

Efecto del clima en la producción de semillas de pastos tropicales de gramíneas

G. Febles, T.E. Ruiz y R. Baños

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana

Correo electrónico: gfebles@ica.co.cu

Esta revisión aborda un tema de importancia relevante que es necesario dominar para emplear adecuadamente los elementos de manejo de la cadena tecnológica y producir con calidad semillas de gramíneas pratenses. Se informa acerca de la importancia y la definición del clima y del alcance del término producción de semillas. Se discute información acerca del efecto y preponderancia de la duración del día, la radiación, la temperatura, las precipitaciones, la humedad relativa y la velocidad del viento en la producción de semillas.

Palabras clave: *clima, producción de semillas, gramíneas*

INTRODUCCIÓN

En Cuba, autores como Febles (1975ab) han estudiado la importancia y efecto de los factores climáticos en áreas tropicales, especialmente se ha enfatizado en aquellos que influyen o intervienen en el proceso germinativo. Febles y Navarro (1986) abordan este tema con mayor extensión, específicamente se refieren a la influencia del clima en la producción de semillas. Sin embargo, un análisis de la información científica tropical indica la ausencia de resultados en investigaciones acerca de este tema.

A partir del 2008, en Cuba comienza a reestructurarse la disciplina semillera en la esfera de los pastos y forrajes y se estudian elementos esenciales de la cadena tecnológica que conducen al perfeccionamiento de este eslabón fundamental de nuestra agricultura y ganadería.

La presente revisión aborda aspectos relacionados con los pastos y forrajes, que son de importancia primordial para la ganadería, más aún en las condiciones

actuales en las que los pastizales están expuestos a la degradación y su recuperación es una tarea inmediata. En este sentido, la semilla es el primer eslabón en la cadena productiva de los pastos cultivados y en la utilización de cualquier producto vegetal que se pretenda cosechar.

En la producción de semillas de pastos de alta calidad influyen diversos factores, tanto bióticos como abióticos. Entre estos últimos, el clima desempeña un papel muy importante (Febles y Ruiz 2006). En este material se analizarán, primeramente, un conjunto de indicadores conceptuales. Posteriormente, se abordarán los elementos del clima que influyen, de una u otra manera, en la actividad semillera.

El objetivo de la presente revisión será abordar la influencia de los factores del clima en la producción de semillas de gramíneas de pastos tropicales.

ELEMENTOS CONCEPTUALES

La mayoría de las investigaciones científicas dirigidas al estudio de la relación clima-producción de semillas se desarrollaron durante los años 60 y 70 del siglo pasado, por lo que la mayor cantidad de información referida en esta investigación se basa en investigaciones que datan de este período.

A medida que se conozca la influencia de los elementos climáticos en la producción de semilla de gramíneas, se estará en mejores condiciones de contestar y predecir esta actividad (Anon 2001).

Se ha indicado que en realidad el clima de la tierra no está asociado exclusivamente con lo que sucede en la atmósfera, pues él mismo es el resultado de múltiples interacciones entre los diferentes componentes que lo integran, a lo que se denomina Sistema Climático. Estos componentes son los océanos, la criósfera (glaciares, hielos continentales y marinos), la geósfera (superficie sólida de la tierra) y la biosfera. Como resulta difícil prever las múltiples interacciones que se producen en el

sistema climático y debido a que las reacciones de sus componentes se producen en períodos de tiempo diferentes, la predicción de los cambios en el clima aún no resulta precisa. De esto puede inferirse que no es posible abordar todo este universo, por lo que se utilizará la definición de clima que refiere Herrera (2006).

Este autor define el clima como el conjunto de las condiciones meteorológicas que suelen darse en una región del globo terráqueo, más o menos extensa, y es el resultado de la combinación de varias propiedades físicas de la atmósfera como la temperatura, humedad, vientos, radiaciones y estado eléctrico. Estos efectos perduran por un tiempo, a pesar de las modificaciones frecuentes que ocurren por la acción de los fenómenos atmosféricos transitorios. Un concepto similar aparece en Anon (2008), y se ajusta a la extensión y contenido de esta revisión. No obstante, una definición más amplia y completa se puede encontrar en el material sobre

cambio climático, elaborado por un grupo de especialistas cubanos del Instituto de Meteorología (Anon 2008).

Se considera que el clima ideal para producir semillas es el que presenta radiación, temperatura y lluvia no restrictiva para el desarrollo del cultivo, así como condiciones estables y secas al momento de maduración del grano y cosecha de la semilla.

Según Hopkison y Reid (1979), los requerimientos generales de mayor importancia para considerar una región adecuada para la producción de semilla en el área tropical son:

- Precipitación anual promedio que fluctúa entre 800 y 2000 mm, con una estación húmeda predominante en el verano, que no registre precipitaciones mayores de 400 mm fuera de los cuatro meses más húmedos.
- Temperatura diaria promedio no inferior a 17 °C durante el mes más frío.
- Latitud superior a 10°.

Independientemente de las consideraciones anteriores, el clima no se manifiesta aisladamente, ya que existe un conjunto de otros elementos de gran trascendencia que están involucrados en las características de la producción de semillas de pastos de gramíneas, como son el suelo y el manejo integral del cultivo. Ambos se han estudiado en Cuba por Baños (2004) y más recientemente por Pérez *et al.* (2006).

