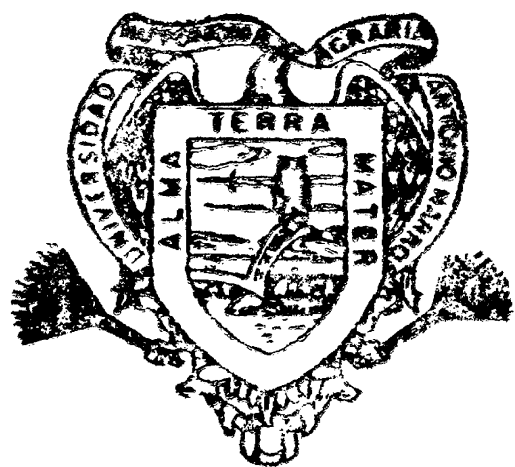


PRODUCCION ESTACIONAL Y DINAMICA
INTERESPECIFICA DE UNA MEZCLA DE ESPECIES
FORRAJERAS PERENNES IRRIGADAS

JOSE JUVENAL GUTIERREZ CASTILLO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCION ANIMAL



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

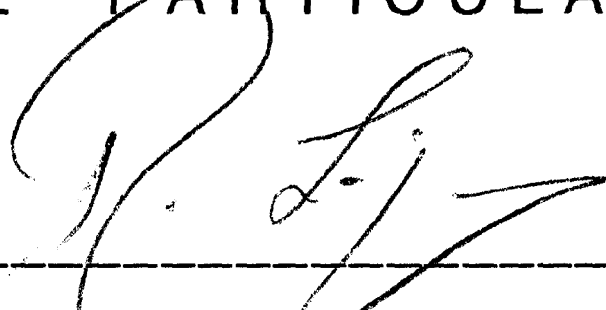
MAYO DE 1993

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

MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCION ANIMAL

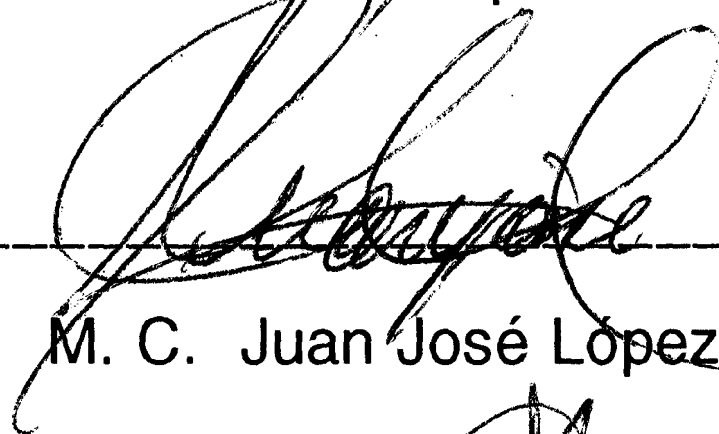
COMITE PARTICULAR

Asesor principal:



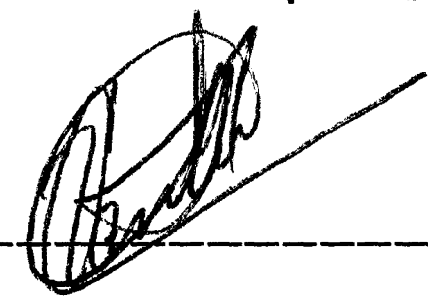
Dr. Ramiro López Trujillo

Asesor:



M. C. Juan José López González

Asesor:



M. C. Victor Cantú Hernández

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Dr. José Manuel Fernández Brondo
Subdirector de Posgrado



BIBLIOTECA

Buenvista, Saltillo, Coahuila. Mayo de 1993.

AGRADECIMIENTOS

Deseo presentar mi más sincera gratitud para el Ing. Heriberto Díaz Solís, por haberme brindado la oportunidad de poder concluir con esta investigación y por sus constantes consejos a pesar de encontrarse temporalmente fuera de esta Institución durante la última etapa de la misma.

De igual manera al Dr. Ramiro López Trujillo, al Ing. Víctor Cantú Hernández y al Ing. Juan José López González por sus consejos y apoyo para el desarrollo de la misma.

Al Ing. Juan M. Martínez, Ing. Miguel Gutiérrez Nungaray y a José Luis Vaca Ahumada por su colaboración dentro del desarrollo de esta investigación y por haberme facilitado sus registros parciales obtenidos durante primeros años en que se evaluó este experimento.

A la Lic. Ana Luisa Morales Rivas por su apoyo total durante la realización de los análisis estadísticos mediante el paquete computacional utilizado.

