

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SEMILLA DE
Lolium multiflorum (Lam.) EN PRE Y
POST MADURACION

JAVIER ESPINOSA ALDACO

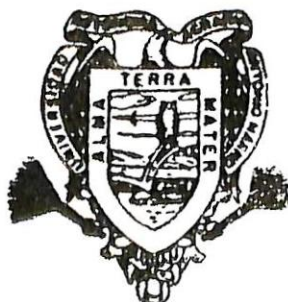
Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro


PROGRAMA DE GRADUADOS
Buenavista, Saltillo, Coah.
SEPTIEMBRE DE 1991

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar
al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN
TECNOLOGIA DE SEMILLAS

C O M I T E P A R T I C U L A R

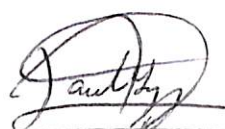
Asesor principal:


M.C. Víctor M. Serrato Castrillón

Asesor:


M.S. Leticia Bustamante García

Asesor:


Ph.D. Jorge R. González Domínguez

Asesor:


M.C. Alejandro Moreno Núñez

Universidad Autónoma de Coahuila
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA


Dr. José Manuel Fernández Brondo
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Universidad Autónoma de Coahuila
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Septiembre 1991

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por su Programa de Tecnología de Semillas que - hace posible la formación de personal especializado en el área.

A los maestros investigadores de esta especializada, que con sus valiosas orientaciones, conocimientos y dedicación, hacen del desarrollo profesional del estudiante, una realidad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la aportación de recursos que me permitieron - realizar este postgrado.

DEDICATORIA

A mis Queridos Padres
Por su apoyo siempre
incondicional

A Alma Rosa
por el ejemplo que me ha dado

COMPENDIO

Rendimiento y Calidad de Semilla de
Lolium multiflorum (Lam.) en Pre y Post Maduración

Por

JAVIER ESPINOSA ALDACO

MAESTRIA EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. SEPTIEMBRE 1991

Ing. M.C. Víctor M. Serrato Castrillón - Asesor -

Palabras clave: Cosechas, rendimiento, calidad
Lolium multiflorum, semilla

El presente estudio fue realizado en un cultivo del pasto Lolium multiflorum (Lam.) variedad Oregon, para determinar el efecto de cortes de forraje y cosechas de semilla en el rendimiento, sus componentes y sobre la calidad de la misma.

Las condiciones ambientales existentes durante el crecimiento y desarrollo de la planta afectaron la producción de materia seca y rendimiento de semilla, este último y sus componentes disminuyeron al aumentar el número de cortes de forraje. Niveles aceptables de germinación fueron

obtenidos en 20 días después de antesis; sin embargo, los porcentajes superiores en vigor y peso de 1000 semillas fueron obtenidos hasta ocurrir la madurez fisiológica en 30 días después de antesis, en esta época se obtuvo el máximo rendimiento de semilla germinable dentro de cada corte. Retrasos de 10 días en la cosecha causaron considerables reducciones en el rendimiento de la semilla.

ABSTRACT

Yield and Quality of Lolium multiflorum (Lam.)
Seed in Pre and Post Maturation

By

JAVIER ESPINOSA ALDACO

MASTER OF SCIENCE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. SEPTEMBER 1991

Ing. M.C. Víctor M. Serrato Castrillón. - Advisor -

Key words: Harvest, yield, quality *Lolium multiflorum*
seed.

The presente study was conducted in *Lolium multiflorum* (Lam) grass, variety Oregon, for determining the effect of forage and seed harvesting on total yield, yield components and over seed wuality.

Environmental conditions during growth and development of the crop have some effects on dry matter and seed - yielding, the former and its components decreased as the -- number of forage cuttings increased.

Acceptable levels of germination were obtained at 20 days after anthesis, however, the higher percentages in vigor and 1000 seed weight were obtained until physiological maturity which occurred 30 days after anthesis, at this time the largest seed yielding within each forage cutting was obtained. Delays of 10 days at harvesting time resulted in considerable reduction in seed yield.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	xii
INTRODUCCION.	1
OBJETIVOS	3
HIPOTESIS	3
REVISION DE LITERATURA	5
DESCRIPCION BOTANICA	5
MORFOLOGIA DE LA PLANTA DE <i>Lolium</i> EN LA PRODUCCION DE SEMILLA	5
FISIOLOGIA EN LA PRODUCCION DE FORRAJE Y SEMILLA	9
MANEJO DE LA PRODUCCION DE FORRAJE Y SEMILLA.	13
EFECTO DE LA EPOCA DE COSECHA EN LA CALIDAD DE LA SEMILLA	18
MATERIALES Y METODOS	25
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	25
DESCRIPCION DEL CULTIVAR EN ESTUDIO	25
TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	26
ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL EXPERIMENTO	29
VARIABLES EN ESTUDIO.	31
ANALISIS ESTADISTICO	38
RESULTADOS Y DISCUSION.	42
PRODUCCION DE MATERIA SECA	42
COMPONENTES DE RENDIMIENTO.	47
ANALISIS DE VARIANZA	47
NUMERO DE FLORES POR ESPIGUILLA	48
NUMERO DE ESPIGUILLAS POR PANICULA.	52
NUMERO DE TALLOS POR M ²	54
LONGITUD DE CULMO Y PANICULA	61
RENDIMIENTO DE SEMILLA	67
COMPONENTES DE CALIDAD DE LA SEMILLA.	75
ANALISIS DE VARIANZA	75
CONCLUSIONES	97
RESUMEN	100
LITERATURA CITADA	102
APENDICE	111

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
3.1	Tratamientos programados para la evaluación de las variables en estudio	27
4.1	Producción de materia seca (kg/ha) de <i>L. multiflorum</i> bajo diferentes cortes de forraje y significancia en la prueba de medias. . . .	43
4.2	Medias del número de flores por espiguilla en <i>L. multiflorum</i> bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla	49
4.3	Medias del número de espiguillas por panícula en <i>L. multiflorum</i> bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla	53
4.4	Medias del número de tallos/m ² de <i>L. multiflorum</i> bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla	57
4.5	Medias para longitud de panícula en <i>L. multiflorum</i> bajo diferentes cortes de forraje y cosecha de semilla	62
4.6	Medias para longitud de culmo en <i>L. multiflorum</i> bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla	62
4.7	Medias de rendimiento en <i>L. multiflorum</i> bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla	69

Cuadro No.		Página
4.8.	Rendimiento potencial y real de semilla a la cosecha	73
4.9	Medias de contenido de humedad en la semilla de <u>L. multiflorum</u> bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.	77
4.10	Medias del peso de 1000 semillas en <u>L. multiflorum</u> bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla	81
4.11	Medias de germinación estándar sin pretratamiento en semillas de <u>L. multiflorum</u> bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla	85
4.12	Medias de germinación estándar con pretratamiento en <u>L. multiflorum</u> bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.	89
4.13	Medias de vigor en la semilla de <u>L. multiflorum</u> bajo diferentes cortes de forraje y cosecha de semilla	93
A.1	Cuadrados medios del análisis de varianza de la producción de materia seca por hectárea	112
A.2	Cuadrados medios y sus diferencias significativas en los análisis de varianza de los componentes de rendimiento.	113
A.3.	Cuadrados medios y sus diferencias significativas de los análisis de varianza de los componentes de calidad	114

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
2.1.	<i>Lolium multiflorum</i> . Planta x 1/2; espiguilla x3; flor x5	6
3.1.	Distribución en campo de las parcelas experimentales en Navidad, N.L.	28
4.1.	Producción de materia seca de <i>Lolium multiflorum</i> a diferentes cortes de forraje	45
4.2	Número de flores por espiguilla de <i>L. multiflorum</i> a diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla	50
4.3	Número de espiguillas por panícula de <i>L. multiflorum</i> a diferentes cortes de forraje	55
4.4	Número de espiguillas por panícula de <i>L. multiflorum</i> a diferentes cosechas de semilla	56
4.5	Número de tallos de <i>L. multiflorum</i> por metro cuadrado a diferentes cortes de forraje	59
4.6	Número de tallos por metro cuadrado a diferentes cosechas de semilla en <i>L. multiflorum</i>	60
4.7	Longitud de panícula de <i>L. multiflorum</i> a diferentes cortes de forraje.	65
4.8	Longitud de panícula de <i>L. multiflorum</i> a diferentes cosechas de semilla.	66
4.9	Longitud de culmo de <i>L. multiflorum</i> a diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla	68

Figura No.		Página
4.10	Rendimiento de semilla de <i>L. multiflorum</i> a diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla	68
4.11	Contenido de humedad en la semilla de <i>L. multiflorum</i> a diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla	71
4.12	Peso de 1000 semillas a diferentes cosechas de semilla en <i>L. multiflorum</i>	82
4.13	Germinación estandar de semilla de <i>L. multiflorum</i> sin pretratamiento a diferentes cortes de forraje y cosechas de semillas	87
4.14	Germinación estándar de semilla de <i>L. multiflorum</i> con pretratamiento a diferentes cortes de forraje y cosechas de semillas	91
4.15	Vigor de la semilla de <i>L. multiflorum</i> a diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla	95

INTRODUCCION

El proceso de producción de alimentos inició cuando la semilla fue utilizada por el hombre como un medio para su establecimiento, desde entonces ha intervenido en el mejoramiento o modificación de los cultivos hacia un fin determinado. Para el caso de las gramíneas forrajeras, seleccionó los tipos de plantas que mejor se adaptaron a sus áreas de cultivo con características morfológicas deseables y que fueran resistentes a enfermedades. Tiempo después fue mejorando genotipos con una elevada producción de semilla que entre otras cualidades, presentaran reducidos índices de desgrane. Sin embargo, lo anterior fue llevado a cabo en el continente Europeo, siendo los programas forrajeros en algunos países, parte fundamental de sus sistemas de producción agrícola.

En México, debido a la creciente demanda de alimentos, es cada vez más necesario establecer programas de producción de semillas de diversos cultivos, los que aseguren tanto altos rendimientos como un nivel de calidad elevado, con ello se incrementará la disponibilidad de productos destinados a la alimentación humana como animal, este último factor aprovechable a través de la utilización de forrajes como fuente primaria de nutrición en su conversión a

proteína.

El zacate ballico (*Lolium multiflorum* (Lam.) (*L. multiflorum*) conocido como rye grass anual es una de las especies forrajeras más ampliamente utilizadas en praderas artificiales de invierno. La importancia de este cultivo estriba en que puede producir considerables cantidades de forraje con un elevado nivel nutritivo en épocas de escasez, haciendo del uso de esta gramínea una solución adecuada a los problemas de producción de forrajes en zonas áridas y semiáridas, las que por la estacionalidad de sus lluvias, presentan una reducida producción invernal.

En el norte de México se han implementado una diversidad de estudios en cultivos destinados a usos forrajeros, estudios que están relacionados con la obtención de máximos rendimientos en respuesta a diferentes épocas, métodos y densidades de siembra, niveles de fertilización, humedad, etc. Sin embargo, desde el punto de vista Tecnología de Semillas, no sólo el rendimiento final como forraje o semilla es importante, de esta última, es de tomar en cuenta la calidad que presenta, puesto que de ella dependerá en parte el comportamiento y éxito del cultivo.

Dentro de los programas de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) se ha trabajado con esta gramínea evaluando tanto su potencial forrajero como su capacidad para la producción de semilla. Referente a lo anterior, el Centro de Capacitación y Desarrollo de

Tecnología de Semillas, ha obtenido resultados promisorios que nos indican la necesidad de continuar el estudio de los factores que pueden afectar la producción y calidad de la semilla cosechada.

En trabajos realizados con anterioridad, la época de cosecha ha estado determinada en base a la proximidad de la madurez fisiológica, más no se ha hecho con un dato preciso de qué tan próximo o qué tan alejado será el momento más apropiado. Además, como resultado, sólo se ha pretendido conocer la cantidad de semilla producida por hectárea, pero se desconoce en gran parte qué calidad se está logrando, y siendo esta última un punto de vital importancia, es necesario definirla con mayor precisión. Aunado a ello, se busca inferir qué factores en la producción y en qué grado están afectando la semilla obtenida. De esta manera, con los resultados se podrá definir bajo qué corte y en qué fecha de cosecha lograremos los más altos rendimientos con el nivel de calidad más elevado.

Objetivos

1. Evaluar el efecto del número de cortes de forraje y fechas de cosecha en los componentes de rendimiento y rendimiento de semilla.
2. Evaluar el efecto de los cortes de forraje y fecha de cosecha de semilla sobre la calidad de la misma.

3. Evaluar la producción de materia seca bajo cortes sucesivos.

Hipótesis

1. Los componentes de rendimiento y rendimiento de semilla disminuyen a través del número de cortes de forraje.
2. El punto óptimo de producción y calidad de semilla se obtiene en el primer corte de forraje y en la tercera cosecha de semilla.
3. El retraso en la cosecha de semilla origina considerables pérdidas en el rendimiento.
4. La producción de materia seca disminuye a medida que se incrementan los cortes de forraje.

REVISION DE LITERATURA

Descripción Botánica

Lolium multiflorum (Lam)(Figura 2.1), es una especie anual o bianual, de culmos cilíndricos hasta de un metro de altura, pálidos o amarillentos en la base. Inflorescencia de 17 a 30 cm de longitud, formada hasta por 38 espiguillas de 1.5 hasta 2.5 cm de longitud. Las espiguillas contienen de 11 a 22 flores fértiles, solitarias, alternas, dispuestas en ángulo recto con relación al raquis continuo, con el margen inferior encajado en la cavidad alterna del raquis, la raquilla con articulación arriba de las glumas y entre las flores. Lemas redondeadas, con 5 a 7 nervaduras de 7 a 8 mm de longitud, teniendo en la parte superior o por lo menos en algunas de ellas, pequeñas aristas (Hitchcock, 1950; Frakes, 1962).

Morfología de la Planta de *Lolium* en la Producción de Semilla

La producción de semilla en un cultivo es influida, además de los factores externos como lluvia, viento, temperatura, humedad relativa, fotoperíodo, insectos y otros, por las características genéticas de la planta, las que juegan también un papel importante dentro de la producción. Por lo tanto, la interacción entre ellos no es más que el resultado final evaluado en términos de calidad y rendimiento.

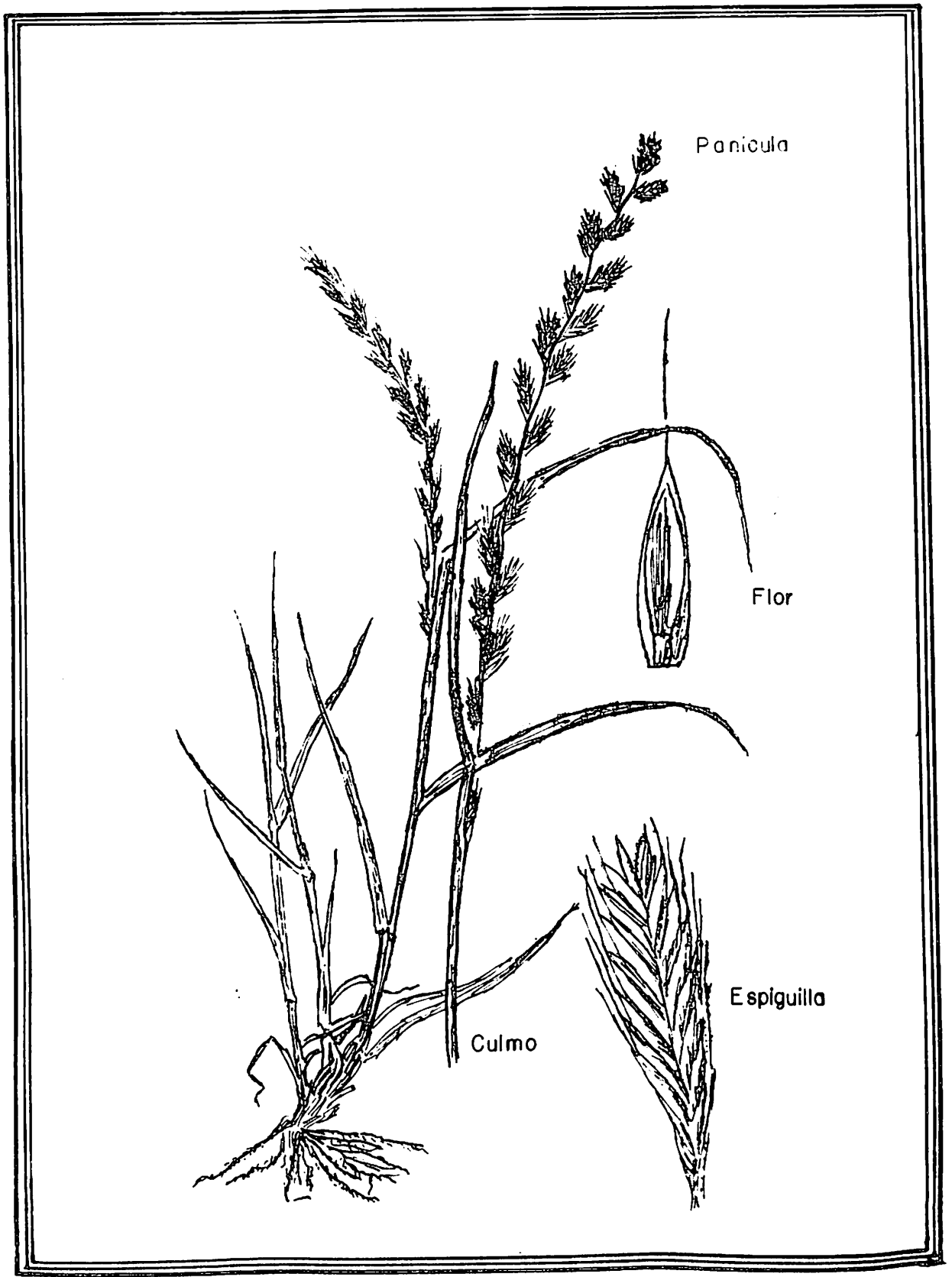


Figura 2.1 *Lolium multiflorum*. planta X 1/2; espiguilla X 3; — flor X 5.

Respecto a la producción, ésta es determinada en parte por las características morfológicas de la planta, la que tiene una reducida utilización de los sitios potenciales para la formación de semilla, debido principalmente a un desgrane continuo de flores recién fecundadas, como de semillas en proceso de desarrollo. Por otra parte, este género presenta un crecimiento paulatino y desuniforme de tallos reproductivos afectando los componentes de rendimiento en panículas de emergencia tardía, estos últimos también son disminuídos cuando se lleva a cabo un corte de forraje, una vez que han aparecido los vástagos de las inflorescencias.

En cuanto a las características propias del cultivo, como número de flores, Williams (1972), en el híbrido tetraploide Sabel, del género *Lolium*, encontró una reducción de 180 y 60 flores por panícula bajo contenidos de humedad en la semilla de 60 y 40 por ciento respectivamente. El número de flores fértiles siguió el mismo patrón cayendo rápidamente de 110 a 35 flores por inflorescencia, a contenidos de humedad de 55 y 40 por ciento respectivamente. Reportando Anslow (1964) similares resultados en *Lolium perenne* (L.) (*L. perenne*) variedad S.24. Burbidge *et al.* (1978) por su parte, sugieren que este problema puede ser causado por la falta de suministros para el desarrollo de los sitios polinizados, abortando antes de llegar a la madurez, aunque también puede ser por una inhibición hormonal que evita el desarrollo de la semilla. Resultados similares son reportados

por Hebblethwaite (1977) en *L. perenne* al comprobar que el potencial que tiene este cultivo nunca es alcanzado totalmente por la baja utilización de los sitios de formación. Por otra parte, reducciones en el número de flores por panícula fueron encontrados por Hill y Watkin (1975a) en inflorescencias de emergencia tardía.

Hill y Watkin (1975a), evaluando los componentes de rendimiento sobre la producción de semilla de *L. perenne* encontraron que pastoreos previos al crecimiento de macollos florales, afectaron ligeramente el número de espiguillas de panículas de emergencia temprana a tardía.

En *Dactylis glomerata* (L.) (*D. glomerata*) el número de tallos producidos por planta no fue afectado significativamente por cortes anteriores al inicio del crecimiento reproductivo (Lambert, 1966), situación similar a la encontrada por Hebblethwaite *et al.* (1980) al ralea un cultivo de *L. perenne* al comienzo del desarrollo de los tallos fértiles, sugiriendo el mismo autor que aún cuando sea posible controlar el número de tallos iniciales, la cantidad de los tallos reproductivos finales no es posible determinarla. Langer (1963) agrega que la producción de tallos declina o cesa cuando se inicia la elongación o floración de tallos fértiles.

Al evaluar los componentes del tallo reproductivo sobre la producción de semilla, se demostró que el pastoreo previo a la iniciación floral, redujo, aunque no

significativamente, la longitud del culmo y panícula, longitud que fue recuperada al utilizar fertilización nitrogenada. Sin embargo, grupos de tallos reproductivos de emergencia temprana, resultaron con longitudes de culmo y panícula significativamente más largos que los de emergencia tardía (Hill y Watkin, 1975a).

Fisiología en la Producción de Forraje y Semilla

Los procesos fisiológicos de la planta son afectados entre otros, por las condiciones ambientales bajo las que ésta se desarrolla. La temperatura afecta considerablemente las especies del género *Lolium*, por lo que sólo bajo condiciones óptimas el crecimiento y acumulación de reservas son favorecidas. Por otra parte, en este género se tienen líneas que no requieren períodos de luz o de frío para su inducción, pero después de ésta, responden a fotoperíodos largos y temperaturas altas acelerando el crecimiento de los tallos reproductivos y la floración, durante ésta y la polinización, temperaturas elevadas dañan el polen y estigmas; sin embargo, en el desarrollo de la semilla posiblemente mayor efecto negativo se tenga por competencia de asimilatos.

La temperatura es uno de los factores ambientales que afectan en mayor grado el desarrollo de los cultivos, respecto a lo anterior, el crecimiento de un clon de *L. perenne* fue menor bajo temperaturas diurnas/nocturnas de 15/10°C en relación a lo obtenido bajo 21/15°C, siendo este

rango el óptimo para crecimiento, disminuyendo a mayores niveles (Sullivan y Sprague, 1949). Sin embargo, el almacenamiento de carbohidratos solubles, azúcares reductores, no reductores y nitrógeno total, fue mayor durante el crecimiento de plantas en un régimen de temperatura bajo, siendo de 12°C en *P. perenne* y *multiflorum* (Beevers y Cooper, 1964a) de 15°C en *Poa pratensis* (L.) (*P. pratensis*) (Peterson y Loomis 1943) y de 18°C *Phleum pratense* (L.) (*P. pratense*) (Smith, 1968).

En *L. multiflorum* y *perenne* el bajo crecimiento registrado en un régimen de temperatura diurna/nocturna de 12/12°C probablemente fue restringido por un retardo en la respiración, siendo los carbohidratos producidos durante la fotosíntesis degradados lentamente limitando la producción de otros componentes celulares (Beevers y Cooper, 1964b), mientras que plantas cultivadas en temperaturas diurnas de 25°C produjeron hojas más rápidamente, sin embargo, éstas fueron más pequeñas y con menor peso por unidad de área (Beevers y Cooper, 1964a). Lo que significa que los carbohidratos sintetizados en temperaturas altas fueron utilizados en la formación de tejido foliar y no como materiales de reserva (Sullivan y Sprague, 1949). En temperaturas elevadas también se tiene una rápida respiración y disipación de reservas de carbohidratos, los cuales, bajo el mismo régimen, no son reemplazados, pero continúan disminuyendo en el nuevo crecimiento foliar. Los mismos investigadores añaden que además de digerirse los carbohidratos, también son

consumidos los aminoácidos y proteínas, produciendo amidas y sales de amonio que, según Altergott (1937), aumentan con otros compuestos no albuminosos conforme se incrementa la temperatura causando una permeabilidad en las membranas plásmicas, entrando las toxinas en la célula causando la muerte de éstas.

Una vez terminado el período vegetativo de la planta, ésta requiere de ciertos requisitos de inducción para iniciar el crecimiento de los puntos reproductivos. En pastos anuales y perennes de invierno de climas templados, la floración en algunas especies es mayor si las plantas son sometidas a bajas temperaturas y fotoperíodos cortos y posteriormente a condiciones de mayor temperatura y fotoperíodo, en donde se llevan a cabo el inicio y desarrollo floral.

En *Lolium temulentum* (L.) la respuesta inductiva a diferentes fotoperíodos de luz no mostró efectos negativos. Cuando en esta especie se aplicaron fotoperíodos cortos de ocho horas por 12 semanas (Peterson *et al.*, 1961) o bien períodos de luz continuos en líneas que respondían al frío (Peterson y Bendixen, 1963) éstas mostraron inducción aunque no hubieran recibido bajas temperaturas como tratamiento.

En cuanto a la formación de tallos se refiere, éstos se vieron reducidos o retardados por altas temperaturas después de haber llenado los requisitos de inducción en *P. pratensis* (Lindsey y Peterson, 1962) y en *L. multiflorum* (Aitken, 1967), en esta especie los fotoperíodos largos

(18-24 hr) aceleraron el desarrollo de los puntos de crecimiento y la floración, incrementando el número de tallos fértiles (Kleinendorst y Sonneveld, 1966).