Estudios de Yañez *et al.* (2008) con gramíneas en Cuba demostraron que de 16 variables del clima y de los suelos estudiados mediante el análisis de componentes principales, 11 indicadores estaban relacionados con ambos factores, y tenían mayor preponderancia. De estos, 7 se relacionaban con los indicadores climáticos, o sea, con el 63.6 %. Del resto, se destacaban la profundidad efectiva del suelo, la pedregosidad, el contenido de fósforo y el drenaje. Los resultados informados por Baños (2004) para algunas especies

pratenses en varias regiones de Cuba apoyan estos hallazgos.

Es oportuno aclarar el alcance del término «producción de semilla», ya que incluye un grupo de eventos de tipo biológico, como la madurez y la formación del grano, el almacenamiento y otros que se afectan por la intervención de elementos del clima.

El tema del clima ha sido abordado también en Cuba por Machado y Seguí (1995), quienes estudiaron la influencia de la temperatura media, la precipitación y el fotoperíodo, la humedad relativa y las horas luz en 25 variedades de *Panicum maximum*. Recientemente, los resultados de este trabajo fueron confirmados por Yañez *et al.* (2008) en un estudio sobre especies de las gramíneas *Panicum maximum*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*, *Chloris gayana* y *Cenchrus ciliaris*.

También en Cuba, investigaciones con leguminosas informan acerca de la trascendencia de los factores climáticos en eventos de la producción de semillas (Baños 2004) de estas especies. Pérez *et al.* (2006) publicaron en Cuba las informaciones más recientes sobre producción de semillas, pero lamentablemente los autores no detallan la influencia del clima en la producción de semillas de pastos de gramíneas.

Eventos extremos como sequías prolongadas y los ciclones tropicales son elementos que apoyan la importancia de esta actividad. En esta reseña se brinda información sobre regiones tropicales y de Cuba. Se hace énfasis en la ausencia de trabajos recientes sobre la influencia del clima en la producción de semillas de pastos de gramíneas en el área tropical y subtropical. Se recomienda retomar estudios de este tipo.

Estos indicadores están presentes en Cuba. El potencial para este país se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Potencial de producción de semillas de gramíneas en la EEPF «Indio Hatuey». Primer año. (Pérez *et al.* 2006)

Especie y cultivar	Semilla total (kg/ha)	Semilla pura (kg/ha)	Germinación ¹ (%) (6 meses)	F	Número de cosechas	
					Con riego	Sin riego
<i>Panicum maximum</i> vc. Likoni	698.0	176.0	29.0	n	6	3
<i>P. maximum</i> SIH-127	177.0	28.0	35.0	dl	2	2
<i>P. maximum</i> SIH-421	185.0	26.0	30.0	dl	2	2
<i>P. maximum</i> vc. Australia	202.0	40.0	45.0	dl	2	2
<i>P. maximum</i> vc. Uganda	649.0	191.0	35.0	n	6	3
<i>P. maximum</i> CIH-3	364.0	95.0	37.0	n	6	3
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Biloela	241.0	72.0	32.0	n	4	2
<i>C. ciliaris</i> vc. Formidable	281.0	74.0	36.0	n	4	2
<i>C. ciliaris</i> vc. Molopo	300.0	90.0	34.0	n	4	2
<i>C. ciliaris</i> vc. Numbank	262.0	78.0	37.0	n	4	2
<i>Chloris gayana</i> vc. Callide	175.0	52.0	40.0	dc	3	1
<i>Brachiaria decumbens</i> vc. Basilisk	1026.0	220.0	30.0	dl	2	2
<i>Brachiaria humidicola</i> vc. IRI-409	211.0	101.0	16.0	dl	2	2
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	429.0	79.0	30.0	dl	2	2
<i>Andropogon gayanus</i> CIAT-621	500.0	70.0	35.0	dc	2	1
<i>Brachiaria brizantha</i> vc. Marandú	389.0	82.0	40.0	dl	2	2
<i>Brachiaria brizantha</i> vc. 16148	439.0	75.0	31.0	dl	2	2

¹Almacenadas al ambiente vc. F: fotoperíodo, n: neutro, dl: días largos, dc: días cortos

La teoría de Machado *et al.* (2006) que plantea que existe gran posibilidad de que plantas provenientes de regiones homólogas en cuanto a sus condiciones climáticas muestren una adaptación inmediata al nuevo lugar es de gran validez. Sin embargo, deben destacarse los criterios de autores clásicos de relevancia, quienes

han tratado este tema en diferentes áreas tropicales del mundo: Boonman (1973), Chadhokar y Hemphreys (1973), Hopkinson y Reid (1979), Febles (1981), Skerman *et al.* (1991), Pérez *et al.* (1995), Catusus (1997), Funes *et al.* (1998) y Baños (2004), entre otros.

INFLUENCIA DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE GRAMÍNEAS PRATENSES. DURACIÓN DEL DÍA (RESPUESTA AL FOTOPERÍODO).

Garner y Allard (1923) en sus trabajos primeros clasificaron las plantas en tres grupos: de día corto (florecen si los días son más cortos que una duración crítica), de día largo (florecen si los días son más largos que una duración crítica) e indeterminada o de reacción neutra (florecen en días de cualquier duración). Un análisis más completo de este fenómeno, según Chailakhyan (1968), ofrece cuatro grupos adicionales: día largo-corto (donde son necesarios los largos antes que los cortos), día corto-largo (que exigen los días cortos antes que los largos), esteno foperiódicos (que requieren días de duración media) y antifotoperiódicos (que necesitan días largos o cortos, pero no medios).