A Don Manuel Ramírez por el gran apoyo como técnico de campo que siempre me brindó, sin el cual hubiera sido muy difícil la finalización simultánea de mi Trabajo de Tesis y mi Plan de Estudios en esta Universidad.

A todo el personal docente, administrativo y manual de los Departamentos de Producción Animal, Recursos Naturales Renovables y de la Subdirección de Posgrado de esta Universidad, por el apoyo y la amistad recibida durante mi estancia en la misma.

DEDICATORIA

A mis hijos Mildrete, Cecilia y Diego, con profundo cariño por ser el mejor motivo para mi constante desarrollo académico y humano.

A mi esposa, Elizabeth, con todo mi amor por estarme apoyando durante estos años y sobre todo por la paciencia para soportar los constantes cambios que implican una Carrera Académica.

A mis padres, hermanos, sobrinos y demás parientes políticos por sus consejos y palabras de aliento para mi superación personal.

A mis maestros, compañeros y amigos, por sus constantes palabras de aliento y un sinnúmero de experiencias que siempre me ofrecieron.

A la memoria de Don Antonio Narro por su espíritu altruista que hasta la fecha ha forjado un gran número de técnicos silvoagropecuarios.

A Dios.

COMPENDIO

Producción estacional y dinámica interespecífica de una mezcla de especies forrajeras perennes irrigadas

POR

JOSE JUVENAL GUTIERREZ CASTILLO

MAESTRIA

PRODUCCION ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA MAYO DE 1993

Dr. Ramiro López Trujillo - Asesor-

Palabras clave: mezclas, composición botánica, temperatura,
radiación, evaporación, humedad.

Se evaluó una pradera mixta de marzo de 1989 a noviembre de 1992, para estimar la producción total e individual durante las diferentes estaciones del año y observar el efecto de la temperatura, radiación, evaporación y humedad relativa sobre la composición botánica de la mezcla. La composición botánica de la

mezcla al momento de la siembra (semilla) durante el otoño fue del 32 por ciento de festuca alta (*Festuca arundinacea*), 23 por ciento de ballico perenne (*Lolium perenne*), 19 por ciento de ovillo (*Dactylis glomerata*), 12 por ciento de bromo (*Bromus catharticus*) y 9 por ciento de alfalfa (*Medicago sativa*). Para el primer corte durante la primavera la composición botánica (de forraje) cambió drásticamente a 3.94, 13.82, 6.40, 5.35 y 70.50 por ciento respectivamente. Durante la segunda primavera la composición fue de 5.77, 2.69, 22.86, 3.40 y 65.27 por ciento respectivamente. Para el tercer año durante la primavera la composición de la mezcla fue de 15.64, 5.28, 26.04, 6.73 y 46.30 por ciento respectivamente. Por último durante el corte final en el otoño la composición fue de 16.23, 6.19, 18.61, 7.32 y 51.65 por ciento respectivamente. La alfalfa respondió mejor a la temperatura ($r=0.88$) y los zacates tuvieron una mejor respuesta para la radiación ($r=0.15$ a 0.25). Los zacates sólo alcanzaron un 29 por ciento de la producción total acumulada, con las siguientes producciones relativas: ovillo 50 por ciento, festuca 25 por ciento, ballico 18 por ciento y avenilla 7 por ciento. Se concluye que el factor más importante que influyó sobre los cambios en la composición botánica al inicio del experimento fue la fecha del primer corte (150 días) y también el hecho de que no se utilizó el efecto del ganado durante las evaluaciones. Es necesario estudiar algunas otras especies durante el tiempo más extremo del invierno y diversificar las especies de verano, checando algunas otras prácticas de manejo de la pradera como en el caso de fecha al primer corte, fertilización y utilización de ganado para su cosecha, entre otras.

ABSTRACT.

Seasonal yield and interspecific dynamics of an irrigated perennial forage mixture.

BY

JOSE JUVENAL GUTIERREZ CASTILLO

ANIMAL PRODUCTION

MASTER DEGREE

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAY OF 1993.**

Ph. D. RAMIRO LOPEZ TRUJILLO - Major advisor -

Key words: mixtures, botanical composition, temperature, radiation, evaporation and humidity.