El desarrollo de la floración y la etapa de polinización en los cultivos está determinada por la respuesta de las plantas a los factores ambientales. En *L. multiflorum* las temperaturas altas favorecen la maduración de flores, mientras que el termoperíodo es determinante en el período de floración, la temperatura, además de tener un papel accesorio sobre la antesis, una vez que ésta se ha iniciado parece ser un factor esencial en la antesis de esta especie (Schaefferbeke, 1966).

Respecto a lo anterior, en *L. perenne* la antesis comienza después que la temperatura diurna alcanza 18°C, mientras que temperaturas menores a 14°C aumentan la duración de este período y en ciertos casos la inhiben por completo. Las temperaturas nocturnas superiores a 10°C adelantan el comienzo y el momento de máxima floración, acortando el período durante el cual las flores permanecen abiertas (Hill, 1930).

Por otra parte, Bleasdale (1984), menciona que el polen de los pastos es de vida corta y perece en pocas horas, tiempo corto en el cual, además, altas temperaturas (Jones y Brawn, 1951) pueden desecarlo y causar un daño a los estigmas por deshidratación, lo que resulta en poca cantidad de semilla formada. En el pasto *Elymus junceus* (Fisch) las temperaturas requieren ser de sólo 16°C o superiores por un

tiempo prolongado para dañar el saco embrionario y el tejido del pistilo (Clary, 1966).

Entre otras causas que evitan la formación de semilla se encuentran: la falla del polen al germinar después de la polinización; crecimiento demasiado lento de los tubos polínicos o bien que éstos se revienten antes de alcanzar el saco embrionario; los tubos de polen crecen pero la fertilización falla al tener ésta lugar; la fertilización ocurre pero se lleva a cabo el aborto en las primeras divisiones después de fecundada la célula huevo; la fertilización ocurre y se inicia el crecimiento del embrión pero es detenido en un estado posterior de desarrollo (Meyer *et al.*, 1973).

Manejo de la Producción de Forraje y Semilla

La producción de forraje y semilla está determinada, entre otros factores, por la capacidad de respuesta del cultivo a las condiciones ambientales y a las prácticas de manejo utilizadas, como épocas, densidades de siembra, fertilización y una vez que el cultivo se ha establecido, la práctica de cortes de forraje anterior a la cosecha de semilla.

Otro aspecto importante a considerar es el determinar el momento óptimo de cosecha para obtener los máximos rendimientos, tomando en cuenta como un elemento importante el contenido de humedad en la semilla, dado que a niveles bajos se inicia el desgrane.

Para un adecuado establecimiento del cultivo de *Lolium*, Schoth y Weihing (1966) recomiendan en regiones con inviernos moderados sembrar temprano en otoño, ya que más tarde se reduce la producción invernal con riesgo de perder plantas por congelación del suelo. Islas *et al.* (1985), en el Estado de Sonora, encontraron que los mayores rendimientos de forraje y semilla de *L. perenne* se obtuvieron al sembrar del 19 de octubre al primero de diciembre. Por su parte, Dávila *et al.* (1983) recomiendan siembras de *L. multiflorum* para la producción de semilla entre el 30 de septiembre al 30 de noviembre en la región de Navidad, N.L., mientras que Hebblethwaite y Peirson (1984), en Inglaterra, encontraron que siembras de *L. perenne* posteriores al mes de septiembre decreció la producción debido a una reducción en el número de semillas/m².

Respecto a la producción de forraje, Pérez y Sánchez (1974) y González y Vázquez (1974) obtuvieron la mayor producción de materia seca de *L. multiflorum* y *perenne* con siembras realizadas en el mes de diciembre y enero, mientras que Maynez (1973) recomienda sembrar el mismo pasto del 15 de septiembre al 30 de diciembre. Bajo siembras oportunas, Martínez y Martínez (1975) y Rodríguez (1985) reportan respectivamente producciones de 2.45 y 1.88 ton de materia seca/ha, en cada corte.

Además de la fecha para establecer el cultivo, es importante la densidad de población, por lo que, cuando se siembra el pasto *L. multiflorum* o *perenne* solo, ya sea para

forraje o semilla, es recomendable usar de 11 a 28 kg/ha de semilla (Schoth y Weihing, 1966) resultados similares son reportados por Rubio y Martínez (1976) quienes recomiendan densidades de 15 a 25 kg/ha para siembras en la región lagunera. En la producción de semilla, según Ortegón (1975) y Alvarado (1932), se requieren menores densidades.

De estudios realizados en Pabellón, Ags., y Navidad, N.L., ellos recomiendan de 5 a 15 kg/ha de semilla. En cuanto a la producción de forraje como único objetivo, Sánchez y Pérez (1975) en el Estado de Zacatecas no encontraron diferencias significativas en la producción al utilizar densidades de siembra que fluctuaron de 15 a 55 kg/ha. Por su parte, González y Vázquez (1976) en el Estado de Aguascalientes recomiendan utilizar de 30 a 50 kg de semilla/ha, mientras que Rubio y Martínez (1976), para la región lagunera, indican que sólo son necesarios de 15 a 25 kg de semilla.

En estudios realizados con el fin de evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje y semilla en el pasto *L. multiflorum* y *perenne* se ha encontrado que las dosis en kg/ha es similar para ambos propósitos. Porter (1982), para la región de Navidad, N.L., Hampton *et al.* (1983) y Hebblethwaite e Ivins (1977) para Inglaterra, recomiendan utilizar como promedio de 60 a 120 kg/ha de nitrógeno para la producción de semilla. Aplicaciones superiores aumentan la longitud de espiga y altura de planta (Porter, 1982), la producción de tallos vegetativos y acame sin aumentar el rendimiento de semilla

(Hebblethwaite e Ivins, 1977). Sin embargo, la falla para incrementar la producción con altos contenidos de nitrógeno es un resultado del aborto de semillas como consecuencia de la competencia por asimilatos con los tallos secundarios y no como un efecto del volcado que sufre la planta bajo crecimientos excesivos, como pudiera pensarse (Hampton *et al.*, 1983).

Investigaciones realizadas para determinar el efecto de cortes de forraje sobre la producción de semilla, han resultado hasta cierto punto contradictorias, entre estos estudios se encuentra el realizado por Ortega y Del Prado (1985) en *L. multiflorum* quienes al evaluar el efecto de cortes sobre la producción de semilla, encontraron un efecto significativamente negativo de éstos sobre la producción de semilla. Resultados similares son reportados por Ortegón (1975) al registrar una disminución en los rendimientos de semilla conforme se aumentó el número de cortes en relación al testigo, en el que no fueron llevados a cabo.

De estudios realizados en *L. multiflorum*, Islas *et al.* (1985) reportan que los tratamientos donde cosecharon forraje anterior a la producción de semilla, presentaron los más altos rendimientos de ésta. Resultados también aceptables son reportados por Martínez y Martínez (1975) quienes obtuvieron en un lote de observación 950 kg de semilla/ha después de producir en dos cortes 50 ton/ha de forraje verde en la región lagunera. Rubio y Martínez (1976) en la misma área encontraron que cuatro fue el número de cortes de forraje -

adecuado antes de producir semilla, ya que con tres se presentaron problemas de acame y con cinco poco rendimiento; - por lo avanzado del ciclo.

En *Lolium* el contenido de humedad es un elemento - útil para determinar el momento óptimo de cosecha en el - cual se obtiene el máximo rendimiento de semilla. Se ha encontrado que el descenso de la humedad en la semilla es - constante, el cual puede variar de uno por ciento diario se - gún Roberts (1971) y Williams (1972) a tres por ciento diario según Kelin y Harmond (1971), dependiendo de las condiciones climáticas.

Hill y Watkin (1975b) en los híbridos tetraploides Sabrina y Sabel de *L. multiflorum* recomiendan como tiempo - óptimo de cosecha un 44 por ciento de contenido de humedad en la semilla para obtener los máximos rendimientos, aunque podría ser necesario un secado artificial para un almacenamiento seguro. Akpan y Beam (1980) en los híbridos tetra - ploidés de *Lolium* Sabrina y Sabel, recomiendan cosechar a 40 por ciento para obtener los más altos rendimientos, mientras que Williams (1972), en la variedad tetraploide Sabel, su - giere, al igual que los anteriores, ya sea agregando el cul - tivo o bajo cosecha directa, el contenido de humedad en la semilla deberá ser cercano al 42.5 por ciento. Difiriendo - de los anteriores autores Kelin y Harmond (1971), en *L. pe - renne* recomiendan un contenido de humedad en la semilla de - 35 por ciento para segar el cultivo y posteriormente secarlo al aire.

Otro factor que incide en el rendimiento por el contenido de humedad es el desgrane, en relación a lo anterior se ha encontrado que en híbridos tetraploides del género *Lolium* la caída de estructuras florales y semillas inicia a contenidos de humedad de 55 por ciento, con la mayor pérdida a 40 por ciento (Williams, 1972), mientras que Roberts (1971) observó un desgrane severo a contenidos inferiores en la semilla de 45 por ciento.

La época en que se inicia el desgrane de la semilla en la panícula y las consecuencias de éste sobre el rendimiento, son situaciones que se deben tomar en cuenta para determinar el momento oportuno para iniciar la cosecha. En referencia a lo anterior, Pegler (1976) encontró sustanciales pérdidas de semilla al retrasar en ocho días la cosecha en cultivares de *L. multiflorum*, pérdidas que llegaron al 50 por ciento en *D. glomerata* variedad S 345, cuando la cosecha se realizó cuatro días después del máximo rendimiento. Por su parte, Andersen y Andersen (1980) en *L. perenne* registraron un desgrane aproximado de un tercio de la producción cuando se cosechó 10 días después del momento de máximo rendimiento, mientras que Mc William y Shroeder (1974) en un cultivo del género *Phalaris* obtuvo pérdidas de 50 por ciento al retrasar la cosecha en 12 días.

Efecto de la Época de Cosecha en la Calidad de la Semilla

La época de cosecha afecta directamente la calidad de la semilla, ya que la germinación, vigor y peso de 1000

semillas incrementan sus índices conforme ésta avanza en su grado de desarrollo, bajo cosechas tempranas el comportamiento de las variables ya mencionadas es reducido, mientras que en etapas cercanas a la madurez fisiológica la semilla presenta niveles de calidad elevados. En cuanto a la madurez fisiológica, para determinarla es necesario un parámetro de referencia, por lo que se utilizarán los días después de antesis (DDA).

La germinación y el vigor son dos atributos de la calidad fisiológica de la semilla que se determinan en análisis de rutina, al colocar la semilla bajo condiciones determinadas de temperatura, humedad y tiempo en pruebas específicas de laboratorio. La primera representa la capacidad de la semilla para germinar bajo condiciones favorables, mientras que el segundo representa el conjunto de propiedades que determinan el comportamiento potencial de la semilla no sólo durante la germinación sino que este concepto incluye también la emergencia (Perry, 1981). De estos dos aspectos, el vigor ha tomado una creciente importancia en la tecnología de semillas, dado que a través de los métodos para evaluarlo se puede predecir el comportamiento de la semilla bajo condiciones desfavorables. Sin embargo, no se puede controlar totalmente el ambiente en el cual el cultivo se desarrollará, por lo que el resultado final sólo es parcial (Ellis y Roberts, 1980).

Las etapas de desarrollo de la semilla han sido determinadas a través de varios métodos, entre éstos se

encuentran el contenido de humedad, en donde, según Andersen y Andersen (1980), el proceso de maduración en cereales y plantas forrajeras se divide en tres etapas principales de 80 a 55, de 55 a 40 por ciento y de éste hasta equilibrarse con el medio ambiente, Roberts (1969) en *P. pratense* variedad S.352, y Williams (1972) en el híbrido tetraploide Sabalam de *Lolium* encontraron contenidos de humedad de 60 a 65 por ciento en 10 DDA, en etapas posteriores Anslow (1964) en *L. perenne* variedad S.24 registró de 46 a 50 por ciento de humedad en la semilla 24 DDA, mientras que Hill y Watkin (1975b) en *L. perenne* variedad Ruanui en 28 DDA encontraron un 44 por ciento de humedad, disminuyendo a 21 por ciento en 40 DDA. Por su parte Williams (1972) para este último período reporta aproximadamente un 30 por ciento de contenido de humedad en la semilla.

Roberts (1969) y Hill y Watkin (1975b) también describen el comportamiento en la maduración de la semilla en base a grupos de inflorescencias a las cuales se les asigna una puntuación, calculando posteriormente el grado de madurez. Pegler (1976) en *L. multiflorum* variedad S.22 y en *L. perenne* variedades S.23 y S.24, recomienda el uso en la consistencia del endospermo sugiriendo que esta evaluación sea corroborada con el contenido de humedad. Stoddart (1964) en *L. perenne* variedad S.321 sugiere utilizar los niveles del total de carbohidratos solubles, azúcares reductores y sucrosa para determinar las etapas en el desarrollo de la semilla, mientras que otros autores utilizan los días después -

de antesis, encontrándose entre ellos: Grabe (1956), Williams (1972), Mc William y Shroeder (1974), Hill y Watkin (1975a) y Pegler (1976).

En pastos de zonas templadas la época de cosecha afecta la calidad de la semilla obtenida, bajo cosechas tempranas resultan niveles reducidos de germinación, los que son causados por una inmadurez de la semilla (Roberts, 1969). Sin embargo, Deluche (1958) y Hill y Watkin (1975b) mencionan que es más importante el tiempo transcurrido después de cosechada la semilla que el grado de inmadurez de ésta, lo cual es corroborado por Pegler (1976) al obtener porcentajes de 88 por ciento en semillas de *L. perenne* y *multiflorum* obtenidas en 15 DDA. Sin embargo, el mismo autor determinó la madurez fisiológica de 26 a 30 DDA cuando la semilla se encontraba en un estado de lechoso a masoso suave, mientras que Stoddart (1964) para el mismo estado determinó la madurez fisiológica de 33 a 36 DDA. Akpan y Beam (1980) en híbridos tetraploides de *Lolium* y Mc William y Shroeder (1974) en *Phalaris* reportan resultados similares a los descritos por Pagler (1976) en cuanto a la determinación de la madurez fisiológica, mientras que Anslow (1964) indica que ésta se ubicó de 25 a 30 DDA en semillas provenientes de inflorescencias tardías de *L. perenne* variedad S.24.

En estudios realizados para evaluar el proceso de aumento en peso de la semilla, Grabe (1956); Mc William y Shroeder (1974), Hill y Watkin (1975b), Pegler (1976)

encontraron pesos reducidos en épocas tempranas de maduración, respecto a lo anterior, Anslow (1964) encontró el máximo peso de la semilla individual proveniente de panículas de emergencia temprana e intermedia en 24 DDA, mientras que Hill y Watkin (1975b) lo registraron de 26 a 28 DDA. Por su parte Mc Williams y Shroeder (1974) y Akpan y Beam (1980) mencionan que semillas cosechadas en 35 DDA muestran el máximo peso de 1000 semillas, confirmando lo anterior Pegler (1976) al obtener un peso aceptable de 1000 semillas en 34 DDA aumentando posteriormente hacia 42 DDA, en donde lo anterior, según Anslow (1964) es causado por el desgrane de semillas ligeras ubicadas en la parte distal de la panícula y por un aumento en sí de la semilla.

Por otra parte, el peso de 1000 semillas está influenciado por el grado de maduración que presenta el endospermo dado que esta estructura es el principal componente anatómico de la semilla (Stoddart, 1964). Esta relación es importante dado que este parámetro tiene una estrecha correlación con germinación y peso seco de plántulas en pasto bromo (Grabe, 1956) y en avena (Frey *et al.*, 1958) con rendimiento de semilla en *P. pratense* (Pegler, 1976) y *L. multiflorum* (Hampton y Hebbethwaite, 1984), así como con rendimiento en materia verde y porcentaje de germinación para la misma especie (Veronesi *et al.*, 1983).

Los porcentajes de germinación obtenidos por Mc Williams y Shroeder (1974) y por Grabe (1956) son bajos en etapas iniciales de desarrollo de la semilla, mientras que

Pegler (1976) en el mismo período encontró porcentajes elevados de germinación (88 por ciento), resultados semejantes son reportados por Hill y Watkin (1975b) en semilla almacenada por tres meses, cosechada bajo un 60 por ciento de contenido de humedad.

El vigor en una semilla representa la capacidad de ésta para establecerse bajo condiciones de campo. Para evaluarlo se han desarrollado una serie de pruebas las cuales son utilizadas en base a la especie y a la característica de ésta que se desea conocer. En *Lolium* una de las pruebas que mejor correlacionan con emergencia en campo es la de deterioro controlado (Marshall y Naylor, 1985). Esta, al igual que otras pruebas, no determina el vigor en semillas que presentan ciertos tipos de latencia (Ellis y Roberts, 1980) ni evalúan con certeza el vigor entre lotes de semillas en una población de semillas de vigor intermedio (Powell y Matthews, 1981). Sin embargo, con el uso de ésta y otras pruebas se ha encontrado que porcentajes elevados de germinación en lotes de semillas no siempre indican el mismo nivel de vigor (Deluche y Baskin, 1973; Matthews, 1980; Powell y Matthews, 1981). Lo anterior también fue encontrado por Roberts (1969) y por Pegler (1976) en híbridos tetraploides de *Lolium* al obtener porcentajes altos de germinación en etapas tempranas de madurez, aun cuando el peso de 1000 semillas no ha sido alcanzado.

Akpan y Beam (1980) en semillas con peso menor al alcanzado en madurez fisiológica, cosechadas en 10, 20 y 25 DDA mostraron un vigor disminuido al promediar 440 mg de -

peso seco de la plántula, significativamente menor que las semillas cosechadas en 30, 35 y 40 DDA con 800 mg, llegando Grabe (1956) a conclusiones similares, mientras que Mc William y Shroeder (1974) en 27 DDA obtienen el mayor peso seco de plántulas.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area de Estudio

La presente investigación se realizó en el campo experimental de Navidad, N.L. (UAAAN), ubicado a 85 km de la ciudad de Saltillo, en el Municipio de Galeana, N.L.

Esta región se encuentra localizada dentro de los $20^{\circ}01'$ latitud norte y $100^{\circ}36'$ longitud oeste, con una altura de 1895 msnm; la temperatura media anual es de 14.3°C con una precipitación de 516.2 mm promedio anual, siendo los meses más lluviosos de mayo a julio; por lo que respecta a heladas, éstas son más frecuentes en diciembre y enero. El fotoperíodo más corto es de enero, con 10h58', aumentando hacia junio con 13h 55' (Mendoza, 1983).

El campo experimental de Navidad cuenta con sistema de riego por bombeo, suelos de textura migajón limoso medianamente pobres en materia orgánica, pobres en nitrógeno aprovechable, medianamente pobres en fósforo, medianamente ricos en potasio, con un pH de 7.7 a 8.2 medianamente alcalinos, no salinos, presentando contenidos medios de carbonatos

Descripción del Cultivar en Estudio

De las especies *multiflorum* y *perenne* del género *Lolium* han sido creadas un buen número de variedades y

líneas. Debido a la característica de fecundación cruzada - libre, ha sido posible seleccionar muchos tipos segregantes. Como lo han estado haciendo los países de Inglaterra, Suecia y Dinamarca, y aún cuando en Estados Unidos la especie es cultivada ampliamente, estos materiales no han llegado a predominar.

La variedad más común de *L. multiflorum* en Estados Unidos es la denominada Ballico doméstico o Ballico de Oregón, producida para semilla en el oeste de ese Estado.

Por lo que respecta al presente estudio, se utilizó la variedad comercial Oregón en categoría certificada, la que ha demostrado buenos rendimientos en producción de forraje y semilla en estudios realizados anteriormente para la región.

Tratamientos y Diseño Experimental

Los tratamientos programados en la presente investigación (16), se describen en el Cuadro 3.1, tratamientos que son producto de cuatro cortes de forraje (0, 1, 2 o 3) por cuatro cosechas de semilla en días después de antesis (10, 20, 30 y 40 días) con cuatro repeticiones por cada uno de ellos. Para su distribución en campo (Figura 3.1) un número de corte de forraje fue asignado al azar a cada una de las 16 parcelas mayores, con dimensiones de 10 m de largo y 18 surcos de ancho, mientras que por grupo de cuatro surcos o parcela menor correspondió al azar una cosecha de semilla utilizando dos surcos laterales de la parcela mayor como -

Cuadro 3.1. Tratamientos programados para la evaluación de las variables en estudio.

Número de cortes	Cosechas (DDA)	Tratamientos
A ₁ 0	B ₁ 10	A ₁ B ₁ t ₁
	B ₂ 20	A ₁ B ₂ t ₂
	B ₃ 30	A ₁ B ₃ t ₃
	B ₄ 40	A ₁ B ₄ t ₄
A ₂ 1	B ₁ 10	A ₂ B ₁ t ₅
	B ₂ 20	A ₂ B ₂ t ₆
	B ₃ 30	A ₂ B ₃ t ₇
	B ₄ 40	A ₂ B ₄ t ₈
A ₃ 2	B ₁ 10	A ₃ B ₁ t ₉
	B ₂ 20	A ₃ B ₂ t ₁₀
	B ₃ 30	A ₃ B ₃ t ₁₁
	B ₄ 40	A ₃ B ₄ t ₁₂
A ₄ 3	B ₁ 10	A ₄ B ₁ t ₁₃
	B ₂ 20	A ₄ B ₂ t ₁₄
	B ₃ 30	A ₄ B ₃ t ₁₅
	B ₄ 40	A ₄ B ₄ t ₁₆

borderos.

La unidad experimental se integró de cuatro surcos - de 10 m de longitud, la parcela útil fue formada por los mis mos surcos a los cuales se les eliminó un metro de cada ex - tremo para un total de 28.8 m².

El diseño completamente al azar se utilizó para ana - lizar la producción de materia seca. El diseño completamente al azar en arreglo factorial con un tratamiento adicional - fue utilizado en el análisis de componentes de rendimiento, longitud de culmo y longitud de panícula, mientras que el -

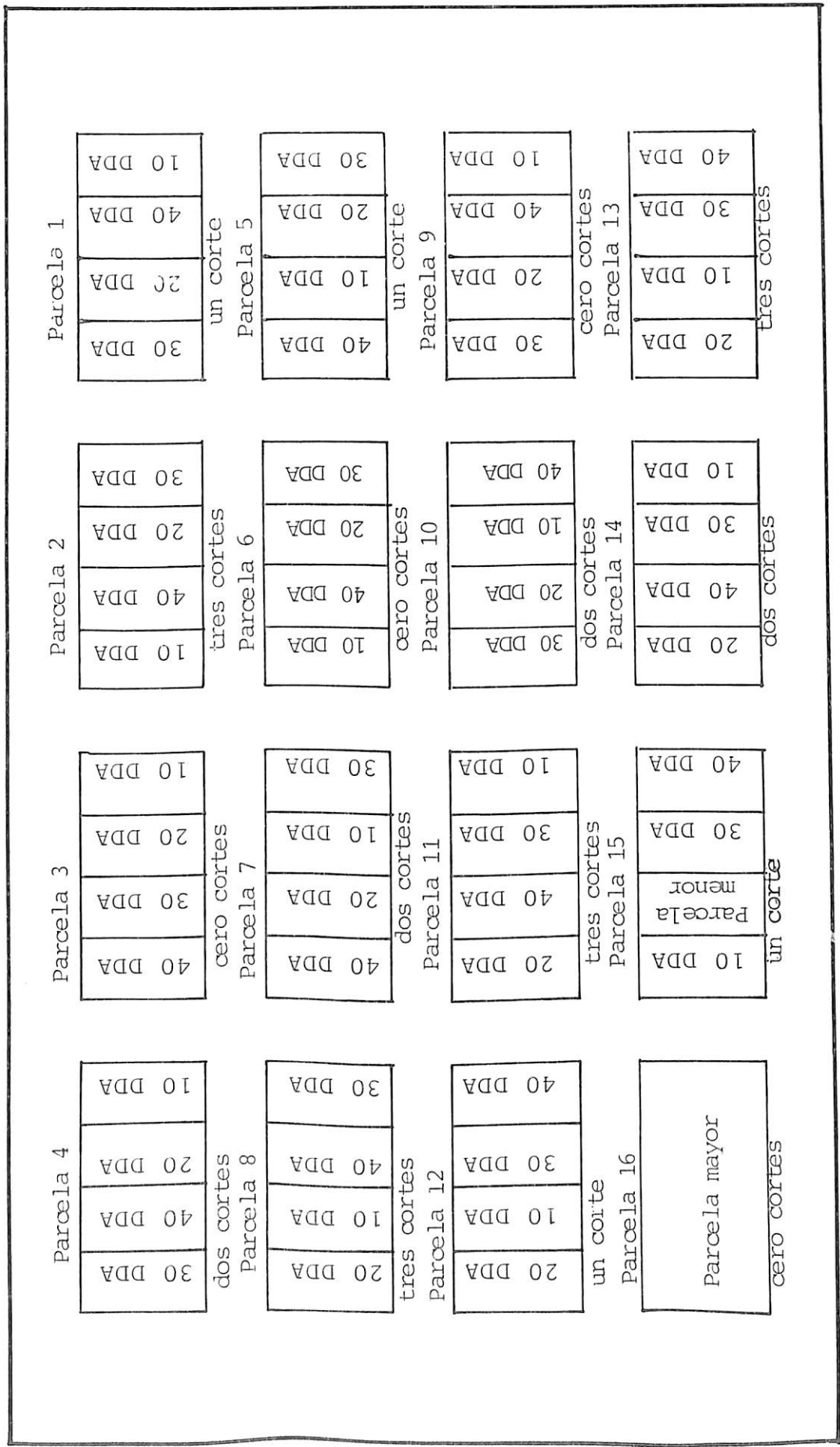


Figura 3.1 Distribución en campo de las parcelas experimentales en Navidad, N.L.

diseño completamente al azar en arreglo parcelas divididas fue utilizado en el análisis de las variables de calidad y rendimiento de semilla.

