

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FISIOLÓGICAS DE SEMILLAS DE *PRUNUS OCCIDENTALIS*: COMPARACIÓN ENTRE ESPECIES DE DIFERENTES ESTRATEGIAS SUCESIONALES

MORPHOLOGIC AND PHYSIOLOGIC CHARACTERISTICS OF *PRUNUS OCCIDENTALIS* SEEDS: COMPARISON BETWEEN SPECIES OF DIFFERENT SUCCESSIONAL STRATEGIES

Bárbara C. Muñoz, Jorge A. Sánchez, Laura Montejo y Ricardo A. Herrera-Peraza

*Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA, Carretera de Varona km. 3^{1/2}, Capdevila, Boyeros,
A.P.8029, C.P. 10800, La Habana, Cuba. Tf (537) 57-8266, 57-8010
Fax (537) 24-9031, 57-8266, E-mail: ecologia@unepnet.inf.cu, ecologia@ceniai.inf.cu*

RESUMEN

Se estudiaron algunas variables seminales en *Prunus occidentalis* con el fin de proponer su ubicación en grupos de funcionamiento ecológicos, según el *continuum r-K* de estrategias sucesionales. Las características seminales de dicha especie la ubican en la Clase C de tamaño (2,01 cm), con una semilla por fruto; contenido de humedad de 32,2%; índices de masas seminales de 66,7% para la testa; 6,9% para el endospermo y 26,4% para el embrión, de este último valor el 98% corresponde a los cotiledones; fotoblastismo indiferente y máxima germinación a 25°C, con un 80%. Se discute su ubicación dentro del *continuum r-K* de estrategias sucesionales, en comparación con tres especies pioneras, para las que se conocen los mismos parámetros seminales medidos en *P. occidentalis*.

Palabras clave: ecología de semillas, estadio sucesional, patrones seminales, Cuba

ABSTRACT

Some seminal variables were studied in *Prunus occidentalis* with the purpose of proposing its position in ecological functional groups, according to the *r-K continuum* of successional strategies. The seminal characteristics of this species place it in the size Class C (2.01 cm), with one seed per fruit; humidity content of 32.2%; seminal mass indexes of 66.7% for the testa; 6.9% for the endosperm and 26.4% for the embryo (98% corresponds to the cotyledons); indifferent photoblastism and maximum germination at 25°C. This species' location in the *r-K continuum* of successional strategies is discussed, in comparison with three pioneer trees, for which the same seminal parameters measured in *P. occidentalis* are known.

Key words: seed ecology, seminal patterns, successional status, Cuba

INTRODUCCIÓN

Las variaciones espacio-temporales de la vegetación de un ecosistema se conocen como sucesión vegetal (Hallè *et al.* 1978) y están determinadas, en última instancia, por patrones de funcionamiento que se establecen entre los individuos que integran dicho ecosistema y que tipifican cada una de las fases de la sucesión (Márquez *et al.* 1990), dando lugar de este modo a los grupos de funcionamiento ecológicos. Cada uno de estos grupos presentan características que

tipifican las fases de los ciclos reproductivo y de establecimiento de los táxones vegetales que los conforman, independientemente de las peculiaridades que cada especie pueda presentar en sus "estrategias" de sobrevivencia (Márquez *et al.* 1990).

En el manejo de los bosques tropicales es necesario el conocimiento de los patrones que caracterizan cada grupo de funcionamiento ecológico para comprender a cabalidad los procesos de regeneración, establecimiento y sucesión natural de las poblaciones vegetales. Según

Martínez-Ramos *et al.* (1989) y Márquez *et al.* (1990) los patrones relacionados con el sistema de producción de semillas, la dispersión, las dimensiones de los frutos y semillas, los mecanismos de dormancia seminal, el banco de plántulas, la sobrevivencia de éstas últimas y su crecimiento, están entre los que más contribuyen a la ubicación dentro de un grupo ecológico. Sin embargo, pocos han considerado a las semillas como elemento para distinguir dichos grupos, a pesar de que varios investigadores han destacado su papel en el ecosistema como principal vehículo de reproducción y mantenimiento del genofondo de las poblaciones vegetales en el tiempo y el espacio (Martínez-Ramos *et al.* 1989, Márquez *et al.* 1990, Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia 1994).

Diversos autores han tratado de establecer el tipo de "estrategia" seguida por algunas especies sobre la base de patrones que determinan su entrada en las diferentes fases sucesionales de los bosques tropicales (Brokaw 1985, Kageyama y Viana 1989, Whitmore 1989, Márquez *et al.* 1990, Herrera *et al.* 1997). La clasificación desarrollada por Herrera *et al.* (1997) en base al *continuum r-K* de estrategias sucesionales es una de las más completas en cuanto a los patrones que rigen el funcionamiento de un ecosistema. En ella se señala que a medida que avanza la sucesión existe una tendencia a aumentar la selección *K* y disminuir la *r*, y reconoce la existencia de siete grupos principales de estrategias: pioneras tempranas, pioneras tardías, exuberantes, colonizadoras, oportunistas, invasoras y austeras.

