

EFECTOS DEL FOTOPERIODO Y VARIABILIDAD EN EL PASTO JARAGUA,  
HYPARRHENIA RUFA (NEES.) STAPF

por

OSCAR AGREDA T.

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA  
Centro Tropical de Investigación y Enseñanza de Graduados

Turrialba, Costa Rica

Diciembre, 1961

EFFECTOS DEL FOTOPERIODO Y VARIABILIDAD EN EL PASTO JARAGUA,  
HYPARRHENIA RUFA (NEES.) STAPF

Tesis

Presentada al Consejo de la Escuela de Graduados  
como requisito parcial para optar al grado

de

Magister Agriculturae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



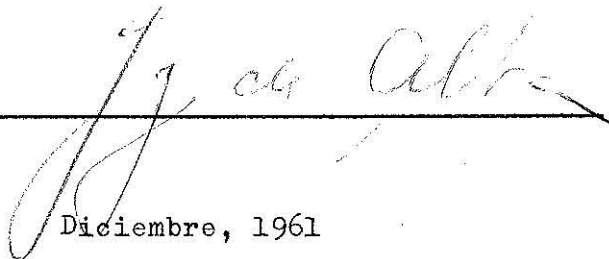
Consejero



Comité



Comité



Comité

Diciembre, 1961

A mis padres

A mis hermanos

## AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincero y cordial agradecimiento:

Al Dr. Robin L. Cuany, patrocinador entusiasta de la presente tesis y cuya decidida y continúa ayuda en la ejecución de la misma hizo posible llegar a feliz término. También por los conocimientos adquiridos a través del trabajo diario realizado en conjunto.

A los Drs. Jorge León, J. R. Hunter y A. T. Semple, miembros de mi Comité Consejero, por sus consejos y ayuda.

Al Dr. Howard Boroughs, Jefe del Departamento de Energía Nuclear del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, cuya ayuda material hizo posible realizar este trabajo.

Al Dr. D. H. Gross, ex-miembro de la Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte U.S. en el Perú, a cuya iniciativa se debió mi beca de estudios.

A la "International Cooperation Administration, U.S. Operation Mission to Perú" que otorgándome una beca me dio la oportunidad de seguir estudios posgraduados.

A los directores y jefes del Servicio de Investigación y Promoción Agraria del Perú que tuvieron a bien considerarme como miembro activo del personal técnico durante el período de mis estudios.

Al Dr. Werner Hagnauer gerente de la firma CIBARRIC. en la finca "La Pacífica" (Cañas, Costa Rica) donde se llevó a cabo parte del presente estudio, y

Al Sr. Luis Enrique Guardia asistente del Departamento de Energía Nuclear-IICA, por su colaboración en los trabajos experimentales.

## BIOGRAFIA

El autor nació en Cabana, Departamento de Ancash, Perú, el 2 de Abril de 1933. Realizó sus estudios primarios en su ciudad natal y los secundarios en el Colegio Nacional Alfonso Ugarte de Lima. Hizo estudios superiores en la Escuela Nacional de Agricultura La Molina - Lima, graduándose de Ingeniero Agrónomo en 1958.

De Abril de 1958 a Junio de 1960 trabajó en la Estación Experimental Agrícola de Tingo María.

A fines de Junio de 1960 ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, como estudiante graduado con beca de la "International Cooperation Administration" USOM, Perú. Terminó sus estudios en Diciembre de 1961.

## CONTENIDO

	Página
Indice de Cuadros .....	viii
Indice de Figuras .....	xi
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	3
A. El pasto jaragua.....	3
1. Centro de origen y su disposición actual .....	3
2. Variabilidad de la especie .....	4
3. Características forrajeras .....	5
4. Floración estacional y producción de semilla ..	8
B. El fotoperíodo en los pastos .....	11
1. Como factor ambiental .....	11
2. Estirpes latitudinales y sus necesidades de fotoperíodo .....	18
3. Ecotipos .....	20
4. Utilidad del conocimiento del fotoperiodismo ..	23
MATERIALES, METODOS Y CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES .....	26
A. Experimentos de fotoperíodo .....	26
B. Medición de la intensidad de la luz y duración del crepúsculo .....	33
C. Observaciones de floración en medio ambiente .....	36
RESULTADOS E INTERPRETACION .....	43
A. Experimentos de fotoperíodo .....	43
1. Floración .....	43
2. Crecimiento .....	60
B. Observaciones de floración en ambiente natural ....	70
1. Clones y plantas de semilla .....	70
2. Plantel de selección de jaragua en Turrialba ..	73
3. Ruta Turrialba-Cañas, Guanacaste .....	83
4. Plantel de selección en La Pacífica, Cañas, Guanacaste .....	86

	Página
DISCUSION .....	91
RESUMEN .....	99
SUMMARY .....	102
LITERATURA CITADA .....	106

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N <sup>o</sup>		Página
1	Material vegetativo y su origen .....	27
2	Tratamientos de variación de fotoperíodos .....	29
3	Temperatura (°C) media bihoraria mensual de las cámaras y el invernadero a donde se llevó a cabo los experimentos de fotoperíodo .....	34
3a	Temperatura (°C) media bihoraria de las cámaras. Promedio de Abril a Agosto .....	34
4	Variaciones de la longitud del día a lo largo del año en Turrialba .....	35
5	Material vegetativo y su origen. Plantel de selección de jaragua en Turrialba y Cañas .....	37
6	Comparación de la temperatura y precipitación pluvial de Turrialba y la finca La Pacífica, Cañas, Gte. en el año 1961 .....	40
7	Número promedio de días entre la fecha de corte y la primera floración de los clones en diferentes fotoperíodos (8 á 16 horas) .....	44
8	Número promedio de días entre la fecha de corte y la primera floración de los clones en diferentes fotoperíodos (11.0 á 12.0) .....	44
9	Producción media de racimos pares por los clones en diferentes fotoperíodos (8 á 16 horas) .....	47
10	Producción media de racimos pares por los clones en diferentes fotoperíodos (11.0 á 12.0) .....	48
11	Porcentaje de racimos bifurcados, triples y múltiples producidos por los clones .....	49
12	Número promedio de días entre el 5 de Mayo 1961 (74 <sup>o</sup> día de edad) y la primera floración de las plantas de semilla en diferentes fotoperíodos (8 á 16 horas) .....	51
13	Número promedio de días entre la fecha de corte y la primera floración de las plantas de semilla en diferentes fotoperíodos (11.0 á 12.5 horas) .....	54



Cuadro N <sup>o</sup>		Página
14	Número promedio de días entre el 5 de Mayo 1961 (74 <sup>o</sup> día de edad) y la primera floración de las plantas de semilla en el campo en un fotoperíodo de 10 horas de luz natural .....	56
15	Producción media de racimos pares por las plantas de semilla en diferentes fotoperíodos 18 á 16 horas .....	58
16	Producción media de racimos pares por las plantas de semilla en diferentes fotoperíodos (11.0 á 12.5 horas) .....	59
17	Producción media de racimos pares de las plantas de semilla en el campo en un fotoperíodo de 10 horas .....	60
18	Promedios generales (por planta) de varios caracteres cuantitativos de los clones en diferentes fotoperíodos, .....	61
19	Promedio de porcentaje de germinación de los 2 tipos de semilla de todas las inducciones que constituyeron las plantas de semilla en los diferentes fotoperíodos .....	64
20	Producción de materia seca (g. por surco) de las plantas de semilla por introducción a las 74 <sup>o</sup> días de edad en los diferentes fotoperíodos .....	65
21	Promedios generales por planta (de semilla) de varios caracteres cuantitativos en diferentes fotoperíodos .....	67
22	Producción media de tallos y de materia seca por las plantas de semilla en el campo en un fotoperíodo de 10 horas de luz natural y sin regulación de luz .....	68
23	Promedios generales por planta (de semilla) de varios caracteres cuantitativos en un fotoperíodo de 10 horas en el campo y sin regulación de luz .	69
24	Fecha media de la primera floración de los clones de jaragua en el jardín de propagación de La Hulera, Turrialba, Oct. 1961 .....	70
25	Fecha media de la primera floración en el campo de las plantas de semilla correspondientes a las introducciones de fotoperíodo regulado. Jardín de propagación de La Hulera, Turrialba, Oct. 1961	72

Cuadro Nº		Página
26	Promedio de los porcentajes de floración (estado de antesis) de jaragua por semana. Plantel de selección de jaragua de Turrialba. Año 1960 ....	74
27	Análisis de la variancia de la fecha de la primera floración (antesis) de jaragua. Plantel de selección de jaragua de Turrialba. Oct. y Nov. 1961 .....	77
28	Fecha media de floración (antesis) de jaragua en el Plantel de selección de Turrialba. Octubre y Noviembre 1961 .....	78
28a	Fecha de floración (antesis) de jaragua arregladas según alturas. Plantel de selección de Turrialba. Octubre y Noviembre 1961 .....	79
29	Plantas tardías en la fecha de la primera floración. Estado de antesis. Plantel de selección de jaragua de Turrialba. 1961.....	82
30	Fecha de la floración en la ruta Turrialba-Cartago-San José-San Ramón-Cañas, Gte. 1961 .....	84
31	Análisis de la variancia de la fecha de la primera floración (antesis) de jaragua. Plantel de selección La Pacífica, Cañas, Gte. Nov. 1961 ...	86
32	Fecha media de la floración (antesis) de jaragua. Plantel de selección de jaragua La Pacífica. Nov. 1961 .....	88

## INDICE DE FIGURAS

Figura N <sup>o</sup>		Página
1	Estado de las plantas clonales en diferentes fotoperíodos .....	<del>52</del> 45
2	Estado de las plantas de semilla en diferentes fotoperíodos .....	52
3	Distribución de las frecuencias de la fecha de la primera floración individual de las plantas de semilla en el campo .....	76
4	Distribución de las frecuencias de la fecha de la primera floración individual de las plantas de las repeticiones I-IV. Plantel de selección de jaragua en Turrialba .....	76
5	Distribución de las frecuencias de la fecha de la primera floración individual de las plantas de las repeticiones V-VII. Plantel de selección de jaragua en Turrialba .....	76
6	Distribución de las frecuencias de la fecha de la primera floración individual de las plantas de las repeticiones VIII-X. Plantel de selección de jaragua en Turrialba .....	76
7	Estado de floración. Plantel de selección de jaragua en Turrialba, repetición VIII (izquierda) y V (derecha). Octubre 14, 1961.....	91
8	Estado de desarrollo de un campo adyacente al Plantel de selección de jaragua en La Pacífica, Cañas, Gte. Octubre 1961 .....	91 a

## INTRODUCCION

En las regiones tropicales y subtropicales de la América Latina, la producción de pasto es uno de los más serios problemas que afronta la ganadería. En muchas de estas regiones las condiciones climáticas, en especial las lluvias periódicas y las sequías, determinan épocas de abundancia o escasez de buenos pastos. También en las zonas con precipitaciones más abundantes y regulares y donde los pastizales permanecen verdes todo el año, la producción no es constante. Hay variaciones estacionales en el crecimiento, la morfología, y el valor nutritivo de las pasturas.

Poco se sabe cuáles de los factores climáticos tienen mayor influencia en los cambios morfológicos de los pastos tropicales. Menos información existe aún sobre como evitar indirectamente la influencia de tales factores y darles soluciones más estables que las simples prácticas agronómicas de manejo, fertilización o quema.

El fotoperíodo es uno de los más importantes factores ambientales que regula el balance entre el crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo de un gran número de pastos. Es por eso, que el conocimiento de la respuesta de una especie al fotoperíodo, ayuda a explicar sus hábitos vegetativos y reproductivos, las variaciones interespecíficas, la estación óptima de floración y producción de semilla. Sirve también para ayudar a los planes de mejoramiento de pastos, por selección de estirpes de diferentes orígenes.

Con el fin de ver si hay respuesta del pasto jaragua al fotoperíodo y poder orientar su mejoramiento en mejor forma hemos sometido en invernadero a diferentes fotoperíodos clones y plantas de semilla de esta gramínea, y hemos hecho observaciones de la época de floración

en ambiente natural. Este estudio incluyó presuntas estirpes de varios lugares de tres países latinoamericanos. Desafortunadamente no fue posible al presente de probar estirpes del centro del género en Africa tropical.

[El pasto jaragua en su estado joven y en ciertas épocas del año, es un magnífico forraje no sólo por su valor alimenticio sino también por su buena aceptación por el ganado. Pero <sup>por lo</sup> en determinadas estaciones, echa abundantes tallos florales, florece y produce semilla perdiendo casi por completo su poder nutritivo a la vez que se torna fibroso y poco apetecido por el ganado.]

Si se tiene en cuenta que jaragua es uno de los pastos más importantes en la ganadería tropical de Centro y Sud América y que existe desde Florida, Estados Unidos de América (30° N) hasta Santa Catarina, Brasil (28° S), se comprenderá claramente que es necesidad urgente la producción de estirpes mejoradas que pese a su amplia variabilidad en adaptación a climas y suelos dentro de su distribución natural, no existen hasta ahora.

REVISION DE LITERATURA

A. EL PASTO JARAGUA

1. Centro de origen y su disposición actual

El género Hyparrhenia comprende más de 60 especies de gramíneas confinadas casi en su totalidad a Africa tropical y subtropical del Sur. Tres de ellas se han introducido a América tropical, siendo una de éstas, el pasto jaragua, Hyparrhenia rufa (Nees.) Stapf. Hyparrhenia hirta se ha extendido a los países mediterráneos y región templada de Sud Africa y cuatro especies, por lo menos, se han introducido a Asia y Australia (61).

En el Africa el jaragua es nativo en Natal, Transvaal, Mozambique, Angola, Rhodesia y todos los países de Africa del Este, Central y Oeste, desde el límite geográfico de la región "Sudán" (más o menos a 12º N) y Senegal hasta el Nilo. En Etiopía y Eritrea llega hasta 16º N. Existe también en la isla de Madagascar (56, 61).

En el continente americano, jaragua es una de las gramíneas prateses más extendidas en los trópicos de América Central y del Sur (68, 58). En el Brasil, a donde fue probablemente introducido de Africa hace varios siglos, está ampliamente distribuido, llegando hasta más de 28º S (18, 21). En las mesetas centrales de este país, se ha naturalizado y crece espontáneamente, dando lugar a que muchos lo hayan creído originario de estas regiones (2, 18, 22, 38, 68). La primera clasificación taxonómica de este pasto se hizo en 1829, se le dio el nombre de Trachypogon rufus Nees. y se le refirió al Brasil (31).

Se cultiva también en Venezuela (25), Colombia (55), Perú (46), Ecuador, Bolivia (12), Paraguay (53) y en el Norte de Argentina,

Jujuy, 24º S (4, 52). Existe en toda Centro América a donde fue introducido a principios de este siglo desde el Brasil (2, 9, 14, 18, 58, 68). Existe también en las islas de las Antillas (5, 18).

Se ha introducido también en México (20, 62) y a lo largo del Golfo de México y Florida en Estados Unidos de América, llegando en esta región casi hasta 30º N (32).

## 2. Variabilidad de la especie

Prácticamente no existe ningún estudio serio que demuestre la variabilidad del jaragua pero la extensa distribución geográfica que ha alcanzado, tanto en Africa tropical como en los trópicos de la América, [tiene que involucrar una gran variabilidad para adaptarse a las diversas condiciones climáticas, edáficas y bióticas que cada medio ambiente le impone.]

Stapf (61) afirma que jaragua está muy distribuída a través de Africa tropical con la exclusión de las partes más áridas donde en el noroeste y sudoeste es reemplazado por Hyparrhenia hirta. Como puede esperarse de una gramínea de tan amplia distribución, su variación es grande. Algunas de estas variaciones son evidentemente edáficas mientras que otras indican la presencia de razas (estirpes) más o menos fijas. La segregación de tales razas en el material disponible en el "herbarium" parece ser imposible.

Este mismo autor, dentro de Hyparrhenia rufa, describe una variedad major Stapf que tiene panícula suelta, racimos más caídos que el tipo normal, y espiguillas más largas, hasta 6 mm. Esta variedad ha sido mantenida como un representante extremo de la "soltura" y tamaño de las espiguillas, pero estas características pueden indicar tan sólo los límites de la fluctuación. En la opinión de Stapf también, la

variedad fulvicomus hallada en los especímenes distribuídos por Hochstetter como Andropogon fulvicomus, y citado por A. Richard, cuando describió esta especie, pertenece a Hyparrhenia rufa.

Whyte et al. (68) afirman que no existen estirpes selectas de jaragua, pero sí una variación considerable en la adaptación al suelo, y al clima, dentro de los límites de su distribución natural. Los mismos autores afirman también que parece existir algunos tipos mejor adaptados al pastoreo.

### 3. Características forrajeras

El jaragua, considerado por su altura como pasto mediano, es utilizado principalmente al pastoreo. Cuando joven tiene un alto valor alimenticio y una buena aceptación por el ganado. Pero a medida que avanza su ciclo vegetativo disminuye en valor alimenticio, especialmente cuando llega a florecer. Esto sucede sobre todo en ciertas estaciones del año que desarrolla tallos florales altos y fibrosos, casi inaprovechables y con muy bajo contenido de nutrientes. Whyte et al. (68) y Hadysen (29) aseveran que jaragua se aprovecha en abundancia en las regiones tropicales y subtropicales intermedias con estaciones secas anuales. Sus hojas son más finas que las de guinea (Panicum maximum), pero tiene la misma tendencia que éste, hacia una temprana madurez combinada con una pérdida de elementos nutritivos y de buen sabor.

Jardim et al. (35) consideran al jaragua, gordura (Melinis minutiflora) y colonial (Panicum maximum) los 3 pastos clásicos del Brasil central y en las condiciones del Estado de San Pablo, al jaragua como una de las gramíneas más interesantes tanto para el ganado de leche como para el de engorde. Estos investigadores estudiando el valor



nutritivo del jaragua en tres estados de desarrollo, obtuvieron entre otros, los siguientes datos:

Estado del pasto	Proteína %	Fibra %	CaO %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %
Nuevo (tierno)	9.18	28.87	0.56	0.45
Plena floración	3.48	31.43	0.27	0.17
Después de la floración	2.80	33.67	0.25	0.16

En este mismo estudio y usando carneros como animales de prueba, encontraron un coeficiente de digestibilidad de 60% para proteína y 63% para extracto libre de nitrógeno en las plantas tiernas, mientras que en las plantas en semilla dio 16% y 50% respectivamente para los mismos nutrientes.

Correa (18) afirma que el jaragua es un pasto de hojas erectas y angostas, tallos rígidos hasta 3 m. de altura, panículas flojas y desordenadas, y gran producción de semilla que facilita su propagación. Debido a esto es una gramínea muy importante aunque ha provocado por lo menos 20 años de controversias entre prácticos y técnicos a cerca de su valor real como forraje pero que gracias a las investigaciones cuidadosas y reiteradas del Instituto Agronómico de Campinas, Brasil y otras instituciones se ha demostrado que es un buen pasto. Uno de los análisis de este Instituto dio 7.08% de proteína digestible antes de la floración, y 2.23% después de la floración. Para la relación alimenticia da las siguientes cifras, 1:4.5 y 1:7.3 antes de la floración; 1:7.0 a principios de la floración; 1:5.1 en plena floración; 1:6.6, 1:8.4 y 1:10.5 después de la floración y finalmente 1:7.7, 1:8.7 y 1:15.8 sin determinar el estado de la planta.

Finalmente este autor dice que jaragua debido a su extraordinario

y rápido desarrollo, exige un pastoreo directo, debiéndose utilizar antes que los tallos se leñifiquen. "Después de la floración se torna excesivamente agreste, duro, inservible y pobre en materias alimenticias utilizable apenas en relleno de colchones o fabricación de papel. Aunque hay todo esto, sin embargo, debemos reconocer esta grama como una de las más valiosas gramíneas brasileñas" (18).

De Alba (20) afirma que en el trópico seco, cuando empieza la temporada de lluvias la productividad del ganado es sorprendente y el resto del año está a un nivel bajo. Esto ocurre mucho bajo pastoreo de jaragua. French y Chaparro (25) encontraron en muestras de jaragua sin riego, obtenidas en la época seca en los Llanos de Venezuela, que el contenido de proteína oscilaba entre 1.4 hasta 7.3% (peso seco) lo que destaca considerablemente el pobre valor nutritivo del jaragua en estado de madurez.

Este pasto cuando está tierno, recién brotado, es de gusto muy alto y muy buena composición nutritiva. Tapia y Muñoz (62) encontraron que en pruebas bajo corte, la producción de jaragua en forraje verde era superior al de Privilegio (Panicum maximum) tanto en la época de aguas como en la de secas y que el forraje tierno de jaragua tenía alrededor de 2% de proteína cruda (en peso fresco) o sea un contenido más alto que el de Privilegio en igualdad de condiciones. León (38) sugiere la conveniencia de pastorear o cortar el jaragua cuando llega a una altura de unos 80 cm. En este estado se observó que este forraje, tanto en verde como henificado o ensilado, además de ser altamente apetecible por el ganado, lo hacía engordar, por tener 1.31% de proteína y 13.84% N.D.T. en peso fresco. Noland et al. (47) informan que en las explotaciones ganaderas de Panamá, la práctica corriente es el

repastar el ganado en potreros de jaragua, que es quizás, la gramínea más usada en el país para este propósito. La aplicación de fertilizantes a este pasto produjo un aumento en la ganancia de peso de los animales que lo consumían.

En Uganda (67) en una prueba comparativa de preferencia por el ganado hecho con 6 pastos, siendo uno de ellos jaragua, se encontró el siguiente orden: Bothriochloa glabra, Cynodon plectostachyus, Hyparrhenia rufa, Paspalum virgatum, Panicum maximum y Cenchrus ciliaris.

Boynes en Sudán, estudiando la composición de las especies praten- ses en la provincia del Alto Nilo (véase Whyte et al., 68), encontró para jaragua los siguientes datos:

Compo- nente	Edad de crecimiento en semanas								
	2	4	6	8	10	12	14	16	Madura
Porcentajes									
Proteína bruta	7.76	5.55	6.05	4.98	3.62	3.73	3.30	3.66	3.19
Celulosa bruta	31.78	33.23	34.93	37.61	41.80	44.76	34.74	35.76	40.25

Ambos componentes varían inversamente y demuestran la influencia de la edad en la composición de este pasto.

#### 4. Floración estacional y producción de semilla

No hay estudios de la floración o producción de semilla de jaragua, sólo existen observaciones aisladas como las que aquí anotamos.

En la región de la Selva del Perú, donde se cultiva este pasto la floración se produce entre Abril y Setiembre.

Braun (12) informa que en el Alto Bení, Bolivia, el jaragua florece una sola vez al año entre Julio y Agosto y que produce semilla en gran cantidad.

Da Rocha (57) afirma que jaragua en el Estado de San Pablo, Brasil, florece en los meses de Junio y Julio.

Sánchez (59) asegura que en la región del Paraguay donde se cultiva jaragua, florece entre Mayo y Julio.

Blue (9) informa que la tendencia a florecer de jaragua en la región de Guanacaste, Costa Rica, en 1959, se presentó en Noviembre y Diciembre.

Horrell (33) informa que en Uganda el jaragua florece desde Agosto hasta Marzo pero que la tendencia a florecer es más fuerte en ciertas épocas del año y no es fácilmente alterado por el manejo.

En los pastos para las regiones tropicales, la capacidad de producir semilla es un factor importante, porque en dichas regiones las malezas y la tendencia natural hacia el bosque crean un serio problema para el establecimiento y mantención de los pastizales. La propagación por semilla es un medio que facilita esta labor, teniendo un tipo con suficiente agresividad de las plántulas. Harlan (30) [afirma que el principal factor en la capacidad competitiva de una especie es su habilidad para establecerse en competencia con otras plantas. El completo proceso de establecimiento (ecesis). incluye: la capacidad de reproducción de la planta, la movilidad de la semilla o unidades reproductivas, la habilidad de la semilla para germinar y de las plantas de semilla (seedlings) para establecerse, la habilidad competitiva de las plantas desarrolladas y finalmente la capacidad para reproducirse bajo condiciones de competición.]

En general los pastos tropicales tienen escasa capacidad de producción de semilla. Whyte et al. (68) afirman que muchas de las mejores gramíneas tropicales y subtropicales son malas productoras de semilla y aunque puede establecerse campos mediante la plantación de esquejes o hijuelos con raíces, el procedimiento es caro para hacerlo en gran escala.

La capacidad de producir semilla del jaragua es buena y muy superior a la de muchos pastos tropicales. Probablemente la gran dispersión geográfica que está alcanzando jaragua, no se deba a su calidad forrajera sino más bien a su capacidad para producir semilla en variadas condiciones ambientales y a su facilidad para establecerse. Tiene en varios países una reputación de ser muy invasor.

Muro y Agreda (46) informan que en la región de la Selva, Perú, jaragua es un pasto que produce gran cantidad de semilla en la época seca de Junio a Julio. La cosecha se hace recogiendo a mano la semilla caída al pie de la planta. En esta forma puede cosecharse entre 200 a 300 Kgs. por Ha. en campos que han estado sometidos a pastoreo.