Establecimiento y Manejo del Experimento

El terreno se preparó mediante barbecho, rastreo y surcado, llevando a cabo la siembra el ocho de diciembre de 1987 en surcos separados a 90 cm, para lo anterior se utilizó una sembradora comercial de grano pequeño previamente calibrada a una densidad de 13 kg/ha de semilla, con un 99 - por ciento de germinación.

El primer riego fue aplicado tres días después de la siembra, realizando los siguientes a intervalos de cinco días. Posteriormente cada 15 días dependiendo de las condiciones de humedad en el suelo.

La fertilización aplicada fue la fórmula 270-90-00 empleando como fuentes urea y superfosfato triple. 90 kg/ha de nitrógeno y fósforo se aplicaron en las primeras etapas de crecimiento. Posteriormente en las parcelas segadas para la obtención de forraje fueron fertilizadas con 90 kg/ha de nitrógeno en una aplicación después de cada corte.

Los cultivos y deshierbes manuales se llevaron a cabo de acuerdo a las necesidades del cultivo.

Una vez establecido el experimento, el manejo de cortes de forraje y sus correspondientes cosechas de semilla fueron realizados de la siguiente manera:

Al inicio de la investigación el pasto creció hasta un 90 por ciento de emergencia de panículas, momento en el cual se llevó a cabo el primer corte de forraje en mayo 3 - sobre tres parcelas mayores ($t_5 - t_{16}$) y sus respectivas repeticiones. La parcela restante correspondiente a cero cortes ($t_1 - t_4$) y sus respectivas repeticiones continuaron su desarrollo hasta antesis, determinando en esta etapa el punto de máxima floración, que ocurrió en mayo 21, la que se llevó a cabo de la siguiente manera: el día cero fue tomado cuatro días después de la aparición de las primeras flores realizándose posteriormente una cosecha de semilla por subparcela cada 10 días a partir de esa fecha.

Posteriormente, las tres parcelas cosechadas continuaron su crecimiento hasta un 90 por ciento de emergencia de panículas, llevándose a cabo en junio 12 el segundo corte en dos parcelas ($t_9 - t_{16}$) y sus respectivas repeticiones previamente determinadas. En la parcela restante (un corte) ($t_5 - t_8$) se realizó una cosecha de semilla cada 10 días después del pico de antesis, identificándose éste el 22 de junio.

Siguiendo el mismo manejo, las dos parcelas segadas iniciaron de nuevo su crecimiento, llegando a un 90 por ciento de emergencia de panículas, momento oportuno (12 de julio) para realizar el tercer corte de forraje en una parcela de las anteriormente mencionadas, mientras que la parcela restante ($t_9 - t_{12}$) continuó hasta floración, en donde se llevó a cabo la última evaluación correspondiente a dos

cortes para componentes de rendimiento.

La fecha tardía de siembra afectó considerablemente el desarrollo del experimento causando que sólo los tratamientos t_1 a t_8 fueran analizados completamente en todas sus variables programadas, mientras que del t_{11} sólo se evaluaron sus componentes de rendimiento. Por el efecto de fecha ya mencionado, los tratamientos t_9 y t_{10} y t_{12} a t_{16} no fue posible evaluarlos.

VARIABLES EN ESTUDIO

La producción de materia seca, rendimiento de semilla y sus componentes, así como las variables de calidad al evaluar, se enumeran y describen a continuación en cada tema correspondiente.

Producción de Materia Seca

Para su evaluación en campo sobre las parcelas correspondientes, el follaje fue segado manualmente con roza-dera a una altura de ocho a 10 cm, se pesó la totalidad del material cosechado sobre la superficie de 8 x 14 m y se registró el peso obtenido, tomando de éste tres muestras al azar de 500 g las que fueron depositadas en bolsas de papel previamente identificadas, llevándose posteriormente a una estufa de secado en laboratorio, permaneciendo por un período de 48 hr a 60°C, realizando a partir de los datos obtenidos la conversión de forraje fresco a materia seca.

Componentes de Rendimiento

Del cultivo establecido sin corte y del rebrote después de éste, se evaluaron los componentes de rendimiento de un punto marcado por surco 90 días después de la siembra que representó - 0.90 m de la unidad experimental, siendo los que a continuación se describen.

1. Número de tallos reproductivos por m^2
2. Número de espiguillas por panícula
3. Número de flores por espiga

Los procedimientos para evaluar cada una de las características enumeradas, se presentan a continuación.

Número de Tallos Reproductivos por m^2

La evaluación de esta característica se llevó a cabo en el campo, en cuatro repeticiones por unidad experimental, correspondiendo de los .90 m marcados por surco una superficie de $0.45 m^2$ en los que se contabilizaron las inflorescencias en emergencia, obteniendo un promedio por m^2 posteriormente.

Número de Espiguillas por Panícula

De los $0.45 m^2$ restantes del punto marcado, seis inflorescencias por surco; 24 por unidad experimental fueron extraídas al azar de la subparcela correspondiente a esa fecha de cosecha. De las cuales se cuantificó el número de espiguillas por panícula en el laboratorio calculando el promedio por surco y por unidad experimental.

Número de Flores por Espiguilla

En el laboratorio, por unidad experimental, se tomaron al azar 24 inflorescencias de las que se contabilizó el número de flores de una espiga basal, intermedia y terminal de la panícula, promediando estos resultados para obtener un valor medio por surco y por unidad experimental.

Rendimiento de Semilla

Después del pico de antesis por unidad experimental, se llevaron a cabo cuatro cosechas de semilla espaciadas periódicamente 10 días una de otra, para ello se cortaron con rozadera las inflorescencias a una altura de 8-10 cm sobre una superficie de 25.2 m . El material obtenido e identificado en el campo fue expuesto al sol para acelerar su secado, volteándose frecuentemente para evitar daños por calentamiento a la semilla. Posteriormente se desgranaron las inflorescencias manualmente, cribando el material con las siguientes aberturas de perforaciones: $5/8 \times 12$, $3/64 \times 5/16$ y $2\frac{1}{2}/64$ - realizando lo anterior, la semilla ligera fue eliminada mediante una fuente de aire llevando a cabo esta última operación cuidadosamente con el fin de no eliminar semilla pura. El rendimiento de semilla por unidad experimental se transformó a un 14 por ciento de contenido de humedad y 100 por ciento de pureza.

Otras variables de importancia evaluadas, son las siguientes: 1) Longitud de panícula, 2) Longitud de culmo, las cuales se describen a continuación:

Longitud de Panícula

Esta variable fue evaluada en laboratorio, midiendo la longitud entre la espiga basal y terminal de cada tallo reproductivo utilizado para determinar el número de espigas por inflorescencia.

Longitud de Culmo

Esta se evaluó midiendo la parte no reproductiva - del tallo fértil desde la corona de la raíz a la primera es piga en los tallos reproductivos utilizados en la variable anterior.

De la semilla pura obtenida por unidad experimental se tomaron las semillas necesarias para realizar las pruebas de calidad, en cada cosecha de semilla para cero y un corte, en donde las variables evaluadas fueron las siguientes:

1. Contenido de humedad
2. Peso de 1000 semillas
3. Germinación estandar con pretratamiento
4. Germinación estandar sin pretratamiento
5. Vigor
6. Pureza analítica

Los procedimientos para evaluar cada una de las características enumeradas, se expresan a continuación:

Contenido de Humedad

En el cultivo establecido y por cosecha de semilla se tomaron de cada unidad experimental 30 inflorescencias -

al azar, las que fueron colocadas inmediatamente en una bolsa de polietileno sellada con cinta adhesiva al terminar el muestreo, posteriormente se mantuvieron a una temperatura de 10°C por 12 hr para determinar el contenido de humedad en las florecillas y carióspsides previamente desprendidas de las inflorescencias.

Este parámetro fue determinado utilizando dos muestras por unidad experimental de aproximadamente tres gramos cada una, las que se secaron en un horno a 130-133°C por una hora, período después del cual se calculó el porcentaje de humedad mediante la fórmula: $\% H = \frac{PSH-PSS}{PSH} \times 100$ siguiendo el método establecido por la International Seed Testing Association (ISTA), (1985), comprobando tolerancias indicadas por el mismo reglamento.

Peso de 1000 Semillas

Por unidad experimental se tomaron al azar de la semilla pura ocho repeticiones de 100 semillas cada una, las cuales fueron pesadas en una balanza analítica, obteniendo de las ocho observaciones el coeficiente de variabilidad, según indicaciones de ISTA (1985) y cuando éste fue menor de seis, se calculó el peso de 1000 semillas en base a la media de ocho repeticiones, multiplicado por 10. Finalmente el peso de las semillas por cortes y cosechas fue ajustado a un 10 por ciento de contenido de humedad, para evitar errores en la apreciación del peso final.

Dado que en esta especie se puede contar con un cierto grado de latencia residual después de uno o dos meses de cosechada la semilla, se evaluó la germinación con y sin pretratamiento para romper este proceso fisiológico, siguiendo en ambos casos las recomendaciones del ISTA (1985).

Germinación Estandar Sin Pretratamiento

Cuatro repeticiones de 100 semillas por unidad experimental, tomadas de la fracción de semilla pura, fueron sembradas sobre papel sustrato tipo toalla secante, de peso extra de 18 x 13 cm, humedecido y tratado previamente con fungicida. Las semillas sobre el papel fueron colocadas en charolas dentro de una cámara de germinación a temperaturas de $25^{\circ}\text{C} \pm 2$, regándolas posteriormente con el fin de mantenerlas húmedas. Realizando evaluaciones de germinación a los cinco y 14 días para el primero y segundo conteo respectivamente, sacando en el primero plántulas normales, mientras que en el segundo se contaron plántulas normales y anormales, semillas latentes y muertas.

Germinación Estándar Con Pretratamiento

Cuatro repeticiones de 100 semillas por unidad experimental, obtenidas de la fracción de semilla pura, siguieron básicamente el proceso anterior, a éstas se adicionaron dos tratamientos recomendados por el ISTA (1985) para romper latencia. El primero consistió en humedecer con una solución de 0.2 por ciento de KNO_3 + fungicida el papel sobre el que se sembró la semilla. Estas semillas sobre papel en

charolas fueron puestas en refrigerador a una temperatura - de 10°C por siete días, cambiando posteriormente a una cámara germinadora a 25°C ± 2, para evaluar de igual forma que la prueba anterior.

Deterioro Controlado

En el presente trabajo la prueba de deterioración - controlada es utilizada para determinar el vigor de la semilla, de acuerdo a la metodología propuesta por Perry (1981).

Con un contenido de humedad previamente determinado según ISTA (1985), 400 semillas de la fracción de semilla - pura fueron utilizadas por unidad experimental, las que fueron primeramente llevadas a un contenido de humedad de 20 - por ciento mediante absorción de humedad en papel filtro por varias horas hasta alcanzar un peso final (PF), el cual fue calculado para obtener el 20 por ciento de humedad requerida (CHr) mediante la fórmula: $PF = Pi \times \frac{100-CHi}{100-CHr}$.

Una vez alcanzado el PF, el cual es registrado mediante pesado frecuente de las 400 semillas ganando humedad las semillas se introducen en una bolsa de polietileno sellado herméticamente mediante calor y mantenidas a 10°C por 12 hr para uniformizar el contenido de humedad.

Posteriormente las bolsas conteniendo la semilla - fueron llevadas a una cámara de envejecimiento acelerado y colocadas a 45°C por 24 hr. Al finalizar el período de deterioro las semillas fueron puestas en germinación estándar -

utilizando una temperatura de 20°C durante 14 días, en el cual se realizaron evaluaciones a los cinco y 14 días, tomando como semilla vigorosa aquélla que presente una radícula de tres milímetros como mínimo de longitud.

Pureza Analítica

Este análisis fue realizado sobre dos muestras de trabajo de tres gramos cada una por unidad experimental, en base a los procedimientos descritos por la ISTA (1985) para esta especie; asimismo, los resultados fueron comparados con las tolerancias indicadas por el mismo manual. La semilla pura obtenida por unidad experimental fue utilizada posteriormente en pruebas de germinación, deterioro controlado, peso de 1000 semillas y en la determinación del rendimiento final alcanzado.

En cuanto a las variables de calidad antes descritas, cabe señalar que las evaluaciones de germinación, deterioro controlado y peso de 1000 semillas, correspondientes a la primera y segunda cosecha (10 y 20 DDA) en ambos cortes, fueron realizadas aproximadamente 60 días después de cosechada la semilla. En relación a la tercera y cuarta cosecha (30 y 40 DDA), éstas fueron evaluadas en 80 y 130 días respectivamente después de recolectada la semilla.

Análisis Estadístico

Con el fin de realizar un análisis estadístico preciso, los porcentajes de las variables evaluadas fueron

transformados a unidades angulares mediante el Arco seno $\arcsin(x/100)$ (Little y Hills, 1976). Los análisis de varianza realizados para cada variable en estudio se llevaron a cabo bajo los modelos estadísticos que se describen a continuación:

Modelo del Diseño Completamente al Azar

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \varepsilon_{ij}$$

donde: Y_{ij} = observación del i -ésimo corte en la j -ésima repetición.

μ = efecto de la media general.

σ_i = efecto del i -ésimo corte.

ε_{ij} = efecto del error experimental.

$i = 1, 2, \dots, t$ (cortes).

$j = 1, 2, \dots, r$ (número igual de repeticiones)

$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Modelo del Diseño Completamente al Azar en Arreglo Factorial con un Tratamiento Adicional

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + \alpha\gamma_{ij} + \zeta_i + \varepsilon_{ijk}$$

donde: Y_{ijk} = observación del i -ésimo corte de la j -ésima cosecha en la k -ésima repetición

μ = efecto de la media general

α_i = efecto del i -ésimo corte

γ_j = efecto de la j -ésima cosecha

$\alpha\gamma_{ij}$ = efecto de la interacción cortes x cosechas

ζ_i = efecto del tratamiento adicional

ε_{ijk} = efecto del error experimental

$i = 1, \dots, a$ (cortes)

$j = 1, \dots, b$ (cosechas)

$k = 1, \dots, r$ (repetición)

$$\varepsilon_{ijk} \sim \text{NI}(0, \sigma_{\varepsilon}^2)$$

Modelo del Diseño Completamente al Azar en Arreglo Parcelas Divididas

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \theta_{ijk}$$

donde: y_{ijk} = observación del i -ésimo corte de la j -ésima cosecha en la k -ésima repetición

μ = efecto de la media general

α_i = efecto del i -ésimo corte

ε_{ik} = efecto del error experimental de la parcela mayor

β_j = efecto de la j -ésima cosecha

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto del error experimental de la interacción entre cortes y cosecha.

θ_{ijk} = efecto del error experimental de la parcela menor

$i = 1, 2, \dots, a$ (cortes)

$j = 1, 2, \dots, b$ (cosechas)

$k = 1, 2, \dots, r$ (repetición)

$$\varepsilon_{ijk} \sim \text{NI}(0, \sigma_{\varepsilon}^2)$$

$$\theta_{ijk} \sim \text{NI}(0, \sigma_{\theta}^2)$$

En los diseños estadísticos utilizados las fuentes de variación se analizaron mediante la prueba de rango múltiple Duncan ($P \leq 0.05$) y t Student ($P \leq 0.05/2$) para -

obtener las diferencias entre tratamientos. Por otra parte, el arreglo espaciado de los tratamientos permitió utilizar la técnica de polinomios ortogonales para determinar la tendencia de comportamiento de los datos, expresando estadísticamente la respuesta de éstos a través de una ecuación polinomial de grado "n".

U A A N

00367

RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente estudio se determinó el efecto de cortes sobre la producción de materia seca, así como la respuesta del rendimiento de semilla y sus componentes al efecto de cortes, cosechas y cortes x cosechas. Las variables de calidad de la semilla son evaluadas bajo los mismos efectos. Los resultados y discusión de cada una de ellas se exponen en su tema correspondiente.

Producción de Materia Seca

El estudio de esta variable se realizó, ya que representa un papel importante en el aspecto económico al conjungarse con la producción de semilla, importancia que es mayor cuando el forraje es producido en época de escasez y bajo condiciones que no afectan el rendimiento de semilla.

El análisis de varianza (Cuadro A.1) muestra diferencias significativas entre tratamientos, mientras que la prueba de medias (Cuadro 4.1) indica que la producción de materia seca en dos cortes fue significativamente ($P < 0.05$) mayor que en uno y tres cortes.

El bajo rendimiento de materia seca (M.S.) consideramos que fue directamente causado por una siembra tardía e indirectamente por una baja reserva de carbohidratos de la

Cuadro 4.1. Producción de materia seca (kg/ha) de *L. multiflorum* bajo diferentes cortes de forraje y significancia en la prueba de medias.

	I	II	III	IV	Tratamientos
Un corte	1049	1145	699	647	736.8 b
Dos cortes	614	660	733	625	954.75a
	969	885	1029	1055	
Tres cortes	731	696	558	685	
	1120	773	778	1029	248.75 c
	260	197	277	261	

1/ Medias analizadas por Duncan ($P < 0.05$)

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

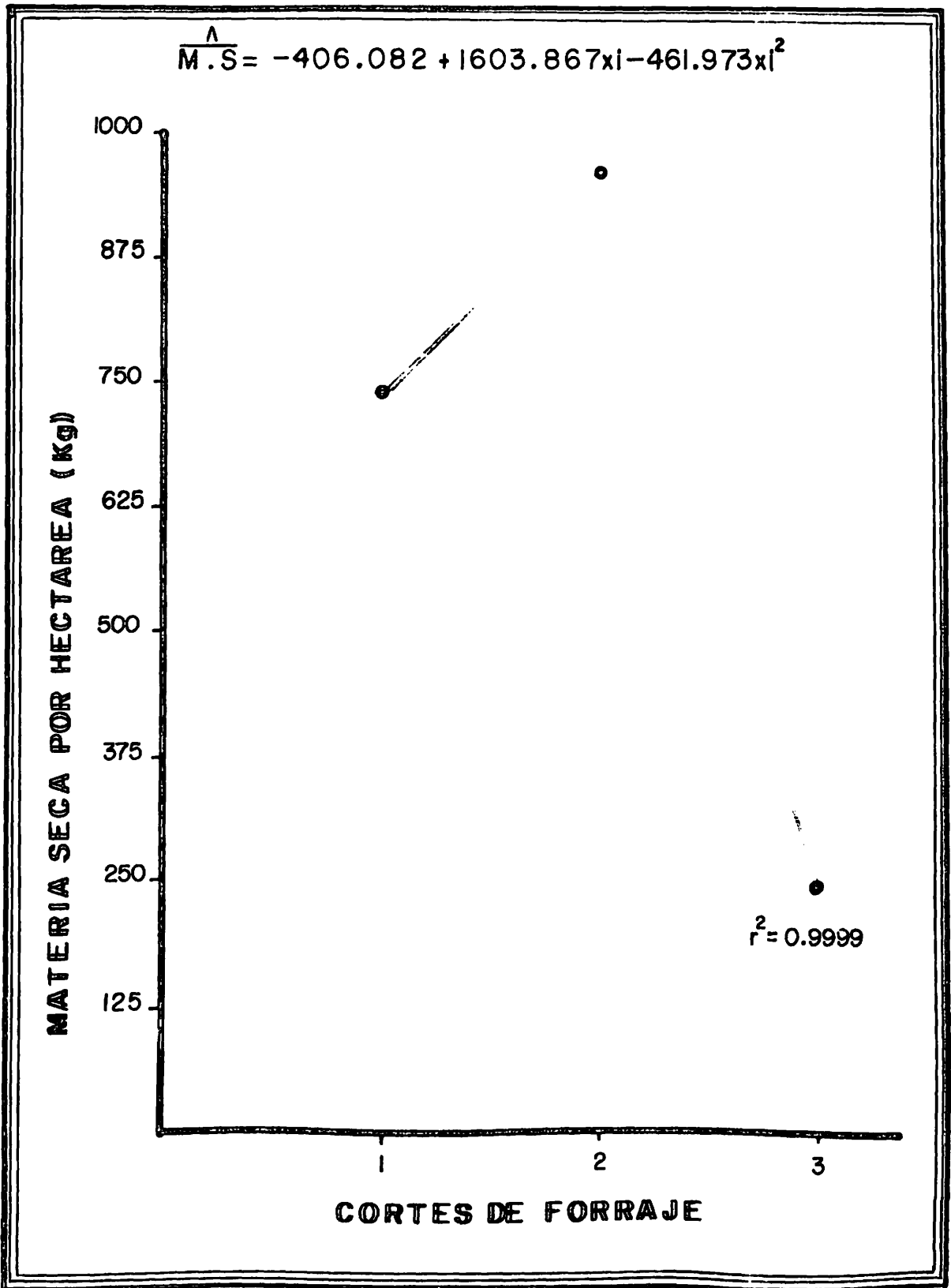
planta establecida.

En los primeros 50 días posteriores a la siembra el crecimiento fue reducido con poco desarrollo foliar, permitiendo a la planta la acumulación de reservas para este período de acuerdo a lo sugerido por Brawn y Blaser (1965) en un estudio sobre reservas de carbohidratos en *D. glomerata*. En los siguientes dos meses después del período citado, correspondientes a febrero y marzo, con temperaturas de 20 y 22°C respectivamente, la planta inició un rápido crecimiento; sin embargo, éste no fue abundante como para justificar un corte. Respecto a lo anterior, Sullivan y Sprague (1949) indican que en *L. perenne* el máximo rendimiento se encuentra entre 15 y 21°C que es donde la máxima formación de carbohidratos ocurre, por su parte Brawn y Blaser (1965) mencionan que estos carbohidratos no se acumulan si durante el desarrollo temprano las condiciones son favorables para el crecimiento. Además que con poca área foliar la demanda por energía -

es usualmente mayor que el suministro.

Posteriormente, en el mes de abril, la planta, sin alcanzar su tamaño y abundancia de follaje aceptable, se encontró bajo temperaturas de 25°C, ocasionando que los carbohidratos formados sólo fueran utilizados en parte para crecimiento y elongación. Lo anterior, basado en indicaciones mencionadas por Beevers y Cooper (1964b) reportando Sullivan y Sprague (1949) que otra parte de esos carbohidratos se disipa durante la respiración, pero sin formar reservas alimenticias.

Durante el mes de mayo se registraron temperaturas diurnas medias de 27.5°C, llevándose a cabo en los primeros días de este mes el primer corte de forraje (Figura 4.1), -- con resultados que variaron de 558 a 1145 kg/ha (Cuadro 4.1) de M.S./ha para la repetición más alta y baja respectivamente. Los rendimientos en esta evaluación son bajos si los comparamos con los reportados por Rodríguez (1985) y por Martínez y Martínez (1975) quienes reportan 1888 kg y 2450 kg de M.S/ha respectivamente. La baja producción de M.S. obtenida en el presente trabajo, consideramos fue debida a un ciclo de producción a primer corte demasiado largo (146 días), compuesto principalmente por tallos reproductivos como efecto de una siembra tardía. Por otra parte, el corte de forraje pareció afectar metabólicamente las plantas ya que mostraron un follaje notablemente más amarillo respecto a las parcelas que se destinaron a la producción de semilla, sugiriendo -- Sullivan y Sprague (1949) que este efecto es causado por un



ra. 4.1 Producción de materia seca de *L. multiflorum* a diferentes cortes de forraje.

incremento en la respiración, digestión de carbohidratos, aminoácidos y proteínas, produciendo amidas y sales de amonio, así como otros residuos ricos en nitrógeno.

Por lo que respecta al mes de junio, éste presentó temperaturas diurnas de 27.7°C , con resultados similares a los discutidos en el párrafo anterior, agregando que en el día 12 de este mes se llevó a cabo el segundo corte con rendimientos que fluctuaron de 773 a 1120 kg/ha, observando una menor variación (30 por ciento) respecto a un corte (50 por ciento) corroborando resultados de Rubio y Martínez (1976). El que los tratamientos bajo dos cortes muestren superior comportamiento (954.75 kg/ha) respecto a un corte (736.8 kg/ha) lo cual sugiere que la planta cuando menos mantuvo el nivel de producción de forraje. Situación que no se presentó en el rendimiento de semilla, ya que la producción de ésta, posterior al primer corte de material verde, si bien fue baja, la correspondiente al segundo corte no existió.

Posterior al tratamiento de dos cortes de forraje, las plantas utilizaron sus últimas reservas mientras que por las altas temperaturas diarias no existió acumulación de carbohidratos como lo señalan Sullivan y Sprague (1949) llegando a ser estos factores limitantes en la sobrevivencia de la planta. Finalmente, el tercer corte fue realizado sobre una parte de la población, puesto que aproximadamente un 50 por ciento de las plantas habían muerto. En relación a lo anterior, Altergott (1937) menciona que estas muertes

son causadas por un alto contenido de amonio, amidas y otros compuestos nitrogenados no albuminosos los que aumentan conforme se incrementa la temperatura, causando una permeabilidad alta de las membranas plásmicas, entrando las toxinas dentro de la célula.