Prunus occidentalis Sw. pertenece al grupo de especies exuberantes de bosque siempreverde estacional de la Reserva de Biosfera "Sierra del Rosario", Cuba (Herrera *et al.* 1997). Se caracteriza por ser un árbol grande, de hasta 20 m de altura, madera de color rojo-amarillento muy empleada en construcciones y fruto en drupa; se reconocen también sus propiedades medicinales para aliviar padecimientos respiratorios (Roig 1975).

Entre los patrones seminales más notables que caracterizan a las especies pioneras en general, se encuentra la producción por individuos de un gran número de semillas de pequeño tamaño (Whitmore 1983, Clark y Clark 1987, Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia 1987, Garwood 1990, Márquez *et al.* 1990, Muñoz y Sánchez 1999). Para el tipo de estrategia exuberante, Herrera *et al.* (1997) han señalado como característica la presencia de semillas

más grandes y pesadas que las correspondientes a los dos grupos sucesionales que le anteceden.

Muñoz (1998), estableció algunos patrones morfológicos y fisiológicos en semillas de árboles pioneros (*Muntingia calabura*, *Cecropia schreberiana*, *Trichospermum grewiiifolium*, *Guazuma ulmifolia* e *Hibiscus elatus*), de bosques húmedos tropicales que permitieron su clasificación en pioneras tempranas y tardías según el *continuum r-K* de estrategias sucesionales propuesto por Herrera *et al.* (1997) tomando en consideración solamente a la semilla. En el presente trabajo se analizaron las mismas variables en *P. occidentalis*, con el objetivo de determinar sus patrones seminales y compararlo con especies de estadio sucesional anterior.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de colecta

La colecta de *P. occidentalis* y *T. grewiiifolium* se realizó en la Reserva de Biosfera "Sierra del Rosario", en el área El Salón (82° 57' 20" de LO y 22° 49' 20" de LN), a principio del mes de mayo de 1999. El sitio se encuentra a 540 m s.n.m y presenta un régimen anual de lluvia de 2,014 mm; con una temperatura media anual del aire de 24,4°C. Los valores de esta variable para el suelo del sotobosque durante el verano (de mayo a septiembre) presentan mínimas de 22,3°C y máximas de 24,15°C; mientras que para un claro, en el mismo período de tiempo, las mínimas son de 22,7°C y las máximas de 27,6°C. Para la Sierra del Rosario, la variación del microclima diurno anual a 2 cm de profundidad del suelo en los lugares desprovistos de vegetación, presenta una amplitud de hasta 11°C (Vilamajó *et al.* 1988).

La colecta de *G. ulmifolia* e *H. elatus* se realizó en los bosques de Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana (Muñoz 1998).

Colecta y limpieza de las semillas

Las semillas de *P. occidentalis* se colectaron de frutos maduros sobre la planta, en doce árboles. Los frutos se trasladaron inmediatamente al laboratorio para su limpieza. El secado de las semillas se realizó durante 72 hr al aire y a la sombra. Éstas se almacenaron en frascos de cristal con cierre hermético y se colocaron a temperatura de 25°C, hasta su utilización.

Para *G. ulmifolia*, *H. elatus* y *T. grewiiifolium* ver metodología en Muñoz (1998).

Variabes morfo-fisiológicas

Las semillas se examinaron al microscopio estereoscópico. La forma y características de la testa se describieron según Stearn (1992). Las particularidades del embrión y cotiledones se definieron según Niembro (1988). Para establecer la cantidad de semillas por fruto se tomaron 100 unidades al azar del lote de frutos colectados y se contó el número de semillas contenidas en cada uno de estos.

Las dimensiones de los disemínulos se determinaron a partir de una muestra de 100 semillas del total de frutos cosechados. A cada unidad se le midió la longitud (L) y la anchura (A). A las semillas recién colectadas se les determinó la masa fresca mediante la pesada de 10 réplicas de 50 unidades cada una, en una balanza Sartorius con precisión de 10^{-4} . La masa seca y el contenido de humedad inicial (H) se determinaron por el método de secado a baja temperatura constante según las normas del International Seed Testing Association, ISTA (1985).

Basándose en los índices de Esfuerzo Reproductivo establecido por Harper y Ogden (1970) y del Estado Nutricional de la semilla planteado por Sánchez *et al.* (1997), se desarrolló el Índice de Masa Seminal que expresa la fracción de la masa seca total de la semilla que corresponde a cada una de las partes de ésta (testa, reservas y embrión). Dicho índice se utilizó como indicador de la cantidad de energía que el disemínulo "destina" a la formación de cada parte seminal y se calculó según la fórmula

$$\text{Índice Masa Seminal} = \frac{\text{Masa Seca Parte (g)}}{\text{Masa Seca Semilla (g)}} \times 100$$

Así, se establecieron los índices de Masa Seminal para la testa (MSt), para el embrión (MSe) y para las reservas seminales (MSr). Este último, no incluye el tejido de reserva de los cotiledones.