Escobar (22) afirma que en la región tropical, México, el jaragua produce buena cantidad de semilla y puede propagarse bien sea por este medio o por la división de las cepas.

Correa (18) afirma que en los estados centrales del Brasil, jaragua produce abundantísima semilla pero que en el Sur de este país, por ejemplo en algunos lugares del estado de Santa Catarina, nunca la semilla llega al estado de madurez.

La ventaja de la buena producción de semilla de jaragua no es bien aprovechada en la actualidad. La semilla obtenida en la temporada de producción es de poca pureza y baja calidad lo que da por resultado un

bajo porcentaje de germinación. En muchos países se usa hasta 50 Kg. por Ha. para sembrar y aún no se tiene establecimiento uniforme. Cuany y Mata (19) informan que en muestras comerciales de Hyparrhenia, Melinis y Panicum maximum, es frecuente encontrar no más de 5 a 10% de germinación. Procesado estas muestras con un catador de aire marca "South Dakota" encontraron un contenido de 80% o más de espiguillas estériles o inmaduras y que la fracción pesada que quedaba de este proceso, tenía una germinación de 60 a 90%.

Las causas responsables de estos problemas en la semilla de jaragua probablemente son debidas a: (a) que no se conoce la edad o época más apropiada para cosechar la semilla, (b) no se conoce la influencia de factores ambientales en la floración y producción de semilla, (c) diferencias de producción entre posibles estirpes, (d) los métodos usados para cosechar o recolectar, (e) la falta de procesado de la semilla y (f) la madurez desigual de racimos por la floración continuada.

## B. EL FOTOPERIODO EN LOS PASTOS

### 1. Como factor ambiental

Las plantas en su crecimiento y desarrollo son afectadas por muchos factores medioambientales. Uno de los más importantes de estos factores, es la longitud relativa del día, conocido técnicamente con el nombre de Fotoperíodo (40, 45, 68). La respuesta de los organismos al fotoperíodo se denomina fotoperiodismo (40). Se sabe también que la calidad de la luz activa mediante la cual la longitud del día produce el efecto del fotoperiodismo, regula numerosas respuestas de crecimiento que no son periódicas y que más bien podrían referirse como respuestas fotomorfogénicas (6, 40).

El fenómeno visible más interesante del fotoperiodismo es el control de la floración de muchas de las plantas superiores. Unas florecen solamente cuando el período de luz solar es inferior a un determinado valor crítico; otras florecen sólo cuando el período de iluminación excede a un valor crítico; mientras que otras son indiferentes e intervienen en su floración otros factores distintos de la duración del día (11). Es decir, todas las plantas por su floración se pueden repartir respectivamente en 3 amplias clases fotoperiódicas: plantas de días cortos, de días largos, y neutrales o de período indefinido (11).

Debemos de advertir que esta clasificación de plantas, es imperfecta y no del todo clara, aún para el sólo comportamiento en la floración porque según conceptos de Whyte y Oljovikov (70) presenta dificultades e inconsistencias para explicar el efecto diurno del fotoperiodismo en la reproducción sexual.

En los pastos, en un gran número de especies, el fotoperíodo regula el balance entre el crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo (floración y fructificación). Desde que Garner y Allard, en 1920, descubrieron el fenómeno general, se han hecho gran cantidad de investigaciones en pastos pero casi en su mayoría con especies de climas templados.

Las necesidades de fotoperíodo de los pastos para florecer, son variables. Allard y Evans (3) encontraron que Poa pratensis, Tripsacum dactyloides, Muhlenbergia mexicana, M. schreberi y Hystrix patula necesitaban entre 10 y 18 horas de luz para florecer; Bromus inermis entre 13 y 18 horas; Poa compressa y Sorghastrum nutans entre 13.5 y 18.0 horas; Poa bulbosa más de 13.5 horas; Phleum pratense var. americana entre 14.5 y 18.0 horas y la var. europaea entre 16 y 18 horas;

y Agrostis palustris entre 16 y 18 horas y Phalaris arundinacea fue muy variable en crecimiento y otras características. Tincker (63) encontró que Poa annua florecía entre 6 y 12 horas de luz. Benedict (8) encontró que Agropyron smithii era una planta de días largos, Bouteloua gracilis planta intermedia y Andropogon furcatus y Panicum virgatum, eran plantas de días cortos.

La influencia de el fotoperíodo muchas veces se ve modificado por otros factores ambientales, particularmente por la temperatura. Peterson y Loomis (54) informan que en Poa pratensis la inducción de la floración ocurrió con temperaturas medias y días cortos. Gardner y Loomis (26) encontraron que la inducción floral de Dactylis glomerata se conseguía con cierto termo-fotoperíodo, 40° F y aproximadamente 12.5 horas, pero que necesitaba días largos para llegar a floración.

Mes (43) en Pretoria, S. Africa, encontró que Hyparrhenia hirta era favorablemente afectada por los días cortos (12 horas) y temperaturas nocturnas bajas (menos de 60° F). A 50° F, formaba más florecillas que con 60° F. La floración fue retardada considerablemente por los días largos (16 horas) y las temperaturas nocturnas altas (65° F). El porcentaje de las florecillas bisexuadas, sin embargo, no era afectado por cualquiera de las condiciones probadas. El crecimiento vegetativo era mejor con altas temperaturas nocturnas.

Mes encontró también que Eragrostis lehmanniana florecía y daba semilla satisfactoriamente bajo variadas condiciones. Acroceras macrum también florecía bien bajo variadas condiciones climáticas pero que la producción de semilla falló bajo cualquiera de los tratamientos, probablemente debido a que el polen mostraba anormalidades en la división nuclear. Bromus inermis era muy sensible tanto a la longitud del



día como a las temperaturas nocturnas. Un hábito de crecimiento postrado era asociado con la falta de floración y un hábito erecto con la producción de florecillas y semilla.

Youngner (72) encontró que Zoysia matrella y Z. japonica crecidas en macetas comenzaban a florecer a los 22 días de ponerse en fotoperíodos de 8 y 10 horas tanto a 21º como a 27º C. Después de 40 días de exposición a 12 horas de luz había emergencia de muy pocas inflorescencias de las plantas que crecían a 21º C. No hubo floración a 27º C y a 12 horas de luz aun hasta las 10 semanas. El crecimiento máximo, pero sin floración, ocurrió con altas temperaturas y 14 a 16 horas de luz. La máxima floración y producción de semilla ocurrió con días cortos a 27º C, dando una producción promedio por planta de 143 inflorescencias, comparado con 44 a 21º C.

El fotoperíodo no sólo favorece la iniciación de los primordios florales sino en ciertos casos, también favorece su desarrollo. Inducido los primordios su subsecuente desarrollo es corriente (13), pero puede suceder que la planta pase a un fotoperíodo desfavorable o que para continuar su desarrollo los primordios formados necesiten una longitud de día diferentes al que necesitaron para su inducción. Greulach (28) dice que en tales circunstancias puede suceder dos cosas o la integración de ellas, el desarrollo puede ser continuado o puede ser inhibido y el crecimiento vegetativo es reanudado. También puede suceder que haya proliferación floral, producción de inflorescencias anormales, espiguillas vegetativas o alargadas etc. Wycherley (71) afirma que el fotoperíodo corto de otoño puede causar el desarrollo vegetativo de inflorescencias inducidas en plantas de días largos.

Este investigador encontró que Dactylis glomerata que florece en

días largos de verano producía inflorescencias proliferadas en días de 12 horas. En Cynosurus cristatus la floración fue inducida con días largos: pasadas luego estas plantas a días cortos se produjo una fuerte proliferación de las florecillas estériles y a veces de las florecillas fértiles también.

En muchos pastos hay una época **óptima de floración** normal, de desarrollo de mayor número de inflorescencias y producción de semilla, gobernado por el ciclo estacional de los factores del medio ambiente. Sass y Skogman (60) afirman que la floración de los pastos, típicamente es un período estrecho y específico en el crecimiento estacional y que la madurez completa de la semilla es casi al mismo tiempo. La producción final de la semilla puede ser influida por muchos factores tales como la proporción de tallos florales y vegetativos, polen y óvulos anormales y fallas durante el desarrollo del cariopsis.

Knight y Bennett (36) en la Estación Experimental de Mississippi, usando semilla y clones de cada especie, encontraron que Paspalum dilatatum, cuando crecía bajo 8 horas de luz y día normal (en el invierno) no produjo semilla. Bajo 12 horas de luz la producción de espiguillas no fue buena y el porcentaje de cariopsis fue relativamente bajo. Las plantas que crecieron bajo 14 horas de luz fueron más precoces y produjeron más panículas que las que crecieron bajo 16 horas. No hubo diferencias significativas entre los pesos de semilla producidos bajo 14 y 16 horas de luz pero sí hubo una interacción significativa de estirpe por niveles de nitrógeno.

En Paspalum notatum no hubo diferencias significativas en el número de inflorescencias, número de macollos y porcentaje de florecillas que contenían cariopsis pero sí había diferencias significativas entre

estirpes. Axonopus affinis bajo fotoperíodos de 12 y 14 horas produjo flores en todas las plantas mientras que con 8, normal (10.5), y 16 horas hubo una extremada variabilidad e irregularidad de floración. El porcentaje más alto de florecillas que contenían cariopsis y la mayor producción de semilla ocurrió con 12 y 14 horas de luz. Cynodon dactylon no floreció bajo ninguno de los fotoperíodos experimentales, debido probablemente a que creció en macetas siendo planta estolonifera.

El fotoperíodo afecta también las características morfológicas de las plantas. En general el medio ambiente contrastado modifica en grado variable las características morfológicas de las plantas. Los caracteres cuantitativos son altamente modificados al extremo que la influencia del medio ambiente puede eclipsar la expresión de la diferencia de genotipos.

Clausen y Hiesey (15) afirman que los caracteres mayormente modificados por el ambiente y relativos al crecimiento incluyen la relación del tamaño de las hojas y tallos, crecimiento total, expresión de vigor, caracteres estacionales como latencia invernal y época de floración. El largo de la hoja aunque es controlado genéticamente, como se ha demostrado en Potentilla glandulosa, es un carácter altamente modificado por el medio ambiente, en correlación con el crecimiento. La altura total y la longitud de los tallos son funciones del número de nudos y del largo de entrenudos, que también es materia de gran modificación medioambiental. Estas dos variables son relativamente independientes una de otra y ambas son reguladas genéticamente (15).

Clausen y Hiesey (15) afirman también que el número de tallos producidos por una planta es una indicación de su vigor y productividad en general y también de su tendencia a florecer. El número de tallos

frecuentemente fluctua ampliamente de un año a otro en el mismo individuo y en el mismo lugar pero el promedio de 5 a 6 años usualmente refleja su comportamiento con un grado regular de exactitud.

El vigor es una expresión compuesta del crecimiento total o producción del volumen de masa y tal característica está relacionada con la longitud y número de tallos y hojas, ancho de la mata, modo de ramificación de la corona y de la densidad de las hojas en la mata. Gran grupo de factores son por lo tanto involucrados en el vigor.

Todos estos caracteres morfológicos parecen ser influenciados en menor o mayor grado por el fotoperíodo. Olmsted (48), experimentando con 6 especies del género Bouteloua, de las cuales 5 procedían originalmente del Sudeste de Arizona y una de Montana, encontró que en todas las especies, el número de macollos, el número de tallos que llevaban inflorescencias y el tamaño de la base de la corona, estuvieron generalmente correlacionadas inversamente con la longitud del fotoperíodo mientras que el promedio de altura máxima, el peso seco de raíces y el vigor de las inflorescencias individuales estuvieron correlacionadas positivamente con la longitud del fotoperíodo. El autor concluyó diciendo que la longitud del día puede ser un factor de considerable importancia que afecta el tipo y la cantidad de crecimiento vegetativo producido en estaciones diferentes del año en las 6 especies.

Templeton et al. (63) encontraron en Festuca arundinacea que el crecimiento de plantas jóvenes era grandemente influenciado por la luz y la temperatura, pero no había una respuesta clara en las características morfológicas. La proporción de la aparición de hojas en los primeros brotes era aumentada por los fotoperíodos cortos y además era afectada por las siguientes interacciones: fotoperíodo x temperatura,

fotoperíodo x edad de la planta, temperatura x edad de la planta y fotoperíodo x temperatura x duración del tratamiento.

Es obvio admitir también que hay variaciones de caracteres morfológicos de los pastos a lo largo del año debidas a otros factores ambientales y no necesariamente por las variaciones fotoperiódicas. Así Muñoz (44) encontró que las características morfológicas tales como altura de la planta, ancho de las hojas, la distancia entre nudos y porcentaje de hojas y tallos del pasto Elefante (Pennisetum purpureum) en Turrialba, Costa Rica, eran mayores en los meses de Junio, Julio, Agosto y Setiembre y que tenían una tendencia a aumentar con la cantidad de lluvia y a disminuir con el mayor brillo solar.

## 2. Estirpes latitudinales y sus necesidades de fotoperíodo

Generalmente hay una correlación estrecha entre las necesidades de la longitud de fotoperíodo de una estirpe para florecer y la latitud del lugar de origen de la misma, debido a que las razas de plantas sufren un proceso de adaptación a este factor.

Olmsted (49), experimentando con 12 estirpes geográficas de Bouteloua curtipendula colectadas entre un rango latitudinal de 17° de San Antonio, Texas a Cannonball, Dakota del Norte, encontró que las 3 estirpes del sudeste de Texas y sudeste de Arizona, consistían de plantas intermedias o de días cortos y que florecían más vigorosamente entre 9 y 13 horas de luz y tenían un fotoperíodo crítico (máximo) entre 14 y 16 horas. Las estirpes de Dakota del Norte consistían grandemente de plantas de días largos con un fotoperíodo crítico (mínimo) de 14 horas. Las otras 8 estirpes, de Nebraska, Oklahoma, Kansas y Nuevo México, incluían numerosos individuos de días largos aunque la longitud de fotoperíodo crítico para la floración de las plantas "tardías"

decrecía con la disminución de la latitud de origen. Las estirpes de Oklahoma y Nuevo México mostraban más diversidad de respuestas a los tratamientos. La elongación de entrenudos incrementó ampliamente en 9 horas (y en grado menor en 13 horas) con el aumento de las latitudes de origen. En las otras series, la altura máxima fue más cercanamente igual y las diferencias vegetativas entre estirpes fueron también menos aparentes.

Larsen (37), trabajando con 12 estirpes de Andropogon scoparius colectados entre un rango latitudinal de 21º, de Jackson County (Texas) a Price (Dakota del Norte) encontró una variedad de ecotipos y aunque no halló plantas típicas de días cortos, sí hubieron estirpes intermedias y de días largos.

McMillan (41, 42) experimentando en un jardín uniforme con 5 especies de pastos de amplia distribución en Nebraska - Panicum virgatum, Andropogon scoparius, A. gerardi, A. hallii, Bouteloua curtipendula y B. gracilis - encontró que todos los clones de floración más temprana eran de la parte oeste del Estado. Los clones de los lugares más al este eran tardíos y entre todos, los de las comunidades localizadas en la parte más sudeste eran los más tardíos en floración. En Andropogon scoparius el intervalo entre las épocas de floración en poblaciones provenientes de diferentes localidades fue de 45 días.

Evans y Allard (23) estudiando el crecimiento y floración de Phleum pratense con 10 estirpes de origen americano y 4 del norte de Europa, encontraron también estrecha correlación entre la latitud de origen y el requerimiento de longitud de día para florecer. Hubo una gran diferencia con respecto a la emergencia de las espigas de la hoja envainadora, el proceso de floración y las características y desarrollo de los

tallos. Había estirpes que aún florecían con fotoperíodos de 10 horas hasta estirpes que florecían con 18 horas de luz. Es decir unas estirpes eran adaptadas a días cortos y otros a días largos. Al crecer en igualdad de condiciones naturales presentaban también una gradiente muy uniforme de floración desde más temprana hasta más tardías.

Cooper (16) estudiando el género Lolium cuya distribución natural abarca Asia Central y desde la región del Mediterráneo hasta la Costa noroeste de Europa, encontró una amplia diversidad de formas ecológicas y geográficas, adaptadas a condiciones de longitud de día y temperatura en cada región.

### 3. Ecotipos

En especies de extensa distribución geográfica la variación y adaptación a las condiciones ecológicas es fuerte y la existencia de ecotipos es frecuente.

Los estudios de Allard y Evans, en Phleum pratense; de Olmsted en Bouteloua curtipendula; de Cooper en Lolium perenne o de McMillan en Andropogon scoparius, citados más atrás, revelan que las especies pratenses están constituidas por estirpes o ecotipos de adaptación local y están muy lejos de ser uniformes en lo que se refiere a su comportamiento fisiológico. Olmsted (50) asegura que de acuerdo a los principios generales de evolución, en las poblaciones nativas de una especie con amplia dispersión latitudinal, puede esperarse que muestren algún grado de adaptación a dos aspectos del fotoperíodo: el estacional y el latitudinal.

Murneek (45) afirma que las plantas en su habitat nativo son adaptadas en diferentes grados a una variedad de factores ambientales incluyendo la duración del día. Murneek asevera también, que numerosas

observaciones han demostrado que géneros, especies o variedades han desarrollado respuestas fotoperiódicas, habituándose a regular la época de floración y fructificación en estaciones caracterizadas por cierta longitud de día. Tenemos así típicamente plantas de floración en primavera, en verano o en otoño, cuyo comportamiento puede señalar un mecanismo genético. Murneek (45) afirma que la variabilidad de respuestas puede ser debido a caracteres hereditarios estables o si es el resultado de heterocigocidad, tal evidencia no existe.

Clausen y Hiesey (15) afirma que el carácter de diferencia entre razas climáticas de amplia distribución de una especie, es su periodicidad estacional. El período de floración es la expresión de periodicidad más fácil e interesante de observar. Está gobernada por numerosos factores, siendo de gran importancia los factores genéticos que dan la diferenciación de este carácter entre las varias razas climáticas.

Cooper (17) encontró en Lolium perenne que la respuesta al fotoperíodo está controlado poligénicamente sin diferencias importantes en los que a la serie de los genes se refiere. En tales circunstancias puede haber una gradación continua en el comportamiento de la floración y por consiguiente una adaptación a las condiciones locales, y que también pueden producirse el mismo efecto fenotípico por varias combinaciones de genes.

Huxley (34) afirma que las gradientes de caracteres o clones son mucho más frecuentes de los que generalmente se supone. Los caracteres de adaptación afectados pueden ser visibles o invisibles, como por ejemplo la resistencia a la temperatura, pero estos últimos son tan importantes como los primeros.

Whyte et al. (68) afirma que muchas gramíneas pratenses son de



fecundación cruzada, en tales especies la mayoría de las plantas proceden de un cruce entre ascendientes heterocigotas. Por lo tanto estas plantas son también heterocigotas y llevan en sí una capacidad de gran variación genética. Si una estirpe de estas, aparentemente uniforme, es llevada a una región con distribución diferente de temperatura o distinta latitud (o fotoperíodo), podrá segregarse en una amplia serie de tipos que difieren por lo que respecta a su comportamiento de floración y caracteres asociados.

Por otra parte según opinión de Whyte (69) las diferencias genéticas en la modalidad del crecimiento vegetativo y en la respuesta al fotoperíodo y a las temperaturas bajas, proporciona un importante mecanismo con los que puede lograrse la adaptación a las condiciones locales. El objetivo del fitomejorador es seleccionar las plantas o poblaciones por lo que al desarrollo se refiere, que den el comportamiento agronómico requerido en las condiciones de clima y tratamiento agronómico de la región.

Los factores bióticos, como el hombre y los animales, también pueden influir en la producción de ecotipos especiales. Whyte et al. (68) aseveran que conviene para los fines de pastoreo la producción máxima de hojas y tallos vegetativos, y en el caso de especies de clima húmedo templado, como Lolium perenne el pastoreo intensivo ha seleccionado ecotipos que necesitan fotoperíodo alto, lo cual retrasa la floración todo lo que sea posible. Por otra parte, la siega regular para la obtención de heno, o recolección de cosechas de semilla, selecciona tipos de floración más temprano y uniforme, y por lo tanto con un fotoperíodo crítico más bajo.

#### 4. Utilidad del conocimiento del fotoperiodismo

El conocimiento del fotoperiodismo o respuesta al fotoperíodo por una especie es de basta importancia tanto desde el punto de vista científico o teórico como desde el punto de vista práctico.

Olmsted (50) afirma que es creencia general que en las plantas de basta dispersión latitudinal hay una fuerte variación interespecífica a varios aspectos del fotoperíodo. Cuando tales variaciones son demostradas tienen considerable importancia teórica en la geografía, fisiología, evolución y genética de dichas especies e importancia práctica en el uso estacional y amplitud de su cultivo.

La selección y mejoramiento de plantas para su adaptación a localidades de cierto fotoperíodo fueron iniciados por Allard y Evans con las pruebas de especies, estirpes o variedades. Tal procedimiento ha sido continuado por gran número de investigadores. Hay muchos ejemplos como el de Goodwin (27), Little (38) Abegg (1) Owen (51), Barclay (7), y Florell (24) de buen éxito en el mejoramiento de plantas para adaptación fotoperiódica o estacional.

El éxito de tal procedimiento puede deberse a que, (a) algunos factores ambientales como el fotoperíodo está bajo el control indirecto del hombre (45) y (b) la mayoría de las plantas son sensibles, a través de selección natural o artificial, a varios grados de longitud de día. En el caso de las plantas domesticadas el hombre es un agente activo en la selección, preservación, propagación y multiplicación de muchas variedades y estirpes fotoperiodicamente adaptadas (45).

En pastos este tipo de selección es de suma importancia porque existe el dual y contrastado problema de tener estirpes de máximo crecimiento vegetativo para obtener una adecuada producción en cantidad y calidad

y también la floración y producción de semilla para su establecimiento.

Muchas de las gramíneas que pueblan las regiones tropicales y subtropicales están adaptadas probablemente no a un período uniforme de luz diaria sino más bien a cambios continuos (45). La variación del valor nutritivo con el rápido crecimiento y las estaciones del año, y la tendencia hacia una temprana madurez son otras de sus características. La selección de estirpes que de acuerdo al fotoperíodo florezcan sólo en una corta estación del año, puede dar mayor y mejor calidad de pastos.

La transferencia de estirpes locales de rápido crecimiento y buena producción de semilla a regiones de diferente latitud, aunque los otros factores climáticos sean semejantes, es otra posibilidad, porque la distribución estacional del fotoperíodo o la variación de la longitud del día por la latitud puede no permitir su floración y producir buen forraje todo el año. Al respecto Whyte (71) llama la atención sobre las posibilidades de la aplicación de la hipótesis de mal ajuste en fitomejoramiento.

Trumble (66) informa que en Adelaida, Australia del Sur (35° S), el fotoperíodo medio varía de 9.7 horas en Junio a 14.3 en Diciembre. En esta región estirpes de Phalaris arundinacea, Avena elatior, Agropyron tenerum, Bromus inermis, Dactylis glomerata y Phleum pratense, procedentes de Norte América y Noroeste de Europa, no florecían ni fructificaban, mientras que ecotipos del Sur de Europa y Sureste de Estados Unidos de Norte América, florecían normalmente.

Bogdan (10) informa que en Kenya en las latitudes comprendidas entre 2° N y 2° S que tiene una longitud de día aproximadamente de 12 horas todo el año, las especies de pastos de días largos ensayados no

florecieron facilmente pero que la mayoría de los pastos provenientes de regiones templadas florecieron en las tierras altas de temperaturas relativamente más bajas. En las condiciones de Kenya, Festuca arundinacea, floreció y produjo semilla. En Molo (2734 m. de altura), el Lolium perenne produjo alguna floración. En Kitale de altitud más baja, las especies de regiones templadas florecieron pero muy tarde. Hordeum bulbosum nunca floreció en esta localidad, mientras que Bromus inermis sólo llegó a producir pocas inflorescencias. Como se ve las condiciones de latitud y topografía, produjeron variaciones en el comportamiento de estos pastos. Es de esperar que donde la floración fue casi nula la producción de forraje haya sido de mejor calidad.

## MATERIALES, METODOS Y CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

### A. Experimentos de fotoperíodo

Ubicación: Los experimentos de fotoperíodo regulado se llevaron a cabo en un invernadero y campo del Departamento de Energía Nuclear del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, situado en Turrialba, Costa Rica. Las coordenadas geográficas del Instituto son Latitud N 9° 56', Longitud W de Greenwich 83° 35', Altitud 602 m. s.n.m. El clima es subtropical muy húmedo con una temperatura media anual de 22.60° C y una precipitación pluvial media total anual de 2582 mm.