Componentes de Rendimiento

El rendimiento obtenido en la cosecha de un lote de producción de semilla se da como una respuesta del cultivo a la interacción de los factores genéticos, ambientales y de manejo, respuesta que se dará en mayor nivel cuando éstos sean sincronizados con la finalidad de obtener una mayor producción, bajo condiciones normales de cultivo el potencial de rendimiento estará dado en gran parte por la capacidad y número de las estructuras florales para alojar y llevar a desarrollo una semilla.

Las mencionadas estructuras florales que contengan un cariopside en el momento de la cosecha, estarán en función de los componentes de rendimiento en su interacción con el medio ambiente. De estos componentes en el presente trabajo se evaluaron número de flores por espiguilla, número de espiguillas por panícula y número de tallos reproductivos/m.² Otras características evaluadas fueron longitud de culmo y panícula.

Análisis de Varianza

El rendimiento de semilla y sus componentes directos

e indirectos fueron evaluados a través del análisis de varianza (Cuadro A.2.) indicando que el número de flores por espiguilla, número de espiguillas por panícula, número de tallos/m², longitud de panícula y culmo mostraron efecto para las fuentes de variación testigo vs. factorial, cortes y cosechas, a excepción de longitud de culmo en cosechas, mientras que la combinación cortes x cosechas resultó significativa para número de flores por espiguilla y longitud de culmo. En cuanto al rendimiento de semilla, éste mostró efectos para cortes, cosechas y cortes x cosechas. (Cuadro A.3).

Número de Flores por Espiguilla

El número de flores por espiguilla es una variable de rendimiento útil que permite seguir el proceso de desgrane de las estructuras reproductivas a partir de pocos días después de antesis. Determinando el número de éstas por panícula y la cantidad de tallos/m², es posible inferir sobre el rendimiento potencial del cultivo.

Analizando las medias (Cuadro 4.2) entre cortes, las diferencias significativas ($P = 0.05$) muestran que cero cortes (A_1) resultó mayor que un corte (A_2) en 0.7 flores por espiguilla. En cuanto a cosechas, el mayor número de flores por espiguilla se observó en B_1 (primera cosecha), estadísticamente superior en 57 por ciento a B_4 (cuarta cosecha) mientras que B_2 (segunda cosecha) y B_3 (tercera cosecha) lo fueron en 37 y 30 por ciento respectivamente. Entre tratamientos el t_1 y t_5 fueron significativamente superiores -

Cuadro 4.2. Medias del número de flores por espiguilla en *L. multiflorum* bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

Cortes ¹	Cosechas ¹	Tratamientos ¹	Trats.vs. t.extra ²
		t ₁ 10.62 a	t ₁ 10.62 a
		t ₅ 8.71 ab	t ₂ 8.46 a
	B ₁ 9.66 a	t ₃ 8.60 b	t ₃ 8.60 a
A ₁ 8.40 a	B ₂ 8.24 b	t ₂ 8.46 b	t ₄ 5.92 b
A ₂ 7.69 b	B ₃ 7.97 bc	t ₆ 8.24 bc	t ₅ 8.71 a
	B ₄ 6.13 c	t ₇ 7.48 c	t ₆ 9.24 a
		t ₈ 6.34 d	t ₇ 7.48 a
		t ₄ 5.92 d	t ₈ 6.34 b
			t ₁₁ 6.32 b

1/ Medias comparadas por Duncan (P < 0.05)

2/ Medias comparadas por t Student (P < 0.05/2)

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

al resto de ellas. Las diferencias significativas de los tratamientos vs. el tratamiento extra indican que t₄, t₈ y t₁₁ resultaron estadísticamente inferiores al resto de los tratamientos.

En base al análisis de tendencia se encontró que el número de flores presentó una respuesta cúbica a los días después de antesis, definida de la siguiente manera:

$$NF = 16.353 - 4.9072xi - 0.9581yj + 0.6236xiyj - 0.0263xiyj^2 + 0.03906yj^2 + 0.0003486xiyj^3 - 0.000539yj^3$$

La Figura 4.2 muestra dos descensos marcados en la pérdida de estructuras florales, ubicadas entre las dos primeras y dos últimas cosechas, esperando un desgrane marcado cuando el contenido de humedad descendiera de 40 a 30 por

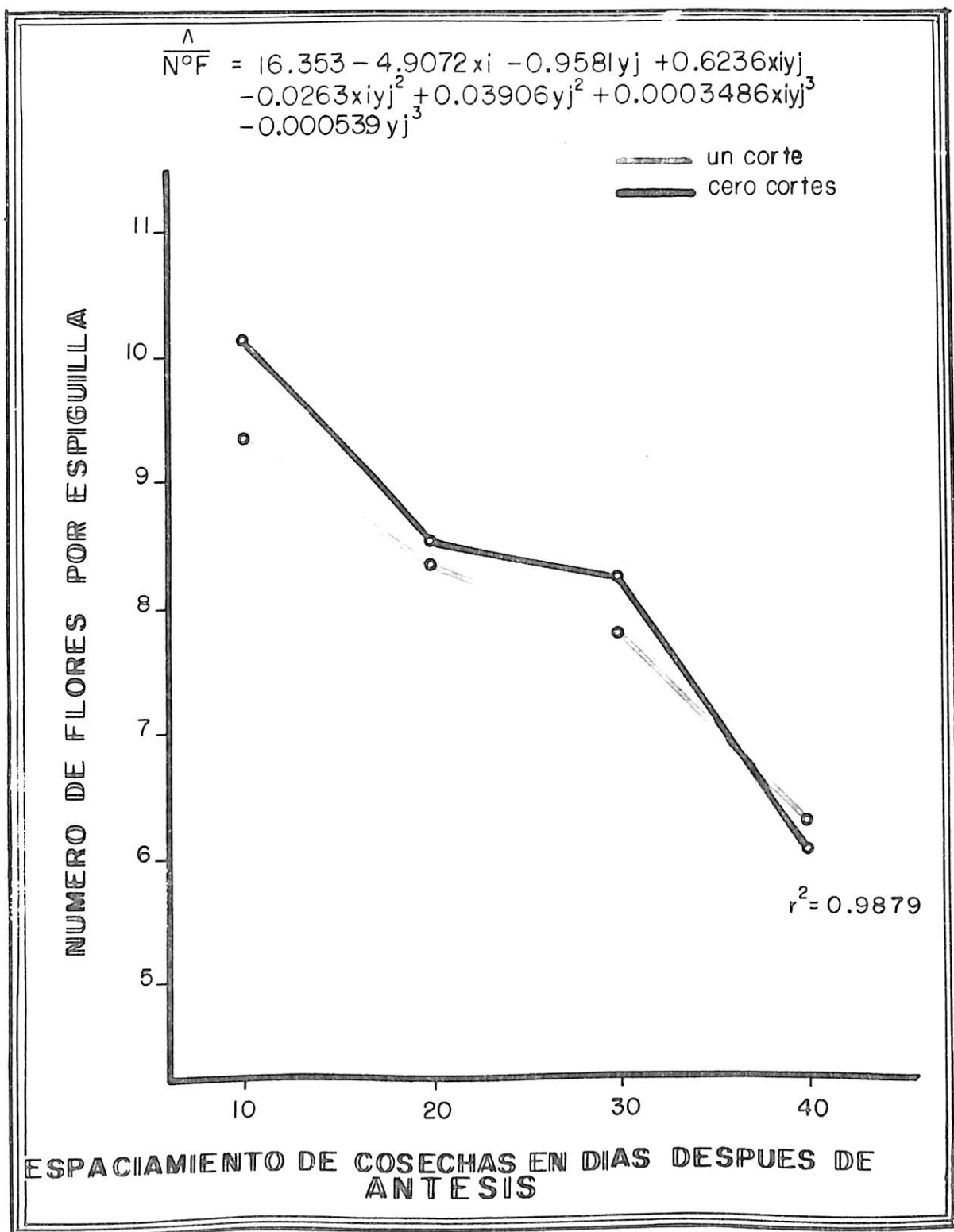


Figura 4.2. Numero de flores por espiguilla de *L. multiflorum* a diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

ciento, sin embargo, una cantidad semejante fue perdida a contenidos de humedad tan altos como 60 a 50 por ciento, lo que indica que no sólo en bajos contenidos de humedad se da el desprendimiento de estructuras florales, semillas en formación o semillas completas. En relación a lo anterior, Williams (1972) trabajando con el híbrido tetraploide de *Lolium Sabel* estimó el inicio de desgrane a un contenido de humedad en la semilla de 55 por ciento, indicando que más de la mitad del número inicial de flores fértiles se desprendieron cuando la humedad alcanzada fue de 40 por ciento, lo que pudo ser causado por el tamaño de la semilla, que aunque es más grande y pesada que una semilla diploide, muestra una tendencia muy semejante a la aquí descrita.

Otras causas en la disminución de estructuras florales es que las inflorescencias de emergencia tardía contienen un menor número de flores dentro de un mismo corte, afirmando lo propuesto por Hill y Watkin (1975a) en *L. perenne*. El mismo resultado se tiene a medida que aumenta el número de cortes, ya que espiguillas con una menor cantidad de flores aparecen en crecimientos posteriores a cada uno de ellos. De hecho el desprendimiento de flores como la menor cantidad de éstas en panículas de emergencia tardía se presentaron, siendo el desgrane el de mayor magnitud.

Los valores observados en cero cortes indican para la primera evaluación (10 DDA) en promedio el mayor número de flores por espiguilla (10.62) a 60 por ciento de contenido de humedad en la semilla, mientras que a 40 DDA y 30 por

ciento de humedad sólo se contaron 5.92 flores por espiguilla, lo que muestra la pérdida de un 45 por ciento a través del período de estudio, resultados que corroboran lo reportado por Anslow (1964) en *L. petenne* variedad S.24 quien informa de 50 por ciento en pérdidas a 30 por ciento de contenido de humedad en panículas de emergencia temprana e intermedia. En cuanto a los valores observados en un corte, se registró un desgrane de 36.4 por ciento en el período de evaluación, inferior al obtenido en cero cortes.

Considerando que la mayor pérdida de semilla (reducción en el rendimiento) fue entre 30 y 40 DDA, cabe esperar descensos fuertes en el número de estructuras para los mismos períodos, sin embargo, éstas se distribuyeron a lo largo del estudio, lo que indica que una gran parte de las flores no fecundadas se desprendieron constantemente o bien permanecieron unidas a la planta ocasionando un error al subestimar las flores fecundadas, las que tendieron a desprenderse en forma severa, según la pérdida de semilla observada en las dos últimas cosechas.

Número de Espiguillas por Panícula

Esta variable es otro componente de rendimiento, necesario para determinar el potencial de producción del cultivo. Analizando las diferencias de medias, se encontró significancia ($P < 0.05$) entre cortes, donde A_1 fue estadísticamente superior a A_2 en 2.12 espiguillas por panícula (Cuadro 4.3). Entre cosechas se encontraron diferencias estadísticas

Cuadro 4.3. Medias del número de espiguillas por panícula en *L. multiflorum* bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

Cortes ¹		Tratamientos ¹		Trat. vs. trat. extra ²	
A ₁	19.31 a	t ₁	20.05 a	t ₁	20.05 a
A ₂	17.19 b	t ₄	19.15 ab	t ₂	19.09 a
		t ₂	19.09 ab	t ₃	18.63 a
Cosechas ¹		t ₃	18.63 b	t ₄	19.51 a
B ₁	19.31 a	t ₅	18.57 b	t ₅	18.57 a
B ₂	18.07 b	t ₆	17.06 c	t ₆	17.06 a
B ₃	17.86 b	t ₇	16.92 c	t ₇	16.92 a
B ₄	17.78 b	t ₈	16.22 c	t ₈	16.22 a
				t ₁₁	9.99 b

1/ Medias comparadas por Duncan (P < 0.05)

2/ Medias comparadas por T Student (P < 0.05/2)

— Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

para B₁ que fue superior al resto (B₂, B₃ y B₄). Entre tratamientos las diferencias estadísticas (P < 0.05) señalan que los t₁, t₄ y t₂ son superiores al resto de ellos, siendo los tratamientos de cero cortes mayores a los de un corte. En cuanto a los tratamientos vs. tratamiento extra, las diferencias indican que este último fue estadísticamente inferior a las demás.

El número de espiguillas por panícula mostró una respuesta lineal al efecto de cortes y cuadrática a cosechas, representada en una ecuación de la siguiente forma:

$$NE = 18.790 - 1.0631 xi$$

$$NE = 21.07 - 0.2117yj + 0.003306yj^2$$

En la Figura 4.3 se observa una notable reducción - en el número de espiguillas por panícula de cero a dos cortes, sugiriendo lo anterior que el número de cortes tiene un efecto reductivo en esta variable, lo que no fue encontrado por Hill y Watkin (1975a) en un estudio al defoliar - las plantas de *L. perenne* utilizando pastoreo, situación diferente a la acción llevada a cabo en esta investigación, - en la que los cortes se realizaron principalmente sobre tallos reproductivos, causando con ello la emisión de otro - grupo de inflorescencias formadas en etapas posteriores, las que contienen un número menor de espiguillas por panículas - según lo indicado por Hill y Watkin (1975a).

En cuanto a cosechas de semilla, la Figura 4.4 muestra un descenso en el número de espiguillas a medida que se avanza en la fecha de evaluación, corroborando lo reportado por Hill y Watkin (1975a) quienes mencionan que ésto es causado por una reducción en el número de espiguillas en panícula de emergencia temprana a tardía.

Número de Tallos por m²

El número de tallos es un componente directo de rendimiento, y aun cuando su evaluación fue realizada con el - fin de conocer la producción potencial de semilla por el cultivo, es posible realizar otras observaciones sobre el comportamiento de esta variable.

En cuanto a las diferencias significativas observadas entre cortes, la comparación de medias indica que (A1)

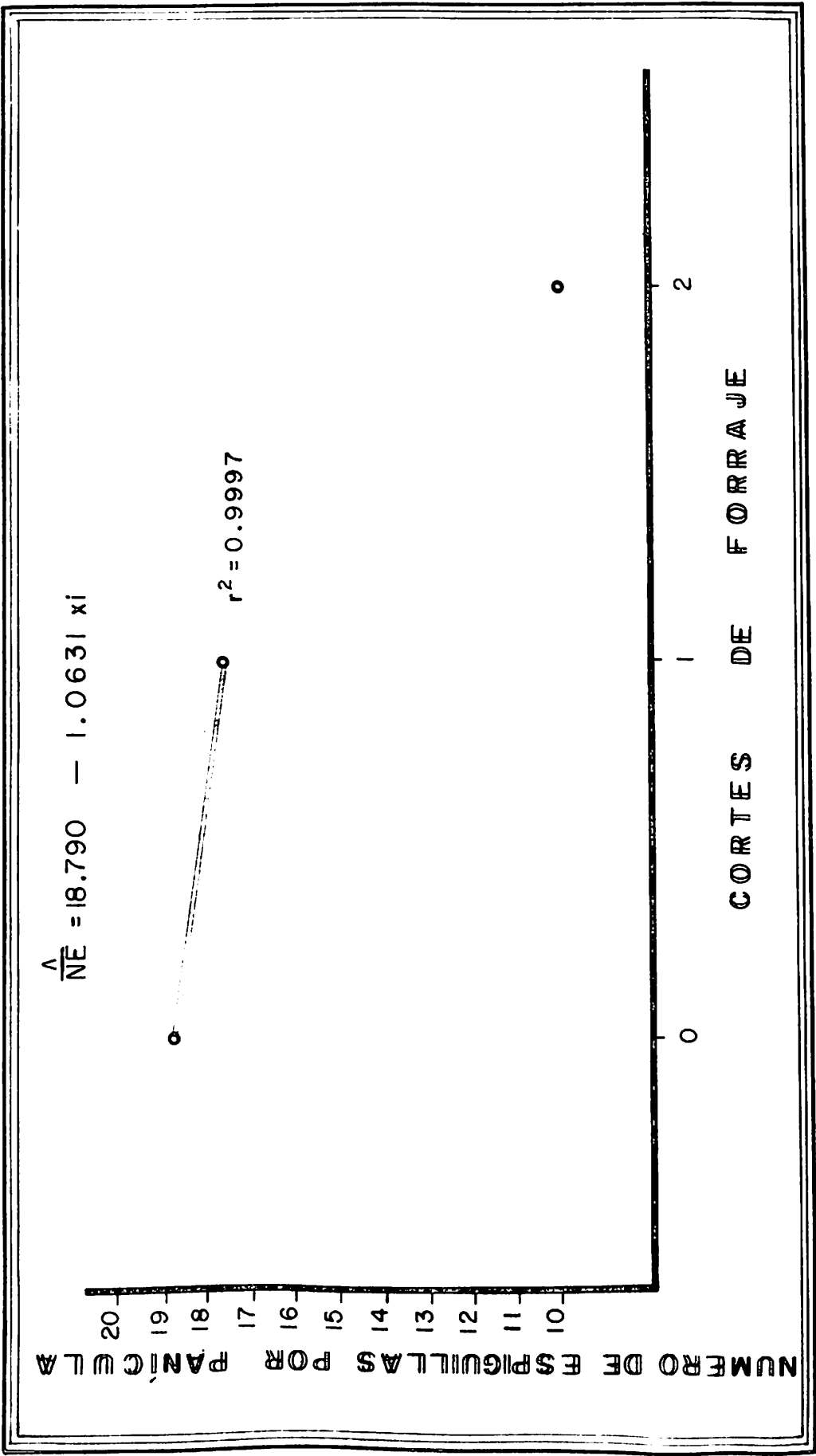


Figura. 4.3 Número de espiguillas por panícula de *L. multiflorum* a diferentes cortes de forraje.

$$\hat{NE} = 21.07 - 0.2117y_j + 0.003306 y_j^2$$

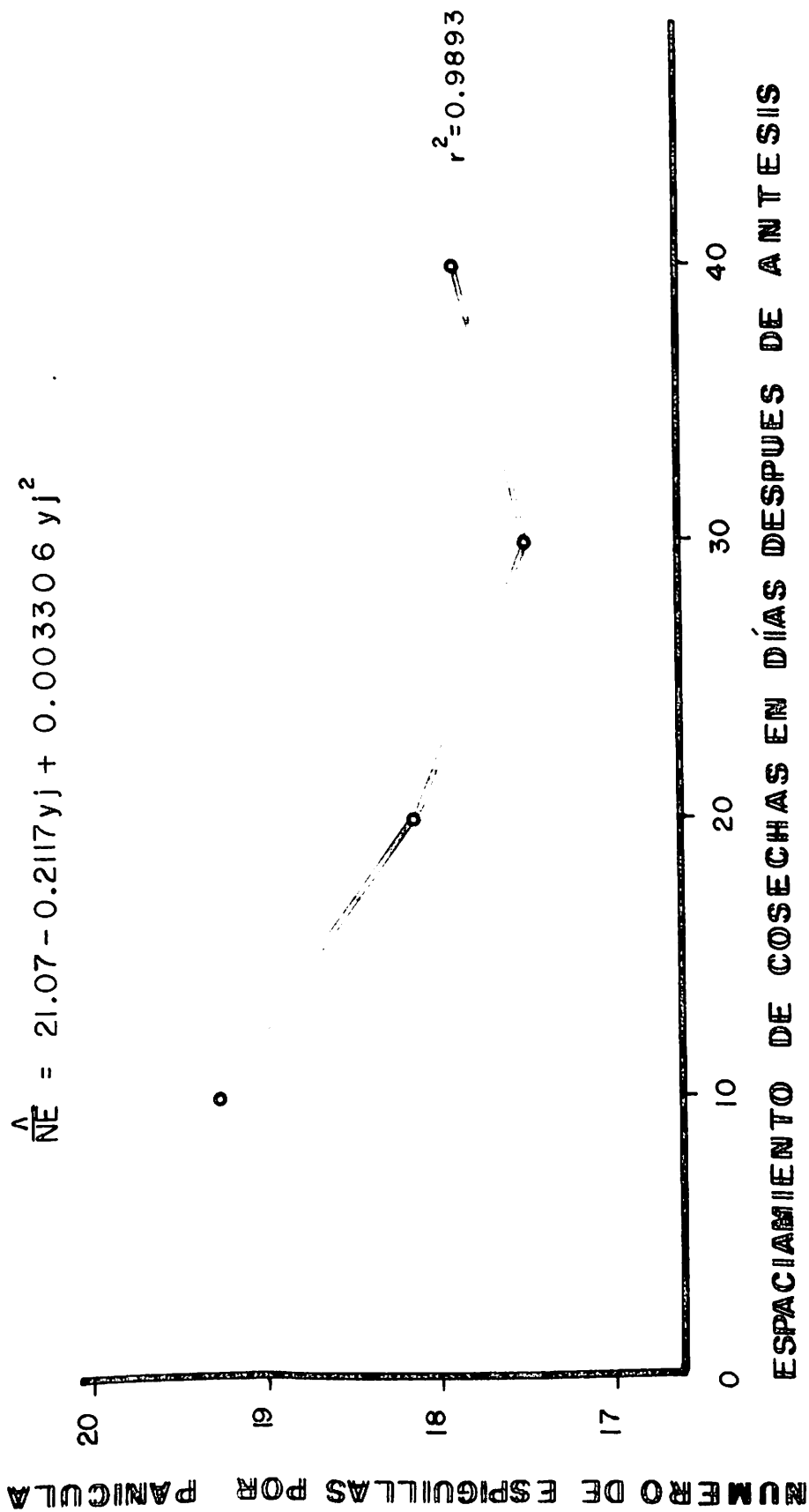


Figura.4.4 Número de espiguillas por panícula de *L. multiflorum* a diferentes cosechas de semilla.

mostró el mayor número de tallos/m en un 29 por ciento respecto a (A_2) bajo una probabilidad de ($P < 0.05$) (Cuadro 4.4) Para cosechas las diferencias significativas ($P < 0.05$) muestran que la cosecha B_4 resultó ser superior en número de tallos/m² al resto de las medias que entre sí fueron similares La significancia ($P < 0.05$) entre tratamientos señala que T_8 , T_7 , T_6 , T_4 y T_5 fueron superiores al resto de ellos, donde las medias de un corte, en términos generales, son superiores a las de cero cortes, mientras que el tratamiento extra a dos cortes fue muy inferior al resto de las medias de tratamientos.

Cuadro 4.4. Medias del número de tallos/m² de *L. multiflorum* bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

Cortes ¹	Tratamientos ¹	Trats. vs. trat. extra ²
A_2 3617 a	T_8 3905 a	T_1 2465 a
A^1 2787 b	T_7 3648 a	T_2 2658 a
	T_6 3512 a	T_3 2606 a
Cosechas	T_4 3418 a	T_4 3418 a
B_4 3622 a	T_5 3405 a	T_5 3405 a
B_3 3127 b	T_2 2648 b	T_6 3512 a
B_2 3085 b	T_3 2606 b	T_7 3648 a
B_1 2935 b	T_1 2465 b	T_8 3905 a
		T_{11} 737 b

^{1/} Medias comparadas por Duncan ($P < 0.05$)

^{2/} Medias comparadas por t Student ($P < 0.05/2$)

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

En base al análisis de tendencia se encontró que el número de tallos presentó una respuesta lineal al efecto de cortes y cosechas, las que se representaron en las ecuaciones descritas a continuación:

$$\hat{NT} = 2995.062 + 415.25 xi$$

$$\hat{NT} = 2647.1875 + 22.22 yj$$

El incremento en el número de tallos/m² alcanzó su punto máximo en un corte (Figura 4.5) con 3617, cuando el rendimiento en semilla descendió a 150 kg, lo que sugiere que la planta respondió a condiciones fisiológicas y ambientales desfavorables emitiendo una mayor cantidad de panículas con la finalidad de reproducirse y sobrevivir. De hecho este planteamiento se cumple si tomamos en cuenta que para el tratamiento de dos cortes el número de tallos descendió a 737 por m², comprobando el bajo nivel de reservas al observar muertas las plantas después de esta evaluación. Cabe señalar que la planta produjo 737 tallos/m² después de dos cortes bajo condiciones de alta respiración, causada por temperaturas ambientales elevadas y con una reducida reserva de carbohidratos.

En la Figura 4.6 las tres primeras evaluaciones entre cosechas indican que el número de tallos/m² permanece con la misma variación hasta 40 DDA, lo cual no concuerda con lo reportado por Langer (1963) quien menciona que el grado de formación de tallos normalmente declina o cesa en el tiempo de elongación de tallos y floración.