A mixture pasture was evaluated from march 1989 to november 1992 for estimate total and individual yields during the different seasons of the year, and to evaluate the effect of the temperature, radiation, evaporation and relative humidity over the botanical composition of the mixture. The original composition at

the seeding time (P.L.S.) in autumn was tall fescue (*Festuca arundinacea*) 32 per cent, perennial ryegrass (*Lolium perenne*) 23 per cent, orchardgrass (*Dactylis glomerata*) 19 per cent, bromegrass (*Bromus catharticus*) 12 per cent and lucerne (*Medicago sativa*) 9 per cent. By the first cut during the spring the botanical composition (forage) changed drastically to 3.94, 13.82, 6.40, 5.35, and 70.50 per cent respectively. During the second spring the composition was 5.77, 2.69, 22.86, 3.40, and 65.27 per cent respectively. For the third spring the composition of the mixture was 15.64, 5.28, 26.04, 6.73, and 46.30 per cent. Finally, during the last cut in the autumn the composition was 16.23, 6.19, 18.61, 7.32, and 51.65 per cent respectively. The lucerne respond better to the temperature ($r=0.88$), and the grasses show the best response for the radiation ($r= 0.15$ to 0.25). The grasses just account for the 29 per cent of the total cumulated production showing the following proportions, orchard 50 per cent, fescue 25 per cent, ryegrass 18 per cent, and brome 7 per cent. It was concluded that the outstanding factor affecting the changes of the botanical composition at the start of the experiment was the date at the first cut (150 days), and also the fact that we did not use livestock during the evaluations. It is necessary to study some other species during the hard time of the winter and diversify the species in summer, checking some pasture management practices like date at first cut, fertilization, and utilization by livestock.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CONTENIDO	x
INDICE DE CUADROS	xii
INDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
IMPORTANCIA DE LAS MEZCLAS FORRAJERAS	3
SELECCION DE ESPECIES PARA LA MEZCLA	4
DINAMICA DE LA PRADERA	5
FACTORES AMBIENTALES Y PRODUCTIVIDAD DE LA PRADERA	8
MATERIALES Y METODOS	10
LOCALIZACION DEL TRABAJO	10
DESCRIPCION DE LA MEZCLA DE ESPECIES FORRAJERAS	11
ESTABLECIMIENTO DE LA PRADERA	11
DISEÑO DE LOS TRATAMIENTOS	13
VARIABLES RESPUESTA	13
PRODUCCION TOTAL DE LA MEZCLA	13
PRODUCCION POR ESPECIE	14
FACTORES ATMOSFERICOS DE ESTUDIO	14
TEMPERATURA	14
RADIACION	15
EVAPORACION ACUMULADA	15
HUMEDAD RELATIVA	15

ANALISIS ESTADISTICO	15
DISEÑO DEL EXPERIMENTO	15
OBTENCION DE LOS DATOS DE PRODUCCION	16
OBTENCION DE LOS DATOS ATMOSFERICOS	16
TRANSFORMACION ESTADISTICA DE LOS DATOS .	17
ANALISIS ESTADISTICO	17
RESULTADOS Y DISCUSION	18
ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCION	18
PRODUCCION POR ESPECIE	26
PRODUCCION DE ALFALFA	26
PRODUCCION DE ZACATES	29
EFECTO DE LOS FACTORES ATMOSFERICOS	36
TEMPERATURA	38
RADIACION SOLAR	40
EVAPORACION	44
HUMEDAD RELATIVA	44
INTERACCIONES ENTRE FACTORES	44
DINAMICA DE LOS COMPONENTES DE LA MEZCLA..	50
CONCLUSIONES	53
RESUMEN	55
LITERATURA CITADA	57
APENDICE	61

INDICE DE CUADROS

NUMERO	PAGINA
3.1	COMPOSICION DE LA MEZCLA COMERCIAL UTILIZADA DURANTE EL EXPERIMENTO 12
3.2	RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO REALIZADO AL AREA DE ESTUDIO 12
3.3	DISEÑO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL EXPERIMENTO. SE PUEDEN OBSERVAR LOS 135 CORTES SEMANALES QUE CORRESPONDEN A 27 CORTES POR CADA UNO DE LOS CINCO TRATAMIENTOS 14
4.1	VALORES CALCULADOS PARA "F" EN EL ANALISIS DE VARIANZA POR TRATAMIENTO Y POR ESTACION DEL AÑO PARA LAS VARIABLES Y FACTORES ATMOSFERICOS DE ESTUDIO 19
4.2	COMPARACION DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LAS VARIABLES RESPUESTA EN ESTUDIO (EN KILOGRAMOS DE MATERIA SECA POR HECTAREA) 19
4.3	PRODUCCION MEDIA TOTAL Y POR ESPECIE EN LA MEZCLA, DURANTE EL EXPERIMENTO (LOS RESULTADOS SE MUESTRAN PARA CADA ESTACION DEL AÑO EN KILOGRAMOS DE MATERIA SECA POR HECTAREA). 27