Material vegetativo: Los experimentos consistieron de clones y plantas de semilla del pasto jaragua. Los 4 clones fueron obtenidos de un jardín de propagación de La Hulera y estos clones originalmente procedieron de 4 matas provenientes cada una de un lugar diferente de Costa Rica. Cuatro de los 10 grupos de las plantas de semilla provinieron de semilla cosechada en diferentes fechas (ver Cuadro 1) de estos 4 clones en La Hulera. Los otros 6 grupos vinieron de diferentes lugares, 4 de Costa Rica, uno de Colombia y uno de Ecuador. La semilla de cada grupo, excepto de uno, fue separada con catador marca "South Dakota" en dos tipos: liviano y pesado que tal vez podrían dar plantas de distinto comportamiento en su floración. Cada uno de estos tipos y también la semilla no separada, constituyeron una introducción en los experimentos de fotoperíodo.

Los lugares de origen del material vegetativo, la latitud y altura del lugar y también el número de introducción original (presunto ecotipo) y el número de introducción en los experimentos de fotoperíodo se dan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Material vegetativo y su origen.

Lugar de origen (a)	Nº registro original (b)	Tipo semilla sembrada (c)	Nº Intro-duc. Exp. Fotoper.	Latitud de origen	Altitud m.s.n.m.
SOLAMENTE PLANTAS DE SEMILLA					
La Pacífica (Cañas, C.R.)	H.900	28-liviana 28-pesada	5 1	10º27'N	50
Villa Juan Díaz (NO-Nicoya, C.R.)	H.2100	30-pesada	2	10º10'N	550
Volcán de Buenos Aires (C. R.)	H.2200	28-liviana 28-pesada	6 7	9º14'N	450
Palмира (Colombia)	H.2500	30-liviana 30-pesada	9 10	3º32'N	1006
Piedades Sur (S. Ramón, C.R.)	H.2700	28-liviana 28-pesada	3 4	10º6'N	1350
Guayaquil (Ecuador)	H.3000	sin fraccionamiento	8	2º8'S	5
CLONES Y PLANTAS DE SEMILLA					
Cruce Car. Pan. Am. y Río Aranjuez (C.R.)	H.012-A	28-liviana 28-pesada	14 21	10º6'N	100
	H.012-D	28-liviana	23		
Km.100 Car.Pan. Am. (C. R.)	H.023-A	28-liviana 28-pesada	11 12	10º0'N	300
	H.023-D	28-liviana	15		
Km. 87.5 Car. Pan.Am.(C.R.)	H.041-A	28-pesada	24	10º2'N	700
	H.041-D	28-liviana	20		
Km. 81 Car.Pan. Am. (C. R.)	H.053-A	28-liviana 28-pesada	17 18	10º5'N	1100
	H.053-D	28-liviana			

(a) Distancias de San José en la Carretera Panamericana.

(b) Fecha de cosecha de las semillas de los clones en Turrialba: A:25/10/60 y D: 16/11/60. Las plantas de clones fueron los mismos 4: H.012, H.023, H.041 y H.053. Se tuvieron 3 macetas de cada clon y se les designó con la letra A, C y D.

(c) Tipo de semilla separada por venteo con catador marca "South Dakota" usando el número de abertura que se indica en el Cuadro. Se utilizó solamente espiguillas sésiles desechándose las espiguillas pedunculadas.

Tratamientos de variación de fotoperíodo: En forma alternada y sobre el mismo material vegetativo se hicieron dos experimentos de fotoperíodo en invernadero que consistieron en variaciones de las horas de luz (natural y suplementaria) a las que fueron sometidos los clones y las plantas de semilla. La regulación de la luz y la oscuridad se hicieron en 5 cámaras construídas especialmente para este fin. La longitud de los fotoperíodos, las horas de apertura y cierre de las cámaras y datos adicionales se dan en el Cuadro 2. En el primer experimento se consideró como sexto tratamiento el Día Solar (sin adición ni restricción de luz). En el segundo experimento se tuvo el tratamiento de 11.0 horas de luz continua más 1/2 hora de luz (11.0 + 0.5) que fraccionaba el total de horas de oscuridad en 2 períodos iguales. La luz suplementaria fue suministrada con bombillos eléctricos teniendo una intensidad total en cada cámara de 300 lux. El encendido e interrupción de la luz se hizo por medio de un sistema de relojes automáticos.

Siembra y ejecución del primer experimento: Los clones se sembraron el 5 de Enero de 1961, en macetas de metal llenadas con suelo de buenas propiedades físicas. Las macetas tuvieron un diámetro de 0.20 m. por una altura de 0.25 m. Se sembró 3 macetas por clon para cada fotoperíodo, habiendo un total de 72 macetas en todo el experimento.

Las plantas de semilla se sembraron el 21 de Febrero de 1961, en cajas de madera de 62 x 41 x 11 cm. llenadas con suelo mezclado con arena en una proporción de 3 á 1. La mezcla fue esterilizada con formaldehído (3%). En general se sembraron dos tipos de semilla por cada introducción: tipo liviano y pesado, usando 100 semillas por introducción en surcos distanciados 4.5 cm. entre uno y otro. La distribución

Cuadro 2. Tratamientos de variación de fotoperíodos.

Cámara Nº	Fotoperíodo	Operación de apertura	Cámaras cierre	Luz suplementaria		Total horas oscuridad
				Horas de	a	
5	8	7 a. m.	3 p. m.	0	-	16
4	10	7 a. m.	5 p. m.	0	-	14
3	12	7 a. m.	5 p. m.	2	á 7 p. m.	12
2	14	7 a. m.	5 p. m.	4	á 9 p. m.	10
1	16	7 a. m.	5 p. m.	6	á 11 p. m.	8
(6)	Día Solar	-	-	-	-	--
Segundo Experimento						
1 <sub>1</sub>	11.0	7 a. m.	5 p. m.	1.0	á 6.00 p. m.	13.0
2 <sub>1</sub>	11.5	7 a. m.	5 p. m.	1.5	á 6.30 p. m.	12.5
3 <sub>1</sub>	12.0	7 a. m.	5 p. m.	2.0	á 7.00 p. m.	12.0
4 <sub>1</sub>	12.5	7 a. m.	5 p. m.	2.5	á 7.30 p. m.	11.5
5 <sub>1</sub> (a)	11.0+0.5	7 a. m.	5 p. m.	1.5	á 6.00 p. m. 12.15	6.5+6.5

(6): Día Solar. (sin restricción ni adición de luz suplementaria).

(a): Consistió en 11.0 horas de luz continua más 1/2 hora de luz que fraccionaba el total de horas de oscuridad en dos períodos iguales.



de la semilla de las 21 introducciones dentro de 2 cajas se hizo al azar. Hubieron 2 cajas por fotoperíodo y 12 en todo el experimento.

No fue posible tener, por el elevado costo tanto de las cámaras y equipo necesario para este tipo de ensayos, repeticiones de los tratamientos de estos experimentos.

Durante todo el tiempo que duró los experimentos, se regaron las plantas y se aplicaron abonos en la misma fecha y en forma igual. Lo mismo se hizo con la aplicación de fungicidas o insecticidas cuando fue necesario usarlos.

El 5 de Mayo a los 7<sup>4</sup> días de edad, antes del corte de preparación para el trasplante, se hizo una prueba exploratoria de disección de algunas plantitas para ver si había ya primordios florales. No se encontró ninguno en el estado de elongación del ápice, el cual estuvo muy cerca del nivel del suelo.

El 12 de Mayo se transplantó todo el material de plantas de semilla a 3 sitios:

- (a). Veinte introducciones, 6 plantas por introducción, a nuevas cajas para continuar en los mismos fotoperíodos en las cámaras del invernadero. La nueva densidad en estas cajas fue de 6 cm. entre surcos y 6.5 cm. entre plantas.
- (b). Al campo, a 2 cámaras de regulación de luz y oscuridad se transplantaron 8 introducciones de los fotoperíodos de 10 y 16 horas, usando 5 plantas por introducción y poniéndolo lado a lado las plantas de la misma introducción de uno y otro fotoperíodo. La nueva densidad fue de 20 x 20 cm. Estas cámaras fueron construídas en el terreno una vez transplantadas las plantas manteniendo aquí un sólo fotoperíodo

de 10 horas de luz natural de 7 a. m. á 5 p. m. La altura m. permitía el desarrollo de tallos y racimos.

(c). En el campo y cerca del anterior transplante (b), se sembró las mismas 20 introducciones del invernadero (a), usando 5 plantas de cada introducción de cada fotoperíodo, totalizando 30 plantas por introducción. El distanciamiento de transplante fue de 25 x 25 cm. La finalidad de este transplante fue observar algún posible efecto de los fotoperíodos a que estuvieron sometidas estas plantas y también observar el comportamiento en la fecha de la primera floración de estas plantas en ambiente natural.

Observaciones y datos tomados en el primer experimento: Los clones tuvieron 3 cortes, siendo el primero de igualación, y 3 floraciones bajo regulación de luz. En las 2 primeras floraciones al momento del corte se tomaron, número de racimos pares normales, racimos "bifurcados", "triples", y "múltiples" producidos por maceta, número de tallos, altura máxima (promedio de los 3 tallos más altos), peso fresco y seco del forraje producido. Se midió relación de hojas a tallos, sólo en la segunda floración.

En la tercera floración, además de los datos arriba mencionados, se tomaron, fecha del estado de las aristas de las florecillas emergente de las brácteas (denominada (AEB) y fecha del estado de antesis en los 2 primeros tallos por observaciones hechas todos los días. También se tomó la longitud y el ancho de 3 hojas por planta. Para medir la longitud de las hojas se tomó la penúltima de las hojas con la lámina completamente abierta en un tallo tomado al azar. La medida se hizo de la junción de la hoja con el tallo (parte superior de la vaina) y la

punta. En la mitad de esta medida se midió el ancho.

En las plantas de semilla se tomó porcentaje de germinación<sup>x</sup> de la semilla, y producción de materia seca cuando se cortaron para el transplante. Después se tomó de cada planta, fechas de los estados de AEB y antesis en los dos primeros tallos, número de racimos pares, número de tallos, altura máxima de las plantas, longitud y ancho de las hojas y peso fresco y porcentaje de peso seco del forraje producido. En las plantas de semilla de las 8 introducciones en las cámaras en el campo se tomaron los mismos datos. Los procedimientos seguidos en estas observaciones fueron los mismos que para las plantas de los clones.

Ejecución del segundo experimento: Cortado los clones en las macetas el 30 de Agosto de 1961, y eliminando las macetas del fotoperíodo de 12 horas del experimento anterior, se repartió al azar las macetas de cada cámara entre las 4 cámaras que se iban a usar.

Por otra parte cortadas las plantas de semilla el 5 de Setiembre, se transplantó una de las 6 plantas que originalmente había por introducción a una caja de cada fotoperíodo nuevo. De esta manera se tuvo cada una de las introducciones de las plantas de semilla con material que había estado en diferentes fotoperíodos y podía así verse si había efecto residual de floración del anterior experimento.

Distribuido de esta manera el material vegetativo se sometió a los fotoperíodos que constituyeron el segundo experimento.

Las observaciones y datos tomados en este experimento fueron estados de AEB y de antesis en los dos primeros tallos, y número de racimos pares. El número de tallos producidos solo se contó en los clones.

---

<sup>x</sup> Datos que se usaron para otro experimento del Dr. R. L. Cuany.

Para los datos de primera floración se ha calculado la desviación standard y para los otros datos sus coeficientes de correlación con la longitud del fotoperíodo.

Registro de temperatura: Para ver si había diferencias de temperatura entre las cámaras cerradas y el invernadero y entre el invernadero y la temperatura registrada en la Estación de Meteorología del Instituto, se llevó a cabo un registro continuo de temperatura con 2 higrotermógrafos colocados en el invernadero y en las cámaras que permanecían menor y mayor tiempo cerradas. Los datos correspondientes se dan en los Cuadros 3 y 4. Siendo la temperatura del invernadero ligeramente más alta que la del medio ambiente probablemente hubo alguna interacción sobre el efecto de los fotoperíodos, pero entre las cámaras 1 y 5 la diferencia parece ser mínima.

#### B. Medición de la intensidad de la luz y duración del crepúsculo

Para seguir la variación de la longitud relativa del día que se considera efectiva (inclusive el crepúsculo) en cuanto a inducción fotoperiódica, a lo largo del año en Turrialba, se han tomado lecturas con fotómetro de la intensidad de la luz a la salida y a la puesta del sol de un día de cada mes (generalmente el 20). Las observaciones se llevaron a cabo en la plataforma dentro del invernadero y cubren los meses de Marzo a Noviembre. Con los datos obtenidos en cada mes se trazaron curvas sobre papel semilogarítmico poniendo en el eje de ordenadas la intensidad de la luz en lux y sobre el eje de abscisas la hora en minutos. Luego bajando una perpendicular del punto de intersección de la curva con la línea de una intensidad de luz determinada hacia la abscisa se determinó a cuál hora había una intensidad

Cuadro 3. Temperatura (°C) media bihoraria mensual de las cámaras y del invernadero donde se llevó a cabo los experimentos de fotoperíodo. 1/

Mes	Cámara Nº		Invernadero <u>2/</u>	Promedio	Estación de Meteorología-IIICA <u>3/</u>
	1(a)	5(b)			
Enero	22.34	- -	27.38	24.86	21.12
Febrero	23.78	22.88	28.99	25.21	21.59
Marzo	- -	- -	27.64	- -	22.09
Abril	22.30	22.43	28.62	24.45	22.54
Mayo	22.86	22.32	27.66	24.28	22.50
Junio	22.85	22.80	27.10	24.25	22.41
Julio	22.79	23.00	27.38	24.39	22.71
Agosto	22.42	22.52	27.36	24.10	23.06

Horas en que las cámaras permanecieron cerradas:

(a): 5 p. m. á 7 a. m. y (b): 3 p. m. á 7 a. m.

1/ La temperatura se registró en las cámaras del menor y mayor número de horas de luz.

2/ Temperatura registrada en la plataforma del invernadero de 8 a. m. a 4 p. m.

3/ Promedio de las máximas y mínimas mensuales registradas en la Estación de Meteorología del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

Cuadro 3a. Temperatura (°C) media bihoraria de las cámaras. Promedio de Abril a Agosto.

Cámara Nº	Hora							
	4 p.m.	6 p.m.	8 p.m.	10 p.m.	12 m.	2 a.m.	4 a.m.	6 a.m.
1	-	25.2	24.4	23.9	22.4	21.9	20.7	20.7
2	26.5	25.0	23.7	22.9	22.3	22.0	21.1	21.9

determinada de luz. El largo del día considerando una intensidad de 50 y 100 lux y datos adicionales se dan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Variación de la longitud relativa del día a lo largo del año en Turrialba.

Mes	Hora en que la luz tenía una intensidad de 50 lux <u>1/</u>		Nº de horas entre la salida y puesta del sol a una intensidad		Duración del día para una latitud de 10º N computado el 20 de cada mes <u>2/</u>
	Mañana	Tarde	50 lux	100 lux	
	h m	h m	h m	h m	h m
Enero	- -	- -	- -	- -	11.30
Febrero	- -	- -	- -	- -	11.44
Marzo	5.36	5.51	12.15	12.07	11.59
Abril	5.22	5.45	12.23	12.17	12.16
Mayo	5.06	5.48	12.42	12.30	12.29
Junio	5.12	5.47	12.35	12.26	12.35
Julio	5.32	6.04	12.32	12.24	12.31
Agosto	5.27	5.51	12.24	12.13	12.18
Setiembre	5.20	5.25	12.05	11.53	12.02
Octubre	5.26	5.17	11.43	11.40	11.45
Noviembre	5.23	5.09	11.32	11.38	11.31
Diciembre	- -	- -	- -	- -	11.25

1/ Hora estandard de Centro América. En Turrialba (83º 39' W long.) el sol está 6.3/15 de hora de adelante de la hora oficial, o sea en Marzo y Setiembre la salida y la puesta del sol sobrepasan a 5.35 a.m. y p.m. respectivamente (sin tomar en cuenta la "variación del sol").

2/ Tomado de Atlas Universal Aguilar. Madrid, Aguilar S. A., p. 32. 1954.

El efecto local y temporal de cerros y nubes es imposible de evitar o calcular. Sin embargo, se ve que la intensidad de 100 lux corresponde mejor al día astronómico; lo que corresponda al día bionómico para jaragua, y su nivel crítico para floración, va a discutirse el acápite de floración en ambiente natural (cáp. Resultados e Interpretación).

#### C. Observaciones en ambiente natural

1. Clones y plantas de semilla: En un jardín de propagación de La Hulera, Turrialba, existen creciendo los 4 clones que dieron el material clonal de los experimentos de fotoperíodo. En este mismo jardín, el 12 de Mayo de 1961, se transplantaron una parte de las plantas de semilla de las mismas 20 introducciones del experimento de fotoperíodo en el invernadero; habiendo un total de 30 plantas por introducción (vea grupo (c) más atrás).

Sobre este material y a partir de fines de Setiembre haciendo observaciones diarias se determinó: la fecha de la primera floración - estado de racimos emergentes de las brácteas y estado de antesis en los dos primeros tallos para cada planta, tanto en los clones como en las plantas de semilla. Revisión de emergencia de aristas (fecha de AEB) fue muy difícil en este material.

2. Plantel de selección de jaragua en Turrialba: en un campo de La Hulera del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, a partir de Junio de 1961 se estableció un Plantel de selección de jaragua. El material vegetativo para establecer este Plantel consistió de clones y plantas de semilla de 30 introducciones

(presuntos ecotipos) que procedían de diferentes lugares. Los lugares de procedencia, latitud y altura de los mismos, y número de introducción de este material se dan en el Cuadro 5. El Plantel consta de 10 repeticiones (bloques) cada repetición de 30 introducciones y cada introducción de 10 plantas por repetición, sembradas en surcos a una densidad de 0.91 x 0.91 m. Las introducciones dentro de cada repetición están distribuidas al azar.

Sobre estas plantas en establecimiento y haciendo observaciones con un intervalo de una semana a partir del 15 de Octubre de 1960 observó la primera floración; estado de antesis, de cada planta en las repeticiones de I a VII. Las revisiones se continuaron hasta el 10 de Diciembre y se observó que las plantas siempre tuvieron racimos en estado de antesis, mientras había caída de semilla.

Después se cortó (1º de Enero de 1961) el pasto de los 10 bloques del Plantel: el pasto creció y volvió a florecer en Enero, Febrero, Marzo y Abril. Cortado el 9 de Mayo el pasto creció y permaneció en estado vegetativo. El 29 de Junio se observó el estado que tenía todo el campo. El 7 de Agosto se volvió a hacer este mismo tipo de observación y se observó que había proliferación de las pocas inflorescencias existentes. Después el Plantel recibió los siguientes tratamientos:

- (a) Las Repeticiones I, II, III y IV, se cortaron el 24, 25 y 26 de Agosto a una altura de 25 cm. En esta fecha la mayoría de los tallos de una planta tuvieron sus puntos de crecimiento más bajo del nivel de corte, y se esperaba



Cuadro 5. Origen del material vegetativo de los Planteles de selección de jaragua en Turrialba y Cañas.

Lugar de Origen	Latitud	Altitud m.	Nº de Introducción	
			Turrialba	Cañas
SEMILLA				
<u>Colombia</u>				
S. Aparicio, Palmira	3º32'N	1000	25	25
La Granja, Palmira	"	"	26	--
L. V. Crowder, Palmira	"	"	7	7
<u>Costa Rica</u>				
Volcán de Buenos Aires	9º14'N	450	22	22
La Margarita, IICA, Turrialba	9º53'N	602	19	19
Lotes de Introducción, IICA	"	"	20	--
Socorrito, Barranca	9º59'N	10	8	8
Viquez, Hoja Ancha, Nicoya	10º03'N	--	4	--
Carvajal, Piedades Sur, S. Ramón	10º06'N	1350	27	27
Matarrita, La Mansión, Nicoya	10º07'N	--	2	--
Chassoul-s, Los Angeles, S. Ramón	10º09'N	1300	23	--
Chassoul-t, Los Angeles, S. Ramón	"	"	24	24
Goldenberg, Nicoya	10º09'N	150	5	5
Cárdenas, Nicoya	"	"	3	--
Villa Juan Díaz, NW-Nicoya	10º10'N	550	21	21
La Pacífica, Las Cañas	10º27'N	50	9	9
"	"	"	10	--
"	"	"	14	--
El Capulín, Liberia	10º38'N	150	15	15
"	"	"	16	--
"	"	"	17	17
"	"	"	18	--
El Semillero, San José	-	--	1	--
CLONES				
La Margarita, IICA, Turrialba	9º53'N	602	6	6
Socorrito, Barranca	9º59'N	10	30	30
Km. 100 Car. Panamericana*	10º00'N	300	12	--
Km. 96 Car. Panamericana	10º00'N	500	13	--
Km. 87.5 Car. Panamericana	10º02'N	700	28	--
Km. 81 Car. Panamericana	10º05'N	1050	29	29
Cruce Car. Panamericana y Río Aranjuez	10º06'N	100	11	--

\* Distancia de San José en el Tramo norte del Territorio de Costa Rica.

una floración casi normal. ( con una altura de plantas alrededor de 1.5 m. que ayudaba mucho los trabajos de revisión y cosecha de semilla).

(b) Las repeticiones V, VI y VII no se cortaron, teniendo así una altura de hasta 3.0 m. en la floración de Octubre-  
Noviembre.

(c) Las repeticiones VIII, IX y X se cortaron el 28 y 29 de Agosto a una altura de 10 cm., lo que aparentemente atrasó ligeramente la floración.

Con revisiones diarias a partir del 2 de Octubre se determinó la fecha de la primera floración; emergencia de los racimos de las brácteas y estado de antesis en el primero y segundo tallo para cada planta del Plantel.

Para determinar la variabilidad de la primera fecha de floración se usó el método de Análisis de la variancia y pruebas de F (Fisher y Yates) y t (Student).

### 3. Plantel de selección de jaragua en La Pacífica, Cañas, Gte.

La finca La Pacífica está situada cerca de la ciudad de Cañas, Provincia de Guanacaste, Costa Rica. Las coordenadas geográficas aproximadas de esta localidad son: Latitud N 10°27'; Longitud W de Greenwich 85°06'; Altitud 50 m. s.n.m.

El clima de la región de Guanacaste en general es cálido seco. La temperatura media anual es de más o menos 28°C y la precipitación pluvial total anual alrededor de 1500 mm. La estación de lluvias es periódica y reducida a una parte del año; generalmente entre Mayo y Noviembre. La estación seca que es muy severa con grandes vientos, dura de 6 á 7 meses, entre

Noviembre y Mayo. Los datos de temperatura y precipitación pluvial correspondientes al año 1961 se dan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Comparación de la temperatura y de la precipitación pluvial de Turrialba y la finca "La Pacífica" (Cañas, Guanacaste) en el año 1961. 1/

Mes	Temperatura (°C) media mensual				Precipitación total mensual en mm.	
	Turrialba		La Pacífica		Turrialba	La Pacífica
	Máx.	Min.	Máx.	Min.		
Dic. (1960)	27.4	16.4	32.4	25.8	295.0	0.0
Enero	27.1	15.0	33.7	26.7	85.0	0.5
Febrero	28.2	14.9	33.7	25.1	5.0	2.5
Marzo	28.4	15.7	34.3	23.8	42.5	0.0
Abril	28.8	16.2	34.9	25.1	56.9	0.0
Mayo	28.0	17.0	34.2	25.2	145.1	28.0
Junio	27.5	17.2	32.1	22.3	361.5	170.0
Julio	27.1	18.3	31.8	22.5	359.8	141.5
Agosto	27.5	18.5	32.0	23.2	166.5	31.5
Setiembre	27.5	17.8	31.6	21.6	262.2	342.5
Octubre	27.8	17.8	31.8	22.0	255.9	193.0
Noviembre	27.1	17.6	30.2	21.6	385.4	316.0
Promedio	27.70	16.85	32.73	23.74	-----	-----
Prom. o Total		22.27		28.24	2420.8	1225.5

1/ Los datos de la finca "La Pacífica" (CIBARIC) fueron proporcionados gentilmente por el gerente Dr. Werner Hagnauer.

Este ambiente ecológico produce en el pasto jaragua, que es el más abundante en la región, durante el año 2 estados: rebrote, crecimiento y floración durante la estación de lluvias y un estado de pasto seco y maduro sin rebrote o crecimiento durante la estación de sequía.

Con el fin de conseguir estirpes mejoradas de este pasto para esta región y de estudiar su variabilidad fenotípica en

diferentes climas, en Setiembre de 1960 se comenzó a establecer en un campo de la finca La Pacífica, un Plantel de selección de jaragua.

El material vegetativo para este Plantel se obtuvo por división de plantas de 15 de las 30 introducciones del Plantel de selección de jaragua en Turrialba como se indica en el Cuadro 5.

El plantel consta de 5 repeticiones (bloques) en los cuales cada repetición tiene 15 introducciones y cada introducción 10 plantas sembradas en surcos a una densidad de 1.1 x 1.1 m. Las introducciones dentro de las repeticiones están distribuidas al azar, manteniéndose sin embargo la identidad de los gemelos en Turrialba y Cañas.