Dado que la siembra fue llevada a cabo bajo condiciones comerciales no se tuvo un control preciso en la cantidad de semillas establecidas por surco o por unidad experimental, sin embargo, se puede observar una tendencia uniforme bajo

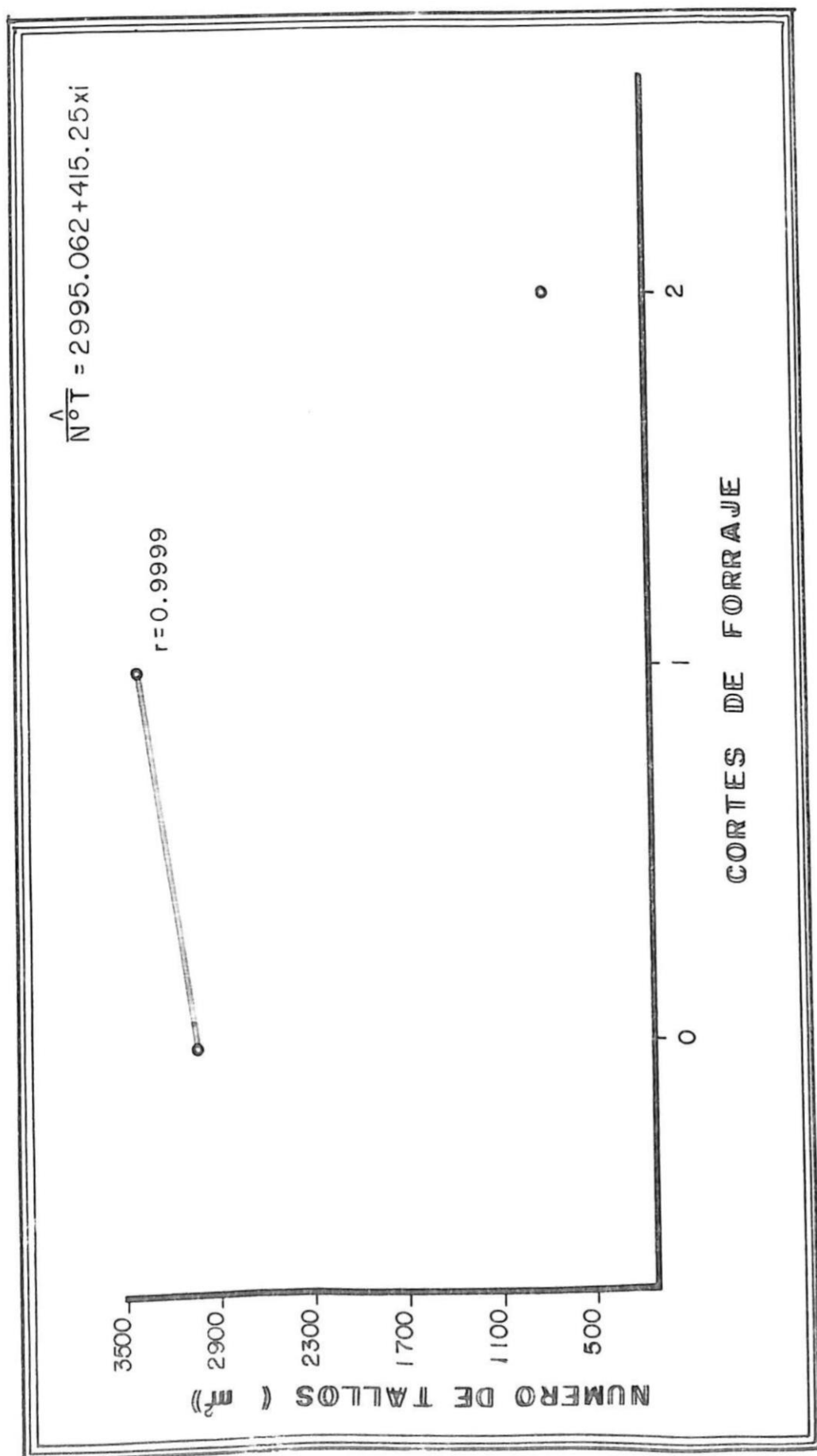


Figura.4.5 Número de tallos de *L. multiflorum* por metro cuadrado a diferentes cortes de forraje.

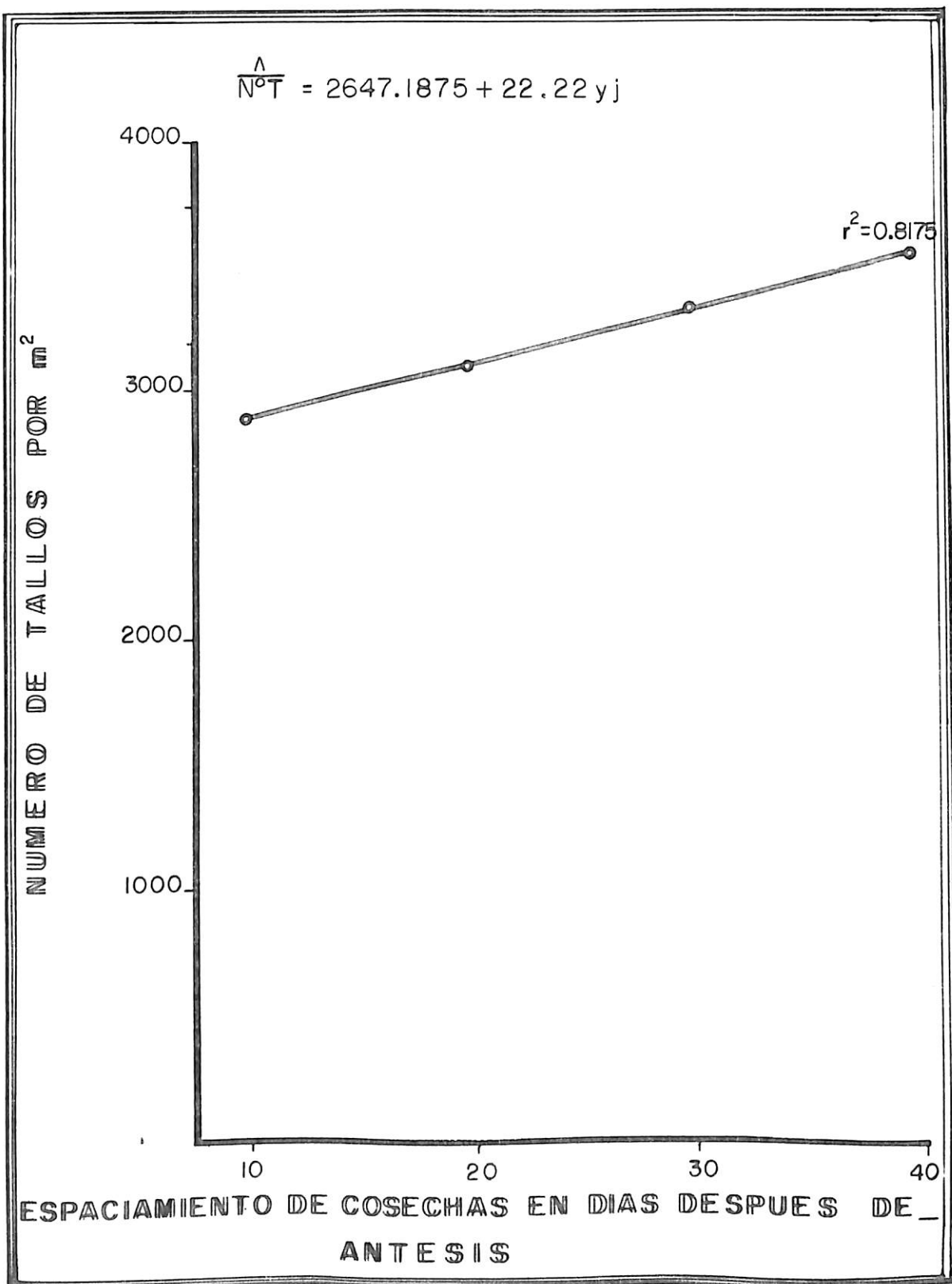


Fig. 4.6 Número de tallos por m² a diferentes cosechas de semilla en *L. multiflorum*.

un nivel constante de incremento en la población, lo que indica que si a ciertas unidades experimentales correspondió una menor densidad de siembra, las plantas de éstas emitieron una mayor proporción de tallos reproductivos. Por su parte Hebblethwaite *et al.* (1980) mencionan que en uno de sus trabajos encontraron resultados similares al raleo una población invernal en donde posteriormente no registró reducciones en número de tallos fértiles por unidad de superficie en el momento de la cosecha. De lo anterior comentan que aún cuando sea posible controlar el número de tallos al inicio del cultivo, en estados avanzados de desarrollo se pierde ese control siendo imposible conocer cuantos florecerán.

Longitud de Culmo y Panícula

La longitud de culmo y panícula, aún cuando no son componentes de rendimiento, nos permiten evaluar en forma indirecta la condición o respuesta de la planta bajo determinadas situaciones fisiológicas y ambientales.

Las diferencias significativas ($P < 0.05$) entre cortes (Cuadro 4.6 y 4.5) muestran valores estadísticamente diferentes para A_1 superiores a A_2 en 14.3 y 4.0 cm para longitud de culmo y panícula respectivamente. Entre cosechas las diferencias significativas indican que la longitud de panícula y culmo en B_1 , B_2 y B_3 son superiores a B_4 .

Para longitud de culmo las diferencias estadísticas más marcadas se encuentran entre B_2 y B_1 siendo mayor el primero en 4.32 cm. Entre tratamientos los valores

Cuadro 4.5. Medias para longitud de panícula (cm) en *L. multiflorum* bajo diferentes cortes de forraje y cosecha de semilla.

Cortes	Tratamientos	Trats. vs. trat. extra
A ₁ 19.49 a		
A ₂ 15.49 b	T ₁ 20.75 a	T ₁ 20.75 a
	T ₃ 19.90 a	T ₂ 19.40 a
Cosechas	T ₂ 19.40 ab	T ₃ 19.90 a
B ₁ 18.30 a	T ₄ 17.90 bc	T ₄ 17.90 a
B ₂ 18.21 a	T ₇ 16.68 cd	T ₅ 15.86 a
B ₃ 18.04 a	T ₆ 16.52 cde	T ₆ 16.52 a
B ₄ 16.38 b	T ₅ 15.86 de	T ₇ 16.68 a
	T ₈ 14.86 e	T ₈ 14.86 a
		T ₁₁ 8.16 b

1/ Medias comparadas por Duncan (P 0.05)

2/ Medias comparadas por t Student (P 0.05/2)

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro 4.6. Medias para longitud de culmo (cm) en *L. multiflorum* bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

Cortes	Tratamientos	Trats. vs. trat. extra
A ₁ 50.97 a	T ₂ 55.70 a	T ₁ 45.98 a
A ₂ 36.60 b	T ₃ 53.14 ab	T ₂ 55.70 a
	T ₄ 49.08 bc	T ₃ 53.14 a
Cosechas	T ₁ 45.98 c	T ₄ 49.08 a
B ₁ 45.78 a	T ₈ 37.54 d	T ₅ 36.95 a
B ₂ 44.60 ab	T ₅ 36.95 d	T ₆ 35.86 a
B ₃ 43.31 ab	T ₇ 36.06 d	T ₇ 36.06 a
B ₄ 41.46 b	T ₆ 35.86 d	T ₈ 37.54 a
		T ₁₁ 20.78 b

1/ Medias comparadas por Duncan (P 0.05)

2/ Medias comparadas por t Student (P 0.05/2)

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

significativamente superiores son para t_1 y t_2 , t_2 y t_3 , en longitud de panícula y culmo, respectivamente. De los tratamientos vs. el tratamiento extra, en ambas variables este último fue estadísticamente inferior al resto de ellos.

El análisis de tendencia para longitud de panícula reportó una relación lineal al efecto de cortes y cosechas expresadas en las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}\hat{L}_P &= 18.6135 - 1.753 X_i \\ \hat{L}_P &= 19.220 - 0.05932 Y_j\end{aligned}$$

El análisis de tendencia para tratamientos de longitud de culmo muestra una relación cuadrática al efecto de cortes y cosechas, representada por una ecuación de segundo grado:

$$\begin{aligned}\hat{L}_C &= 48.3112 - 6.5943X_i + 0.13415Y_j - 0.26X_iY_j + 0.00489 X_iY_j^2 \\ &- 0.002446 Y_j^2\end{aligned}$$

El Cuadro 4.5 y 4.6 muestran drásticas reducciones en los valores de cero, uno y dos cortes en la cosecha de 30 DDA correspondientes a los tratamientos t_3 , t_7 y t_{11} en cuanto a longitud de panícula y culmo se refiere. La reducción en los valores observados fue causada por un crecimiento disminuido al encontrarse la planta bajo regímenes de temperaturas altas durante la etapa de crecimiento reproductivo que se ubicó en los meses de mayo a los primeros días de agosto, los que registraron temperaturas diurnas/nocturnas de 27.4/8.6°C; 27.7/9.9°C; 25.7/11.4°C; 26/10.3°C

respectivamente para cada mes.

Por otra parte, la reducción en la longitud de la inflorescencia entre cortes de forraje (Figura 4.7) obedece - también, al igual que el número de espigas y de flores, a - una respuesta a la época de formación, sugerido lo anterior por Hill y Watkin (1975a) en un estudio sobre *L. perenne*, - los mismos investigadores señalan que los tallos reproductivos formados en otoño contienen un mayor número de panículas de emergencia temprana, las que muestran una mayor longitud, espiguillas y flores, en relación a las de emergencia tardía producidas de tallos formados en invierno o primavera.

Los resultados graficados en la Figura 4.8 demuestran una tendencia en la longitud de la panícula a descender a medida que avanzan las evaluaciones después de antesis, lo que significa que a través del tiempo existe un crecimiento paulatino de grupos de inflorescencias que posteriormente - van llegando a floración, confirmando el hecho de que este - pasto posee un tipo de floración desuniforme, siendo las primeras inflorescencias las llamadas de emergencia temprana. - En relación a lo anterior, Hill y Watkin (1975a) encontraron que al dividir en cuatro grupos las inflorescencias de un ciclo, de ellas las dos primeras aportaron el 87 por ciento del rendimiento total en el momento de la cosecha, mientras que Anslow (1964) demostró que tales inflorescencias contienen - semillas 67 por ciento más pesada que las de emergencia tardía.

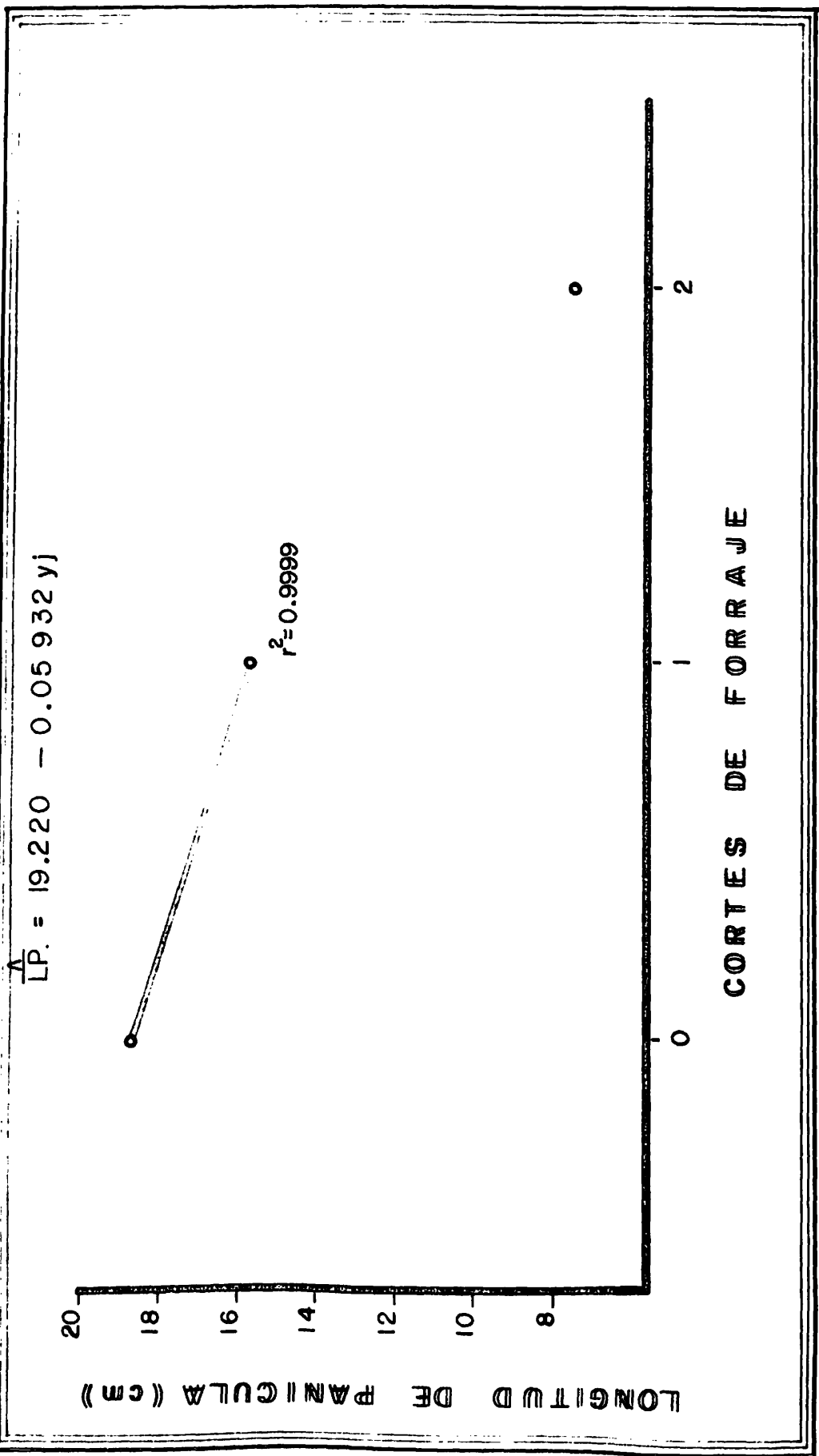
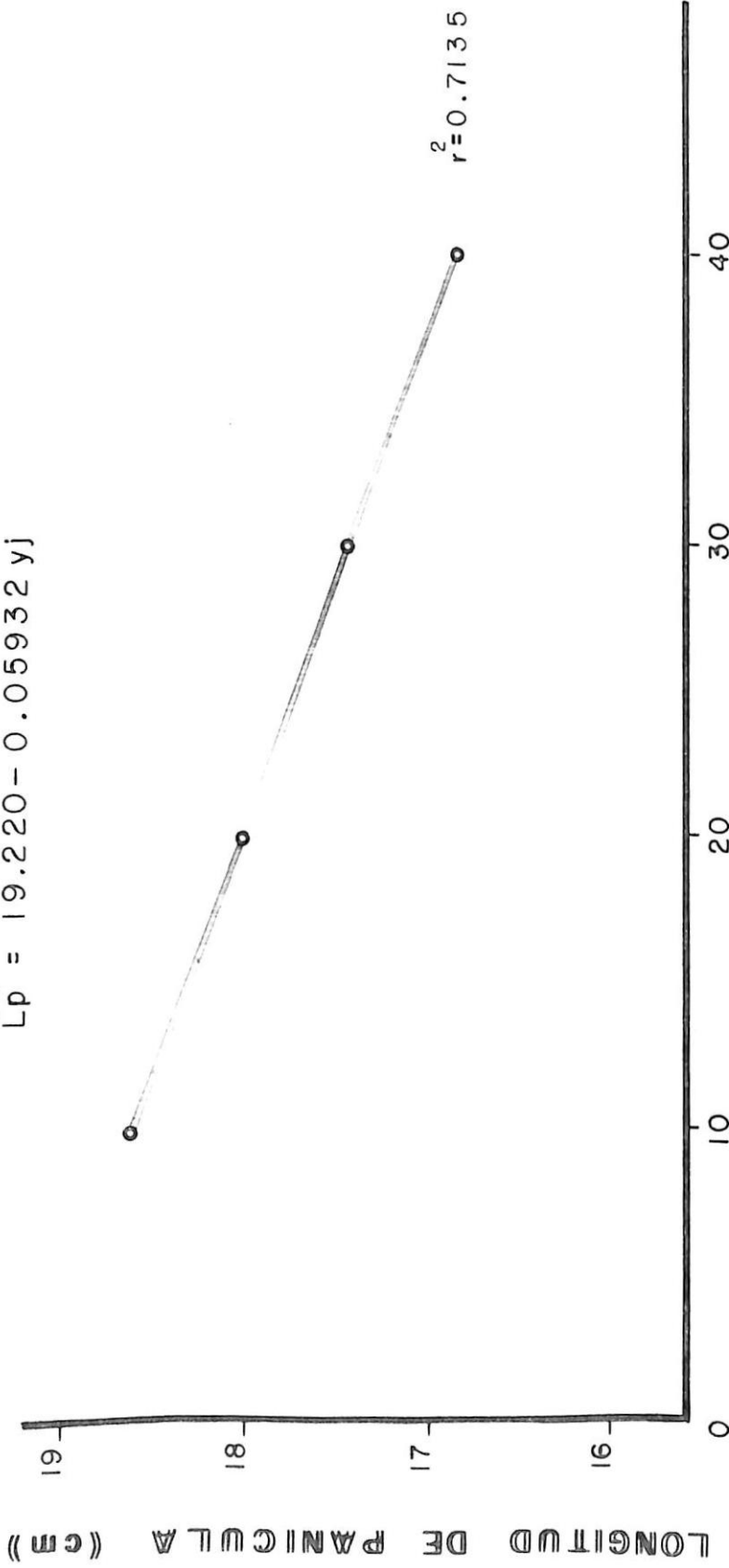


Figura.4.7 Longitud de panícula de *L.multiflorum* a diferentes cortes de forraje.

$$\hat{L}_p = 19.220 - 0.05932 y_j$$



ESPACIAMIENTO DE COSECHAS EN DIAS DESPUES DE ANTESIS.

LONGITUD DE PANICULA (cm)

Figura.4.8 Longitud de panícula de *L. multiflorum* a diferentes cosechas de semilla.

Las longitudes del culmo a 10 y 40 DDA en cero cortes (Figura 4.9) son menores respecto a 20 y 30 DDA, sugiriendo lo anterior que existe un crecimiento aún cuando la planta se encuentra en floración y producción de semilla, crecimiento que cesa en 30 DDA disminuyendo posteriormente en 40 DDA como resultado de la emisión de tallos con menor longitud.

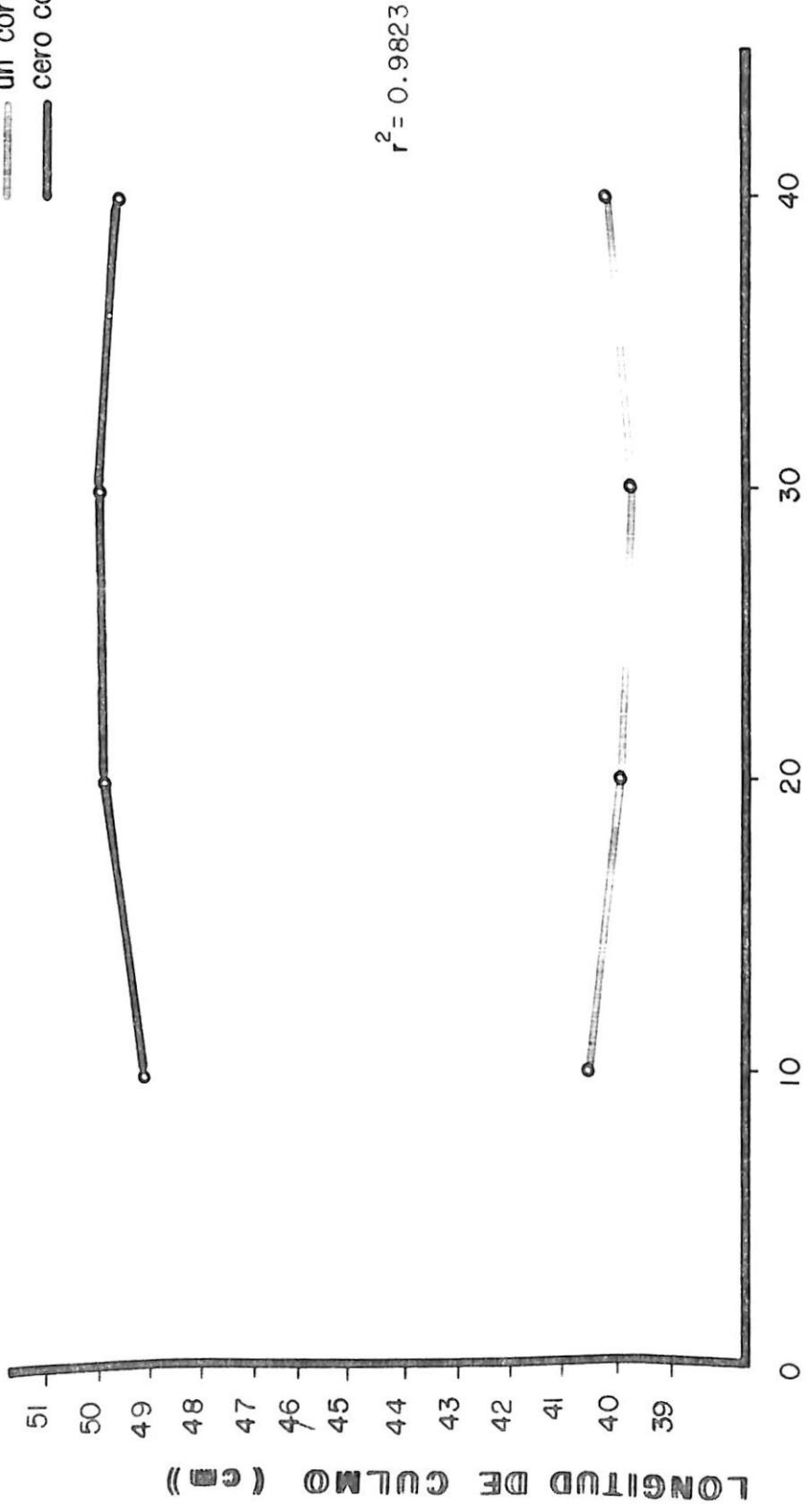
La similitud en la longitud del culmo para un corte (Figura 4.9) indica una respuesta de la planta a elevar rápidamente a la inflorescencia al encontrarse bajo condiciones ambientales y fisiológicas desfavorables. Condición que se cumple al registrar una longitud de culmo significativamente reducida en la evaluación correspondiente al tratamiento de dos cortes (T_{11}) (Cuadro 4.6).