Pruebas de Germinación

Con el objetivo de simular las variaciones que sufre la temperatura y la iluminación del suelo desde el interior del bosque hasta el claro (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia 1994) y a partir de los datos climáticos reportados por Vilamajó *et al.* (1988), se planificó un experimento bifactorial para conocer el efecto combinado estos factores climáticos sobre la germinación de la especie. Se

utilizaron 4 niveles de temperatura y 2 de iluminación para un total de 8 tratamientos. Se tomó una temperatura fija de 25°C y 3 termoperíodos 25-30°C, 25-35°C y 25-40°C, con una alternancia de 12 hr para 25°C y 8 hr para la más alta de cada termoperíodo, con una transición entre las mismas de 4 hr. Los niveles de iluminación empleados fueron: 1) oscuridad total, que se logró envolviendo las placas con las semillas en 2 capas de papel de aluminio, y 2) fotoperíodo de 8 horas-luz, que coincidió con la exposición a la mayor temperatura de cada tratamiento. Los ensayos de germinación se realizaron en incubadoras Gallenkamp INF-600 (Londres), a las que se les acoplaron 2 lámparas fluorescentes de 40 w situadas a 20 cm del nivel de las placas, para garantizar una iluminación estimuladora de la germinación (Toledo *et al.* 1990).

Todas las semillas antes de la siembra se esterilizaron mediante la inmersión en solución de Bicloruro de Mercurio al 0,01% durante 10 min y posterior enjuague en agua destilada estéril. Las pruebas de germinación se realizaron en placas de Petri de 9 cm de diámetro sobre agar hidrostático al 1%. Por tratamiento se utilizaron 5 réplicas, de 50 semillas cada una.

En todos los ensayos de germinación se consideraron como germinadas aquellas semillas con emergencia de la radícula superior a 1 mm. En el caso de las semillas iluminadas el conteo de germinación se efectuó diariamente, mientras que para las semillas sometidas a oscuridad la germinación se evaluó una sola vez, tres días después de concluida la germinación a la luz. Así se determinó el porcentaje de germinación final, el inicio de la germinación (IG) (días en aparecer la radícula) y el Coeficiente de Velocidad (CV) según Kotowski (1926). Éstas dos últimas variables sólo se determinaron en las semillas iluminadas.

A las semillas que no germinaron se les practicó la prueba de Tz (Cloruro de 2,3,5 Trifenil Tetrazolium) según las normas del ISTA (1985) y se determinó en cada caso el porcentaje de semillas dormantes y muertas.

Procesamiento estadístico de los datos

Se calcularon los valores promedios y el error estándar de cada variable morfológica. El comportamiento germinativo de *P. occidentalis* se analizó mediante ANOVA de clasificación simple con arreglo factorial de los tratamientos (Iluminación x Temperatura). Las diferencias entre las medias se determinaron mediante la Prueba de

CARACTERÍSTICAS SEMINALES DE *P. OCCIDENTALIS* EN RELACIÓN AL CONTINUUM R-K

Tabla 1. Variables germinativas de *Prunus occidentalis*. A) Valores medios de los porcentajes de germinación final, semillas

| A | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|------------------|---------------|-------------|--|
| Rangos de Temperatura | LUZ | | | OSCURIDAD | | | |
| | Germinadas | No Germinadas | | Germinadas | No Germinadas | | |
| | | Dormantes | Muertas | | Dormantes | Muertas | |
| 25 ⁰ C | 80,0 | 0 | 20,0 | 77,5 | 0 | 22,5 | |
| 25-30 ⁰ C | 70,0 | 0 | 30,0 | 75,0 | 0 | 25,0 | |
| 25-35 ⁰ C | 65,0 | 0 | 35,0 | 57,5 | 0 | 42,5 | |
| 25-40 ⁰ C | 52,5 | 0 | 47,5 | 20,0 | 0 | 80,0 | |
| ANOVA | | | | | | | |
| Fuentes de Variación | | | | Temperatura | Iluminación | Interacción | |
| Germinación Final (%) | | | | 10,93 *** | 1,90 NS | 1,96 NS | |
| Semillas Muertas (%) | | | | 11,61 *** | 2,34 NS | 2,16 NS | |
| DUNCAN | | | | | | | |
| Rangos de temperaturas | Germinación Final | | | Semillas Muertas | | | |
| 25 ⁰ C | 65,88 a | | | 26,19 c | | | |
| 25-30 ⁰ C | 59,71 ab | | | 31,68 bc | | | |
| 25-35 ⁰ C | 52,26 b | | | 38,94 b | | | |
| 25-40 ⁰ C | 37,02 c | | | 54,32 a | | | |
| B | | | | | | | |
| Rangos de temperatura | Coeficiente de velocidad | | Inicio de la germinación | | | | |
| 25°C | 5,47 (0,41) | | 8 (0,47) | | | | |
| 25-30°C | 5,50 (0,38) | | 9 (0,91) | | | | |
| 25-35°C | 5,74 (0,62) | | 9 (0,85) | | | | |
| 25-40°C | 7,10 (0,85) | | 8 (0,95) | | | | |

Medias con letras desiguales por columnas difieren según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

() Error estándar de la media.

Símbología: *** $P \leq 0,001$; NS no significativo.

