

FENOLOGIA PARA *Paulownia tomentosa* (kiri) EN EL NORESTE DE LA PROVINCIA DE MISIONES - ARGENTINA

PHENOLOGY FOR *Paulownia tomentosa* (kiri) IN THE NORTHEAST OF THE PROVINCE MISIONES - ARGENTINA

Graciela Martínez¹
Ernesto Javier Giménez¹
Beatriz Irene Eibl¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, Bertoní n°124, (3382) Eldorado, Misiones, Argentina. Email: beibl@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

On a 12 years *Paulownia tomentosa* (kiri) plantation located in Eldorado - Misiones, they were carried out phenologic observations during one year (May of 2000 to May of 2001). We use the Integral Phenologic method for kiri plants, situated in the hill, hillside and the valley. The phases observed weekly were: pre-flowering, flowering, flushing, growing and ripening of the fruit, leaves color change and leaves fall. The flushing happened at the end of the winter at the same time as the flowering phase. The fullness of the fruit growth in December and the maturation in May. During May it presents the fullness of change of color and fall of leaves. Significant differences were observed for the phases according to the site of the plantation in the pre-flowering, flowering and at the moment of the ripening of the fruit.

Key words : *Paulownia tomentosa*, Phenology, Microsites

RESUMEN

Sobre una plantación de kiri (*Paulownia tomentosa*) de 12 años ubicada en el departamento de Eldorado -Misiones, se realizaron observaciones fenológicas durante un año (mayo del 2000 a mayo del 2001). Se utilizó la metodología de observación y registro Fitofenológico Integral con modificaciones al método en la etapa de crecimiento y maduración del fruto para situaciones topográficas de loma, media loma y bajo. Las fases fenológicas observadas con frecuencia semanal fueron: cambio del color del follaje, caída del follaje, prefloración, floración, brotación, crecimiento y maduración del fruto. La brotación ocurrió a fines del invierno (agosto) coincidiendo con la fase de floración. El crecimiento del fruto con plenitud de fase en diciembre y la maduración del fruto en mayo. Durante el mes de mayo también se presentó la plenitud de cambio de color de follaje y caída de las mismas. Se observaron diferencias significativas para las fases de prefloración, floración y maduración de frutos en función a los sitios.

Palabras clave : *Paulownia tomentosa*, fenología, micrositios

INTRODUCCION

El género *Paulownia* originario de China, se introdujo a la Argentina y su cultivo en la provincia de Misiones como especie forestal se expandió a partir de la década del 70. El material genético difundido es un híbrido natural de la Isla de Formosa.

Este árbol posee madera liviana, cuyo peso específico varía entre 0,23- 0,35 gr/cm³; con una resistencia mayor en relación a su peso, superando a la madera balsa. También posee resistencia a la humedad una vez secado al aire, resistencia al fuego y a la fricción.

En los últimos años se ha observado la presencia de una enfermedad de origen fúngico que afecta las plantaciones de la zona (Agostini 1994). Posterior a la brotación de primavera las plantas infectadas presentan hojas con tamaños más reducidos que lo normal; luego se tornan amarillentas y se produce una total defoliación en tiempos muy variables, que luego conduce a la muerte del árbol (Pantaenius 1999, no publicado). La detección temprana de la presencia de esta enfermedad, podría permitir la ejecución de tratamientos químicos focalizados y de carácter curativo (Agostini 1994).

Considerando esta alternativa se planteó la posibilidad de aportar al conocimiento de la fenología de *Paulownia tomentosa* para una detección precoz de la enfermedad, mediante la observación fenológica y determinar las influencias del micrositio en la manifestación de las fases.

MATERIALES Y METODOS

Las parcelas de observación fenológica se ubicaron en el lote 3 del mapa catastral 2754-8-2 A₄ del Departamento Eldorado, Municipio Eldorado, Provincia de Misiones. Geográficamente se ubican a 26° 23' 22" de latitud sur y a 54° 39' 47" de longitud oeste. La cota máxima de 225 m.s.n.m y la mínima de 175 m.s.n.m. La temperatura media anual de 20,1°C, con máximas y mínimas absolutas de 40°C y 6°C (bajo cero) respectivamente, la precipitación media es de 1723 mm (Silva y otros, 2001). Esta región se clasifica climáticamente por el sistema Köppen en el grupo Cf, clima templado húmedo sin estación seca.

El suelo predominante es del orden de los Ultisoles del gran grupo Kandudultes (Ligier y otros, 1988) o como suelo complejo 9, según Mancini y otros (1961). El sitio en particular presentó índices de degradación por acción antrópica, con pérdida de materia orgánica, lavado de nutrientes, arrastre y compactación.