Rendimiento de Semilla

El rendimiento de semilla es un factor importante que está dado por sus componentes y las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla el cultivo. Estas últimas en el presente trabajo mostraron un papel determinante en la producción de semilla al disminuir considerablemente el rendimiento como resultado de una siembra tardía. Sin embargo, los datos obtenidos en la tercera cosecha en cero cortes concuerdan con los obtenidos en observaciones de un trabajo anteriormente llevado a cabo en el mismo campo experimental, por lo que este material es válido para determinar el efecto de los diversos factores fisiológicos y

$$\hat{Lc} = 48.312 - 6.5943 xi + 0.13415 y - 0.26 xiy + 0.00489 xiy^2 - 0.002446 y^2$$

un corte.
cero cortes.



ESPACIAMIENTO DE COSECHAS EN DIAS DESPUES DE ANTESIS

r² = 0.9823

Figura.4.9 Longitud de culmo de *L. multiflorum* a diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

ambientales implicados en el rendimiento.

Las medias entre cortes mostraron que A_1 fue significativamente superior en 225 por ciento, relativo a A_2 (Cuadro 4.7). Las medias de cosechas para cero y un corte indican que B_3 fue estadísticamente mayor a B_1 en 232 kg/ha y de 98 kg/ha respecto a B_4 . En cuanto a tratamientos, existieron diferencias significativas entre ellos, donde t_3 y t_7 fueron mayores al resto de las medias para cero y un corte respectivamente.

El tipo de respuesta del rendimiento a los tratamientos reflejó de acuerdo al análisis de tendencia, una relación cúbica, representada por una ecuación de la forma:

$$RS = 419.042 + 88.021Xi - 70.507Yj^2 + 8.726Yj^2 - 0.1611Yj^3 - 16.033XiYj - 3.022XiYj^2 + 0.0707XiYj^3$$

Cuadro 4.7. Medias de rendimiento (kg/ha) en *L. multiflorum* bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

Cortes ¹		Cosechas ¹		Tratamientos ¹	
				T_3	451.8 a
				T_4	312.49 b
		B_3	301.06 a	T_2	302.62 b
A_1	292.94 a	B_4	203.57 b	T_7	151.61 c
A_2	90.18 b	B_2	193.12 b	T_1	106.25 c
		B_1	68.4 c	T_8	96.70 d
				T_6	83.88 d
				T_5	30.63 e

1/ Medias comparadas por Duncan ($P < 0.50$)

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

En la Figura 4.10 se observan marcadas diferencias - en el rendimiento entre cero y un corte, debido a que este - último fue severamente afectado por lo avanzado del ciclo lo cual influyó en una desviación de reservas alimenticias hacia el proceso de respiración de la planta y producción de tallos fértiles (Figura 4.6). La confirmación de lo anterior se basa en la coloración amarillenta de las plantas, posterior al primer corte, como efecto del incremento en la respiración y del desdoblamiento de carbohidratos, así como por las temperaturas bajo las cuales se encontró la planta. Bajo condiciones similares Brawn y Blaser (1965) registraron en *D. glomerata* crecimiento en base a las reservas de carbohidratos en donde el balance de éstos fue negativo por la reducida capacidad fotosintética del material que ha quedado después de una defoliación.

En relación a lo anterior, el efecto de las reservas de carbohidratos parece tener mayor efecto sobre el rendimiento de semilla que las condiciones ambientales durante la etapa de floración, fecundación y desarrollo de la semilla, dado que las condiciones ambientales durante el ciclo reproductivo de cero y un corte fueron semejantes, por lo que un efecto negativo por estos factores sobre la producción de semilla queda descartado.

En cuanto al rendimiento obtenido, éste fue de 451 kg/ha en la tercera cosecha (30 DDA) bajo cero cortes, el cual es inferior al observado por Dávila *et al.* (1983), para la fecha de siembra del 15 de diciembre; sin embargo, puede -

$$\bar{R.S} = 419.042 + 88.912x_i - 70.507y_j - 8.726y_j^2 - 0.1611y_j^3 - 16.033x_i y_j - 3.022x_i y_j^2 - 0.0707x_i y_j^3$$

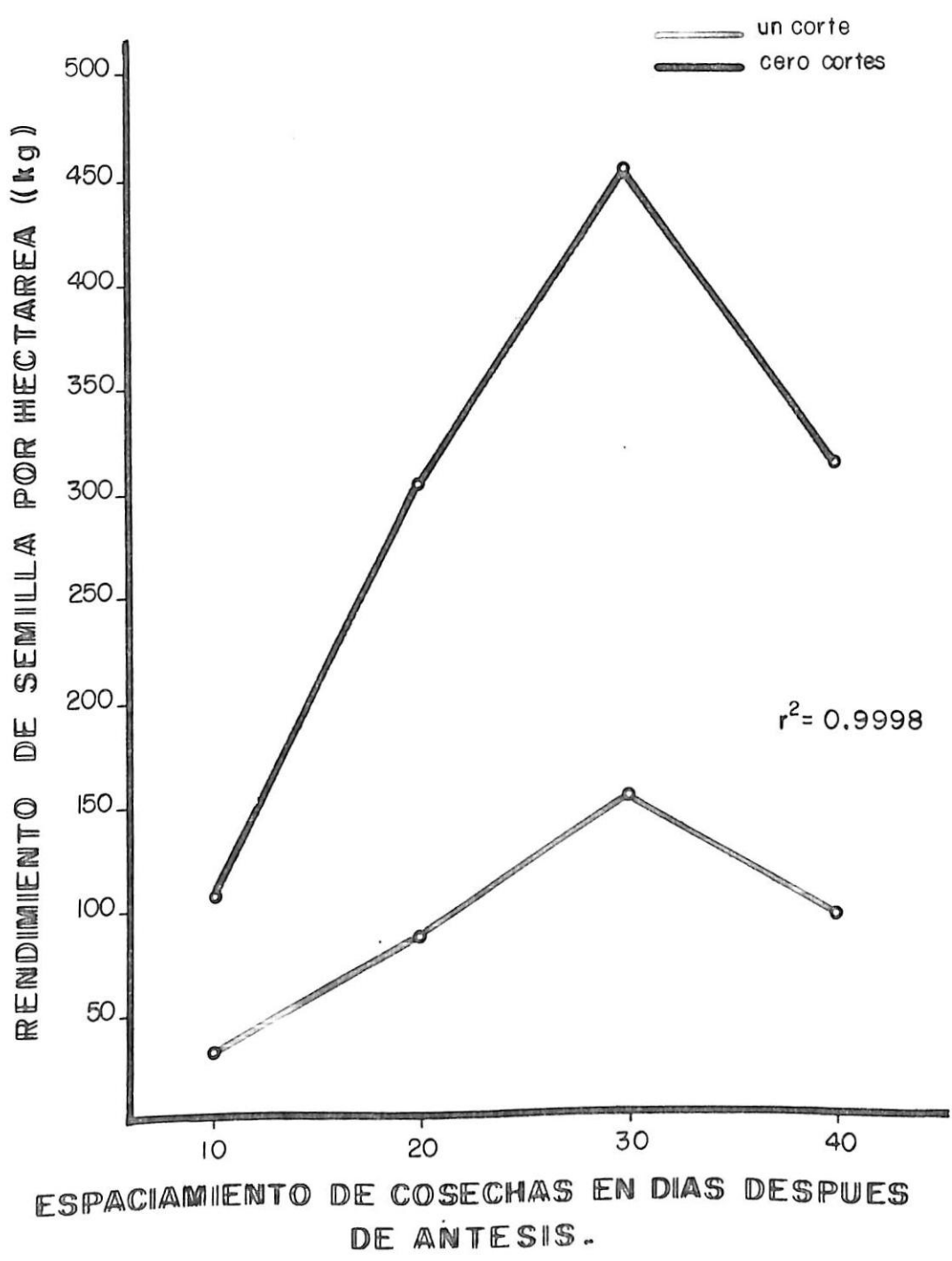


Fig. 4.10 Rendimiento de semilla de *L. multiflorum* a diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

considerarse similar si se toma en cuenta que los rendimientos pueden variar ampliamente de un año a otro por efecto del mismo, como lo demuestran Andersen y Andersen (1980).

Por otra parte, bajo las condiciones de producción señaladas el rendimiento real se vio afectado considerablemente; sin embargo, éste puede incrementarse si consideramos que el cultivo muestra un potencial alto (Cuadro 4.8) el que se basa en el número de flores por espiguillas al momento de la cosecha, el número de espiguillas por tallo fértil; el número de tallos/m² y el peso de la semilla cosechada. El rendimiento real obtenido fue considerablemente más bajo de lo teórico, en gran parte debido a la fecha de siembra y al número promedio de semillas cosechadas por espiguilla, siendo mucho menor que uno. Esto corrobora lo mencionado por Hebblethwaite (1977) y Hebblethwaite *et al.* (1980) quienes indican que el alto potencial de este cultivo nunca es utilizado totalmente por el bajo potencial de sitios de utilización para formación de semilla. Lo anterior sugiere que las condiciones, ambientales, fisiológicas y genéticas juegan un papel importante sobre cada una de las etapas de desarrollo reproductivo del cultivo; desde la iniciación floral hasta el desarrollo de la semilla.

En cuanto al rendimiento estimado, éste es considerablemente alto, el que en gran parte es debido al peso de 1000 semillas, el cual es obtenido después de un beneficio en donde se elimina la semilla ligera aumentando con ello el peso promedio por semilla. Otra consideración que debemos

Cuadro 4.8. Rendimiento potencial y real de semilla a la cosecha.

Componentes de Rendimiento					
Rendimiento potencial estimado a la cosecha	1	2	3	4	5
	8.465	18.63	2606.75	2.49	= 10.23 t/ha
Rendimiento real obtenido a la cosecha	1	2	3	4	5
	8.465	0.37	2606.75	2.49	= 0.457 t/ha

donde: 1: número de flores por espiguilla
 2: número de espiguillas por panícula
 3: número de tallos fértiles/m
 4: peso de 1000 semillas en la cosecha
 5: rendimiento potencial estimado en t/ha
 6: número de semillas por espiguilla
 7: rendimiento real de semilla obtenido

hacer es que se está tomando el total de las flores como sitios para la formación de semillas en un mismo lapso de tiempo, situación que no se lleva a cabo, ya que la floración, aparte de ser desuniforme dentro de una misma panícula, lo es entre una misma espiguilla, así como entre tallos reproductivos, de estos últimos sólo los de emergencia temprana e intermedia aportaron su producción al rendimiento, mientras que los de emergencia tardía mostraron un desarrollo muy reducido como para producir semilla. Sin embargo, éstos fueron contabilizados como unidades potenciales de producción, razón por la cual el rendimiento teórico se vio incrementado considerablemente.

Los bajos rendimientos obtenidos en 10 DDA (Figura 4.10) en ambos cortes son debidos a la inmadurez de la semilla, la que registra un peso bajo individual. Sin embargo, la reducida producción también es ocasionada por una alta

retención de las flores fecundadas en la panícula, ya que - aun cuando el material segado fue asoleado, ésto no es suficiente para desprender la totalidad de las semillas de la es piguilla que las contiene.

En la misma figura se observa un incremento considerable de la primera (10 DDA) a la segunda (20 DDA) cosecha - en ambos cortes, incremento que responde a un notable aumento de peso seco en la semilla en su proceso de maduración. En la tercera cosecha (30 DDA) en cero y un corte, los rendi mientos obtenidos fueron los más altos dentro de cada uno de éstos, época en la cual se obtuvo la máxima producción de se milla viable, corroborando lo reportado por Pegler (1976). Finalmente, después que la semilla ha alcanzado la madurez - fisiológica (30 DDA), los rendimientos registraron una fuerte reducción en la cuarta cosecha (40 DDA) debido a un desgra ne severo el que fue de 68 y 63 por ciento en cero y un corte respectivamente.

Cabe mencionar que la semilla recolectada en la primera cosecha (10 DDA) en ambos cortes registró una elevada - cantidad de materia inerte con un 16 por ciento como prome-- dio, lo anterior debido a que en el acondicionamiento es difícil eliminar las impurezas sin perder semilla, que en este caso es semilla ligera, aún sin llenar completamente. Por lo que respecta a la segunda cosecha (20 DDA) el porcentaje de materia inerte se redujo considerablemente a un nueve por - ciento como consecuencia de contar con un mayor llenado en - la semilla el cual facilitó el beneficio, en cuanto a la -

tercera y cuarta (30 y 40 DDA) cosecha, el material obtenido estuvo compuesto por semilla pura en un 99 por ciento.

Por otra parte, el desgrane no se da únicamente cuando la semilla ha madurado fisiológicamente, reducciones en el número de semillas o flores fecundadas, también son encontradas en etapas tempranas de desarrollo de éstas, cuando sus contenidos de humedad son elevados, indicando lo anterior que el desgrane en *L. multiflorum* puede tener varias causas; la primera de ellas sería genética, dada por la baja capacidad de retención de las semillas o estructuras florales, lo cual está basado en la caída de éstas en las diferentes etapas de desarrollo; en segundo término el desgrane puede ser causado por una competencia entre las semillas y los tallos reproductivos o bien la emisión de éstos, así como por una competencia entre semillas ubicadas en la parte distal y basal.

Componentes de Calidad de la Semilla

En el presente trabajo se determinó el efecto de cortes, cosechas, así como el efecto combinado de ambos sobre la calidad fisiológica de la semilla. Los resultados y explicaciones específicas para cada variable en estudio se dan a continuación.

Análisis de Varianza

VARIABLES DE CALIDAD EVALUADAS

El efecto de cortes de forraje y cosechas de semilla

sobre la calidad de ésta, fue evaluado a través de cinco variables. Los resultados de los componentes de calidad en el análisis de varianza (Cuadro A.3) indican que el contenido de humedad en la semilla y germinación estandar con pretratamiento mostraron efectos para número de cortes, mientras que el efecto de épocas de cosecha se observó en el porcentaje de germinación estándar con y sin pretratamiento, peso de 1000 semillas y contenido de humedad, en cuanto a la combinación cortes x cosechas, se encontró respuesta en el contenido de humedad en la semilla, germinación estándar sin pretratamiento y vigor.

Contenido de Humedad en la Semilla

El contenido de humedad en la semilla se encuentra estrechamente correlacionado con el comportamiento en la calidad fisiológica, así como con el rendimiento de semilla que se obtiene del cultivo en una etapa determinada, por lo anterior aun cuando no fue objetivo de este trabajo, se decidió determinarlo y estudiar más de cerca su comportamiento.

La comparación de medias mostró que el tratamiento - cero cortes (A_1) fue estadísticamente mayor que un corte (A_2) (Cuadro 4.9), bajo un nivel de significancia de ($P < 0.05$), lo que indica que las condiciones ambientales prevalecientes en cada corte afectaron el contenido de humedad en la semilla. En cuanto a las épocas de cosecha, éstas resultaron estadísticamente diferentes entre sí ($P < 0.05$) observándose una diferencia entre cosechas de un 10 por ciento a partir -

Cuadro 4.9. Medias de contenido de humedad (%) en la semilla de *L. multiflorum*, bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

Cortes ¹		Cosechas ¹		Tratamientos ¹	
				T ₁	61.50 a
				T ₅	60.93 a
		B ₁	61.21 a	T ₂	52.67 b
A ₁	47.02 a	B ₂	51.92 b	T ₆	51.17 c
A ₂	46.19 b	B ₃	42.42 c	T ₃	42.24 d
		B ₄	31.67 d	T ₇	39.60 e
				T ₈	33.06 f
				T ₄	30.28 g

1/ Medias comparadas por Duncan (P < 0.05).
Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

de antesis en cero y un corte. Los resultados de la prueba de Duncan (P < 0.05) entre tratamientos de contenido de humedad en la semilla muestran diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, los tratamientos t₃ y t₇ obtenidos en 30 DDA indican el punto óptimo para cosechar debido a que en ese momento se tiene el más alto rendimiento de semilla, el que no fue posible obtener en otras cosechas, ya que en altos contenidos de humedad la producción de semilla por el cultivo es baja, mientras que en niveles reducidos de humedad en la semilla el desgrane se manifiesta en forma severa. No obstante, entre t₃ y t₇ se observa una fuerte diferencia causada por la presencia de lluvias que afectó a t₃.

Al encontrar la combinación cortes x cosechas estadísticamente significativa en el análisis de varianza, se efectuó el análisis de tendencia correspondiente, el cual nos dio

la siguiente ecuación:

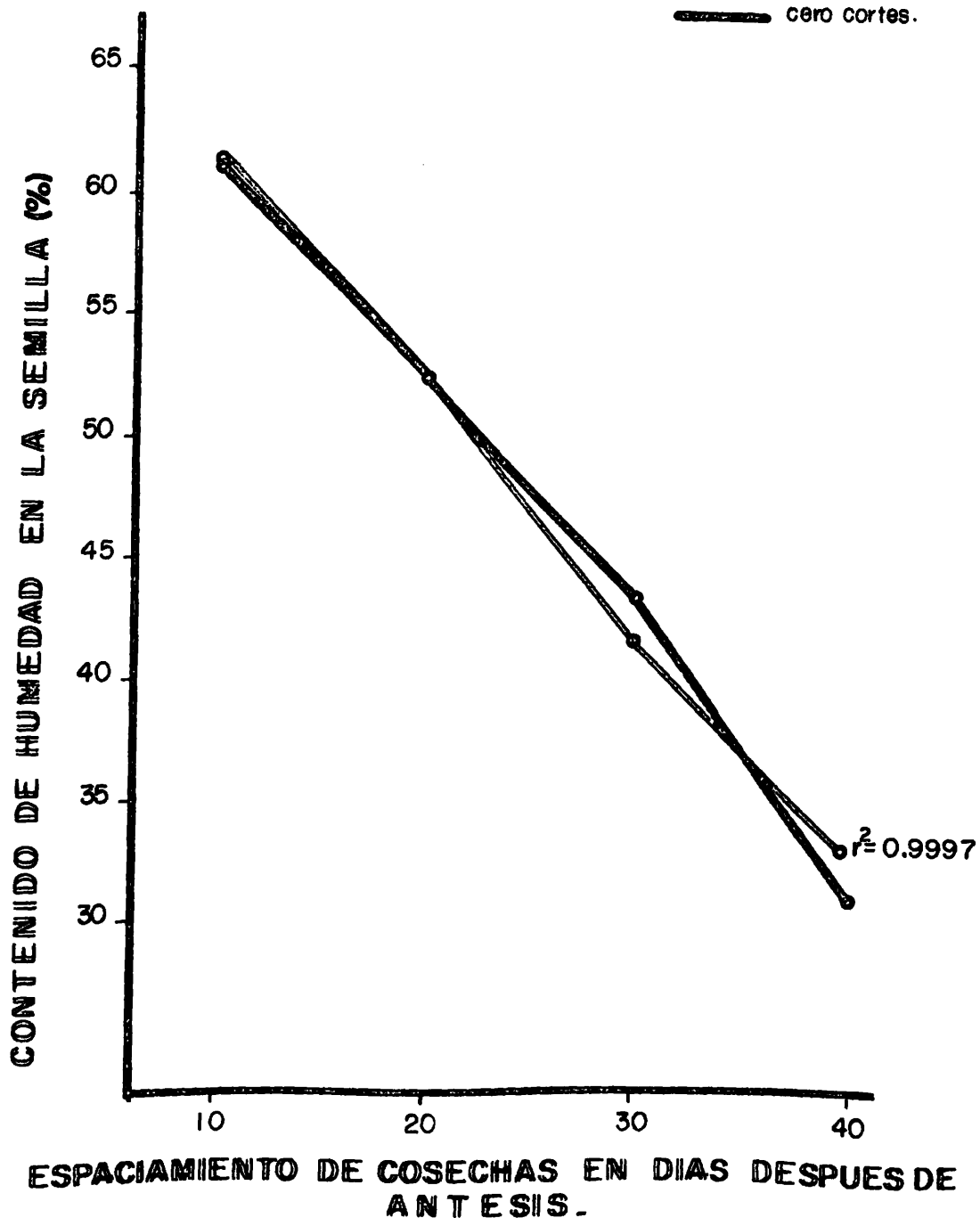
$$\hat{CH} = 58.79 - 51.1541X_i - 0.92958Y_j + 0.96696X_iY_j - 0.05103X_iY_j^2 + 0.02304Y_j^2 + 0.00077466X_iY_j^3 - 0.00387Y_j^3$$

Analizando los valores de la Figura 4.11, podemos comprobar que el descenso en el contenido de humedad es constante a través de los períodos de evaluación disminuyendo en un promedio de uno por ciento diario, resultados que fueron similares a lo reportado por Roberts (1971) y por Williams (1972) en híbridos tetraploides del género *Lolium*. Por su parte Klein y Harmond (1971) encontraron en *L. perenne* una caída diaria de tres por ciento del contenido de humedad.

Otros autores han utilizado el descenso del contenido de humedad en varios cultivos con la finalidad de determinar cambios fisiológicos en los componentes de la semilla, entre ellos Anslow (1964) en *L. perenne*, variedad S 24 y Hill y Watkin (1974b) en *L. perenne* variedad Ruani, mencionan que el máximo peso seco de la semilla se alcanza cuando ésta tiene un promedio de 42 por ciento del contenido de humedad. Esta variable también es utilizada como un indicador del rendimiento de semilla, dado que ha demostrado ser una guía confiable en su determinación. En el presente trabajo los más altos rendimientos fueron obtenidos en la tercera cosecha (30 DDA) a 42 por ciento en el contenido de humedad como promedio para ambos cortes, corroborando lo reportado por Anslow (1964); Hill y Watkin (1975a) y Akpan y Beam (1980).

$$\begin{aligned} \text{C.H.} &= 58.729 - 5.1541x_i - 0.9258y_j + 0.96696x_i y_j - 0.05 \\ &108x_i y_j^2 + 0.02309y_j^2 + 0.00077466x_i y_j^3 - 0.00 \\ &0387y_j^3 \end{aligned}$$

— un corte.
— cero cortes.



ra.4.11 Contenido de humedad en la semilla de *L. multiflorum* a diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

Otro efecto del contenido de humedad en la semilla - sobre el rendimiento, es el desgrane sufrido por el cultivo cuando éste alcanza bajos contenidos de humedad. En este trabajo el desgrane se inició en forma acelerada después de la tercera cosecha (30 DDA) en ambos cortes, mas dado que el espaciamiento entre evaluaciones fue de 10 días, éste no fue ubicado exactamente pero tomando como referencia el contenido de humedad en la semilla, se deduce que inició a un nivel inferior de 42 y 37 por ciento para cero y un corte respectivamente, similar a lo reportado por Roberts (1971) quien menciona que el desgrane comienza cuando el contenido de humedad en la semilla descendió de 45 por ciento. Por su parte Williams (1972) en otro híbrido tetraploide de *Lolium* encontró que el desgrane se inició a 55 por ciento de contenido de humedad, con pérdidas severas a niveles inferiores de 40 por ciento, indicando que la semilla puede ser cosechada con combinada a 43 por ciento sin causar daño mecánico.

Peso de 1000 Semillas

El peso de la semilla está influenciado por el grado de madurez que presenta el endospermo, dado que esta estructura es el principal componente de la semilla (Stoddart, 1964) lo cual influye directamente sobre la calidad de ésta.

La comparación de medias (Cuadro 4.10) muestra diferencias no significativas ($P < 0.05$) entre cortes.

Cuadro 4.10. Medias del peso (g) de 1000 semillas en *L. multiflorum* bajo diferentes cortes de forraje y cosecha de semilla.

Cortes ¹	Cosechas ¹	Tratamientos ¹
		T ₈ 2.570 a
		T ₄ 2.560 a
	B ₄ 2.565 a	T ₃ 2.490 ab
A ₁ 2.106 a	B ₃ 2.456 b	T ₇ 2.423 b
A ₂ 2.091 a	B ₂ 1.921 c	T ₂ 1.926 c
	B ₁ 1.453 d	T ₆ 1.916 c
		T ₅ 1.455 d
		T ₁ 1.451 d

1/ Medias comparadas por Duncan (P < 0.50)
Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Entre medias de cosechas para ambos cortes, los tratamientos resultaron estadísticamente diferentes entre sí, de éstos B₄ fue mayor en 1.1 gr respecto al peso más bajo (B₁) y sólo de 0.107 en relación a B₃. Los pesos de 1000 semillas entre tratamientos muestran diferencias significativas (P < 0.05) entre sí, de los cuales t₈, t₄ y t₃ resultaron estadísticamente superiores al resto de ellos.

