Influencia de factores ambientales sobre el rendimiento y calidad de semilla en tres biotipos de *Paspalum dilatatum* Poir.

por

Jaime A. García

Tesis

Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Marzo de 1971

4 AGO. 1971

El presente trabajo constituye el requerimiento final para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, orientación Agrícola-Ganadera, Curriculum Investigación.

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCION 1

II. REVISION BIBLIOGRAFICA 3

A. Factores inherentes al modo de reproducción 3

1. Anormalidades en la megasporogénesis 5
2. Anormalidades en la microsporogénesis 7
3. Polinización y viabilidad del polen 8

B. Influencia del Claviceps paspali 10

C. Influencia de los factores ambientales 12

III. MATERIALES Y METODOS 16

A. Observaciones climáticas 17

B. Procedimiento de marcación de mazorcas fértiles 18

C. Selección de períodos de floración 19

D. Componentes del rendimiento 21

E. Método de análisis de calidad de semilla 23

1. Método convencional 23
2. Método basado en escarificación ácida y flotación 23

F. Análisis de germinación 28

IV. RESULTADOS EXPERIMENTALES 30

A. Componentes del rendimiento 30

1. Comportamiento estacional 30
2. Relaciones entre los componentes del rendimiento 40
3. Influencia de los factores ambientales 43

B. Calidad de semilla 47

1. Comportamiento estacional 49
2. Influencia de los factores ambientales 53

V. DISCUSION 58

A. Componentes del rendimiento 67

1. Comportamiento estacional 67
2. Relaciones entre los componentes del rendimiento 69
3. Influencia de los factores ambientales 70

B. Calidad de semilla 73

1. Comportamiento estacional 73
2. Influencia de los factores ambientales sobre el porcentaje de semilla llena 74
3. Influencia de los factores ambientales sobre la infección de Claviceps paspali 76
4. Relación entre el porcentaje de infección y la cantidad de semilla llena 79
5. Germinación y peso de 1000 semillas 80

VI. RESUMEN Y CONCLUSIONES 82

VII. BIBLIOGRAFIA CITADA 86

VIII. AGRADECIMIENTOS 90

IX. APENDICE 91

Influencia de factores ambientales sobre el rendimiento y calidad de semilla en tres biotipos de *Paspalum dilatatum* Poir.

I. INTRODUCCION

Paspalum dilatatum Poir. (pasto miel, pata de gallina) es una gramínea perenne, de ciclo estival, cuya adaptabilidad a diferentes condiciones de suelo y humedad parecen ser muy amplias en nuestro país (Rosengurtt, 1946). Es originaria del Centro Sudamericano de Origen y Distribución de plantas forrajeras, con epicentro en Uruguay, Norte de la Argentina y Sur del Brasil. Es una importante especie cultivada en el Sur-Este de Estados Unidos (Holt y Dashiell, 1963), siendo también utilizada con éxito en Nueva Zelandia, Australia (Bryan, 1960) y Sud Africa (Beaumont, 1951), resultando "curioso y chocante que no lo cultivemos en su patria original" (Rosengurtt, 1941, 1970). Varios años de evaluación de esta especie han puesto de manifiesto el alto potencial productivo de la misma para nuestro país (Millot, 1969).

Todos los investigadores que han trabajado con esta gramínea coinciden, sin excepción, en que la limitante más seria para su uso extensivo es la producción de semillas de muy baja calidad; Rosengurtt (1946) establece muy claramente: "la dificultad que impide divulgar el cultivo de esta excelente pastura es la baja producción de semillas, que resulta de un costo muy elevado." El porcentaje de semillas llenas del *Paspalum dilatatum* puede variar de cero hasta 40%, dependiendo entre otros factores de las condiciones ambientales y época de cosecha

(Johnson, 1961). Deusch (1961) indica que pese a la abundante variación genética que se observa en las poblaciones de pasto miel, en Sud Africa no se han encontrado plantas en que el porcentaje de semillas llenas supere el 50%. El bajo porcentaje de semillas llenas, asociado muchas veces a un bajo porcentaje de germinación, resultan en una muy pobre proporción de semillas viables. Este comportamiento está asociado a factores inherentes al modo de reproducción de la especie, a efectos producidos por el ataque de Claviceps paspali así como a las condiciones ambientales imperantes durante la floración.

Existen suficientes evidencias que indican que la calidad de la semilla en esta especie es afectada por factores ambientales (Burton, 1943; Owen, 1951; Novosad, 1954; Hefner, 1958; Holt y Dashew, 1963), y hay resultados experimentales que muestran que la producción y calidad de la semilla pueden ser significativamente mejoradas con ciertas prácticas de manejo (Holt y Dashew, 1963). Para indicar estas prácticas culturales será muy importante, entre otras cosas, conocer la incidencia de los factores ambientales que influyen sobre ellas, bajo las condiciones de nuestro país.

Este estudio fue iniciado para investigar la influencia de los factores climáticos más importantes sobre el rendimiento y calidad de semilla en tres biotipos de Paspalum dilatatum Poir., en condiciones de campo. Este trabajo forma parte del Proyecto de Mejoramiento de Paspalum dilatatum del Sub-Programa de Mejoramiento de Plantas Forrajeras del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" (La Estanzuela), lugar donde fue llevado a cabo.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

PRODUC Y FACTORES . . .

Paspalum dilatatum es una gramínea forrajera vigorosa que produce numerosas inflorescencias a través de su larga estación de crecimiento. Difiere de otras gramíneas en que no tiene un período vegetativo bien definido, pues al poco tiempo de comenzar a vegetar (Setiembre) ya empieza a producir inflorescencias (Noviembre) en un período que se extiende hasta el otoño (Abril-Mayo).

Sin embargo, el porcentaje de cariopsos formados, o sea el porcentaje de semilla llena, es generalmente muy bajo.

En los últimos treinta años se han realizado una serie de estudios tendientes a determinar las causas de esa baja cantidad de semilla llena. En la actualidad se pueden distinguir tres aspectos del problema: los factores relacionados con el modo de reproducción de la especie, el ataque de Claviceps paspali y la influencia de factores ambientales.

A. Factores inherentes al modo de reproducción

Varios estudios citogenéticos (Smith, 1948; Hayman, 1950; Bashaw y Forbes, 1958) han puesto de manifiesto que dentro de lo que comunmente se denomina Paspalum dilatatum, existen tres "tipos" bien distintos, desde el punto de vista morfológico y citogenético a saber:

1) Común: anteras violáceas, espiguillas relativamente pubescentes, susceptible al Claviceps paspali. Este "tipo" correspondería al descrito por Rosengurtt et. al. (1970) como Paspalum dilatatum ssp. dilatatum. Tiene 2n = 60 cromosomas, forma 30_{II} y 10_{I} en diacinesis y

metafase I, y 10 rezagados en anafase I. Las evidencias actuales indican que se reproduce por apomixis y tiene ciertas irregularidades meióticas.

2) Anteras Amarillas: erecto, espigaillas más grandes y pubescentes que en el "tipo" común, pero menos foliosas; sus hojas más angostas y largas no tienen la coloración morada del "tipo" común pues no tiene antocianina. Correspondería al descrito por Hoesungurtt et.al. (1970) como Paspalum dilatatum ssp. flavescens. Tiene comportamiento meiótico regular, 2n = 40 cromosomas y forma 20_{II} en diacinesis; muy poco susceptible a Claviceps paspali (Burton, 1948), y da frecuentemente alto porcentaje de semilla llena. Las evidencias actuales indican que se reproduce sexualmente, pero la extrema uniformidad entre plantas, la falta de segregación entre progenies y algún grado de cleistogamia, sugieren la autofecundación como modo de reproducción.

3) Semipostrado: anteras violáceas, subestolonífero, espigaillas escasamente ciliadas. Tiene 2n = 40 cromosomas pero está caracterizado por extrema irregularidad meiótica. Correspondería a Paspalum penicillatum.

Los biotipos utilizados en este estudio, corresponden al "tipo" Común, por lo que todas las consideraciones que siguen, salvo especificación expresa, se refieren a ese "tipo".

Parece haber acuerdo general en que el Paspalum dilatatum "común" se reproduce apomicticamente (Burton, 1951; Bayman, 1956; Bashaw y Forbes, 1958; Bashaw y Holt, 1959; Wilson y Holt, 1960). Esto surge de tres hechos fundamentales:

1) La constancia del número cromosómico en presencia de extrema irregularidad meiótica.

2) Relativa uniformidad de las progenies.

3) El desarrollo de proembriones observado en óvulos antes de la antesis (Beshaw y Holt, 1958) y también en casos en que se impedía a los tubos polínicos alcanzar el ovario (Wilson y Holt, 1960).

Owen (1951) encontró que la cuarta parte de un grupo de 143 progenies estudiadas, eran segregantes para "tipo de planta"; de esto podría concluirse que el Paspalum dilatatum sería un "apomíctico facultativo", y Burton (1951) concuerda con esta idea: "es evidente que el Paspalum dilatatum es tanto apomíctico como sexual en la reproducción". Pero más recientemente, Burton (1962) sugiere que las plantas "fuera de tipo" que aparecen en progenies de muchos ecotipos se originan por mutación más que por segregación sexual, e infiere que el Paspalum dilatatum es un "apomíctico obligado".

La literatura consultada no arroja evidencias concluyentes en uno u otro sentido. Sin embargo, parece haber acuerdo general en que el mecanismo de apomixis es apospori seguida de seudogamia (Bonsch, 1951; Beshaw y Holt, 1958).

Stebbins (1950) señala que una de las características más llamativas de muchas plantas apomíticas, son las anormalidades que se producen durante la megasporogénesis en los óvulos y la microsporogénesis en las anteras. Analizaremos brevemente dichas anormalidades, que son causa importante de la baja calidad de la semilla en Paspalum dilatatum.

1. Anormalidades en la megasporogénesis

La diferenciación y elongación de una célula "archesporial" da lugar al megasporocito primario. Los resultados de Bonsch (1951) indican que la gran mayoría de las megasporas se desintegran y no participan de la formación de sacos embrionarios. Hay coincidencia entre Bonsch (1951) y Beshaw y Holt (1958) en que en la mayoría de los óvulos se produce

el agrandamiento de una ó más células nucelares que siguen aumentando de tamaño hasta formar un manojo de sacos vacuolados que ocupan una gran porción del óvulo en el momento de la antesis. Esta ocurrencia de múltiples sacos embrionarios ya había sido informada anteriormente por Smith (1948) y Hagman (1956), y más recientemente por Pritchard (1970) para Paspalum plicatulum y Paspalum guenoarum. Estos inicios apospóricos varían mucho entre óvulos y entre plantas ya que oscilan de 1 a 12 por óvulo. Ocasionalmente, la degeneración de los productos sexuales no está acompañada por el agrandamiento y desarrollo de inicios apospóricos, resultando en óvulos sin un saco embrionario, ó sea óvulos estériles (Bouseh 1961); esta anormalidad no fue observada por Bashaw y Holt (1958).

La frecuencia de óvulos estériles observada por Bouseh (1961) es tan baja (0-4%) como para pensar que es un factor de poca importancia en la pobre calidad de la semilla del Paspalum dilatatum. En cambio, este autor obtuvo una correlación altamente significativa (r = 0,073) entre el porcentaje de semilla llena y el porcentaje de óvulos con un saco embrionario, y una fuerte correlación negativa (r = -0,081) entre semilla llena y el número promedio de sacos embrionarios por óvulo. Al mismo tiempo encontró diferencias altamente significativas entre plantas para el porcentaje de óvulos con un saco embrionario, que oscila de 5 a 50%. Este investigador concluyó que únicamente aquellos óvulos que contienen un solo saco embrionario producen semillas llenas. Las razones de este comportamiento no están aún aclaradas y Bashaw y Holt (1958) y Wilson y Holt (1960) han sugerido la existencia de competencia entre sacos embrionarios. Sin embargo Bouseh (1961) sostiene que este mecanismo sólo sería efectivo si dicha competencia llevara a la supresión o fracaso de la diferenciación de todos los sacos embrionarios, cosa que no pudo comprobar. Observó que en general hubo por lo menos un saco embrionario

bien diferenciado, de manera que se podría esperar un desarrollo normal luego de la polinización. Por otro lado, Warmke (1954) sugiere que la degeneración de las megasporas en un apomíctico apospórico como el Panicum maximum, no es debido al rápido agrandamiento y sobrecrecimiento de células nucelares agresivas. Pero independientemente de ésto, el hecho concreto de que las plantas con un alto número de sacos embrionarios por óvulo son frecuentemente las que dan peor calidad de semilla, deja muy poca duda de que la ocurrencia de múltiples sacos embrionarios tiene un efecto nocivo sobre la formación de la semilla.

Un resultado importante del estudio de Bouach (1961) es la observación de que el número de sacos embrionarios por óvulo permaneció constante durante dos años, indicando que este carácter está determinado genéticamente, y que la variación entre años en el porcentaje de semilla llena no es debida a la variación en el número de sacos embrionarios.

2. Anormalidades en la microsporogénesis

Como ya se mencionó anteriormente, Hayman (1958) y Gashaw y Forbes (1968) han puesto de manifiesto que el tipo "Común" posee 50 cromosomas, y forma 20_{II} y 10_{I} en diacinesis y metafase I y 10 rezagados en anafase I. Hayman (1958) indica que este comportamiento cromosómico sugiere un origen híbrido, y Gashaw y Forbes (1968) señalan que esos diez univalentes representarían un genomio completo. Estos cromosomas que no se aparean en la meiosis, dan lugar a células gametofíticas desbalanceadas dado la desigual distribución de material cromosómico a las células hijas; esto explica la gran variación en tamaño de los granos de polen, y el alto grado de aborto de los mismos que llega aproximadamente al 50% (Wilson y Holt, 1960).

3. Polinización y viabilidad del polen

Bennett (1950a) observó que el polen de Paspalum dilatatum es de vida corta ya que a la media hora de la dehiscencia de la antera, falla en la germinación. Los granos de polen germinan unos pocos minutos después de ponerse en contacto con el estigma; diez a doce horas después, el tubo polínico pasa a través del micrópilo dentro del saco embrionario (Bennett, 1944). El embrión alcanza su tamaño maduro en aproximadamente 14 a 16 días. El crecimiento del tubo polínico es probablemente rápido, dado que los estigmas parecen estar secos y muertos dentro de las dos horas después de la dehiscencia de las anteras.

Wilson y Holt (1960) encontraron que se forman proembriones aún cuando se impide a los tubos polínicos alcanzar los ovarios, lo que es un índice de apomixis, pero en virtud de que en dichos casos no se produce endosperma ni semilla llena, es evidente que la amfigonia debe ocurrir. Sin embargo, Reusch (1961) no observó desarrollo de proembriones en los materiales de Paspalum dilatatum sudafricanos. Pero el hecho de que no observó desarrollo del endosperma antes de las doce horas posteriores a la antesis, es un indicio de que la polinización es necesaria para el desarrollo del endosperma. A esta misma conclusión llegaron Wilson y Holt (1960), aún cuando no pudieron observar la triple fusión. En base a lo anterior, y asumiendo que una causa del bajo porcentaje de semilla llena podría ser una polinización inadecuada, Reusch (1961) encontró que si bien la aplicación de un exceso de polen aumentó el porcentaje de semillas llenas, las diferencias no fueron importantes. Por otro lado, Wilson y Holt (1960) comprobaron que en condiciones de campo normales y favorables para el crecimiento, un alto porcentaje de los ovarios de Paspalum dilatatum contenían tubos

polínicos, indicando que la polinización es adecuada. En otras palabras, independientemente de la meiosis irregular y amplia variación en tamaño del grano de polen, parece ser que en condiciones naturales un número adecuado de tubos polínicos alcanzan los ovarios para cumplir los requerimientos necesarios y lograr una cantidad alta de semilla llena. Parece poco probable que la semilla llena esté limitada por inadecuada polinización, a menos que muchos de los tubos polínicos sean deficientes en algún factor que sea necesario para el desarrollo de la semilla por seudogamia.

En cuanto a la viabilidad del polen, Reusch (1951) observó que las plantas que dan bajo porcentaje de semillas llenas también producen bajo porcentaje de polen fértil, pero de sus resultados no se puede inferir que exista una relación directa entre calidad de la semilla y fertilidad del polen. Lo mismo observó Bennett (1959a) quien no encontró diferencias significativas en germinación de polen procedente de plantas que producían semillas con distintos porcentajes de semillas llenas.

Una característica sorprendente que surge de los resultados de Reusch (1951) es la marcada diferencia entre plantas para viabilidad del polen, lo cual es inesperado dado que no se observaron diferencias en la frecuencia de univalentes; esto indicaría que otros factores, probablemente genéticos, serían también responsables del aborto del polen.

Resumiendo, puede decirse que la completa ausencia de división del endosperma hasta algunas horas después de la antesis, la ausencia de los números cromosómicos de las progenies, la uniformidad de los individuos en pruebas de progenie, el aumento en semilla llena luego de una aplicación de un exceso de polen, y la ocurrencia unas pocas horas después de la antesis de material del tubo polínico en la región

micropilar del óvulo, indican que la célula huevo se desarrolla autónomamente (aposporia), pero que la triple fusión es esencial para el desarrollo del endosperma (seudogamia).

B. Influencia del Claviceps paspali

El Claviceps paspali (ergot) fue citado desde los comienzos de los trabajo en Paspalum dilatatum, como el principal problema en la producción de semilla de este pasto ya que se le atribuyó un rol de capital importancia en la determinación de la baja calidad de la misma. Burton (1943) encontró que a medida que el Claviceps aumenta, el porcentaje de semillas llenas decrece. Owen (1951) obtuvo en Louisiana mediante selección, la línea B 230 de buena calidad de semilla y producción de forraje, y sugirió que un mayor porcentaje de semillas llenas se obtiene a expensas de una menor infección de Claviceps, pues es 33% menos atacada que el promedio.

Pero paralelamente a estos trabajos, surgían evidencias que indicaban que el Claviceps no era el factor principal, y que debería haber otros factores involucrados. En un ensayo conducido en Texas (Novosad 1954) se observó que el mismo material genético con alto y bajo porcentaje de infección, no mostró diferencia significativa en el porcentaje de semillas llenas. Owen (1951) estudió la producción de semillas en invernáculo libre de Claviceps y comprobó que los porcentajes de semillas llenas eran igualmente bajos. Ya en 1940 Boscogartt planteó claramente el problema: "la baja producción de semillas es principalmente un problema de herencia; se desconocen más los mecanismos fisiológicos y genéticos de este hecho. El ataque de Claviceps

contribuye a disminuir la cantidad de grano sazonado, pero plantea un problema secundario y separado del anterior." Más recientemente, Beusch (1961) sostiene que "aunque el Claviceps es indudablemente parte responsable de la baja calidad de semilla, la considerable proporción de espiguillas vanas y la variación entre plantas, indica que hay factores adicionales que influyen en la falla de la semilla".

Es decir entonces que el Claviceps paspali debe considerarse como un factor más dentro de los varios que influyen en la calidad de la semilla. Más aún, el hecho de que la proporción de semillas vanas es siempre muy elevada, podría ser un índice de que son los factores inherentes al modo de reproducción de la especie los que tienen cuantitativamente mayor importancia relativa.

Burton (1940) encontró que flores emasculadas no fertilizadas desarrollaron esclerotos cuando fueron inoculadas; de esto es evidente que la fertilización no es requerida por el Claviceps para atacar exitosamente una espiguilla y desarrollar un esclerote. La abundancia del hongo que observó dicho autor en algunos híbridos de Paspalum altamente estériles, apoya esta conclusión.

No está bien aclarado si el Claviceps paspali ataca y destruye espiguillas que han comenzado a desarrollar el cariopse. Aún en los momentos de mayor ataque siempre se encuentran cariopses y Burton (1948) sugiere que solamente serían destruídas aquellas flores atacadas en el momento de la floración. Stewart (1957) cita un experimento en el cual se inocularon espiguillas a los 30 minutos, 24 horas y 48 horas después de la polinización; solamente 3 esclerotos se desarrollaron sobre el grupo de 30 minutos, y ninguno sobre los de 24 horas y 48 horas, concluyéndose que la polinización y fertilización suministraron resistencia al hongo. Dicho autor apoya la idea de que la fertilización

reduce el Claviceps más que lo que el Claviceps reduce la semilla llena.

Se ha comprobado que la invasión inicial del Claviceps se hace directamente en el ovario; no hay evidencias que el hongo utilice ninguna parte de la envoltura floral como "puerta de entrada" al ovario. Stewart (1957) sostiene que el hecho de que la infección tiene lugar solamente cuando los conidios están adyacentes al ovario, unido a la tendencia de mayor resistencia de las flores fertilizadas, prácticamente aseguraría la resistencia al Claviceps en una línea cleistógama de Paspalum dilatatum.

C. Influencia de los factores ambientales

Burton (1942) estudió los hábitos de floración de 4 especies de Paspalum, y observó que el Paspalum dilatatum comienza la antesis 30 a 60 minutos luego de la salida del sol, y completa la floración en menos de 30 minutos. Bennett (1950a,b) señala que el pico de floración ocurre a las 7 a.m. Frecuentemente hay tres o cuatro días entre iniciación y finalización de la antesis en un racimo y cinco días en una panoja. En una atmósfera seca, las anteras se abren inmediatamente a la apertura de las glumas y antes de la completa emergencia; en estos casos las glumas se cierran muy rápidamente. En cambio, en las mañanas nubladas o con rocío, las espiguillas pueden permanecer con las anteras afuera pero sin dehiscencia mucho más tiempo que lo normal; esto sugiere que la dehiscencia depende de la desecación y puede ser retardada en una atmósfera húmeda. Cuando la temperatura del aire fue superior a 37°C se observó que las espiguillas se abrieron y cerraron tan rápidamente que los órganos florales nunca fueron completamente emergentes (Burton, 1942).

Enigth y Bennett (1953) observaron que el Paspalum dilatatum no produjo semillas con fotoperíodos inferiores a 10½ horas, la producción fue errática con fotoperíodos de 12 horas y las plantas con fotoperíodos de 16 horas produjeron mayor porcentaje de semillas llenas que las de 14 horas. Posteriormente, Enight (1955) encontró que altas temperaturas nocturnas en combinación con fotoperíodos de 14 horas y 16 horas eran las condiciones más favorables para la producción de semillas en invernáculo. Bennett (1959 c) encontró que a medida que la temperatura descendió por debajo de 21°C, hubo retardo e irregularidad en la floración, hasta el punto crítico de 10°C en el cual no se produjo floración.

Existen una serie de evidencias que indican que los factores ambientales influyen sobre el porcentaje de semilla llena de Paspalum dilatatum. Owen (1951) encontró diferencias significativas en producción y calidad de semillas para las mismas procedencias pero en localidades distintas y atribuyó esto a influencia ambiental, sugiriendo la misma explicación para las variaciones encontradas entre años y dentro de años. Burton (1943) señaló la existencia de una fluctuación estacional caracterizada por la declinación del porcentaje de semilla llena a medida que avanza la estación; sugirió que las características ambientales como temperatura, nubosidad y lluvia pueden ser en parte responsables del descenso estacional observado. Novosad (1954) observó una variación en el porcentaje de semilla llena comprendida entre 6,1% y 38,0% dentro de una misma estación de crecimiento en condiciones de campo, atribuyendo esto a diferentes condiciones ambientales en los momentos de floración. Encontró una relación negativa (coeficiente de regresión -1,330) entre el porcentaje de semilla llena y la temperatura máxima en la floración, y una relación positiva (coeficiente de regresión

0,700) entre el porcentaje de semilla llena y la humedad relativa mínima en la misma etapa.

Hofmer (1958) encontró una definida tendencia estacional que se ajustaba para casi todas las líneas estudiadas: las mayores cantidades de semilla llena se obtuvieron en otoño y primavera y las menores cantidades en verano. Sus resultados muestran diferencias significativas entre líneas y entre plantas dentro de líneas, y comprobó que líneas que producían alto y bajo porcentaje de semilla llena, igual se ajustaban a la tendencia estacional ya mencionada. Estudiando la influencia de la temperatura y humedad relativa, encontró relaciones similares a las halladas por Novosad (op. cit.).

Existen evidencias para nuestro país (Gauthier 1960) de variación significativa en los porcentajes de germinación para distintas fechas de cosecha dentro de un mismo año. Bausch (1960) señala que los factores ambientales pueden tener un marcado efecto sobre la viabilidad de cualquier combinación genotípica particular, dado que las condiciones externas, principalmente temperatura, influyen marcadamente en el desarrollo inicial del endosperma. Observó que en híbridos de Lolium perenne x Festuca pratensis, el 54% de las semillas fueron viables cuando la polinización fue hecha en tiempo cálido y seco, pero no germinó ninguna semilla si el tiempo fue frío y húmedo.

Es posible que condiciones ambientales desfavorables tales como alta temperatura y baja humedad, pueden afectar el crecimiento del tubo polínico (Bausch 1961), durante las 10-12 horas que demora el mismo en alcanzar el ovario en Paspalum dilatatum. Esto explicaría el bajo porcentaje de semillas llenas en algunos momentos, pero no explicaría el fracaso en obtener alta cantidad de semilla llena en condiciones favorables y cuando una cantidad adecuada de tubos polínicos alcanzan

los ovarios. Ya vimos que Reusch (1961) encontró que el número de sacos embrionarios por óvulo permaneció constante durante dos años y que la variación entre años en porcentaje de semilla llena no era debida a la variación de ese carácter. Dicho autor sugiere que las variaciones entre años, como tambien las variaciones dentro de años, son primariamente debidas al efecto del ambiente sobre el "male gametophyte", particularmente desde que varios investigadores han demostrado que el polen de gramíneas es de vida extremadamente corta y altamente susceptible a condiciones ambientales adversas.

Existen también varias evidencias que indican que los factores ambientales influyen en el porcentaje de Claviceps paspali. Burton (1943) observó que un aumento en el porcentaje del hongo estuvo estrechamente relacionado con la precipitación, y viceversa, un decrecimiento en el porcentaje de infección con períodos secos. Sin embargo, Stewart (1957) no encontró correlaciones significativas entre la tasa de infección del Claviceps y la temperatura y humedad relativa.

Con respecto a los componentes del rendimiento de semilla en Paspalum dilatatum, no se han encontrado referencias. Todos los trabajos realizados hasta el momento se han enfocado al estudio de la variación en calidad de la semilla.

III. MATERIALES Y METODOS

Como material experimental, se utilizaron tres biotipos de *Paspalum dilatatum* Poir. que forman parte de la colección del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". Fueron recogidos en distintos lugares de nuestro país, y se hallan desde hace varios años en evaluación de su capacidad productora de forraje mediante régimen de cortes. Existe una gran uniformidad dentro de cada biotipo, pero entre ellos presentan grandes diferencias morfológicas. El biotipo E 1309 (Foto 2, Apéndice) es de hábito postrado que contrasta marcadamente con el porte erecto del E 1424 (Foto 3, Apéndice). En cambio el biotipo E 1311 (Foto 1, Apéndice) es de porte intermedio y caracterizado por una gran producción foliar. Sin embargo, los tres pertenecerían al tipo "común" de *Paspalum dilatatum*. (Boshow y Forbes, 1968), aún cuando no se realizaron comprobaciones citológicas. La Tabla 1 muestra la individualización de los biotipos usados en este ensayo.

Tabla 1. Individualización de los biotipos utilizados en este experimento.

Designación original y utilizada en este estudio	Número de campo en la colección de Planta Especiada (1968)	Lugar de origen	
E 1309	30	Ruta 1. Ac. Artilleros, Dpto. Colonia	
E 1424	133	Ruta 30, Molles Grandes, Dpto. Paysandú	CHIRÚ
E 1311	309	Ruta 6, Valle Fuentes, Dpto. Lavalleja	YASÚ

Estos biotipos fueron seleccionados para este estudio en base a su buen comportamiento en producción de forraje. Constituyen parte del grupo de materiales más destacados de una colección de 350 ecotipos, biotipos y variedades comerciales que reúne amplia variabilidad.

Fueron trasplantados al campo a fines de 1968, y dispuestos en planteles de "planta espaciada", estando cada biotipo representado por una hilera de plantas distantes 0,80 metros entre plantas y 1,50 metros entre hileras.

El área experimental estuvo localizada en la parte Norte del Campo Experimental No. 1 del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", La Estanzuela, Departamento de Colonia (34° 20 Latitud Sur; Altitud 81 m./nm). El suelo es una pradera negra sobre Formación Libertad. Se realizan dos aplicaciones anuales (otoño y primavera) de 200 Kg. de Sulfato de Amonio y una aplicación anual de 200 Kg. de Hiperfosfato.

Se utilizó un total de setenta plantas para este experimento, siendo el número de plantas de cada biotipo, el siguiente:

Biotipo	No. de plantas
E 1309	25
E 1434	22
E 1311	23

A. Observaciones climáticas

Adyacente a las hileras que representan a los biotipos mencionados, se instaló una casilla meteorológica provista de un higrotermógrafo, a los efectos de contar con un registro contínuo de temperatura y humedad

relativo in situ, obviando las posibles diferencias microclimáticas con los datos del Parque Meteorológico del Centro, distante 300 m. del área experimental. Dicha garita meteorológica se colocó a una altura tal que el órgano sensible del higrotermógrafo quedó a 0.00 m de la superficie del suelo, teniendo en cuenta que ésta es la altura promedio de las panojas entre la antesis y la madurez.

Los datos de fotoperíodo fueron extraídos del Almanaque del Servicio de Hidrografía, Año 1969, 30a. Edición; dichos valores de fotoperíodo representan el intervalo entre el comienzo y finalización del "crepúsculo civil" (Figura 14, Apéndice). Los valores de almacenaje de agua en el suelo fueron determinados por métodos empíricos (Método de Thornthwaite) para un suelo al que se le asigna una lámina máxima de agua de 200 mm, y para el que se estima un Punto de Marchitez Permanente de 100 mm. (Figura 15, Apéndice). Todos los datos climáticos registrados durante el período experimental se presentan en la Tabla 25 (Apéndice).

B. Procedimiento de marcación de macollos fértiles.

Pocos días después que las plantas empezaron a florecer, se comenzó la marcación de macollos fértiles: dos veces por semana se revisaron todas las plantas, identificando con un número distinto para cada fecha los macollos cuyas inflorescencias presentaban espiguillas en antesis.

