LA GERMINACION DE *PANICUM HIRSUTUM* SWARTZ: UNA ARVENSE DE CULTIVOS DE ZONAS INUNDABLES*

ALMA D. L. OROZCO-SEGOVIA*

CARLOS VAZQUEZ - YANES**

INTRODUCCION

En Tabasco, México, durante la época seca del año, los indígenas chontales cultivan maíz en esteros cubiertos por *Thalia geniculata* L. (hojilla). Este sistema agrícola tradicional, conocido con el nombre de marceño, es muy productivo; en tres meses y medio se recogen en promedio 4.5 tons/ha de grano, una producción muy alta comparada con el promedio de producción de maíz en el estado de Tabasco: 1.8 tons/ha (Orozco-Segovia y Gliessman, 1979). El "Marceño" es un agrosistema poco conocido desde el punto de vista ecológico, por esta razón se ha considerado importante iniciar los estudios que nos permitan entender su funcionamiento.

Como parte de estos estudios, se ha propuesto conocer los cambios que se presentan en la vegetación de los esteros después de haber sido utilizados con fines agrícolas. Las especies que se presentan como arvenses dentro del cultivo juegan un papel muy importante en la dinámica de estos cambios, por lo cual es necesario estudiar diferentes aspectos de su ciclo de vida, entre ellos la ecofisiología de su germinación.

Panicum hirsutum Swartz (pelillo) es una de las especies arvenses dominantes en los cultivos de áreas inundables en Tabasco, esta gramínea tiende incluso a sustituir a la comunidad vegetal que existía en el área antes de ser utilizada para el cultivo de maíz, cuando éste finaliza.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en una serie de pruebas de germinación con diferentes tratamientos de tiempo de remojo de las semillas, luz y temperatura, tales pruebas se realizaron con el objeto de conocer los factores que afectan la respuesta germinativa de la semilla, información que servirá de base para entender el funcionamiento de esta especie en condiciones naturales.

DISTRIBUCION Y HABITAT

Panicum hirsutum es una hierba perenne que crece en lugares abiertos, húmedos o pantanosos de altitudes cercanas al nivel del mar de América tropical, Las Antillas y el Sur de Texas (Hitchcock, 1971 y Swallen, 1955).

En Tabasco se encuentra en lugares que reúnen las características anteriores, generalmente se distribuye formando pequeños conglomerados aislados o bien se mezcla con las especies dominantes de los esteros del área (*Thalia geniculata*, *Typha*

* Depto. de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

** Depto. de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

domingensis Pers., etc.). Dado que también se encuentra en algunos esteros utilizados con fines agrícolas en los municipios de Cárdenas y Nacajuca en el estado de Tabasco, se sospecha que *P. hirsutum* es favorecido por la alteración de la vegetación de los esteros.

CICLO DE VIDA

Durante el mes de marzo, 15 días después de rozar y quemar la vegetación del estero y de haberse sembrado el maíz, se pueden encontrar —junto con plántulas de varias dicotiledóneas— algunas plántulas de gramíneas, que en su mayoría corresponden a *P. hirsutum*, pues esta es la especie de gramínea dominante bajo estas condiciones. Entre las arvenses, aisladamente se presentan también individuos de *Echinochloa crusgavonis* (H.B.&K.) Schultes y *Leersia hexandra* Swartz. Las plántulas de *P. hirsutum* alcanzan una densidad de 9 individuos por metro cuadrado en promedio durante el primer cultivo y de 400 a 5,000 individuos por metro cuadrado en cultivos subsecuentes (Orozco-Segovia, datos no publicados).

P. hirsutum crece mezclado entre especies de Solanaceae, Boraginaceae y Amaranthaceae. Después del primer deshierbe (30 ó 45 días después de la siembra) pasa a ser la especie dominante, cubre gran parte de la superficie del terreno y llega a constituir más del 50% del peso seco total (3 tons/ha) de las plantas arvenses.

Hacia los meses de agosto y septiembre esta especie florece masivamente y produce una gran cantidad de semillas, aunque es posible encontrarla floreciendo menos vigorosamente en otras épocas del año. Los granos miden aproximadamente 1 mm de tamaño; es probable que al principio sean diseminadas por el viento y después, en la época de inundación, durante el tiempo en que las semillas flotan, podrían llegar a ser diseminadas por el agua.