El análisis de tendencia de esta variable presentó una respuesta cúbica al espaciamento en días después de antesis, la cual fue representada por una ecuación de la si - guiente forma:

$$P = 1.5446 - 0.0535Y_j + 0.005252Y_j^2 - 0.0000820Y_j^3$$

Analizando la Figura 4.12 se observa una considera - ble ganancia de peso entre los intervalos de las tres

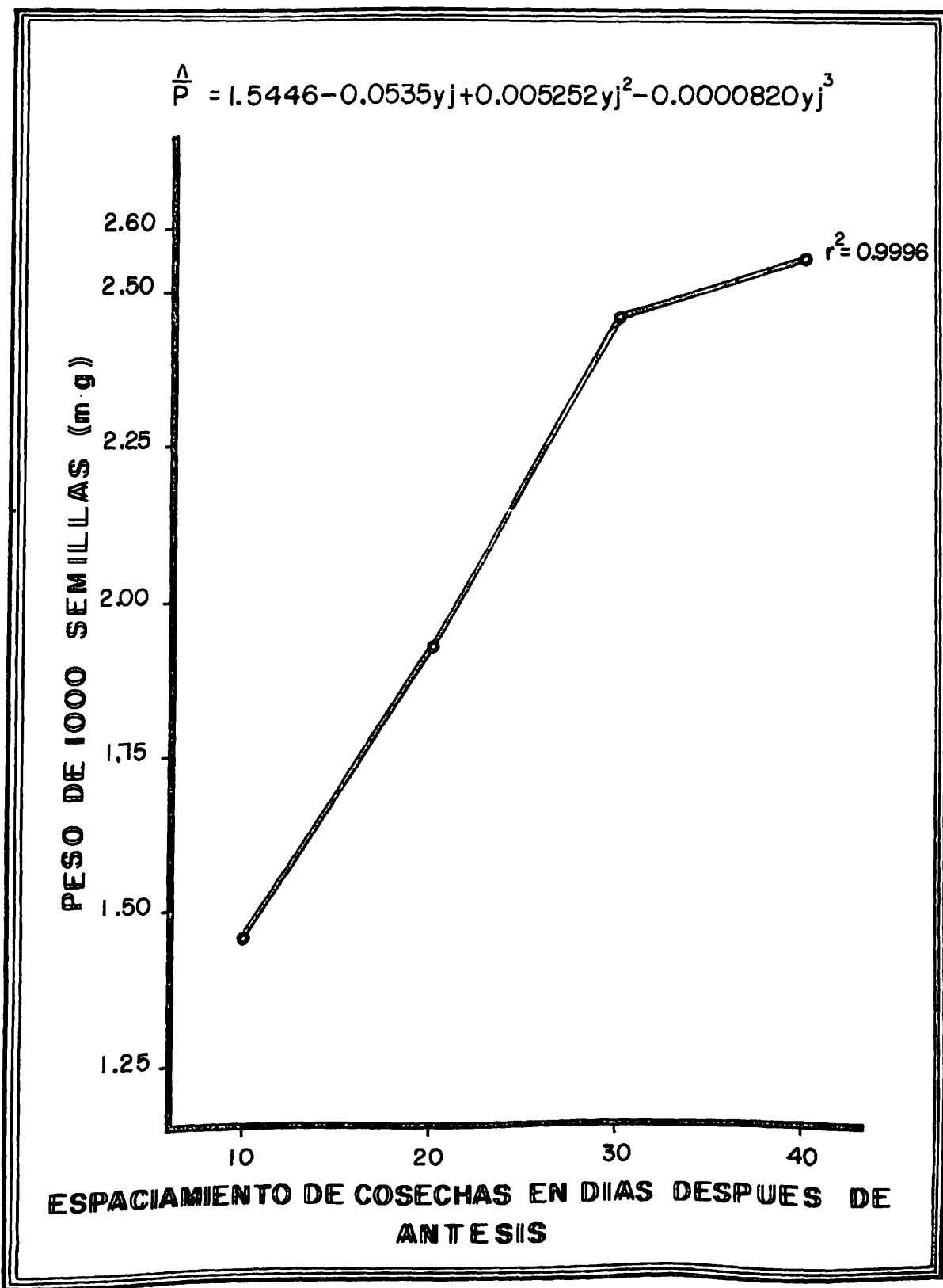


Fig. 4.12 Peso de 1000 semillas a diferentes cosechas de semilla en *L. multiflorum*.

primeras cosechas (10, 20 y 30 DDA), ganancia que disminuye drásticamente hacia la cuarta cosecha (40 DDA) en una figura similar a la reportada por Grabe (1956) en *Bromus unioloides* L. y por Pegler (1976) en *L. perenne* y *multiflorum*.

Por otra parte Mc Williams y Shroeder (1974) en *Phleum* y Akpan y Beam (1980) en dos variedades tetraploides de *L. multiflorum*, determinaron que el máximo peso de 1000 semillas se ubicó aproximadamente en 35 DDA, varios días después de obtener el más alto rendimiento de semilla. Considerando que esta última variable en el presente trabajo se encontró a 30 DDA mientras que el mayor peso de semillas fue observado en 40 DDA; los resultados, por lo tanto, son similares. Difiriendo de lo anterior, Anslow (1964) en *L. perenne* variedad S 24, y Hill y Watkin (1975b) en *L. perenne* variedad Ruani, quienes encontraron el máximo peso de 1000 semillas de 26 a 28 DDA, fecha anterior en aproximadamente ocho días a lo reportado en los resultados de este trabajo, diferencia que se considera razonable si se toma en cuenta la dificultad al determinar el momento de máxima floración. Sin embargo, en este trabajo se debe considerar que el peso más alto de esta variable se obtuvo a los 40 DDA dado que al retrasarla en 10 días respecto a (30 DDA) el peso de 1000 semillas se incrementó debido a un efecto de desgrane de los cariopsides más livianos ubicados en la parte distal de la espiguilla, ocasionando una ganancia de peso individual en el resto de las semillas, o bien que esta ganancia pudo ser causada por un aumento en el peso de la semilla por sí misma, según lo -

mencionado por Anslow (1964) en su estudio sobre maduración de semilla de *Lolium multiflorum*.

Realizando un análisis de los resultados obtenidos notaremos que las diferencias entre cortes no son marcadas - aún cuando el acondicionamiento de la semilla fue manual, - por lo que se podría esperar menor similitud, puesto que si en alguno de los cortes el beneficio hubiera sido deficiente, ésto se reflejaría en una mayor proporción de semilla ligera y con ella pesos bajos de 1000 semillas. Lo anterior - da oportunidad de comparar, por una parte, los rendimientos obtenidos con el mismo nivel de calidad, mientras que por - otra parte se pierde exactitud al determinar la pérdida en peso de la semilla bajo cortes sucesivos. Asimismo, el peso de la semilla en este caso se ve afectado al llevarse a cabo una selección del material recolectado mediante el acondicionamiento, específicamente en donde se utiliza el ventilador para levantar la semilla liviana, condición que es necesaria dado que el trabajo se llevó a cabo bajo situaciones prácticas de cultivo, cosecha y beneficio.

Germinación Estandar Sin Pretratamiento

La prueba de germinación ha sido ampliamente utilizada para determinar la calidad fisiológica de la semilla. Desde investigación hasta mercadeo en un programa de producción, es necesario conocer el nivel de calidad que mantiene el lote de semillas en respuesta a los factores genéticos, biológicos, físicos y ambientales que inciden sobre él. La

prueba de germinación estándar sin pretratamientos se utilizó como testigo para definir el grado de latencia que presentaron las semillas en una determinada época de desarrollo.

La comparación de medias (Cuadro 4.11) no mostró diferencias significativas entre cortes, mientras que cosechas y tratamientos fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). La cosecha B mostró porcentajes de germinación inferiores en 46.68, 66.87 y 71.41 por ciento respecto a B_2 , B_3 y B_4 . Los tratamientos t_8 , t_4 , t_7 y t_3 mostraron en el mismo orden los mayores porcentajes de germinación en cuanto al nivel requerido para su comercialización.

Cuadro 4.11. Medias de germinación estándar (%) sin pretratamiento en semillas de *L. multiflorum* bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

Cortes ¹		Cosechas ¹		Tratamientos ¹	
				T_8	98.34 a
				T_4	97.75 a
		B_4	98.37 a	T_7	97.18 a
A_1	62.710 a	B_3	93.93 b	T_3	91.43 b
A_2	62.116 a	B_2	73.64 c	T_2	78.37 c
		B_1	29.96 d	T_6	65.56 d
				T_1	30.87 e
				T_5	26.62 e

^{1/} Medias comparadas por Duncan ($P < 0.05$)
Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

En cuanto a los tratamientos, el análisis de tendencia mostró una respuesta cúbica al espaciamiento en días después de antesis, la que se expresa de la siguiente manera:

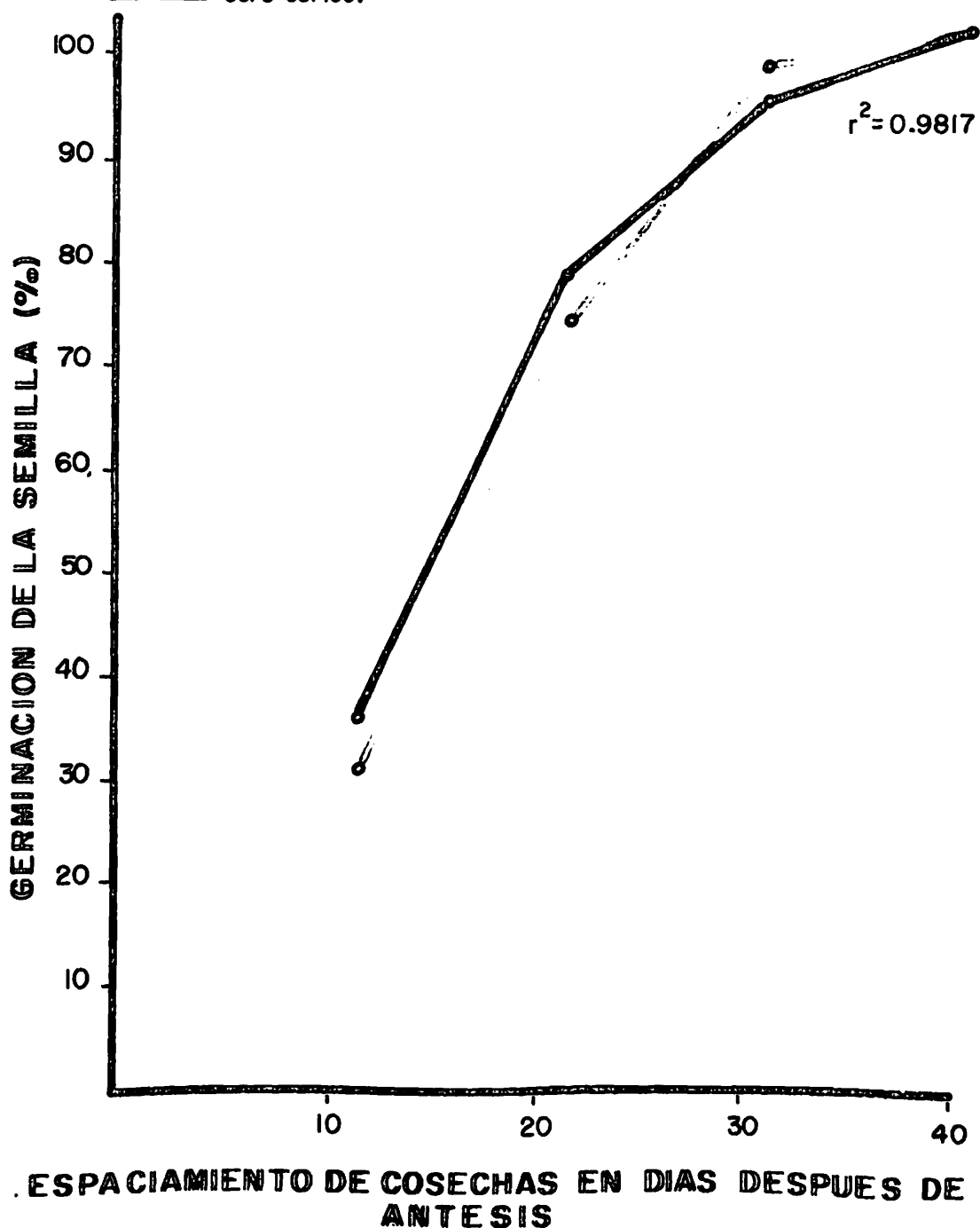
$$\text{GSP} = -21.7113 + 32.8085X_i + 7.0685Y_j - 5.6346X_iY_j + 0.2591X_iY_j^2 + 0.18087Y_j^2 - 0.003455X_iY_j^3 + 0.001727Y_j^3$$

Los porcentajes de germinación estimados en la Figura 4.13 muestran un cambio drástico en su comportamiento, el cual aumenta a medida que la semilla alcanza su madurez fisiológica. Los niveles reducidos de germinación en promedio (28 por ciento) fueron obtenidos a 10 DDA bajo ambos cortes, similar a lo reportado por McWilliams y Shroeder (1974) en el género *Phalaris* y por Akpan y Beam (1980) en los híbridos tetraploides de *Lolium*, Sabrina Leri y Augusta; estos autores mencionan que bajo cosechas tempranas el nivel de respuesta de las semillas es reducido; contrario a lo anterior, Pegler (1976) en variedades de *L. perenne* y *multiflorum* reporta como promedio 88 por ciento de germinación bajo cosechas tempranas, sin embargo, esta clase de semillas presenta un peso seco bajo, por lo que su comportamiento en campo no puede ser asegurado.

Los resultados de germinación estándar obtenidos en el presente trabajos de semilla cosechada a 10 DDA y puesta a germinar 60 días después, son considerablemente inferiores a lo reportado por Hill y Watkin (1975b) en *L. perenne* variedad Ruanui quienes al realizar la prueba de germinación 90 días postcosecha, encontraron valores de 85 por ciento a 15 DDA. En otra evaluación los mismos autores probaron semilla inmediatamente después de removerla de la planta, encontrando resultados similares a los obtenidos en esta figura. Lo anterior indica que existe un período

$$\frac{\Lambda}{GSP} = -21.7113 + 32.8085xi + 7.0685yj - 5.6346xij + 0.2591xij^2 - 0.18097yj^2 - 0.003455xij^3 + 0.001727yj^3$$

un corte,
cero cortes.



4.13 Germinación estandar de Semilla de *L. multiflorum* sin pretratamiento a diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

posterior a la cosecha durante el cual la semilla sufre un cambio en su maduración o bien se elimina algún tipo de hormona presente bajo altos contenidos de humedad, lo que induce un grado de latencia superior al encontrado en cosechas posteriores (Deluche, 1958).

En cuanto al grado de inmadurez presente en 10 DDA - éste disminuye considerablemente en la siguiente cosecha (20 DDA); sin embargo, como la misma figura lo muestra, los porcentajes de germinación aún son bajos, lo que indica que la semilla no ha alcanzado el máximo peso seco por lo que al cosechar en esta etapa se obtiene semilla de baja calidad. Asimismo, la tendencia de ésta continúa en ascenso hasta 30 DDA etapa en donde tiende a decrecer considerablemente alcanzando la semilla su madurez fisiológica, ya que las pequeñas diferencias entre esta etapa y la de 40 DDA pueden ser debidas a un ligero aumento en el peso de la semilla, resultados similares a lo reportado por Pegler (1976) en las variedades de *Lolium* S 22, S 23, S 24, y por Roberts (1969) en *Phleum pratense* variedad S 352.

Germinación Estandar con Pretratamiento

El objetivo de esta determinación fue eliminar el grado de latencia presente en las diferentes etapas de desarrollo en la semilla, así como su calidad fisiológica. Las diferencias de medias (Cuadro 4.12) muestran porcentajes de germinación estadísticamente significativos ($P < 0.05$), observando en un corte el valor más alto, aunque si se

observan las medias éstas difieren en sólo 2.5 por ciento - de germinación. En cuanto a cosechas de semilla, las diferencias significativas ($P = 0.05$) indican que a los 40 DDA se tienen los niveles más altos de germinación. Sin embargo, los porcentajes a los 30 DDA, aunque estadísticamente diferentes, son sólo 1.5 por ciento inferiores a éstos. La comparación entre tratamientos muestra a t_8 , t_7 y t_4 superiores al resto, bajo un nivel de significancia de ($P = 0.05$).

Cuadro 4.17. Medias de germinación estándar (%) con pretratamiento en *L. multiflorum* bajo diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

Cortes ¹		Cosechas ¹		Tratamientos ¹	
				T_8	98.50 a
				T_4	97.60 ab
		B_4	97.8 a	T_7	97.00 ab
A_1	87.7 a	B_3	96.3 b	T_3	94.35 b
A_2	84.6 b	B_2	82.4 c	T_2	84.20 c
		B_1	53.6 d	T_6	80.60 c
				T_1	54.20 d
				T_5	52.90 d

1/ Medias comparadas por Duncan ($P = 0.05$)
Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

En cuanto al análisis de tendencia, éste permitió determinar una respuesta cuadrática al efecto de cosechas en días después de antesis, comportamiento que fue explicado por la ecuación que se describe a continuación:

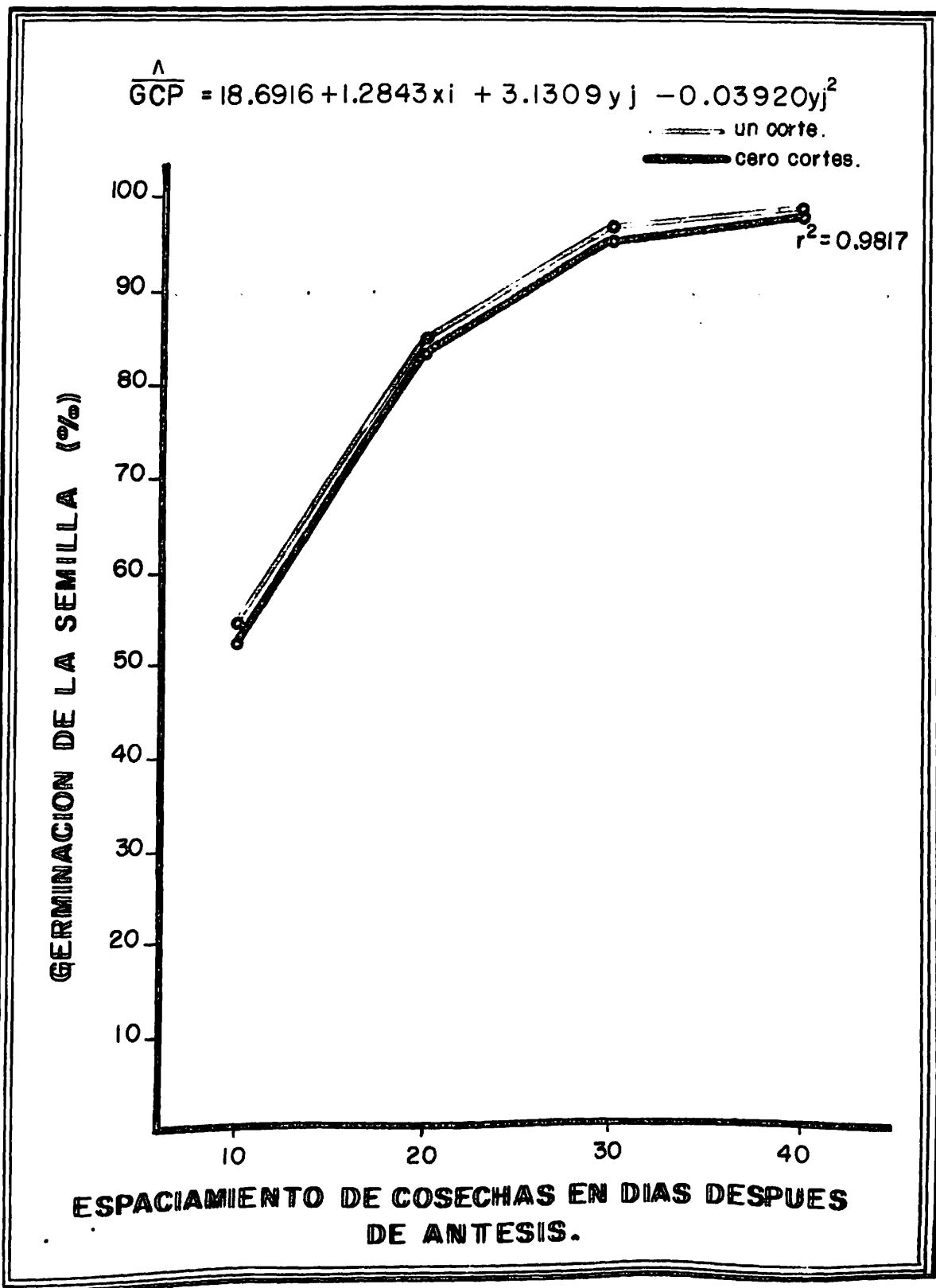
$$GCT = 18.6916 + 1.2843X_i + 3.1309Y_j - 0.03920 Y_j^2$$

Los resultados obtenidos en la primera cosecha a ce ro y un corte indican porcentajes intermedios de germinación

(Figura 4.14), aumentando considerablemente a medida que la semilla avanza en su grado de madurez. Entre 10 y 20 DDA existe el mayor incremento en germinación con 32 por ciento, mientras que entre 30 y 40 DDA el aumento es notablemente reducido, dos por ciento. Lo anterior es debido a que en el primer intervalo la acumulación de materia seca en la semilla es alta y constante, mientras que en las dos últimas cosechas el incremento del porcentaje de germinación es menor y paralelo a una ganancia mínima en el peso de la semilla. Esto corrobora lo reportado por Williams (1972) en el híbrido tetraploide de *Lolium* Sabel, quien muestra en sus resultados ganancia similares en germinación y peso de 1000 semillas después que la semilla ha madurado fisiológicamente.

Por otra parte, niveles elevados de germinación se alcanzaron en la semilla cosechada a 30 DDA en ambos cortes, valor aproximado a lo reportado por Stoddart (1964), quien menciona que la máxima germinación en *L. perenne* fue alcanzada entre 33 y 36 DDA cuando el total de carbohidratos solubles y azúcares reductores tienden a estabilizarse luego de estar en su punto superior. Este mismo autor señala que en el mismo tiempo el endospermo de la semilla mostró un estado entre lechoso y masoso suave, el mismo estado que encontró Pegler (1976) en semillas cosechadas más temprano, lo que indica que la máxima capacidad de germinación se encuentra en un estado anterior, es decir, entre los 25 y 30 DDA. Condiciones similares son reportadas por Anslow (1964) en semillas de inflorescencias tardías en *L. perenne*, por

U.A. 1977



ra. 4.14 Germinación estandar de semilla de *L. multiflorum* con pretratamiento a diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla.

Mc Williams y Shroeder (1974) en semillas del género *Phala-*
tis y por Akpan y Beam (1980) en híbridos tetraploides del
género *Lolium*.

Por otro lado, semillas de *P. pratense* con un patrón
de desarrollo parecido al de *Lolium*, cosechada 14 DDA y eva-
luadas dos meses después de ésta, mostró porcentajes de ger-
minación cercanos a 60 por ciento aumentando la tendencia -
hasta 42 DDA (Roberts, 1969) en una curva de respuesta seme-
jante a la aquí encontrada; sin embargo, los resultados para
épocas tempranas de cosecha (10DDA) no concuerdan con lo re-
portado por Hill y Watkin (1975b) quienes encontraron que se
millas inmaduras después de tres meses de almacenamiento no
respondieron a los tratamientos de germinación. Deduciendo -
que lo anterior obedece en parte a una eliminación de semi--
lla con un alto grado de inmadurez en el presente trabajo, -
permitiendo que ésta tuviera un mayor vigor o calidad. Sin -
embargo, al hacer la comparación con la prueba testigo se ob
servó una ganancia de un 22 por ciento de germinación a los
10 DDA, lo que indica por una parte que un cierto grado de -
bloqueo fisiológico fue superado, por lo tanto, al parecer -
el grado de inmadurez de la semilla fue el mayor impedimen-
to en la respuesta a la germinación bajo condiciones favora-
bles. Planteamiento que se cumple al reducirse del 22 a 10 -
por ciento en 20 DDA, mientras que en 30 DDA no existieron -
diferencias, indicando lo anterior que al menos la semilla -
bajo contenidos de humedad reducidos no mostró latencia.

Vigor (Germinación Después de Deterioro Controlado)

El vigor de la semilla es un atributo de calidad que permite evaluar la condición fisiológica de un lote de semillas. La comparación de medias en el presente trabajo (Cuadro 4.13) muestra diferencias significativas ($P = 0.05$) entre cortes observando que el vigor de la semilla es cero cortes (A_1) resultó superior al de un corte (A_2) en 4.4 por ciento. Las diferencias significativas observadas entre cosechas indican que B_4 fue superior en 9.7, 68.37 y 92.9 por ciento de vigor respecto a B_3 , B_2 y B_1 , respectivamente.

Cuadro 4.13. Medias de vigor (%) en la semilla de *L. multiflorum* bajo diferentes cortes de forraje y cosecha de semilla.

Cortes ¹		Cosechas ¹		Tratamientos ¹	
				T_4	94.87 a
				T_8	94.43 ab
		B_4	94.05 a	T_3	84.97 bc
A_1	53.66 a	B_3	84.35 b	T_7	83.84 c
A_2	49.26 b	B_2	25.08 c	T_2	34.75 d
		B_1	1.15 d	T_6	16.62 e
				T_5	1.18 f
				T_1	1.12 gh

^{1/} Medias comparadas por Duncan ($P = 0.05$)

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

En cuanto a los tratamientos, las diferencias significativas indican que los mayores resultados fueron obtenidos en T_4 , T_8 , T_3 y T_7 siguiendo el mismo orden de magnitud.