Como las espiguillas de una panoja demoran de tres a cinco días en completar la antesis, en cada fecha de marcación de macollos, se encontraron inflorescencias con distintos porcentajes de espiguillas abiertas. O sea, desde aquellas que habían entrado en antesis esa mañana y por lo tanto tenían muy pocas espiguillas abiertas, hasta

inflorescencias en que muchas de sus espiguillas estaban en antesis porque habían empezado a florecer en los días anteriores. Es decir que en cada fecha de revisación se marcaban todas las inflorescencias que tenían espiguillas en antesis y que no estaban ya marcadas en la fecha anterior.

Este esquema de trabajo permitió dividir la estación reproductiva de esta especie, en 44 períodos de floración, limitados cada uno de ellos por las fechas de revisación de macollas, y caracterizados por determinadas condiciones ambientales registradas. La Tabla 35 (Apéndice) indica las distintas fechas de revisación de macollas y los períodos de floración.

C. Selección de períodos de floración

Luego de finalizado el período experimental en Abril de 1970, se estudiaron los datos climáticos y se seleccionaron 30 períodos para estudio detallado de componentes del rendimiento y calidad de semilla. Dentro de cada uno de estos períodos, que varían de dos a cinco días, las condiciones de temperatura y humedad de cada día fueron similares. Además los períodos fueron seleccionados buscando obtener la mayor heterogeneidad posible en condiciones climáticas entre períodos, a los efectos de tener en cuenta las condiciones más variadas. La Tabla 2 muestra las condiciones climáticas promedio para cada uno de los 30 períodos seleccionados. Las Figuras 11, 12, 13, 14, 15, 16 (Apéndice) muestran gráficamente la evolución de las variables ambientales, para todos los períodos seleccionados.

Tabla 2. Condiciones ambientales promedio para cada uno de los Períodos de Floración seleccionados

P.F.	$\overline{TX}$	TM	Tm	TN	TA	AS	$\overline{HRX}$	HRM	HRm	HRA	F
2	23.0	31.7	18.2	20.8	21.0	138.5	71	94	33	84	15.12
5	22.9	31.4	15.7	18.0	18.0	127.5	65	92	36	87	15.23
6	24.0	32.5	18.3	19.6	20.4	130.3	70	95	39	84	15.26
9	20.4	27.5	14.7	17.1	18.2	131.7	74	94	52	82	15.39
11	24.0	30.3	17.0	21.7	20.8	130.7	61	95	30	81	15.29
12	27.5	36.5	20.7	25.0	21.0	108.7	65	93	31	90	15.37
14	20.0	29.2	17.0	19.0	18.4	122.3	74	95	43	91	15.22
18	24.2	34.3	17.2	19.4	23.0	97.3	77	96	31	87	15.04
20	21.1	30.8	15.2	18.4	17.8	97.0	71	96	30	93	14.52
24	25.5	34.0	18.0	20.7	21.5	90.6	60	89	27	70	14.21
25	24.7	36.3	19.0	22.1	21.4	84.6	71	95	31	91	14.14
28	23.3	32.2	17.5	19.6	20.0	78.6	72	96	36	93	14.07
30	25.5	34.5	19.7	21.5	22.3	64.3	67	90	33	83	13.36
32	17.4	24.3	12.5	13.6	14.0	80.0	66	96	25	87	13.20
34	18.8	25.2	10.0	12.8	13.0	104.0	70	94	34	89	13.03
38	19.3	26.1	13.0	16.7	15.3	113.0	72	92	42	90	12.48
39	16.1	23.2	11.0	13.2	12.3	132.7	83	90	56	95	12.35
40	17.3	26.5	10.0	13.5	13.1	128.0	75	100	39	96	12.19
43	21.2	27.7	17.1	19.3	18.4	157.2	83	96	64	87	11.57
44	22.7	22.2	19.2	21.0	19.6	174.0	80	94	63	83	11.50

P.F. = Período de floración

$\overline{TX}$, TM, Tm, TN, TA = Temperatura promedio, máxima, mínima, nocturna y al amanecer, respectivamente (en Grados Centígrados).

$\overline{HRX}$, HRM, HRm, HRA = Humedad relativa promedio, máxima, mínima y al amanecer respectivamente (en porcentaje)

AS = Almacenaje de agua en el suelo estimado por el método de Thornthwaite (en mm.)

F = Fotoperíodo

Cada una de las inflorescencias fue cosechada a mano a medida que iba completando la maduración. Dado que una panoja no madura simultáneamente, existe pérdida de calidad por desgrane en las espigas apicales o inmaduras en las espigas basales (Johnson 1961; Johnson y Holt 1962). Para tratar de obviar este problema, se tomaron las siguientes precauciones:

1) Se realizó una cosecha temprana de cada panoja para evitar el desgrane;

2) Se consideró como "semilla llena" sólo aquellas de cariopse incompletamente formado;

3) el análisis de germinación se realizó en base a la semilla desprendida naturalmente de las panojas antes de la trilla. De esta forma es mayor la probabilidad de contar con muestras de semillas que hayan completado la maduración.

Pero aún así, es probable que los valores obtenidos de calidad de semilla estén subestimados.

D. Componentes del rendimiento

A los efectos del estudio de la variación de los componentes del rendimiento, se consideraron las siguientes características para cada uno de los períodos de floración:

Promedio de panojas por planta

Promedio de espigas por panoja

Promedio de longitud total de espiga por panoja

Rendimiento

Para estimar los valores de promedio de espigas por panoja y promedio

Tabla 4. Estimaciones del tamaño de muestra (No. de panojas) para componentes del rendimiento en cuatro períodos de floración, para el biotipo E 1434.

Período de floración	No. espigas por panoja	Long. tot. esp. por panoja
2	6	9
7	46	31
14	46	30
19	43	43

Luego de efectuadas las mediciones correspondientes, se realizó la trilla a mano de toda la semilla obtenida.

E. Método de análisis de calidad de semilla

1. Método convencional

Para el análisis de calidad de la semilla, el método tradicionalmente usado (Novosad 1945; Hofmer 1958; Johnson 1961) consiste en el examen de muestras pequeñas (100-200 espiguillas) mediante presión de cada espiguilla con una aguja. Este procedimiento tiene una serie de inconvenientes:

1) Es sumamente lento y engorroso.

2) Dado que solo pueden utilizarse muestras muy pequeñas, tiene alto error de muestreo (Sterner 1964).

3) Puede dañar la semilla y afectar su germinación.

4) Es inexacto, pues no puede detectar las semillas con infección incipiente de Claviceps paspali, confundiéndolas en muchos casos con

semillas llenas.

5) Tiene alto error de operador. Para comprobar esto, se hicieron analizar por ocho operadores, 10 muestras de 200 semillas cada una provenientes de un mismo lote, y se observó que la variación entre operadores es muy grande. La Tabla 5 muestra los coeficientes de variación obtenidos con dicho método convencional, y los obtenidos con el método de escarificación ácida y flotación usado en este estudio, y que se describe posteriormente.

Tabla 5. Coeficientes de variación de los resultados obtenidos por ocho operadores usando el método convencional de análisis de calidad (muestras de 200 semillas), y los obtenidos con el método de escarificación ácida y flotación (muestras de 1 g.).

	% llenas	% vanas	% alavicaps
Convencional	22.8	80.3	53.0
Escarificación ácida	7.3	16.4	4.3

Es probable que en la alta variación del método convencional, estén confundidos el "error de operador" y el "error de muestreo", pero los resultados confirman la inexactitud del método, aún cuando en este caso particular el error de operador puede estar sobreestimado por falta de práctica suficiente de los operadores.

Estas consideraciones anteriores obligaron a dedicar una parte importante del tiempo, al desarrollo de un método de análisis de calidad de semilla de Paspalum dilatatum que cumpliera con los requerimientos básicos indicados por Sterner (1964): no destructivo, rápido y libre de error humano.

2. Método basado en escarificación ácida y flotación

Existen algunas indicaciones en la literatura (Burton 1945; Mathews 1947; Hodgson 1940; Stormer 1964) sobre el uso de la escarificación ácida en el análisis de semilla de Paspalum dilatatum, pero todas son observaciones fragmentarias y no existe en la bibliografía consultada ningún esquema completo y racional que permita la determinación de los tres componentes de calidad: semilla llena, semilla vana y semilla con Claviceps.

Se consideró que la eliminación de las glumas era el primer paso para poner al descubierto los tipos morfológicos asociados a las tres fracciones en una forma tal que puedan ser fácil y certeramente separadas. Luego de una larga serie de análisis y comprobaciones, se encontró que el tratamiento de la semilla con una dilución al 3/4 de ácido sulfúrico comercial (densidad 1.78) durante 10 minutos, producía una eliminación total de las glumas sin afectar la integridad de la lemma y palea.

El volumen del ácido debe ser aproximadamente cuatro veces mayor que el volumen de semilla, y es importante agitar repetidamente a intervalos cortos. Inmediatamente al tratamiento ácido, las muestras deben ser lavadas en corriente de agua, siendo muy útil a estos efectos el uso de embudos tipo Buchner.

Si inmediatamente de lavadas las muestras son puestas en agua destilada ligeramente jabonosa, se produce la separación de dos fracciones: una fracción que flota constituída por la totalidad de las semillas vanas y parte de la semilla con Claviceps, y una fracción que no flota constituída por la totalidad de las semillas llenas y parte de la semilla con Claviceps. La semilla con Claviceps de estas dos fracciones, puede luego ser fácilmente separada por transparencia en el

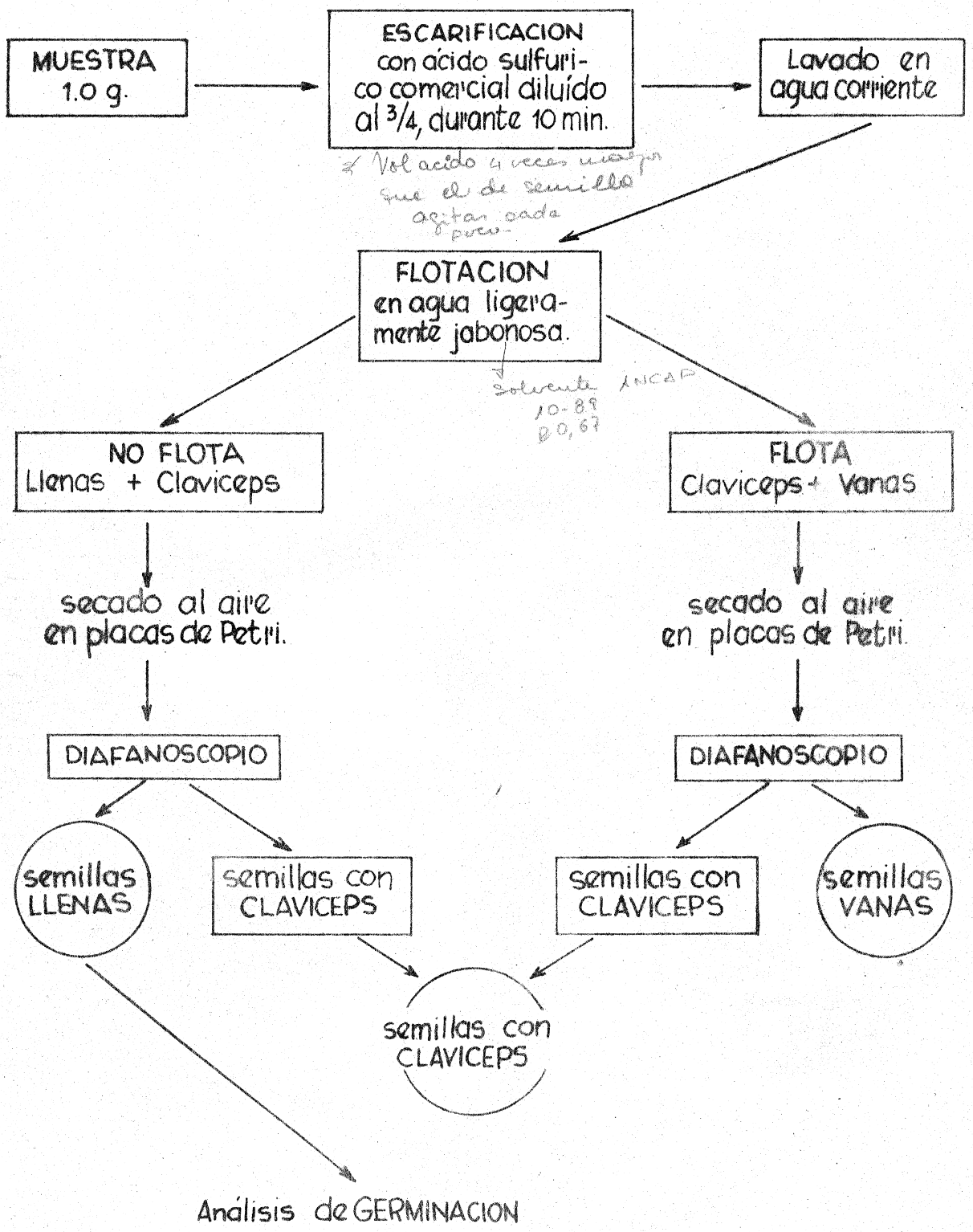
diafanoscopio, pues se presentan opacas a la luz; en cambio, las vanas son translúcidas y las llenas son relativamente opacas y de apariencia inconfundible. La Figura 1 muestra esquemáticamente cada uno de los pasos seguidos en el método de análisis de calidad de semilla utilizado en este estudio.

Dentro de la fracción de semilla con Claviceps existe toda una gradación que oscila desde semillas en las que se desarrolló un esclerote que separa marcadamente la lemma y palea, hasta semillas del mismo tamaño que las semillas llenas y sin separación entre la lemma y la palea y que podrían clasificarse como de "Claviceps incipiente" o de "infección subclínica" (Gauthier 1965). Pero todos estos tipos de semillas, son opacas a la luz y presentan tonalidades oscuras en sus brácteas florales. Se comprobó que las semillas con "Claviceps incipiente" o "infección subclínica" son incapaces de germinar.

Luego de ajustado el método de análisis, se realizó una determinación estadística del tamaño de muestra. Para esto, se analizaron muestras de distintos tamaños provenientes de un mismo lote de semilla. Los tamaños de muestra estudiados fueron 0,5 g., 1,0 g., 1,5 g. y 2,0 g., y se hicieron seis repeticiones de cada uno de ellos. A los resultados obtenidos (Tabla 27, Apéndice) se les aplicó la transformación angular, y se realizó para cada componente de calidad de semilla, un análisis de varianza y un Test de Homogeneidad de las varianzas (Steel y Torrie, 1960), cuyos resultados se exponen en las Tablas 28, 29 y 30 (Apéndice). Si bien el análisis estadístico indica que no hay diferencia significativa entre los cuatro tamaños de muestra, se resolvió usar muestras de 1,0 g.

Las muestras de semilla para análisis de calidad fueron obtenidas mediante el uso de un Divisor de Muestras (Precisión Divider, Seedburo). Los resultados de los análisis de calidad se expresan como número de

Figura 1. Esquema del método de análisis de calidad de semilla de Paspalum dilatatum usado en este estudio.-



semillas por grano ó como porcentaje sobre el número total de semillas, y representan el promedio de cuatro repeticiones.

F. Análisis de germinación

El análisis de germinación fue hecho con la semilla limpia y escarificada, proveniente de los análisis de calidad. Si bien existen evidencias (Mathews 1947; Hodgson 1949) de que la escarificación con ácido sulfúrico aumenta la germinación en especies de Paspalum, se realizó un test preliminar de germinación para evaluar el efecto del tratamiento de escarificación ácida elegido en este trabajo. Se compararon tres tratamientos con seis repeticiones cada uno:

a) semilla sin escarificar

b) semilla escarificada mecánicamente mediante frotamiento en bandas de goma

c) semilla escarificada con ácido sulfúrico comercial (densidad 1,78) diluído al 3/4, durante 10 minutos.

El mayor porcentaje de germinación (promedio de 6 repeticiones) se obtuvo con el tratamiento de escarificación ácida: 40,0%, y el menor con la semilla sin escarificar, 15,1%. El tratamiento de escarificado mecánico ocupó un lugar intermedio: 31,7%. Estas diferencias son mucho mayores si se consideran los porcentajes de germinación a los siete días; es decir que la escarificación ácida produce un aumento de la velocidad y el porcentaje de germinación.

Todos los análisis de germinación fueron hechos en germinadores Jacobsen, y de acuerdo a las reglas internacionales (I.S.T.A.).

El Análisis Estadístico fue realizado en una computadora IBM 360

Modelo 44 del Centro de Computación de la Universidad de la República.
La "Subroutine" empleada fue extraída de "IBM Application Program", System/360, Scientific Subroutine Package, Version III.

IV. RESULTADOS EXPERIMENTALES

A. Componentes del Rendimiento

En las Tablas 31, 32 y 33 (Apéndice) se presentan los resultados de los componentes del rendimiento en los veinte períodos de floración estudiados. Las Figuras 2, 3, 4 y 5 elaboradas en base a dichos resultados, muestran gráficamente la evolución de esas variables durante el período experimental.

Considerando los rendimientos por período de floración de los tres biotipos, el análisis de varianza revela que existen diferencias altamente significativas entre períodos y significativas entre biotipos (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de varianza de los rendimientos de semilla en cada período de floración de los tres biotipos en todo el período experimental.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	F
Períodos	19	7520.12	4.71**
Biotipos	2	7218.47	4.52*
Error	38	1597.05	

1. Comportamiento estacional

En la evolución del rendimiento y sus componentes (Figuras 2, 3, 4 y 5) se puede observar que los tres biotipos se ajustan a la misma tendencia estacional. A los efectos de comprobar esta reacción similar de los

biotipos a las condiciones ambientales durante el período experimental, se calcularon los coeficientes de correlación entre sus rendimientos (Tabla 7).

Tabla 7. Coeficientes de correlación entre los rendimientos de los tres biotipos, en 20 períodos de floración.

Variables (biotipos)	Valores de r
E 1300 con E 1424	0.637**
E 1300 con E 1311	0.617**
E 1424 con E 1311	0.608**

** Significativo al 1%

De los datos de la Tabla 7 se observa claramente que el comportamiento productivo estacional de los tres biotipos está estrechamente relacionado entre sí, aún cuando en algunos casos los niveles de producción fueron notoriamente diferentes.

Esta tendencia estacional en rendimiento presenta tres grandes períodos o épocas bien definidas (Figura 5): una época "temprana" hasta el período de floración No. 18 inclusive, una época "media" que va desde el período de floración No. 20 al No. 34 inclusive, y una época "tardía" desde el período de floración No. 36 al final. Agrupando y promediando los rendimientos dentro de cada época, se obtiene un valor que representa el rendimiento promedio por período de floración en cada época para cada biotipo, y se detallan en la Tabla 8.

El análisis de varianza de los datos de la Tabla 8 muestra que existen diferencias significativas entre épocas, pero que no hay diferencias significativas entre biotipos (Tabla 9).

Figura 2. Promedio de panojas por planta de cada biotipo en cada uno de los períodos de floración estudiados.

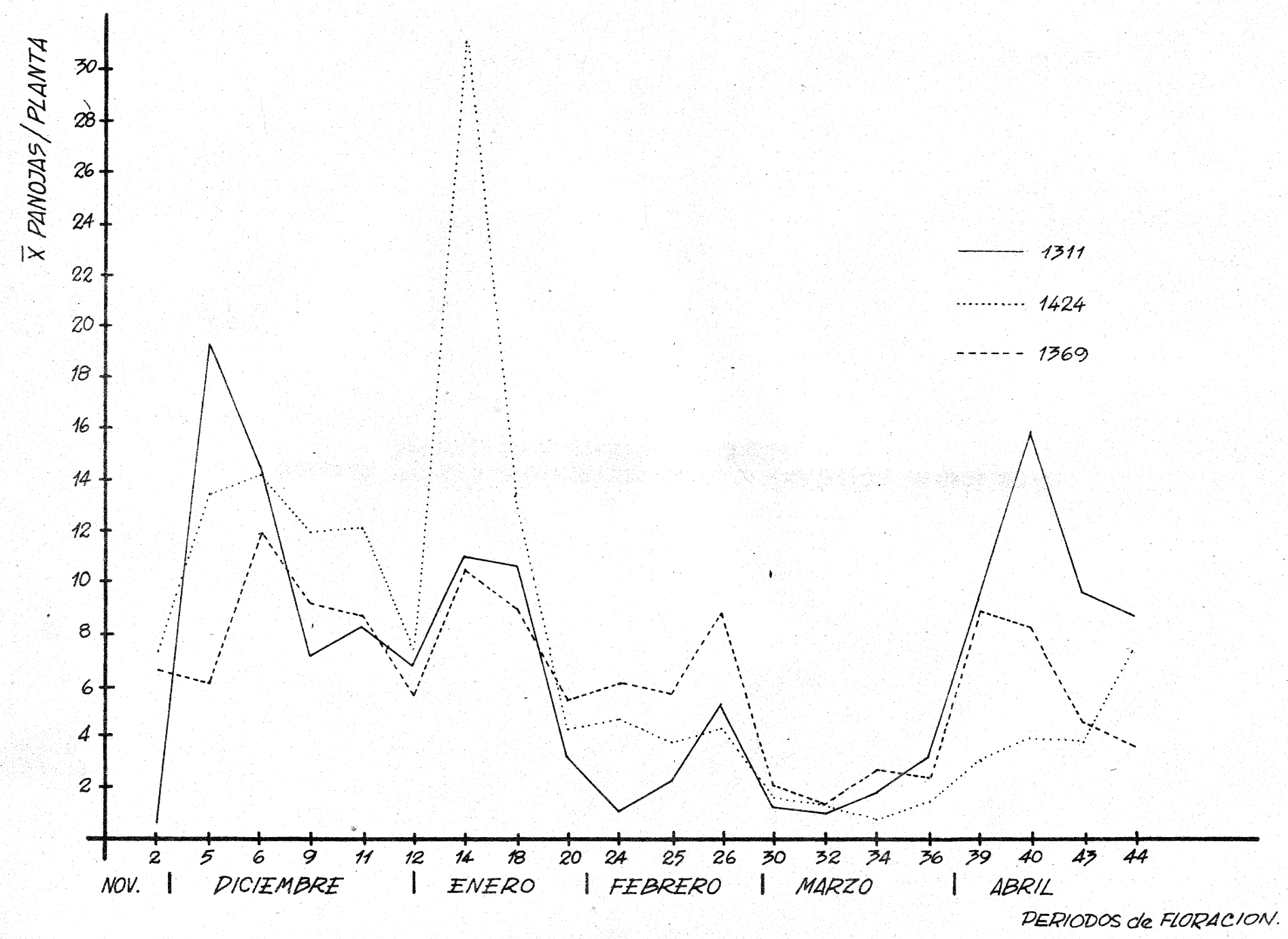

X̄ PANOJAS/PLANTA
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
1311
1424
1369
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
43
44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION.

Figura 3. Promedio de espigas por penoja de cada biotipo en cada uno de los períodos de floración estudiados.

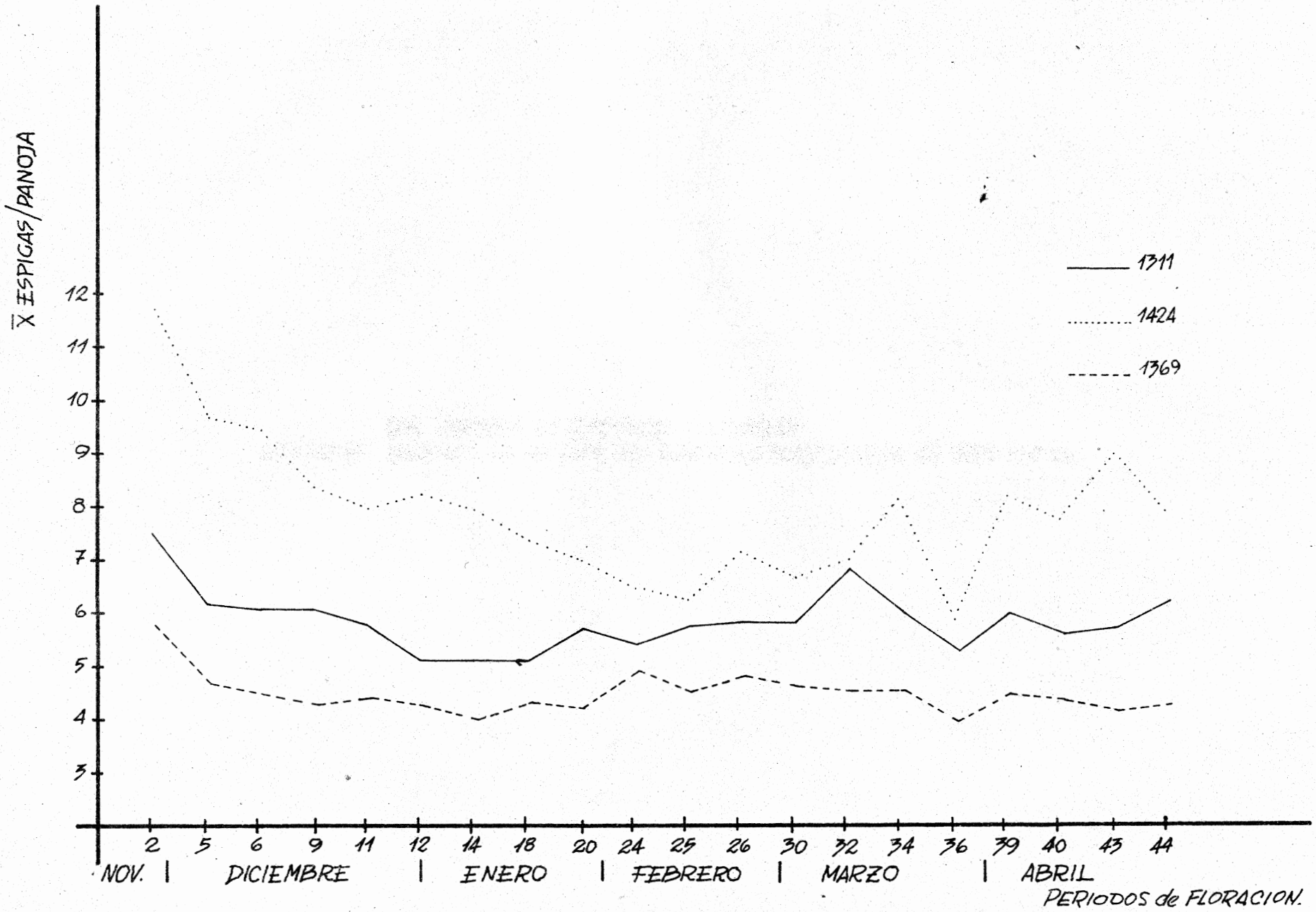

X̄ ESPIGAS/PANOJA
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
1311
1424
1369
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
43
44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION.

Figura 4. Promedio de longitud total de espiga por panoja (en cm) de cada biotipo en cada uno de los períodos de floración estudiados.

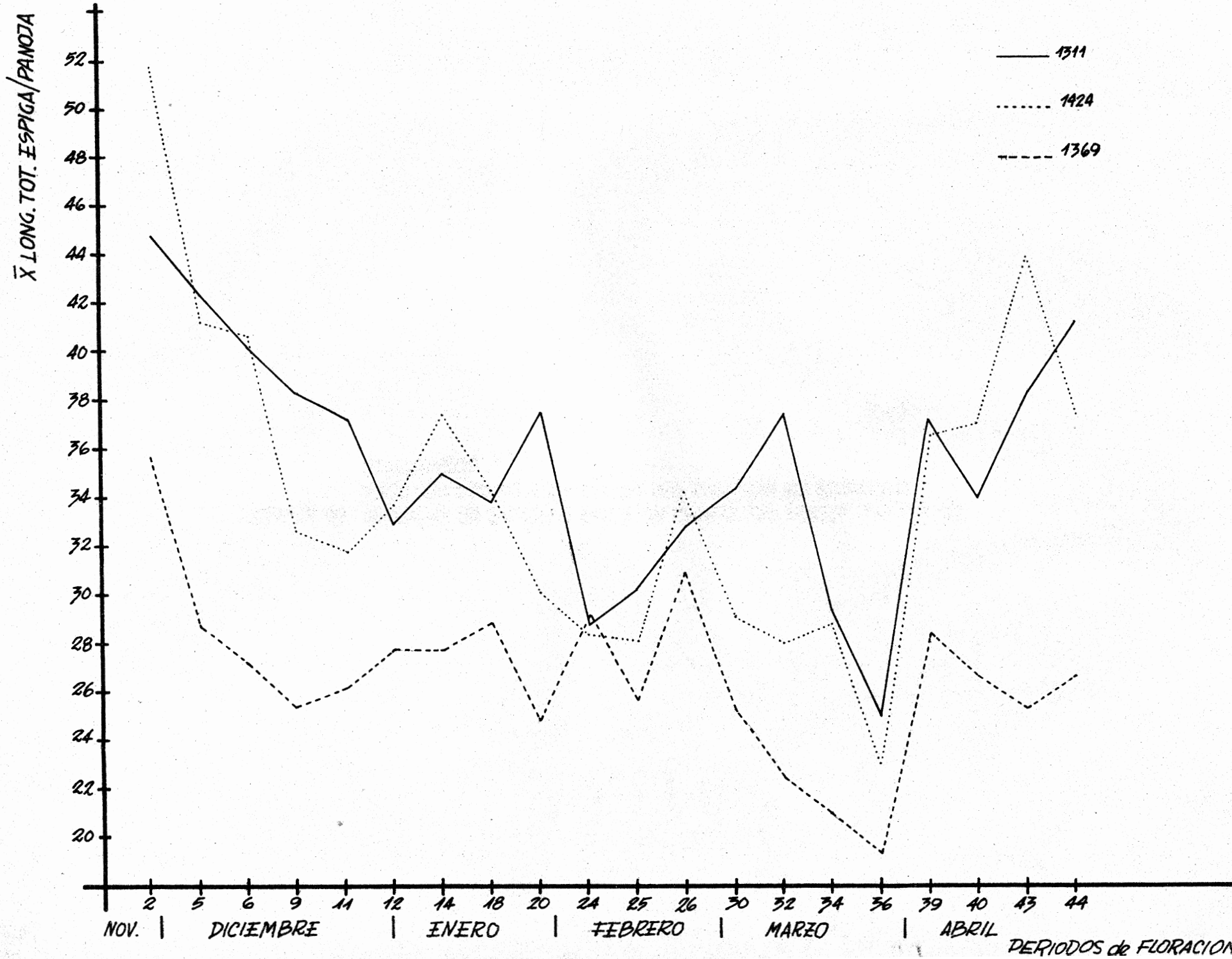

X̄ LONG. TOT. ESPIGA/PANOJA
52
50
48
46
44
42
40
38
36
34
32
30
28
26
24
22
20
1311
1424
1369
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
43
44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION

Figura 5. Rendimiento de semilla (en gr.) producido por 20 plantas de cada biotipo en cada uno de los períodos de floración estudiados.