Según Loch (1980) y Loch *et al.* (2004a), las gramíneas pertenecen a dos grupos según su respuesta al fotoperíodo: plantas de días cortos y de días largos. El primer grupo es el más común, donde algunas pueden ser sensibles a la duración del día, pero se comportan como neutrales en áreas de producción de semillas en el verano o durante la estación húmeda, aunque pueden producir en cualquier condición que favorezca el desarrollo del cultivo, por lo que en ocasiones se obtienen varias cosechas de semilla al año. *Panicum maximum* es un ejemplo de este grupo. En cambio, muchas especies de día corto tienden a mantener su desarrollo vegetativo durante el verano y florecen cuando los días se acortan. Otras especies parecen tener una respuesta más cuantitativa. Así, *Chloris gayana* puede florecer todo el año, pero en condiciones favorables aunque produce los mejores rendimientos de semilla cuando los días son cortos (Loch *et al.* 2004b).

Funes *et al.* (1998) manifestaron que en nuestras condiciones hay especies que se comportan como plantas que florecen en nuestros días cortos de invierno (11 horas luz), donde se encuentran la mayoría de las leguminosas. Entre las gramíneas, *Andropogon gayanus* presenta similar comportamiento, mientras que una respuesta cuantitativa a días cortos muestran líneas de rhodes (*Chloris gayana*) como la vc. Callide, algunas especies de brachiaria y otras. Entre las plantas neutras, en las cuales la floración es independiente de la longitud del día, pueden mencionarse las gramíneas rhodes común

(*Chloris gayana* vc. Pionner), buffel (*Cenchrus ciliaris*) y guinea likoni (*Panicum maximum* vc. Likoni).

En la región centro-sur de Cuba, Gutiérrez *et al.* (1990) llevaron a cabo estudios donde la floración se controló por la longitud del día en el género Brachiaria, donde se observó que *B. brizantha* vc. CIAT-664 florece todo el año (floración neutra), mientras que *B. humidicola* vc. CIAT-679, *B. dictyoneura* vc. CIAT-6133, *B. brizantha* vc. CIAT-6780, *B. decumbens* vc. CIAT-606 y *B. sp.* florecieron en época de lluvias (floración de días largos). Sin embargo, *B. ruzizensis* CIAT-6019 y *B. purpurascens* registraron floración obligada de días cortos, con una sola floración a finales de septiembre y octubre.

Aunque Loch y Ferguson (1999) y Loch *et al.* (2004a) ofrecieron una información muy completa, se necesitan nuevas investigaciones en las que se documenten mejor las respuestas de las especies pratenses tropicales a la duración del día. En los estudios de Cooper (1960) y de Evans (1964) se registran muchas especies, pero gran parte de las investigaciones no son de carácter definitivo, y puede confundirse la floración con la iniciación floral. Esto puede conducir a una interpretación inadecuada de los factores de desarrollo de la inflorescencia, cuando la frecuencia de las variaciones de la temperatura y duración del día son limitadas.

Muchas plantas forrajeras tropicales reciben la influencia de las condiciones climáticas que inducen la floración. Durante gran parte del año, la floración puede mostrar alguna respuesta cuantitativa ante variaciones del clima, aunque también se producirán flores, siempre que los brotes sean lo suficientemente grandes y viejos (Sato *et al.* 1981). Si son plantas de día corto, pueden mostrar fotoperíodos críticos más dilatados que la longitud del día predominante. Esta constante sucesión de producción de inflorescencia puede dificultar la recuperación de las semillas. Entre las especies de gramíneas que muestran este tipo de comportamiento figuran algunas variedades de *Chloris gayana*, *Cenchrus ciliaris*, *Panicum maximum* y *Setaria anceps*.

EFFECTO DEL FOTOPERÍODO EN ALGUNOS ELEMENTOS DEL SISTEMA REPRODUCTIVO DE LA PLANTA

Knox (1967) observó una relación negativa entre la duración del día y el porcentaje de apomixis en la planta

de día corto *Dichantium aristatum*, mientras que el equilibrio relativo de partes florales masculinas y

femeninas guardaban una relación positiva con la duración del día en la planta de día corto *Heteropogon contortus* (Tothill y Knox 1968). Esto sugiere la posibilidad de mejorar el comportamiento de algunas plantas mediante un desplazamiento latitudinal en el lugar de producción de semillas.

Este tema ha sido ampliamente estudiado por Jones *et al.* (1995), Loch y Harvery (1997) y Vogel y Burson (2004), quienes indicaron que bajo diferentes condiciones ambientales el mecanismo reproductivo de algunas gramíneas tropicales y subtropicales, particularmente las Andropogoneae, pueden cambiar, lo que se refleja en la multiplicación de la semilla y en la estabilidad genética.

La importancia de la variación en la duración del día para la determinación del tiempo de floración está relacionada evidentemente con la latitud. Por ejemplo, en Kitale, Kenia (latitud 1° N), en el transcurso de todo el año, la duración del día varía únicamente en 9 min, pero varía 3.6 h entre mediados del verano y mediados del invierno en Brisbane, Australia, (latitud 28° S). Las plantas de día corto, cuyo fotoperíodo crítico es de más de 12 h florecen progresivamente antes de ir transitando de las latitudes altas a las bajas (Cameron 1967a).