MATERIALES Y METODO

Las semillas empleadas en estas pruebas fueron colectadas durante 1977, en un estero cultivado con maíz, a 4 km de la ciudad de Cárdenas rumbo a Coatzacoalcos. Se almacenaron en bolsas de papel en condiciones de laboratorio. Los ejemplares de respaldo de la identificación se han depositado en el Herbario Nacional del Instituto de Biología (MEXU).

Las pruebas de germinación fueron llevadas a cabo en: a) camaras de germinación Conviron de "Controlled Environments" y Riossa, S. A.; b) condiciones de laboratorio; c) placa de gradiente de temperatura. Se aplicaron diferentes tratamientos de luz y temperatura (Tabla 1).

Parte de las semillas empleadas en las pruebas de germinación fueron puestas previamente a remojar en tubos de ensayo con agua esteril por períodos de tiempo variables (Tabla 1).

Las semillas fueron sembradas en cajas de Petri de 10 cm de diámetro, sobre bacto agar Difco al 1% en agua destilada y puestas en germinadoras o a temperatura ambiente. Todo tratamiento fue repetido tres veces usando 50 semillas en cada repetición.

TABLA No. 1

Fecha de iniciación	Temperaturas	Fotoperiodo horas luz	Tiempo de remojo (meses)
19-IV-78	con AG 26-32	24 osc	0
	sin A.G.		
13-X-78	26-32	24 ---	0 6
24-IX-79	25-35	12 osc	0 1 10
24-IX-79	29-35	12 osc	0 1 10
24-IX-79	22-25*	12 osc	0 1 10
8-XI-79	25 constante	12 osc	0 2 11
8-XI-79	35 constante	12 osc	0 2 11
27-XI-79	13, 16.5, 18, 21.5, 22.5, 25, 26.5, 28, 35, constantes	24 osc	0 11
27-III-80	25-35	12 osc	0 2 3 8

Tabla 1. Tratamientos aplicados a las semillas de *Panicum hirsutum* Swartz.

* temperatura ambiente

En la prueba realizada en abril de 1978, se pusieron cajas de Petri con ac. giberélico y sin él, a concentración de 250 ppm.

Para los tratamientos llevados a cabo sobre la placa del gradiente térmico, las semillas fueron sembradas sobre papel filtro húmedo, utilizando el procedimiento y dispositivos descritos por Vázquez-Yanes (1975). Se colocaron lotes de 50 semillas, en dos repeticiones, a lo largo de la barra.

Las pruebas en la oscuridad se llevaron a cabo cubriendo las cajas de Petri con dos pliegos de papel aluminio grueso inmediatamente después de sembrar.

Se contaron diariamente las semillas, y los tratamientos se desmontaron a los 40-45 días de haber sido iniciados.

Para el análisis de datos se hizo una prueba de X^2 ; en los casos necesarios se hizo ajuste a curva de Poisson, a un nivel de confianza de 95%.

Los resultados se presentan con los datos sugeridos por Come (1968): CG= total de semillas que germinan en condiciones definidas (%); CV= Coeficiente de velocidad, es la integración del tiempo de germinación de cada semilla de un lote experimental, representado por la fórmula:

$$CV = \frac{n}{(n \cdot J_n)} \cdot 100$$

en donde n= semillas que germinan el día Jn y Jn= número de días después de la siembra; TL= tiempo de latencia, es el tiempo necesario para que la germinación se manifieste.

Se añadió a los datos la información T de CG= tiempo necesario para obtener el máximo porcentaje de germinación en condiciones controladas.

RESULTADOS

El efecto de los tratamientos de tiempo de remojo, temperatura, luz y edad de la semilla, analizado por separado, fue el siguiente:

Tiempo de Remojo

Los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos a la luz muestran claramente una diferencia, en el porcentaje máximo de germinación (CG), en el tiempo necesario para alcanzarlo (T de CG), o en el coeficiente de velocidad de germinación (CV); entre las semillas con pretratamiento de remojo y las no remojadas. Las diferencias más grandes se presentaron entre las semillas puestas a remojar por períodos mayores de un mes y las no remojadas (Tab. 2 y 3, Figs. 1, 2, 3 y 4)

A continuación se comentan algunas de las características principales de los resultados obtenidos con cada tratamiento (Tab. 2).