Duncan ($P \leq 0,05$). La separación en grupos de funcionamiento ecológicos se determinó mediante Análisis de Componentes Principales que permitió conocer cómo se agrupan e interrelacionan el comportamiento reproductivo de *P. occidentalis* con otras tres especies pioneras tardías en función de las variables morfo-fisiológicas seminales evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables morfo-fisiológicas

Prunus occidentalis presenta una sola semilla por fruto, de forma ovada, con testa areolada y sin indumento. La masa seca de cada diseminado es de 2,33 g ($\pm 0,22$), mientras que la fresca es de 3,16 g ($\pm 0,27$), su longitud es de 2,01 cm ($\pm 0,04$) y su anchura de 1,32 cm ($\pm 0,01$), que ubica a la especie en la clase C de tamaño, catalogada como

semillas grandes (Hladik y Miquel 1990). Por otra parte, de acuerdo a su alto contenido de humedad inicial ($32,2\% \pm 0,45$), se la clasifica como recalcitrante (Roberts 1973, Ellis *et al.* 1990). Según Harper *et al.* (1970), el alto contenido de humedad de las semillas de mayor tamaño es necesario debido a que son incapaces de tomar del medio la cantidad de agua requerida para que se desencadene la germinación.

En la medida que aumenta el tamaño de la semilla, su velocidad de imbibición disminuye (Foster 1986). De esta manera, *P. occidentalis* estaría adaptado a sobrevivir en lugares de relativa estabilidad hídrica, dado el incremento del contenido de humedad que le permite cierta independencia del medio para iniciar el proceso germinativo sobre todo, si se conoce que la cantidad de agua que requiere una semilla durante el proceso de imbibición es poca y no excede 2 ó 3 veces el peso

Tabla 2. Valores medios de las variables seminales de especies que habitan en bosques húmedos de la Sierra del Rosario. Los valores de las variables relacionados con la respuesta germinativa se obtuvieron en el rango de temperatura óptima de germinación para cada especie (25°C para *P. occidentalis* y 25-35°C para el resto de las especies). Los datos de las tres primeras columnas se tomaron de Muñoz (1998).

| Variables | <i>Trichospermum gréwüfolium</i> | <i>Guazuma ulmifolia</i> | <i>Hibiscus elatus</i> | <i>Prunus occidentalis</i> |
|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Semillas por fruto (S/F) (u) | 11 | 71 | 47 | 1 |
| Longitud (L) (cm) | 0,22 | 0,32 | 0,5 | 2,01 |
| Anchura (A) (cm) | 0,23 | 0,22 | 0,4 | 1,32 |
| Contenido de humedad (H) (%) | 7,8 | 11,02 | 12,91 | 32,2 |
| Masa seca (M) (g) | 2,67x10 ⁻³ | 5,90x10 ⁻³ | 20,95x10 ⁻³ | 2,33 |
| Índice Masa Testa (MSt) (%) | 78 | 64 | 53 | 66,7 |
| Índice Masa Embrión (MSe) (%) | 4 | 23 | 39 | 26,4 |
| Índice Masa Reservas (MSr) (%) | 18 | 13 | 8 | 6,9 |
| Germinación luz (GL) | 98 | 2 | 54 | 80 |
| Germinación oscuridad (GO) (%) | 98 | 2 | 55 | 77,5 |
| Dormantes luz (DL) (%) | 0 | 87 | 0 | 0 |
| Dormantes oscuridad (DO) (%) | 0 | 87 | 9 | 0 |
| Muertas luz (ML) (%) | 2 | 11 | 46 | 20 |
| Muertas oscuridad (MO) (%) | 2 | 11 | 36 | 22,5 |
| Coefficiente velocidad-Luz (CV) (%) | 16,4 | 7,4 | 9,3 | 5,4 |
| Inicio germinación-Luz (IG) (días) | 3 | 9 | 6 | 8 |

seco de la misma (Bewley y Black 1994). *P. occidentalis* comienza su período de fructificación entre los meses de noviembre-diciembre, pero la madurez de los frutos ocurre entre marzo-abril (Vilamajó y Menéndez 1988, Hechavarría 1999). Observaciones realizadas en el sitio de colecta, (mayo) evidenciaron una gran cantidad de plántulas y semillas germinadas en el suelo del bosque, lo que sugiere para la especie la germinación rápida de sus disemínulos y la formación de banco de plántulas como estrategia de permanencia en el bosque. Este tipo de estrategia de supervivencia en el suelo ha sido reportada por diferentes autores (Márquez *et al.* 1990, Herrera *et al.* 1997) para especies de estadios sucesionales avanzados.

Sin embargo, el alto contenido de humedad atenta contra la longevidad de la semilla, su condición de recalcitrante hace que la especie pierda la viabilidad con cierta rapidez, sobre todo en ambientes con valores altos y estables de humedad relativa, como el interior del bosque. Roberts (1973), señala que por cada unidad de humedad a la que se almacene una semilla ésta disminuye en un 50% su viabilidad. Por otra parte, semillas de *P. occidentalis* almacenadas en frascos herméticos a 25°C durante dos meses, presentaron

germinación nula al ser sembradas a termoperíodo de 25-30°C (datos no publicados). Toda esta información confirma la corta longevidad de las semillas de este taxon.