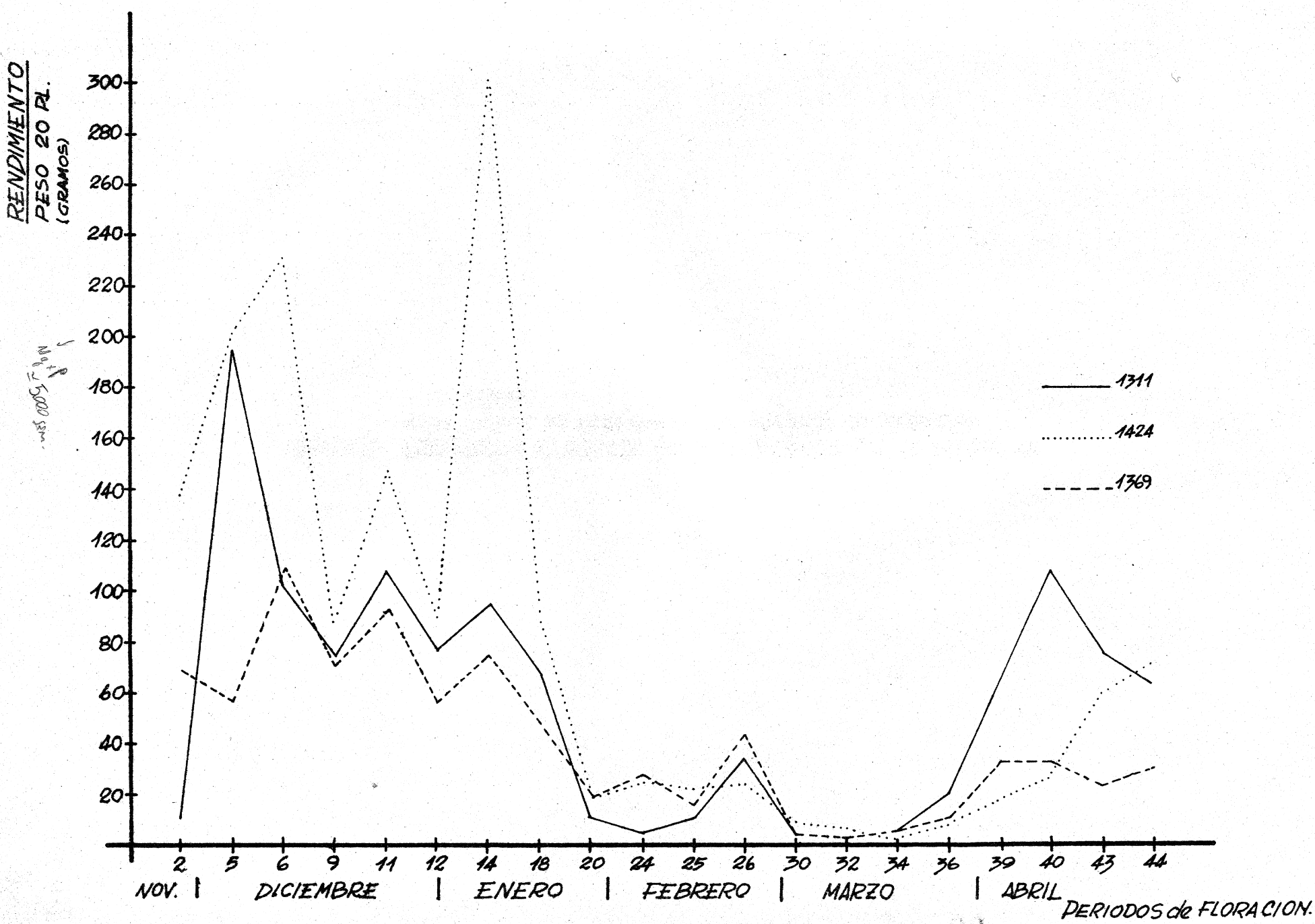

RENDIMIENTO
PESO 20 PL.
(GRAMOS)
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
1311
1424
1369
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
43
44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION.

Tabla 8. Rendimiento promedio por período de floración (gr. por 20 plantas) en tres épocas, para cada biotipo.

	Temprana	Media	Tardía
E 1369	70.2	17.1	25.9
E 1424	159.8	14.8	30.8
E 1311	92.0	10.5	60.0

Tabla 9. Análisis de varianza de los rendimientos promedio por período de floración en tres épocas para los tres biotipos.

Fuente de Variación	G.L.	C.M.	F
Epocas	2	6680.06	7.58*
Biotipos	2	820.58	0.90
Error	4	907.41	

* Significativo al 5%

Para visualizar las diferencias en estacionalidad de producción, se calculó la distribución porcentual de la producción total de cada biotipo en las tres épocas; estos resultados se muestran en la Tabla 10.

2. Relaciones entre los componentes del rendimiento

A los efectos de determinar la relación entre el rendimiento y cada uno de sus componentes, se realizó un estudio de correlación simple para cada biotipo; los resultados se muestran en la Tabla 11.

Tabla 10. Distribución porcentual de la producción total de semillas de los tres biotipos en tres épocas.

Biotipo	Producción (1) total (gr.)	Temprana	Intermedia	Tardía
E 1300	808.0	60.6	14.8	15.6
E 1434	1668.7	81.6	6.6	11.7
E 1311	1150.1	64.6	6.4	28.9

(1) Corresponde a la suma de los rendimientos de todos los 20 períodos de floración estudiados

Tabla 11. Coeficientes de correlación entre componentes del rendimiento y el rendimiento de semilla en los tres biotipos, para 20 períodos de floración.

	Componentes del rendimiento		
	X panojas/Pl.	X esp./panoja	X long.tot.esp./pan.
Rendimiento E 1300	0.833**	0.100 ns.	0.520*
Rendimiento E 1434	0.910**	0.367**	0.545*
Rendimiento E 1311	0.947**	-0.153 ns.	0.427 ns.

** Significativo al 1%

* Significativo al 5%

ns. No significativo al 5%

Los datos de la Tabla 11 indican que el componente rendimiento

importante en la determinación del rendimiento en los tres biotipos, es el promedio de panojas por planta, dadas las correlaciones altamente significativas encontradas. El promedio de longitud total de espiga por panoja no muestra una relación tan estrecha con el rendimiento, y en el biotipo E 1311 la correlación no es significativa al 5%. El promedio de espiga por panoja no muestra asociación con el rendimiento más que en el E 1424, donde la correlación es altamente significativa.

Por considerarlo de utilidad se calculó el promedio, desviación típica y rango del promedio de espiga por panoja durante todo el período experimental, y estos datos se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Promedio, desviación típica y rango del promedio de espiga por panoja en los tres biotipos en todo el período experimental.

Biotipo	Promedio	Desviación típica	Rango promedio[1]	Rango absoluto[2]
E 1309	4.40	0.40	3.9-5.8	2-9
E 1424	7.00	1.30	6.0-11.8	3-19
E 1311	5.04	0.57	5.1-7.5	3-13

1) El Rango promedio corresponde al rango construído con los promedios de la característica para cada período de floración.

2) El Rango absoluto corresponde al rango construído con los valores individuales de la característica en cada período de floración.

Se encontraron correlaciones altamente significativas entre el promedio de espigas por panoja y promedio de longitud total de espigas

por panoja en los tres biotipos: r = 0.090 para el E 1300, r = 0.93 para el E 1434 y r = 0.65 para el E 1311.

3. Influencia de los factores ambientales

A los efectos de estudiar la influencia de los factores ambientales que probablemente determinan la tendencia estacional, se realizó en una primera etapa un estudio de correlación simple entre los componentes del rendimiento de cada biotipo y las variables climáticas expuestas en la Tabla 2. Se calcularon 90 coeficientes de correlación para los tres biotipos, y la Tabla 13 muestra algunas de las correlaciones significativas obtenidas.

Las únicas variables climáticas que presentan correlaciones simples significativas con el rendimiento y sus componentes son la humedad del suelo y el fotoperíodo; las variables de temperatura y humedad relativa no dieron ninguna correlación significativa. En los biotipos E 1300 y E 1434 se encontraron correlaciones significativas del promedio de panojas por planta y rendimiento con el fotoperíodo; en cambio en el biotipo E 1311 no se detectaron dichas correlaciones con fotoperíodo pero sí con la humedad del suelo. El promedio de longitud total de espiga por panoja tiene correlación significativa con la humedad del suelo en los biotipos E 1434 y E 1311. La única correlación significativa encontrada para el promedio de espigas por panoja fue con la humedad del suelo en el biotipo E 1434.

Dado el limitado valor que tiene un análisis de correlación simple en un estudio en el que se puede suponer que cada característica biológica es resultante de la acción de muchos factores ambientales actuando conjuntamente y relacionados entre sí, es necesario considerar el efecto conjunto de las variables climáticas. Para esto, se realizó

un análisis de regresión múltiple usando el "Stepwise Regression Procedure" detallado en Bonnett y Franklin (1964) y en Draper y Smith (1966) como método para seleccionar la "mejor" ecuación de regresión.

Tabla 13. Coeficientes de correlación entre componentes del rendimiento y variables ambientales para los tres biotipos en 20 períodos de floración

Variables dependiente	Biotipo	Variable independiente: Humedad del suelo	Variable independiente: Fotoperíodo
Rendimiento	E 1309	ns	0.002**
	E 1424	ns	0.002**
	E 1311	0.478*	ns
$\bar{X}$ panojas/pl.	E 1309	ns	0.447*
	E 1424	ns	0.387**
	E 1311	0.494*	ns
$\bar{X}$ long. tot. esp./pan.	E 1309	ns	ns
	E 1424	0.035**	ns
	E 1311	0.034*	ns
$\bar{X}$ esp./panoja	E 1309	ns	ns
	E 1424	0.007*	ns
	E 1311	ns	ns

** Significativo al 1%

* Significativo al 5%

ns No significativo al 5%

La atención más clara que puso de manifiesto este método es con

respecto al rendimiento: el fotoperíodo y la humedad del suelo explican por sí solos la mayor parte de la variación encontrada en el rendimiento estacional de los tres biotipos, y el agregado de otras variables (tales como temperatura y humedad relativa) a la ecuación de regresión no aumenta el coeficiente de correlación múltiple.

La Tabla 14 muestra las ecuaciones de regresión para el rendimiento de los tres biotipos.

Tabla 14. Ecuaciones de regresión seleccionadas mediante el "Stepwise Regression Procedure" para el rendimiento de semilla de los tres biotipos.

Biotipos					
E 1300	Y_o = -340.1	+ 22.5 F	+ 0.7000 AS	R^2 = 0.6774
N 1434	Y_o = -847.0	+ 51.42 F	+ 1.017 AS	R^2 = 0.8017
T 1311	Y_o = -332.5	+ 1.234 F	+ 18.18 AS	R^2 = 0.0235

Y_o = rendimiento de semilla

F = fotoperíodo

AS = almacenaje de agua en el suelo

En cuanto a los componentes del rendimiento la situación no es tan definida pues cada nueva variable climática agregada a la ecuación de regresión va aumentando paulatinamente el coeficiente de correlación múltiple lo que hace que se lleguen a ecuaciones de regresión en las que intervienen varias variables lo que impide hacer abstracción de las más importantes. Estas ecuaciones de regresión se presentan en la Tabla 34 (Apéndice).

A partir del período de floración No. 24, se comenzó a observar la existencia de inflorescencias con un menor largo de espiga y cuyas espigoillas son mucho más chicas que las normales y no entran en antesis. Obviamente que no dan origen a semilla llena. Estas inflorescencias "chuzas" fueron consideradas aparte de las panojas normales, y la Tabla 15 muestra la cantidad para cada biotipo.

Tabla 15. Número [1] de inflorescencias "chuzas" en los tres biotipos durante el período experimental.

Período de floración	Biotipos		
	E 1369	E 1424	E 1311
24	8	37	17
25	17	30	10
28	18	33	9
30	20	13	35
32	27	3	10
34	33	11	42
36	20	6	19
39	0	1	0
40	2	6	11
43	0	0	0
44	1	4	0

(1) Representa el No. de inflorescencias "chuzas" producidas por 20 plantas en cada período de floración.

B. Calidad de semilla

Los resultados de los análisis de calidad de semilla en cada uno de los biotipos estudiados se detallan en las Tablas 35, 36 y 37 (Apéndice). En base a dichos resultados, se construyeron las Figuras 6 y 7 que muestran gráficamente la evolución común de cada uno de los componentes de calidad durante toda la estación. Las Figuras 17, 18 y 19 (Apéndice) muestran la evolución de dichos componentes de calidad en cada uno de los biotipos independientemente.

Por la naturaleza de los datos obtenidos, y siguiendo el criterio expuesto por Steel y Torrie (1960), se realizó la transformación raíz cuadrada previo a todos los análisis y test estadísticos. Las representaciones gráficas están construídas con los datos originales sin transformación.

Considerando los porcentajes de semilla llena por período de floración en los tres biotipos durante todo el período experimental, el análisis de varianza revela que existen diferencias altamente significativas entre biotipos y entre períodos. (Tabla 16)

Tabla 16. Análisis de varianza de los porcentajes de semilla llena por período de floración de los tres biotipos en todo el período experimental.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	F
Períodos	10	2.55	13.49**
Biotipos	2	3.70	19.57**
Error	38	0.189	

También existen diferencias altamente significativas entre biotipos y entre períodos para el porcentaje de Claviceps (Tabla 17).

Tabla 17. Análisis de varianza de los porcentajes de semillas con Claviceps por período de floración de los tres biotipos en todo el período experimental.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	F
Biotipos	2	11.80	20.01**
Períodos	10	4.12	9.30**
Error	30	0.44	

** Significativo al 1%

1. Comportamiento estacional

De la misma forma que lo observado para los componentes del rendimiento, los componentes de calidad de la semilla en los tres biotipos se ajustan a una misma tendencia estacional. Para comprobar este comportamiento estacional similar, se calcularon los coeficientes de correlación entre biotipos para cada componente de calidad (Tabla 18).

Tabla 18. Coeficientes de correlación entre biotipos para cada uno de los componentes de calidad.

	% llenas	% vanas	% c/claviceps
E 1300 con E 1484	0.8301**	0.6332**	0.6454*
E 1300 con E 1311	0.8982**	0.7137**	0.7430**
E 1484 con E 1311	0.7015**	0.8900**	0.8037**

** Significativo al 1%
* Significativo al 5%

Figura 6. Porcentajes de semilla llena y vana de cada biotipo en cada uno de los períodos de floración estudiados.

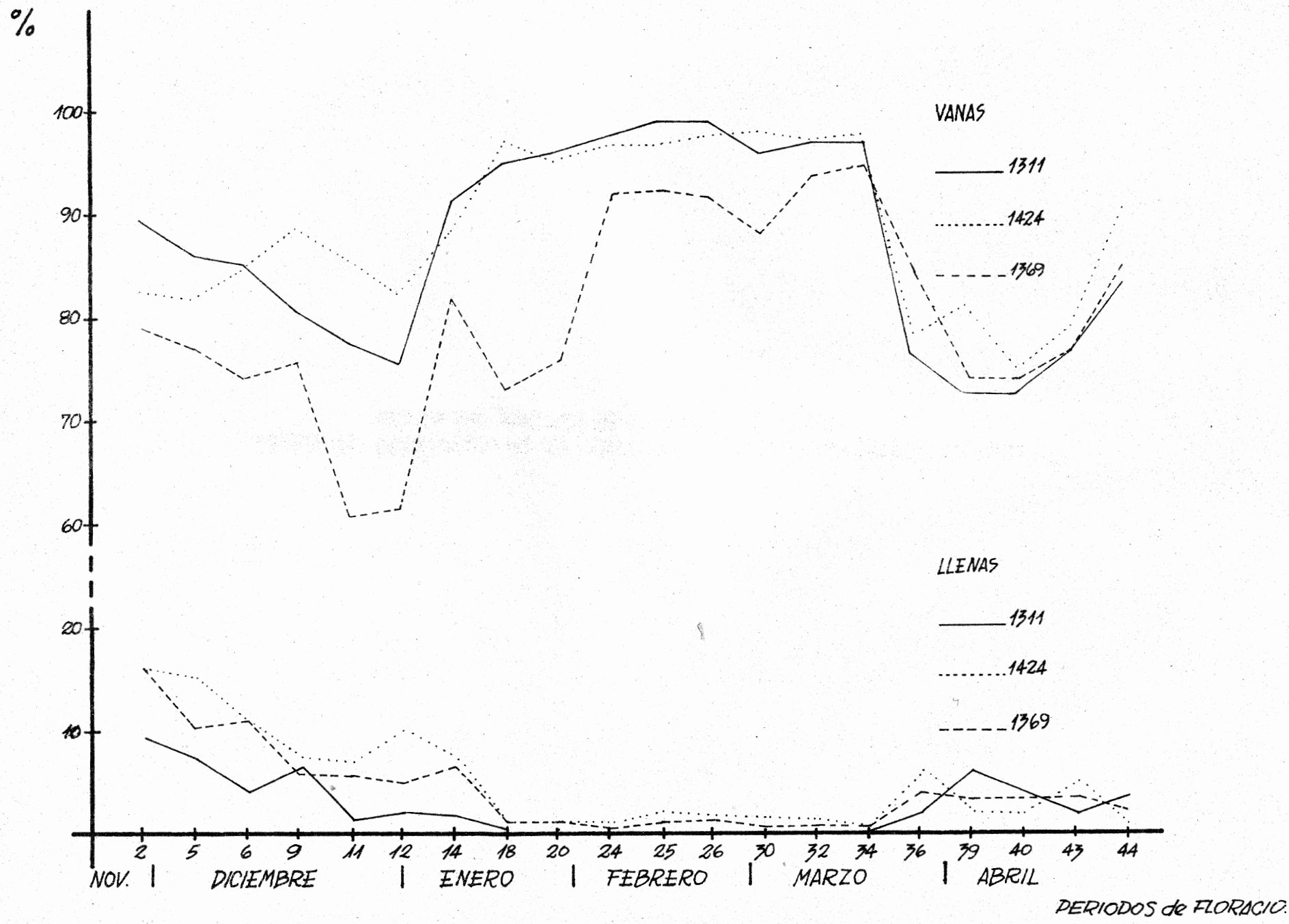
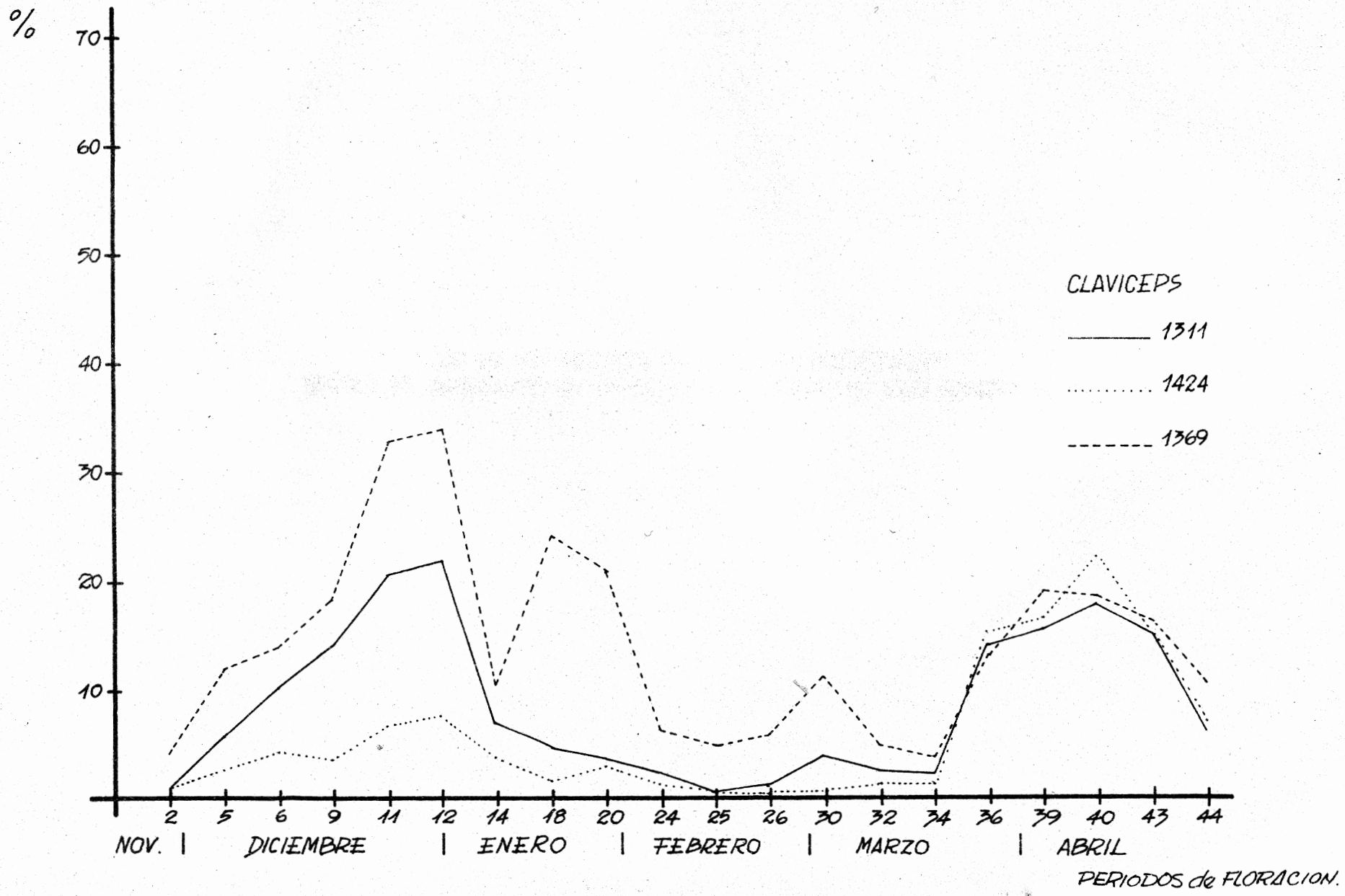

%
100
90
80
70
60
20
10
VANAS
1311
1424
1369
LLENAS
1311
1424
1369
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
43
44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACIO

Figura 7. Porcentaje de semilla con Claviceps de cada biotipo en cada uno de los períodos de floración estudiados.


%
70
60
50
40
30
20
10
CLAVICEPS
1311
1424
1369
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
43
44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION.

De los resultados de la Tabla 18 y de la observación de las Figuras 6 y 7, se puede deducir que el comportamiento de los biotipos es similar a través de la estación, aún cuando existen marcadas diferencias entre los niveles de cada una de las características entre los tres biotipos.

Esta marcada tendencia estacional presenta tres grandes períodos ó épocas bien definidas: una época "temprana" hasta el período de floración No. 14, una época "intermedia" desde el período No. 18 al No. 34, y una época "tardía" desde el período No. 36 en adelante. Agrupando y promediando los porcentajes de semilla llena dentro de cada época, se obtiene un valor promedio por período de floración para cada época (Tabla 19). El análisis de varianza de dichos valores presentados en la Tabla 19, indica que existen diferencias significativas entre épocas (Tabla 20).

Tabla 19. Porcentajes de semilla llena promedio por período de floración en tres épocas para cada biotipo (datos sin transformación).

	Temprana	Intermedia	Tardía
E 1300	9.31	1.02	6.07
E 1424	10.58	1.30	5.08
E 1311	4.76	0.14	3.01

2. <u>Influencia de los factores ambientales</u>

A los efectos de estudiar la influencia de los factores ambientales en los componentes de calidad, se realizó en primera instancia un análisis de correlación simple entre cada uno de los componentes de calidad de

semilla y todas las variables climáticas que figuran en la Tabla 2. Se calcularon en total 99 coeficientes de correlación. De la misma forma que para los componentes del rendimiento, solamente se obtuvieron correlaciones significativas con algunas variables climáticas, principalmente humedad del suelo y humedad relativa mínima. En la Tabla 21 se presentan algunas de las correlaciones significativas encontradas.

Tabla 20. Análisis de varianza de los porcentajes de semilla llena promedio por período de floración en tres épocas para cada biotipo.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	F
Epocas	2	2.04	17.0**
Biotipos	2	0.47	3.10
Error	4	0.15	

El porcentaje de semilla llenas parece estar en relación directa a la humedad del suelo aún cuando la correlación para el biotipo E 1424 no fue significativa. Se encontró una correlación positiva entre el porcentaje de semillas llenas y la humedad relativa mínima en el biotipo E 1311 solamente. Ninguna de las variables de temperatura dieron correlaciones significativas con el porcentaje de semillas llenas.

En cuanto a la semilla con Claviceps, salvo en el biotipo E 1320, presenta correlaciones positivas altamente significativas con la humedad del suelo y la humedad relativa mínima. En el biotipo E 1424 se encontró que el porcentaje de semillas con Claviceps estuvo correlacionado

negativamente con la temperatura máxima ($r = -0.407^{*}$) y la temperatura al amanecer ($r = -0.500^{*}$) y positivamente con la humedad relativa promedio ($r = 0.470^{*}$) y humedad relativa máxima ($r = 0.440^{*}$).

Tabla 21. Coeficientes de correlación entre componentes de calidad de semilla y variables ambientales, para los tres biotipos en 20 períodos de floración.

		Humedad del suelo	Humedad Rel. mínima	Fotoperíodo
Semillas llenas	E 1300	0.6500^{**}	ns	ns
	E 1424	0.3406 ns	ns	0.5007^{**}
	E 1311	0.7447^{**}	0.4771^{*}	ns
Semillas vanas	E 1300	-0.3001 ns	ns	ns
	E 1424	-0.6500^{**}	-0.4141 ns	ns
	E 1311	-0.6400^{**}	-0.5300^{*}	ns
Semillas c/Clavicepa	E 1300	ns	ns	ns
	E 1424	0.6357^{**}	0.6634^{**}	-0.5000^{*}
	E 1311	0.5641^{**}	0.5331^{*}	-0.3000 ns

** Significativo al 1%
* Significativo al 5%
ns No significativo al 5%

Con el mismo fundamento que el detalleio oportunamente en la exposición de resultados de componentes del rendimiento, se estimó necesario considerar el efecto conjunto de las variables climáticas. Para esto, se realizó un análisis de regresión múltiple usando el

"Stepwise Regression Procedure" detallado por Bennett y Franklin (1954) y Draper y Smith (1966), como criterio para seleccionar la "mejor" ecuación de regresión.

De los tres componentes de calidad, el porcentaje de semillas llenas es el único que muestra ecuaciones de regresión relativamente simples en los tres biotipos, es decir, que unas pocas variables ambientales explican una proporción tal de la variación encontrada, que el agregado de otras variables independientes a la ecuación de regresión no aumenta apreciablemente el coeficiente de correlación múltiple. Las ecuaciones de regresión calculadas para los porcentajes de semilla llena de los tres biotipos se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22. Ecuaciones de regresión[1] seleccionadas mediante el "Stepwise Regression Procedure" para el porcentaje de semilla llena en los tres biotipos.

Biotipos		
E 1300	$Y_4 = -0.751 + 0.0275\ AS + 0.3007\ F + 0.0375\ HRA$	$R^2 = 0.8330$
E 1404	$Y_4 = -4.077 + 0.0338\ AS + 0.4729\ F - 0.0330\ HRM$	$R^2 = 0.7049$
E 1311	$Y_4 = -6.100 + 0.0350\ AS + 0.3306\ F - 0.0751\ TA$	$R^2 = 0.8303$

(1) Todas las ecuaciones de regresión son significativas al 1%

Y_4 = Porcentaje de semilla llena. F = Fotoperíodo. HRM = Humedad Rel. promedio. AS = Humedad del suelo. TA = Temperatura al amanecer. HRA = Humedad rel. al amanecer.

De las ecuaciones de la Tabla 22 y de los coeficientes de correlación de la Tabla 21, se puede inferir que la humedad del suelo

es uno de los principales factores involucrados en la variación encontrada en el porcentaje de semilla llena en este experimento. Los tres biotipos guardan con respecto a dicha variable climática, una relación positiva.

Para tratar de visualizar, dentro de lo posible, el tipo de efecto de cada una de las otras variables climáticas, se analizaron las regresiones múltiples con todas las variables, teniendo en cuenta fundamentalmente la magnitud y signo de los coeficientes de regresión. De esta manera se pudo observar que en los tres biotipos el porcentaje de semilla llena parece estar relacionado positivamente a la humedad relativa al amanecer y negativamente relacionado a la temperatura máxima y temperatura nocturna.

Las ecuaciones de regresión para semilla con Claviceps y semilla vana están expuestas en la Tabla 32 (Apéndice).

La Tabla 33 (Apéndice) muestra los porcentajes de germinación y peso de 1000 semillas (espiguillas llenas) para los tres biotipos. Las Figuras 8 y 9 construídas en base a dichos datos, muestran la evolución de las dos características en el período experimental. Dado que no fue posible obtener estos datos para cada uno de los 30 períodos de floración estudiados, estas características no fueron incluídas en los análisis de correlación y regresión múltiple, por lo que desde el punto de vista de las relaciones con el ambiente la obtención de estos datos tuvo como objetivo proporcionar una idea de su fluctuación estacional.

El análisis de varianza para los pesos de 1000 semillas indica que existen diferencias altamente significativas entre biotipos y entre períodos (Tabla 23).

Figura 8. Peso (en gr.) de 1000 espiguillas llenas de cada biotipo en varios períodos de floración.