4.4	COMPARACION DE LOS VALORES PROMEDIO POR ESTACION PARA LAS VARIABLES DE ESTUDIO (EN KILOGRAMOS DE MATERIA SECA POR HECTAREA)	27
4.5	COMPARACION DE MEDIAS POR TRATAMIENTOS PARA LOS FACTORES TEMPERATURA MEDIA (oC), RADIACION ACUMULADA (cal), EVAPORACION ACUMULADA (mm) Y HUMEDAD MEDIA (%).	37
4.6	COMPARACION DE MEDIAS POR ESTACION PARA LOS FACTORES TEMPERATURA MEDIA (oC), RADIACION ACUMULADA (cal), EVAPORACION ACUMULADA (mm) Y HUMEDAD MEDIA (%).	37
4.7	COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LAS ESPECIES Y LOS FACTORES ATMOSFERICOS EN ESTUDIO	38
4.8	COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LOS FACTORES ATMOSFERICOS EVALUADOS	46
4.9	CAMBIOS ESTACIONALES EN LA COMPOSICION BOTANICA DE LA MEZCLA FORRAJERA (EN PORCIENTO)	51
4.10	COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LAS ESPECIES EVALUADAS EN LA MEZCLA	51

INDICE DE FIGURAS

NUMERO		PAGINA
4.1	ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCION DE FORRAJE TOTAL	20
4.2	PRODUCCION MENSUAL POR ESPECIE EN LA MEZCLA ...	21
4.3	PRODUCCION MENSUAL ACUMULADA POR ESPECIE	23
4.4	PRODUCCION MEDIA POR ESTACION EN LA MEZCLA	24
4.5	PRODUCCION DE MS DE UNA MEZCLA FORRAJERA COMERCIAL (TOMADA DE GUTIERREZ, 1992)	25
4.6	PRODUCCION ESTACIONAL DE ALFALFA EN LA MEZCLA	28
4.7	PRODUCCION ESTACIONAL DE ZACATE OVILLO	30
4.8	PRODUCCION ESTACIONAL DE ZACATE FESTUCA	32
4.9	PRODUCCION ESTACIONAL DE ZACATE BALLICO	33
4.10	PRODUCCION ESTACIONAL DE ZACATE AVENILLA	34
4.11	RELACION ENTRE PRODUCCION TOTAL Y TEMPERATURA	39

4.12	RELACION ENTRE PROD. DE ZACATES Y TEMPERATURA	41
4.13	RELACION ENTRE PRODUCCION TOTAL Y RADIACION ..	42
4.14	RELACION ENTRE PRODUCCION DE ZACATES Y RADIACION	43
4.15	RELACION ENTRE PRODUCCION TOTAL Y EVAPORACION	45
4.16	RELACION ENTRE EVAPORACION Y RADIACION SOLAR	47
4.17	RELACION ENTRE TEMPERATURA Y RADIACION SOLAR	48
4.18	RELACION ENTRE TEMPERATURA Y EVAPORACION	49
4.19	CAMBIOS EN LA COMPOSICION BOTANICA DE LA MEZCLA	52

CAPITULO I

INTRODUCCION

Una de las disciplinas importantes dentro de la producción animal en México es el manejo de pastizales y praderas, ya que siempre ha sido considerado un país altamente ganadero, además de que en los últimos años se ha presentado un gran auge por la apertura del mercado internacional.

Se ha venido desarrollando en gran medida el uso de praderas irrigadas para la suplementación alimenticia de los sistemas extensivos, así como para la crianza de becerras de reemplazo en los sistemas lecheros. Tradicionalmente se han usado las praderas de invierno, aunque las de verano están siendo utilizadas con muy buenos resultados.

Sin embargo, el uso de estos sistemas estacionales de producción forrajera incrementa considerablemente los costos de producción ya que se requieren constantes labores de cultivo para el establecimiento de dichas praderas, además de que no se puede contar con forraje disponible durante todo ese tiempo.

Debido a esto, una de las principales demandas de los productores es encontrar una mezcla de especies forrajeras

perennes, que presenten distintas curvas de crecimiento a lo largo del año con el fin de satisfacer los requerimientos de forraje durante la mayor parte del mismo y a la vez reducir los costos de producción, al poder amortizar los costos de establecimiento en más de un ciclo.

Por este motivo se realizó esta investigación en el Campo Experimental "El Bajío" de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" de agosto de 1989 a noviembre de 1992, en donde se estableció una mezcla comercial de especies forrajeras perennes para la evaluación de su producción y de la dinámica de sus componentes a lo largo de dicho período.