Chadhokar y Humphreys (1973), Loch y Ferguson (1999) y Loch *et al.* (2004b) informaron que muchas plantas tienen que atravesar por una fase juvenil antes de que sean receptivas a un estímulo floral. Esta fase de «madurez para florecer» con frecuencia se relaciona simplemente con el tamaño de la planta o con un número mínimo de hojas que indican la acumulación de suficientes metabolitos. Por ejemplo, en Australia, la planta de día corto, *Paspalum plicatulum* vc. Rodds Bay, normalmente atraviesa por la iniciación floral a una latitud de 28° S cuando la duración del día alcanza 13.1 h hacia el 14 de febrero. La primera exserción de la inflorescencia se produce el 2 de abril y la recolección de las semillas, el 27 aproximadamente.

Una vez ocurrida la fase juvenil dependiente de la fotosíntesis, las respuestas de floración son inducidas por los bajos niveles de intensidad luminosa. Existe una cierta controversia, en cuanto al índice adecuado de duración del día. Algunos investigadores señalan al período comprendido entre la salida y la puesta del sol, la duración del crepúsculo cuando el sol está a 6° bajo el horizonte o la duración del crepúsculo náutico, cuando el sol se halla 12° por debajo del horizonte. Se ha dado a conocer que la luz matutina es más efectiva que el crepúsculo vespertino (Takimoto e Ikeda 1960). Se producen también diferencias varietales en la respuesta a las bajas intensidades luminosas.

Estudios más recientes en gramíneas (Baños 2004 y Yañez *et al.* 2008) en Cuba indicaron también la influencia positiva de la duración del día como un elemento preponderante del clima en la producción de semillas de un grupo importante de gramíneas. En este sentido, Sosa *et al.* (2001) hallaron en México resultados positivos.

Otra consideración adicional es la calidad espectral de la luz recibida. La actividad de diferentes partes del espectro en la inducción floral continúa como una cuestión controvertida y aún no se define en Cuba el significado de estos efectos en el campo.

En algunos trabajos se plantea que existen dos formas del pigmento fotocromo (Evans *et al.* 1965) que están asociadas con las respuestas fotoperiódicas: una absorbente, alejada del rojo (P_{730}) biológicamente activa, que disminuye la floración en las especies de día corto y la acelera en los de día largo, y una forma absorbente del rojo (P_{660}), biológicamente inerte, en la que (P_{730}) puede convertirse durante la oscuridad. En condiciones de día corto se supone que la forma (P_{660}) se retiene durante un período mayor, y permite que proceda la floración en las plantas de día corto.

RADIACIÓN

Se conocen muchos efectos de campo atribuibles a condiciones meteorológicas no fácilmente separadas en sus componentes. Por ejemplo, se plantea que los flósculos de las gramíneas permanecen completamente cerrados en los días «húmedos fríos y grises». Las investigaciones específicas acerca de los efectos del nivel de radiación en la producción de semillas de especies pratenses tropicales no están, al parecer, lo suficientemente desarrolladas, si bien algunos trabajos acerca del crecimiento vegetativo del cultivo y algunas observaciones de campo ofrecen informaciones útiles. Skerman y Riveros (1990) plantearon que la hierba rhodes no es tolerante a la sombra, lo que es de esperar porque su origen parte de áreas abiertas. Aunque el sombramiento de 40 % de la luz total no reduce la fertilidad de los vástagos para producir semilla, se reduce el llenado de la espícula (Wong y Wilson 1980). Sin

embargo, en sombramiento de 25 %, el rendimiento en semillas de gramíneas puede reducirse hasta 25 veces, debido a la fertilidad del vástago y la subsecuente reducción de la producción de semilla (Oliveira y Humphreys 1986).

Las gramíneas tropicales poseen mayor capacidad de crecimiento que las de clima templado. Esto obedece al mayor grado de respuesta de la planta a elevados niveles de radiación (Hesketh 1963), a la falta de fotorrespiración durante la fotosíntesis y a la circulación más eficiente del ácido dicarboxílico C_4 en la fotosíntesis.

A partir de estas ideas, puede inferirse que los cultivos explotados en zonas que reciben una elevada radiación poseen un potencial de producción de semillas y rendimiento que depende tanto de un elevado índice inicial de crecimiento del cultivo, que determina el número de

flores, como de una sostenida fotosíntesis durante la formación de las semillas.

Crowder y Chheda (1982), Hare (1985) y Funes *et al.* (1998) plantearon que los cultivos en las regiones que disponen de alta radiación tienen mayor potencial para producir semillas. La apertura floral es más activa bajo el sol intenso. La alta radiación es importante durante todo el período vegetativo, pero especialmente desde la floración hasta la madurez de las semillas. En nuestro país, la insolación solar oscila aproximadamente hacia las 2400 horas al año.

Kulicov y Rudney (1989) manifestaron también que la luz tiene gran importancia en los procesos relacionados con la fotosíntesis, en particular con la formación de los órganos reproductores que son determinantes en el rendimiento del cultivo, si se trata de las flores o frutos botánicos.

La superficie de las tierras ecuatoriales reciben con frecuencia una radiación total menor que a latitudes intermedias aproximadas de 10-20° (Hesketh 1963). Skerman *et al.* (1991) y Funes *et al.* (1998) afirmaron que los productores de semillas deberán estar ubicados en las zonas entre 10 y 23° N y S, como es el caso de Cuba.