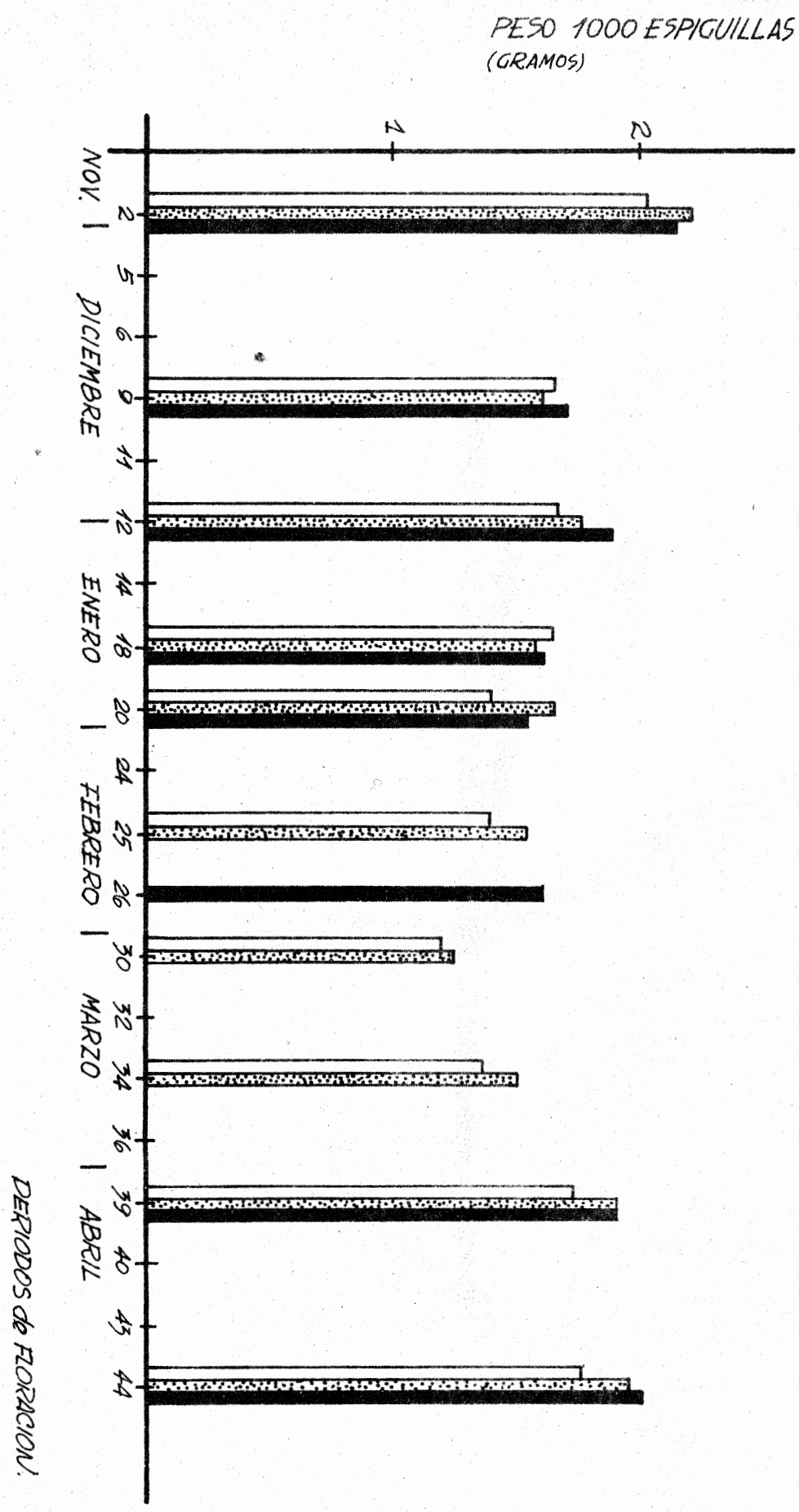

PESO 1000 ESPIGUILLAS
(GRAMOS)
1
2
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
43
44
PERIODOS de FLORACION.

Figura 9. Porcentajes de germinación de cada biotipo en varios períodos de floración.

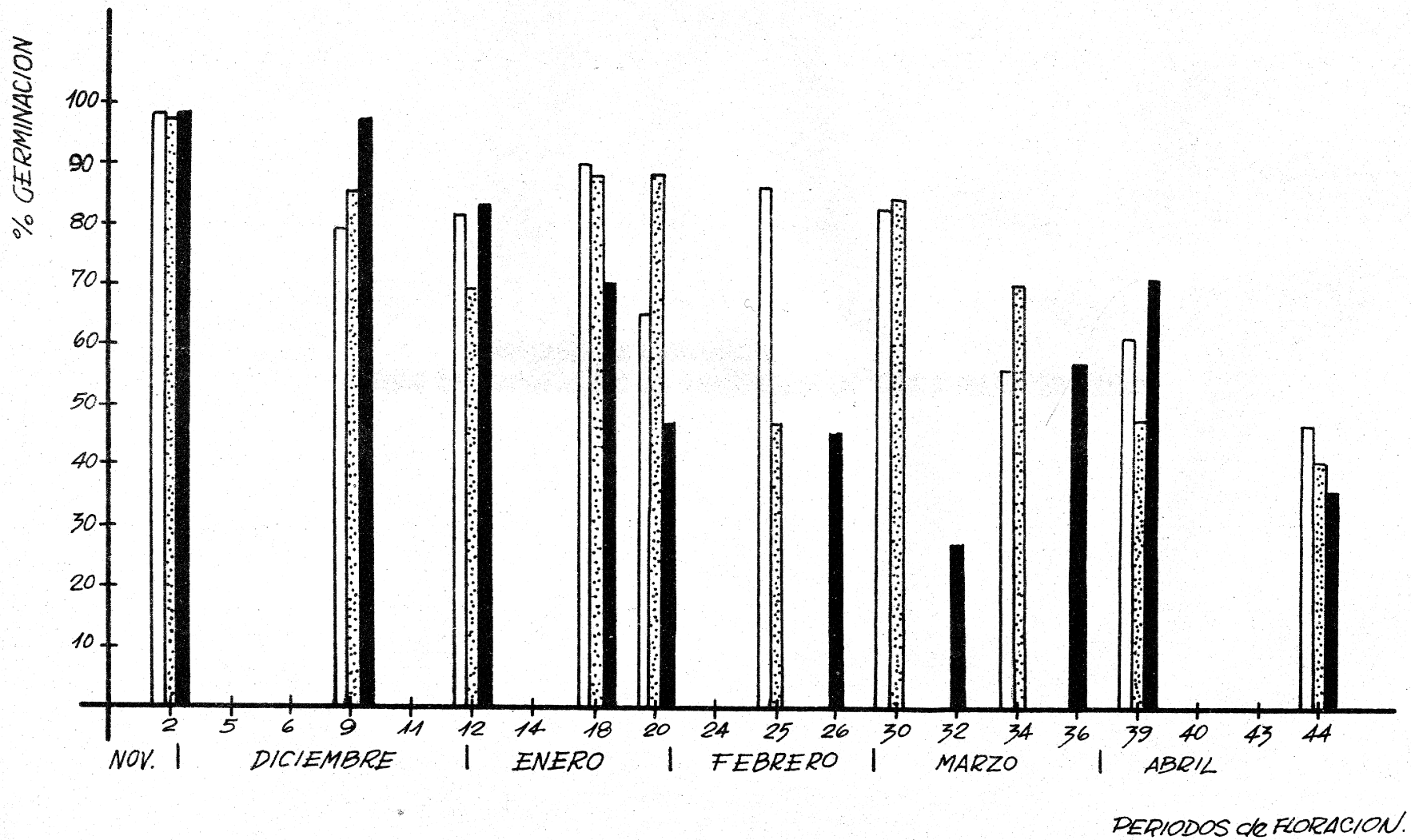

% GERMINACION
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
43
44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION.

Tabla 23. Análisis de varianza de los pesos de 1000 semillas de los tres biotipos en 10 períodos de floración.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	F
Períodos	9	0.1277	6.70**
Biotipos	2	0.1450	7.71**
Error	18	0.0188	

Por otra parte, en la Figura 8 se puede observar que el peso de 1000 semillas también se ajusta a una tendencia estacional similar para los tres biotipos; los mayores pesos de semilla se alcanzan al principio de la estación luego decrece paulatinamente para empezar a aumentar nuevamente a principios de otoño.

Estas diferencias en peso de semilla se traducen en apreciables diferencias en vigor inicial de las plántulas. En efecto, en un ensayo en invernáculo se sembraron lotes de semillas de distintos períodos de floración provenientes de la cosecha de plantas individuales; se pudo observar que las semillas de las épocas "temprana" y "tardía" dieron origen a plántulas de mucho mayor vigor que las semillas producidas en la época "intermedia".

El análisis de varianza de los porcentajes de germinación (previa transformación angular) muestra diferencias altamente significativas entre períodos. (Tabla 24).

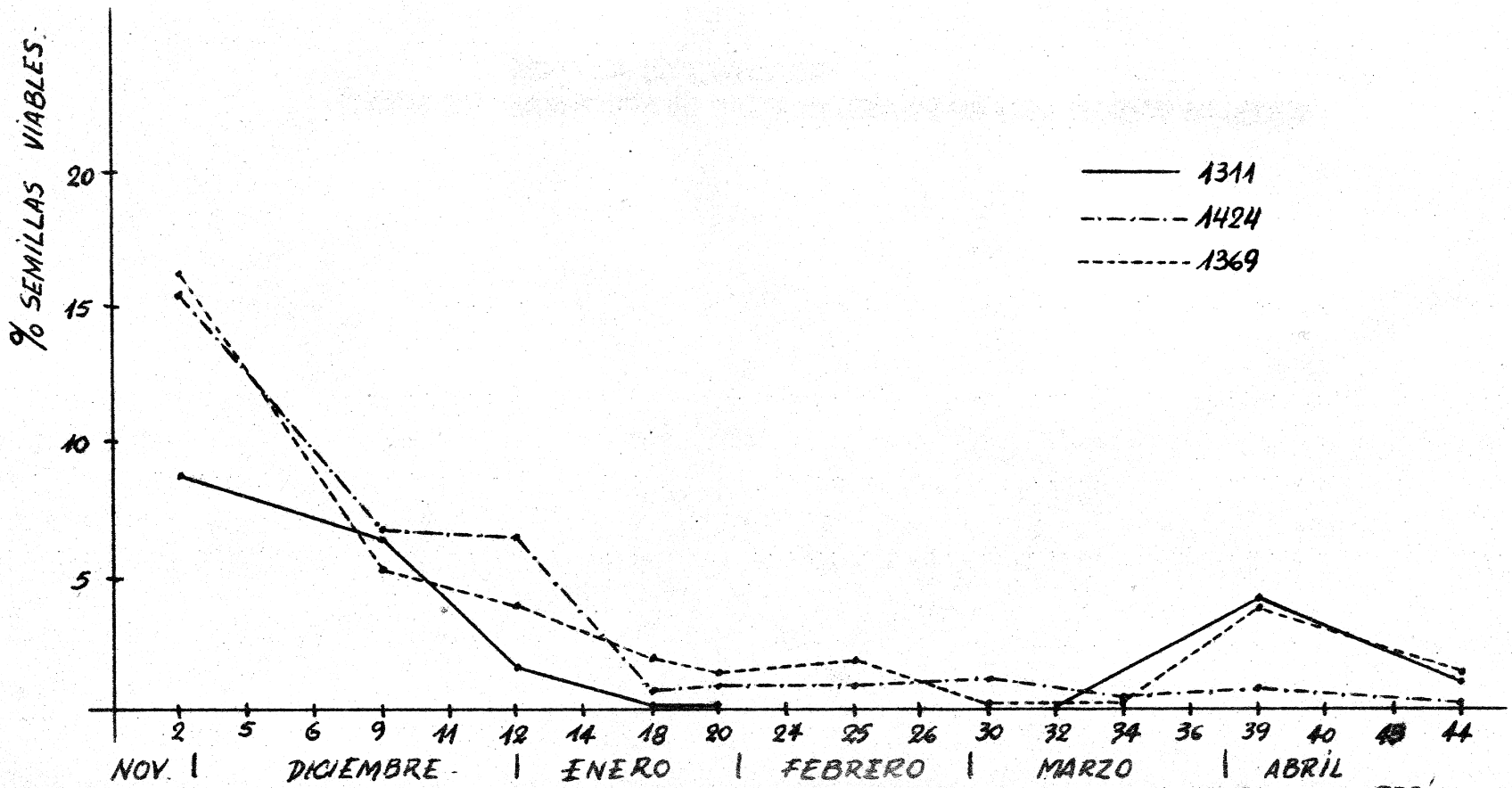
Tabla 24. Análisis de varianza de los porcentajes de germinación (previa transformación angular) de tres biotipos en 10 períodos de floración.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	F
Biotipos	2	125.10	1.20
Períodos	9	415.79	3.00**
Error	18	104.13	

La Figura 9 muestra que los porcentajes de germinación de los tres biotipos siguen, en los grandes rasgos, una tendencia decreciente en donde los mayores porcentajes de germinación se obtienen al comienzo de la estación.

La Figura 10, construída en base a los porcentajes de semilla llena y los respectivos porcentajes de germinación, muestra la evolución estacional del porcentaje de semilla viables para los tres biotipos.

Figura 10. Porcentaje de semillas viables de cada biotipo en varios períodos de floración.


% SEMILLAS VIABLES.
20
15
10
5
1311
1424
1369
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS DE FLORACIÓN

V. DISCUSION

Las inflorescencias producidas por tres biotipos de *Paspalum dilatatum* durante toda una estación reproductiva, sirvieron de base para un estudio de la variación de los componentes del rendimiento y calidad de la semilla.

Se consideró que las condiciones ambientales tendrían un rol preponderante en la determinación de la variación de esos caracteres de la planta. Por esto, se recogieron datos de temperatura, humedad relativa, fotoperíodo y humedad del suelo en forma contínua durante todo el lapso en que las plantas florecieron. De un total de 44 períodos de floración, se seleccionaron 20 para estudio detallado, teniendo en cuenta similares condiciones de temperatura y humedad relativa para cada día dentro del período y la mayor variación posible entre períodos.

Desde el punto de vista climático, el período experimental estuvo caracterizado por un verano más cálido y seco que el promedio para la zona. En la Figura 34 (Apéndice) se puede observar que con excepción del mes de Enero, los promedios mensuales de temperatura fueron bastante superiores al promedio. Con respecto a precipitaciones, éstas fueron inferiores a las normales durante todo el período, excepto en los meses de otoño. Esto se puede apreciar en la Figura 33, donde también se observa que en el mes de Febrero las precipitaciones fueron muy inferiores al promedio, con una probabilidad de ocurrencia del 90%. Esto se refleja en el Balance Hídrico calculado por el método de Thornthwaite en el que se observa que el período de déficit de humedad del suelo es más agudo y estendido (Figura 21) que el déficit promedio para la zona (Figura 22). La primavera fue bastante más seca que el

promedio.

A. Componentes del rendimiento

Los resultados obtenidos, comparativamente en las Figuras 2, 3, 4 y 5 muestran claramente las grandes variaciones que presentan el rendimiento y sus componentes. A este respecto, resulta sumamente elocuente la variación del promedio de panojas por planta en el biotipo E 1434, con un rango que oscila entre 1 y 30 (Figura 2). Variaciones similares se dan para el rendimiento de semilla (Figura 5), y el análisis de varianza de los rendimientos promedio por período de floración indica que existen diferencias altamente significativas entre períodos y significativas entre biotipos (Tabla 6).

1. Comportamiento estacional

En la evolución de los caracteres del rendimiento se puede observar que los tres biotipos se ajustan a la misma tendencia estacional; esto es claramente evidente para el promedio de panojas por planta (Figura 2) y el rendimiento de semilla (Figura 5). Los coeficientes de correlación entre los rendimientos de los tres biotipos (Tabla 7) son todos altamente significativos, aún en los casos de biotipos que difieren marcadamente en sus niveles de producción como el E 1434 y E 1300. Esto comprueba el comportamiento similar de los tres biotipos estudiados.

Es decir, hay diferencias entre períodos de floración y entre los niveles de producción de los biotipos en cada período, pero las tendencias de ascenso y descenso del rendimiento son marcadamente similares en los tres biotipos y están altamente correlacionadas.

Pese a que por la naturaleza del experimento no fue posible detectar estadísticamente la posibilidad de interacción entre biotipos y períodos, parecería ser que, salvo al comienzo y al fin de la estación, los tres biotipos responden en forma notablemente similar a las condiciones que regulan la variación en rendimiento.

Esta tendencia estacional del rendimiento presenta tres épocas bien definidas: una época "temprana" (Noviembre a mediados de Enero) donde se obtienen los mayores rendimientos, una época "intermedia" (fines de Enero a fines de Marzo) donde bajan bruscamente y se mantienen en los más bajos niveles, y una época "tardía" (fines de Marzo y Abril) en donde el rendimiento aumenta nuevamente pero sin llegar a alcanzar los valores obtenidos en la época temprana. El análisis de varianza expuesto en la Tabla 9 confirma que las diferencias entre épocas son significativas.

Una característica saliente del comportamiento estacional es que durante la época "intermedia" los rendimientos de los tres biotipos son muy similares y las curvas de la Figura 5 tienden a superponerse. En cambio, durante las épocas "temprana" y "tardía" se amplían las diferencias entre los niveles de producción de los tres biotipos. En otras palabras, la época "desfavorable" tiende a igualar los rendimientos probablemente por efecto de algún factor limitante muy importante para la planta, y las épocas relativamente más "favorables" permiten la expresión genotípica de los materiales. Es así que en la época "temprana" el biotipo E 1434 es el que rinde más en todos los períodos; sin embargo, el biotipo E 1311 es el más rendidor en la época "tardía", aunque al final sus rendimientos se igualan al E 1434. El E 1300 es el que rinde menos en toda la estación y obviamente es el de menor producción total. El E 1434 además de ser el biotipo de mayor producción total, es el que vuelca el mayor porcentaje (81.6%) de ésta en la época "temprana" (Tabla 10).

3. Relación entre los componentes del rendimiento

El análisis de correlación entre el rendimiento y sus componentes en cada biotipo (Tabla 11) puso de manifiesto que el componente realmente importante en la determinación del rendimiento en los tres biotipos es el promedio de panojas por planta. Las altas correlaciones encontradas entre ésta característica y el rendimiento pueden ser apreciadas observando la notable similitud que existe entre las Figuras 2 y 5. Obsérvese a modo de ejemplo, como el pico de máximo rendimiento en el E 1424 coincide exactamente con el pico de mayor promedio de panojas por planta. Si tenemos en cuenta que dicho pico de máximo rendimiento se obtiene en momentos en que el promedio de espigas por panoja permaneció constante y el promedio de longitud total de espiga por panoja registró sólo un pequeño aumento, es lógico suponer que el factor gobernante de dicho pico de máximo rendimiento fue el promedio de panojas por planta.

El promedio de longitud total de espiga por panoja, si bien presenta correlaciones significativas (5%) con el rendimiento en los biotipos E 1300 y E 1424, no parece estar tan estrechamente relacionado con éste, aún cuando en los grandes rasgos sigue la misma tendencia estacional.

El promedio de espigas por panoja es el componente menos variable a través de la estación, salvo en el biotipo E 1424: en la Tabla 12 y la Figura 3 se observa la alta variabilidad del promedio de espiga por panoja en dicho biotipo, que resalta marcadamente con la relativa constancia de la característica en los otros dos biotipos. Esto explica el hecho de que no se haya encontrado correlación significativa entre el rendimiento y el promedio de espigas por panoja en los biotipos

E 1311 y E 1300; en cambio la correlación es altamente significativa para el E 1434.

No es de extrañar que se hayan encontrado correlaciones altamente significativas entre el promedio de longitud total de espiga por panoja y el promedio de espigas por panoja en los tres biotipos dada la estrecha asociación que existe entre las dos características. Comparando las Figuras 3 y 4 se puede observar la marcada correspondencia en las oscilaciones de los dos caracteres. Si bien es muy probable que la variación en el promedio de longitud total de espiga por panoja está influída por variaciones en el largo promedio de espiga, es lógico suponer que una pequeña variación en el promedio de espigas por panoja tenga una gran repercusión en el promedio de longitud total de espiga por panoja.

3. Influencia de los factores ambientales

A los efectos de estudiar la influencia de los factores ambientales, se realizó en una primera etapa un estudio de correlación simple entre los componentes del rendimiento y las variables climáticas. De éstas, las únicas que dieron correlaciones significativas son la humedad del suelo y el fotoperíodo. En cambio las variables de temperatura y humedad relativa no dieron ninguna correlación significativa.

Del análisis de los resultados expuestos en la Tabla 13, se puede observar que en los biotipos E 1300 y E 1434 se encontraron correlaciones significativas del promedio de panojas por planta y el rendimiento con el fotoperíodo. En cambio en el E 1311 no se detectaron dichas correlaciones con fotoperíodo pero sí con la humedad del suelo. Como ya vimos, el promedio de panojas por planta está en estrecha relación con

el rendimiento, por lo que no es de extrañar que cuando una variable climática está correlacionada con una de ellas, rendimiento por ejemplo, también lo está con la otra ó sea promedio de panojas por planta.

La correlación más clara del punto de vista biológico es sin duda la del rendimiento (y promedio de panojas por planta) con la humedad del suelo en el biotipo E 1311; en efecto, la época "intermedia" de muy bajos rendimientos de semilla coincide con la parte del período experimental en que la humedad del suelo está por debajo del punto de marchitez permanente estimado (100 mm.). Resulta sorprendente que no se hayan obtenido coeficientes de correlación significativos entre rendimiento y humedad del suelo en los biotipos E 1300 y E 1434 dado que como ya hemos visto, el comportamiento productivo de los biotipos está altamente correlacionado entre sí.

Las correlaciones positivas entre rendimiento (y panojas por planta) con el fotoperíodo en los biotipos E 1300 y E 1434 están en parte de acuerdo con evidencias de la literatura (Knight, 1960) que indican que fotoperíodos altos (14-16 hs.) son los más favorables para la producción de semillas de Paspalum dilatatum. Pero es evidente que influyen otras variables, porque en la época tardía el rendimiento aumenta en momentos en que el fotoperíodo está en franco decrecimiento.

En base a los resultados y correlaciones obtenidas, parecería lógico suponer que el pronunciado aumento de la humedad del suelo juega un rol importante en el aumento de los rendimientos en la época tardía.

En cuanto al promedio de espigas por panoja, se encontró una sola correlación significativa: con la humedad del suelo en el biotipo E 1434. En cambio, el promedio de espigas por panoja en los biotipos E 1300 y E 1311 no presenta ninguna correlación significativa con las

variables climáticas. Esto es fácilmente explicable teniendo en cuenta que el promedio de espigas por penoja en el E 1434 tiene alta variabilidad que contraste con la constancia de la característica en los otros dos biotipos.

Ninguna de las variables de temperatura y humedad relativa dió origen a correlaciones significativas con el rendimiento y sus componentes. Puede ser que las fluctuaciones de estas variables no hayan sido lo suficientes como para inducir variaciones que se reflejaran en coeficientes de correlación significativos, o también que sus efectos estén enmascarados por el de otras variables. También es lógico suponer que caracteres tales como el promedio de espigas por penoja y longitud total de espiga por penoja son sensibles a las condiciones ambientales en el período que media entre la iniciación y emergencia de la penoja, pero que serán poco afectados en la post emergencia y antesis que fue el momento estudiado en este experimento.

A los efectos de considerar el efecto conjunto de todas las variables climáticas, se realizó un análisis de regresión múltiple usando el "Stepwise Regression Procedure" como criterio para seleccionar la "mejor" ecuación de regresión.

Las ecuaciones de regresión para el rendimiento expuestas en la Tabla 14 reafirman las conclusiones extraídas del estudio de correlación. En efecto: el fotoperíodo y la humedad del suelo explican por sí solas la mayor parte de la variación encontrada en el rendimiento de los tres biotipos, y el agregado a la ecuación de regresión de variables de temperatura y humedad, no aumenta el coeficiente de correlación múltiple.

La situación es distinta para los componentes del rendimiento, pues cada nuevo variable climática agregada a la ecuación de regresión aumenta el coeficiente de correlación múltiple. Se obtienen entonces ecuaciones

de regresión relativamente complejas, lo que no hace más que confirmar la presunción de que las variables biológicas (en este caso los componentes del rendimiento) están influídas por las variables climáticas actuando en conjunto. Además las variables ambientales están generalmente correlacionadas entre sí; por ejemplo, la temperatura está relacionada negativamente a la humedad relativa y a la humedad del suelo y positivamente relacionada al fotoperíodo. Esto hace que sea muy problemático intentar un desglose del efecto de cada una de las variables climáticas en un ensayo de campo, lo que por otra parte escapa a los objetivos fundamentales de este trabajo.

B. Calidad de semilla

Se encontró una gran variación en los porcentajes de semilla llena de los tres biotipos a través del período experimental. Así, por ejemplo, el biotipo E 1300 varió desde 0.0% a 10.0% de semilla llena. El análisis de varianza confirmó la existencia de diferencias altamente significativas entre biotipos y entre períodos (Tabla 10).

1. Comportamiento estacional

Los tres biotipos se ajustan al mismo comportamiento estacional, lo que se visualiza claramente en la Figura 6 y lo comprueban los coeficientes de correlación entre biotipos para cada una de las fracciones (Tabla 10). Esta tendencia estacional se cumple para los tres biotipos independientemente de sus niveles de producción. Por ejemplo, el biotipo E 1311 tiene durante la mayoría de los períodos estudiados, porcentajes de semilla llena notoriamente menores que los otros dos biotipos; en

cambio, el E 1434 es el que da generalmente los mayores porcentajes de semilla llena. Pero los dos biotipos se ajustan a la misma tendencia estacional.

De la misma forma que lo expuesto para componentes del rendimiento, la estacionalidad de los tres biotipos presenta tres "épocas" bien definidas: una época "temprana" en la que se obtuvieron los mayores porcentajes de semilla llena, una época "intermedia" en la cual la semilla llena registró valores extremadamente bajos, y una época "tardía" en donde hubo un marcado ascenso en la calidad de la semilla pero sin llegar en ningún caso a alcanzar el nivel de la época "temprana". Esto coincide con los resultados encontrados por Hofner (1968) en Tucumán.

El análisis de varianza comprueba que existen diferencias significativas entre épocas (Tabla 20).

2. Influencia de los factores ambientales sobre el porcentaje de semilla llena

A los efectos de estudiar la influencia de los factores ambientales, se realizó en primera instancia un análisis de correlación simple entre cada uno de los componentes de calidad de semilla y todas las variables climáticas registradas. Posteriormente, para considerar el efecto conjunto de las variables climáticas, se realizó un análisis de regresión múltiple usando el "Stepwise Regression Procedure" como criterio para seleccionar la "mejor" ecuación de regresión.

El estudio de los coeficientes de correlación (Tabla 21) y de las ecuaciones de regresión (Tabla 22) indica claramente que el porcentaje de semillas llenas está en relación directa con la humedad del suelo, aún cuando la correlación para el biotipo E 1434 no fue significativa. Es evidente de la comparación de las Figuras 6 y 15, que la época

"intermedia" caracterizada por bajísimos porcentajes de semilla llena corresponde exactamente con la época de la estación en que la humedad del suelo estuvo por debajo del punto de marchitez permanente estimado.

Novosad (1954) y Hafner (1958) encontraron que la semilla llena de Panicum dilatatum está en relación directa con la humedad relativa mínima y en relación inversa con la temperatura máxima. En este experimento se encontró correlación significativa entre la humedad relativa mínima y semilla llena únicamente en el biotipo S 1311 (Tabla 31). Ninguna de las variables de temperatura dieron coeficientes de correlación significativos con el porcentaje de semillas llenas. Esto no es sorprendente de acuerdo a las observaciones de Burton (1943) quien si bien encontró una tendencia estacional similar a la observada en este experimento, no pudo explicar las variaciones semanales de semilla llena en base a variaciones de temperatura, precipitación y nubosidad. Como explicación sugirió que las fluctuaciones de las variables climáticas no fueron de la magnitud suficiente como para inducir vari ciones detectables.

Sin embargo, las fluctuaciones de temperatura mínima y humedad relativa mínima en este experimento fueron mayores que en el trabajo de Novosad (1954) y similares al de Hafner (1958).

En base a esto, el autor supone que la no existencia de coeficientes de correlación significativos entre semilla llena y algunas variables climáticas como temperatura mínima, puede deberse a que sus efectos pueden estar enmascarados por el efecto de otras variables ambientales que actúan en conjunto y relacionadas entre sí.

Holt y Dashow (1960) aún cuando encontraron que la semilla llena estaba correlacionada negativamente con la temperatura, sugieren que la evolución de la semilla llena parece más una tendencia estacional que

que una respuesta a un factor ambiental. Existe evidentemente una relación de rendimiento y calidad de semilla con las condiciones climáticas, pero no como un efecto directo sobre la floración, sino que el efecto parece ser sobre la fisiología de la planta que resulta en producción reducida y menor calidad a mediados de verano. Un indicio de la condición fisiológica anormal de la planta es la producción de inflorescencias "chamas" que caracteriza a la época "intermedia" (Tabla 15).

De las ecuaciones de regresión en la Tabla 22 se puede inferir que los porcentajes de semilla llena en los tres biotipos están en relación directa al fotoperíodo. Esto concuerda con los resultados de Knight (1955), pero de la comparación de las Figuras 6 y 14 se puede deducir que hay otras variables involucradas dado que a partir del período No.31 la semilla llena aumenta en momentos en que el fotoperíodo está en franco descenso. Esto apoya la creencia de que la evolución de la semilla llena es más una tendencia estacional producto de la variación en conjunto de todas las variables ambientales que una respuesta a determinados factores climáticos.

Pero aún asumiendo esto, de los resultados obtenidos se podría inferir, en forma tentativa y sujeta a comprobación, que el porcentaje de semilla llena parece estar relacionado positivamente a la humedad relativa al amanecer y negativamente relacionado a la temperatura máxima y temperatura nocturna.

3. Influencia de los factores ambientales sobre la infección de Claviceps paspali

En cuanto al ataque del Claviceps paspali, el análisis de varianza (Tabla 17) indica que existen diferencias altamente significativas entre biotipos y entre períodos. En la Figura 7 se puede observar que el

E 1300 es marcadamente más susceptible que los otros dos biotipos. Parece evidente que existen diferencias en susceptibilidad aún cuando en la época tardía los tres biotipos presentan porcentajes de infección muy similares.

En cuanto a la influencia de los condiciones ambientales, del análisis de las ecuaciones de regresión seleccionadas por el "Stepwise", se puede deducir como característica general que la evolución del porcentaje de Claviceps fue afectada por toda una serie de características climáticas, y cada variable agregada a la ecuación de regresión aumenta el coeficiente de correlación múltiple.

Los coeficientes de correlación de la Tabla 21 indican que, salvo en el E 1300, el porcentaje de semillas con Claviceps está positivamente correlacionado con la humedad del suelo y la humedad relativa máxima. Las ecuaciones de regresión (Tabla 30, Apéndice) también confirman la importancia de la humedad del suelo.

De la comparación de las Figuras 7 y 15 se evidente que los bajos niveles de Claviceps que ocurren durante la época "intermedia" coinciden con el período en que la humedad del suelo está por debajo del punto de marchitez permanente estimado (100 mm.).