Sobre estas plantas se hizo una observación de floración el 15 de Marzo de 1961 pues el pasto estaba en crecimiento por la caída ocasional de agua al regar por aspersión los cultivos adyacentes (y debido al viento). Después el pasto se cortó el 3 de Mayo y se revisó el 10 de Julio. Se dio 2 cortes más siendo el último el 10 de Setiembre. El crecimiento de este corte se revisó el 25 de Setiembre y nuevamente el 14 de Octubre. El 10 de Noviembre revisando planta por planta todo el campo se tomó los datos de plantas en estado de "Hoja Bandera" y racimos emergiendo de las brácteas. El 10 de Noviembre se revisó todo el campo para determinar la fecha del estado de antesis en los primeros tallos y de esta fecha en adelante se determinó la fecha del estado de antesis en los primeros tallos para cada una de las plantas del Plantel.

Para determinar la variabilidad de la fecha de primera

floración de las introducciones de este Plantel también se aplicó el Análisis de la variancia y prueba de F.

4. Jaragua en la carretera entre Turrialba y Guanacaste. Se usó la oportunidad de los viajes a Cañas para observar el estado de floración en las plantas a lo largo (250 Km.) del "transect" entre los climas del Atlántico, de la Meseta Central y del Pacífico. El lote más grande de cierta área a 1400 m. fue cerca de Cartago, pero se encuentran unas plantas a altitudes mayores. No fue posible revisar los grandes "jaraguales" en los cerros al noroeste de San Ramón que posiblemente alcanzan más de 1400 m. e influyen en el clima estacional pero no llega a ser tan diferente del clima de Guanacaste.

## RESULTADOS E INTERPRETACION

### A. EXPERIMENTOS DE FOTOPERIODO

#### 1. Floración

##### a. Clones

El número ( $n^{\circ}$ ) promedio de días transcurridos entre el corte de los clones y la aparición de la primera floración: estado de las aristas de las florecillas emergentes de las brácteas (AEB) y estado de anthesis, se dan en los Cuadros 7 y 8.

Los resultados del Cuadro 7 corresponden al primer experimento de fotoperíodo en el cual se tuvo floración en 8, 10 y 12 horas de luz y no hubo floración con 14 y 16 horas y Día Solar<sup>\*</sup> (3, 8, 36, 72), como puede verse también en la Figura 1.

En el fotoperíodo de 8 horas el número promedio de días que necesitaron los clones para llegar al estado de anthesis tiene poca variación y lo mismo en el fotoperíodo de 12 horas. En el fotoperíodo de 10 horas los clones H.023 y H.012 tienen una diferencia de 12 días. Según el número promedio de 10 y 12 horas, este último fotoperíodo retrasó la floración de los 4 clones por más de 35 días (43), y parece que el proceso de emergencia de racimos duró más con 12 horas de luz.

El Cuadro 8 contiene los resultados del segundo experimento de fotoperíodo, llevado a cabo con el mismo material vegetativo del primero. En este experimento se obtuvo floración con 11.0 y 11.5 horas de luz y no hubo floración, aún hasta los 92 días (Nov. 30), con 12.5 y 11.0 + 0.5 (1/2) horas de luz (3, 8, 11, 43). Este último tratamiento

---

\* Estación de días largos en Turrialba.

Cuadro 7. Número promedio de días entre la fecha de corte y la primera floración en los clones de jaragua en diferentes fotoperíodos. 1/

No Clon Exp. Fot.	Fotoperíodos, horas								
	8		10		12		14	16	Día Solar
	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis	
H.023	75±4.3	88±4.3	60±10.0	70±4.2	104±2.3	117±1.2	—	—	—
H.041	78±4.0	87±4.1	69±8.1	75±7.3	104±2.5	116±1.7	—	—	—
H.053	83±4.6	91±1.0	67±12.1	77±8.2	102±2.1	116±2.4	—	—	—
H.012	77±2.9	89±2.9	61±0.8	82±4.9	102±2.1	117±2.7	—	—	—

AEB: Aristas de las florecillas emergentes de las brácteas.  
1/: Fecha de corte Mayo 16, 1961.

Cuadro 8. Número promedio de días entre la fecha de corte y la primera floración en los clones de jaragua en diferentes fotoperíodos. 1/

No Clon Exp. Fot.	Fotoperíodos, horas					
	11.0		11.5		12.5	11.0 ± 0.5
	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis
H.023	49 ± 5.0	59 ± 2.4	44 ± 5.4	50 ± 3.9	—	—
H.041	46 ± 2.7	56 ± 1.2	46 ± 3.0	58 ± 3.1	—	—
H.053	40 ± 2.3	52 ± 0.6	47 ± 4.3	67 ± 0.9	—	—
H.012	45 ± 3.8	55 ± 4.0	46 ± 4.0	58 ± 2.9	—	—

1/: Fecha de corte Agosto 30, 1961.

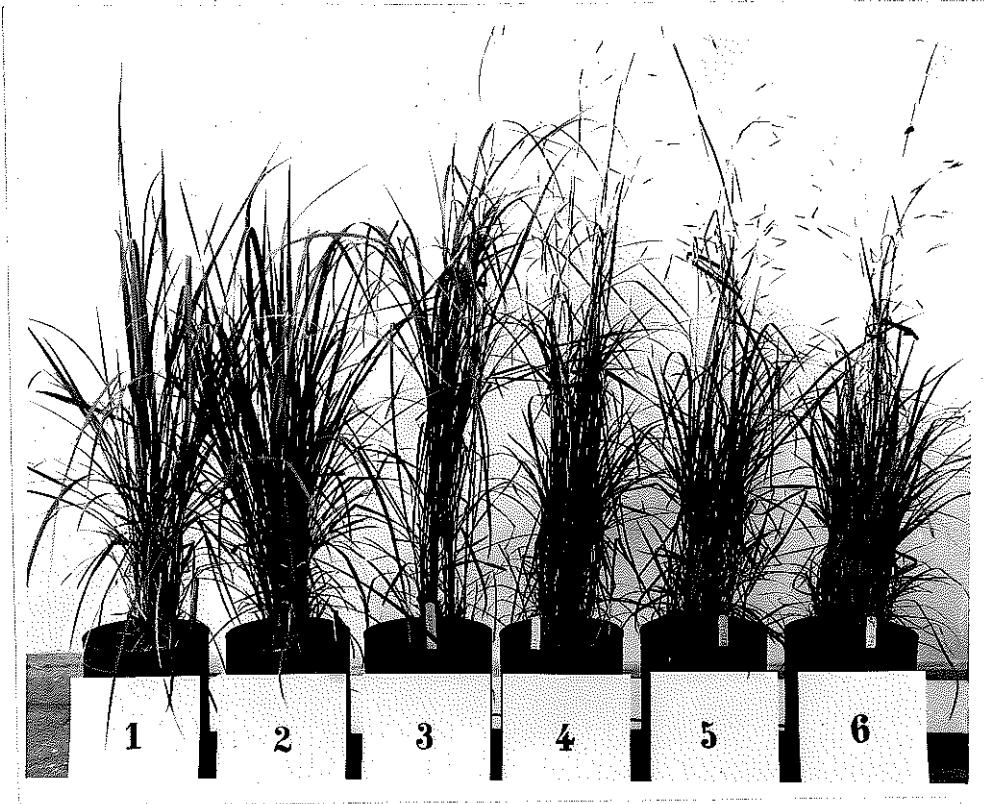


Figura 1. Estado de las plantas clonales en diferentes fotoperíodos antes del corte del 20 de Abril. Los números 1, 2, 3, 4, 5 y 6 corresponden a 16, 14, 12, 10 y 8 horas de luz y Día Solar, respectivamente. La maceta número 6 muestra floración como resultado del crecimiento en la estación de días cortos.



consistió en 11.0 de luz continua más 1/2 hora (0.5) de luz que fraccionaba el total de horas de oscuridad en dos períodos iguales.

En el fotoperíodo de 11.0 el número promedio de días que necesitaron los clones para llegar al estado de antesis tiene poca variación. En 11.5 hay una diferencia de 17 días entre el clon H.023 y H.053 y de 9 días entre el clon H.053 y H.012. Estas diferencias parecen ser significativas.

El número promedio de días para llegar al estado de antesis en los fotoperíodos 11.0 y 11.5 horas debería estar entre el número promedio de 10 y 12 horas del primer experimento pero esto no sucedió así. Este aparente desacuerdo puede deberse a que las plantas llevaron inducción floral residual al momento de iniciarse el segundo experimento, o que estos fotoperíodos (por acercarse más a lo que en la naturaleza ocurre) favorecieron tanto la inducción como el rápido desarrollo de inflorescencia. También puede haber ocurrido la integración de ambas cosas. Si es que las plantas florecieron en el primer experimento, después de cortadas para comenzar el segundo experimento, llevaron inducción floral residual y no han florecido hasta la fecha en los fotoperíodos de 12.5 y 11.0 + 0.5 horas, puede ser esto una indicación que las plantas de estos clones no sólo necesitaron determinados fotoperíodos que inducieran su floración sino también fotoperíodos favorables para su desarrollo (13, 28).

En general los resultados aquí presentados indican que los clones solamente florecieron en fotoperíodos cortos (43, 72).

La producción media de racimos en los fotoperíodos que produjeron floración se dan en los Cuadros 9 y 10. En el Cuadro 9 puede verse que los clones produjeron en el fotoperíodo de 10 horas casi 2 veces más

Cuadro 9. Producción media de racimos pares de los clones en diferentes fotoperíodos.

Fecha de muestreo	Clon	Fotoperíodos, horas					Día Solar
		8	10	12	14	16	
Feb.15 (42 d.) <sup>x</sup>	H.023	(74.3)	(85.0)	(44.6)	(14.6)	(38.3)	(134.6)
	H.041	(11.6)	(32.3)	(34.6)	( 4.0)	( 8.0)	(111.6)
	H.053	(15.3)	(38.0)	(43.0)	( 2.3)	( 4.3)	( 85.3)
	H.012	(14.3)	(18.3)	(12.0)	( 8.3)	(12.3)	( 62.0)
Abr.5 (48 d.)	H.023	31.0	53.6	9.6	--	--	72.0
	H.041	33.0	72.6	13.3	--	--	72.3
	H.053	13.3	53.0	9.3	--	--	83.0
	H.012	33.0	61.0	1.4	--	--	26.6
Abr.20 (63 d.)	H.023	37.0	33.3	12.5	--	--	24.0
	H.041	30.3	66.6	15.0	--	--	22.3
	H.053	41.6	24.3	13.0	--	--	21.3
	H.012	41.3	37.0	4.1	--	--	21.3
Mayo 16(90 d.) <sup>x</sup>	H.023	168.3	315.0	150.1	--	--	76.6
	H.041	111.0	205.3	98.3	--	--	54.3
	H.053	110.6	188.6	97.0	--	--	51.0
	H.012	75.3	151.0	106.8	--	--	33.3
Ag. 30(106 d.) <sup>w</sup>	H.023	84.3	249.3	sn	--	--	--
	H.041	146.6	207.3	sn	--	--	--
	H.053	137.3	230.3	sn	--	--	--
	H.012	107.0	198.6	sn	--	--	--
Total <u>1/</u>		1200.9	2146.8	530.4	0.0	0.0	519.0

x: Fecha de muestreo y corte de las plantas.

w: Muestreo sobre plantas que habían tenido antesis en el primer tallo.

sn: Plantas sin antesis a la fecha.

1/: El total por fotoperíodo no incluye los promedios entre paréntesis por ser estos la producción al momento del corte de igualación para descartar la posible influencia que traían las plantas del medio ambiente.

que en 8 horas y 4 veces más que en 12 horas (36, 72). La producción de racimos, parece estar relacionada inversamente con la longitud del fotoperíodo (48).

En el Cuadro 10 puede verse que la producción media de racimos pares de los clones en los fotoperíodos 11.0 y 11.5 horas tienen poca diferencia.

Cuadro 10. Producción media<sup>Ⓜ</sup> de racimos pares por los clones en diferentes fotoperíodos (Segundo Experimento)

Clon	Fotoperíodo			
	11.0	11.5	12.5	11.0+0.5
H.023	64.7	196.3	--	--
H.041	264.6	72.5	--	--
H.053	149.6	77.0	--	--
H.012	145.0	117.6	--	--
Total	623.9	463.4		

Ⓜ Producción media de 3 macetas por clon.

Lo normal es que el jaragua produce racimos pares pegados. Pero tanto en las plantas de los experimentos de fotoperíodo como también en el campo se ha observado otros tipos. Los porcentajes de racimos "bifurcados", "triples" y "múltiples" producidos por los clones en los fotoperíodos que produjeron floración en el primer experimento, se dan en el Cuadro 11. El tipo que hemos llamado "bifurcado" tiene los 2 racimos formando un ángulo variable desde muy agudo hasta 180 grados, y ocasionalmente en plano diferente al tallo, lo que se llama epinástica (61). El tipo "triple" tiene 3 racimos en vez de 2 y el tipo "múltiple" tiene más de 3 racimos.

Los racimos múltiples parecen ser una proliferación floral. Son racimos "vegetativos" con glumas y aristas grandes, raquis de las

Cuadro 11. Porcentaje de racimos bifurcados, triples y múltiples producidos por los clones en los 4 fotoperíodos en que hubo floración. 1/

Tipo de racimos	Fotoperíodo			
	8	10	12	Día Solar
Bifurcados	15.9	11.2	21.5	13.7
Triples	1.4	0.5	3.9	0.5
Múltiples	1.2	0.2	4.9	0.2

1/ Producción obtenida durante los 4 últimos controles cuyas fechas se dan en el Cuadro 9.

floreceñas alargadas y otras veces son amorfos. La producción de estos racimos parece que fue influenciada por la longitud de los fotoperíodos (13, 28). El porcentaje más alto producido por los clones, según (Cuadro 11), ocurrió en el fotoperíodo de 12 horas y en segundo lugar en 8 horas. Tanto en este último fotoperíodo como en el anterior se observó también racimos pares normales con glumas, raquis y aristas alargados. Producción de racimos múltiples se ha observado también en el campo en floraciones de este pasto al acercarse la estación de días largos (71).

La producción de racimos bifurcados no parece que fue influenciada por la longitud de los fotoperíodos aunque hay diferencias en los porcentajes de producción de los clones. Este tipo de racimos más bien parece ser un carácter genético de variabilidad de la especie (61) pues en el campo se ha encontrado plantas con grados variables de este tipo de racimos hasta plantas con producción completa de dichos racimos.

La producción de racimos triples tampoco parece que fue

influenciada por las variaciones de fotoperíodos. En floraciones en el campo se ha observado, en bajos porcentajes (0.5 á 2.0%), producción de este tipo de racimos en cualquier época de floración.

b. Plantas de semilla

Se dan en los Cuadros 12 y 13 los datos del número ( $n^{\circ}$ ) promedio de días transcurridos entre el 74<sup>o</sup> día de edad, 5 de Mayo de 1961 y la aparición de la primera floración (estado de las aristas de las florecillas emergentes de las brácteas y estado de antesis) de las plantas de semilla de las 21 introducciones, en los diferentes fotoperíodos en las cámaras del invernadero. En el primer experimento (Cuadro 12) se tuvo floración en los fotoperíodos de 8, 10 y 12 horas de luz y no hubo floración en 14 y 16 horas, ni en Día Solar (3, 8, 36, 72), como puede verse también en la Figura 2. En los fotoperíodos cortos algunas plantas no llegaron a florecer por ser muy débiles; en pocos casos sólo floreció una planta por introducción, en tales casos no se puede calcular el error standard.

En el fotoperíodo de 8 horas el número promedio de días que las plantas de semilla necesitaron para llegar al estado de antesis, ofrece poca variación entre introducciones, aunque el rango es de 99 a 114. En el fotoperíodo de 10 horas, el número de días hasta antesis muestra más variación, y parece haber diferencias grandes (rango 85 - 115); pero dichas diferencias no han sido constatadas en el campo como se verá en el acápite correspondiente de floración en medio ambiente. En el fotoperíodo de 12 horas hay también variación entre introducciones en el número de días para llegar a antesis pero las diferencias son menores (rango 120 - 137) que en el fotoperíodo de 10 horas.

Cuadro 12. Número promedio de días entre el 5 de Mayo de 1961, (749 día de edad) y la primera floración de las plantas de semilla de jaragua en diferentes fotoperíodos.

No Intra- ducción $\frac{1}{2}$ Exp. Fot.	Fotoperíodos, horas												
	8		10		12		14		16		Día Solar		
	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis	
8	82	+ 2.0	113	+ 0.3	105	+ 2.9	115	+ 0.2	126	+ 1.4	137	+ 3.7	---
9*	84	---	89	---	83	+ 3.5	92	+ 1.4	105	+ 3.0	119	+ 1.0	---
10	106	+ 0.5	109	+ 0.9	79	+ 3.8	85	+ 4.5	117	+ 1.9	130	+ 1.3	---
6	103	+ 0.6	113	+ 1.9	86	+ 2.1	94	+ 2.5	118	+ 4.2	132	+ 1.9	---
7	104	+ 0.6	110	+ 2.9	84	+ 1.9	94	+ 1.9	115	+ 2.5	129	+ 1.9	---
11	105	+ 0.8	113	+ 1.2	89	+ 4.0	99	+ 1.2	117	+ 1.5	131	+ 1.3	---
12	106	+ 3.0	114	+ 2.2	95	+ 2.3	104	+ 3.5	119	+ 2.7	129	+ 2.9	---
15	100	---	---	---	99	+ 2.5	108	+ 3.4	115	+ 1.2	125	+ 1.8	---
20	94	+ 2.6	105	+ 1.9	110	+ 4.5	114	---	112	+ 1.6	124	+ 2.3	---
24	99	+ 7.3	103	---	89	+ 2.3	98	+ 2.3	111	+ 1.6	121	+ 2.6	---
17	101	+ 1.0	107	---	92	+ 3.0	101	+ 3.7	108	+ 2.0	120	+ 2.1	---
18	110	+ 3.5	117	---	79	+ 2.2	94	+ 4.6	115	+ 2.7	125	+ 1.5	---
22	108	+ 3.0	114	---	101	+ 4.6	107	+ 1.2	112	+ 1.1	126	+ 1.7	---
4	110	---	115	---	79	+ 2.3	91	+ 2.9	113	+ 2.2	126	+ 1.5	---
3	69	+ 2.5	109	+ 1.5	84	+ 1.5	93	+ 2.1	116	+ 1.7	127	+ 1.4	---
14	101	+ 3.0	108	+ 2.3	92	+ 3.4	101	+ 1.0	117	+ 2.1	128	+ 3.4	---
21	111	---	---	---	88	+ 3.0	99	+ 2.6	118	+ 2.1	129	+ 1.8	---
23	113	+ 2.4	---	---	95	+ 3.5	101	+ 2.4	114	+ 3.1	127	+ 3.3	---
2	89	+ 3.0	99	+ 2.5	78	+ 3.1	88	+ 3.3	117	+ 2.6	129	+ 1.7	---
5	89	+ 3.3	99	+ 3.2	94	+ 3.6	97	+ 1.0	115	+ 1.9	124	+ 1.4	---
1	94	+ 2.8	102	+ 1.9	96	+ 4.0	97	+ 4.1	117	+ 2.7	129	+ 2.8	---

L/: Arregladas en orden creciente a la latitud del lugar de origen (2908' S a 10927' N).

\* : Las plantas crecieron en macetas.

p = Fecha A, pesada      l = Fecha D, liviana      (mayor rango en tiempo de fecundación ver Cuadro 1).

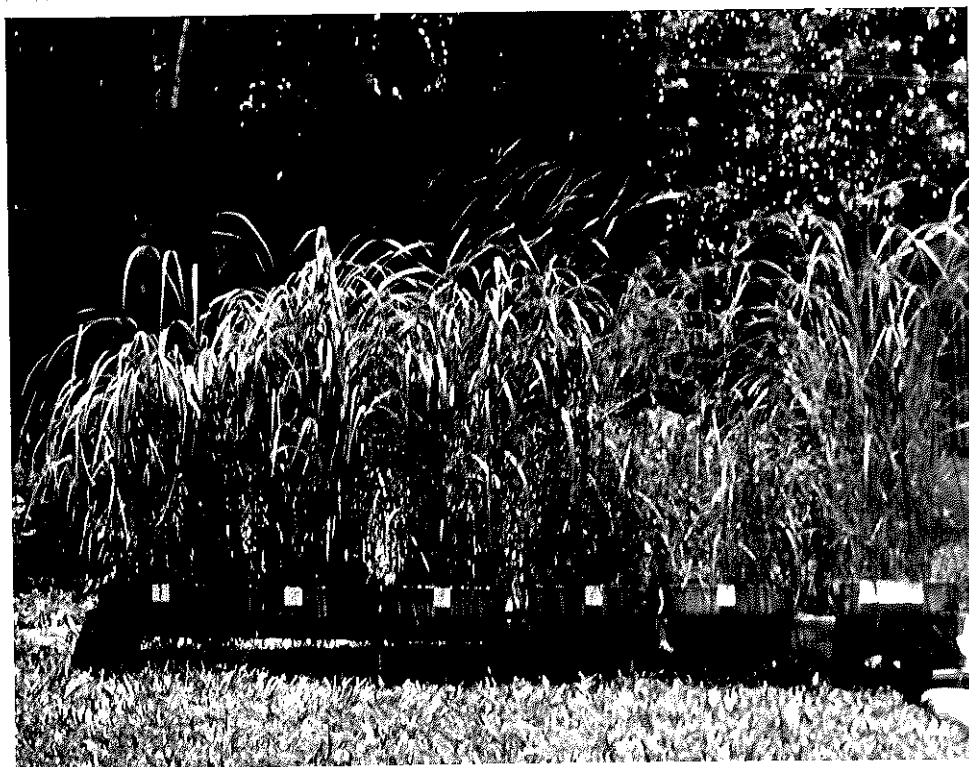


Figura 2. Estado de las plantas de semilla en diferentes fotoperíodos antes del corte del 30 de Agosto. Los números 1, 2, 3, 4, 5 y 6 corresponden a 16, 14, 12, 10 y 8 horas de luz y Día Solar, respectivamente.

Tampoco hay mayores diferencias en el número promedio para llegar al estado de antesis entre entradas provenientes de semilla de tipo liviano e introducciones de semilla tipo pesado, lo que indica que la semilla de tipo liviano no procede de cruce con ascendente tardío, si es que jaragua es de polinización cruzada. (En el IICA se están llevando un programa para probar si el jaragua es apomítico y hasta que porcentaje; (Cuany, inédita).

Según el número promedio de días para llegar al estado de antesis en los fotoperíodos de 10 y 12 horas, este último fotoperíodo retrasó la floración de las introducciones entre 12 a 45 días. La tardanza de la introducción 8, del Ecuador, es marcada según los datos del Cuadro 12 pero no tiene la misma tendencia en los Cuadros 13 ni 14, ni en los experimentos de campo por lo que es difícil llegar a una conclusión definitiva si se trata de un ecotipo adaptado a días más cortos (con un fotoperíodo crítico más bajo).

Los datos del Cuadro 13 (segundo experimento) muestran que se obtuvo floración en los fotoperíodos de 11.0, 11.5 y 12.0 horas, y no hubo floración - aún a los 92 días (Nov. 30) - en 12.5 y 11.0 + 0.5 horas de luz. Este último tratamiento que incluía fraccionamiento del período oscuro ya fue explicado más atrás. Por debilidad general hubo ciertas fallas en plantas o aun surcos completos para llegar hacia floración.

En el fotoperíodo de 11.0, el número promedio de días que necesitaron las plantas para llegar al estado de antesis, tiene poca variación aunque hubo algunas plantas que no florecieron hasta los 77 días después del corte. En el fotoperíodo de 11.5 horas la floración fue más regular pero tampoco ofrecen mayor variación. En el fotoperíodo de



Cuadro 13. Número promedio de días entre la fecha de corte (Agosto 30, 1961) y la primera floración de las plantas de semilla en diferentes fotoperíodos. Segundo Experimento.