TEMPERATURA

Las condiciones de temperatura pueden afectar el desarrollo vegetativo del cultivo, inducción floral, crecimiento y diferenciación de la inflorescencia, floración, germinación del polen, formación del grano y maduración de las semillas (Loch *et al.* 2004b).

Los efectos de la temperatura en la inducción floral son bastante complejos y variables para las distintas clases de respuesta al fotoperíodo y en el interior de estas (Chailakhyan 1968). Es decir, en algunos casos, la respuesta al fotoperíodo es también modificada por la temperatura.

Las elevadas temperaturas nocturnas impiden o retrasan la floración en algunas plantas (Cameron 1967 y Boyce 1970). En el ejemplo de la floración en *Paspalum dilatatum*, Knight (1955) informó que era claramente inhibida por las bajas temperaturas nocturnas de 7-13 °C. Hicks y Mitchell (1969) definieron que era acelerada por temperaturas medias (de 18-20 °C). Algunas de estas interacciones explican la frecuencia de la floración durante el año (Ison y Hopkinson 1985).

Humphreys (1979) y Loch (1980) manifestaron que una temperatura baja durante la época reproductiva puede afectar el desarrollo de los pastos tropicales, así como su producción de semillas. Según informó Loch *et al.* (2004a), esto ocurre, por ejemplo, en *Cenchrus ciliaris* y en *Chloris gayana*. Además, altas temperaturas del aire pueden reducir la fertilidad del polen e inhibir la antesis en especies del género *Paspalum*, debido a la rápida desecación de las partes florales.

El ritmo diario de formación de flores depende de la temperatura. Así, Bennett (1959) observó que el comienzo de la formación de flores en *Paspalum*

dilatatum variaba entre las 6 y 12 h, y el momento de la duración de la formación de las flores estaba relacionado negativamente con la temperatura. El tiempo en que los diversos flósculos permanecen abiertos con las anteras plenamente pendientes, sin abrirse, es de importancia para los fitogenetistas. Este era máximo a bajas temperaturas.

Se determinó que las temperaturas elevadas, especialmente las nocturnas, disminuyen el período de desarrollo de la semilla, reducen el número de semillas por inflorescencia, así como el peso de las mismas (Mc William 1978).

El índice de temperatura más útil para el propósito de producir semillas es de 17° C, el cual se corresponde con la media diaria del mes más frío (Hopkinson y Reid 1979). Por ello, Funes *et al.* (1998) plantean que, en este sentido, en Cuba se presentan buenas condiciones, ya que las altas temperaturas diurnas no limitan la producción de semillas, al menos hasta el rango en que ocurre en nuestra isla. Por otra parte, Suárez y Herrera (1979) manifiestan que, en nuestras condiciones, la temperatura no parece ser un factor limitante para la producción de semillas, ya que en Cuba las temperaturas promedio mensuales se mantienen por encima de los 21°C, con una media anual de 25.2 °C y con la temperatura media del mes más frío (febrero) en 22°C; mientras que en los meses más cálidos es de 27°C (julio-agosto). De acuerdo con Lecha y Chugaev (1989), para regiones de pequeña variación en el régimen térmico, es mejor utilizar las magnitudes extremas diarias para cualquier intento de clasificación climatológica, lo que puede ser útil para la producción de semillas.

PRECIPITACIÓN

En general, las especies tropicales están adaptadas a los climas con estación de lluvia y seca bien definidas, como sucede en Cuba (Funes *et al.* 1998). La duración óptima del período lluvioso debe ser aproximadamente de seis meses, pues si este es más prolongado se produce un excesivo crecimiento vegetativo y se afecta la floración. A la vez se propicia la aparición de

enfermedades fungosas (especialmente en leguminosas), las que también se favorecen con el tiempo nublado. Sin embargo, la estación seca facilita las operaciones de cosecha, trilla y secado (Funes *et al.* 1998 y Loch *et al.* 2004b).

La cantidad y distribución de las precipitaciones son factores importantes que deben considerarse si el cultivo

de semillas tiene oportunidad de recibir la humedad cuando lo necesita (Loch 1980). Booman (1972, 1973) y Funes *et al.* (1998) señalaron la necesidad de disponer de la humedad adecuada y bien distribuida, particularmente durante el período de floración, para obtener altos rendimientos de semillas (Loch 1979). En Queensland, según Loch (1980), los cultivos de semilla de gramíneas se dividen en tres grupos, de acuerdo con sus requerimientos de humedad.

- Especies que crecen mejor en regiones secas (700 mm de promedio anual), aunque florecen durante todo el año y se aprovechan de cualquier cantidad de lluvia que caiga durante ese período. A este grupo pertenecen: *C. ciliaris*, *C. gayana* vc. Pionner, *Panicum maximum* vc. Trichoglume, entre otros.

- Especies de día corto que requieren un suministro adecuado de humedad durante el período de floración intensa (1000-1200 mm): *C. gayanus* vc. Callide.

- Especies como *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria mutica*, *Brachiaria ruziziensis* y otros que producen semillas en regiones de altas precipitaciones (>1000 mm)

Palenzuela (1982) manifestó que en Cuba el comportamiento anual de las temperaturas y el de las precipitaciones guardan estrecha relación. El paso estable de una temperatura media del año por encima de 25 °C marca el inicio del período lluvioso y por debajo, el comienzo del período seco.