La incidencia de la infección sigue la misma tendencia estacional en los tres biotipos, aunque en la época "intermedia" el E 1300 presenta un porcentaje de semillas afectadas mucho mayor que los otros dos biotipos. Esto explica el hecho de que no se haya encontrado correlación significativa con la humedad del suelo en ese biotipo.

Burton (1943) observó que las fluctuaciones semanales de la incidencia del hongo estaban estrechamente relacionadas con la precipitación: los penojos que entraban en antesis en semanas lluviosas daban mayor porcentaje de Claviceps en el momento de la cosecha, y

viceversa. Sin embargo, esto no parece haber sucedido en este experimento. En efecto, la Figura 20 muestra que no hubo una respuesta inmediata del Claviceps a las precipitaciones en el momento de la antesis. Lo que sí puede deducirse es que las épocas de mayores precipitaciones fueron las que dieron los mayores porcentajes de infección.

De las ecuaciones de regresión (Tabla 33, Apéndice) se podría inferir que el porcentaje de infección está negativamente relacionado a la temperatura al amanecer en los tres biotipos. Esto no es sorprendente si tenemos en cuenta que la antesis se produce en ese lapso y que cuanto mayor es la temperatura el proceso de floración se completa más rápidamente. Esto disminuye las posibilidades de infección dado que el Claviceps ataca directamente al ovario (Stewart, 1907) no utilizando ningún otro órgano o parte de la espiguilla como "puerta de entrada". En las mañanas con temperaturas altas, las espiguillas se abren y cierran tan rápidamente que se reduce mucho la probabilidad de que los conidios alcancen el ovario. Es probable que el déficit de humedad del suelo tenga sobre la floración el mismo efecto que las altas temperaturas. Estos mecanismos podrían ser la causa de los bajos niveles de Claviceps que caracterizan la época "intermedia" en la que se dan las temperaturas más altas unidas a déficit de humedad en el suelo.

Pero el hecho de que en el análisis de correlación no se hayan detectado coeficientes significativos entre el porcentaje de Claviceps y la temperatura al amanecer, podría deberse a que dicha característica climática fue relativamente poco variable durante gran parte del período experimental, tal como puede apreciarse en la Figura 12. Esta explicación también es válida para comprender porqué la humedad relativa máxima es la única de las variables de humedad relativa que dió coeficientes de correlación significativos con el porcentaje de Claviceps.

Es necesario también tener en cuenta que el locus de la enfermedad es dentro de las brácteas florales, que generalmente están cerradas al medio día cuando ocurre la mayor y más adversa variación conjunta de humedad relativa y temperatura. Stewart (1957) señala que las brácteas florales son tan efectivas en proteger el ovario como en protegar el hongo una vez establecido.

4. Relación entre el porcentaje de infección y la cantidad de semilla llena

En la revisión de literatura se mencionó que la fertilización proporciona resistencia al Claviceps. Stewart (1957) señaló que podría suponerse que si la fertilización fuera dependiente de las condiciones ambientales durante la polinización, luego la incidencia de la enfermedad variará inversamente con la semilla llena. Es decir, el efecto del clima sobre el Claviceps estaría condicionado por sus efectos sobre la semilla llena, los cuales a su vez podrían afectar la incidencia de Claviceps. Pero dicho autor supiere que es teóricamente posible que los mismos factores favorezcan al hongo y a la semilla llena, aún cuando la fertilización reduce la incidencia del Claviceps. En grandes rasgos, esto parece haber sido la situación observada en este experimento, dado que las épocas "temprana" y "tardía" que están caracterizadas por los mayores porcentajes de semilla llena, también son las que tienen mayor porcentaje de Claviceps (Figuras 6 y 7). Esto es contrario a las conclusiones de Burton (1943) quien encontró que a medida que aumentó el Claviceps el porcentaje de semillas llenas decreció. Parecería ser entonces que no se produjo un efecto de la semilla llena en reducir el Claviceps y viceversa.

Referencias de la literatura indican que el Claviceps puede atacar

semillas vanas. Es evidente que esta situación ocurrió en este experimento. En las Figuras 6 y 7, se puede observar que a partir del período No. 34 en adelante hay un marcado aumento del Claviceps, probablemente derivado de la iniciación del período lluvioso otoñal, y también hay un aumento de semilla llena en los tres biotipos. Todo parecería indicar que dicho aumento del Claviceps se produciría a expensas de las semillas vanas. Pero esto no puede afirmarse categóricamente porque no sabemos que proporción de semillas llenas pudiera haber habido en estas condiciones favorables, si no se hubiera dado el aumento de Claviceps. Pero aún asumiendo que tanto las proporciones de vanas como llenas disminuyen frente a un aumento del hongo, es lógico pensar que las semillas vanas experimenten una reducción mucho mayor por el simple hecho de que constituyen por lejos, la proporción mayor de todas las semillas.

6. Germinación y peso de 1000 semillas

La misma tendencia estacional en porcentaje de semilla llena, se observó para el peso de 1000 semillas, tal cual se puede apreciar en la Figura 8. Se contabilizaron reducciones mayores de 40% en el peso de semilla para un mismo biotipo en distintos períodos de floración. Por esto, no fue nada extraño encontrar diferencias en vigor inicial de plántulas provenientes de semillas producidas en momentos distintos. Pero lo que sí llamó la atención fue la magnitud de estas diferencias. En efecto, la semilla de la época intermedia originó plántulas notoriamente inferiores en vigor inicial, lo que hace pensar que el establecimiento exitoso de un tapiz con semilla cosechada en dicha época, puede ser muy dificultoso.

En cuanto al porcentaje de germinación, en la Figura 9 se puede

observar que en general sigue una tendencia decreciente a través del período experimental, lo que confirma los resultados obtenidos por Gauthier (1965). Hay que tener en cuenta que los datos de germinación fueron obtenidos con semilla escarificada con ácido sulfúrico, que como se dijo en la descripción de materiales y métodos, aumenta notablemente el porcentaje de germinación. Esto sugiere que la semilla sin escarificar y cosechada en la época "tardía" tendrá probablemente una muy baja germinación.

La curva de viabilidad (Figura 10) sintetiza los resultados obtenidos de semilla llena y germinación. Se puede observar que el biotipo N 1424 no presenta un ascenso en la época tardía debido a que el descenso de sus porcentajes de germinación compensan el relativo aumento en semillas llenas.

VI. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Este experimento fue concebido a los efectos de determinar la influencia de ciertos factores ambientales sobre el rendimiento y calidad de semilla de tres biotipos de *Paspalum dilatatum*, en condiciones de campo. Para esto, se estudió la producción de semillas de 20 períodos de floración dentro de una estación reproductiva, asumiendo que las posibles diferencias entre períodos serían debidas, en gran parte, a factores ambientales. La asociación entre las variables biológicas y ambientales se estudió mediante análisis de correlación y de regresión múltiple.

Las principales conclusiones que surgen de los resultados de este experimento, son las siguientes:

1. Existe una definida tendencia estacional en calidad y rendimiento de semilla. Los mayores rendimientos potenciales y porcentajes de semilla llena se obtienen en primavera y principios de verano. La producción y calidad son muy bajas durante los meses de verano, y luego experimentan un aumento relativo en el otoño, pero sin llegar en ningún caso a alcanzar los niveles de primavera.

2. Los tres biotipos tienen un comportamiento estacional, similar independientemente de las diferencias en calidad y rendimiento de semilla que existen entre ellos.

3. Dentro de los componentes del rendimiento estudiados, el Promedio de panojas por planta parece ser el factor más importante en la determinación de las variaciones del rendimiento en cada biotipo.

4. El rendimiento de semilla está positivamente relacionado con

el fotoperíodo y la humedad del suelo. Estos parecen ser, dentro de los factores ambientales estudiados, los más importantes en la determinación de la tendencia estacional. Pero es evidente que el rendimiento y sus componentes también están influídos por otras variables.

5. El porcentaje de semilla llena está positivamente relacionado con la humedad del suelo, y este parece haber sido uno de los factores importantes en la variación de la calidad de la semilla. Sin embargo es evidente que influyen también otras variables como el fotoperíodo, humedad relativa mínima y temperatura.

6. /El comportamiento estacional en cuanto a calidad y rendimiento de semilla coincide en los tres biotipos y parecería indicar que la relación con los factores ambientales no surge tanto por un efecto directo de éstos sobre la floración, sino sobre la fisiología de la planta que resulta en producción reducida y menor calidad a mediados del verano./ También es evidente que, independientemente de algunas correlaciones altamente significativas, la evolución del rendimiento y calidad de la semilla son más una tendencia estacional producto de la variación en conjunto de todas las variables ambientales que una respuesta a determinados factores climáticos.

7. /La infección de *Claviceps* siguió una tendencia similar en los biotipos E 1404 y E 1311. Fue muy baja al principio de la estación reproductiva y aumentó paulatinamente hasta alcanzar un pico a fines de diciembre. En los meses de verano se mantuvo en muy bajos niveles y registró un aumento brusco en los comienzos de otoño. El biotipo E 1300 se aparta de este comportamiento pues aporta en el verano porcentajes de infección marcadamente mayores./

8. Es evidente que existen diferencias en susceptibilidad al

Claviceps, aún cuando en el otoño los tres biotipos presentaron porcentajes similares de infección. El E 1300 fue el más susceptible durante la mayor parte del período experimental.

(9) La infección de Claviceps parece estar afectada por el conjunto de las variables ambientales. Dentro de éstas, la humedad del suelo y la humedad relativa mínima parecen ser las más importantes. Los bajos niveles de infección que caracterizaron los meses de verano, son probablemente debidos a las altas temperaturas y déficit de humedad.

(10) No se encontró correlación negativa entre infección de Claviceps y porcentajes de semilla llena. Más aún, el hecho de que las épocas de mayor infección son también las de mejor calidad de semilla, sugiere que estas dos características fueron afectadas en el mismo sentido por los factores ambientales. Los resultados de este experimento parecerían indicar que la infección de Claviceps se produjo fundamentalmente a expensas de las semillas vanas, aún cuando esto no puede afirmarse categóricamente.

(11) El peso de 1000 semillas presentó variaciones muy importantes y siguió una tendencia estacional similar a la del rendimiento y calidad en los tres biotipos.

(12) Los porcentajes de germinación fueron muy altos a comienzos de la estación y luego parecen seguir una tendencia decreciente. Los porcentajes de germinación de los tres biotipos en el otoño son marcadamente inferiores a los de primavera y principios de verano.

Las conclusiones anteriores, originadas de sólo un año de experimentación, coinciden con evidencias de la literatura y observaciones empíricas en lo que respecta a la estacionalidad de rendimiento y calidad de semilla. Esto permitiría sugerir tentativamente que el Paspalum dilatatum debería

ser utilizado para producción de semillas solamente en la primavera y principios de verano. En esta época se obtienen los mayores valores de rendimiento, calidad, germinación y peso de 1000 semillas. El marcado deterioro de estas características en los meses de verano indican que en esta época es preferible utilizar el Paspalum para producción de forraje. Es dudoso, que el aumento relativo del rendimiento y calidad de la semilla en el otoño, pueda ser aprovechado económicamente.

VII. BIBLIOGRAFIA CITADA

Bashaw, E.C., and Forbes, I. (1953). Chromosome numbers and microsporogenesis in Dallisgrass, Paspalum dilatatum Poir. Agron. J. 50:441-45.

Bashaw, E.C., and Holt, E.C. (1953). Megasporogenesis, embryo sac development and embryogenesis in Dallisgrass, Paspalum dilatatum. Agron. J. 50:763-66.

Bennett, C.A., Franklin, N.L. (1954). Statistical analysis in chemistry and the chemical industry. New York, Wiley.

Bennett, H.W. (1944). Embryology of Paspalum dilatatum. Bot. Gaz. 106:40-45.

Bennett, H.W. (1950a). Artificial pollen germination for selection of improved seed production in Paspalum dilatatum Poir. Agron. J. 51:109-11.

Bennett, H.W. (1950b). The effect of soil moisture and light on flowering in Paspalum spp. Agron. J. 51:100-71.

Bennett, H.W. (1950c). The effect of temperature upon flowering in Paspalum. Agron. J. 51:101-03.

Burton, G.W. (1943). Observations on the flowering habits of four Paspalum species. Ann. J. of Bot. 30:843-48.

Burton, G.W. (1943). Factors influencing seed setting in several southern grasses. J. of the Am. Soc. of Agron. 35:469-74.

Burton, G.W. (1945a). A technic for measuring ergot resistance in Paspalum species. J. of Am. Soc. of Agron. 37:160-61.

Burton, G.W. (1945b). Dallisgrass seed sources. J. of the Am. Soc. of Agron. 37:458-63.

Burton, G.W. (1951). Breeding grasses for Southeastern States. Adv. in Agron. 3:197-241.

Burton, G.W. (1962). Conventional breeding of Dallisgrass, Paspalum dilatatum Poir. Crop Sci. 2:491-95.

Cochran, W.G. (1963). Sampling techniques. 2nd. ed., New York, Wiley. 413 p.

Draper, N., and Smith, H. (1966). Applied regression analysis. New York, Wiley.

Gonthier, B. (1965). Estudio de la germinación de ecotipos de Paspalum dilatatum. Tesis, Fac. de Agronomía (R.O.U.).

Hayman, D.L. (1956). Cytological evidence for apomixis in Australian Paspalum dilatatum. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 22:302-03.

Hofmor, J.J. (1958). Additional investigation of the interrelationship of genetic and environmental factors in Dallisgrass seed production. M. Sc. Thesis, Texas A&M University.

Hodgson, H.J. (1949). Effect of heat and acid scarification on germination of seed of Bahia grass, Paspalum notatum, Flugge. Agron. J. 41:331-33.

Holt, E., and Dashow, E.C. (1963). Factors affecting seed production of Dallisgrass. Texas Agric. Exper. Sta. Bull. MP 602. p.p. 1-8.

Johnson, B.J. (1961). A study of seed set variation in Dallisgrass as related to experimental procedure, insect damage and genetic sources. M. Sc. Thesis, Texas A&M University.

Johnson, B.J., and Holt, E.C. (1962). A study of techniques for evaluating seed set in Dallisgrass. Crop Sci. 2:447-48.

Knight, W.E., and Bennett, H.W. (1963). Preliminary report on the effect of photoperiod and temperature on the flowering and growth of several Southern grasses. Agron. J. 45:308-09.

Knight, W.E. (1965). The influence of photoperiod and temperature on growth, flowering and seed production of Dallisgrass, Paspalum dilatatum Poir. Agron. J. 47:559-60.

Mathews, A.C. (1947). Observations on methods of increasing the germination of Panicum ancops Mchx. and Paspalum notatum Flügge. J. of the Am. Soc. of Agron. 39:439-42.

Millot, J.C. (1950). Mejoramiento de gramíneas forrajeras. La Estanzuela, Uruguay, Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Miscelánea No.7. p.p. 101-110.

Rovesed, A.C. (1954). The influence of environmental factors and strains on seed set in Dallisgrass, Paspalum dilatatum Poir. M. Sc. Thesis, Texas A&M University.

Owen, C.S. (1951). Improvement of native Dallisgrass in Louisiana. Louisiana Agric. Exper. Sta. Bull. 440. p.p. 1-40.

Pritchard, A.J. (1970). Meiosis and embryo sac development in Urochloa mosambicensis and three Paspalum species. Aust. J. Agric. Res. 21:649-52.

Rousch, J.D.H. (1950). Note on the nature of the effect of the environment on seed viability in interspecific hybrids. South Afr. J. of Agr. Sci. 2:573-74.

Rousch, J.D.H. (1961). The relationship between reproductive factors and seed set in Paspalum dilatatum. South Afr. J. of Agr. Sci. 4:313-27.

Rosengurtt, B. (1943). Estudios sobre praderas naturales del Uruguay. 3a. Contribución. Montevideo, Imprenta "Bogal". 331 p.

Rosengurtt, B. (1943). Estudios sobre praderas naturales del Uruguay. 5a. Contribución. Montevideo, Imprenta "Bogal". 473 p.

Rosengurtt, B. et. al. (1970). Gramíneas uruguayas. Montevideo, Universidad de la República, Departamento de Publicaciones. 490 p.

Smith, B.W. (1943). Hybridity and apomixis in the perennial grass Paspalum dilatatum. Genetics Abst. 33:622-23.

Stebbins, G.L. (1950). Variation and evolution in Plants. New York, Columbia University Press. 643 p.

Steel, R.G., and Torrie, J.H. (1960). Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill. 481 p.

Stermer, R.A. (1964). Purity analysis of certain grass seeds by flotation techniques. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 54:79-81.

Stewart, R.B. (1957). Studies on Sporobolus pumilus. Ph. D. Thesis, Texas A&M University.

Vamke, R.E. (1964). Apomixis in Panicum maximum. Am. J. of Bot. 41:5-11.

Wilson, J.A., and Holt, E.C. (1960). Role of the male gametophyte in Bahiagrass reproduction. Agron. J. 52:134-37.

VIII. AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su profundo reconocimiento al Ing. Agr. Juan C. Millot por su ayuda invalorable en la planificación de las bases fundamentales de este experimento; su espíritu generoso y su admirable dedicación a la investigación fueron un permanente ejemplo y un aliciente durante el transcurso de este trabajo.

Al Ing. Agr. Cadmo Rosell por su constante asesoramiento durante el análisis e interpretación de los resultados y sus valiosas sugerencias en la redacción del manuscrito.

Al Ing. Agr. Milton Carámbula por su orientación y revisión crítica del manuscrito. Al Ing. Agr. Walter Corsi por su asesoramiento en el análisis climático.

A la Sra. María I. Silveira de Jasa por su valiosa ayuda en el análisis estadístico, y al Sr. R. Housman quien realizó la programación de los datos.

A la Sra. Elsa L. de Cabrera, merced a cuya colaboración fue posible reunir rapidamente el material bibliográfico no existente en la biblioteca del C.I.A."A.B.".

A la Dirección del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" quien autorizó y apoyó la realización de este trabajo y permitió el uso de los resultados en la preparación de esta tesis.

A todo el personal de campo del Sub-Programa de Forrajeras del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", que tan eficientemente cumpliera con su labor y sin cuya dedicación hubiera sido imposible la realización de este experimento.

IX. APPENDICES

Tabla 25. Valores diarios de Temperatura, Humedad relativa, Almacenaje de agua en el suelo y precipitación, durante todo el período experimental. Los asteriscos (x) indican las fechas de cosechas de mazorcas y las líneas horizontales delimitan los períodos de floración.

Período de Floración	Fecha	$\bar{T}$	$\bar{T}M$	Tm	TM	TA	$\bar{H}R$	HRM	HRm	HRA	AS	P
x	20/XI	17.4	24.0	8.8	17.0	12.0	63	72	29	90		
	21	17.7	21.0	10.1	13.3	13.2	70	88	51	82		
	22	16.2	25.2	10.5	16.4	13.0	74	96	41	94		
1	23	21.3	27.5	14.0	20.0	15.8	65	90	43	90		
x	24	20.0	26.3	15.4	20.1	17.4	76	94	54	85	140	
	25	22.0	30.5	10.5	19.0	22.3	70	90	49	80	142	
2	26	24.1	33.0	17.0	21.2	21.1	65	93	20	82	130	
x	27	23.7	32.5	10.5	20.4	22.1	77	96	49	87	135	0.0
	28	21.7	29.5	18.0	18.0	19.1	78	97	51	96	151	16.1
3	29	19.4	29.5	14.5	11.1	15.1	63	90	43	76	149	
	30	15.8	23.5	7.5	11.2	14.3	81	94	40	71	142	
	Diciembre											
x	1	18.2	29.5	0.0	16.4	12.8	56	90	29	87	145	
	2	21.7	31.5	13.0	17.0	19.3	59	90	29	71	142	
4	3	24.8	35.0	13.0	22.0	20.3	50	88	16	70	130	
x	4	27.3	30.5	20.0	23.2	23.3	50	77	25	75	135	
	5	25.5	33.5	19.5	19.4	21.0	64	82	30	80	131	
5	6	22.2	31.5	14.5	18.2	20.5	65	92	44	84	133	
	7	20.8	30.5	13.0	18.0	15.5	70	98	25	87	127	
x	8	21.2	30.3	16.0	22.0	16.8	70	96	40	88	124	
	9	25.1	33.5	17.3	20.0	19.4	67	97	23	86	121	
6	10	23.4	34.5	17.5	20.5	20.5	74	94	35	75	119	
x	11	22.5	29.5	20.0	17.4	21.3	79	94	50	92	121	0.3
	12	23.3	29.5	16.0	18.2	20.5	79	94	50	87	119	
7	13	19.6	28.0	11.0	18.1	17.0	54	94	23	72	117	
	14	19.5	30.0	9.0	17.5	13.5	52	93	30	61	115	
x	15	24.0	35.0	15.0	21.2	18.5	40	89	22	53	112	
	16	20.5	37.0	16.5	22.7	20.0	44	95	14	70	108	
8	17	27.0	39.5	19.0	21.3	22.0	39	97	23	68	105	
x	18	21.3	30.0	10.0	21.5	19.5	84	94	58	94	134	22.9

Período de floración	Fecha	TX	TM	Tm	TN	TA	HMX	HMM	HMm	HMA	AS	P
	19	21.0	29.0	16.5	16.3	21.5	61	95	65	83	131	0.4
9	20	20.7	28.5	14.0	18.9	17.0	67	91	40	79	130	13.3
	21	20.1	27.0	16.0	17.2	18.6	85	96	64	87	130	
x	22	18.4	29.5	12.5	16.3	16.0	64	94	38	73	107	13.2
	23	18.4	25.0	13.0	12.0	17.3	70	90	38	77	130	
10	24	17.4	27.0	8.0	16.0	12.5	70	90	39	80	130	
	25	22.0	31.0	14.0	19.0	18.0	60	84	34	74	130	
x	26	20.7	33.0	16.5	16.9	16.0	56	88	27	77	127	
	27	25.5	34.5	17.0	22.3	30.0	62	90	29	75	134	
11	28	24.2	31.0	19.5	19.0	22.3	72	97	42	65	120	
x	29	25.0	34.5	14.5	20.7	19.6	60	97	29	83	110	
	30	27.3	30.5	20.0	25.5	21.5	56	89	82	63	114	
	31	28.2	37.5	20.5	30.0	21.5	62	92	30	90	110	
12	Enero											
	1	27.2	35.5	21.0	24.3	21.6	71	96	31	94	107	
x	2	27.4	35.5	21.5	24.0	22.5	70	96	40	93	101	
	3	23.8	30.5	19.5	22.5	21.1	84	96	63	96	102	2.2
13	4	22.0	30.0	19.0	23.2	19.6	84	96	63	96	103	2.0
x	5	25.1	32.5	21.0	21.1	22.0	80	100	40	92	90	
	6	23.5	28.5	18.5	18.5	19.3	68	95	30	89	122	38.0
14	7	21.7	31.5	15.0	20.6	18.1	73	95	37	83	110	
x	8	21.7	27.5	17.5	17.8	20.0	82	95	50	95	120	11.0
	9	18.3	23.5	13.5	18.3	18.1	40	77	38	44	134	0.2
15	10	15.4	20.0	6.5	18.1	13.0	60	90	43	70	123	
	11	18.6	27.5	10.0	16.5	15.6	62	95	32	80	121	
x	12	22.1	31.5	13.5	20.8	17.3	50	75	30	66	110	
	13	22.1	27.5	18.0	19.6	18.3	55	90	34	71	110	
16	14	19.0	25.0	13.5	15.2	14.5	55	92	30	91	115	
x	15	18.9	22.0	12.0	14.5	16.1	66	93	38	87	113	
	16	18.6	29.0	12.5	13.0	18.6	67	95	30	82	110	
17	17	20.5	34.0	11.0	18.5	21.8	50	93	21	70	108	
	18	24.0	34.5	16.0	21.5	22.6	62	90	24	74	103	
x	19	23.4	33.5	20.0	20.4	23.8	59	89	22	75	102	
	20	24.3	34.0	17.0	20.6	21.3	60	96	30	86	100	
18	21	20.0	35.0	18.5	17.7	22.3	60	97	30	86	97	
x	22	24.1	34.0	18.0	19.0	22.3	65	96	24	89	95	

Período de floración	Fecha	$\bar{TX}$	TM	Tm	TN	TA	$\bar{HRX}$	HRM	HRm	HRA	AS	P
	23	24.5	36.5	17.0	18.5	22.1	63	95	16	84	93	
19	24	20.5	26.5	17.0	17.5	20.0	84	95	62	89	100	9.6
	25	20.8	27.5	17.0	16.2	18.3	69	93	36	90	99	3.0
	26	18.6	26.0	13.5	15.2	17.1	86	97	50	95	98	
	27	19.9	28.0	12.0	18.1	15.5	75	98	42	97	99	1.8
20	28	20.3	30.0	16.5	18.1	18.8	71	95	33	87	97	
	29	23.0	31.5	17.0	19.1	19.0	66	96	34	94	95	0.3
	30	24.4	36.0	14.5	21.7	17.5	55	95	20	91	93	
	31	25.7	35.5	18.0	22.1	20.3	57	94	27	79	90	
21	Febrero											
	1	28.9	39.5	20.0	26.7	21.8	52	85	19	76	88	14.3
	2	24.1	29.0	19.5	20.3	22.5	75	100	58	76	97	0.4
	3	22.8	29.0	16.5	16.0	22.0	77	96	34	95	95	
22	4	22.8	31.5	13.0	21.2	18.6	54	96	14	94	93	
	5	18.9	24.5	13.0	14.0	20.6	89	99	76	91	92	
	6	14.8	19.0	13.0	13.4	14.0	90	97	78	94	101	10.8
	7	16.4	21.5	11.0	14.0	13.3	72	95	48	91	101	1.6
23	8	19.8	29.5	12.0	20.7	14.5	65	95	25	93	99	
	9	22.2	28.5	17.5	18.4	19.1	93	96	36	93	98	0.5
	10	24.6	34.5	16.0	17.8	19.6	63	96	24	87	96	
	11	24.7	35.5	15.5	19.6	21.1	58	93	22	84	93	
24	12	26.0	34.5	18.5	23.3	22.3	61	86	28	72	91	
	13	25.7	34.0	20.0	19.2	21.1	62	88	30	81	88	
	14	24.1	35.0	16.0	21.9	19.1	71	96	26	92	87	
25	15	26.3	35.5	20.5	22.6	22.8	69	95	32	90	85	
	16	23.8	38.5	20.5	21.8	22.3	74	95	34	91	82	
	17	23.5	32.5	20.0	20.4	22.1	78	96	49	94	80	0.1
26	18	23.4	31.5	17.5	18.4	20.0	72	96	38	92	79	
	19	23.1	32.5	15.0	20.1	18.0	67	96	22	93	77	
	20	23.9	32.5	18.0	19.4	20.0	66	92	30	88	76	
27	21	22.6	31.5	16.0	17.6	18.0	52	97	13	95	74	
	22	21.3	31.0	3.5	17.8	11.6	41	92	10	79	73	
	23	23.6	35.5	13.5	19.4	16.8	42	67	16	58	71	
	24	25.3	35.5	16.5	22.3	18.8	42	77	12	74	69	
28	25	26.5	36.5	18.0	24.0	19.0	55	93	17	90	68	
	26	28.4	37.0	23.0	26.4	24.1	53	72	30	69	66	

Período de floración	Fecha	$\bar{X}$	Xi	Xa	$\bar{X}$	Xa	$\bar{HR}$	HRi	HRa	HRa	AS	P
	27	19.0	30.0	23.5	21.7	24.5	57	94	27	76	94	
	28	18.0	22.5	15.0	18.3	16.0	84	95	53	91	70	9.2
29	Marzo											
	1	22.0	31.0	10.0	23.7	19.0	80	94	63	94	80	1.2
☆	2	20.2	30.5	23.0	20.0	22.5	63	93	39	93	91	
	3	27.3	35.0	22.5	22.0	25.0	62	82	40	77	90	
30	4	25.3	33.0	19.0	19.1	23.5	74	93	43	85	84	
☆	5	24.0	30.5	19.0	22.0	19.5	65	84	17	83	85	
	6	23.7	33.0	21.5	19.3	23.1	71	94	39	87	91	
31	7	21.3	35.5	17.5	20.4	19.2	85	94	21	93	91	2.3
	8	19.4	24.5	17.5	14.8	18.0	84	82	45	70	90	
☆	9	22.7	31.5	19.0	19.7	19.0	85	87	32	80	89	
	10	18.0	23.0	15.5	12.0	16.1	75	100	39	93	91	23.4
32	11	17.2	23.5	10.0	15.7	12.5	61	94	13	85	80	
☆	12	16.3	21.5	12.0	13.1	13.3	62	93	32	89	79	
	13	16.0	24.0	9.5	15.1	11.1	84	93	33	90	78	
	14	19.0	20.5	13.0	17.3	12.0	68	94	22	93	77	0.6
33	15	18.1	30.5	15.5	18.0	16.5	80	96	73	96	76	
	16	16.7	18.5	16.0	14.1	17.6	80	90	53	88	101	27.1
☆	17	16.7	21.0	13.0	13.0	13.5	81	95	50	94	103	0.7
34	18	16.4	24.0	9.0	12.8	13.0	88	95	33	89	104	
☆	19	17.3	20.0	11.0	13.8	14.0	73	94	34	89	104	
	20	19.8	20.0	11.0	17.1	16.8	80	97	33	80	102	
35	21	21.8	31.0	15.5	18.0	17.6	70	93	30	87	100	
	22	24.0	30.5	19.0	20.6	21.0	73	95	33	89	98	
☆	23	19.4	21.5	17.5	19.7	19.0	83	96	73	90	112	17.3
	24	17.6	23.0	13.5	14.1	14.6	70	91	54	91	115	4.7
36	25	19.2	27.0	12.5	18.8	14.5	73	90	39	92	113	
☆	26	21.1	26.5	15.0	19.3	16.8	66	90	35	89	111	
	27	22.2	29.5	18.0	19.2	17.6	71	96	37	91	109	
37	28	23.6	33.0	17.5	18.6	19.0	73	100	35	89	107	
	29	20.7	25.5	17.0	16.6	19.5	83	97	52	96	104	19.6
☆	30	20.2	27.5	14.0	17.7	15.3	73	97	33	93	102	
	31	21.0	25.5	15.0	20.0	15.8	77	96	52	95	100	
38	Abril											
	1	19.6	23.0	17.0	18.0	19.5	93	90	84	97	135	17.8
☆	2	18.0	21.5	15.5	15.0	19.0	70	97	62	93	130	9.4

Período de floración	Fecha	TX	TN	Tm	TE	TA	$\overline{HRX}$	HRN	HRm	HRA	AS	P
	3	17.4	23.5	11.0	15.6	12.3	89	99	45	95	135	
39	4	17.0	21.5	14.0	13.8	15.5	91	100	81	99	133	
	5	15.7	23.5	10.5	11.8	11.3	84	99	55	99	132	0.4
	x 6	14.5	22.5	8.5	11.6	10.0	76	100	49	98	131	
	7	16.7	22.5	9.5	10.5	11.1	72	100	37	98	130	
40	8	17.3	22.5	10.6	12.3	14.3	73	100	38	92	129	
	x 9	17.8	27.5	10.0	14.3	14.0	79	100	41	98	127	
	10	20.0	22.5	13.0	15.5	13.3	72	97	35	93	135	
41	11	21.8	31.0	14.0	18.2	16.3	72	97	37	91	128	
	12	19.3	24.5	17.0	19.3	17.3	80	93	64	90	138	3.0
	x 13	18.4	24.5	17.5	15.0	18.5	81	97	49	90	144	21.1
	14	18.8	21.5	12.5	15.0	13.8	71	98	35	89	142	
42	15	13.0	18.0	0.5	8.7	12.1	77	90	40	90	142	
	x 16	16.2	24.5	7.0	15.8	13.3	80	94	40	91	142	
	17	20.0	22.0	14.5	18.5	15.8	76	92	53	76	138	
	18	19.1	24.5	18.0	17.8	17.5	80	100	73	94	145	10.2
43	19	19.7	25.0	18.5	20.0	17.8	88	98	76	90	144	2.5
	20	23.1	30.0	19.0	21.3	20.8	84	97	68	90	151	40.0
	x 21	23.4	30.0	19.5	19.3	20.8	80	96	68	94	175	
44	22	21.3	23.5	18.0	21.4	19.3	83	96	72	96	175	
	x 23	24.1	30.0	20.5	23.3	21.0	73	92	54	80	173	
	24	23.8	29.0	18.0	23.8	20.1	77	94	60	89	170	
	25	24.2	31.5	21.5	19.3	23.1	75	100	53	88	167	
	26	15.3	18.5	7.0	7.5	10.5	73	93	49	84	154	28.8
	27	12.8	18.5	0.8	13.0	7.3	79	100	42	97	153	
	28	18.0	23.5	11.5	12.3	12.5	73	98	40	91	151	
	29	18.5	24.0	8.5	11.3	18.0	76	97	42	95	150	
	30	15.3	24.5	9.5	15.0	18.3	70	97	48	90	147	
	Mayo											
	1	17.8	23.5	13.5	17.0	18.0	83	97	50	94	165	
	2	16.0	25.5	12.5	13.8	13.1	76	90	43	93	160	
	3	18.6	27.5	15.5	16.2	13.8	77	90	43	91	162	
	4	18.3	22.5	10.5	9.5	15.3	68	97	54	95	150	
	5	6.2	12.5	5.5	8.0	7.3	85	87	42	84	200	20.7
	6	7.3	10.5	1.0	4.0	2.3	70	98	35	96	190	

$\overline{TX}$, TM, Tm, TN, TA = Temperatura promedio, máxima, mínima, nocturna y al amanecer, respectivamente (en Grados Centígrados)

$\overline{HRX}$, HRM, HRm, HRA = Humedad relativa promedio, máxima, mínima y al amanecer respectivamente (en porcentaje)

AS = Almacenaje de agua en el suelo estimado por el método de Thornthwaite (en mm.)