En cuanto a la distribución de masa de la semilla en relación con el total asignado a la misma, el mayor valor le correspondió a la testa (MSt), con 66,7%. Este incremento en la energía destinada a la cubierta seminal, está asociado principalmente a la protección contra el ataque de depredadores, tan frecuentes en ambientes competitivos como el interior del bosque (Fenner 1985). El índice de masa de las reservas (MSr, no incluye a los cotiledones) fue de sólo 6,9%, mientras que el del embrión (MSe) alcanzó 26,4%, de este último valor, el 98% correspondió a la masa de los cotiledones. Este alto valor de masa podría ser un indicador de la importancia que para la especie representa la producción de embriones fuertes, con vista a originar plántulas vigorosas capaces de competir desde los primeros estadios (Foster 1986). El análisis morfológico del embrión demostró que éste es diferenciado, con un eje pequeño, mientras que los cotiledones tienen forma ovada, son rectos y carnosos, lo que coincide con las relaciones de masas obtenidas y evidencian la "fortaleza" de los mismos.

CARACTERÍSTICAS SEMINALES DE *P. OCCIDENTALIS* EN RELACIÓN AL CONTINUUM R-K

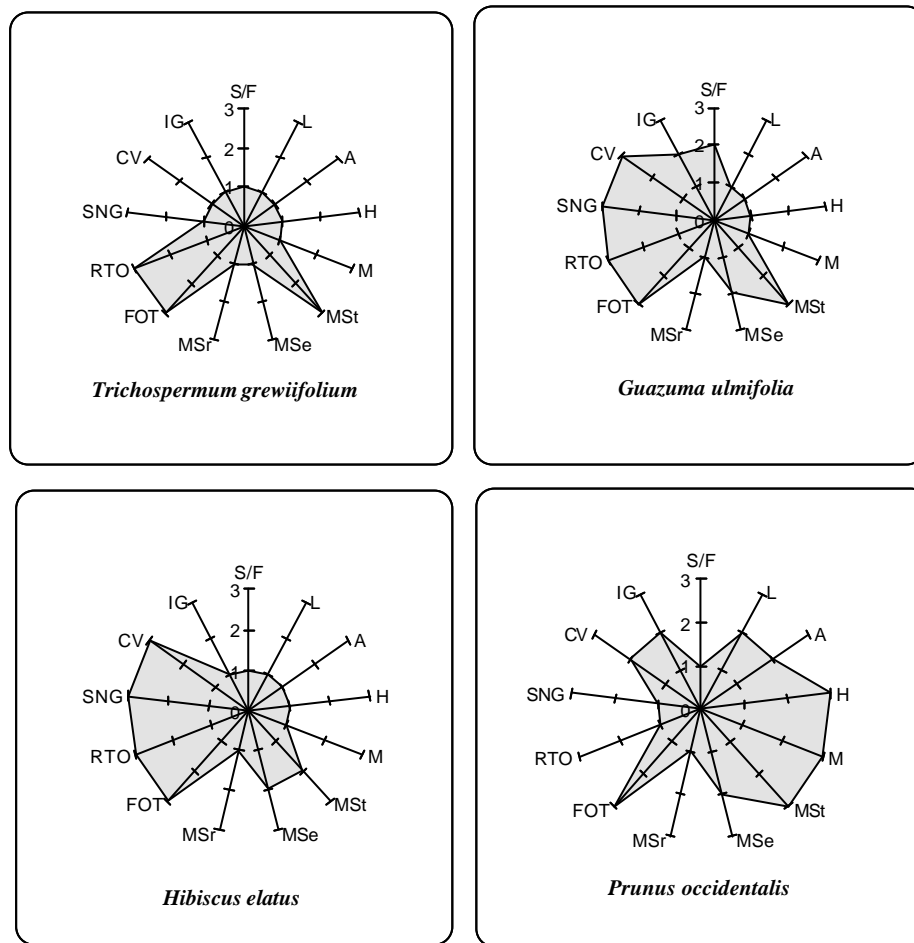


Figura 1. Poligramas de las variables morfo-fisiológicas censadas para cada una de las especies estudiadas.

Germinación

La respuesta germinativa de *P. occidentalis* no dependió de las condiciones de iluminación ensayadas, lo que demuestra el fotoblastismo indiferente de la especie (Come 1970) (Tabla 1). De esta manera la calidad de la luz no constituye una limitante para su establecimiento.

En todos los rangos de temperatura ensayados se obtuvieron porcentajes de germinación final relativamente altos, lo que demuestra la ausencia de dormancia innata en la especie. En ambas condiciones de iluminación, la mejor respuesta germinativa se obtuvo a 25°C (Tabla 1A), donde para el porcentaje de germinación final se obtiene, significativamente, el valor más alto con el menor para semillas muertas. En la medida que aumenta el termoperíodo disminuye la germinación y se incrementa el

porcentaje de semillas muertas; este efecto se hace más evidente en los tratamientos iluminados, debido al efecto sinérgico de la luz y la temperatura sobre la respuesta germinativa de la especie (Hand *et al.* 1982, Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia 1982, 1987, 1994), independientemente de su condición de fotoblástica indiferente.

De los rangos de temperatura probados el más desfavorable fue el de 25-40°C, dado el incremento significativo del porcentaje de semillas muertas. Con este termoperíodo a la oscuridad, el incremento es más acentuado, debido a la ausencia del sinergismo antes mencionado.