HUMEDAD RELATIVA Y VELOCIDAD DEL VIENTO

Muy pocos estudios se han desarrollado acerca de la influencia de la velocidad del viento. Cuando este es muy fuerte, puede favorecer el desprendimiento de las espículas de la panícula, como ha ocurrido en la Isla de la Juventud, en Cuba, con *Panicum maximum* (Febles 2007, datos no publicados). Torres (2008) refirió iguales observaciones para esta especie en Nicaragua.

En este sentido, Loch *et al.* (2004b) indicaron que la polinización en gramíneas puede afectarse por fuertes vientos. Sin embargo, Bogdan (1962) informó que cuando este indicador es moderado, las abejas *Apis mellifera* y *Nomias sp.* colectan polen en 52 especies de gramíneas del sendero C₄.

En Cuba no se han realizado estudios puntuales del efecto de la humedad relativa en todo el proceso de producción de semilla, aunque en nuestras condiciones este factor climático es bastante estable por estación climática.

Con respecto al viento, un estudio de Baños (2006) indicó que en Cuba los mayores valores se observan, principalmente, en Villa Clara, Cienfuegos y Camagüey, mientras que en el resto de las regiones nunca fue superior a 6.2 km/h. Esta variable pudiera estar relacionada con procesos de acamamiento y desgrane de las semillas en gramíneas. Estas, en las especies tropicales, se desarticulan con facilidad al madurar en la inflorescencia, sea por debajo de las glumas o en la base

En Cuba, la distribución de las precipitaciones se corresponde con los requerimientos señalados por Hopkinson y Reid (1979), ya que los límites mínimos y máximos de precipitación anual fluctúan entre los 800 y 2000 mm. Las regiones con menos de 800 mm por año, no tendrán suficiente humedad disponible para garantizar la producción de semillas de la mayoría de las especies, a menos que se utilice riego. La importancia de este factor se probó por Baños (2004) en leguminosas, y por Yañez *et al.* (2008) en gramíneas.

Según Hopkinson y Reid (1979), no solo debe existir un régimen estacional de lluvia claramente diferenciado en las zonas productoras de semillas, sino que además este debe ser confiable, es decir, debe presentar todos los años sin riesgos. Mejías *et al.* (1999) destacaron esta probabilidad en el régimen estacional de las precipitaciones en nuestro país, debido a los procesos de circulación general de la atmósfera que persisten históricamente en el tiempo en nuestra área geográfica. Existe un período lluvioso, determinado por la depresión barométrica intertropical, y un período seco, determinado por procesos macroescalares de la atmósfera, los cuales se repiten invariablemente año tras año. Estas consideraciones deben valorarse cuidadosamente, ya que en los últimos años las sequías prolongadas y los eventos extremos de precipitación pueden influir en los resultados que se obtengan.

de las mismas (Loch *et al.* 2004a). En Cuba aún no se han desarrollado con claridad estudios de este tipo. No obstante, los valores encontrados acerca de este indicador y de la dirección del viento probablemente no sean decisivos, si se valoran aisladamente con respecto a la disminución del rendimiento de semillas.

La antesis y la formación de la semilla pueden afectarse por la humedad relativa, aunque no existe suficiente información disponible que indique los rangos en que este indicador puede ser perjudicial. Hay informaciones (Bennett 1959) que demuestran que en una atmósfera muy seca se produce un cierre de las glumas que impide la salida de las anteras y los estigmas. Ortiz (1997) planteó que la alta humedad relativa puede afectar la floración, debido a que el polen absorbe agua y no baja a los estigmas. Este autor indicó también que un nivel bajo de este indicador causa secamiento de los estigmas, lo que afecta la fecundación del ovario.

En Argentina, otros estudios demostraron que, en gramíneas como las de los géneros *Setaria* y *Cenchrus* (Anon 2006), una alta humedad relativa, con aparición de hongos y otras enfermedades, puede afectar la formación de la semilla

En condiciones de campo también se ha observado reducción en la formación de la semilla, cuando existe una baja humedad relativa durante la antesis en especies

de los géneros *Setaria* y *Paspalum*. Contrariamente, una alta humedad relativa parece que no influye en la formación de semillas, pero sí puede incrementar el desarrollo de enfermedades en especies de gramíneas susceptibles (Loch y Ferguson 1999).

Como puede estimarse, los factores del clima, en sus particularidades nacionales o regionales, no pueden ser

obviados cuando se intenta establecer un programa de producción de semillas. Esto es aún más relevante en ecosistemas frágiles como los estados insulares, a lo que se añade las características de los cambios climáticos en estas regiones, en las que predominan las modificaciones del clima.