En el tratamiento 26-32°C-1978, se observa una diferencia muy significativa en los resultados obtenidos con los diferentes tiempos de remojo, sobre todo en el porcentaje de germinación (Fig. 1, gráfica 1).

A 25-35°C-1979, las diferencias entre porcentaje de germinación con los diferen-

tes tiempos de remojo no es significativa, el tiempo y el coeficiente de velocidad requerido en alcanzar el mayor porcentaje de germinación son significativamente diferentes en las tres pruebas. La germinación ocurrió más rápidamente en las semillas remojadas 10 meses (Fig. 1, gráfica 2).

En el tratamiento 29-35°C-1979 son significativas las diferencias en el porcentaje de germinación obtenido con diferentes tiempos de remojo, aunque esta diferencia es claramente significativa entre 0 y 10 meses de remojo y no entre 0 y un mes de remojo. El tiempo requerido para alcanzar el máximo de germinación no difiere significativamente entre remojadas y no remojadas; en los coeficientes de velocidad encontramos que sí hay una diferencia significativa (Fig. 1, grafica 3).

En el tratamiento 22-25°C-1979, se observó también una diferencia significativa en la germinación obtenida con los diferentes tiempos de remojo, aunque al igual que en el caso anterior, las diferencias entre remojadas un mes y no remojadas son poco significativas. En relación al tiempo requerido para alcanzar el máximo de germinación y el coeficiente de velocidad, no hay diferencia significativa entre las diferentes pruebas (Fig. 2, gráfica 4).

En las pruebas a temperaturas fijas de 25 y 35°C, se observó una clara diferencia entre los porcentajes máximos alcanzados con los diferentes tiempos de remojo, habiendo una amplia diferencia entre semillas remojadas y no remojadas (Fig. 2, gráfica 5 y 6). En cuanto al tiempo necesario para alcanzar la máxima germinación, no hay una diferencia significativa, mientras que en el coeficiente de velocidad a 35°C la diferencia sí es significativa.

En el gradiente de temperatura hay diferencia en la respuesta germinativa entre semillas remojadas y sin remojo (Fig. 3).

Temperatura

En cuanto a la temperatura hay una diferencia clara entre el porcentaje de germinación obtenido con alternancia de temperaturas y el alcanzado a temperaturas constantes (Tab. 2 y 3, Figs 2 y 3 en relación a las otras figuras).

En las pruebas realizadas durante 1979 con alternancia de temperaturas, el mayor porcentaje de germinación se obtuvo en el termoperíodo 25-35°C y el menor en el de 22-25°C.

En las cámaras de germinación, a temperatura constante, se observó un mayor porcentaje de germinación a 35°C que a 25°C; en el gradiente de temperatura a 21.5 y a 35°C se observan los mayores porcentajes de germinación, esta situación es más notable en las semillas remojadas. Se observó que las semillas con pretratamiento de remojo germinan dentro de un rango más amplio de temperatura, que el de las no remojadas (Fig. 3, Tab. 3).

Luz

En los termoperíodos de 25-35°C y 29-35°C no hubo diferencia significativa entre el porcentaje de germinación obtenido a la luz y a la oscuridad, salvo en las semillas no remojadas, sembradas a 25-35°C (Tab. 4).

TABLA 2

Fecha de siembra	Temperatura °C	Tiempo de remojo meses	CG %	CV	TL	T de CG
19 IV-78*	26-32	0	0	---	—	—
13-X-78	26-32	0	13	9.8	4	20
		6	98	21.7	2	10
24 IX-9	25-35	0	92	6.3	3	40
		1	91	11.6	3	24
		10	98	20.4	3	9
24-IX-79	29-35	0	10	15.9	4	20
		1	13	19.4	3	17
		10	34	34	2	23
24-IX-79	22-25	0	13	16	3	18
		1	33	10.9	3	30
		10	42	13.5	4	18
27-III-80	25-35	0	90	8.2	2	26
		2	97	12.3	2	24
		3	99	13.6	2	24
		8	99	14.3	2	18

8-XI-79	25	0	12	17.4	3	9
		2	14	17	3	9
		11	34	22.4	3	5
8 XI-79	35	0	2	35.7	2	5
		2	10	21.2	2	6
		11	50	34.7	2	4

Tabla 2. Resultados obtenidos a la luz con diferentes tratamientos de temperatura, remojo y fechas de siembra.