En ninguno de los rangos de temperatura ensayados se obtuvieron diferencias significativas para las variables coeficiente de velocidad e inicio de la germinación (Tabla 1B). No obstante, se observa un ligero incremento en el coeficiente de

Tabla 3. Categorías de las variables utilizadas en la confección de los poligramas. Las variables SNG, CV e IG corresponden a los valores obtenidos en el tratamiento de mejor respuesta germinativa de cada especie, *Trichospermum grewiiifolium*, *Guazuma ulmifolia* e *Hibiscus elatus* a 25-35 °C, *Prunus occidentalis* a 25°C.

| Variables | Símbolo | Categorías | | |
|---------------------------------------|---------|------------|----------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Semillas por fruto (u) | S/F | 1-50 | 51-100 | >101 |
| Longitud (cm) | L | <0,5 | 0,6-2 | >2,1 |
| Anchura (cm) | A | <0,5 | 0,6-2 | >2,1 |
| Contenido de humedad (%) | H | 5-15 | 16-30 | >31 |
| Masa de la semilla fresca (g) | M | <0,5 | 0,6-2 | >2 |
| Masa Seminal testa (%) | MSt | 0-20 | 21-60 | >61 |
| Masa Seminal embrión (%) | MSe | 0-20 | 21-60 | >61 |
| Masa Seminal reservas (%) | MSr | 0-20 | 21-60 | >61 |
| Fotoblastismo | FOT | Positivo | Negativo | Indiferente |
| Rango Temperatura Optima (°C) | RTO | ≤25 | 25-30 | ≥25-35 |
| Semillas no germinadas a la luz * (%) | SNG | 0-30 | 31-70 | >71 |
| Velocidad germinación a la luz (%) | CV | ≥16 | 15-10 | ≤9 |
| Inicio germinación a la luz (días) | IG | 1-7 | 8-20 | >21 |

* Incluye los porcentajes de semillas dormantes y muertas.

velocidad en el termoperíodo de 25-40°C, debido posiblemente, al aumento en la respiración que podría acelerar la germinación de las semillas más vigorosas (Roberts 1988). Por esta misma causa el inicio de la germinación disminuye temperaturas ensayadas, ésta es la óptima para la germinación de la especie.

Estatus sucesional de *P. occidentalis* y su comparación con especies pioneras tardías

Herrera *et al.* (1997) catalogan a *P. occidentalis*, por su estrategia sucesional, como exuberante; por tanto, esta especie debe presentar características seminales diferenciales a otros grupos sucesionales. Muñoz (1998) estableció las características seminales que definen los grupos de pioneras tempranas y tardías de bosques húmedos de la Sierra del Rosario. Según esta autora, entre las especies pioneras tardías -grupo de funcionamiento ecológico anterior al propuesto por Herrera *et al.* (1997) para *P. occidentalis*- se encuentran *Trichospermum grewiiifolium* (A. Rich.) Kosterm, *Guazuma ulmifolia* Lam. e *Hibiscus elatus* Sw. Con el objetivo de determinar la ubicación de *P. occidentalis* dentro del *continuum r-K* de estrategias sucesionales, con base solamente a características de sus semillas, se estudiaron las mismas variables seminales que en las especies antes mencionadas (Tabla 2).

Al realizar un análisis comparativo de *T.*

grewiiifolium, *G. ulmifolia*, *H. elatus* y *P. occidentalis* (Figura 1), se sugiere un “comportamiento” ecológico diferencial entre estos cuatro taxones, que viene dado por las diferentes formas que adquieren los poligramas. Las variables representadas en dicho gráfico se señalan en la Tabla 3; cada eje se corresponde con una variable que contó con tres categorías ordenadas de forma ascendente, con excepción de la velocidad de germinación. *T. grewiiifolium* con gráfico hacia formas radiadas, con máximos valores en las variables relacionadas con la protección seminal (MSt), fotoblastismo indiferente (FOT) y rango de respuesta térmica de germinación elevada (RTO) y a su vez valores mínimos para el tamaño seminal (L y A), contenido de humedad (H) y respuestas germinativas rápidas (CV e IG). Los poligramas de las otras especies adquieren formas palmeadas. En el caso de *G. ulmifolia*, e *H. elatus* con valores máximos hacia variables germinativas, que indican fotoblastismo indiferente, mejor respuesta germinativa a altas temperaturas, pero con velocidades lentas; mientras *P. occidentalis* con categorías dos y tres hacia las variables no germinativas, que evidencian el incremento en el contenido de humedad, las dimensiones y masa seminal, esta especie presenta respuestas germinativas medias a bajas temperaturas y fotoblastismo indiferente.

Esta posible disimilitud en grupos de funcionamiento ecológicos se corroboró mediante

los máximos valores las variables H y L; lo cual sugiere que esta especie presenta características seminales no relacionadas con las otras.