La plantación de *Paulownia* bajo estudio abarcó 10 hectáreas siendo su edad de 12 años, el diámetro promedio a la altura del pecho (DAP) de 30 cm y la altura media de 15 m. Abarcó micrositios de loma, media loma y bajo, con exposición sur y se encuentra en asociación con una plantación de *Ilex paraguariensis* (yerba mate) de 20 años, bajo un sistema de producción anual.

El material genético es un clon de un híbrido natural de *Paulownia tomentosa* originario de la Isla de Taiwán siendo su procedencia desconocida.

Para la selección de las parcelas se consideraron las siguientes características: Se instalaron parcelas homogéneas en cuanto a la edad de la plantación. Con suelo predominantemente rojo profundo o complejo 9. La conducción previa consistió en un recepe al año y desbrote al 3^{er}o y 4^{to} año. La poda se realizó hasta los 7 m de altura. La preparación del terreno para la plantación consistió en un mínimo hoyado entre las hileras de plantación de yerba. La limpieza fue con pasadas de rastras entre hileras, sin hacer una limpieza completa alrededor de los árboles. El espaciamiento inicial fue de 10 m por 7 m, con una densidad inicial de 143 árboles por hectárea.

Se instalaron 4 parcelas de observación, con 7-10 árboles cada una, ubicadas en loma, media loma y bajo. Las lomas y media loma con orientación sur.

La metodología de observación y registro utilizado en este trabajo fue el del método de Registro Fitofenológico Integral de Ledesma (1953) modificado en la etapa de observación y registro a campo en la fase de crecimiento y maduración del fruto (Eibl y otros, 1995). El estudio consistió en realizar registros fenológicos en el tiempo, de todos los árboles de las parcelas con una frecuencia de observación semanal o quincenal, dependiendo de la fase en que se encontraban los árboles. La observación se realizó con auxilio de binocular y cuaderno de registro. El periodo de registro estuvo comprendido entre el 19 de mayo del 2000 y el 31 de mayo del 2001.

Las fases fenológicas observadas fueron: cambio del color del follaje, caída del follaje, prefloración, floración, brotación, crecimiento y maduración del fruto. Para la observación de las fases brotación y caída de hojas se procedió a observar el follaje presente, estimando ocularmente el porcentaje de follaje actual sobre el total posible.

El crecimiento del fruto fue la etapa siguiente a la floración que correspondió al engrosamiento progresivo del ovario hasta lograr el tamaño definitivo del fruto. La maduración de fruto fue el período del cambio de color del fruto verde a color marrón, característico del fruto maduro (Eibl y otros 1995).

Para el análisis de los datos e interpretación de los resultados se utilizó la tablas de días o calendario juliano.

Mediante cálculos estadísticos se determinaron los valores máximos, mínimo, amplitud, variancia y desvío estándar para los momentos del comienzo, plenitud y fin de cada fase. También se hizo una comparación de medias de los momentos de las fases a través de la prueba de Tukey para parcelas ubicadas en loma, media loma y bajo a un nivel de probabilidad de $p = 0,05$.

RESULTADOS

La prefloración se inició el día 33 del Calendario Juliano (02 febrero) y finalizó el día 232 (20 agosto).

La floración ocurrió con los primeros aumentos de la temperatura al final de la estación invernal, el comienzo fue el día 239 (27 agosto), teniendo una plenitud el día 258 (16 setiembre) y el fin de esta fase fue el día 273 (30 setiembre).

En esta etapa todos los árboles se encontraban sin hojas debido al descanso sin follaje.

La brotación ocurrió a fines del invierno, con el aumento de temperatura, siendo homogénea en todos los individuos coincidiendo con la fase de floración. El comienzo fue el día 235 (23 agosto) y la plenitud de brotación se dio el día 259 (16 setiembre) teniendo como fin el día 307 (3 noviembre).

El crecimiento del fruto comenzó el día 284 (11 noviembre), su plenitud se dio el día 346 (12 diciembre) y el fin el día 31 (31 enero).

La maduración del fruto al final del crecimiento el fruto comienza a cambiar de color, el comienzo fue el día 61 (02 marzo) llegando a la plenitud el día 146 (26 mayo).

El cambio de color de hojas comenzó en el otoño siendo difícil su detección debido a la constante renovación del follaje, el amarillamiento se acentuó el día 78 del calendario juliano (19 marzo). No se identificó el momento de plenitud de amarillamiento pero se estimó para el día 130 (10 mayo) y el fin se produjo el día 183 (02 julio).

La caída de las hojas, comenzó seguidamente al cambio de color de hoja el día 88 (29 marzo), su plenitud el día 137 (17 mayo) y el fin fue el día 186 (05 julio).