Nº Introducción Exp. Fot.	Fotoperíodos, horas											
	11.0		11.5		12.0		12.5		11.0 + 0.5			
	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis
8*	45	57	58 ± 1.0	67 ± 1.0	—	—	—	—	—	—	—	—
9	54	65	46	61	—	—	—	—	—	—	—	—
10	54	66 ± 1.5	57 ± 5.2	65 ± 2.6	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	64	74 ± 1.0	—	—	—	—	—	—	—	—
7	51 ± 2.6	61 ± 2.8	62 ± 2.2	70 ± 1.9	—	—	—	—	—	—	—	—
11	61 ± 1.0	67 ± 0.5	49	64	—	—	—	—	—	—	—	—
12	65	72	49 ± 3.0	67 ± 3.7	55	56	—	—	—	—	—	—
15	66	73	60 ± 7.9	69 ± 5.5	—	—	—	—	—	—	—	—
20	61 ± 1.4	68 ± 2.0	62 ± 3.6	74 ± 1.4	58 ± 0.8	67 ± 1.0	—	—	—	—	—	—
24	—	—	62 ± 1.6	71 ± 1.8	—	—	—	—	—	—	—	—
17	54 ± 1.8	61 ± 5.9	50 ± 0.8	61 ± 0.5	60 ± 0.5	69 ± 0.5	—	—	—	—	—	—
18	50 ± 2.3	61 ± 2.8	55 ± 3.7	68 ± 3.0	—	—	—	—	—	—	—	—
22	56 ± 3.6	63 ± 6.5	50	63	—	—	—	—	—	—	—	—
3	59	67	60	72	—	—	—	—	—	—	—	—
4	38 ± 3.4	47 ± 2.2	44 ± 4.0	61 ± 5.9	—	—	—	—	—	—	—	—
14	57 ± 2.6	67 ± 0.7	55	61	55	61	—	—	—	—	—	—
21	54	73	—	—	49	60	—	—	—	—	—	—
23	51 ± 2.1	63 ± 1.3	41 ± 3.0	59 ± 3.1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	57 ± 3.1	64 ± 5.3	58 ± 3.8	66 ± 3.6	68	74	—	—	—	—	—	—
5	58 ± 3.1	66	54	66	—	—	—	—	—	—	—	—
1	65	73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

l/: Introducciones arregladas en orden creciente a la latitud del lugar de origen (2008' S a 10027' N).

\*: Las plantas crecieron en macetas.

12.0 horas hasta los 77 días pocas plantas llegaron al estado de antesis. Esta longitud de fotoperíodo como vimos en el cuadro anterior retrasa considerablemente la floración (43).

El promedio del número de días transcurridos entre el 74º día de edad, 5 de Mayo de 1961, y la aparición de la primera floración se dan en el Cuadro 14 para 8 de las 21 introducciones de las plantas de semilla en un fotoperíodo de 10 horas en el campo. Estas plantas, como se dijo en el capítulo de Materiales y Métodos, son una parte de las plantas de 8 introducciones de los experimentos de fotoperíodo en invernadero, que fueron transplantadas a dos cámaras de regulación de luz en el campo.

Los números promedios de días que las plantas necesitaron para llegar al estado de antesis muestran poca variación de planta a planta y las diferencias entre las introducciones son pequeñas. Sin embargo comparando los números promedios, de las plantas que estuvieron en 10 y 16 horas hay diferencias significativas, la que indica que los tratamientos anteriores de luz influyeron la floración.

En el campo y junto a las cámaras de regulación de luz del anterior tratamiento fueron transplantadas otra parte de las plantas de estas 8 introducciones y también una parte de 12 introducciones más totalizando 20 introducciones (ver Cap. Materiales y Métodos). En estas plantas que crecieron con la longitud del fotoperíodo del día natural (estación de días largos) no hubo floración alguna en la fecha que se obtuvo floración en todas las plantas en las cámaras con 10 horas de luz como acabamos de ver. La floración de las plantas de estas 20 introducciones se produjo como veremos en el acápite pertinente, en Octubre. Si es que las plantas que estuvieron anteriormente en fotoperíodos cortos

Cuadro 14. Número promedio de días entre el 5 de Mayo, de 1961 (74º día de edad) y floración de las plantas de semilla en cámaras en el campo, en un fotoperíodo de 10 horas de luz natural.

Nº Intro- ducción 1/ Exp. Fot.	Fotoperíodo, horas											
	10 - 10 (4)				16 - 10 (1)							
	1er. Tallo		2º Tallo		1er. Tallo		2º Tallo		Antesis		Antesis	
	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis	AEB	Antesis
8	74 ± 3.5	88 ± 3.5	85 ± 4.4	99 ± 3.9	83 ± 7.0	95 ± 7.7	88 ± 8.5	99 ± 7.2				
18	72 ± 3.2	88 ± 3.2	81 ± 2.5	96 ± 4.3	84 ± 3.6	97 ± 4.0	94 ± 5.0	103 ± 5.7				
22	73 ± 2.4	89 ± 1.9	82 ± 3.3	96 ± 2.9	76 ± 1.3	95 ± 1.1	98 ± 2.6	102 ± 0.7				
4	67 ± 2.5	77 ± 3.1	81 ± 2.4	94 ± 1.9	81 ± 3.2	95 ± 1.3	83 ± 2.6	100 ± 3.5				
21	78 ± 1.8	91 ± 1.6	83 ± 1.3	96 ± 1.3	78 ± 2.6	95 ± 4.1	88 ± 5.6	100 ± 3.1				
23	74 ± 0.7	86 ± 0.7	79 ± 0.7	92 ± 1.0	83 ± 0.7	96 ± 2.1	90 ± 2.6	103 ± 1.8				
2	75 ± 3.0	88 ± 3.3	82 ± 2.8	97 ± 2.9	86 ± 3.3	101 ± 3.0	88 ± 3.0	103 ± 2.9				
1	78 ± 4.5	92 ± 5.4	86 ± 3.6	98 ± 3.5	79 ± 3.9	95 ± 3.5	88 ± 2.4	101 ± 2.4				
AEB - Antesis	13.5	13.6	14.9	11.8								

(4) y (1): Plantas que se mantuvieron desde la siembra hasta el trasplante al campo en fotoperíodo de 10 y 16 horas respectivamente, en las cámaras Nos. 4 y 1 del invernadero. En los demás cuadros de los datos de estas plantas se dará la misma notación.

1/: Introducciones arregladas en orden creciente de la latitud del lugar de origen (2908'S a 10927'N).

llevaron inducción floral y no florecieron al mismo tiempo que las plantas con luz regulada, dichas plantas no solo necesitaron determinados fotoperíodos que indujeran su floración sino también fotoperíodos que favorecieran su desarrollo (13, 28).

En general, todos los resultados aquí presentados indican que las plantas de semilla solamente florecieron en fotoperíodos cortos (43, 72).

La producción media de racimos pares de las plantas de semilla correspondiente al primero y segundo experimento de fotoperíodo se dan en los Cuadros 15 y 16, respectivamente.

En el Cuadro 15 se puede ver que las plantas de semilla con el fotoperíodo de 10 horas produjeron casi 2 veces más que con el de 8 horas computado a la misma fecha, mientras que con 12 horas de luz solo había algunas plantas en producción de racimos (estado de antesis), a esa misma fecha.

La producción media de racimos con los fotoperíodos de 11.0 y 11.5 horas (Cuadro 16) no tienen mayor diferencia mientras con 12 horas solo hubo algunas plantas en producción de racimos al momento de tomar estos datos. Parece haber una relación inversa entre la producción de racimos por planta y la longitud del fotoperíodo. Las diferencias entre las condiciones de las plantas en los dos experimentos no permiten decir si hay un óptimo a 10 horas, o si 11 horas puede ser mejor para producción de semilla.

Cuadro 15. Producción media de racimos pares por las plantas de semilla en diferentes fotoperíodos. 1/

Nº IntrodUCCIÓN	Fotoperíodos, horas					
	8	10	12-b	14	16	Día Solar
8	16.2	16.3	26.6	--	--	--
9 <sup>✱</sup>	66.0-1 <sup>m</sup>	45.3	130.0	--	--	--
10	14.7	68.2	30.4	--	--	--
6	7.6	49.5	19.0	--	--	--
7	17.0	56.8	48.0	--	--	--
11	12.6	18.3	28.8	--	--	--
12	10.0	18.6	31.0	--	--	--
15	--	21.0	27.3	--	--	--
20	9.0	27.1	62.0	--	--	--
24	19.0	40.3	63.5	--	--	--
17	37.0	39.6	69.8-5 <sup>m</sup>	--	--	--
18	8.0	59.4	36.5	--	--	--
22	13.0	21.0	39.5	--	--	--
3	7.0	53.1	44.7	--	--	--
4	27.0	29.0	47.4	--	--	--
14	38.6	31.2	34.0	--	--	--
21	--	39.8	27.6	--	--	--
23	--	36.2	45.5	--	--	--
2	30.5	49.8	32.2	--	--	--
5	36.6	17.0	34.6	--	--	--
1	20.2	27.0	51.5	--	--	--
Total	390.0	764.5	929.9			

1/: Producción contada a los 117 días del transplante (30 de Agosto, 1961). La columna 12-b es la producción de una segunda cuenta (29 días después) en las plantas del fotoperíodo de 12 horas cuya floración fue tardía.

✱ Crecimiento en macetas.

m racimos múltiples (más de tres).

Cuadro 16. Producción media de racimos pares por las plantas de semilla en diferentes fotoperíodos.

Nº Introducción Exp. Fot.	Fotoperíodos, horas				
	11.0	11.5	12.0	12.5	11.0 + 0.5
8	10.5	14.5	-	--	--
6	-	5.0	-	--	--
7	18.0	8.3	-	--	--
11	14.0	8.0	-	--	--
12	11.0	9.0	-	--	--
15	12.0	4.5	-	--	--
20	7.8	10.5	-	--	--
24	-	12.5	-	--	--
17	13.5	10.0	-	--	--
18	21.0	13.0	-	--	--
22	12.0	-	-	--	--
3	5.0	-	-	--	--
4	17.0	18.7	-	--	--
14	10.1	7.3	-	--	--
23	18.0	28.0	-	--	--
2	16.0	14.7	-	--	--
5	18.7	11.0	-	--	--
1	9.0	-	-	--	--
Total	213.6	175.0			

En el Cuadro 17 se da la producción media de racimos pares de las plantas de semilla de las 8 introducciones en el fotoperíodo de 10 horas en el campo. Las diferencias de producción que se observan pueden deberse a diferencias de vigor de las plantas producidas después de ser transplantadas al campo porque no hay relación con el vigor que tenían cuando estaban creciendo en distintos fotoperíodos. Sin

embargo la diferencia entre (4) y (1) pueden ser un efecto retrasado de los tratamientos anteriores.

Cuadro 17. Producción media de racimos pares de las plantas de semilla en el campo en un fotoperíodo de 10 horas.

Nº Introdcción Exp. Fot.	Fotoperíodo		Vigor de las plantas <sup>★</sup>	
	10-10 (4)	16-10 (1)	(4)	(1)
8	554.8	562.8	0.13	0.19
18	908.6	395.8	0.09	0.04
22	501.4	555.8	0.01	0.01
4	768.6	418.0	0.07	0.04
21	754.4	697.0	0.03	0.03
23	1037.0	221.0	0.02	0.03
2	466.6	216.8	0.09	0.06
1	382.2	293.4	0.07	0.05
Total	5373.6	3359.8	0.51	0.45

★ Expresado en materia seca (g) obtenida en el corte para el transplante (74 días de edad).

## 2. Crecimiento

### a. Clones

Los datos referentes a varios caracteres cuantitativos de los clones tales como producción media de tallos, altura máxima media, promedio de la longitud y el ancho de las hojas, producción media de materia seca y la relación de hojas a tallos, se dan en el Cuadro 18. No hubo efectos especiales con cualquier clon y se resumen los datos en promedio.

En el Cuadro puede verse que hubo diferencias en la producción de

Cuadro 18. Promedios generales (por planta) de varios caracteres cuantitativos de los clones en diferentes fotoperíodos.

	Unidad	Fotoperíodos, horas						Día Solar	Coef. de Correl. <sup>1/</sup>
		8	10	12	14	16			
Nº de tallos:									
Corte de igualación	-	14.1	22.2	22.4	22.0	19.8	23.2		
Corte 16 de Mayo	-	26.8	34.7	25.2	27.9	21.7	31.8		
Corte 30 de Agosto	-	16.2	21.8	18.9	9.6	8.6	40.0		
Total bajo luz regulada	-	43.0	66.5	43.9	37.5	30.3	71.8		
Prp. relativa de aumento <sup>2/</sup>	-	3.04	2.54	1.97	1.70	1.67	3.33	- 0.96 <sup>x</sup>	
Altura máxima media (rango)	cm.	127 101-150	132 100-163	158 136-169	137 110-163	129 112-160	139 106-172	- 0.11	
Longitud de hojas (rango)	cm.	58 53-62	58 55-61	87 85-99	87 83-99	96 91-106	81 78-83	0.92 <sup>x</sup>	
Ancho de hojas (rango)	cm.	0.71 .66-80	0.68 .65-.76	0.89 .80-1.00	1.02 1.00-1.06	1.11 1.00-1.20	0.85 .73-.96	0.96 <sup>x</sup>	
Produc. mat. seca <sup>3/</sup> (rango)	gr.	37.2 23-51	53.7 49-63	85.7 77-98	66.4 60-72	74.3 61-104	32.1 28-35	0.15	
Relac. hojas/tallos <sup>4/</sup> (rango)	%	38.4 19-51	44.2 41-56	47.2 44-51	76.8 76-77	71.0 69-71	59.0 58-61	0.90 <sup>x</sup>	

<sup>1/</sup>: Calculado sin los datos de Día Solar.

<sup>2/</sup>: Calculado con los totales de la producción al momento del corte de igualación y bajo regulación de luz.

<sup>3/</sup>: Producción de dos cortes excepto para Día Solar.

<sup>4/</sup>: Relación expresada en porcentaje de hojas + tallos.



tallos (florales o vegetativos) en los diferentes fotoperíodos ensayados. El número de tallos tuvo una correlación inversa con la longitud del fotoperíodo tomando en cuenta la proporción relativa de aumento, obtenida usando el número original de tallos (15, 48). En los fotoperíodos de 11.0, 11.5, 12.0 y 11.0 + 0.5 horas los clones en promedio produjeron: 25.8, 39.4, 22.9 y 20.5 tallos respectivamente, es decir que más o menos hubo la misma tendencia de producción que en el experimento anterior.

Las diferencias de alturas máximas medias que alcanzaron las plantas en los diferentes fotoperíodos son pequeñas, excepto la marcada tendencia de altura que tuvieron las plantas con 12 horas de luz, habiendo además, según los rangos que pueden verse en el Cuadro 18, menos variación de altura entre las plantas que crecieron bajo este fotoperíodo.

El largo de las hojas fue grandemente influenciado por la longitud de los fotoperíodos habiendo una correlación directa significativa entre estas dos variables. El ancho de las hojas también fue influenciado por los diferentes fotoperíodos y se encontró una correlación altamente significativa (15, 48).

La influencia de los fotoperíodos en el largo y ancho de las hojas se debió al estado que tuvo las plantas en los diferentes fotoperíodos. En los fotoperíodos largos las plantas permanecieron en estado vegetativo con tallos con abundantes hojas mientras que en los fotoperíodos cortos los tallos florales tenían hojas cortas y angostas además de disminuir su cantidad en proporción a la de tallos. Esto se ha observado también en el campo; el jaragua en la estación de días largos tiene tallos vegetativos gruesos con hojas largas y anchas mientras que en la estación de días cortos al florecer, los tallos son más finos con hojas

cortas y angostas.

Los promedios de producción de materia seca son bastante diferentes. Del fotoperíodo de 8 horas a 12 horas, va un aumento para luego disminuir en 14 y 16 horas, y Día Solar. La producción de materia seca parece estar relacionada directamente con la longitud del fotoperíodo (48). Los tallos largos con abundante follaje producidos en 12 horas parecen dar un rendimiento óptimo.

El porcentaje de las hojas en el forraje total producido por las macetas de los clones en los diferentes fotoperíodos se dan en el Cuadro 18 ( % sobre materia seca ). Con el aumento del largo de los fotoperíodos aumentó el porcentaje de hojas habiendo una correlación positiva significativa entre la cantidad de hojas que produjo las macetas y la longitud del fotoperíodo. Esto es una indicación que la relación de hojas a tallos es fuertemente influenciado por el largo de los días.

En general, todos los datos aquí presentados nos demuestran que la longitud de los fotoperíodos hicieron variar los caracteres cuantitativos y crecimiento de las plantas de los clones de jaragua (15, 48, 63).

#### b. Plantas de semilla

Los promedios de los porcentajes de germinación de los 2 tipos de semilla (liviana y pesada) de las introduc. que constituyeron las plantas de semilla en los experimentos de fotoperíodo, se dan en el Cuadro 19. Los porcentajes de germinación de los 2 tipos de semilla son diferentes. Estas diferencias se deben al distinto poder germinativo de ambos tipos, las espiguillas livianas contienen cariopsis de menor tamaño y desarrollo. Parece que hasta los días 14 y 22, por lo menos, 14 y 16 horas de luz influyeron en la rapidez de germinación.

Cuadro 19. Promedio de porcentaje de germinación de los dos tipos de semilla, de todas las introducciones que constituyeron las plantas de semilla, en los diferentes fotoperíodos.

Nº días	Tipo de Semilla	Fotoperíodos, horas					Día Solar
		8	10	12	14	16	
7	livianas	2.81	1.35	0.90	1.16	1.51	1.15
	pesadas	9.97	2.40	5.25	1.18	1.50	8.88
14	livianas	19.53	17.32	26.94	43.58	33.72	11.34
	pesadas	44.00	36.65	41.28	56.43	57.39	17.90
22	livianas	23.35	22.14	30.57	51.83	41.50	23.80
	pesadas	52.84	47.04	52.81	68.02	70.29	40.50
29	livianas	29.96	27.91	36.40	51.97	44.86	34.14
	pesadas	65.63	75.11	64.68	67.64	79.47	54.89
74 <sup>w</sup>	livianas	28.83	27.16	39.33	49.83	42.58	35.75
	pesadas	53.46	51.30	52.84	55.25	63.61	47.00

w: Los promedios bajaron por la muerte de plantas con ataque de hongos.

En el Cuadro 20 se da la producción de materia seca por **introduc.de** las plantas de semilla a los 74 días de edad, en los diferentes fotoperíodos. Hay diferencias en la producción total por introducción lo que puede deberse a distinto vigor de las plantas o también al número variable de plantas como resultado de las diferencias de porcentaje de germinación o supervivencia de las mismas. La determinación del "vigor de plántulas" es útil porque puede dar origen a estirpes más productivas, o por lo menos con mejor uniformidad en establecimiento.

En cuanto a la producción de materia seca por fotoperíodo, aumentó de 8 a 14 horas para luego disminuir en 16 horas y Día Solar. Según el coeficiente de correlación parece haber una correlación directa entre producción de materia seca y la longitud del fotoperíodo.

Cuadro 20. Producción de materia seca (g. por suero) de las plantas de semilla<sup>1/</sup> por introducción a los 74 días de edad y en los diferentes fotoperíodos.

Nº Introd. Exp. Fot.	Tipo de Semilla	Fotoperíodos, horas					Día Solar	Total Introd.
		8	10	12	14	16		
8	liviana	0.17	1.07	0.54	1.80	0.43	2.20	6.21
10	pesada	2.79	4.75	5.09	5.12	5.23	5.65	26.63
6	liviana	0.15	0.64	0.43	0.62	0.65	0.46	2.95
7	pesada	0.98	3.50	1.56	3.54	0.49	2.27	12.34
11	liviana	0.67	0.61	1.43	3.57	1.69	2.79	10.76
12	pesada	0.78	3.27	1.29	5.77	3.59	2.09	16.79
15	liviana	0.37	1.15	2.15	2.80	2.21	2.47	11.15
20	liviana	1.52	0.59	0.86	2.15	1.61	0.58	7.31
24	pesada	0.75	2.95	3.29	2.67	4.16	2.22	16.04
17	liviana	0.14	0.67	1.76	2.24	1.31	2.26	8.38
18	pesada	1.65	2.59	2.49	4.49	3.20	2.58	17.00
22	liviana	0.29	0.38	2.58	1.53	0.17	1.84	6.79
3	liviana	--	2.45	0.50	0.20	0.22	0.68	4.05
4	pesada	0.46	2.03	1.14	2.84	1.28	6.84	14.59
14	liviana	0.03	0.29	0.71	0.83	--	0.59	2.46
21	pesada	0.46	1.62	3.91	4.29	2.08	0.24	12.60
23	liviana	0.19	0.30	2.49	3.97	2.61	1.30	10.86
2	pesada	1.75	6.04	4.58	9.09	4.43	8.54	34.43
5	liviana	0.60	2.78	2.18	1.47	1.08	2.07	10.18
1	pesada	1.98	4.98	4.26	7.94	4.28	8.02	31.46
Total		15.73	42.66	43.24	66.94	38.72	55.69	262.98

Coefficiente de correlación  $r = 0.610$

<sup>1/</sup> Para un número de plantas germinadas de 100 semillas, (véase Cuadro 19.

Como no hubo mayor variación en los caracteres cuantitativos entre las introducciones en estado de floración en Agosto sólo se da en el Cuadro 21 un resumen de los promedios. En este cuadro se puede ver que no hubo mayor diferencia en la producción de tallos en los diferentes fotoperíodos, siendo también el coeficiente de correlación muy bajo. Esto se debe probablemente a que las plantas tuvieron poco espacio para macollar (6.2 x 6.6 cm.) en las cajas de transplante y crecimiento.

En promedio, la mayor altura alcanzaron las plantas que crecieron con 12 horas de luz, siendo esto el mejor fotoperíodo para elongación de tallos.

La longitud de las hojas como puede verse en el Cuadro 21 fue grandemente influenciado por los distintos fotoperíodos y se encontró una correlación directa significativa entre la longitud de las hojas y el largo del fotoperíodo. El ancho de las hojas también fue influenciado por los distintos fotoperíodos aunque la correlación no llegó a significancia (15, 48).

La producción media de materia seca de las plantas de semilla (ya llegadas a floración en los fotoperíodos 8, 10 y 12) aunque parece mayor en 12 y 14 horas, no tuvo grandes diferencias. Esto se debe probablemente a que las plantas tuvieron poco espacio para crecer y mostrar sus diferencias en ambiente contrastado. Se notó también bastante influencia de efectos de borde en las cajas lo que pudo haber hecho posible una diferencia significativa entre las introducciones (aunque éstas fueron sorteadas).

Cuadro 21. Promedios generales por planta (de semilla) de varios caracteres cuantitativos en diferentes fotoperíodos.

Carácter	Unidad	Fotoperíodos, horas						Coef. de Correl.
		8	10	12	14	16	Día Solar	
Número de tallos (rango)	-	2.12 1.0-4.0	2.41 1.0-5.8	2.26 1.2-3.3	2.24 1.0-3.5	2.65 1.0-5.7	1.88 1.0-9.0	- 0.08
Altura máxima media (rango)	cm.	92 70-150	105 84-172	133 99-175	93 53-135	90 73-134	107 76-165	- 0.14
Longitud de hojas (rango)	cm.	53 44-71	50 42-61	75 63-98	89 58-106	85 60-108	87 78-100	0.91*
Ancho de hojas (rango)	cm.	0.69 0.5-0.9	0.68 0.6-0.8	0.95 0.7-1.1	1.02 0.7-1.2	1.04 0.9-1.3	0.97 0.8-1.2	0.56
Produc. materia seca (rango)	gr.	2.41 0.9-5.0	2.13 0.7-3.7	3.29 1.5-6.0	3.30 1.6-6.9	2.94 0.5-5.0	3.05 1.7-5.7	0.07

\* : significativa 0.05

La producción media de tallos y de materia seca de 8 de las 21 introducciones de las plantas de semilla en un fotoperíodo de 10 horas en el campo y sin regulación de luz, se dan en el Cuadro 22. La mayor producción de tallos e igualmente de materia seca (como ya se ha visto en cuanto a los racimos) de las plantas que crecieron en el invernadero bajo 10 horas hasta los 74 días de edad, puede deberse al mayor vigor que estas plantas acumularon después de removerse del tratamiento (4),

Cuadro 22. Producción media de tallos y de materia seca (por planta) de las plantas de semilla en el campo: en fotoperíodo de 10 horas de luz natural, y sin regulación de luz.

Nº Introd- ucción Exp. Fot.	Fotoperíodos, horas				Sin regulación <sup>1/</sup>	
	10-10 (4)		16-10 (1)		(4)	(1)
	Tallos	Mat. seca gr.	Tallos	Mat. seca gr.	Tallos	Tallos
8	19.0	33.3	20.0	35.3	17.0	18.4
18	20.4	23.3	23.2	31.8	25.4	10.8
22	20.4	32.2	17.2	35.5	16.0	18.6
4	27.6	52.9	14.6	27.9	17.0	23.0
21	17.8	43.0	12.0	32.3	16.0	11.8
23	33.4	53.4	8.5	11.5	12.0	11.7
2	20.0	32.1	9.8	13.1	13.8	18.6
1	14.0	18.9	9.2	19.9	15.0	5.6 <sup>*</sup>
Promedio	21.6	36.1	14.3	25.9	16.5	16.1

<sup>1/</sup>: Sin datos de materia seca, no se cortaron las plantas para conservar su crecimiento para la observación de floración.

(1) (4): Plantas que se matuvieron desde la siembra hasta el transplante al campo en fotoperíodos de 16 y 10 horas respectivamente en las cámaras Nos 4 y 1 del invernadero. Esta misma notación se dará en los demás Cuadros que se den datos de estas plantas.

\*: Se movieron las plantas después del transplante para evitar pisoteo (omitidas del promedio).

porque según datos del Cuadro 17 no había mucha diferencia en vigor al momento del transplante. Esto no quiere decir que no haya habido influencia del fotoperíodo (1) sino más bien que esa influencia parece ser atrasada en expresión. Las plantas fuera de la cámara, sin regulación de luz, no tuvieron diferencia significativa entre (4) y (1).