Muñoz (1998) plantea que, *T. grewiifolium*, *G. ulmifolia* e *H. elatus* pertenecen por sus características seminales al grupo sucesional de pioneras tardías propuesto por Herrera *et al.* (1997). Los resultados del segundo ACP corroboran esta afirmación, al segregarse estas especies a los cuadrantes 2 y 4; en donde *T. grewiifolium* tendería hacia una estrategia *r* dentro de las pioneras tardías, dado por una respuesta germinativa mayor que le facilita "ocupar" con cierta rapidez los nichos disponibles del ambiente que le son propicios.

P. occidentalis al segregarse al plano de ordenamiento 1 y las variables H y L, que son las que determinan su ubicación espacial, ser independientes de las que determinan a *T. grewiifolium*, *G. ulmifolia* e *H. elatus* se concluye, basándose solamente en parámetros seminales, que no pertenece al grupo ecológico de las pioneras tardías como las 3 especies anteriores. Herrera *et al.* (1997), han clasificado a *P. occidentalis* como especie exuberante según su entrada en las distintas fases sucesionales. Según los resultados del ACP y basándose en el análisis de las variables morfofisiológicas estudiadas se confirma que *P. occidentalis* pertenece a un grupo sucesional más avanzado que el correspondiente a pioneras tardías, posiblemente a exuberante.

La semilla de *P. occidentalis* presentan valores altos de contenido de humedad y mayor longitud que las otras especies analizadas, lo que implica que su masa es también elevada. Como el tamaño de la semilla está directamente relacionado con el tamaño de la plántula alcanzado por sus propias reservas (Fenner 1983), aquellas que procedan de semillas mayores producirán plántulas más vigorosas. Si tenemos en cuenta que el MSr de *P. occidentalis* es el menor de las cuatro especies estudiadas, pero que además es una semilla recalcitrante, se sugiere que la germinación debe realizarse con relativa rapidez y su estrategia es la de permanecer en el suelo del bosque como banco de plántulas. Todas estas variables brindan mayores oportunidades para competir a las plántulas de *P. occidentalis* por recursos nutrimentales, que otras de estadios sucesionales anteriores.

Estas características incrementan la eficiencia en la utilización de los recursos ambientales, que según Pianka (1970) favorecen a estrategias de

selección *K*. En este tipo de estrategia los efectos de la densidad y la competencia se maximizan y las especies tienden a asignar la mayor cantidad de materia y energía al mantenimiento y a la producción de unos pocos individuos muy bien adaptados a su ambiente. De esta manera, *P. occidentalis* se segrega del grupo de las pioneras tardías basándose solamente en un análisis de patrones seminales.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al profesor Mario Fariñas de la Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Mérida, Venezuela por brindarnos sus conocimientos acerca de la aplicación e interpretación de los métodos de análisis multivariados, los cuales nos fueron muy útiles en la realización del presente trabajo y en nuestro desarrollo profesional.

LITERATURA CITADA

- BEWLEY, J.D. y M. BLACK. 1994. Seeds. Physiology of development and germination. Plenum Press, New York.
- BROKAW, N.V.L. 1985. Treefalls, regrowth and community structure in tropical forest. Pp. 35-69, in S.T.A. Pickett & P.S. White (eds.): The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, Orlando, Florida, USA.
- CLARK, D.A. y D.B. CLARK. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. Revista Biología Tropical 35 (supl. 1): 41-54.
- COME, D. 1970. Les obstacles à la germination. Masson. et Cie, Paris.
- ELLIS, R., T. HONG y E. ROBERTS. 1990. An intermediate category of seed storage behavior? I Coffee. Journal Experiment of Botany 41: 1167-1174.
- FARIÑAS, M.R. 1996. Análisis de la vegetación y sus relaciones con el medio ambiente mediante métodos de ordenamiento. Centro de Investigación Ecológicas de los Andes (C.I.E.L.A.T.), Mérida, Venezuela.
- FENNER, M. 1983. Relationships between seed weight, ash content and seedling growth in twenty-four species of *Compositae*. New Phytology 95: 697-706.
- FENNER, M. 1985. Seed ecology. London, Chapman & Hall.
- FOSTER, S. 1986. On the adaptative value of large seeds for tropical moist forest trees: A review and synthesis. Botanical Review 52(3): 260-299.
- GARDWOOD, N.C. 1990. Ciclo estacional de germinación de semillas en un bosque semicaducifolio tropical.