Los objetivos planteados para este estudio fueron los siguientes:

- 1) Determinar la tendencia estacional de la producción total y por especie de los componentes de la mezcla.
- 2) Determinar el efecto que ejercen los factores temperatura, radiación, evaporación y humedad, sobre la producción de la mezcla.
- 3) Evaluar los cambios de composición botánica de la mezcla dentro y entre los años evaluados.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

Importancia de las mezclas forrajeras.

Una pradera se define como el área dedicada a la producción de forraje que es cosechada por el apacentamiento del ganado; dentro de las principales características de la misma están la aplicación de fertilizantes, realización de labores culturales continuas, riego, etc. (Jacoby, 1989).

Sobresale dentro de los objetivos de la producción de mezclas forrajeras, denominadas también "praderas mixtas", el obtener altos rendimientos durante períodos prolongados y uniformes (Carámbula, 1977; Ball *et al.*, 1991).

Las asociaciones de gramíneas y leguminosas han sido utilizadas en muchos países del mundo ya que se ha logrado incrementar la producción de forraje con dosis bajas de fertilizante nitrogenado (Haynes, 1980; Miller, 1984).

El uso de las mezclas forrajeras en los sistemas de producción animal, ofrece también las siguientes ventajas: producción de forraje de alta calidad, mayor uniformidad en la

producción a lo largo del año y un incremento en las tasas de consumo del ganado (Haynes, 1980; Miller, 1984; Ball *et al.*, 1991).

Dentro de las principales desventajas del uso de las mezclas forrajeras se encuentra la competencia entre especies, así como la necesidad de un manejo más intensivo de las mismas (Carámbula, 1977; Ball *et al.*, 1991).

El uso de mezclas forrajeras complejas asegura un período productivo más amplio y uniforme, aunque se vuelve difícil la aplicación de técnicas que favorezcan a todas las especies que la componen (Woolfolk *et al.*, 1975).

Con base en lo anterior, se señala que una pradera perenne con una mezcla de especies forrajeras puede proveer una mayor producción a través del año, asegurar un incremento en la eficiencia de utilización de fertilizantes, incrementar la tasa de consumo del ganado y reducir los costos de producción.

Selección de especies para la mezcla.

Al seleccionar una mezcla es recomendable tomar en cuenta los siguientes aspectos (Carámbula, 1977):

- 1) Integrarla por lo menos con una gramínea y una leguminosa tratando de encontrar el equilibrio tanto entre especies como entre variedades;
- 2) buscar que las especies de la mezcla tengan un ciclo similar. Sin embargo, al utilizar mezclas con especies de ciclos complementarios se puede lograr una mejor distribución de la producción a lo largo del año;
- 3) tratar de que las especies sean de similar apetitosidad para el animal y en caso de no lograr lo anterior, cuidar la dominancia de las especies más agresivas y
- 4) utilizar especies de acuerdo a las condiciones físicas y características del suelo.

Aunque es difícil lograr todos estos aspectos es muy importante tratar de cubrir la mayor parte de ellos, ponderando su peso de acuerdo a nuestras necesidades específicas de manejo.

Dinámica de la pradera.

Uno de los problemas básicos dentro del estudio de la dinámica de las poblaciones en una pradera, es el equilibrio y la estabilidad a largo plazo, por lo que para poder comprender dicha dinámica es necesario saber en cuál de las fases de desarrollo se encuentra (Torsell y Nicholls, 1978).

Dentro de los principales factores que influyen sobre los cambios en la composición botánica de una mezcla forrajera están la competencia entre especies, las prácticas culturales, la frecuencia de corte, la fertilidad del suelo y la utilización del ganado entre otras (Murphy, 1987).

Los tres tipos básicos de relaciones entre especies en una comunidad son la predación, la simbiosis y la competencia. Para nuestro caso la más importante es la competencia, la cual puede ser definida como la lucha entre los organismos por alimento, espacio, pareja o cualquier otro recurso limitado, es decir, que la competencia entre plantas se presenta por agua, nutrientes, luz, dióxido de carbono, oxígeno y por los medios de polinización y dispersión de semillas (Emmel, 1973; Smith, 1986; Murphy 1987).

Se ha comprobado que la temperatura y la humedad ambiental influyen en el crecimiento y reproducción de las plantas, pero no se consideran como limitantes para el desarrollo óptimo de éstas, por lo que el nivel de competencia por dichos factores es mínimo (Murphy, 1987).

En general, entre más similares sean las necesidades de los organismos más intensa es la competencia por lo cual se considera que la competencia intraespecífica es superior a la que se produce entre las especies (Haynes, 1980).