*Se obtuvo el mismo resultado con ac. giberélico y sin él.

Temperaturas Constantes °C	CG (%)		T de CG	
	Remojo 0 m	Remojo 11 mm	0m	11m
13	0	0	--	--
16.5	4	6	18	16
18	8	32	16	18
21.5	30	52	16	16
22.5	18	36	12	12
25	12	34	9	10
26.5	4	38	14	12
28	6	38	14	14
35	9	50	12	4

Tabla 3. Porcentaje de germinación a la luz y a temperaturas constantes

Temperatura	Tiempo de remojo	Luz	CG% osc
25-35	0	92	69
	1	91	91
	10	98	98
25-35	0	87	13
	2	97	94
	3	99	93
	8	99	92
29-35	0	10	5
	1	13	10
	10	24	30
22-25	0	12	0
	1	33	0
	10	42	0
25	0	12	0
	2	14	0
	11	34	0
35	0	2	0
	2	10	3
	11	50	38

Tabla 4. Porcentaje de germinación a la luz y a la obscuridad.

Figura 1. Germinación de *Panicum hirsutum* a diferentes temperaturas. La gráfica 1 muestra la germinación a 26-32°C- 1978 con pretratamientos de (○) sin remojo y (●) remojadas 6 meses. En la gráfica 2 se muestra la germinación a 25-35°C-1979 y la gráfica 3 a 29-35°C-1979, ambos casos el pretratamiento fué de (○) sin remojo, (x) 1 mes y (●) 10 meses de remojo.

Figura 2. Germinación de *Panicum hirtum* a diferentes temperaturas. La gráfica 4 muestra la germinación a 22-25°C-1979 con pretratamientos de (○) sin remojo, (x) 1 mes de remojo y (●) 10 meses de remojo. La gráfica 5 muestra la germinación a 25°C-1979 y la gráfica 6 a 35°C-1979, en ambos casos el pretratamiento consistió en (○) sin remojo, (x) 2 meses y (●) 11 meses de remojo.

Figura 3. Muestra el porcentaje final de germinación obtenido a lo largo del gradiente térmico con pretratamientos de (○) sin remojo y (●) 11 meses de remojo.

Figura 4. Se muestra la germinación de *P. hirsutum* a 25-35°C-1980 con pretratamientos de (○) sin remojo, (●) 2 meses, (x) 3 meses y (.) 8 meses de remojo

En los termoperíodos de 22-25°C y temperatura constante de 25°C, las semillas germinan a la luz, más no a la oscuridad. A 35°C, las semillas remojadas durante 11 meses germinan tanto a la luz como a la oscuridad, manteniéndose la diferencia en los porcentajes de germinación, debida al tiempo de remojo.

Edad de las semillas

Comparando los resultados obtenidos en las diferentes fechas de siembra, se encontró que en las pruebas realizadas en abril de 1978 con semillas de 6 meses de edad, sin remojo, no hubo germinación; en pruebas posteriores utilizando semillas de más de un año de edad, la germinación aumenta inicialmente en forma más rápida en las semillas remojadas. Después de 2 años el porcentaje de germinación se mantiene alto y la velocidad de germinación tiende a aumentar (tratamiento 25-35°C, 1980) (Fig. 4, tabla 2) incluso en semillas no remojadas. Se trata de semillas con viabilidad larga, con latencia endógena inicial que no se modifica por tratamiento con ácido giberélico a concentración de 250 ppm, y con otros tipos de latencia impuesta que persiste y se modifica a través del tiempo.

DISCUSION

La germinación de *Panicum hirsutum* presenta características comunes tanto a diversas gramíneas como a algunas plantas acuáticas. La presencia de sustancias autoinhibidoras de la germinación solubles en agua se ha observado en la especie acuática *Phalaris arundinacea* L. (Vose, 1962) y en especies de forrajes de los géneros *Lasiurus* y *Cenchrus* (según Lahiri y Rharabanda, 1962-1963, en Rice, 1974).