AGRADECIMIENTOS

Se desea agradecer sinceramente el magnífico trabajo mecanografiado de la técnica M. Teresa Pérez Gutiérrez

REFERENCIAS

- Anon 2001. Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ed. UNDP-UNEP-CITMA. Cuba. p.12
- Anon 2006. Informe interno. Univ. Santa Catarina. Catarina. p.6
- Anon 2008. Curso cambio climático. Ed. Universidad para todos. La Habana, Cuba. p. 1
- Baños, G.R. 2004. Influencia de los factores edafoclimáticos en la producción de semillas leguminosas forrajeras y arbóreas en diferentes regiones de Cuba. Tesis de maestría en Pastos y Forrajes. Estación Experimental de pastos y Forrajes (EPPF) «Indio Hatuey». Matanzas, Cuba. 91 pp
- Bennett, H. W. 1959. The effect of temperature upon flowering in *Paspalum*. *Agron. J.* 51:195
- Bogdan, A.V. 1962. Grass pollination by bees in Kenya. *Broc. Linn. Soc. London.* 173:53
- Booman, J.G. 1972. Experimental studies on seed productions in tropical grasses in Kenya. 5. The effect of time of nitrogen dressing on seed in crops of *Setaria sphaceolata* cv. Mundi. *Neth. J. Agric. Sci.* 20:225
- Booman, J.G. 1973. Seed production of tropical grasses in Kenya. Doctoral Thesis. Wageningen. p. 21
- Boyce, K.G. 1970. Floral initiation and anthesis in *Setaria anceps* Stopf. M. Agr. Sc. Thesis. Univ. Adelaide. p. 60
- Cameron, D.F. 1967. Flowering in Townsville Lucerne (*Stylosanthes humilis*). 2. The effect of latitude and time of sowing on the flowering time of sowing on the of single plants. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Hubs.* 7:495
- Catusus, L. 1997. Manual de Agrostología Editorial Academia. La Habana, Cuba. p.98
- Chadhokar, P. & Humphreys, L. 1973. Effect of tiller age and time of nitrogen stress on seed production of *Paspalum plicatulum*. *J. Agric. Sci. Cab.* 81:219
- Chailakhyan, M. 1968. Seed production in grasses. *Ann. Rev. Plant Physiol* 19:1
- Cooper, J.P. 1960. Selection and population structure in *Lolium*. *Heredity.* 14:229
- Crowder, L.V. & Chheda, H.R. 1982. Seed production in tropical areas Tropical Grassland Husbandry Ed. Logman. United Kingdom. p. 562
- Evans, L.T. 1964. Reproduction. In: Grasses and Grassland London. Mc. Millan. p. 126
- Evans, L.T., Borthwick, M.A. & Hendricks, S.B. 1965. Inflorescence initiation in *Lolium temuletum* L. The spectral dependence of induction. *Aust J. Biol. Sci.* 8:741
- Febles, G. 1975a. Factores que afectan la germinación la germinación. I. Factores ocurrentes antes de la siembra. *Rev. Cubana de Cienc. Agríc.* 9:77
- Febles G. 1975b. II Factores ocurrentes en el momento o después de la siembra. *Rev. Cubana de Cienc. Agríc.* 9:197
- Febles, G. 1981. Estudios sobre la calidad y la producción de semilla en Yerba de Guinea común (*Panicum maximum* Jacq.). Tesis Dr. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 144 p.p
- Febles, G. & Navarro, G. 1986. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas. En: Los pastos en Cuba. Tomo 1. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 474
- Febles, G. & Ruiz, T.E. 2006. Producción de semillas de especies pratenses y de otros cultivos. En: Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás. Ed. Instituto de Ciencia Animal, Cuba. p. 155
- Funes, F., Yañez, S & Zambrana, T. 1998. Semillas de pastos y forrajes tropicales. Métodos prácticos para su producción sostenible. Asociación Cubana de Producción Animal. La Habana, Cuba. p. 138
- Garner, W. & Allard, H. 1923. Principio de genética y mejora de las plantas. *J. Agric. Res.* 23:871
- Gutiérrez, A., Paretas, J.J., Suárez, J.D., Cordovi, E., Pazoz, R. & Alfonso, H.A. 1990. Género *Brachiaria*. Una nueva alternativa para la ganadería cubana. Inst. Inv. Pastos y Forrajes. Ministerio de la Agricultura. p. 64
- Hare, M.D. 1985. Verano stylo seed production in Notheast Thailand, Queensland. *Seed Producers Notes.* 24:4
- Herrera, R. 2006. La calidad. En: Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abonos orgánicos y biogás. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 76
- Hesketh, J.D. 1963. Limitions to photosynthesis responsable for differences among species. *Crops. Sci.* 3:493
- Hicks, D. & Mitchell, K.J. 1969. Flowering in pasture grasses 2. *Paspalum dilatatum*. Poir. *J. Bot.* 7:67
- Hopkinson, J.M. & Reid, R. 1979. La importancia del clima en la producción de semillas de leguminosas forrajeras tropicales. En: Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Eds. L.E. Tergas y P.A. Sánchez. CIAT. Cali. Colombia. p. 365
- Humphreys, L.R. 1979. Site selection for seed production. En: Tropical Pasture seed production FAO. Rome. p. 14
- Ison, R.L. & Hopkinson, J.M. 1985. Pasture legumes and grasses of warm climate regions. Eds. AH. Halevy. CRC Handbook of flowering. Vol. 1.
- Jones, R.J., Loch, D.S. & LeFeure, R.P. 1995. Differences in mineral concentration among diploid and tetraploid