El interés reciente en la competencia interespecífica se ha centrado en la posibilidad de que la mezcla puede ser capaz de utilizar los recursos disponibles como el agua, luz y nutrientes más eficientemente que un monocultivo (Rhodes y Stern, 1978).

Aunque normalmente se ha dirigido poca atención a los mecanismos fisiológicos se ha podido observar que los zacates tienen cierta ventaja en una mezcla forrajera bajo sistemas de cortes poco frecuentes, debido básicamente a que logran desarrollar una mayor cubierta vegetal, por lo que son más eficientes en la utilización de la radiación solar. Se considera que la radiación es el factor más importante que influye sobre la productividad y composición botánica de una pradera (Rhodes y Stern, 1978; Murphy, 1987).

En relación con la competencia por nutrientes, se ha podido observar que las plantas pueden obtener el nitrógeno por dos vías: la mineral, o bien, mediante la fijación simbiótica que existe en las leguminosas. Se subraya lo anterior, debido a que se considera que la fertilización nitrogenada es uno de los principales factores que influyen en la interacción de una leguminosa y una gramínea en una mezcla forrajera (Vallis, 1978).

Factores ambientales y productividad de la pradera.

Dentro de los principales factores físicos que influyen en la producción de una comunidad vegetal se encuentran la precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación y viento (Huss y Aguirre, 1976; Ball *et al.*, 1991).

Sobresalen dentro de los factores ambientales que determinan la adaptación de las especies forrajeras, la temperatura y la cantidad distribución de la precipitación (Ball *et al.*, 1991). McWilliams (1978) y Hill y Pearson (1985) reportaron que las condiciones atmosféricas influyeron sobre la composición botánica de las praderas, subrayando al factor temperatura como el de mayor relevancia.

En un estudio realizado por Weihing (1963) en ballico anual (*Lolium multiflorum*), se reportó un coeficiente de correlación de 0.84, entre producción y temperatura media diaria en un rango de 8 a 19.4 °C.

Asimismo, en un trabajo realizado por Anslow y Green (1967) en donde se evaluó la producción estacional de ballico perenne (*Lolium perenne*) y festuca (*Festuca arundinacea*), se encontró un incremento notable de producción en la primavera, donde la tasa productiva en todas las especies y variedades aumentó en promedio de 11.2 a 89.8 kg/ha/d del 1 de abril al 1 de mayo de ese año, atribuyendo dichos incrementos a notorios cambios

atmosféricos; se pudieron correlacionar positivamente las fluctuaciones de la producción directamente con los cambios ambientales presentados a lo largo de la estación de crecimiento.

De acuerdo a lo anterior y subrayando la importancia de que gran parte de las especies que se utilizan comúnmente en las praderas del Centro y Norte de nuestro país provienen directa o indirectamente del Mediterráneo donde los cambios ambientales no son tan drásticos, bajo nuestras condiciones extremas de las zonas áridas y semiáridas se presenta una baja considerable en la producción de las especies en los meses más extremos principalmente durante diciembre, enero y febrero.

Por tal motivo se plantearon los objetivos de esta investigación con base en las siguientes hipótesis:

- 1) Existen cambios estacionales en la producción total y por especie de la mezcla forrajera.
- 2) La fluctuación de los factores atmosféricos influye en la productividad de la pradera.
- 3) Existen cambios en la composición botánica de la mezcla dentro y entre los años evaluados.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

Localización del trabajo.

La presente investigación se desarrolló en el Campo Experimental "El Bajío" que se encuentra ubicado dentro de los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN) en Buenavista, Saltillo, Coahuila de agosto de 1989 a noviembre de 1992. La situación geográfica del Campo Experimental es de 25° 23' Latitud Norte y 101° 00' Longitud Oeste, con una altitud aproximada sobre el nivel del mar de 1740 metros (INEGI, 1980).

El clima según el Sistema de Clasificación de Köppen modificado por García (1988), es de la clase Bs, de tipo semicálido extremo, con una temperatura media anual de 17°C y una precipitación media anual superior a los 400 mm. El clima del área corresponde al semiárido mexicano y presenta fluctuaciones de temperatura desde los -15°C en algunos inviernos, hasta 38°C en el verano. La precipitación suele presentarse en forma de lluvia, granizo y nieve, alcanzando una media anual de 420 mm, con una incidencia del 80% durante los meses de mayo a octubre; la evaporación potencial es muy variable a través del año, alcanzando a superar los 2000 mm (Gutiérrez y Salazar, 1986).

Descripción de la mezcla de especies forrajeras.