P = Precipitación

Figura 11. Promedios de temperaturas medias, máximas y mínimas (en grados Centígrados) de cada uno de los períodos de floración estudiados.

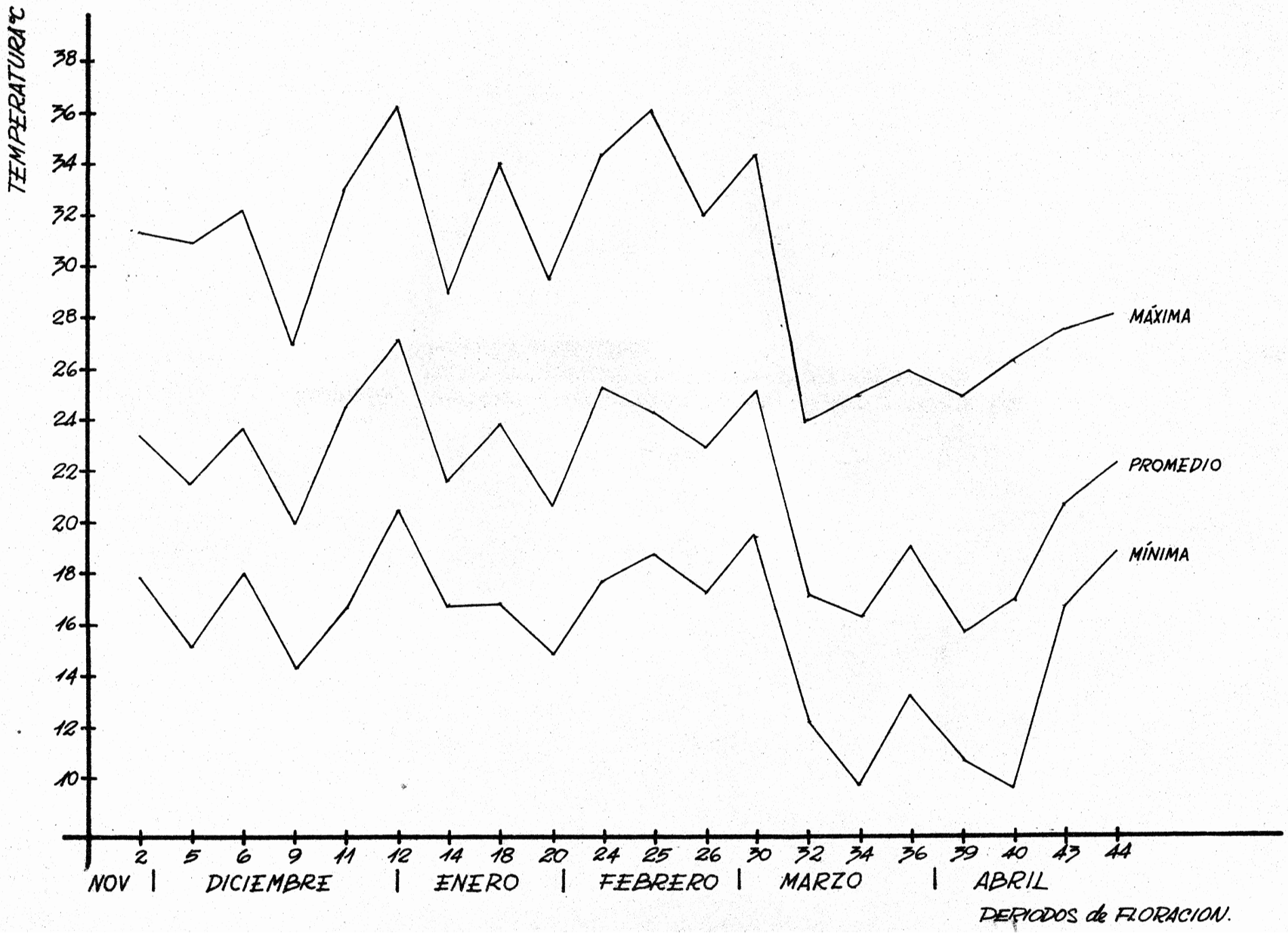

TEMPERATURA °C
38
36
34
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
MÁXIMA
PROMEDIO
MÍNIMA
2 5 6 9 11 12 14 18 20 24 25 26 30 32 34 36 39 40 43 44
NOV
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION.

Figura 12. Promedios de temperaturas nocturnas y al amanecer (en grados Centígrados) de cada uno de los períodos de floración estudiados.

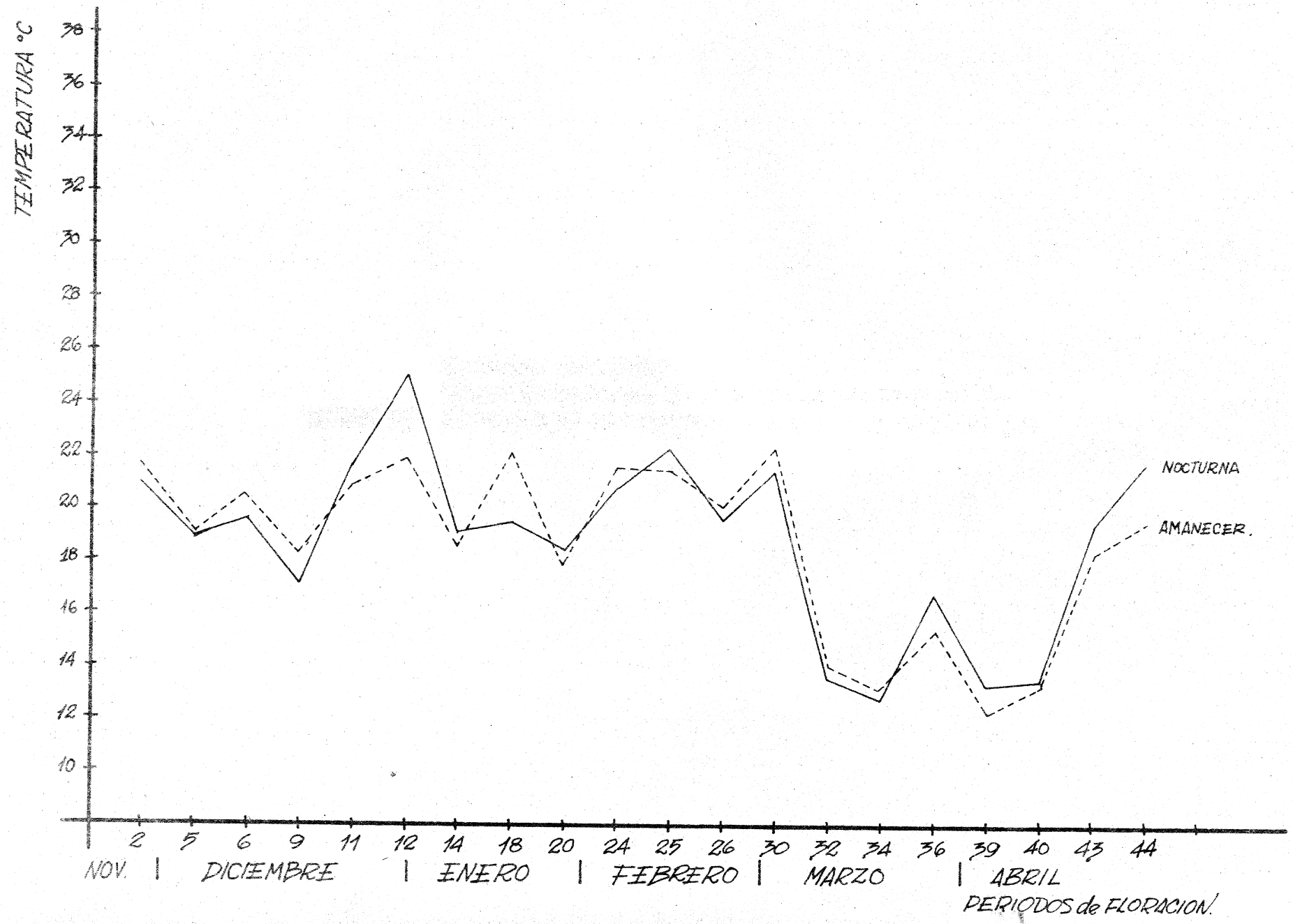

TEMPERATURA °C
38
36
34
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
NOCTURNA
AMANECER.
2 5 6 9 11 12 14 18 20 24 25 26 30 32 34 36 39 40 43 44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION.

Figura 13. Promedios de humedad relativa máxima, mínima, media y al amanecer de cada uno de los períodos de floración estudiados.

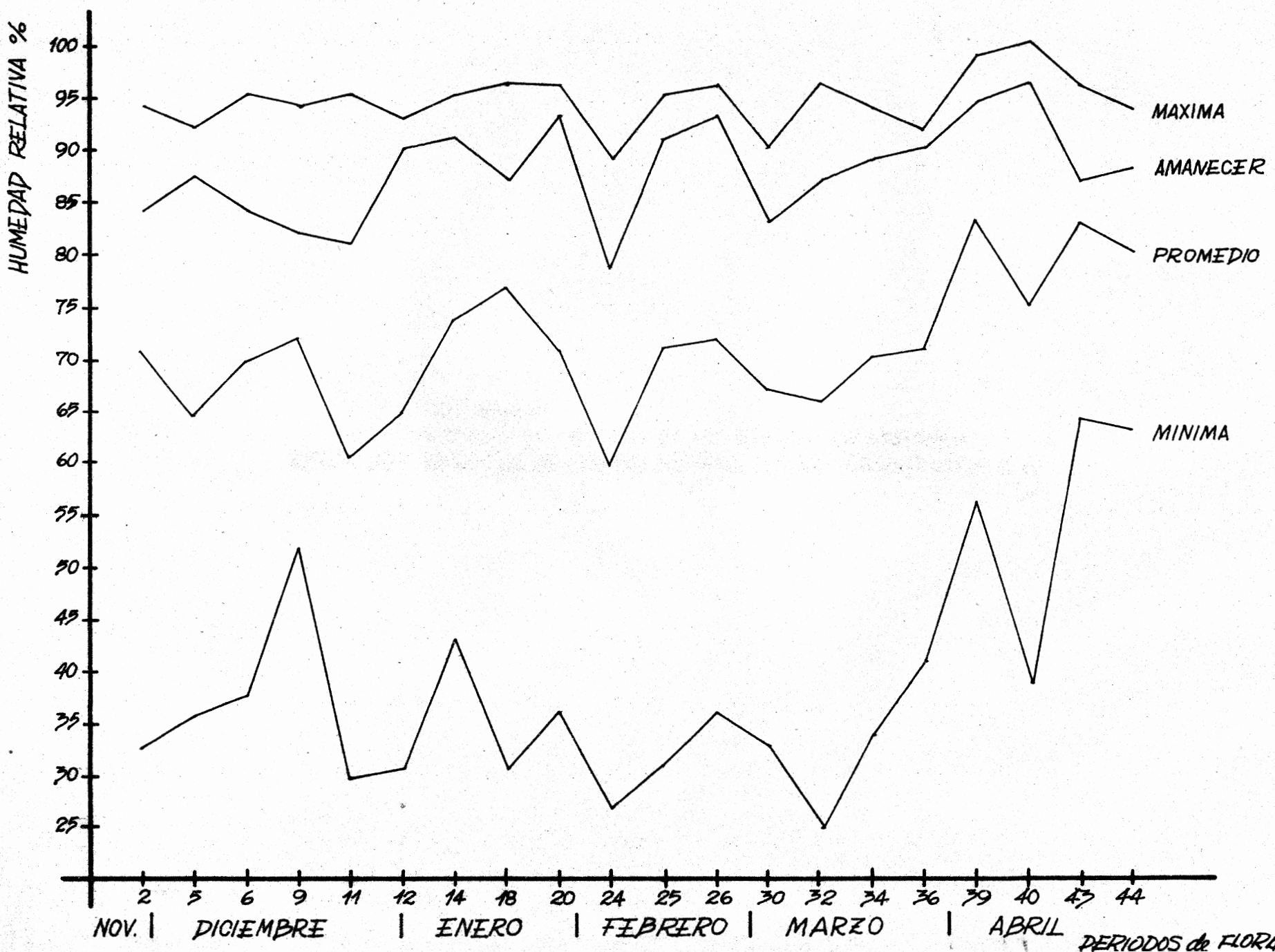

HUMEDAD RELATIVA %
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
MAXIMA
AMANECER
PROMEDIO
MINIMA
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
43
44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION.

Figura 14. Fotoperíodo de cada uno de los períodos de floración estudiados.

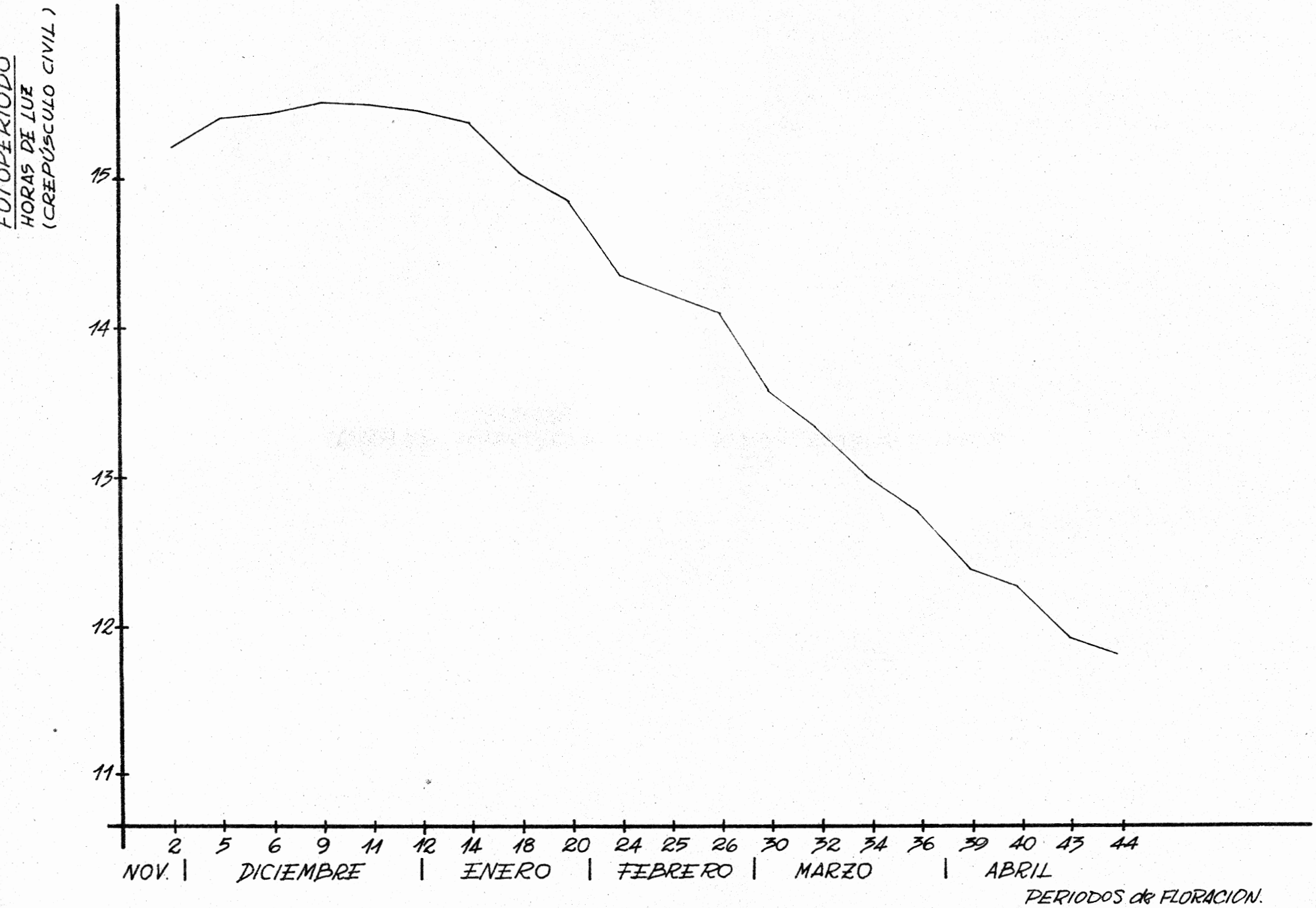

FOTOPERIODO
HORAS DE LUZ
(CREPÚSCULO CIVIL)
15
14
13
12
11
2 5 6 9 11 12 14 18 20 24 25 26 30 32 34 36 39 40 43 44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION.

Figura 15. Almacenaje de agua (en mm.) en el suelo estimado por el método de Thornthwaite, para cada uno de los períodos de floración estudiados.

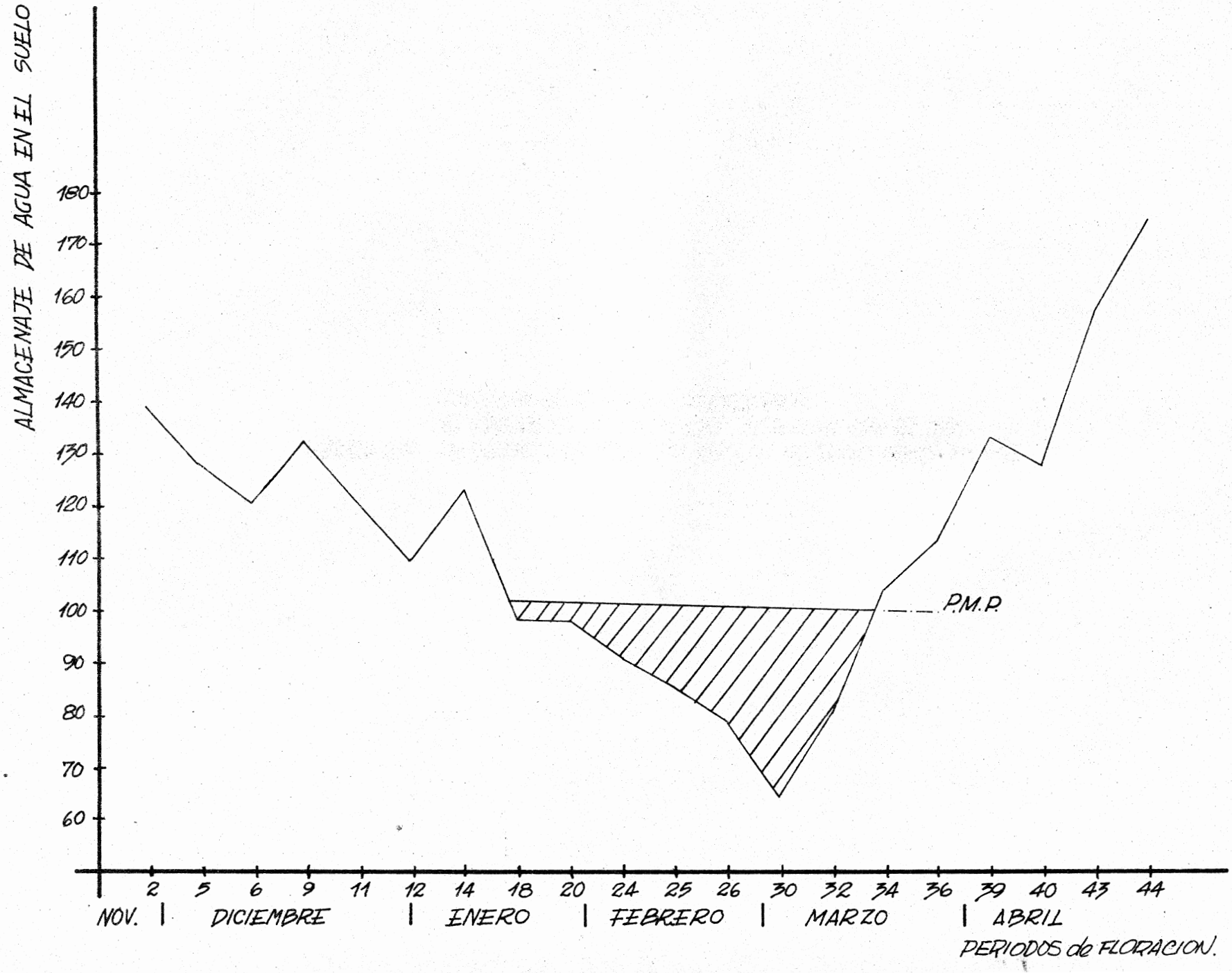

ALMACENAJE DE AGUA EN EL SUELO
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
P.M.P.
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
43
44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION.

Figura 16. Precipitación (en mm.) durante el período experimental.

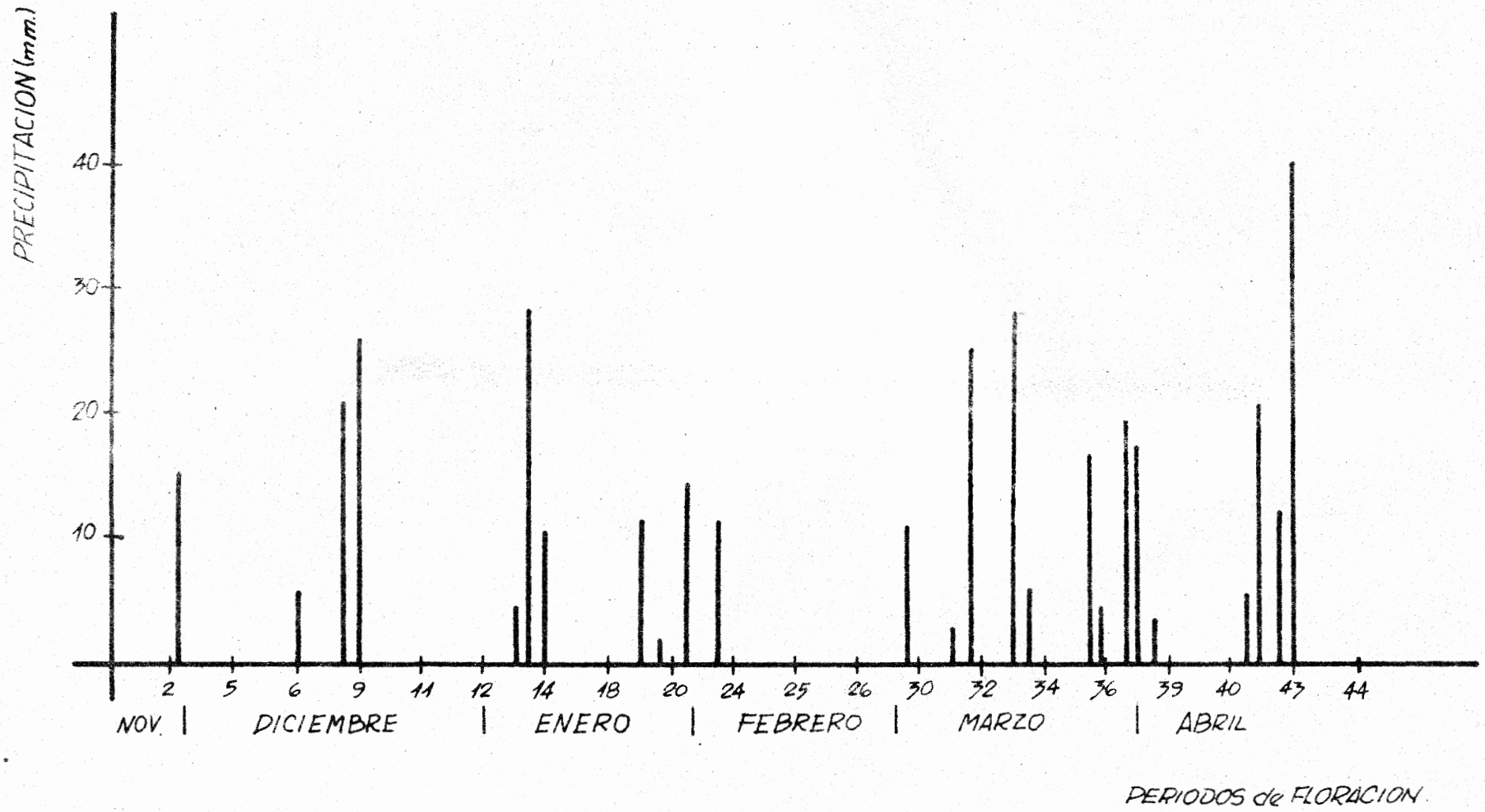

PRECIPITACION (mm.)
40
30
20
10
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
43
44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION

Figura 17. Porcentajes de semillas llenas, vanas y con Claviceps del híbrido H 1369 en cada uno de los períodos de floración estudiados.

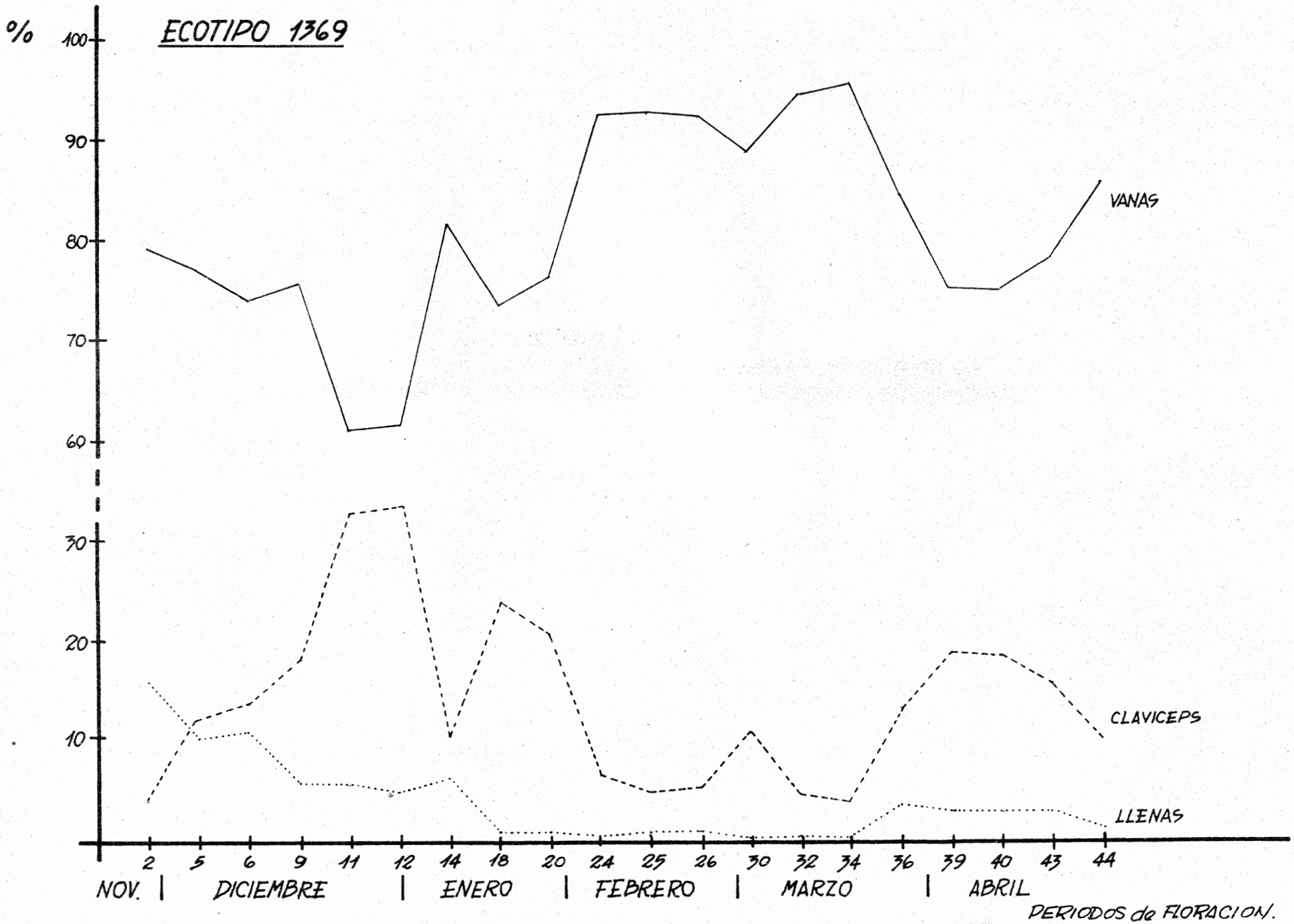

ECOTIPO 1369
%
100
90
80
70
60
30
20
10
VANAS
CLAVICEPS
LLENAS
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
43
44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION.