Entre las gramíneas es frecuente que la alternancia de temperaturas sea más favorable para la germinación que temperaturas constantes. Esto ha sido reportado para especies de *Poa*, *Dactylis*, *Cynodon*, *Holcus* y *Agrostis* (Harrington, 1923; Morinaga, 1926) y en *Panicum* (Harty y Butler, 1975). Algunas gramíneas acuáticas como *Zizania acuática* L. (Simpson, 1966) también tienen esta característica.

Las evidencias indican que *P. hirsutum* puede presentar una respuesta bimodal a la temperatura, ya que a temperaturas constantes de 21.5 y 35°C se obtuvieron los más altos porcentajes de germinación. Además, en semillas remojadas se tuvo un amplio rango de temperaturas favorables para ésta. Esto podría explicar el efecto aún más favorable del termoperíodo 25-35°C, ya que se está aplicando simultáneamente dos temperaturas favorables. Algo similar ha sido reportado por Ellen y Tadmor (1967) para especies de *Agropyron*, *Phalaris* y *Hordeum*. Por otra parte Piggin *et al* (1973) consideran que los efectos provocados por la alternancia de temperaturas no pueden ser predichos a partir de estudios a temperaturas constantes.

P. hirsutum presenta además fotoblastismo, condición poco frecuente en las gramíneas (Come, 1970). Cuando esto ha sido reportado puede ser revertido por la alternancia térmica como ocurre en *Poa pratensis* L. (Toole y Borthwich, 1971) y también en *P. hirsutum*, según se desprende de los resultados de este trabajo.

La tendencia general de la germinación en *P. hirsutum* es presentar latencia endó-

gena en el momento de la liberación de la semilla, esta latencia va desapareciendo gradualmente después de los seis meses, sin embargo el lavado de la semilla acelera el proceso, en tanto que al ac. giberélico añadido al medio de germinación parece no afectarlo. Después de la desaparición de la latencia endógena, el tiempo de lavado, el tratamiento térmico y las condiciones de luz afectan en diferente forma la respuesta germinativa. Los resultados parecen indicar que el efecto inhibitorio de la sustancia, que se elimina por lavado de la semilla, no es igual a diferentes temperaturas, lo cual podría sugerir que su efecto está condicionado por la actividad enzimática o que la velocidad de eliminación o descomposición de esa sustancia se modifica por la temperatura.

En *P. hirsutum* la alternancia de temperaturas constantes favorables disminuye el efecto inhibidor del compuesto soluble y dispara la germinación, en la oscuridad, de las semillas que en otros tratamientos permanecerían latentes en ausencia de luz.

Por otra parte *P. hirsutum* germina principalmente durante la época de desecación de los cuerpos de agua, cuando la anaerobiosis no es un factor limitante; lo mismo ocurre en *Phragmites communis* Trin. (según Spence, 1964, en Scultorphe, 1967), cuya adaptación al medio acuático se manifiesta principalmente en la etapa de crecimiento vegetativo.

Desde un punto de vista ecológico la producción de semillas, con un inhibidor soluble que tarda cierto tiempo en desaparecer, favorece la diseminación por agua e impide la germinación inmediata a la diseminación en condiciones desfavorables por la inundación. Cuando el pantano se seca, comienza una alternancia de temperaturas más amplia en el suelo, lo cual puede ser un indicio de condiciones favorables para la germinación. El fotoblastismo, característica común de muchas arvenses, es una adaptación que favorece la germinación en la superficie del suelo o cerca de éste, al igual que la alternancia de temperaturas, mientras que en semillas enterradas, las temperaturas constantes y la falta de luz las mantienen latentes. La larga viabilidad que supera dos ciclos consecutivos de producción de semillas contribuye a explicar el progresivo aumento de plántulas en el ciclo agrícola de los pantanos.