La duración en número de días para cada fase se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Duración promedio de cada fase en número de días para *Paulownia tomentosa*. Período 19/05//2000 al 31/05/2001.

Table 1: Average duration of each phase in number of days for *Paulownia tomentosa*. Period 19/05//2000 to 31/05/2001.

Fases	Duración (días)
Prefloración	199
Floración	34
Brotación	72
Crecimiento del Fruto	112
Maduración del fruto	85
Cambio de Color de hoja	105
Caída de hoja.	98

Nota: La duración de la maduración del fruto contempla desde el comienzo hasta la plenitud.

Realizando los promedios para todos los ejemplares observados en los diferentes micrositios se obtuvieron las fechas medias de ocurrencia de las fases en cada uno de sus momentos, la fecha más anticipada y las más tardía. La amplitud se refiere al número de días entre el valor más anticipado y el más tardío de ocurrencia del momento para cada fase. El desvío estándar indicó la dispersión de los valores con respecto al promedio para la fecha de ocurrencia. Tabla 2.

Tabla 2: Fecha promedio para cada momento de las fases y la duración en días para *Paulownia tomentosa* para el período 19/05//2000 al 31/05/2001.

Table 2: Average date for each moment of the phase and the duration in days for *Paulownia tomentosa*. Period 19/05//2000 to 31/05/2001.

Fase	Momento de la Fase	Número de días promedio en el Calendario Juliano fecha	Fecha más anticipada de ocurrencia de la fase	Fecha más tardía de ocurrencia de la fase	Amplitud en días	Desvío estándar
Prefloración	Comienzo	33 02 de febrero	23 23 de enero	45 14 de febrero	22	7,69
	Plenitud					
	Fin	232 20 de agosto	217 05 de agosto	241 29 de agosto	24	9,06
Floración	Comienzo	239 27 de agosto	235 23 de agosto	245 02 de setiembre	10	2,98
	Plenitud	258 15 de setiembre	250 07 de setiembre	271 28 de setiembre	21	4,05
	Fin	273 30 de setiembre	271 28 de setiembre	277 04 de octubre	6	2,85
Brotación	Comienzo	235 23 de agosto	235 23 de agosto	235 23 de agosto		
	Plenitud	259 16 de setiembre	250 07 de setiembre	263 20 de setiembre	13	3,74
	Fin	307 03 de noviembre	298 25 de octubre	325 21 de noviembre	27	10,81
Crecimiento del fruto	Comienzo	284 11 de octubre	277 04 de octubre	284 11 de octubre	7	1,74
	Plenitud	346	332	10	43	6,20

		12 de diciembre	28 de noviembre	10 de enero		
	Fin	31 31 de enero	31 31 de enero	38 07 de febrero	7	1,74
Maduración del fruto	Comienzo	61 02 de marzo	58 27 de febrero	81 22 de marzo	23	5,62
	Plenitud	146 26 de mayo	126 06 de mayo	152 01 de junio	26	6,85
	Fin					
Cambio de color de Hojas	Comienzo	78 19 de marzo	23 23 de enero	101 11 de abril	78	19,8
	Plenitud					
	Fin	183 02 de julio	182 01 de julio	189 08 de julio	7	2,61
Caída de Hojas	Comienzo	88 29 de marzo	31 31 de enero	118 28 de abril	87	20,83
	Plenitud					
	Fin	186 05 de julio	182 01 de julio	189 08 de julio	7	3,46

Al observar y registrar el comportamiento fenológicos de los árboles de acuerdo a su ubicación en los diferentes micrositos, se determinaron los promedios y desvíos en cada caso (Tabla 3).

Tabla 3: Fecha promedio, desvío estándar y comparación entre micrositos para cada momento de las fases en *Paulownia tomentosa* según su ubicación en loma, media loma y bajo. Eldorado, Misiones para el período 19/05//2000 al 31/05/2001. (Prueba de Tukey, $\alpha=0,05$)

Table 3: Average date, standart deviation and microsites comparation for each phase moment in *Paulownia tomentosa* according to their location in hill, hillside and valley. Eldorado, Misiones for the period 19/05//2000 al 31/05/2001. (Tukey, $\alpha=0,05$)