- cultivars of Rhodes grass (*Chloris gayana*). Aust. J. Exp. Agric. 35:1123
- Knight, W. E. 1955. The influence of photoperiod and temperature on growth, flowering and seed production of daller grass. *Paspalum dilatatum*. Procc. Agron. J. 47: 555.
- Knox, R.B. 1967. Apomixis, seasonal and population differences in a grass. Sci. 157: 325
- Kulicov, V.A. & Rudney, G.V. 1989. Agrometeorología tropical. Ed. Academia. La Habana, Cuba. p. 50
- Lecha, E.L. & Chugaev, A. 1989. La bioclimatología y algunas de sus aplicaciones en condiciones de clima tropical húmedo. Ed. Academia. La Habana, Cuba. p. 9
- Loch, D.S. 1979. Seed production in Australia. Trop. Grass. 13:183
- Loch, D.S. 1980. Selection of environment and cropping system for tropical grass seed production. Trop. Grass. 14:159
- Loch, D.S. & Ferguson, J.E. 1999. Forage seed production 2. Tropical and subtropical species. CAB Int. Wallingford. Oxon, UK
- Loch, D.S. & Harvey, G.L. 1997. Rhodes Grass (*Chloris gayana*). Finecut, Nemkat, Topcut. Plant varieties. J. 10:47
- Loch, D.S., Adkins, S. W., Heslehursr, M.R., Paterson, M. & Bellairs, S.M. 2004b. Seed Formation, Development, and Germination in tropical and subtropical species. CAB Int. Wallingford. Oxon, UK.
- Loch, D.S., Normn, F.G., & van Niekark. 2004a. Rhodes grass in tropical and subtropical species. CAB Int. Wallingford, Oxon, U.K.
- Machado, M. & Seguí, E. 1995. Influencia de los factores climáticos sobre la calidad de la semilla de *Panicum maximum* Jack. Taller de Producción de semillas tropicales. Estación Experimental de Pastos y Forrajes. Indio Hatuey. Cuba. p. 29
- Machado, M., Seguí, E., Esperanza, O., Yuseika, T., Wencomo, M. 2006. Fundamentación teórica y resultado del Programa de Introducción. En: Recursos Forrajeros herbáceos y arbóreos. Ed. Estación Experimental de Pastos y Forrajes «Indio Hatuey» y Universidad San C. de Guatemala. p. 12
- McWilliam, J.R. 1978. Response of pasture plants to temperature. En: Plant relations to pasture. Ed J.R. Wilson Melbourne. CSIRO. P 17.
- Mejías, E., Aroche, R. & Olazabal, N. 1999. Evaluación climatológica de seis fincas de producción de semillas de leguminosas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes. Camagüey, Cuba. p. 9
- Oliveira, P. & Humphreys, L.R. 1986. Influence of level and timing of shading on seed production in *Panicum maximum* cv. Gatton. Aust. J. Agric. Res. 37: 417
- Ortiz, A. 1997. Manejo agronómico, la conservación de recursos y los sistemas alternos de producción de maíz y sorgo. Ciudad Bolívar, Venezuela. p. 30
- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 43, Número 2, 2009.
- Palenzuela, E. 1982. Guía climática abreviada para especialistas de la agricultura. Instituto de Meteorología. La Habana, Cuba. p.17
- Pérez, A., Matías, C. & González, Y. 1995. Agrotecnia y producción de semillas de gramíneas y leguminosas tropicales. Estación Experimental de Pastos y Forrajes. «Indio Hatuey». En: Taller Internacional de Producción de Semillas de Pastos para el Trópico. p. 30
- Pérez, A., Matías, C., González, Y. & Alonso, O. 2006. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas tropicales. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. Ed. Estación Experimental de Pastos y Forrajes. «Indio Hatuey» y Universidad San C. de Guatemala. p. 137
- Sato, H., Oyama, K. & Nakagawa, H. 1981. Flower bud differentiation and development, and influence of temperature on headingtime and seed ripening in Rhodes grass (*Choris gayana* Kunth) Bull. Kysushu Natl. Agric. Exp. Stn. 21:303
- Skerman, P.J., Cameron, D.G. & Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. FAO. p. 356
- Skerman, P.J. & Riveros, F. 1990. Tropical grasses. FAO Plant. Prod. Prot. Ser. 23 FAO, Rome
- Sosa, R.F., Zapata, B.G. & Pérez, J.D. 2001. Fecha de precorte para la caracterización fenológica del pasto llanero. Técnica Pecuaria en México. 39:163
- Suárez, J.J. & Herrera, J. 1979. El clima de Cuba y la producción de pastos. En: Los Pastos en Cuba. Tomo I. Producción. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 21
- Takimoto, A. & Ikeda, K. 1960. Studies on light controlling flower initiation of pharbitenil. 6 Effect of natural twilight. Bot. Mag. Tokyo. 73:175
- Tothill, J.C. & Knox, R.B. 1968. Reproduction in *Heteropogon contortus*. I Photoperiodic effects on flowering and sex expression. Aust. J. Agric. Res. 19:869
- Torres, J.A. 2008. Incrementos de semillas de pastos gramíneas y leguminosas. Protocolo de Investigación, INTA. Nicaragua. p. 3
- Vogel, K.P., & Burson, B.L. 2004. Breeding and genetics. Ed. L.E Moser. Warmseason (4) grasses. Agron. Monogr. 45. Madison, WI.
- Wong, C.C. & Wilson, J.R. 1980. Effects of shading on the growth and nitrogen content of green panic siratro inpure and mixed swards defoliated at two frequencies. Aust J. Agric. Res. 31:269
- Yañez, S. Febles, G. Torres, V. y Baños, R. 2008. Influencia de los factores edafoclimáticos en la producción de semillas de gramíneas pratenses en diferentes regiones de Cuba. Instituto de Pastos y Forrajes. Comunicación interna. Cuba pag 32.

Recibido: 11 de marzo de 2009