Las características de las semillas de *P. hirsutum* muestran, en una sola especie, la reunión de mecanismos propios de plantas acuáticas y arvenses, lo cual sugiere una mayor antigüedad del agrosistema "marceño", de la que podría sospecharse; es probable que su práctica provenga de épocas prehispánicas; lo que refuerza la hipótesis de Palerm y Wolf 1960, quienes proponen que las zonas pantanosas y los lagos de las tierras bajas fueron cultivadas por los mayas en forma intensiva, con técnicas parecidas a las chinampas del altiplano.

RESUMEN

Panicum hirsutum es una gramínea arvense frecuente en zonas perturbadas y campos de cultivo inundables de Tabasco, México. En particular es abundante en las zonas en que se practica el sistema de cultivo tradicional denominado "marceño". En este trabajo se estudia la respuesta germinativa de las semillas de la especie frente a diversos tratamientos, como son: tiempo de remojo y almacenamiento, temperatura, termoperiodo, luz, y ácido giberélico. Los resultados demuestran cómo las características de la latencia de esta especie le permiten sobrevivir las condiciones

ambientales fluctuantes de los ciclos anuales de inundación y cultivo, e invadir eficientemente estos últimos.

SUMMARY

Panicum hirsutum is a common grass weed from perturbed areas and cultivated land in flooding parts of Tabasco, México. It is particularly abundant in the areas where the traditional cultivation system call "Marceño" is still in practice. In this paper the germinative responses of the seeds area studied, the treatments were: time of soakin in water and storage, temperature, termoperiod, light and giberellic acid. The results show how the dormancy characteristics allow this species to survive the flood-cultivation annual cycle and to invade efficiently the cultivated land.

BIBLIOGRAFIA

- COME D. 1968. Problemes de terminolgie posés para la germination et ses obstacles. Bull. Soc. Frac. Physiol. Vég. 14: 3-9.
- COME, D. 1970. Les obstacles a la germination. Masson, et Cie editeur, Paris 162 p.
- ELLERN, S. J. y N. H. TADMOR. 1967. Germination of range plant seeds at alternating temperatures. J. range Managem. 19: 72-77.
- HARTY, R. L. y BUTLER, J. E. 1975. Temperatura requirements for germination of green panic, *Panicum maximum* var *trichoglume*, during the after-ripening period. Seed Sci. & Technol. 3: 529-536.
- HARRINGTON, G. T. 1923. Use of alternating temperatures in the germination of seeds. J. Agric. Res. 23: 295-332.
- HITCHCOCK, A. S. 1971. Manual of grasses of the United States. Dover Publications, Inc. New York. 693 p.
- MORINAGA, T. 1926. Effect of alternating temperatures upon the germination of seeds. Amer. J. Bot. 13: 141-158.
- OROZCO-SEGOVIA, A.D. y S.R. GLIESSMAN. 1979. Ther marceño in flood-prone regions of tabasco, México. En: Mexican Agroecosystems, past and present. 43 International Congress of Americanists. Vancouver, Canada. 17 p.
- PALERM, A. y E. WOLF. 1960. Potencial ecológico y desarrollo cultural en Mesoamérica. En: Estudios sobre ecología humana; Estudios monográficos 3 Panamerican Union, Organization for The American States, Washington, D. C. 37 p.
- PIGGIN, C. M., M. L. HALLETT y D. F. SMITH. 1973. The germination response of seed of some annual pasture plants to alternating temperatures. Seed Sci. & Technol. 1: 739-748.
- RICE, E. L. 1974. Allelopathy. Academic Press. New York. 353 p.
- SCULTORPHE, C. D. 1967. The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold Publ. London. 610 p.
- SIMPSON, G. M. 1966. A study of germination in the seed of wild rice (*Zizania aquatica*). Can J. Bot. 44: 1-9.

- SWALLEN, J. R. 1955. Grasses part II. En: Flora of Guatemala. *Fieldiana Bot* 24 (2): 249.
- TOOLE, E. H. y H. A. BORTHWICK. 1971. Effect of light, temperature and their interactions on germination of seeds of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96: 301-304.
- VAZQUEZ-YANES, C. 1975 The use of a thermogradient bar in the study of seed germination in *Ochroma lagopus* Sw. *Turrialba* 25 (3): 328-330.
- VOSE, P. B. 1962. On delayed germination in the reed canary grass, *Phalaris arundinacea* L. *Ann. Bot.* 26: 197-206.