Las alturas de las plantas que crecieron en fotoperíodo de 10 horas fueron superiores a las de las plantas que crecieron sin regulación de luz (Cuadro 23). Aún estas plantas, que no florecieron, tuvieron considerable crecimiento de los tallos vegetativos a fines de Agosto.

Cuadro 23. Promedios generales por planta (de semilla) de varios caracteres cuantitativos en un fotoperíodo de 10 horas en el campo, y sin regulación de luz.

Carácter	Unidad	Fotoperíodos, horas		Sin regulación de luz	
		10-10 (4)	16-10 (1)	(4)	(1)
Altura máxima media (rango)	cm.	169 163-181	167 151-179	129 115-141	122 117-132
Longitud de hojas (rango)	cm.	46.3 42-53	49.3 43-57	106.4 92-113	101.3 94-105
Ancho de hojas (rango)	cm.	0.70 0.6-0.8	0.68 0.4-0.9	1.25 1.1-1.4	1.15 1.1-1.3

El promedio de la longitud y el ancho de las hojas de las plantas de estas introducciones (ver Cuadro 23) indican que hubo diferencia tanto en el largo como en el ancho de las plantas que crecieron en fotoperíodo regulado y sin regulación de luz. Esas diferencias fueron similares, pero mayores, que las obtenidas en los experimentos con clones



y plantas de semilla en el invernadero mismo (15). Las condiciones medio ambientales fueron naturalmente mejores en el jardín.

En general, todos los datos aquí presentados, indican que la longitud de los fotoperíodos ensayados hicieron variar los caracteres cuantitativos y el crecimiento de las plantas de semilla del pasto jaragua (15, 48, 63).

## B. FLORACION EN AMBIENTE NATURAL

### 1. Clones y plantas de semilla

#### a. Clones

La fecha media de floración de los clones en el jardín de propagación de La Hulera, Turrialba, en el año de 1961, se da en el Cuadro 24. Dichos clones como se dijo en el Cap. III, dieron el material clonal que formó parte de los experimentos de fotoperíodo en el invernadero. Parecen ser más tempranos que el resto del material en los campos por razón de su mayor desarrollo y mejor suelo.

Cuadro 24. Fecha media de la primera floración de los clones en el jardín de propagación de La Huler, Turrialba. Octubre de 1961.

Clon		Emergencia de racimos de las brácteas		Antesis	
		1er. Tallo	2º Tallo	1er. Tallo	2º Tallo
H.023	Octubre	4.6	5.3	13.8 ± 1.6	14.3 ± 1.3
H.041	"	6.3	6.8	14.0 ± 2.2	15.3 ± 1.9
H.053	"	5.4	6.2	15.5 ± 1.2	16.1 ± 0.9
H.012	"	7.9	8.7	17.4 ± 2.1	17.7 ± 2.2

b. Plantas de semilla

La fecha media de la primera floración en el campo de las plantas de semilla de las mismas 20 introducciones que constituyeron el material de los experimentos de fotoperíodo, se dan en el Cuadro 25. Estas plantas, como se dijo en el Cap. III, crecieron hasta los 74 días de edad bajo diferentes fotoperíodos en las cámaras del invernadero. Transplantadas al jardín de propagación de La Hulera, su primera floración se produjo en el mes de Octubre. Cada dato es la fecha media de un número variable de planta máximo 30 plantas, que incluyeron los seis tratamientos anteriores, que aparentemente no influyen después de tan largo intervalo. Juzgando los resultados por las fechas medias del estado de antesis en el segundo tallo, contenidas en el Cuadro 25, podemos ver que hay poca variación. Cuando se comparan los promedios con el de la población en general, las introducciones 5, 6 y 7 son significativamente más tempranas (teniendo 5 desviaciones standards menos la introducción 5, y 11.3 desviaciones standards menos la introducción 6) mientras que las introducciones 21 y 22 son significativamente más tardías por más de 5 desviaciones standards. (Para esto se usó el promedio geométrico de los errores que es  $\pm 0.54$  días; promedio aritmético es  $\pm 0.58$  días).

La Figura 3 muestra la distribución de frecuencias que tuvieron las plantas individuales en su fecha de primera floración. Puede verse que esta población tuvo una distribución normal habiendo plantas de floración temprana y tardía. (Ver página 76).

Cuadro 25. Fecha media de la primera floración en el campo de las plantas de semilla correspondientes a las introducciones de fotoperíodo regulado. Jardín de propagación de La Hulera, Turrialba. Octubre de 1961.

Nº Introd- ucción Exp. Fot. <sup>1/</sup>		Emergencia de racimos de las brácteas		Antesis	
		1er. Tallo	2º Tallo	1er. Tallo	2º Tallo
8	Octubre	11.8	12.3	20.3 ± 0.35	20.8 ± 0.33
10		13.8	14.1	21.8 ± 0.57	21.9 ± 0.42
6		8.0	8.6	14.9 ± 0.79	15.5 ± 0.77
7		9.6	10.2	17.8 ± 0.68	18.0 ± 0.60
11		13.0	13.7	21.4 ± 0.37	21.6 ± 0.31
12		11.9	13.0	20.7 ± 0.40	20.7 ± 0.20
15		11.6	12.2	19.4 ± 0.56	19.9 ± 0.39
20		13.3	13.9	23.2 ± 0.34	24.8 ± 0.28
24		9.8	10.5	18.5 ± 0.44	18.9 ± 0.47
17		13.6	13.7	22.2 ± 0.93	22.8 ± 0.88
18		13.8	13.9	23.2 ± 0.44	24.0 ± 0.44
22		13.9	14.5	24.0 ± 0.96	24.3 ± 0.27
3		12.1	12.8	21.5 ± 0.48	21.7 ± 0.47
4		10.9	11.7	21.2 ± 0.54	21.3 ± 0.54
14		11.8	12.9	21.1 ± 0.51	22.0 ± 0.56
21		15.2	15.3	24.6 ± 0.26	24.7 ± 0.28
23		13.8	14.1	21.3 ± 0.50	22.9 ± 0.42
2		13.0	13.5	22.4 ± 0.54	22.4 ± 0.48
5		11.7	12.4	18.3 ± 0.97	18.6 ± 0.98
1		9.6	10.8	19.8 ± 0.98	20.4 ± 0.47

<sup>1/</sup>: Introducciones arregladas en orden creciente a la latitud de lugar de origen que varía de 290' S a 10927' N.

## 2. Plantel de selección de jaragua en Turrialba

En Octubre de 1960, en plantas en establecimiento, se hizo la primera observación de la floración en el Plantel de Selección de jaragua (PSJ) en Turrialba. Los resultados se dan en el Cuadro 26. Los porcentajes por semana del estado de antesis de este Cuadro, indican que la floración se inició la primera semana de Octubre y al 29 de este mes ya habían florecido la gran mayoría de las plantas. Esta floración se continuó revisando hasta el 10 de Diciembre y las plantas continuaron produciendo racimos que tenían antesis.

Después se cortó el pasto de los 10 bloques (10 repeticiones) que componen el PSJ; el pasto creció y volvió a florecer en Enero, Febrero, Marzo y Abril de 1961, aunque algunas cuantas plantas demoraron hasta Abril, siendo la más tardía la planta 707-4. Cortado nuevamente el 9 de Mayo el pasto creció y permaneció en estado vegetativo pues en revisiones del 29 de Junio había en promedio entre 2.5 a 4.5% plantas con tallos con "hoja bandera" y el 7 de Agosto en todo el campo habían muy pocos tallos con inflorescencias y muchas de estas inflorescencias tenían racimos múltiples o racimos con glumas, aristas y raquis muy alargados (28, 71). Estos tallos mostraban también "renuevos" en los nudos. No parece haber introducciones con más tendencia a tal floración extra-estacional.

Después, sobre las 10 repeticiones tratadas en diferentes maneras, como ya se describió anteriormente, con revisiones diarias del campo a partir del 2 de Octubre se determinó la fecha de la primera floración, emergencia de los racimos de las brácteas y estado de antesis, en los dos primeros tallos para cada planta del PSJ.

Cuadro 26. Promedio de los porcentajes de floración (estado de anthesis) de jaragua por semana. 1/ Plantel de Selección de jaragua en Turrialba. 1960.

Nº Intro- ducción	Oct. 15	Oct. 22	Oct. 29	Nov. 5	Nov. 12	Nov. 19
25	30.0	96.0	100.0			
26	73.3	95.0	100.0			
7	47.5	93.2	100.0			
22	45.0	100.0				
19	15.0	56.6	85.0	90.0	95.0	100.0
20	40.5	97.5				
8	22.2	98.0	100.0			
4	20.0	97.5	100.0			
27	3.3	57.5	96.0	100.0		
2	0.0	30.0	72.5	89.2		
23	36.5	100.0				
24	40.0	93.3				
5	0.0	66.2	93.9	95.2		
3	60.0	81.9	82.5	90.0		
21	0.0	51.9	75.1	100.0		
9	50.0	92.0	100.0			
10	0.0	83.3	95.0			
14	10.0	100.0				
15	36.6	96.6	100.0			
16	0.0	60.0	95.0	100.0		
17	0.0	52.7	87.9	93.3		
18	10.0	72.5	94.0	100.0		
1	33.3	90.0	100.0			
6	41.6	96.0	100.0			
30	85.0	97.5	100.0			
12	28.5	80.8	95.0	100.0		
13	71.5	97.5	100.0			
28	21.6	90.0	95.0	100.0		
29	79.1	93.5	96.6			
11	57.5	100.0				

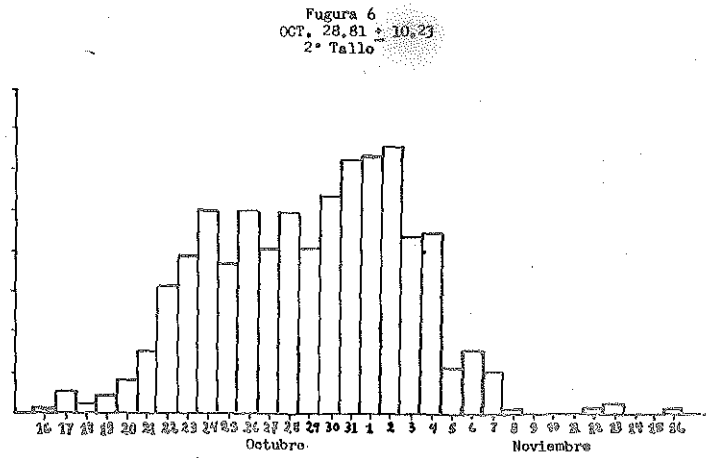
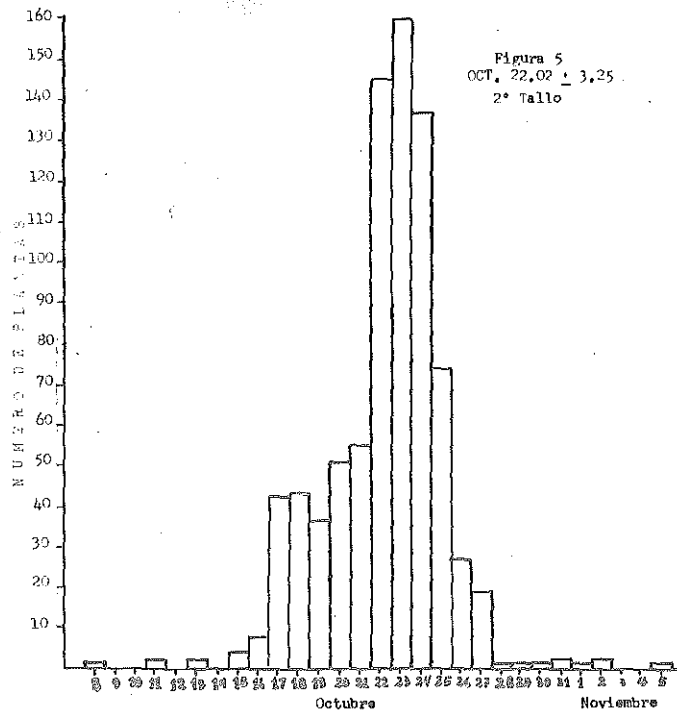
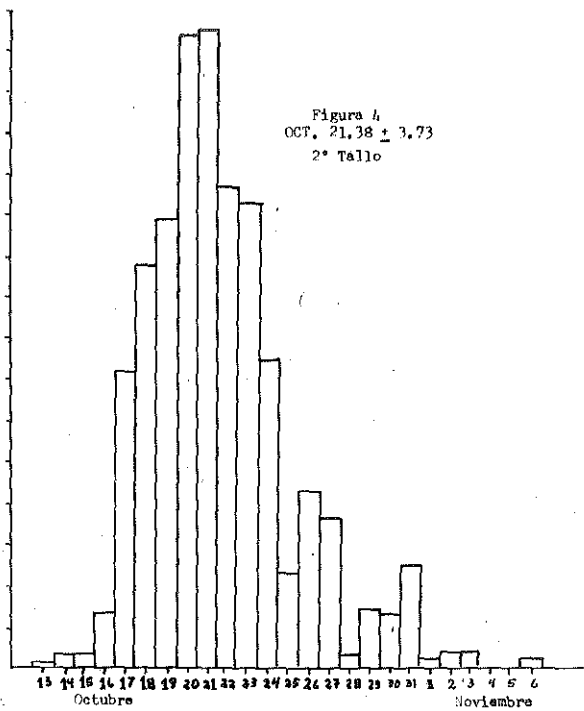
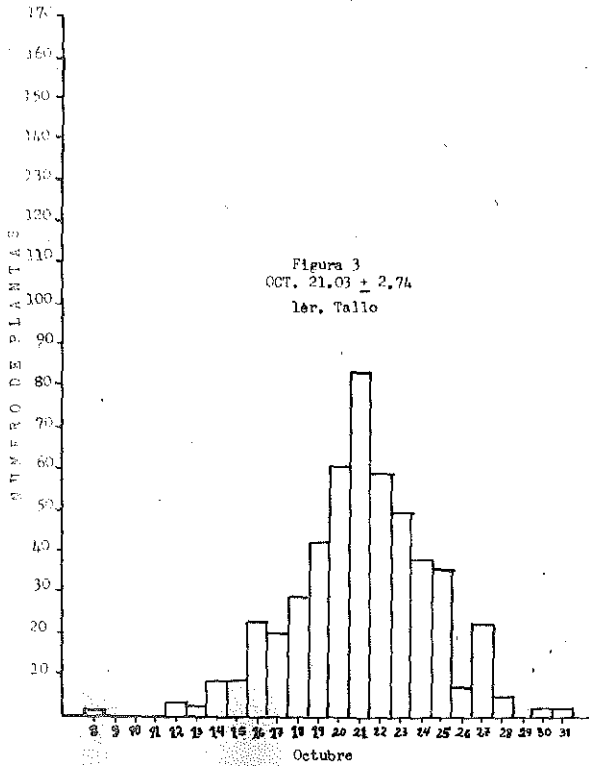
1/ Los promedios son de 4 á 7 repeticiones.

Las Figuras 4, 5 y 6 muestran la distribución de frecuencias que tuvieron las plantas individuales del PSJ respecto a la fecha de su primera floración (antesis segundo tallo). En la Figura 4 que corresponde a las repeticiones I á IV parece haber un grupo de plantas de floración tardía (entre el 28 de Octubre y el 6 de Noviembre) mientras que en la Figura 5 puede verse que más del 50% de las plantas de las repeticiones V á VII florecieron en un lapso de 3 días y que hubo muy pocas plantas tardías. Por último en la Figura 6 que corresponde a las repeticiones VIII á X, puede verse que la población varió más en su floración lo que puede haberse debido al efecto del corte bajo y desuniforme, y al efecto de bordes. También en esta población estuvieron las plantas más tardías.

Para determinar la variabilidad de la fecha de la primera floración se calculó la fecha media de floración del surco de 10 plantas que representa cada introducción en cada repetición y con estas fechas medias se hizo los cálculos estadísticos necesarios, cuyos resultados se dan a continuación. Se usó fechas desde 1º de Octubre, siendo 1º de Noviembre el día '32', 7 de Noviembre '38' etc. para los cálculos.

Los análisis de la variancia de la fecha media de antesis en el primero y segundo tallo para los tres grupos de repeticiones se dan en el Cuadro 27.

La fecha media del estado de antesis en el primero y segundo tallo, para cada introducción en las repeticiones I, II, III y IV, V, VI y VII, y VIII, IX y X, se dan en el Cuadro. Las introducciones en este Cuadro están arregladas en orden creciente a la latitud del lugar de origen que varía de 3º32' N a 10º38' N. En el Cuadro 28a se dan los mismos promedios pero arreglados en orden creciente de la altura



Distribución de las frecuencias de la fecha de la primera floración individual de las plantas de 4 poblaciones de Jaragua en Turrialba. La Figura 3 corresponde a las plantas de semilla que crecieron en el campo como parte de las 20 introducciones que constituyeron el material vegetativo de los experimentos de fotoperíodo. Las Figuras 4, 5 y 6 corresponden a los 3 grupos (I-IV, V-VII y VIII-X) en los que fue dividido por los tratamientos de corte las repeticiones del Plantel de Selección de Jaragua.

del lugar de origen que varía de 10 á 1350 m. (altura sobre el nivel del mar), suponiendo que tal vez hay ecotipos altitudinales en vez de latitudinales.

Cuadro 27. Análisis de la variancia de la fecha de la primera floración (antesís) de jaragua PSJ. Turrialba. Octubre y Noviembre de 1961.

Fuente de Variancia	1er. Tallo			2º Tallo	
	G.L.	S.C.	C.M.	S.C.	C.M.
Reps. I, II, III y IV					
Total (surcos)	118	722.65	6.124	707.96	5.999
Repeticiones	3	155.00	51.660 <sup>***</sup>	154.27	51.423 <sup>***</sup>
Introducciones	29	267.85	9.236 <sup>**</sup>	273.74	9.393 <sup>**</sup>
Error	86	299.80	3.486	279.95	3.255
C. V. %		8.87%		8.41%	
D.S.L. (Introduc.)		2.07 días		2.00 días	
Reps. V, VI y VII					
Total (surcos)	88	300.73	3.417	289.32	3.288
Repeticiones	2	2.98	1.490 <sup>*</sup>	1.05	0.525
Introducciones	29	147.20	5.096 <sup>*</sup>	127.06	4.381
Error	57	150.55	2.641	161.21	2.828
C. V. %		7.87%		7.63%	
D.S.L. (Introduc.)		2.15 días		2.26 días	
Reps. VIII, IX y X					
Total (surcos)	83	906.85	10.925	910.07	10.965
Repeticiones	2	16.91	8.455 <sup>***</sup>	23.72	11.860 <sup>***</sup>
Introducciones	28	468.56	16.734 <sup>***</sup>	484.84	17.304 <sup>***</sup>
Error	53	421.38	7.915	401.84	7.582
C. V. %		10.90%		9.55%	
D.S.L. (Introduc.)		3.92 días		3.81 días	

\* : Significativa 0.05

\*\*\*: Significativa 0.01



Cuadro 28. Fecha media de floración (antesís) de jaragua en el Plantel de Selección en Turrialba. Octubre y Noviembre de 1961.

Nº IntrodUCCIÓN 1/	Rep. I - IV		Rep. V - VII		Rep. VIII - X	
	1er.Tallo	2º Tallo	1er.Tallo	2º Tallo	1er.Tallo	2º Tallo
PLANTAS DE SEMILLA						
25	21.6	22.0	22.0	22.1	33.2	33.3
26	22.7	23.1	22.8	23.0	29.7	30.2
7	20.7	21.0	22.0	22.3	29.1	29.8
22	20.4	20.8	22.1	22.3	28.8	29.1
19	20.5	20.6	22.1	22.4	28.6	29.2
20	19.5	19.8	21.4	21.6	28.9	29.6
8	22.7	23.1	22.0	22.3	31.7	32.2
4	23.3	23.7	21.0	21.1	28.7	29.9
27	22.0	22.4	22.4	22.5	27.7	28.1
2	20.9	21.3	18.2	18.5	22.9	23.3
23	20.0	20.6	20.1	20.6	25.1	25.3
24	22.3	22.5	22.8	23.1	31.5	31.7
5	21.9	22.8	22.4	22.7	26.4	27.1
3	31.9	22.4	22.0	22.1	27.5	27.6
21	21.1	21.3	22.7	22.7	28.1	28.3
9	21.0	21.9	22.4	22.7	30.8	30.8
10	24.0	24.3	23.2	23.4	25.7	25.9
14	24.7	24.9	23.3	23.4	30.4	30.9
15	19.9	20.3	22.4	22.6	28.4	28.8
16	20.5	21.4	23.6	23.7	26.7	26.9
17	21.3	21.4	19.0	19.1	29.7	29.8
18	20.1	20.4	21.8	22.0	29.3	29.7
1	21.3	21.7	23.5	23.6	27.3	28.3
Promedio	21.4	21.9	21.9	22.1	28.5	29.8
CLONES						
6	19.8	19.8	22.4	22.9	25.0	25.6
30	19.5	20.0	21.3	21.3	-	-
12	19.1	19.6	21.1	21.3	32.7	33.0
13	20.2	20.6	20.3	20.8	27.4	27.9
28	18.6	19.3	19.6	20.0	25.6	25.6
29	19.5	19.9	21.6	21.8	26.1	26.5
11	18.8	18.9	21.3	21.5	30.7	30.9
Promedio	19.4	19.9	21.1	21.4	27.9	28.2
D.L.S. *	2.07	2.00	2.15	2.26	3.92	3.81

\* Significativa 0.05

1/ Introducciones arregladas en orden creciente a la latitud del lugar de origen que varía de 3032' N a 10038' N.

Cuadro 28a. Fecha media de floración (antesis) de jaragua arregladas según alturas. Plantel de selección en Turrialba. Octubre y Noviembre de 1961.

Nº intro- ducción	Altura Lugar de origen m.s.n.m.	Rep. I - IV		Rep. V - VII		Rep. VIII - X	
		1er.	2º	1er.	2º	1er.	2º
		Tallo	Tallo	Tallo	Tallo	Tallo	Tallo
PLANTAS DE SEMILLA							
8	10	22.7	23.1	22.0	22.3	31.7	32.2
9	50	21.0	21.9	22.4	22.7	30.8	30.8
10	"	24.0	24.3	23.2	23.4	25.7	25.9
14	"	24.7	24.9	23.3	23.4	30.4	30.9
5	150	21.9	22.8	22.4	22.7	26.4	27.1
3	"	21.9	22.4	22.0	22.1	27.5	27.6
4	"	23.3	23.7	21.0	21.1	28.7	29.9
2	"	20.9	21.3	18.2	18.5	22.9	23.3
15	150	19.9	20.3	22.4	22.6	28.4	28.8
16	"	20.5	21.4	23.6	23.7	26.7	26.9
17	"	21.3	21.4	19.0	19.1	29.7	29.8
18	"	20.1	20.4	21.8	22.0	29.3	29.7
22	450	20.5	20.8	22.1	22.3	28.8	29.1
21	550	21.1	21.3	22.7	22.7	28.1	28.3
20	602	19.5	19.8	21.4	21.6	28.9	29.2
19	620	20.5	20.6	22.1	22.4	28.6	29.6
25	1000	21.6	22.0	22.0	22.1	33.2	33.3
26	"	22.7	23.1	22.8	23.0	29.7	30.2
7	"	20.7	21.0	22.0	22.3	29.1	29.8
24	1300	22.3	22.5	22.8	23.1	31.5	31.7
23	"	20.0	20.6	20.1	20.6	25.1	25.3
27	1350	22.0	22.4	22.4	22.5	27.7	28.1
1		21.3	21.7	23.5	23.6	27.3	28.3
CLONES							
30	10	19.5	20.0	21.3	21.3	-	-
11	100	18.8	18.9	21.3	21.5	30.7	30.9
12	300	19.1	19.6	21.1	21.3	32.7	33.0
13	500	20.2	20.6	20.3	20.8	27.4	27.9
28	700	18.6	19.3	19.6	20.0	25.6	25.6
6	602	19.8	19.8	22.4	22.9	25.0	25.6
29	1100	19.5	19.9	21.6	21.8	26.1	26.5

$$r_1 = 0.401^* \quad r_2 = 0.379^* \quad r_3 = 0.288 \quad r_4 = 0.248$$

\* Significativa 0.05

$r_1$  y  $r_2$ : Coeficiente de correlación del 1er. y 2º tallo de las repeticiones I - IV con V - VII, respectivamente.

$r_3$  y  $r_4$ : Coeficiente de correlación de los promedios del 1er. y 2º tallo de las repeticiones V - VII con VIII - X, respectivamente.