CARACTERÍSTICAS SEMINALES DE *P. OCCIDENTALIS* EN RELACIÓN AL *CONTINUUM R-K*

- pp. 243-255. In E.G.Jr., Leigh, A., Stanley y D.M., Windsor (eds.): Ecología de un bosque tropical. Ciclos estacionales y cambios a largo plazo. Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá.
- HALLÉ, F., R. A. OLDEMAN y P.B. TOMLINSON. 1978. Tropical trees and forest. An architectural analysis. Springer-Verlag, Berlin.
- HAND, D.J., G. CRAIG, M. TAKAKI y R.E. KENDRICK. 1982. Interactions of light and temperature on seed germination of *Rumex obtusifolius* L. *Planta* 156: 457-468.
- HARPER, J. y J. OGDEN. 1970. The reproductive strategy of higher plant. I. The concept of strategy with special reference to *Senecio vulgaris* L. *Journal Ecology* 58: 681-690.
- HARPER, J., L. LOVELL y K.G. MOORE. 1970. The shapes and sizes of seeds. *Annual Review Ecology System* 1: 327-356
- HECHAVARRÍA, O. 1999. Comportamiento fenológico de especies forestales en Topes de Collantes. Inédito, Tesis de Maestría, IIF, Ministerio de la Agricultura, Ciudad de La Habana.
- HERRERA, R., D. ULLOA, O. VALDÉS-LAFONT, A. PRIEGO y A. VALDÉS. 1997. Ecotechnologies for the sustainable management of tropical diversity. *Nature & Resources* 33: 2-7.
- HLADIK, A. y S. MIQUEL. 1990. Seedling types and plant establishments in an african rain forest. Cp. 19. pp. 261-276, in K.S. Bawa and M. Hardley (eds.): Reproductive ecology of tropical forest plants Vol.7 MAB. Parthenon Publishing Group, Paris.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, ISTA. 1985. International rules for seed testing. *Seed Science Technology* 13(2): 299-355.
- KAGEYAMA, P.Y. y V.M. VIANA. 1989. Tecnología de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. P. 15, in 2do. Simposio Brasileiro de Tecnologia de Sementes Florestais. Aitabaia, Sao Paulo Anais.
- KOTOWSKI, F. 1926. Temperature relation to germination of vegetable seed. *Proceeding of American Society Horticultural Science* 23: 176-184.
- MÁRQUEZ, F.C., L.G. SILVA y A. REIS. 1990. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. Pp. 676-684, in 6to. Congreso Florestal Brasileiro, Sao Paulo/ SP, Anais.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M., G. ALVAREZ-BUYLLA y J. SARUKAN. 1989. Tree demography and gap dynamics in a tropical rain forest. *Ecology* 70(3): 555-558.
- MUÑOZ, B. 1998. Patrones morfológicos y fisiológicos en semillas de algunas especies arbóreas pioneras Inédito, Tesis de Maestría. IES. CITMA, Ciudad de La Habana.
- MUÑOZ, B. y J.A. SÁNCHEZ. 1999. Patrones seminales en especies arbóreas pioneras y su relación con el *continuumr-K*. *Acta Botánica Cubana* (en prensa).
- NIEMBRO, A. 1988. Semillas de árboles y arbustos. Ontogenia y Estructura. Noriega, México.
- PIANKA, E.R. 1990. On r and K-selection. *American Naturalist* 104: 592-597.
- ROBERTS, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science Technology* 1: 499-514.
- ROBERTS, E.H. 1988. Temperature and seed germination. Pp. 109-132, in S P Long y F.I. Woodward (eds.): Plants and temperature, Company of Biologists Ltd., Cambridge.
- ROIG, J.T. 1975. Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
- SÁNCHEZ, J.A., B. MUÑOZ, R. ORTA, E. CALVO y R. HERRERA. 1997. Correlación entre el heteromorfismo somático y la respuesta germinativa de *Mastichodendron foetidissimum* (Jacq.) Cronq. *Acta Botánica Mexicana* 37: 1-7.
- STEARN, W.T. 1992. Botanical Latin. History, grammar, syntax, terminology and vocabulary. David & Charles, England.
- TOLEDO, J.R., E. RICÓN y C. VÁZQUEZ-YANES. 1990. A light quality gradient for the study of red: far red ration on seed germination. *Seed Science and Technology* 18: 23-31.
- VÁZQUEZ-YANES, C. y A. OROZCO-SEGOVIA. 1982. Seed germination of a tropical rain forest tree *Heliocarpus donnell-smithii* in response to diurnal fluctuations of temperature. *Physiology Plantarum* 56: 295-298.
- VÁZQUEZ-YANES, C. y A. OROZCO-SEGOVIA. 1987. Fisiología ecológica de semillas en la estación de biología tropical "Los Tuxtlas", Veracruz, México. *Revista Biología Tropical* 35 (supl.1): 85-96.
- VÁZQUEZ-YANES, C. y A. OROZCO-SEGOVIA. 1994. Signals for seeds to sense and respond to gaps. Pp. 209-235, in A.Caldwell, M. Marlyn, y R.W. Pearcy (eds.): Exploitation of environmental heterogeneity by plants Academic Press, London.
- VILAMAJÓ, D. y L. MENÉNDEZ. 1988. Fenología de algunas especies importantes en Sierra de Rosario. Pp. 243-260, in R. Herrera, L. Menéndez, M.E. Rodríguez y E.E. García (eds.): Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba. Proyecto MAB no. 1, 1974-1987. ROSTLAC, Montevideo, Uruguay.
- VILAMAJÓ, D., L. MENÉNDEZ y A. SUÁREZ. 1988. Características Climáticas. Pp. 61-74, in R. Herrera, L. Menéndez, M.E. Rodríguez y E.E. García (eds.): Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba. Proyecto MAB no. 1, 1974-1987. ROSTLAC, Montevideo, Uruguay.
- WHITMORE, T.C. 1983. Secondary succession from seed in tropical rain forest. *Forestry Abstracts* 44:767-779.
- WHITMORE, T.C. 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70(3): 438-536.

Recibido 09 de diciembre de 2000; revisado 30 de marzo de 2001; aceptado 11 de mayo de 2001