Figura 18. Porcentajes de semillas llenas, vanas y con Claviceps del biotipo E 1424 en cada uno de los períodos de floración estudiados.

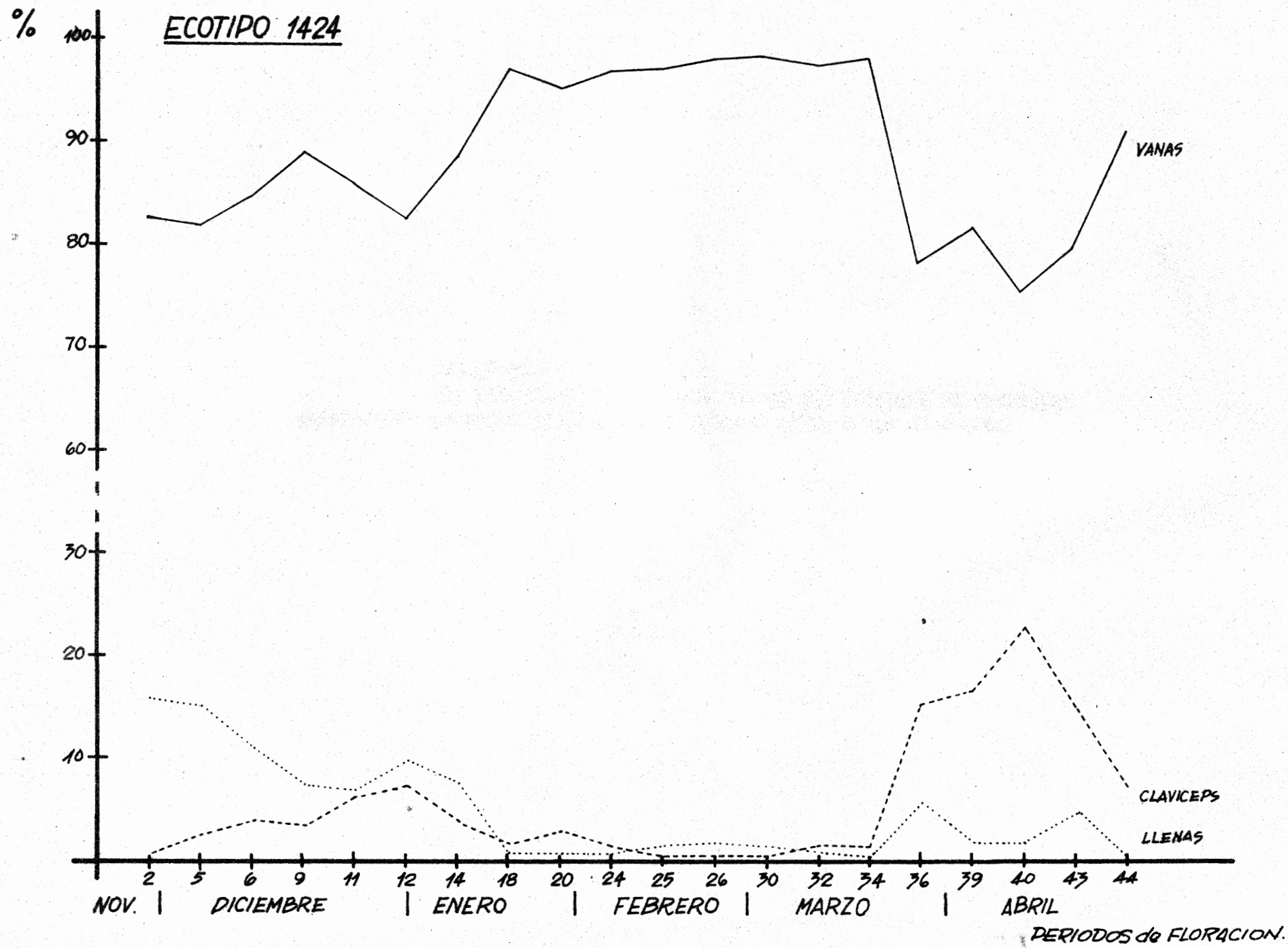

ECOTIPO 1424
%
100
90
80
70
60
30
20
10
VANAS
CLAVICEPS
LLENAS
2
5
6
9
11
12
14
18
20
24
25
26
30
32
34
36
39
40
43
44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION.

Figura 19. Porcentajes de semillas llenas, vanas y con Claviceps del biotipo B 1311 en cada uno de los períodos de floración estudiados.

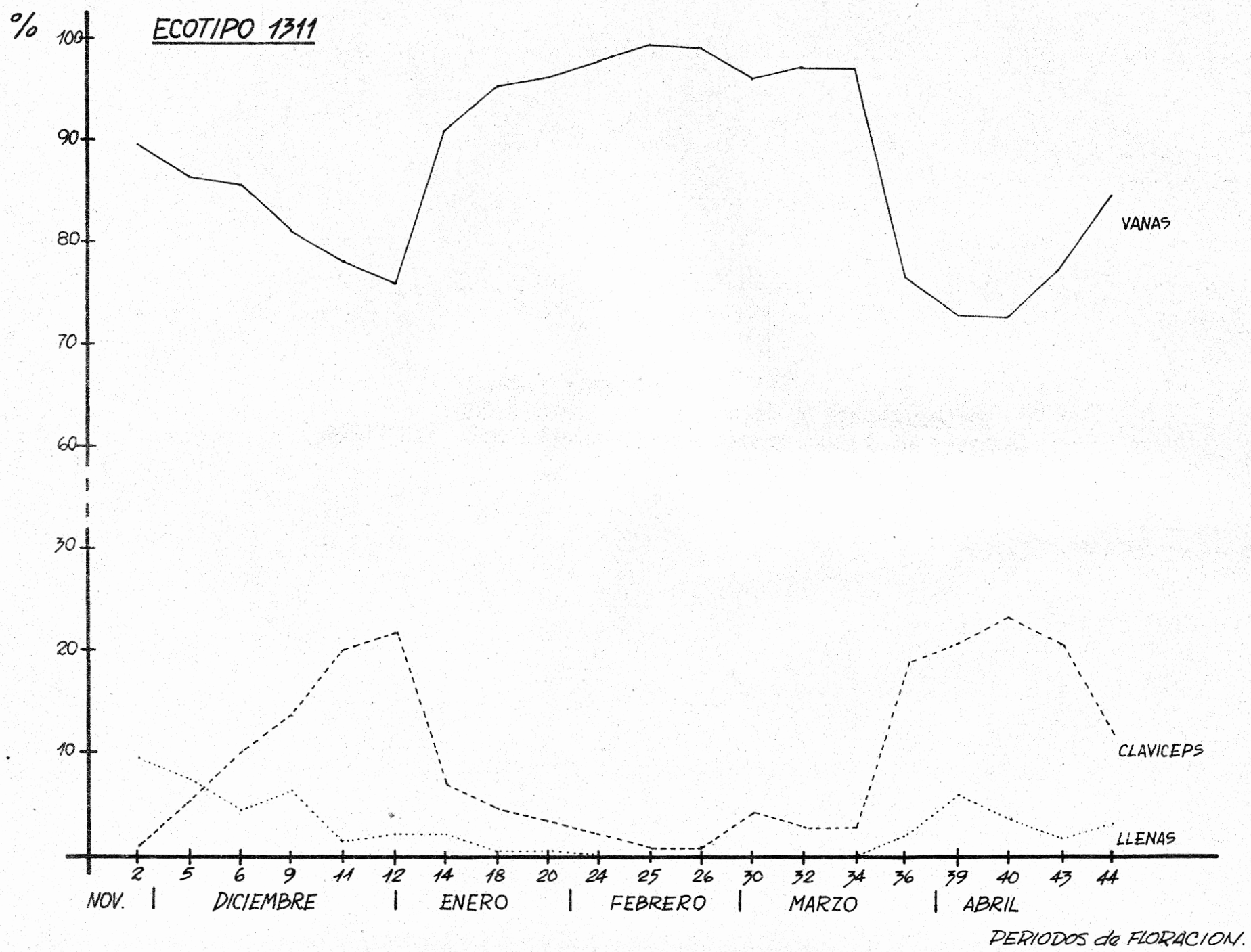
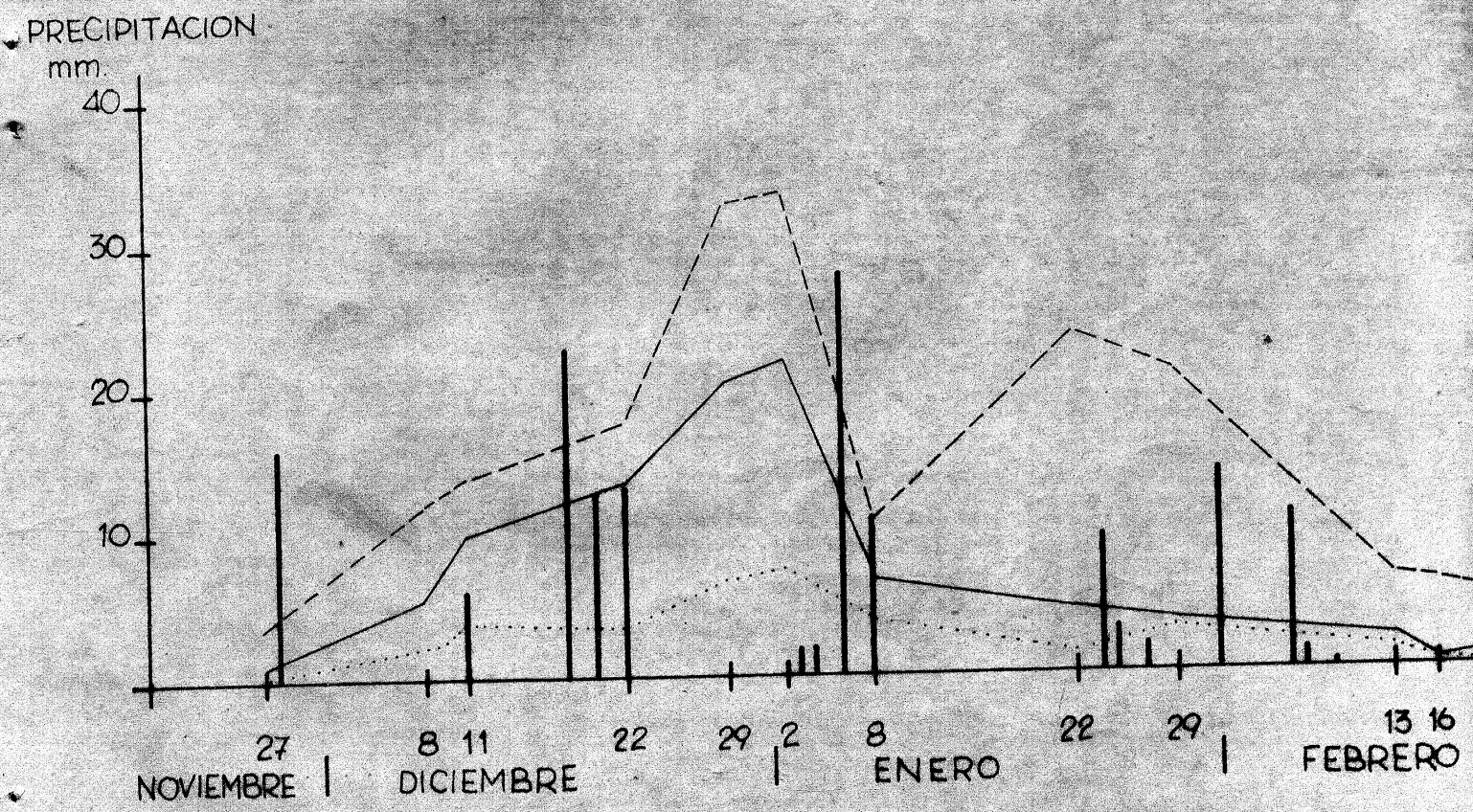

ECOTIPO 1311
%
100
90
80
70
60
30
20
10
VANAS
CLAVICEPS
LLENAS
2 5 6 9 11 12 14 18 20 24 25 26 30 32 34 36 39 40 43 44
NOV.
DICIEMBRE
ENERO
FEBRERO
MARZO
ABRIL
PERIODOS de FLORACION.

Figura 29. Porcentaje de semillas con Claviceps de cada uno de los tres biotipos y precipitación en mm. durante el período experimental.


PRECIPITACION
mm.
40
30
20
10
27
NOVIEMBRE
8 11
DICIEMBRE
22
29
2
8
ENERO
22
29
13 16
FEBRERO

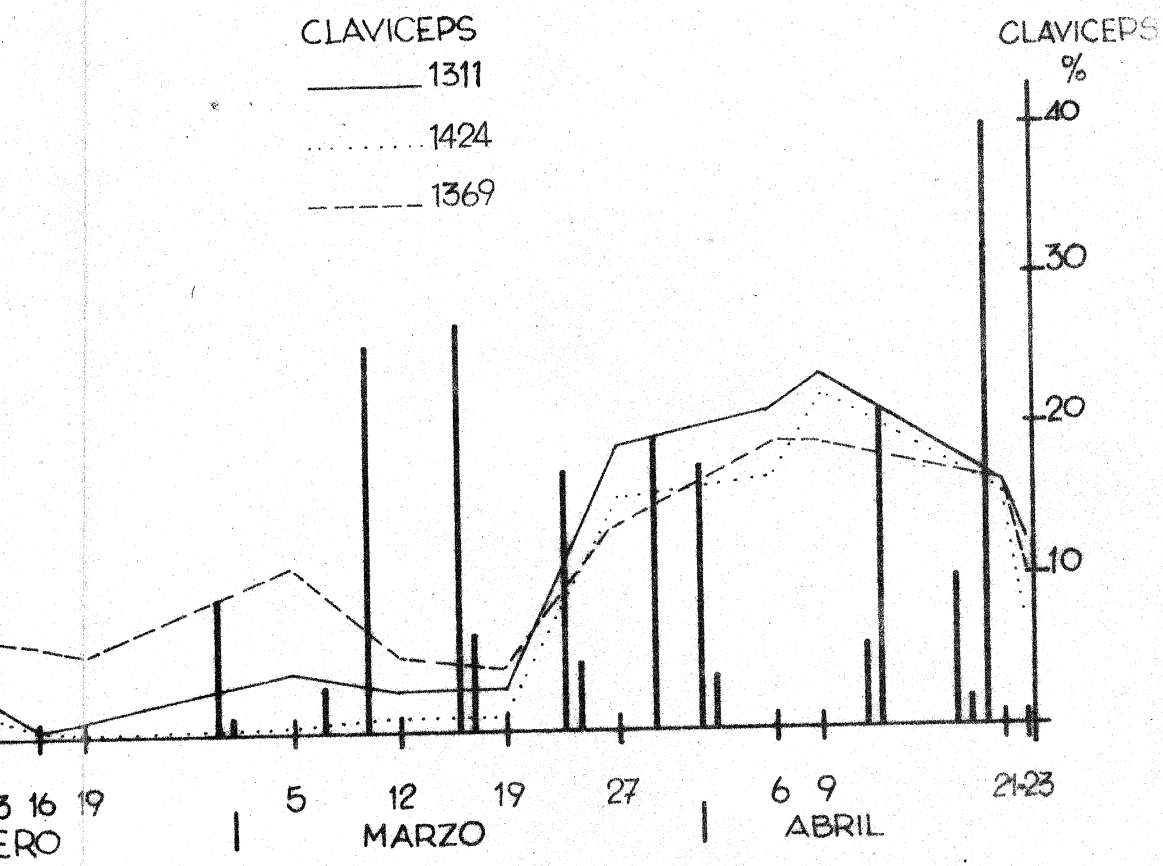

CLAVICEPS
1311
1424
1369
CLAVICEPS
%
40
30
20
10
3 16 19
ERO
5 12 19 27
MARZO
6 9
ABRIL
21-23

Tabla 26. Promedios y Desviaciones típicas del No. de espigas por panoja y longitud total de espiga por panoja para los biotipos B 1369 y B 1424, en 4 períodos de floración. Los valores fueron obtenidos a partir de una muestra de 120 panojas.

Biotipo	Período de Floración	Promedios		Desviaciones Típicas	
		Nº Espigas/panoja	Long.Tot.Esp./Panoja	Nº Espigas/panoja	Long.Tot.Esp/Pan.
B 1369	1	5.75	36.26	0.85	4.49
	7	4.26	26.13	0.66	5.29
	14	3.92	27.75	0.83	6.00
	20	3.02	21.92	1.02	2.74
B 1424	2	11.04	51.70	1.52	7.91
	7	9.51	40.90	3.20	12.99
	14	7.93	36.24	2.66	10.0
	19	7.01	35.00	2.07	13.1

Tabla 27. Porcentajes de semillas llenas, vanas y con Claviceps obtenidos mediante análisis con escarificación ácida, en cuatro distintos tamaños de muestras 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 gramos.

Tamaño de muestra	Rep.	Número de semillas				Porcentajes		
		llenas	vanas	c/Clav.	total	% llenas	% vanas	% c/Clav.
	1	54	25	191	270	19.78	10.20	00.00
	2	61	29	182	272	22.42	10.60	66.92
	3	50	40	180	297	20.06	13.00	66.91
0.5 g	4	50	31	178	255	21.14	11.70	67.16
	5	62	21	186	270	22.94	7.78	68.88
	6	49	29	189	268	18.28	7.60	74.26
	1	120	56	359	535	22.43	10.46	67.11
	2	142	58	329	529	26.85	10.96	62.19
	3	129	60	347	535	24.38	11.22	64.40
1.0 g	4	127	71	365	563	22.58	12.61	64.85
	5	105	53	372	530	19.82	10.0	70.18
	6	133	40	352	531	25.04	8.00	66.96
	1	216	95	506	817	26.40	11.60	62.00
	2	177	90	563	830	21.30	11.0	67.44
	3	176	77	541	794	22.16	9.70	68.14
1.5 g	4	303	107	511	921	34.72	13.04	62.24
	5	152	96	540	820	22.00	11.62	66.35
	6	207	74	507	788	26.26	9.40	64.34
	1	245	135	700	1080	22.55	12.45	65.00
	2	360	110	744	1103	32.67	9.98	67.45
	3	291	90	695	1076	27.04	8.36	64.60
2.0 g	4	344	113	737	1094	32.30	10.34	67.36
	5	334	100	681	1081	32.00	10.10	63.70
	6	357	122	708	1087	33.04	11.22	65.12

Tabla 23. Análisis de Varianza y Test de homogeneidad de las varianzas de los porcentajes de semilla llena obtenidos mediante análisis con escarificación ácida en 4 tamaños de muestra 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 gramos.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	F
Tamaño de muestra	3	4.00	2.31 ns.
Error	20	2.14	

Tamaño de muestra	G.L.	$(x_i-\bar{x})^2$	S^2	$\lg S^2$	$(n-1) \lg S^2$
0.5	5	8.10	1.620	0.21431	1.07155
1.0	5	16.01	3.322	0.56140	2.80700
1.5	5	10.75	2.150	0.33244	1.66220
2.0	5	6.52	1.304	0.13491	0.67455
	20	42.37			5.71430
			2.118	0.32323	6.5160

χ^2 = 2.3026 (6.5160 - 5.7143) = 1.85023 con 3 g.l. no significativo

Tabla 22. Análisis de varianza y test de homogeneidad de las varianzas de los porcentajes de amilo vana obtenidos mediante análisis con acetificación ácida en 4 tamaños de muestra: 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 gramos.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	F
Tamaño de muestra	3	0.020	0.005 ns.
Error	20	3.430	

Tamaño de muestra	G.L.	$(x_i-\bar{x})^2$	s^2	lg s^2	(n-1) lg s^2
0.5	5	20.10	5.022	0.71807	3.00035
1.0	5	13.10	3.420	0.53382	1.01010
1.5	5	7.33	1.833	0.10013	0.50065
2.0	5	3.14	1.033	0.31100	1.55500
	20				7.40140
			3.050	0.48411	8.08220

χ^2 = 0.3030 (8.08220 - 7.40140) = 2.7100 con 3 g.l. no significativo

Table 30. Análisis de varianza y test de homogeneidad de las varianzas de los porcentajes de semilla con Claviceps obtenidos mediante análisis con escarificación ácida en 4 tamaños de muestras 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 gramos.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	F
Tamaño de muestra	3	0.61	0.30 ns
Error	20	2.49	

Tamaño de muestra	G.L.	$(x_i-\bar{x})^2$	s^2	lg s^2	(n-1) lg s^2
0.5	5	18.70	3.742	0.57430	2.87150
1.0	5	14.38	2.876	0.45879	2.29395
1.5	5	12.44	2.488	0.39597	1.97985
	15	45.53			7.14430
			3.033	0.48218	7.23270

χ^2 = 2.3026 (7.23270 - 7.14430) = 0.2036 con 2 g.l. no significativo

Tabla 31. Componentes de rendimiento y rendimientos de semilla del biotipo E 1000 en cada uno de los 30 períodos de floración estudiados.

Período	Promedio de penojas por planta	Promedio de espigas por penoja	Promedio de long. tot. de espiga/penoja cm.	Rendimiento (1) (gramos)
3	8.0	5.8	30.8	65.3
5	8.2	4.7	30.7	60.8
8	11.0	4.5	27.2	107.2
9	9.2	4.3	33.5	73.4
11	8.7	4.4	30.2	81.8
12	5.9	4.3	27.8	65.2
14	10.0	4.3	27.8	75.2
18	9.0	4.3	28.0	48.4
20	5.4	4.2	34.0	18.4
24	6.1	4.0	29.2	27.2
25	3.6	4.3	25.7	17.6
26	8.8	4.8	39.0	41.4
30	2.0	4.0	25.2	5.6
32	1.4	4.5	22.3	9.2
34	2.7	4.5	20.3	5.6
36	2.3	3.0	10.4	10.4
39	9.0	4.4	29.2	32.0
40	8.3	4.3	26.5	32.0
43	4.4	4.1	25.3	25.2
44	5.7	4.2	26.5	23.2

(1) Corresponde al peso en gramos de semilla trillada producida por 20 plantas.

Tabla 38. Componentes de rendimiento y rendimientos de semilla del biotipo E 1434 en cada uno de los 20 períodos de floración estudiados.

Período	Promedio de panojas por planta	Promedio de espigas por panoja	Promedio de long. tot. de espiga/panoja cm.	Rendimiento (1) (gramos)
2	7.2	11.8	51.8	137
5	13.5	9.7	41.4	209
6	14.2	9.5	40.7	230
9	11.9	8.4	32.7	80.3
11	18.1	8.0	31.9	145.4
12	7.3	8.2	33.7	80.1
14	30.8	8.9	37.4	333.6
18	13.4	7.4	34.2	67.3
20	4.3	7.0	30.1	18.2
24	4.6	6.5	28.4	20.4
25	3.8	6.3	28.1	21
26	4.3	7.1	34.2	23.8
30	1.7	6.7	29.9	6.4
32	1.5	7.0	28.0	5.5
34	0.8	8.1	23.8	3.8
36	1.4	5.0	23.0	9.6
38	3.1	6.1	36.4	10.1
40	3.0	7.7	30.0	26.4
42	3.0	8.0	43.0	59.1
44	7.3	7.8	37.4	70

(1) Corresponde al peso en gramos de semilla trillada producida por 30 plantas.

Tabla 33. Componentes de rendimiento y rendimientos de semilla del biotipo E 1311 en cada uno de los 30 parfodos de floración estudiados.

Parfodo	Promedio de panojas por planta	Promedio de espigas por panoja	Promedio de long. tot. de espiga/panoja cm.	Rendimiento (1) (gramos)
2	6.6	7.5	44.0	5.2
5	19.3	6.2	42.3	150.0
6	14.4	6.1	40.3	110.0
9	7.1	6.1	32.4	73.04
11	9.2	5.9	37.3	107.32
12	6.7	5.1	32.0	70.10
14	10.9	5.1	33.1	37.30
19	10.6	5.1	31.0	63.7
20	3.3	5.7	37.4	11.3
24	1.1	5.4	29.8	3.2
25	2.2	5.7	30.3	11.3
28	3.3	5.6	32.6	31.0
30	1.4	5.3	34.3	4.3
32	1.1	6.8	37.3	3.5
34	1.8	6.9	30.1	3.2
38	3.1	5.3	24.8	20
39	9.3	5.9	32.1	67.8
40	15.0	5.9	34.9	198.0
43	9.6	5.7	33.3	74.8
44	9.8	6.1	41.3	63.5

(1) Corresponde al peso en gramos de semilla trillada producida por 30 plantas.

Tabla 34. Ecuaciones de regresión de los componentes del rendimiento de los tres biotipos en 20 períodos de floración, calculadas mediante "Stepwise Regression Procedure".

Biotipo	Ecuaciones de Regresión	R^2
B 1369	$Y_1 = -87.96 + 1.571\ AS + 0.597\ HRM + 0.196\ HRm + 1.017\ \overline{TX} - 0.852\ TM$	0.839
B 1424	$Y_1 = -68.69 + 4.412\ F + 0.2374\ HRm + 0.0492\ AS$	0.755
B 1311	Y_1 = Regresión no significativa al 5%	
B 1369	$Y_2 = -44.42 + 0.700\ \overline{TX} + 0.536\ HRM + 0.025\ AS$	0.625
B 1424	$Y_2 = -83.49 + 0.153\ AS + 1.293\ F + 0.767\ HRM + 0.597\ Tm$	0.751
B 1311	$Y_2 = -43.24 + 0.072\ AS + 1.709\ F + 0.551\ HRM + 1.072\ Tm - 0.7842\ TM$	0.739
B 1369	Y_3 = Regresión no significativa al 5%	
B 1424	$Y_3 = -0.927 + 0.045\ AS + 0.3720\ F - 0.038\ HRm$	0.758
B 1311	Y_3 = Regresión no significativa al 5%	

Y_1 = Promedio de penojas por planta
Y_2 = Promedio de longitud total de espiga/penoja
Y_3 = Promedio de espigas por penoja
$\overline{TM}$, TM, Tm, TA = Temperatura promedio, máxima, mínima y al amanecer, respectivamente
F = Fotoperíodo
HRM, HRM, HRm, HRA = Humedad relativa promedio, máxima, mínima y al amanecer, respectivamente
AS = Almacenaje de agua en el suelo
R^2 = Coeficiente de Correlación múltiple

Tabla 33. Cantidades y porcentajes de semillas llenas, vanas y con Claviceps del biotipo E 1300 en cada uno de los 20 períodos de floración estudiados.

Período de floración	Número de semillas por grano				Porcentajes		
	llenas	vanas	c/Clav.	total	llenas	vanas	c/Clav.
2	124	579	28	731	16.96	79.20	3.83
3	80	570	89	745	10.73	77.31	11.94
6	76	478	90	644	11.80	74.22	13.97
9	61	584	130	775	8.00	75.34	17.66
11	44	433	233	710	6.19	60.92	32.81
12	30	411	230	607	4.94	61.61	33.43
14	78	796	103	977	7.98	81.47	10.54
18	22	664	314	900	2.44	73.77	23.77
20	20	803	204	1020	2.73	78.10	21.15
24	16	1076	77	1169	1.38	92.04	6.58
25	26	1073	30	1133	2.34	93.65	3.00
26	31	1137	62	1230	2.50	91.00	5.00
30	4	1184	140	1314	0.30	88.58	11.11
32	10	1198	61	1269	0.85	94.38	4.82
34	6	1067	45	1098	0.58	93.17	4.25
36	60	620	112	831	7.22	79.90	13.47
39	56	659	168	883	6.35	74.60	18.98
45	53	617	165	835	6.42	74.79	18.78
49	38	705	148	911	4.38	77.38	16.24
64	42	938	118	1098	3.82	85.42	10.74

Tabla 33. Cantidades y porcentajes de semillas llenas, vanas y con Claviceps del biotipo E 1424 en cada uno de los 33 períodos de floración estudiados.

Período de floración	Número de semillas por grano				Porcentajes		
	llenas	vanas	c/Clav.	total	llenas	vanas	c/Clav.
2	115	600	0	710	16.19	83.80	0.04
5	110	649	21	780	15.19	83.18	2.67
6	94	710	34	839	11.21	84.72	4.05
9	78	934	39	1051	7.42	88.88	3.71
11	65	811	64	940	6.91	86.27	6.80
12	66	733	66	865	9.71	82.82	7.63
14	87	1035	48	1165	7.50	88.80	4.13
18	13	1179	20	1212	1.07	97.27	1.66
20	15	1101	37	1153	1.30	95.49	3.20
24	17	1213	19	1249	1.36	97.11	1.52
25	23	1254	5	1282	2.17	97.43	0.39
26	22	1186	2	1209	1.81	98.01	0.16
30	17	1110	2	1129	1.50	98.31	0.17
32	14	1050	13	1077	1.29	97.49	1.20
34	8	1177	15	1200	0.66	98.08	1.25
36	37	428	97	562	6.64	76.42	16.94
39	14	601	125	740	1.89	81.21	16.89
40	13	598	101	712	1.82	83.98	14.21
43	36	429	39	504	4.00	79.09	16.78
44	6	852	71	929	0.64	91.71	7.64

Tabla 37. Cantidades y porcentajes de semillas llenas, vanas y con Claviceps del biotipo E 1311 en cada uno de los 20 períodos de floración estudiados.