Los resultados aquí presentados indican que la primera floración del jaragua del Plantel de selección de Turrialba ocurrió según las fechas medias dentro de un corto intervalo de tiempo en Octubre y Noviembre de 1961. En las fechas medias del estado de antesis en el segundo tallo la diferencia máxima es de 6.0 días en las repeticiones de I a IV, de 5.2 días en las repeticiones de V á VII y 10.0 días en las repeticiones de VIII á X. El corte bajo del pasto de las repeticiones VIII, IX y X retrasó la primera floración. Hay una correlación directa significativa entre las fechas medias de las repeticiones I, II, III y IV con las de las repeticiones V, VI y VII mientras que la correlación de las fechas medias de estas últimas repeticiones con las de las repeticiones VIII, IX y X no resultó significativa.

Aunque se encontró diferencias significativas entre introducciones en la fecha media para llegar al estado de antesis, es difícil separar nítidamente estas introducciones en tempranas o tardías respecto a su primera floración. Además parecen que ciertos casos de tempranez vienen de efectos de borde que eran difícil de eliminar, a pesar de haber sido sorteadas.

Tampoco parece haber relación entre la latitud de origen de las introducciones y las necesidades de longitud de fotoperíodo para florecer. Esto puede deberse a que el rango de latitud de orígenes es bajo o a que las poblaciones de jaragua de estos lugares son de reciente introducción (2, 9, 18, 68) y por lo tanto no han sufrido el proceso de adaptación local a este factor climático. Respecto a la altura puede decirse lo mismo, pues no se ha encontrado mayores diferencias entre fechas por la altura del lugar de procedencia.

Sólo ha sido posible separar un grupo pequeño de plantas que por su fecha de floración individual, pueden ser tardías en este carácter (45, 50). En el Cuadro 29 se da la relación de estas plantas que tuvieron floración tardía, comparadas con la población del Plantel de selección de jaragua. Las fechas de antesis están comprendidas entre el 27 de Octubre y el 16 de Noviembre. Este grupo de plantas además de haber sido último en florecer tiene algunas otras características deseables, como la relación de hojas a tallos. En la mayoría de ellas la cantidad de hojas es abundante y el número de tallos florales es bajo. Dicho número está comprendido entre 10 y 80 mientras una estimación del promedio general de la población dio  $90.2 \pm 14.4$ . Según estos datos la floración tardía parece estar correlacionada inversamente con la producción de tallos. Este grupo de plantas pertenece a 8 lugares de procedencia y a 11 de las 30 introducciones que componen el Plantel pero ninguna pertenece a las introducciones procedentes de Turrialba, ni a las multiplicadas clonalmente.

Futuras observaciones o experimentos deberán probar si estas plantas son casos de adaptación a grados diferentes de fotoperíodo (45).

No se descarta la posibilidad de que algunas de estas plantas sean plantas enfermas, que están sufriendo alguna infección fungosa o virosa que altere su comportamiento. Esta posibilidad es mayor en el caso de las que mostraban hojas amarillentas en varias épocas.

Los resultados aquí presentados, indican que la primera floración de jaragua es periódica cada año (15, 45, 60) y este pasto permaneció floreciendo en Turrialba 7 meses durante el año, de Octubre a Abril, de Mayo a Agosto en estado vegetativo y el mes de Setiembre en estado de prefloración.

Cuadro 29. Plantas tardías en la fecha de la primera floración. Estado de antesis. Plantel de Selección de jaragua en Turrialba. 1961.

Lugar de Origen	Nº de introducción	Nº de la planta	Fecha de antesis ler. Tallo	Nº Tallos Nov.13	Otras características
Palmira	25	805-1	Nov.16 <sup>*</sup>	35	Hoja ancha, más verde
(Colombia	7	811-2	Nov.11	30	
"	7	811-8	Nov. 8	70	Poca altura
Lugares de Costa Rica					
Socorrito	8	303-6	Nov. 2	10	Poca altura
(Barranca	8	414-2	Nov. 2	17	
Carvajal	27	902-7	Oct.27	-	
(Piedades S.)	27	1027-7	Nov. 9	22	
Chassoul-s	23	903-6	Nov. 6		
(Los Angeles)	23	324-3	Oct.27	25	
" -ht	24	219-6	Nov. 3		
"	24	1004-1	Nov. 9	17	Hoja ancha
Cárdenas	3	332-4	Nov.4 <sup>*</sup>	21	
(Nicoya)	3	406-2	Oct.30	75	Hoja ancha
La Pacífica	14	329-4	Nov.6 <sup>*</sup>	65	
(Cañas)					
El Capulín	15	415-7	Oct.27	-	Hoja angosta y tallos florales finos
(Liberia)					
"	17	711-7	Oct.28	83	Hoja angosta
"	17	424-5	Oct.30	55	
"	17	424-10	Nov.3 <sup>*</sup>	54	Hoja angosta y tallos florales finos
---	1	707-4	Nov. 4 <sup>*</sup>	40	Hoja ancha, color amarillento

\* Significativamente (P = .05) diferente del promedio de la repetición correspondiente, calculado por la desviación standard:

$$\text{Rep. I - IV s (planta individual)} = 5.9 \quad t_{05} = 2.23$$

$$\begin{aligned} \text{Fecha significativa} &= \bar{x} + t.s = 21.38 + 13.05 \\ &= 34.43 \text{ o sea Nov. 3} \end{aligned}$$

$$\text{Rep. V - VII Fecha sig.} = 33.38 \quad \text{" " Nov. 2}$$

$$\text{Rep. VIII - X " " } = 47.48 \quad \text{" " Nov. 16}$$

3. Ruta Turrialba-Cartago-San José-San Ramón-Cañas, Guanacaste

En el Cuadro 30 se dan las fechas de floración de jaragua de algunos lugares de la carretera de Turrialba, Cartago, San José, San Ramón y Cañas, Guanacaste.

Los datos de este Cuadro indican que la floración ocurrió primero en los lugares más altos, entre Cartago y "Laboratorios Veterinarios", situados muy cerca de la Estación Experimental El Alto; mientras que las floraciones más tardías ocurrieron en los lugares más bajos y más al norte.

Estas diferencias de la fecha de floración probablemente no se deben a variaciones de fotoperíodo sino más bien a la interacción de otros factores como la cantidad de lluvia que tuvieron las plantas para su crecimiento y también a la diferencia de temperatura. Los días cortos con baja temperatura nocturna favorece la floración (26, 43, 54) mientras que la alta temperatura nocturna retrasa la floración de algunos pastos (43). En ciertos lugares, como entre Km. 82-92 de la cuesta de la Carretera Panamericana, la presencia casi continua de nubes en la época lluviosa (Mayo-Noviembre) probablemente contribuían a una floración tardía, a pesar de sus temperaturas relativamente bajas.

Cuadro 30. Fechas de floración de jaragua en la ruta Turrialba-Cartago-San José-San Ramón-Cañas, Guanacaste. 1961.

Lugar	Altura m.s.n.m.	AEB	RE	% Antesis	
				1 á 5	más 20
Las Pavas-Turrialba	670	Oct.10	--	Oct.21	Oct. 28
La Margarita,IICA-Turrialba	602	--	Oct.17	Oct.21	Oct. 24
Birricito	1300	Oct. 7	Oct.13	Oct.17	Oct. 19
Campo Joaquín Picado (pastoreado)	1310	--	--	Oct.30	--
Frente Campo J. Picado	1300	--	--	Oct.21	--
Poste Km.9(Casco de Caballo)	1320	--	Oct.13	Oct.21	--
Ortiz	1350	Oct. 7	Oct.13	Oct.17	Oct. 22
Nuevo Camino de Cartago		Oct. 7	--	Oct.17	Oct. 21
Antiguo Camino de Cartago	1400	Oct. 7	--	Oct.19	--
Montenegro, 10 Km.SO-Cartago	1400	--	--	Oct.21	--
Ochomogo, 200 m.E de la Cima	1540	Oct. 7	--	Oct.13	--
Comienzo Gradiente del F.C.	1500	--	Oct.15	Oct.21	Oct.28
Est. Experimental El Alto	1450	Oct. 7	Oct. 7	Oct.18	Oct. 22
Laboratorios Veterinarios	1450	Oct.11	--	Oct.13	--
Curridabat	1220	Oct. 7	Oct.13	--	Oct. 28
Emb. Americana-Escazú	1100	Oct. 7	--	Oct. 21	--
Parque Nacional, San José	1200	--	--	Oct.21	--
Aserradero 2 Km. E. de Alajuela	900	--	--	Oct.22	Oct. 31
Km. 31.4 Panamericana		--	--	--	Oct. 31
Km. 35.5 Panamer. (R.Tacares)	860	--	--	--	Oct. 31
Puente entre Naranjo y Sarchí	740	--	--	Oct.19	--
Km. 51 Panamericana	950	--	--	--	Oct. 31

Continuación Cuadro 30.

Lugar	Altura m.s.n.m.	AEB	RE	% Antesis	
				1 á 5	más 20
Km. 62 Panamericana (Cima)	1100	--	--	--	Oct.24
Km. 73.8 Panamericana	1000	--	--	--	Oct.28
Km. 81(Parte más alta)H.053 (San Ramón)	1100	--	Oct.19	--	Oct.30
Km. 84.5 Panamericana	950	--	Oct.31	--	--
Km. 87.5 Panamericana H.041	700	--	Oct.31	--	--
Km. 96.1 Panamericana H.033	500	Oct.29	--	--	--
Km. 98.4 Panamericana	400	--	Oct.28	Oct.30	--
Km. 100.4 " H.023	300	--	Oct.29	Oct.30	--
Esparta	100	--	--	Oct.27	--
Consejo Nac. de Producción	10	--	Oct.29	Oct.31	--
Est. Experimental Socorrito (Barranca)	10	--	Oct.29	Oct.31	--
Cruce Río Aranjuez y Carre- tera Panamericana H.012	100	Oct.19	--	Oct.30	--
Comisariato La Irma (Km. 163 Panamericana)	70	--	--	Oct.31	--
Colina "Vista de Guanacaste"	150	--	--	Oct.31	--
Hondonada Junto a la Colina	100	--	--	--	Oct.31
Km. 184 Panamericana		--	--	Nov. 1	--
La Pacífica (Cañas, Gte.)	50	--	--	Nov. 1	Nov.10

AEB = Aristas de las florecillas emergentes de las brácteas.

RE = Racimos emergentes.



4. Plantel de selección de jaragua en La Pacífica, Cañas, Gte.

Este Plantel se comenzó a establecer en Setiembre de 1960 por lo que no fue posible tomar datos inequívocos de la primera floración que por cierto ocurrió en Noviembre. Pues en la misma finca se cosechó semilla, a intervalos de 7 días comenzando el 7 de Noviembre de 1959. Hasta inclusive el 14 de Noviembre las muestras no tuvieron desarrollo suficiente para germinación. Blue (9) informa también que en 1959, la floración en Liberia (Gte.), (10°38'N), se presentó a fines de Noviembre y comienzos de Diciembre. En observaciones del 15 de Marzo de 1961 había floración en este Plantel y se notaba alguna proliferación de racimos. El pasto se cortó el 3 de Mayo y en observaciones del 10 y 18 de Julio se notaba cierto grado de tallos con "hoja bandera" y algunos racimos proliferados o múltiples; en no más de 2.4% de las plantas. Después siguieron 2 cortes más siendo el último el 19 de Setiembre.

Revisado el crecimiento el 25 de Setiembre no presentaba ninguna señal de floración. Revisado el 14 de Octubre tampoco presentaba principios de floración, pero en plantas vecinas al Plantel empezaba a verse tallos con "hoja bandera". En observaciones del 19 de Noviembre se encontró aproximadamente 38% de plantas con tallos en el estado de "hoja bandera" y 58% con racimos emergiendo de las brácteas. Revisado nuevamente el 10 de Noviembre se encontró 13% de plantas ya en el estado de antesis en el primer tallo. Finalmente se estimó la fecha de la primera floración (estado de antesis) de cada planta de todo el Plantel, por su apariencia y la caída de semilla el 24-25 de Noviembre de 1961. Para este estimado se tuvo en cuenta que del estado de antesis

al comienzo de la caída de semilla, transcurre como mínimo 10 días.

Para determinar la variabilidad de la fecha de la primera floración, con los datos obtenidos en estas observaciones, se calculó la fecha media de la primera floración para cada introducción en cada repetición. Con estas fechas medias se ha hecho el cálculo estadístico necesario, cuyos resultados se dan en el Cuadro 31.

Cuadro 31. Análisis de la variancia de la fecha de la primera floración (antesís) en jaragua. 1/ Plantel de selección de jaragua en La Pacífica, Las Cañas, Guanacaste. Noviembre de 1961.

Fuente de Variancia	S. C.	G. L.	C. M.
2 <sup>o</sup> Tallo			
Total Surcos	214.43	59	3.634
Bloques	42.14	4	10.535
Introducciones	38.83	11	3.530
Error	133.56	44	3.033
C. V. 9.40 %			

1/ Considerando sólo las introducciones de plantas de semilla (ver Cuadro 32).

Las mismas fechas de antesís, de cada introducción en las 5 repeticiones que tiene el Plantel y el promedio de ellas, se dan en el Cuadro 32.

Cuadro 32. Fecha media de floración (antes) de jaragua<sup>1/</sup>. Plantel de selección de jaragua en La Pacífica, Las Cañas, Gte. Noviembre de 1961.

Nº Introd- ucción <u>2/</u>	Repeticiones					Promedio
	I	II	III	IV	V	
PLANTAS DE SEMILLA						
25	10.6	17.6	17.0	15.7	13.7	14.9
7	12.3	16.1	15.7	16.8	15.9	15.4
22	16.9	15.6	19.2	16.0	16.1	16.7
19	13.0	15.9	15.6	16.3	11.8	14.5
8	17.4	15.6	14.4	16.8	17.3	16.3
27	15.7	15.9	18.2	12.0	14.5	15.3
24	13.3	15.4	16.5	16.5	16.7	15.7
5	14.0	13.4	15.9	15.9	15.2	14.9
21	12.9	13.1	18.2	13.8	15.8	14.7
<u>9<sup>3/</sup></u>	14.6	12.2	18.3	12.7	10.6	13.7
15	15.4	14.0	16.5	13.0	14.0	14.8
17	14.5	14.5	14.3	15.4	12.8	14.3
CLONES						
6	10.0	15.9	17.5	16.5	13.0	14.6
30	19.3	12.0	18.0	16.0	12.5	15.6
29	13.7	16.0	--	22.0	15.8	16.9

1/: Correspondientes al segundo tallo.

2/: Introducciones arregladas en orden creciente a la latitud del lugar de origen. La latitud varía de 3032' N á 10038' N.

3/: Introducción de origen en la misma finca, con semilla cosechada el 21 y 28 de Noviembre de 1959 (véase texto).

Los resultados aquí presentados indican que la primera floración del jaragua en el Plantel de selección en La Pacífica, ocurrió en término medio, entre el 13 y 17 de Noviembre de 1961. No hubo diferencias significativas entre introducciones en las fechas medias para

llegar al estado de antesis pero la primera floración de este pasto es periódica cada año (9, 15). Comparando las fechas medias de antesis en el segundo tallo de las introducciones en Turrialba y en La Pacífica (usando datos de las rep. VIII - X de Turrialba por tener más parecido el corte) se encontró que en La Pacífica la floración ocurrió entre 12 á 20 días después que en Turrialba.

Probablemente estas diferencias no podrían deberse a variaciones de la longitud de fotoperíodo por la latitud porque hay poca distancia entre estos 2 lugares, y probablemente menos de un día de diferencia en llegar a un fotoperíodo crítico de (digamos) 12.25 horas. Mas bien puede deberse a la interacción de otros factores climáticos con el fotoperíodo. Probablemente de estos factores los más importantes son la temperatura y la precipitación pluvial. La temperatura de Cañas y de la región de Guanacaste en general es más alta que la de Turrialba y la precipitación al contrario es menor que en esta última localidad, y empieza más tarde, en Mayo o aún en Junio. La temperatura registrada durante los meses de 1961 en la finca La Pacífica en promedio, es casi 6°C más alta que la temperatura registrada en Turrialba. Esta alta temperatura probablemente actúa retrasando la floración (43).

Por otra parte durante el ciclo estacional del clima a lo largo de un año, pasada la estación de secas el inicio del crecimiento de los pastos depende de el comienzo de las lluvias que se presentan un tanto tarde y sobre todo mal distribuídas lo que retrasa el estado de crecimiento de los pastizales al llegar los días cortos favorables para la floración del jaragua.

Las Figuras 7 y 8 correspondientes al Plantel de selección de Turrialba y un campo adyacente al Plantel de La Pacífica, Cañas, muestran una comparación del estado de desarrollo de los pastos en la misma fecha (Octubre 14). Se puede ver en la Figura 7 que el jaragua de las repeticiones V-VII y VIII-X está en estado de "hoja bandera" con ciertas plantas ya florecidas mientras que en la Figura 8, puede verse que aún no hay signos de floración.

#### Correlaciones entre experimentos y lugares

Para ver la correlación que había en cuanto a la fecha de flora ción entre el invernadero y el campo, y entre uno y otro campo o lugar, se calculó los coeficientes de correlación con los datos de estos experimentos. Para los clones y plantas de semilla se usó los datos del invernadero y del jardín de propagación. También se consideró estos últimos datos y las introducciones del mismo origen del PSJ de Turrialba. Finalmente se correlacionó los datos de las 14 introducciones que están representadas en los Planteles de Turrialba y La Pacífica, Cañas. En este último caso, se usaron los datos de las repeticiones VIII-X por ser más parecidos a La Pacífica en el tipo de corte. Todos estos coeficientes resultados bajos y no significativos lo que indica que el medio ambiente tuvo gran influencia en la expresión fenotípica de floración eclipsando cualquier variabilidad genética que pudo haber existido, pero cuyo rango en términos de días debe ser pequeño.



Figura 7. Estado de Floración. Plantel de Selección de jaragua de Turrialba: repetición VIII (izquierda) cortado el 29 de Agosto y repetición V (derecha) sin corte en Agosto. Octubre 14, 1961.



Figura 8. Estado de desarrollo del pasto de un campo adyacente al Plantel de selección de jaragua en La Pacífica, Cañas, Guanacaste. Octubre 14, 1961.

## DISCUSION

La respuesta de las plantas a la duración relativa del día y la noche es variable. Hay plantas de días cortos o sea aquellas que florecen solamente cuando el período de luz solar es inferior a un determinado valor crítico; otras sólo florecen cuando el período de iluminación excede un valor crítico, estas plantas son de días largos (11). Pero aun dentro de una especie de días cortos o largos puede haber estirpes que tienen fotoperíodos críticos diferentes.

Teniendo en cuenta que el jaragua tiene floración estacional, con el presente estudio se trató de probar experimentalmente el efecto del fotoperíodo en este pasto y su variabilidad.

Tanto los clones como las plantas de semilla del jaragua en los experimentos de invernadero florecieron solamente en los fotoperíodos cortos hasta 12 horas y permanecieron en estado vegetativo en los fotoperíodos largos de 12.5 horas en adelante. Luego la floración de estas plantas es un fenómeno regulado por la longitud de los días teniendo un fotoperíodo crítico alrededor de 12.25 (12 y 1/4) horas. Según esto y aplicando los conceptos de Bonner y Galston (11) estas plantas por su floración pertenecen al grupo de plantas de días cortos.

El jaragua parece ser asimismo una planta sensible a los efectos del fotoperíodo. Inducida su floración parece que para su desarrollo también necesita fotoperíodos favorables (13). El fraccionamiento del período oscuro por un corto tiempo de iluminación con una intensidad de 300 lux que constituyó uno de los tratamientos de estos experimentos produjo una falta de inducción o una inhibición completa de la



floración; generalmente esto ocurre en las plantas de días cortos (11). En algunos cultivos como la caña de azúcar la inhibición de la floración por fraccionamiento del período afótico tiene valiosa aplicación práctica; lógicamente en pastos su aplicación es difícil, pero si es una indicación de las alteraciones que produce la luz en los procesos fisiológicos del jaragua.

La producción media de racimos florales de las plantas en los distintos fotoperíodos que permitieron floración, fue variable. Dicha producción parece estar correlacionada inversamente con la longitud del fotoperíodo. Youngner (72) encontró en Zoysia sp. resultados similares. En el ambiente natural la variación del fotoperíodo probablemente influya en la producción de semilla del jaragua al influir en la producción de inflorescencias.

El número de tallos de las plantas, la altura y la producción de materia seca fueron también modificados por la longitud de los fotoperíodos. El largo y ancho de hojas de las plantas tuvieron correlaciones directas y significativas con la longitud del fotoperíodo. La relación de hojas a tallos, sobre materia seca, en el forraje total producido por las macetas de los clones tuvo también una correlación directa significativa. Luego los caracteres cuantitativos del jaragua variaron con las variaciones de los fotoperíodos. Olmsted (48) encontró también este tipo de variación en 6 especies del género Bouteloua. En el medio ambiente, a lo largo del año los caracteres cuantitativos del jaragua varían no sólo por las variaciones de fotoperíodo sino también por otras causas tales como las largas sequías que se presentan en las zonas del Pacífico de Centro América.

En el campo la primera floración de las introducciones que componen el Plantel de selección de jaragua en Turrialba, ocurrió en Octubre, dentro de un corto intervalo de tiempo lo que indica que dichas introducciones están adaptadas a un mismo fotoperíodo para florecer y no constituyen por su procedencia ecotipos latitudinales respecto a este factor climático. El comportamiento bastante uniforme de las introducciones probadas con fotoperíodos regulados lleva a la misma conclusión. Probablemente la poca variabilidad de este material vegetativo se debe a que pertenece a poblaciones de reciente introducción (9, 18, 38), y por lo tanto sin un alto grado de adaptación local.

En Turrialba en los campos observados tanto en 1960 como 1961 la primera floración del jaragua se presentó en la misma época cada año. La explicación de esta periodicidad de floración estacional, es obvia. En los experimentos de invernadero se encontró que el jaragua florecía con fotoperíodos cortos teniendo un fotoperíodo crítico alrededor de 12 hr.:15 min. Por otra parte teniendo en cuenta los datos del Cuadro 4, la longitud relativa del día a lo largo del año sufre una variación de más de una hora.

El nivel de 50 lux parece que es la intensidad de luz natural que comienza a ser efectiva para la inducción floral fotoperiódica del jaragua. A esta intensidad de luz según los datos del Cuadro 4 la longitud del día el 20 de Abril era 12:23'. El jaragua tenía floración como resultado de inducción anterior. El fotoperíodo crítico para la floración de este pasto parece vencerse alrededor de esta fecha (20 de Abril) pasando después al estado vegetativo porque la longitud del día va en aumento hasta el 21 de Junio para luego comenzar a decrecer. Cortado el jaragua el 9 de Mayo, creció y permaneció

en estado vegetativo hasta Agosto. El 20 de este mes la longitud del día era de 12:24'. Alrededor de esta fecha parece que se cumple el fotoperíodo crítico que inicia la primera floración del año. La aparición de signos exteriores de floración tal como el estado de "hoja bandera" a fines de este mes parece confirmar esta suposición. El 20 de Setiembre la longitud del día era 12:05'. Es decir este mes debería presentar floración el jaragua. En efecto así fue. En Setiembre presentó prefloración y floreció en Octubre (estado de antesis). Del mes de Setiembre la longitud del día sigue decreciendo hasta llegar al día más corto en Diciembre y luego comenzar a aumentar otra vez hasta Junio. El fotoperíodo crítico en ambiente natural por lo tanto parece ser más alto que el propuesto de acuerdo a los resultados de los experimentos de invernadero y esto puede ser así porque 300 lux de luz suplementaria que recibieron las plantas en el invernadero es una intensidad suficientemente alta como para inhibir completamente el desarrollo de alguna inducción floral cerca al valor crítico.

Todas nuestras observaciones se han basado sobre floración visible aunque el método más seguro para determinar la época en que el fotoperíodo comienza a inducir floración es la disección del punto de crecimiento de los tallos; de tales pruebas por falta de tiempo sólo fue posible hacer un mínimo. Según estas disecciones la inducción floral del jaragua parece comenzar a fines de Agosto en Turrialba, apenas el 15 de Setiembre en Cañas lo que confirma también lo anteriormente discutido. Desde esta época el jaragua puede florecer bajo las condiciones húmedas de Turrialba por más de 7 meses al año.

El tiempo que el jaragua necesita después de un corte o pastoreo para llegar a la edad de inducción floral más el intervalo entre la

inducción y el estado de floración visible en las condiciones más favorables parece ser alrededor de 40-50 días.

En el Plantel de selección de jaragua de Turrialba, se encontró un pequeño grupo de plantas que tuvieron floración tardía además de tener una proporción de tallos florales menor que el promedio de la población en general. Esto es una indicación que es posible encontrar plantas de este pasto de mejores características forrajeras que las comunes aun en poblaciones sin un alto grado de diferenciación en sus necesidades de fotoperíodo, como son las poblaciones centroamericanas de jaragua.