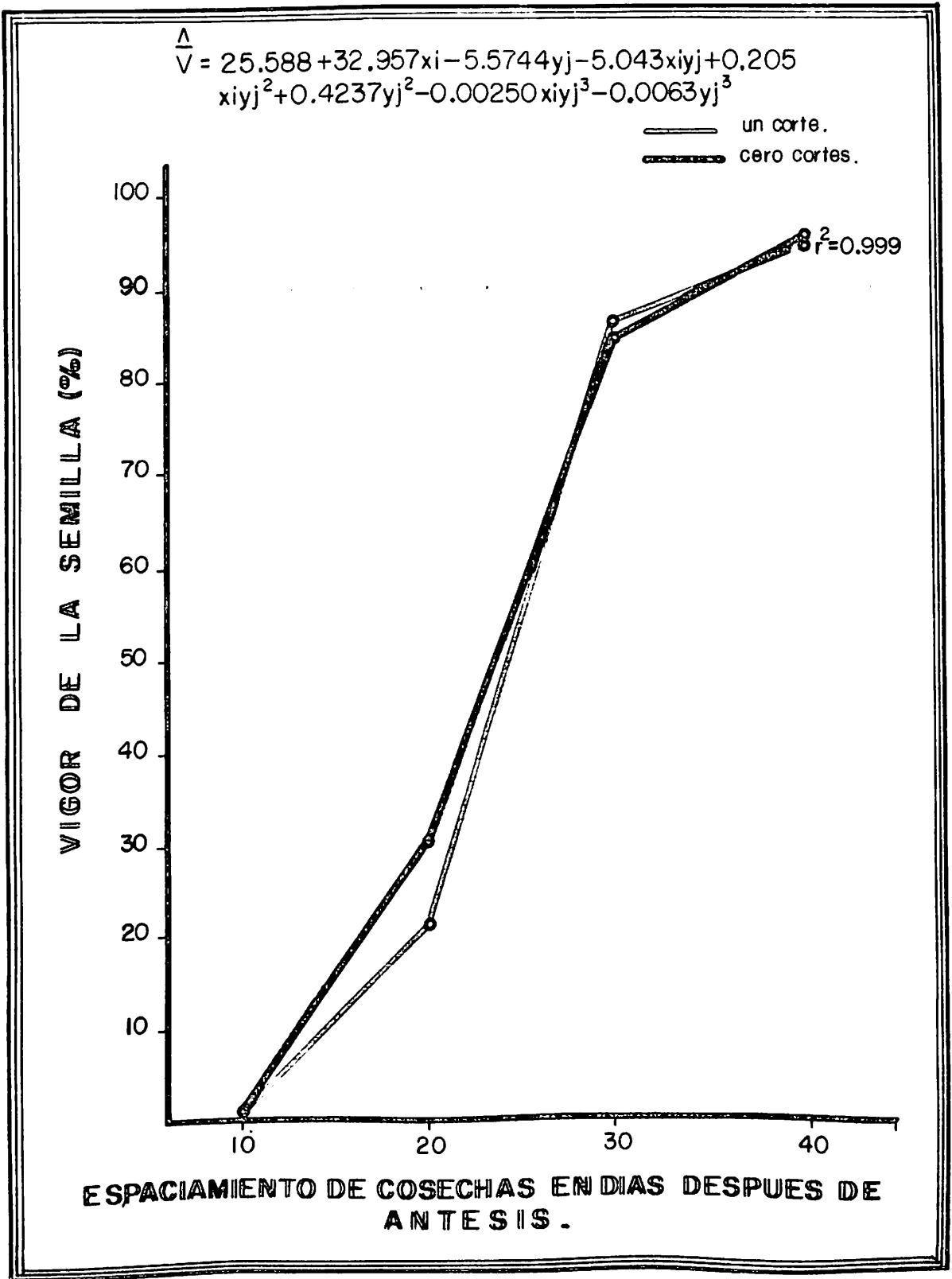
Los tratamientos respondieron al análisis de tendencia con un efecto cúbico, el que es representado por una -

ecuación de tercer grado:

$$DC = 25.588 + 32.957X_i - 5.5774Y_j - 5.043X_iY_j + 0.205X_iY_j^2 + 0.4237Y_j^2 - 0.00250X_iY_j^2 - 0.0063Y_j^3$$

Analizando el comportamiento de los porcentajes de vigor estimados en la Figura 4.15 se observa que en ambos cortes las semillas inmaduras (10DDA) muestran un reducido nivel de vigor, el que aumenta en mayor grado en 20 DDA bajo cero cortes. Las diferencias obtenidas para esta última cosecha respecto a la de un corte, podrían ser debidas a un error de muestreo, dado que las medias restantes son muy similares; sin embargo, Powell y Matthews (1981) indican que es difícil comparar el vigor entre lotes de semillas cuando el promedio de población se encuentra en una etapa de transición de un estado inmaduro a uno de madurez. Por otra parte se puede considerar que el vigor presenta poca respuesta al tratamiento de corte, aun cuando en el análisis de varianza tenemos un efecto.

Asimismo, cuando una partida de semillas presenta ciertos tipos de bloqueo físico o fisiológico, implica ciertos problemas en la evaluación del vigor, siendo difícil determinarlo con esta prueba (Ellis y Roberts, 1980), lo anterior nos lleva a pensar que las determinaciones en la primera y hasta cierto grado en la segunda evaluación, no son del todo exactos. Sin embargo, al parecer el tipo de impedimento fisiológico más que hormonal es de inmadurez reflejado por el peso de 1000 semillas bajo y un endospermo cristalino, lo



gura. 4.15 Vigor de la semilla de *L. multiflorum* a diferentes cortes de forraje y cosechas de semilla .

que nos lleva a obtener niveles reducidos de vigor. De esta forma los niveles más altos de vigor se ubican cuando se se milla alcanza su madurez fisiológica (30 DDA) y después de ésta (40 DDA), en cuanto al incremento observado entre estas dos últimas evaluaciones, puede ser debido principalmente a una ligera ganancia en el peso de la semilla. Por otro lado, la tendencia observada en los porcentajes de vigor corrobora lo reportado por Mc William y Shroeder (1974) en *Phalaris* y por Akpan y Beam (1980) en el híbrido tetraploide Sabrina del género *Lolium*, quienes mencionan que niveles reducidos de vigor en cosechas tempranas, se incrementan progresivamente hasta alcanzar su máximo porcentaje en madurez fisiológica. Sin embargo, aun cuando en 40 DDA se obtiene el máximo nivel de vigor, porcentajes aceptables también son encontrados en la tercera cosecha; no obstante Ellis y Roberts (1980) mencionan que los valores determinados en una prueba de vigor no corresponden exactamente a las plántulas establecidas en campo, dado que el establecimiento depende en gran parte de las condiciones ambientales y del suelo, por lo tanto, la certeza en la predicción de la prueba sólo se puede ver en forma retrospectiva, ya que la relación de porcentajes de germinación y de emergencia en la tercera cosecha (30 DDA) pueden verse mejorados si las condiciones de campo son favorables.

CONCLUSIONES

1. Las condiciones climáticas que prevalecieron durante las primeras etapas del cultivo, ocasionaron un retraso en el crecimiento y desarrollo de las plantas.
2. Bajo las condiciones del presente estudio, las plantas de esta especie de pasto emitieron tallos reproductivos en forma constante y progresiva.
3. La reducción entre la longitud de panícula y culmo, el número de espiguillas por panícula, está asociada a la emisión de nuevos tallos reproductivos a través de las diferentes fechas de cosecha.
4. El corte de forraje en la etapa reproductiva reduce la longitud de culmo y panícula, número de flores por espiguilla, espiguillas por panícula y rendimiento de semilla, pero incrementa el número de tallos por unidad de superficie, lo cual origina mayor producción de materia seca.
5. A cero y un corte de forraje se presentó la pérdida de flores y semillas independientemente del

- contenido de humedad que existió.
6. El nivel de rendimiento obtenido a los 30 días - después de antesis y cero cortes de forraje estuvo muy por debajo del rendimiento potencial estimado.
 7. El punto óptimo de cosecha puede ser determinado por el contenido de humedad en la semilla, sin embargo, éste puede ser alterado por precipitaciones pluviales.
 8. Retrasos en la cosecha después de madurez fisiológica conducen a pérdidas considerables de rendimiento de semilla.
 9. Aun cuando los niveles de germinación son aceptables en semilla de cosechas tempranas, no asegura que el vigor de ésta sea del mismo nivel.
 10. El peso de 1000 semillas es un indicador del nivel de vigor de la semilla para esta especie.
 11. La mayor calidad de semilla se obtuvo en fecha posterior al máximo rendimiento de semilla.
 12. Semillas de cosechas tempranas presentaron cierto grado de latencia.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en un cultivo de *Lolium multiflorum* (Lam.) variedad Oregon. Los objetivos fueron determinar el efecto del número de cortes de forraje y cosechas de semilla sobre el rendimiento, sus componentes y la calidad fisiológica de la misma bajo las condiciones de la región de Navidad, N.L., así como la producción de materia seca por hectárea, el contenido de humedad en el proceso de desarrollo de la semilla y en el desgrane de ésta.

El cultivo mostró una baja acumulación de carbohidratos, lo que redujo la producción de materia seca, mostrando un comportamiento de vida anual. El número de flores por espiguilla, espiguillas por panícula, longitud de culmo y panícula, descendieron en panículas de emergencia temprana a tardía. El desgrane de flores se presentó desde contenidos de humedad en la semilla a 60 por ciento en pocos días después de antesis, hasta 30 por ciento en la última cosecha (40 DDA); sin embargo, el desgrane fue el principal contribuyente en la reducción de estructuras, reducción causada en parte por una competencia de asimilatos con los tallos reproductivos en crecimiento y formación. El mayor rendimiento de semilla fue obtenido en 30 días después de antesis, tanto en cero como en un corte de forraje. Porcentajes reducidos de germinación

fueron obtenidos en cosechas tempranas de madurez (10 DDA) - porcentajes que aumentaron hacia la segunda cosecha (20 DDA) sin embargo, el vigor y el peso de 1000 semillas mostraron niveles reducidos, siendo aceptables hasta la tercera cosecha (30 DDA), posterior a ésta, el peso de 1000 semillas, germinación y vigor se vieron favorecidos por ligeros incrementos en el peso promedio individual de la semilla, causado por el desgrane de semilla de tamaño inferior.

LITERATURA CITADA

- Aitken, Y. 1967. The flowering responses of crop and pasture species in Australia. I. Factors affecting development in the field of *Lolium* species (*L. rigidum* Gaud, *L. perenne* L., *L. multiflorum* Lam.). *Herbage Abstracts*. 37(1):55. Australia.
- Akpan, E.E.J., and E.W. Beam. 1980. The effects of density, date of inflorescence emergence, date of harvesting and temperature upon seed quality in tetraploid hybrid Ryegrass. *Grass and Forage Science*. 35(1):55-61. Great Britain.
- Altergott, V.F. 1937. The cause of the death of plants at high temperatures. *Herbage Abstracts*. 7(1):41. *Ukrainia*.
- Alvarado M., E. 1982. Evaluación de cuatro métodos y cuatro densidades de siembra para la producción de semilla de zacate Ryegrass anual (*Lolium multiflorum* Lam). Tesis profesional UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 44 p.
- Andersen, S. and K. Andersen. 1980. The relationships between seed maturation and seed yield in grasses. In: Hebblethwaite, P.D. (ed.). *Seed Production*. Butterworths. London. p. 151-172. Great Britain.
- Anslow, R.C. 1964. Seed formation in perennial Ryegrass. Maturation of seed. *J. Br. Grassld. Soc.* 19(3):349-357 Great Britain.

- Beevers, L., and J.P. Cooper. 1964a. Influence of temperature on growth and metabolism of Ryegrass seedlings. II. Variation in metabolites. *Crop Science*. 4(2):143-146. USA.
-
- _____. 1964b. Influence of temperature on growth and metabolism of Ryegrass seedlings. I. Seedling growth and yield components. *Crop Science* 4(2);139-142. USA.
- Bleasdale, J.K.A. 1984. *Plant physiology in relation to horticulture*. 2 ed. Mc Millan Press. London. p. 120. Great Britain.
- Brawn, R.H. and R.E. Blaser. 1965. Relationships between carbohydrates accumulation and growth rate in orchardgrass and tall fescue. *Crop Sci*. 5(6):577-582. USA.
- Burbidge, A., P.D. Hebblethwaite and J.D. Iving. 1978. Lodging studies in *Lolium perenne* grown for seed. Floret site utilization. *J. Agric. Sci. Camb.* 90(2):269-274. Great Britain.
- Clary, W.P. 1966. Temperature effects on reproductive processes of russian wildrye. *Herbage Abstracts*. 36(2):50. USA.
- Dávila V., R., R. de León G. y M.M. Estrella. 1983. Avances en la investigación sobre producción de semilla de rye grass anual (*Lolium multiflorum* Lam.). *Memorias: Actualización sobre tecnología de semillas*. 1983. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. p. 47-63.
- Deluche, J.C. 1958. Germination of Kentucky bluegrass harvested at different stages of maturity. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts*. 48:81-84 USA.

- Deluche, J.C. and C.C. Baskin. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. *Seed Sci & Technol.* 1:427-452. USA.
- Ellis, R.H., and E.H. Roberts. 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. In: Hebblethwaite, P.D. (ed.). *Seed production.* Butterworths. London. p. 605-635. Great Britain.
- Frakes, R.V. 1962. The ryegrasses. In: Heath, M.E., D.S. Metcalf y R.F. Barnes. (ed.). *Forages. The science of grassland agriculture.* 3a. ed. The Iowa State University. Press. pp. 307-313. USA.
- Frey, K.J., E. Ruan and S.C. Wiggans. 1958. Dry weights and germination of developing oat seeds. *Agron. J.* 50(5) 248-250. USA.
- González R. y J. Vázquez. 1974. Fechas de siembra en pastos y cereales bajo condiciones de riego. Resúmenes de trabajos realizados con *Lolium* spp en el CIANOC de 1973 a 1980. p. 4. México.
- _____. 1976. Densidades y métodos de siembra en pastos de invernadero. Resúmenes de trabajo realizados con *Lolium* spp. en el CIANOC de 1973 a 1980. p. 5. México.
- Grabe, D.F. 1956. Maturity in smooth brome grass. *Agron. J.* 48(6):253-256.
- Hampton, J.G. and P.D. Hebblethwaite. 1984. Yield components of the perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Seed - Crop. Herbage Abstracts.* 54(2):386. Great Britain.
- Hampton, J.G., T.G. Clemence and P.P. Hebblethwaite. 1983. Nitrogen studies in *Lolium perenne* grown for seed. IV. Response of amenity types and influence of a growth regulator. *Herbage Abstracts.* 53(8):405. Great Britain.

- Hebblethwaite, P.D. 1977. Irrigation and nitrogen studies in S.23 ryegrass grown for seed. Growth, development, seed yields components and seed yield. J. Agric. Sci. Camb. 8(3):605-614. Great Britain.
- Hebblethwaite, P.D. and J.D. Ivins. 1977. Nitrogen studies in *Lolium perenne* grown for seed. 1. Level of application. J. Br. Grassld. Soc. 32(4):195-204. Great Britain.
- Hebblethwaite, P.D. and S.D. Peirson. 1984. The effects of method and time of sowing on seed production in perennial ryegrass. *Herbage Abstracts*. 54(12):386. Great Britain.
- Hebblethwaite, P.D., D. Wright and A. Noble. 1980. Some physiological aspects of seed yield in *Lolium perenne* (Perennial ryegrass). In: Hebblethwaite, P.D. (ed.), Seed production. Butterworths. London. p. 71-90. Great Britain.
- Hill, J.J. 1980. Temperatre pasture grass-seed crops: Formative factores. In: Hebbletwaite, P.D. (ed.). Seed production. Butterworths. London. p. 137-150. Great Britatin.
- Hill, M.J. and B.R. Watkin. 1975a. Seed production studies on perennial ryegrass. Timothy and Praire grass. II. Effect of tiller age on tiller survival. Ear emergence and seedhead components. J. Br. Grassld Soc. 30(1):63-71. New Zeland.
- _____ . 1975b. Seed production studies on perennial ryegrass. Timothy and praire grass. I. Changes in physiological components during seed development and time and method of harvesting for maximum seed yield. J. Br. Grassld. Soc. 30(2):131-140. New Zeland.

- Hitchcock, A.S. 1950. Manual of the grasses of the United States. 1950. 2a. ed. United States Department of Agriculture. Miscellaneous Publication No. 200. USA. 1051 p.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for seed testing. 1985. Seed Science and Technology. 13(2):303-520. The Netherlands.
- Islas O., G.R., D.F. Ibarra, M.G. Peñuñuri, G.C. Lizárraga del. 1985. Producción de forraje y semilla en rye grass utilizando diferentes fechas de siembra y cortes. Memoria: Reunión de investigación pecuaria en México. 1985. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH)-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). p. 272.
- Jones, M.D. and J.G. Brawn. 1951. Pollination cycles of some grasses in Oklahoma. Agron. J. 43(5):218-222. USA.
- Klein, L.M. and J.E. Harmond. 1971. Seed moisture a harvest timing index for maximum yields. Transaction of the ASAE 14(1):124-126. USA.
- Kleinendorst, A. and A. Sonneveld. 1966. Influence of the vernalization period and light intensity on shooting and composition of the inflorescence of perennial rye grass (*Lolium multiflorum* L.). Herbage Abstracts. 36 (4):258. France.
- Lambert, D.A. 1966. The effect of cutting cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) grown for production of seed. J. Br. Grassld. Soc. 21(3):200-207. Great Britain.
- Langer, R.H. 1963. Tillering in herbage grasses. Herbage Abstracts. 33(3):141-144. New Zealand.

- Lindsey, K.E. and M.L. Peterson. 1962. High temperature -
suppression of flowering in *Poa pratensis* L. Crop -
Sci. 2(1):71-74. USA.
- Little, T.M., y F.J. Hills. 1976. Métodos estadísticos para
la investigación en la agricultura. 1a. ed. Ed. Tri-
llas. México. p. 139.
- Marshall, A.H. and R.E.L. Naylor. 1985. Seed vigour and -
field establishment in italian ryegrass *Lolium multiflo-*
rum Lam.). Seed Sci. and Technol. 13(3):781-794. -
The Netherlands.
- Martínez R., A. y J.C. Martínez. 1975. Producción de semi -
lla de zacate ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.)
en la Comarca Lagunera. Informe de investigación -
CIANE-INIA-SAG. 15 p. México.
- Matthews, S. 1980. Controlled deterioration: a new vigour -
test for crop seeds. In: Hebblethwaite, P.D. (Ed.)
Seed production. Butterworths. London. p. 647-660.
Great Britain.
- Maynez J., F. 1973. Efecto de diez fechas de siembra en ce-
reales de invierno y pasto para forraje, bajo condi-
ciones de riego. Resúmenes de trabajos realizados -
con *Lolium* spp. en el CIANOC, de 1973 a 1980. p. 7.
México.
- Mc William, J.R. and H.E. Shroeder. 1974. The yield and -
quality of *Phalaris* seed harvested prior to maturity
Aust. J. Agric. Res. 25(2):259-264. New Zeland.
- Mendoza H., J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona
de influencia inmediata de la UAAAN. Universidad -
Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo,
Coahuila, México. 615 p.

- Meyer, G.S., D.B. Anderson, R.H. Bohning and D.G. Fratiane. 1973. Introduction to Plant Physiology. 2a. ed. D. Van Nostrand Company. London. 565 p.
- Ortega S., J.A. y P.A. del Prado. 1985. Efecto de defoliación y fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla de pasto Rye grass (*Lolium multiflorum*) en la zona centro de tamaulipas. Memoria Reunión de Investigación Pecuaria en México. 1985. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH)-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). p. 243.
- Ortegón P., J. 1975. Estudio sobre producción de semilla de pasto italiano (*Lolium multiflorum* L.) en diferentes densidades y cortes en Pabellón, Ags. 1974. Tesis profesional UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 34 p.
- Pegler, R.A.D. 1976. Harvest ripeness in grass seed crops. I. Br. Grassld. Soc. 31(1):7-13. Great Britain.
- Pérez G. y C. Sánchez. 1974. Evaluación de diez fechas de siembra en tes pastos de invierno bajo riego. Resúmenes de trabajos realizados con *Lolium* spp en el CIANOC de 1973 a 1980. 18 p.
- Perry, D.A. 1981. Metodology and application of vigour test In: Perry, D.A. Handbook of vigour test. (ed.). The International Seed Testing Association. Zwitterland. p. 8-18.
- Peterson, M.L. and L.E. Bendixen. 1963. Relationship of gibberellin and auxin to thermal induction of flowering in *Lolium temulentum* L. Crop Sci. 3(1):79-82. USA.
- Peterson, M.L. and W.E. Loomis. 1943. Effects of photoperiod and temperature on growth and flowering of Kentucky bluegrass. Plant Physiology. 24(1):31-43. USA.

- Peterson, M.L., J.P. Cooper, AND L.E. Bendixen. 1961. Thermal and photoperiodic induction of flowering in *Darnel* (*Lolium temulentum*). Crop Sci. 1(1):17-20. USA.
- Porter A., J. 1982. Riego y fertilización para la producción de semilla de ryegrass *Lolium multiflorum* Lam. en Navidad, N.L. Tesis profesional UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 49 p.
- Powel, A.A. and S. Matthews. 1981. Evaluation of controlled deterioration. A new vigour test for small seed vegetables. Seed Sci & Technol. 9(2):633-640. Scotland.
- Roberts, H.M. 1969. Harvesting S 532 Timothy for seed. J. Br. Grassld. Soc. 24(1):14-16. Great Britain.
- _____. 1971. Harvesting tetraploid rye grass for seed J. Br. Grassld. Soc. 26(1):59-62. Great Britain.
- Rodríguez C., V. 1985. Producción de materia seca y proteína cruda en *Lolium multiflorum* Lam. considerando diferentes alturas de corte y planta en el sur de Coahuila. Tesis profesional UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 57 p.
- Rubio M., D. y R. Martínez P. 1976. Efecto del número de cortes, densidad de siembra y fertilización sobre la producción de semilla de zacate ballico anual (*Lolium multiflorum*) en la comarca lagunera. Informe de investigación CIANE-INIA-SAG. p. 93-107. México.
- Sánchez C. y G. Pérez. 1975. Determinación de la densidad y métodos de siembra en pasto ballico inglés (*Lolium perenne*). Resúmenes de trabajos realizados con *Lolium* spp. en el CIANOC de 1973 a 1980. p. 7. México.
- Schaefferbeke, J. 1966. Effect of temperature and light on the anthesis of *Lolium italicum*. Herbage Abstracts. 36(1):50. France.

- Schoth, H.A. y R.M. Weihing. 1966. Los Ballicos. En: Hughes, H.D., Heath, M.E. y Metcalfe, D.S. (ed.). Forrajes. Compañía Editorial Continental, S.A., México. p. 343-347.
- Smith, D. 1968. Carbohydrates in grasses. IV. Influence of temperature on the sugar and fructosan composition - of timothy plant parts at anthesis. Crop Sci. 8(3): 331-334. USA.
- Stoddart, J.J. 1964. Seed ripening in grasses. Changes in - carbohydrate content. J. Agric. Sci. 62(1):67-72. Great Britain.
- Sullivan, J.T. and V.G. Sprague. 1949. The effect of temperature on the growth and composition of the stubble - and roots of perennial Ryegrass. Plant Physiology. 24(4):706-719. USA.
- Veronesi, F., F. Damiani, F. Grando, and S. Falcinelli. 1983. the influence of seed weight on establishment and - productivity in *Lolium perenne*. Herbage Abstracts.
- Williams, S. 1972. the effects of harvest date on the yield and quality of seed of tetraploid hybrid ryegrass. J. Br. Grassld Soc. 27(4):221-227. Great Britain.

A P E N D I C E

Cuadro A.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de la producción de materia seca por hectárea

Fuentes de variación	g.l	Producción de materia seca
Tratamientos	2	522,774**
Error	9	7'057,566
Total	11	100,820.55
C.V. (%)		15.24

Fuentes de variación	Componentes de rendimiento				
	1	2	3	4	5
Testigo vs. factorial	13.524**	242.954**	32390700**	1882.320**	325.975**
Cortes (A)	4.004**	36.168**	5518473.1**	1652.837**	98.350**
Cosechas (B)	17.180**	4.079*	805443.57**	27.336	6.576**
Cortes x cosechas	1.945**	1.360	116358.2	49.188*	1.184
Error experimental	0.3212	0.951	135025.28	12.168	1.198
C.V. (%)	7.21	5.62	12.5	8.46	6.57

- 1: número de flores por espiguilla
 2: número de espiguillas por panícula
 3: número de tallos por metro cuadrado
 4: longitud de culmo
 5: longitud de panícula

Cuadro A.3. Cuadrados medios y sus diferencias significativas de los análisis de varianza de los componentes de calidad y rendimiento de semilla.

Fuentes de variación	Componentes de Calidad					
	1	2	3	4	5	6
Cortes (A)	3.7195**	0.002	2.81	52.78*	121.10**	328920.74 *
Error exp. (A)	0.6635	0.00385	9.04	6.33	8.71	1064.97
Cosechas (B)	1308.3153**	1.1174**	4049.19**	1997.29**	8949.59**	72762.46 **
Cortes x cosechas (A x B)	25.38**	0.00248	83.05**	12.90	62.43**	17447.68 **
Error exp. (A x B)	1.4875	0.002975	6.32	8.95	11.49	457.23
C.V. (A) (%)	0.761	2.95	4.81	3.68	6.22	17.03
C.V. (B) (%)	0.658	2.59	4.02	4.38	7.14	11.16

1: contenido de humedad en la semilla

2: peso de 1000 semillas

3: germinación sin tratamiento

4: germinación con tratamiento

5: vigor

6: rendimiento de semilla