayo	19.5	82	1.3
Junio	18.4	82	2.8
Julio	16.7	85	2
Agosto	16.4	84	1
Septiembre	16.6	84	1.9
Octubre	17.3	83	0
Noviembre	17.8	83	0.4
Diciembre	19.9	82	0.3

Meses	Temperatura	Humedad	Precipitación
1995 Enero	23.4	81	0.3
Febrero	23.9	76	0.2
Marzo	23.9	74	0.2
Abril	21.6	79	0.5

Meses	Temperatura	Humedad	Precipitación
1992 Enero	21.4	74	0.7
Febrero	23.7	74	0
Marzo	25	75	0
Abril	23.2	81	0
Mayo	20.8	82	1.4
Junio	17.7	84	0.8
Julio	15.5	88	1.4
Agosto	15.4	87	0.8
Septiembre	15.9	85	0.8
Octubre	17.3	83	0.2
Noviembre	19.7	67	0.2
Diciembre	19.9	68	0.2

Meses	Temperatura	Humedad	Precipitación
1994 Enero	22	80	1.6
Febrero	22.9	77	0.6
Marzo	23	75	2.1
Abril	21.5	80	0.7
Mayo	18.4	86	0.8
Junio	16	88	0.6
Julio	15.2	87	0.3
Agosto	14.8	88	0.6
Septiembre	16.2	86	0.3
Octubre	17.1	85	0.4
Noviembre	18.1	84	0.9
Diciembre	20.3	83	0.3

Mayo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Setiembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diciembre	0	2	1	1.75	1	1	1	0.75	0	0.25	0.875	21.875	80

Brotamiento	Ced II 89 91	Ced II 88 91	Ced II 87 91	Ced II 86 91	Ced II 85 91	Ced II 84 91	Ced II 83 91	Ced II 82 91	Ced II 81 91	Ced II 80 91	Prom	Porcentaje Indice de intensidad	Indice de actividad
Enero													
Febreo													
Marzo													
Abril													
Mayo													
Junio													
Julio													
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Setiembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diciembre	0	0.333	0	0.333	0	0.333	0	0	0	0	0.1	2.5	30