Se utilizó una mezcla comercial¹ de especies perennes, compuesta por cuatro gramíneas y una leguminosa en las proporciones que se pueden observar en el Cuadro 3.1.

Establecimiento de la pradera.

Se realizó un análisis de suelo al inicio del experimento y los resultados del mismo se presentan en el Cuadro 3.2. La siembra se efectuó en agosto de 1989, para lo cual se utilizó la densidad recomendada de 35 kg/ha en base a semilla pura viable y se establecieron un total de 15 unidades experimentales con una superficie de nueve metros cuadrados cada una (Gutiérrez, 1991).

Con el fin de que la variación en la producción de la mezcla a través del año se debiera solamente al efecto del tiempo atmosférico, se trataron de satisfacer las necesidades de agua y nutrientes de la pradera, manteniéndola siempre con la humedad requerida a través de riegos semanales ligeros (de 8 a 10 cm).

Además se aplicó una fertilización anual a razón de 675 kg de nitrógeno y 123 kg de fósforo. La fertilización nitrogenada se realizó en forma de urea con aplicaciones inmediatas después de

¹ Mezcla Germain's

Cuadro 3.1 Composición de la mezcla comercial¹ utilizada durante el experimento.

Nombre común	Nombre científico	Variedad (es)	Porcentaje
Festuca	<i>Festuca arundinacea</i>	Fawn	32
Ballico	<i>Lolium perenne</i>	Lynn y Bastion	23
Ovillo	<i>Dactylis glomerata</i>	Potomac	19
Avenilla	<i>Bromus catharticus</i>	Praire	12
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	El camino	9
Impurezas			5

¹ Germain's

Cuadro 3.2 Resultados del análisis de suelo realizado al área de estudio.

Característica	Contenido	Calificación
Tipo	-	Aluvial
Textura	-	Migajón arcillosa
pH	8.2	Alcalino
Nitrógeno total	0.08%	Medianamente pobre
Fósforo aprovechable	78.50%	Medianamente rico
Potasio asimilable	409.50 kg/ha	Muy rico
Materia orgánica	1.39%	Contenido medio
Carbonatos	4.00%	Bajo

cada corte mientras que la fertilización fosfatada se hizo a través de superfosfato triple mediante dos aplicaciones cada seis meses.

Diseño de los tratamientos.

Se plantearon cinco "tratamientos" que fueron dados por el registro de los factores atmosféricos representados por la temperatura media diaria, radiación acumulada, evaporación acumulada y humedad relativa media diaria, que incidieron sobre cada evento de rebrote, dependiendo directamente de las distintas fechas de corte que se presentaron durante el estudio (Cuadro 3.3). De esta forma se realizaron los cortes sucesivos a cada uno de los tratamientos o unidades experimentales, con un desfase semanal a través del cual se logró obtener el tiempo de recuperación planteado para cada "tratamiento" o registro (35 días).

Variables respuesta.

Producción total de la mezcla.

Se registró la producción de forraje en cada una de las unidades experimentales; los resultados obtenidos se extrapolaron a kilogramos por hectárea. Para obtener la materia seca, las muestras colectadas se desecaron en una estufa a una temperatura de 65°C durante 72 hasta 96 horas.

Cuadro 3.3 Diseño de los "tratamientos" en el experimento. Se pueden observar los 135 cortes semanales, que corresponden a 27 cortes por cada uno de los cinco "tratamientos".

Tratamiento	Semanas a partir de la siembra												
	Corte 1					Corte 2					Corte 27		
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	...	160	161
I	X					X							
II		X					X						
III			X					X					
IV				X					X			X	
V					X					X	...		X

Producción por especie.

Se fraccionó la producción de materia seca total por componente de la mezcla y también se extrapolo a kilogramos por hectárea.

Factores atmosféricos de estudio.

Temperatura.

Se utilizó la temperatura media diaria, de acuerdo a los registros de temperatura acumulada en los 35 días de rebrote, correspondientes a cada tratamiento.

Radiación.

Se registraron las calorías acumuladas en los 35 días correspondientes a cada tratamiento.

Evaporación acumulada.

Se tomó el registro de la evaporación total acumulada durante los 35 días de rebrote dentro de cada corte y se reportó en milímetros.

Humedad relativa.

Se tomaron los registros de la humedad relativa media diaria dentro de cada ciclo de rebrote.

Análisis estadístico.

Diseño del experimento.

Como ya se señaló, se establecieron 15 unidades experimentales con una superficie individual de nueve metros cuadrados cada una, con lo cual se pudieron asignar un total de tres repeticiones por tratamiento. Se diseñaron tres bloques de cinco unidades cada uno, dentro de los cuales se asignaron los tratamientos completamente al azar.