Período de floración	Número de semillas por grano				Porcentajes		
	llenas	vanas	c/Clav.	total	llenas	vanas	c/Clav.
8	84	817	0	910	9.23	89.78	0.00
8	93	720	47	860	7.50	80.74	5.66
8	38	720	94	851	4.48	85.00	9.87
9	43	632	106	781	5.50	80.92	13.57
11	11	888	179	878	1.25	78.35	20.38
12	10	565	162	743	2.16	76.04	21.80
14	19	921	70	1010	1.88	91.12	6.93
18	3	988	49	1039	0.28	95.09	4.61
20	5	1031	38	1074	0.46	95.99	3.53
24	1	1076	24	1101	0.09	97.72	2.17
25	1	1167	8	1196	0.08	98.24	0.68
28	2	1145	10	1157	0.17	98.96	0.86
30	-	1145	49	1194	0.00	95.89	4.10
32	-	1182	35	1217	0.00	97.12	2.87
34	1	1074	33	1108	0.09	96.93	2.97
36	28	400	113	601	4.65	76.58	18.80
38	40	479	139	658	6.07	72.79	21.12
40	34	481	165	680	5.03	72.87	23.43
43	18	512	138	663	1.96	77.22	20.81
44	25	640	92	763	3.27	84.00	12.05

Tabla 30. Ecuaciones de Regresión para los porcentajes de semillas con Claviceps y vanas de los tres biotipos en 20 períodos de floración, calculadas mediante "Stepwise Regression Procedure"

Biotipo	Ecuaciones de Regresión	R^2
B 1369	$Y_5 = 27.17 - 0.0015\ AS - 0.141\ F - 0.101\ HMX - 0.994\ \overline{TX} + 0.229\ TA + 0.371\ Tm + 0.285\ TM - 0.047\ HMX$	0.072
B 1424	$Y_5 = 12.64 - 0.010\ AS - 0.001\ HRA - 0.0134\ HMX + 0.094\ Tm - 0.274\ \overline{TX} + 0.190\ TA$	0.786
B 1311	$Y_5 = 16.91 - 0.004\ AS + 0.339\ TA - 0.465\ \overline{TX} - 0.073\ HMM - 0.028\ HMm + 0.133\ Tm + 0.032\ HRA$	0.864
B 1369	Y_6 = regresión no significativa al 5%	
B 1424	$Y_6 = -7.44 + 0.015\ AS - 1.153\ TA + 1.33\ \overline{TX} + 0.162\ HMX - 0.282\ Tm - 0.081\ HRA$	0.890
B 1311	$Y_6 = -16.6 + 0.007\ AS - 0.027\ TA + 1.39\ \overline{TX} + 0.094\ HMm - 0.468\ Tm + 0.096\ HMM$	0.834

$\overline{TX}$, TM, Tm, TA = Temperatura promedio, máxima, mínima y al amanecer, respectivamente

HMX, HMM, HMm, HRA = Humedad relativa promedio, máxima, mínima y al amanecer, respectivamente

AS = Almacenaje de agua en el suelo

R^2 = Coeficiente de Correlación

F = Fotoperíodo

Y_5 = Porcentaje de semilla vana

Y_6 = Porcentaje de semilla con Claviceps

Tabla 39. Peso de 1000 semillas[1] y porcentajes de germinación de los tres biotipos en varios períodos de floración.

Período de Floración	Biotipo B 1369		Biotipo B 1424		Biotipo B 1311	
	Peso 1000 sem.	% germ.	Peso 1000 sem.	% germ.	Peso 1000 sem.	% germ.
2	2.026	97	2.213	96	2.146	97
9	1.650	78	1.603	94	1.739	96
12	1.607	80	1.771	68	1.908	82
18	1.641	89	1.982	87	1.628	68
20	1.410	64	1.657	87	1.557	46
25	1.417	85	1.561	46		
26					1.600	44
30	1.218	82	1.274	83		
32					1.997	26
34	1.342	55	1.515	69		
36					1.778	56
39	1.726	60	1.914	47	1.908	70
44	1.746	46	1.951	40	1.998	35

(1) Correspondo al peso en gramos de 1000 semillas llenas y encarificadas

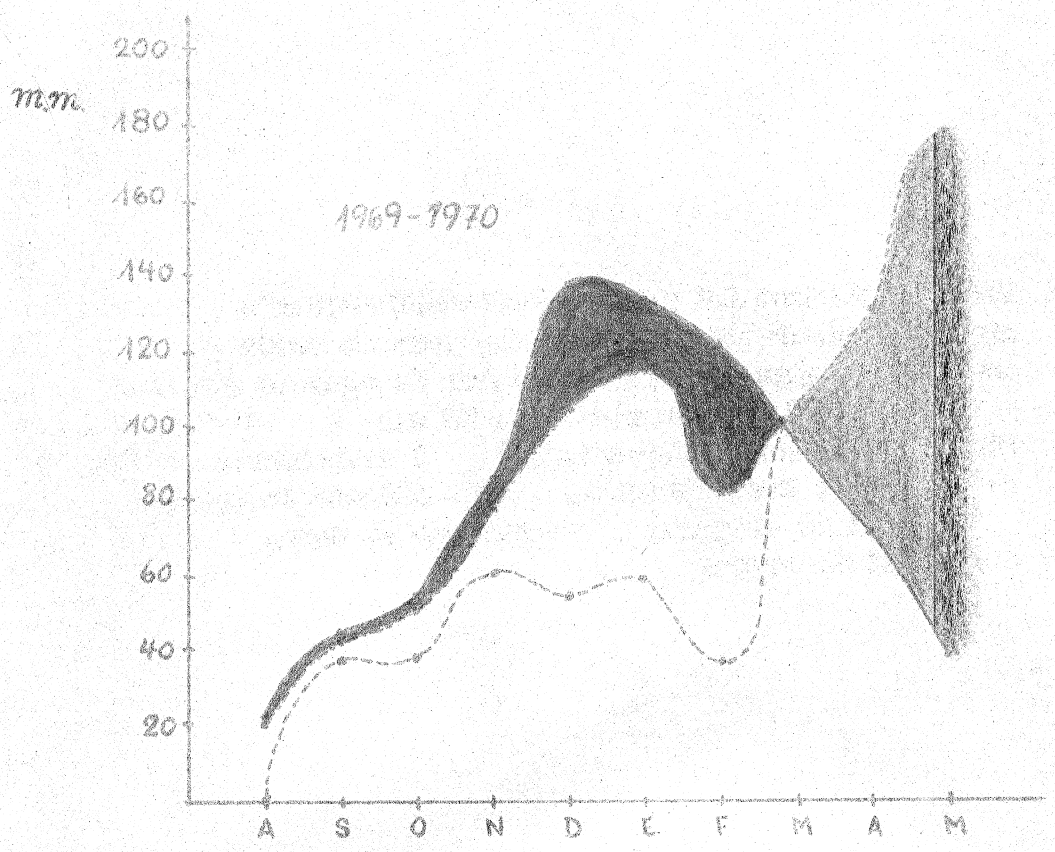
Tabla 39. Peso de 1000 semillas[1] y porcentajes de germinación de los tres biotipos en varios períodos de floración.

Período de Floración	Biotipo B 1369		Biotipo B 1424		Biotipo B 1311	
	Peso 1000 sem.	% germ.	Peso 1000 sem.	% germ.	Peso 1000 sem.	% germ.
2	2.026	97	2.213	96	2.146	97
9	1.650	78	1.603	94	1.739	96
12	1.607	80	1.771	68	1.908	82
18	1.641	89	1.982	87	1.628	68
20	1.410	64	1.657	87	1.557	46
25	1.417	85	1.561	46		
26					1.600	44
30	1.218	82	1.274	83		
32					1.937	26
34	1.342	55	1.515	69		
36					1.778	56
39	1.726	60	1.914	47	1.908	70
44	1.746	46	1.951	40	1.998	35

(1) Correspondo al peso en gramos de 1000 semillas llenas y escarificadas

Figura 31. Balance hídrico del período 1960-1970 estimado según el método de Thornthwaite, para un suelo al que se le asigna una lámina máxima de agua de 200 mm. y una profundidad aproximada de 50 cm. (——) Evapotranspiración potencial, (-·-·-) Evapotranspiración real, (------) precipitación, ▓▓▓ déficit de agua, ▭▭▭ exceso de agua, ▓▓▓ recarga de agua, ▓▓▓ capacidad de campo.

Figura 32. Balance hídrico promedio para el período 1910-1964 estimado según el método de Thornthwaite, para un suelo al que se le asigna una lámina máxima de agua de 200 mm. y una profundidad aproximada de 50 cm. (——) Evapotranspiración potencial, (-·-·-·-) Evapotranspiración real, (------) precipitación, ▓▓▓ déficit de agua, ▭▭▭ exceso de agua, ▓▓▓ recarga de agua, ▓▓▓ Capacidad de campo.


mm.
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
1969-1970
A
S
O
N
D
E
F
M
A
M

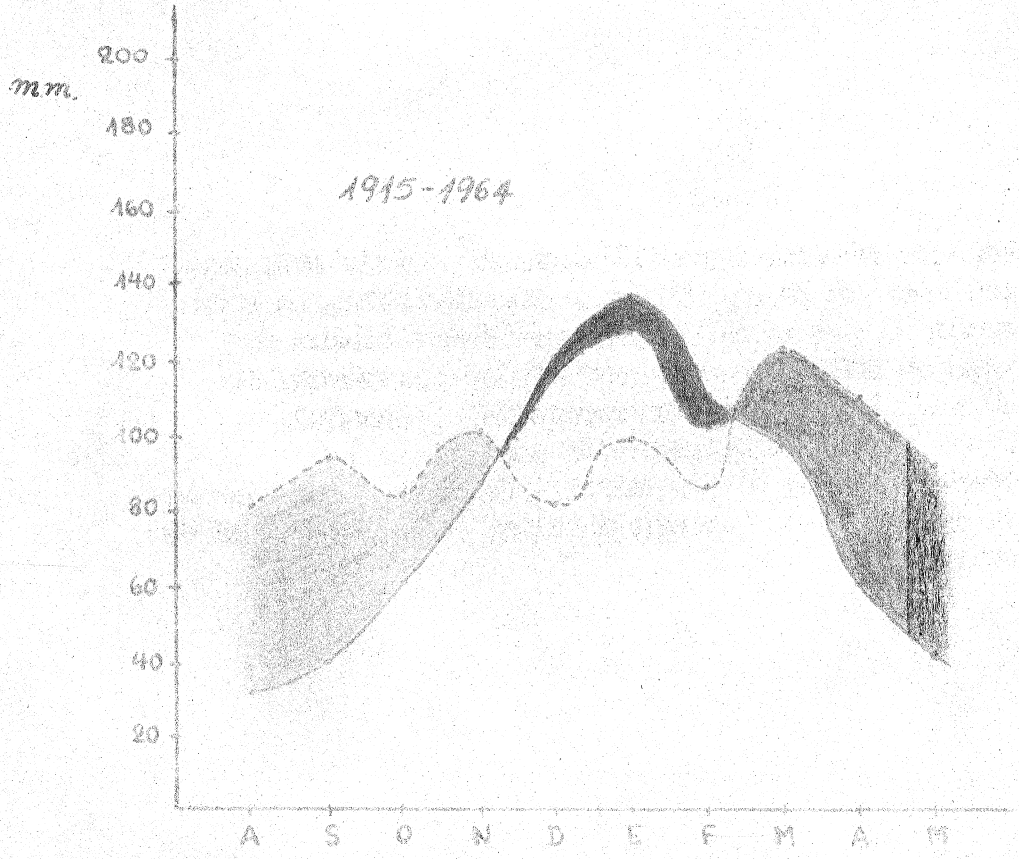

mm.
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
1915-1964
A
S
O
N
D
E
F
M
A
M

Figura 23. Probabilidad de lluvias anuales en "La Estanzuela" (1915-1967) y precipitaciones anuales durante el período experimental.

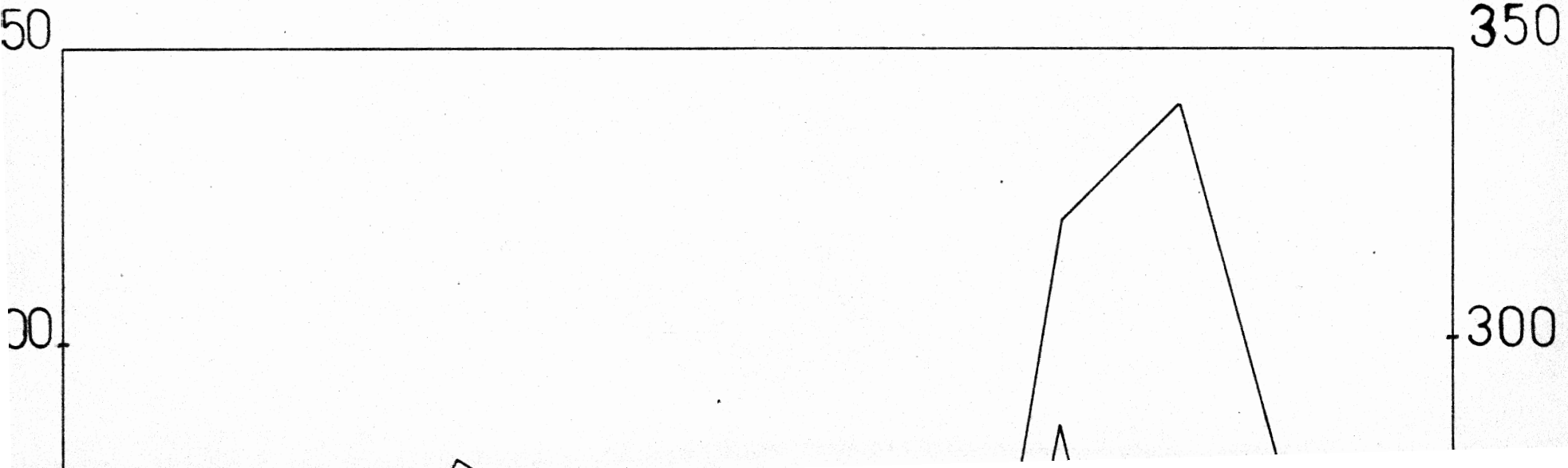
Figura 24. Probabilidad de temperaturas medias mensuales en "La Estanzuela" (1915-1917) y temperaturas medias mensuales durante el período experimental.

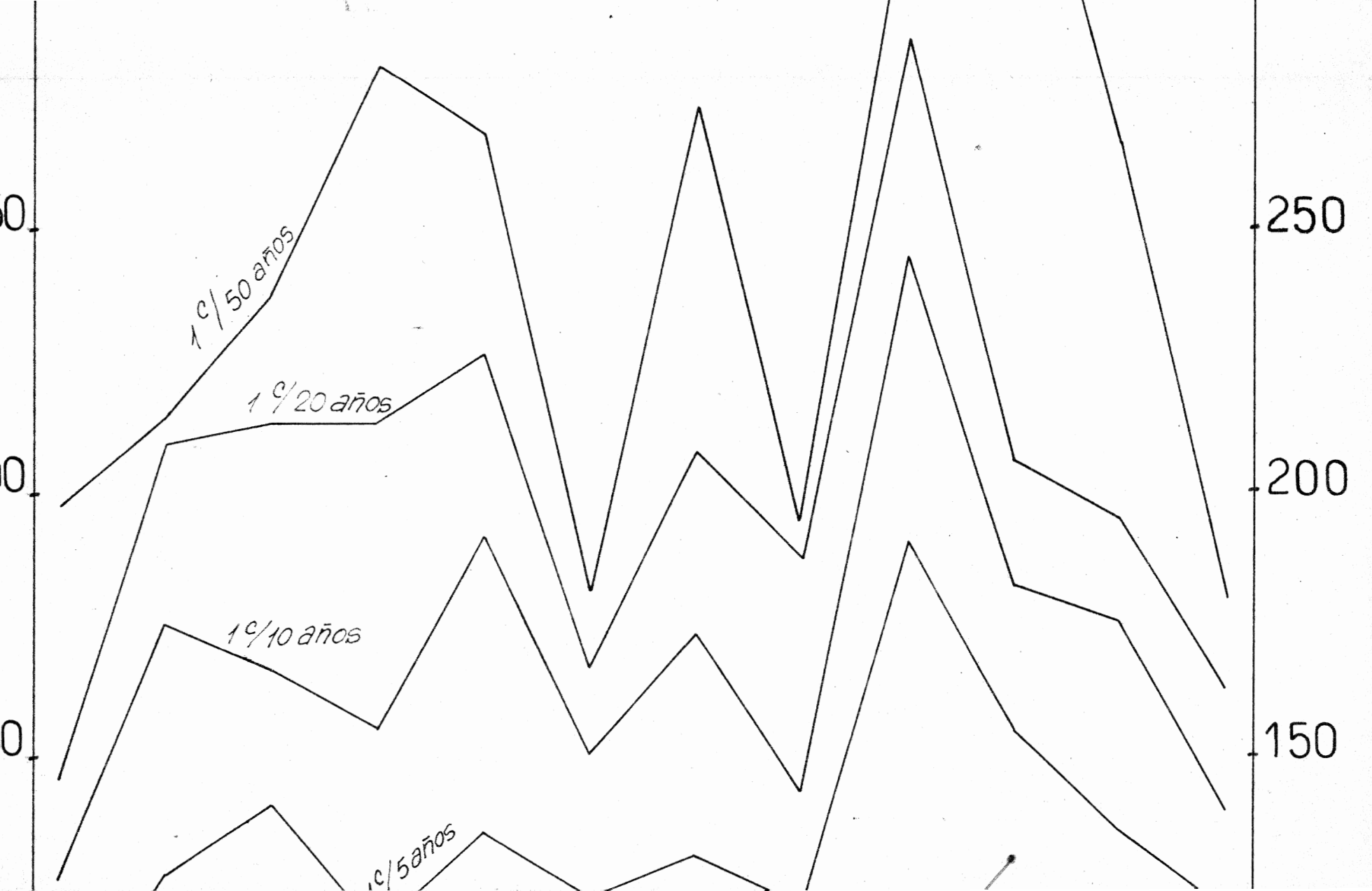
Foto 1. Paspalum dilatatum, biotipo E 1311. Fotografía tomada en Abril de 1970.

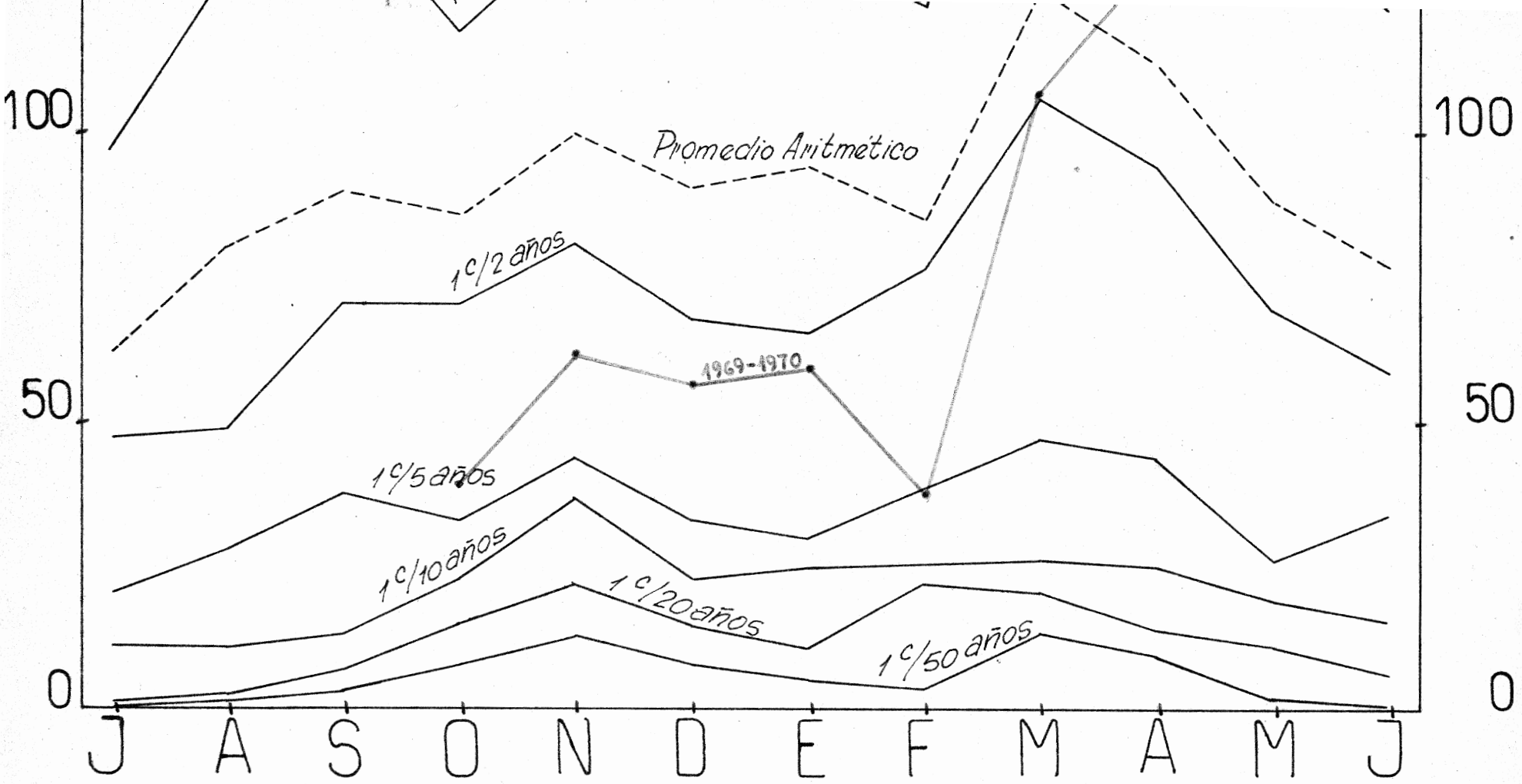
Foto 2. Paspalum dilatatum, biotipo E 1309. Fotografía tomada en Abril de 1970.

Foto 3. Paspalum dilatatum, biotipo E 1321. Fotografía tomada en Abril de 1970.

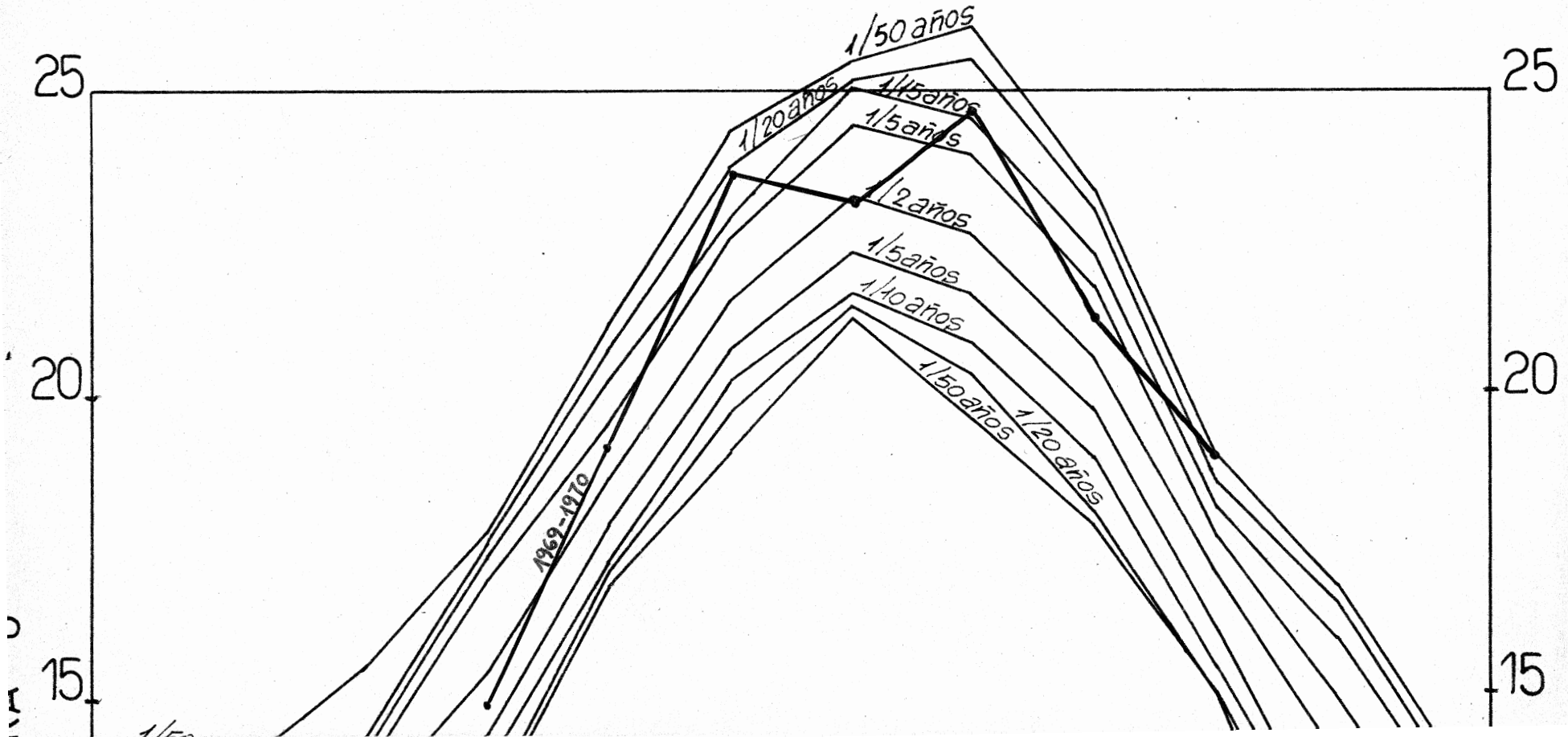
PROBABILIDAD DE LLUVIAS MENSUALES
LA ESTANZUELA
VALORES OBSERVADOS EN 53 AÑOS
1915 - 1967

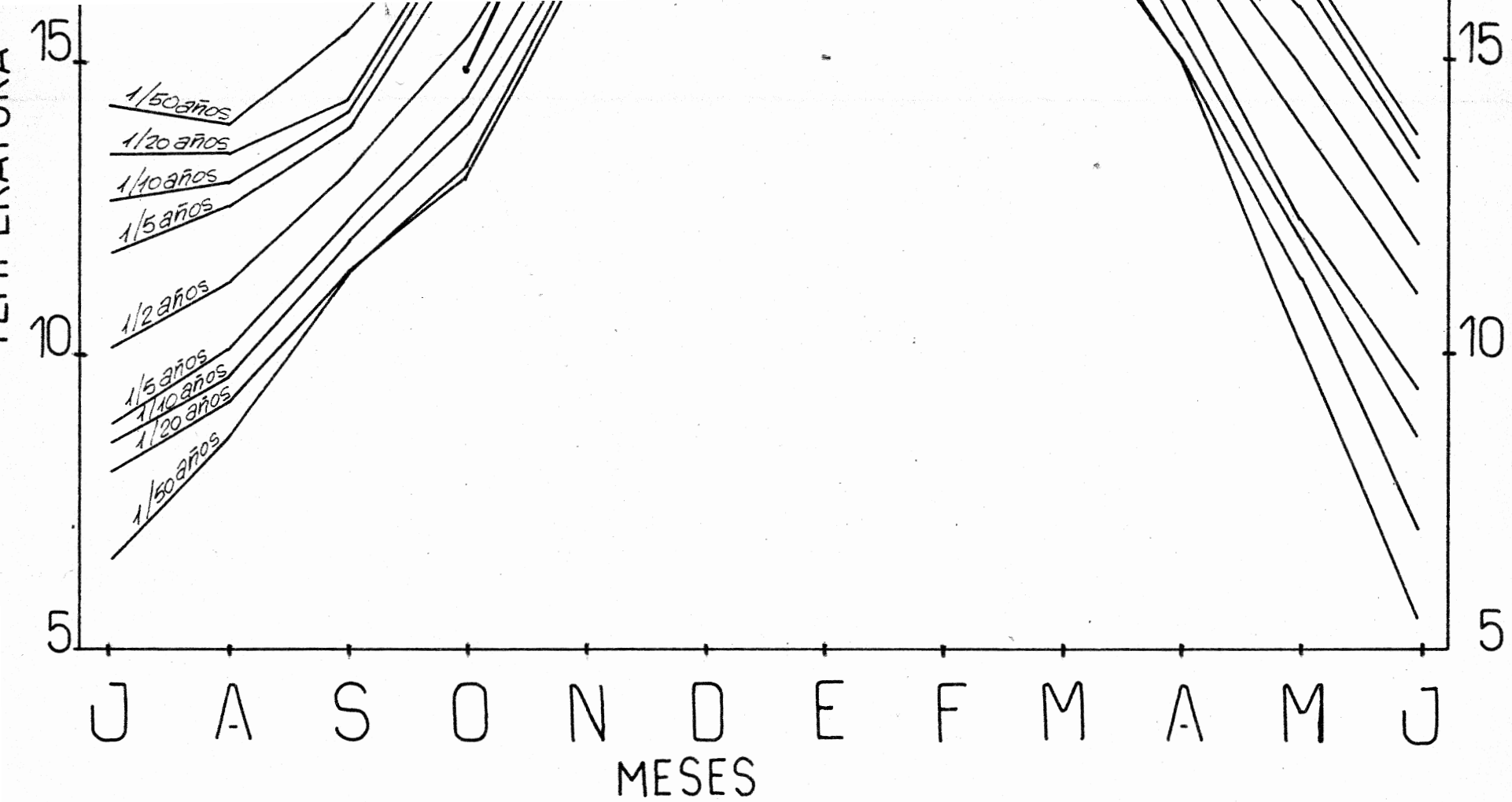



1 c/50 años
1 c/20 años
1 c/10 años
1 c/5 años
250
200
150


100
50
0
100
50
0
Promedio Aritmético
1 c/2 años
1969-1970
1 c/5 años
1 c/10 años
1 c/20 años
1 c/50 años
J A S O N D E F M A M J

PROBABILIDAD DE TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES
LA ESTANZUELA
VALORES OBSERVADOS EN 53 AÑOS: 1915 - 1967




15
10
5
1/50 años
1/20 años
1/10 años
1/5 años
1/2 años
1/5 años
1/10 años
1/20 años
1/50 años
J A S O N D E F M A M J
MESES

1311

1300

1424