FASE	MICROSITIO	Comienzo Fecha promedio (días calendario Juliano)(desvío estándar)	Plenitud Fecha promedio (días calendario Juliano)(desvío estándar)	Fin Fecha promedio (días calendario Juliano)(desvío estándar)	Duración (días)
Prefloración	Loma	05/02 a (36) (6)	-----	07/08 a (219) (6)	183
	Media loma	05/02 a (36) (7)	-----	24/08 b (236) (2)	200
	Bajo	30/01 a (30) (8)	-----	24/08 b (236) (5)	206
Floración	Loma	23/08 a (235) (1)	15/09 a (258) (4)	02/10 a (275) (3)	40
	Media loma	27/08 b (239) (3)	16/09 a (259) (5)	01/10 ab (274) (3)	35
	Bajo	28/08 b (240) (2)	16/09 a (259) (4)	29/09 b (272) (2)	32
Brotación	Loma	23/08 a (235)	18/09 a (261) (2)	(29/10) a (302) (8)	67
	Media loma	23/08 a (235)	16/09 a (259) (4)	04/11 a (308) (13)	73
	Bajo	23/08 a	15/09 a	05/11 a	74

		(235)		(258) (4)		(309) (11)	
Crecimiento del fruto	Loma	11/10 (284)	a	04/12 338+ 29	a	01/02 (32) (2)	113
	Media loma	11/10 (284)	a	14/12 (348) (3)	a	31/01 (31)	112
	Bajo	10/10 (283) (2)	a	15/12 (349) (7)	a	31/01 (31) (2)	113
Maduración del fruto	Loma	28/02 (59) (4)	a	30/05 (150) (3)	a	—	91
	Media loma	02/03 (61) (5)	a	21/05 (141) (11)	b	—	80
	Bajo	03/03 (62) (7)	a	27/05 (147) (4)	ab	—	85
Cambio de color de hojas	Loma	27/03 (86) (12)	a	—		02/06 (183) (2)	a 83
	Media loma	22/03 (81) (21)	a	—		01/06 (182)	a 101
	Bajo	14/03 (73) (22)	a	—		03/06 (184) (3)	a 111
Caída de hojas	Loma	04/04 (94) (23)	a	—		06/06 (187) (3)	a 93
	Media loma	31/03 (90) (16)	a	—		05/06 (186) (4)	a 96
	Bajo	25/03 (84) (22)	a	—		05/06 (186) (4)	a 102

Los valores en paréntesis son días promedio del calendario juliano y sus desvíos estándar.

Letras diferentes indican diferencia significativa según Tukey al nivel de $\alpha=0.05$

Se observaron diferencias significativas dependiendo del micrositio de plantación (loma; media loma y bajo). Para la prefloración hubo diferencias sólo al final de la fase, donde los árboles de la loma se adelantaron con respecto a los de media loma y bajo.

Se observaron diferencias significativas en el comienzo de la floración según el micrositio en que estaba ubicado el árbol, siendo más temprano en aquellos localizados en la loma. Igualmente el fin de esta fase también fue significativamente diferente con lo observado en el sector bajo.

CONCLUSIONES

Los primordios florales presentaron una fase alargada con 199 días (enero hasta agosto), que puede atribuirse a la necesidad de acumulación de sumas de temperaturas bajas.

La fase reproductiva se inició con la floración el día 239 (27 de agosto) que fue la época del año en que se produjo un brusco incremento de las temperaturas y con los días alargándose.

Se identificaron diferencias significativas en la manifestación de las fases de prefloración, floración y maduración de frutos para loma, media loma y bajo, indicando repuestas fenológicas según micrositios.

La demora en el inicio de la floración para las situaciones de media loma y bajo podría deberse a la menor radiación directa que reciben estos sitios.

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINI J P. 1994. Amarillamiento en Kiri (informe interno, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, no publicado)
- EIBL B I, Silva F, Bobadilla A, Ottenweller G. 1995. Fenología de especies forestales nativas de la selva misionera. Primera parte. Revista Yvyrareta 6(6):81-91.
- EIBL B I, Silva F, Bobadilla A, Ottenweller G. 1997. Fenología de especies forestales nativas de la selva misionera. Segunda parte. Revista Yvyrareta 7(7):78-87.
- MANCINI F; Sanesi G y Laserre S. 1961. Compañía Argentina de Relevamiento Topográficos y Aerofotogramétrico (C.A.R.T.A).
- MANGIERI H R. 1973. Ensayos sobre la posibilidad de utilización de la madera del género *Paulownia* en la República Argentina. Revista Argentina Forestal. N°304. Pp.17.
- LIGIER, H. D, Matteio, H R; Polo H. L y Rosso J. R. 1988 . Mapa de Suelo de la Provincia de Misiones; Escala 1: 500000. I.N.T.A
- LEDESMA N R. 1953. Registro Fitofenológico Integral. Meteoros . N°1. Año 3. Pp 81-96.
- SILVA F; Eibl B; Bobadilla A. 2001. Boletín Agrometeorológico Eldorado. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado. Misiones.