En la ruta Turrialba-Cartago-San José-San Ramón-Cañas, Gte. la floración de jaragua ocurrió primero en los lugares más altos mientras que las floraciones más tardías se presentaron en los lugares más bajos y más al norte. Esto es una indicación que el efecto de los días cortos en la floración es interaccionado por otros factores ambientales, particularmente por la temperatura. Al respecto Mes (43) encontró que la temperatura nocturna baja y los días cortos afectaba favorablemente la floración de Hyparrhenia hirta mientras que los días largos y alta temperatura nocturna retrasaba la floración considerablemente.

La floración del jaragua en el Plantel de selección de la finca La Pacífica, Cañas, Gte. también se produjo en un intervalo de tiempo corto lo que indica que las introducciones que componen este Plantel tampoco mostraron mayor variación en sus necesidades de fotoperíodo para florecer en esta localidad. La prueba de que no existe entre estas plantas ecotipos altitudinales es el intercambio de introducciones. Las introducciones en La Pacífica comparadas con las

mismas de Turrialba, sufrieron un retraso de más de 2 semanas, lo que puede ser debido a una interacción entre el fotoperíodo y otros factores del medio ambiente.

Las condiciones ecológicas de Cañas y de la región de Guanacaste en general, retrasan la primera floración del jaragua. Los factores climáticos más importantes que interaccionan el efecto del fotoperíodo en la floración probablemente son la alta temperatura (43) de la región y la cantidad de lluvia que tienen los pastizales para crecer. Pasada la estación de secas el inicio del crecimiento de los pastos cada año depende del comienzo de las lluvias que se presentan un tanto tarde y sobretodo mal distribuídas. El retraso de floración, aun siendo corto, puede considerarse como una ventaja en la producción de forraje en las condiciones de esta localidad.

El jaragua en los lugares que cubrió las observaciones mostró una floración lujuriosa teniendo un desbalance entre la floración y la producción de forraje, máxime si se tiene en cuenta que al florecer el pasto pierde mucho en valor alimenticio como lo han demostrado las investigaciones de Jardim y asociados (35) y también otras investigaciones realizadas en otras partes del mundo.

El corto tiempo que necesita el jaragua después de un corte o pastoreo para llegar a florecer hace difícil que el manejo del pasto contrareste las desventajas de la floración. Al respecto Correa (18) afirma que el rápido y extraordinario desarrollo del jaragua impone un pastoreo frecuente antes que los tallos se leñifiquen y se tornen excesivamente agrestes y duros, mientras que Horrell (33) afirma que la tendencia a florecer del jaragua es más fuerte en ciertas épocas del año y no es fácilmente alterado por el manejo. Es difícil ver

otro método de manejo que el pastoreo rotacional, y el ensilaje en períodos cuando el ganadero no tiene suficientes animales para pastorear eficientemente. La henificación también debe probarse (9).

Los resultados del presente estudio avisaron la posibilidad de la selección de estirpes o ecotipos de floración tardía, de hojas abundantes, con una proporción de tallos más baja que la de los pastos cultivados hasta ahora, que puedan ser manejados por los ganaderos más fácilmente.

Por otra parte el valor del fotoperíodo crítico del jaragua da la posibilidad de intercambio de material reproductivo para su mejoramiento. Puede ser posible la producción de semilla en gran escala en un lugar para ser sembrado en otro. Por ejemplo para la faja ecuatorial de Sud América y para Centro América, convendría semilla proveniente de las latitudes más altas de Sud América donde posiblemente el jaragua tiene un fotoperíodo crítico más bajo si está adaptado para florecer en invierno lluvioso, aunque las observaciones de Parodi (52) no dan mucha esperanza en eso.

Según esto también las introducciones más deseables del centro de origen de la especie para los trópicos de la América, podrían ser las provenientes de las partes más sureñas del Africa. Es decir que es posible que de resultados la aplicación de la hipótesis de mal ajuste propuesta por Whyte (69) en el mejoramiento de este pasto. Evidentemente estirpes ecuatoriales tendrían éxito en las zonas subtropicales del Brasil por ejemplo.

Completada la primera etapa del estudio del efecto del fotoperíodo y la variabilidad del jaragua a este factor puede recomendarse que las futuras investigaciones se hagan en ambiente natural simplemente

y tratando en lo posible de incluir material vegetativo proveniente del Africa tropical o con material de latitudes más altas que las de los lugares de procedencia del material que incluyó este estudio. Aunque también pueden llevarse a cabo experimentos en invernadero con fotoperíodos cercanos al crítico que se determinó en estos experimentos. Debería también en futuros ensayos hacerse intervenir la temperatura para ver si efectivamente tiene interacción con el fotoperíodo y si influye en la producción de semilla.

## RESUMEN

En el invernadero se estudió el efecto de fotoperíodos regulados (con luz natural y suplementaria) en clones y plantas de semilla del pasto jaragua Hyparrhenia rufa (Nees.) Stapf. En el primer experimento se obtuvo floración con 8, 10 y 12 horas y las plantas permanecieron en estado vegetativo con 14.16 y Día Solar (12 horas y 2-30 minutos). En el segundo experimento se tuvo floración en los fotoperíodos de 11.0, 11.5 y 12.0 horas. No hubo floración aun hasta los 92 días con 12.5 y 11.0 + 0.5 horas (período oscuro fraccionado).

En el campo se tuvo sembradas las mismas introducciones de las plantas de semilla de los experimentos de invernadero: Hubo 20 introducciones sin regulación de luz y de ellas un grupo de 8 introducciones en 2 cámaras con un fotoperíodo de 10 horas. Las plantas con fotoperíodo de 10 horas florecieron casi simultáneamente que las plantas hermanas en el invernadero, mientras que las sin regulación de luz no florecieron sino en Octubre.

Estos resultados muestran que el fenómeno de floración, y estado vegetativo de estas plantas estuvo regulado por la longitud de los fotoperíodos siendo plantas de días cortos en sus necesidades para florecer. No se encontró mayor variabilidad en el número promedio de días que necesitaron las plantas de semilla para llegar al estado de floración. Lo mismo sucedió con los clones, aunque ambos tipos de materiales se escogieron de lugares de diferente latitud o altura.

El largo y el ancho de las hojas, y la proporción de hojas a tallos en el forraje total varió con los fotoperíodos habiendo una correlación directa significativa entre estas variables. La producción de materia seca también fue variable. El número promedio de



tallos por planta varió en relación inversa con la longitud del foto período.

En ambiente natural se registró la primera floración de los clones y plantas de semilla, correspondientes al material vegetativo de los experimentos de invernadero, en Octubre de 1961. La fecha de floración fue considerando el estado de antesis en el primero y segundo tallo y no hubo mayor variación respecto a esa fecha entre las diferentes introducciones.

El Plantel de selección de Turrialba, que consta de 30 introducciones dispuestas en 10 repeticiones en un diseño de bloques al azar, fue establecido con material proveniente de diferentes lugares cuyas latitudes están comprendidas entre 3°32' N (Palмира, Colombia) y 10°38' N (Liberia, Costa Rica). Se observó el comportamiento en floración de estas introducciones para determinar su variabilidad en este carácter. En 1960 la primera floración ocurrió entre el 15 y 29 de Octubre. Después continuó floreciendo hasta Abril, y en estado vegetativo hasta fines de Agosto de 1961. En esa fecha el Plantel, por los tratamiento de corte que recibió el pasto, quedó dividido en 3 grupos: En Repeticiones I - IV (altura de corte 25 cm.), la primera floración (fecha promedio de antesis en el primero y segundo tallo) ocurrió entre el 18 y 24 de Octubre; en las repeticiones V - VII (sin corte), la primera floración ocurrió entre el 20 y 23 del mismo mes, y en las repeticiones VIII - X (altura de corte 10 cm.), la floración se produjo entre el 25 de Octubre y el 2 de Noviembre.

Se encontró diferencias significativas entre las introducciones en la fecha promedio de floración pero el número de días entre la

floración de una y otra es bajo. Por varias razones no es posible separarlas en grupos de floración "temprana" o "tardía". No parece haber tampoco relación entre el comportamiento de floración y la latitud o altura de los lugares de origen de las introducciones. Solamente ha sido posible separar un pequeño número de plantas individuales de floración tardía las que también tienen una proporción de hojas a tallos al parecer mayor que en las comunes.

En el Plantel de selección de La Pacífica, Cañas, Guanacaste que consta de 15 introducciones con 5 repeticiones en un diseño de bloques al azar establecido con material vegetativo del Plantel de Turrialba por división de cepas, con visitas periódicas también se siguió el comportamiento en floración. En 1961, la primera floración ocurrió entre el 13 y 17 de Noviembre, en promedio. No se encontró diferencias significativas entre introducciones en la fecha promedio de la primera floración.

La floración en Cañas comparada con Turrialba fue retrasada, probablemente debido a la interacción del fotoperíodo con otros factores climáticos tales como la alta temperatura y las lluvias mal distribuídas.

El fotoperíodo crítico del jaragua parece estar alrededor de 12.25 horas. La primera floración es periódica cada año y en cada lugar, habiendo una larga estación de floración mientras duran los días bajo el valor crítico. Hay un desbalance entre la floración y producción de forraje del jaragua pero es posible su mejoramiento con la selección de plantas de mejores características forrajeras en estas poblaciones o en material vegetativo proveniente de latitudes más altas que las de los lugares que incluyó este estudio de las partes más sureñas de Africa tropical, centro de origen de la especie.

SUMMARY

Photoperiodic effects were studied in the greenhouse (with natural and supplementary light) in clones and seedlings of jaragua grass Hyparrhenia rufa (Nees.) Stapf. In the first experiment flowering occurred with 8, 10 and 12 hours and the plants were vegetative in 14 and 16 hours, and Normal Day (12 hours and 20-30 minutes). In the second experiment, there was flowering in 11.0, 11.5 and 12.0 hours and no flowering over after 90 days with 12.5 and 11.0 + 0.5 hours (dark period divided in two fractions).

In the field (La Hulera garden) were transplanted the same seedling entries as were used in the greenhouse: 20 entries with no light control and of these a group of 8 entries in two chambers with a photoperiod of 10 hours. The plants with 10 hours photoperiod flowered almost at the same time as the sister plants in the greenhouse, while the plants with no control of the light did not flower until October.

These results showed that the phenomenon of the flowering and vegetative growth in these plants was controlled by the length of photoperiods, being short-day plants in their requirements of day-length for flowering. There was not much variability among the seedlings in mean number of days needed to reach flowering; with clones the same occurred, though both types of material were chosen from places different in latitude or altitude.

The length and width of the leaves, and proportion of leaves to stems in total forage varied with photoperiods being directly and significantly correlated with this variable. Mean number of stems

varied in inverse relation with length of the photoperiod.

In the natural field environment the clones and seedlings corresponding to the material of the greenhouse experiments flowered in October, 1961. The flowering date was considered as that of anthesis in the first and second stem per plant. There was no major variation with respect to mean date of flowering of the different entries.

The nursery of selection in Turrialba, with 30 entries sown in 10 randomised blocks, was established with material arising from different places with latitude comprised between 3°32' N (Palmira, Colombia) and 10°38' (Liberia, Costa Rica). Observations on flowering were made, to determine the variability in this character. In 1960 the first flowering occurred between October 15 and 29. Then the plot continued flowering to April, and was vegetative until August. In this time the nursery was divided according to cutting treatments into 3 groups: in replications I - IV (25 cm. height of cutting) the first flowering (mean date of anthesis of the first and second stems) occurred between October 18 and 24; in the replications V - VII (without cutting), the first flowering occurred 20 and 23 of the same month and in replications VIII - X (10 cm. height of cutting), the flowering was produced between October 23 and November 2.

Significant differences were found among the entries in mean flowering date but the number of days between the flowering date of one and another is small. For various reasons it has not been possible to separate them in groups of "early" and "late". There appeared to be no relationship between flowering behaviour and either

latitude or altitude of origin. It has nevertheless been possible to separate a small group of individual plants of late flowering which also have a proportion of leaves to stems higher than the population in general.

The selection nursery at La Pacífica, Cañas, Guanacaste has 15 entries in 5 randomised blocks, established with vegetative material divided from plants in the nursery of Turrialba. With periodic inspections the flowering behaviour was also followed for the entries composing this nursery. In 1961, the mean flowering date occurred between November 13 and 16. Significant differences were not found among the entries in the mean date of first flowering.

The flowering in Cañas, compared with Turrialba, was delayed most probably by the interaction of photoperiod and other climatic factors, such as high temperature and poor rainfall distribution.

The critical photoperiod of jaragua grass is about 12.25 hours. The first flowering is periodic each year and in each place, and there is a prolonged season of flowering when photoperiod is less than this. There is an unbalance between flowering and forage production but its improvement may be possible by breeding selected plants of better forage characteristics in these populations, or from introduced material arising from higher latitudes than the places included in these experiments or the more southern parts of tropical Africa, center of origin of the species.

LITERATURA CITADA

1. ABEGG, A. A genetic factor for annual habit in beets (Beta vulgaris) and linkage relationship. Journal of Agricultural Research 53:493-511. 1936.
2. AGUILAR, G. J. Forrajes y plantas forrajeras. Bartolomé Trucco México, D. F. 1946. 374 p.
3. ALLARD, H. A. & EVANS, M. W. Growth and flowering of some tame and wild grasses in response to different photoperiods. Journal of Agricultural Research 62:193-228. 1941.
4. ALMANAQUE DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA. Estación de Zootecnia de Palpala (Jujuy) Argentina 24. 1949. 411 p.
5. ALONSO, O. R. E. Pastos y forrajes, una vista panorámica de su historia en Cuba. Revista de Agricultura 36(1):89-108. 1953.
6. ALVIM, P. T. Bases fisiológicas de la producción agrícola. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Andina. Lima, Perú. 1959. 15 p. (mimeografiado).
7. BARCLAY, P. C. Breeding for improved winter pasture production in New Zealand. 8th. International Grassland Congress. 326-330. 1960.
8. BENEDICT, H. M. Effect of day length and temperature on the flowering and growth of four species of grasses. Journal of Agricultural Research 61:661,671. 1940.
9. BLUE, W. G. Experimentos de fertilización de zacates en Costa Rica. Informe Final. Ministerio de Agricultura y STICA. 1960. 106 p. (mimeografiado).
10. BOGDAN, A. V. Climate and grass breeding in Kenya. Proceedings of the 8th. International Grassland Congress 340-342. 1960.
11. BONNER, J. & GALSTON, A. Principios de fisiología vegetal. Traducción del inglés por Federico Portillo. Aguilar, Madrid. 1959. 485 p.
12. BRAUN, O. Cultivo de pastos en el Alto Beni. Boletín Experimental Nº 14. Servicio Agrícola Interamericano, Ministerio de Agricultura. La Paz, Bolivia. 1960. 13 p.
13. CAJLACHJAN, M. H. On the mechanism of photoperiodic reaction Compt. Rend. Acad. Sci. URSS. 1:89-93. 1936. In HAMNER, K. C. & BONNER, J. Photoperiodism in relation to hormones as factor in floral initiation and development. Botanical Gazette 100(2):338. 1938.

14. CALDERON, S. & STANDLEY, C. P. Flora Salvadoreña. Lista Preliminar de plantas de El Salvador. Imprenta Nacional. San Salvador. 1941. 450 p.
15. CLAUSEN, J. & HIESEY, W. M. Experimental studies on the nature of species. IV. Genetic Structure of Ecological Races. Carnegie Institution of Washington Publication 615. Washington, D. C. 1958. 312 p.
16. COOPER, J. P. Studies on growth and development in Lolium. II. Pattern of bud development on the shoot apex and its ecological significance. Journal of Ecology 39:228-270. 1951.
17. \_\_\_\_\_ Studies on growth and development in Lolium. IV. Genetic control of heading responses in local populations. Journal of Ecology 42:521-566. 1954.
18. CORRÊA, P. M. Capim jaraguá. Dicionario das plantas uteis do Brasil e das Exoticas Cultivadas. 1:572-574. Imprenta Nacional. Rio de Janeiro. 1926.
19. CUANY, R. L. & MATA PACHECO, J. Maturation and dormancy of seeds of tropical grasses (Hyparrhenia, Melinis and Panicum). Agronomy Abstracts. 68. 1960.
20. DE ALBA, J. Alimentación del ganado en la América Latina. Prensa Médica Mexicana. México, D. F. 1958. 337 p.
21. DOMINGUES, O. A. Sub-região pastoral do Lajes. Public. Nº 11. Instituto do Zootecnia, Ministerio de Agricultura. Rio de Janeiro. 1951. 46 p.
22. ESCOBAR, R. Zacate Yaragua. Enciclopedia Agrícola y de Conocimientos afines. Tomo III:985-986. Escuela Particular de Agricultura de Ciudad Juarez, Chih., México. (s.f.).
23. EVANS, M. W. & ALLARD, H. A. Relation of length of day to growth of Timothy (Phleum pratense L.). Journal of Agricultural Research 48:571-586. 1934.
24. FLORELL, V. H. Studies on the inheritance of nearliness in wheat. Journal of Agricultural Research 29:333-346. 1924.
25. FRENCH, M. H. & CHAPARRO, L. M. Contribución al estudio de los pastos en Venezuela durante la estación seca. Agronomía Tropical 10(2):57-69. 1960.
26. GARDNER, F. P. & LOOMIS, W. E. Floral induction and development in orchard grass (Dactylis glomerata L.). Plant Physiology 28(2):201-216. 1953.
27. GOODWIN, R. H. The inheritance of flowering in a short-day species (Solidago sempervirens L.). Genetics 29(6):503-519. 1944.

28. GREULACH, A. V. Photoperiodic after-effects in six composites. Botanical Gazette 103(4):698-709. 1942.
29. HADYSON, H. E. & REED, O. E. Manual de lechería para la América Tropical. Public. Tc.-280. Washington, D. C. (s.f.) 370 p.
30. HARLAN, J. R. Theory and Dynamics of Grassland Agriculture. D. Van Nostrand Company, Inc. Princeton, New Jersey, 1956. 281 p.
31. HITCHCOCK, A. S. Manual of the grasses of the West Indies. Miscellaneous Publication 243. U.S.D.A. Washington. 1936. 439 p.
32. \_\_\_\_\_ Manual of the grasses of the United States. 2<sup>o</sup> Ed. Gov. Prin. Office, Washington. Miscellaneous Publication 200. 1950. 1051 p.
33. HORRELL, C. R. Herbage plant at Serere Experiment Station, Uganda 1954-1957-I: Grasses. East African Agriculture Journal 24(1):41-46. Uganda. 1958.
34. HUXLEY, J. La Evolución. Síntesis Moderna. Editorial Lozada S. A. Buenos Aires. 1946. 717 p.
35. JARDIM, W. R., MORAES, C. L. & PEIXOTO, A. M. Contribuicao para o estudo da composicao e digestibilidad do Capim Jaragúa (Hyparrhenia rufa (Nees) Stapf). Anais Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Brasil 10:277-284. 1953.
36. KNIGHT, W. E. & BENNETT, H. W. Preliminary report of the effect of photoperiod and temperature on the flowering and growth of several southern grasses. Agronomy Journal 45:268-269. 1953.
37. LARSEN, H. M. Photoperiodic responses of geographical strains of Andropogon scoparius Michx. Botanical Gazette 109(2): 132-149. 1947.
38. LEON, J. H. Forrajicultura y pasticultura. Salvat Editores, S. A. Madrid. 1955. 591 p.
39. LITTLE, M. T. & KANTOR, J. H. Inheritance of earliness of flowering in the sweet pea (Lathyrus odoratus). Journal of Heredity 32(11):379-382. 1941.
40. LIVERMAN, J. L. Control of growth and reproductive processes by red and far-red light. Radiation Research, Supplement 2:133-156. 1960.
41. McMILLAN, C. Nature of the plant community. I. Uniform garden and light period studies of five grass taxa in Nebraska. Ecology 37:330-340. 1956.



42. McMILLAN, C. Nature of the plant community. II. Variation in flowering behaviour within populations of Andropogon scoparius Michx. American Journal Botany 43:429-437. 1956.
43. MES, M. G. The influence of some climatic factors on the growth and seed production of grasses. Veld Gold (S. Africa Grassl. Conf.):39-51. 1952.
44. MUÑOZ, C. H. Efecto del corte y la fertilización en el crecimiento estacional del zacate Elefante, Pennisetum purpureum Schum. Tesis. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1960. 76 p. (mimeografiado).
45. MURNEEK, A. E. & WHYTE, R. O. Vernalization and photoperiodism a symposium. Chronica Botanica Company. Waltham, Mass., U.S.A. 1948. 195 p.
46. MURO, J. del C. & AGREDA T., O. El pasto Yaragua (Hyparrhenia rufa). Lima, Perú. Programa Cooperativo de Experimentación Agropecuaria. Boletín Trimestral de Experimentación Agropecuaria 8(3):15-22. 1959.
47. NOLAND, P. R., BRACE, E. & VERGARA, L. Uso de fertilizantes en potreros de zacate Jaragua (Hyparrhenia rufa (Nees) Stapf) en Panamá. Turrialba (Costa Rica) 9(1):29-35. 1959.
48. OLMSTED, C. E. Growth and development in range grasses. III. Photoperiodic responses in the genus Bouteloua. Botanical Gazette 105:165-181. 1943.
49. \_\_\_\_\_ Growth and development in range grasses. IV. Photoperiodic responses in twelve geographic strains of side-oats grama. Botanical Gazette 106:46-74. 1944.
50. \_\_\_\_\_ Photoperiodism in native range grasses. Proceedings 6th. International Grassland Congress: 676-682. 1952.
51. OWEN, F. V. et al. Photothermal induction of flowering in sugar beets (Beta vulgaris). Journal of Agricultural Research 61:101-124. 1940.
52. PARODI, L. R. Forrajes para regiones cálidas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Ganadería. Vol. I:173 p. Editorial Acme S.A.C.I. Buenos Aires. 1959.
53. PASTORE, M. Y. & THOMPSON, G. C. Manual del Tambero Paraguayo. Ministerio de Economía y Servicio Técnico de Cooperación Agrícola. Paraguay. 1950. 123 p.
54. PETERSON, M. L. & LOOMIS, W. E. Effects of photoperiod and temperature on growth and flowering of Kentucky blue grass (Poa pratensis). Plant Physiology 24:31-43. 1949.

55. PEREZ ARBELAEZ, E. Plantas útiles de Colombia. Tomo I:102 p. Imprenta Nacional. Bogotá. 1935.
56. RATTRAY, J. M. La cubierta herbacea de Africa. FAO. Estudios Agropecuarios Nº 49. Roma. 1960. 173 p.
57. ROCHA, G. L. DA. (Comunicación personal). 1961.
58. ROSEVEARE, G. M. The grasslands of Latin America. Great Britain, Imperial Bureau of Pasture and Field Crops. Bulletin 36. 1948. 291 p.
59. SANCHEZ, I. E. (Comunicación personal). 1961.
60. SASS, J. E. & SKOGMAN, J. The initiation of the inflorescence in Bromus inermis Leyss. Iowa State College Journal of Science 25(3):513-519. 1951.
61. STAPF, O. Genus Hyparrhenia. In Flora of Tropical Africa. (ed.) Sir David Prain). Vol. 9:299-383. 1934.
62. TAPIA, J. C. & MUÑOZ, C. H. Jaragua, zacate para pastoreo en el Trópico seco. Secretaría de Agricultura y Ganadería en México. Circular Cotaxtla Nº 7. 1959. 7 p.
63. TEMPLETON, W. C. Jr., MOTT, G. O. & BULA, R. J. Some effects of temperature and light on growth and flowering of Tall Fescue, Festuca arundinacea Schreb. I. Vegetative development. Crop Science 1(3):216-219. 1961.
64. TINCKER, M. A. H. The effect of length of day upon the growth and reproduction of some economic plants. Annals of Botany 39(156):720-754. 1925.
65. TORRES, P. A. Agressividade da algumas gramíneas forrageiras na região da Piracicaba. Anais Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Brasil 11:93-114. 1954.
66. TRUMBLE, H. C. Grassland agronomy in Australia. Avances in Agronomy. 4:1-65. 1952.
67. UGANDA PROTECTORATE, DEPT. OF AGRICULTURE. Record of Inv. Nº 1 for period April-1948 to March-1949. Entebbe. En DE ALBA, J. Alimentación del ganado en América Latina. Prensa Médica Mexicana. México, D. F. 1958. pp. 99.
68. WHYTE, R. O., MOIR, T. R. & COOPER, J. P. Las gramíneas en la agricultura. FAO. Estudios Agropecuarios Nº 42. Roma. 1959. 464 p.
69. \_\_\_\_\_ Crop production and environment. (New edition) Faber and Faber, London. 1960. 392 p.

70. WHYTE, R. O. & OLJHOVIKOV, M. O. Photoperiodism in the Plant Kingdom. *Chronica Botanica* 5:327-331. 1939.
71. WYCHERLEY, P. R. Vegetative proliferation of floral spikelets in British grasses. *Annals of Botany, N. S.* 18(60): 120-126. 1954.
72. YOUNGNER, V. B. Growth and flowering of Zoysia species in response to temperature, photoperiods, and light intensities. *Crop Science* 1(2):91-93. 1961.