Obtención de los datos de producción.

Para el caso de la evaluación de la producción total y por especie se realizó un submuestreo dentro de los bloques completos al azar. Para obtener esta serie de datos se utilizó un cuadrante de 0.50 por 0.50 metros (0.25 metros cuadrados) con un total de cuatro submuestras por tratamiento.

La primera evaluación se realizó el 23 de marzo de 1990 y se continuaron evaluando los tratamientos hasta el 14 de noviembre de 1992, con lo cual se obtuvieron un total de 135 datos correspondientes a los cortes semanales sucesivos, de tal forma que se obtuvieron 27 datos por tratamiento.

En la primera submuestra obtenida se estimó la producción total de la pradera. En seguida se llevó a cabo la separación de las especies para estimar las producciones relativas de cada componente de la mezcla. De esta forma en las siguientes tres submuestras sólo se estimó el dato de producción total y se aplicaron los porcentajes obtenidos inicialmente.

Obtención de los datos atmosféricos.

Los datos atmosféricos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica Principal de la UAAAN (Departamento de Agrometeorología, 1992) que se encuentra ubicada aproximadamente a 200 metros del área experimental.

Transformación estadística de los datos.

Debido a los altos coeficientes de variación presentados en los datos de producción individual de los componentes de la mezcla, fue necesario hacer una transformación por el Método Logarítmico de la manera siguiente (Alder y Roessler, 1968):

$$\text{Log}_{10} (x + 20),$$

donde x correspondió al dato original de la variable o factor en estudio. De esta forma se lograron reducir los coeficientes de variación por abajo del 30 por ciento.

Análisis estadístico.

Se realizó un análisis de varianza para los datos transformados con el fin de evaluar el efecto entre tratamientos, mediante un programa estadístico¹, a un nivel de significancia del 0.05. Además se realizaron Comparaciones Múltiples de Medias por el Método Tukey al mismo nivel de significancia.

Por último, se realizaron pruebas de correlación para determinar el grado de asociación entre las variables atmosféricas durante el rebrote y la producción de materia seca de las diferentes especies a través del estudio (Morrison, 1978).

¹ Statgraphics

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

Estacionalidad de la producción.

En el Apendice se presentan los datos de producción de materia seca total y por especie obtenidos durante las 135 semanas de cortes sucesivos durante el experimento, de acuerdo a los tratamientos y estaciones del año.

Como era esperado, los resultados del análisis estadístico para los datos de producción mostraron que no existió diferencia significativa entre tratamientos en las variables producción total, alfalfa, ovinillo, festuca, ballico y avenilla, ni entre los factores atmosféricos temperatura, radiación, evaporación y humedad ($P < 0.05$) (Cuadro 4.1), sin embargo, mediante el diseño de dichos "tratamientos" se pudo conseguir un mayor número de observaciones a lo largo del año. Los resultados de la prueba de medias se presentan en el Cuadro 4.2.

En la Figura 4.1 se muestra la producción media mensual de la mezcla forrajera a lo largo del experimento, mientras que en la Figura 4.2 se pueden observar las producciones por especie dentro de la mezcla.

Cuadro 4.1 Valores calculados para "F" en el análisis de varianza por tratamiento y por estación del año para las variables y factores atmosféricos de estudio.

	Entre tratamientos		Entre estaciones del año	
	Fc		Fc	
Total	0.106	ns	82.315	*
Alfalfa	0.145	ns	73.324	*
Ovillo	0.146	ns	10.132	*
Festuca	0.771	ns	5.940	*
Ballico	0.692	ns	9.313	*
Avenilla	0.993	ns	8.076	*
Temperatura	0.009	ns	132.709	*
Radiación	0.006	ns	73.008	*
Evaporación	0.016	ns	68.849	*
Humedad	0.033	ns	4.772	*

ns no existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).

* existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).

Cuadro 4.2 Comparación de medias por tratamientos para las variables respuesta en estudio (en kilogramos de materia seca por hectárea).

Variable	Tratamientos				
	I	II	III	IV	V
Prod. Total	2641 a	2665 a	2837 a	2785 a	2837 a
Alfalfa	1887 a	1889 a	1993 a	2010 a	2054 a
Ovillo	394 a	388 a	383 a	330 a	364 a
Festuca	156 a	173 a	234 a	192 a	223 a
Ballico	111 a	162 a	143 a	102 a	105 a
Avenilla	92 a	52 a	107 a	95 a	125 a

ton MS/ha

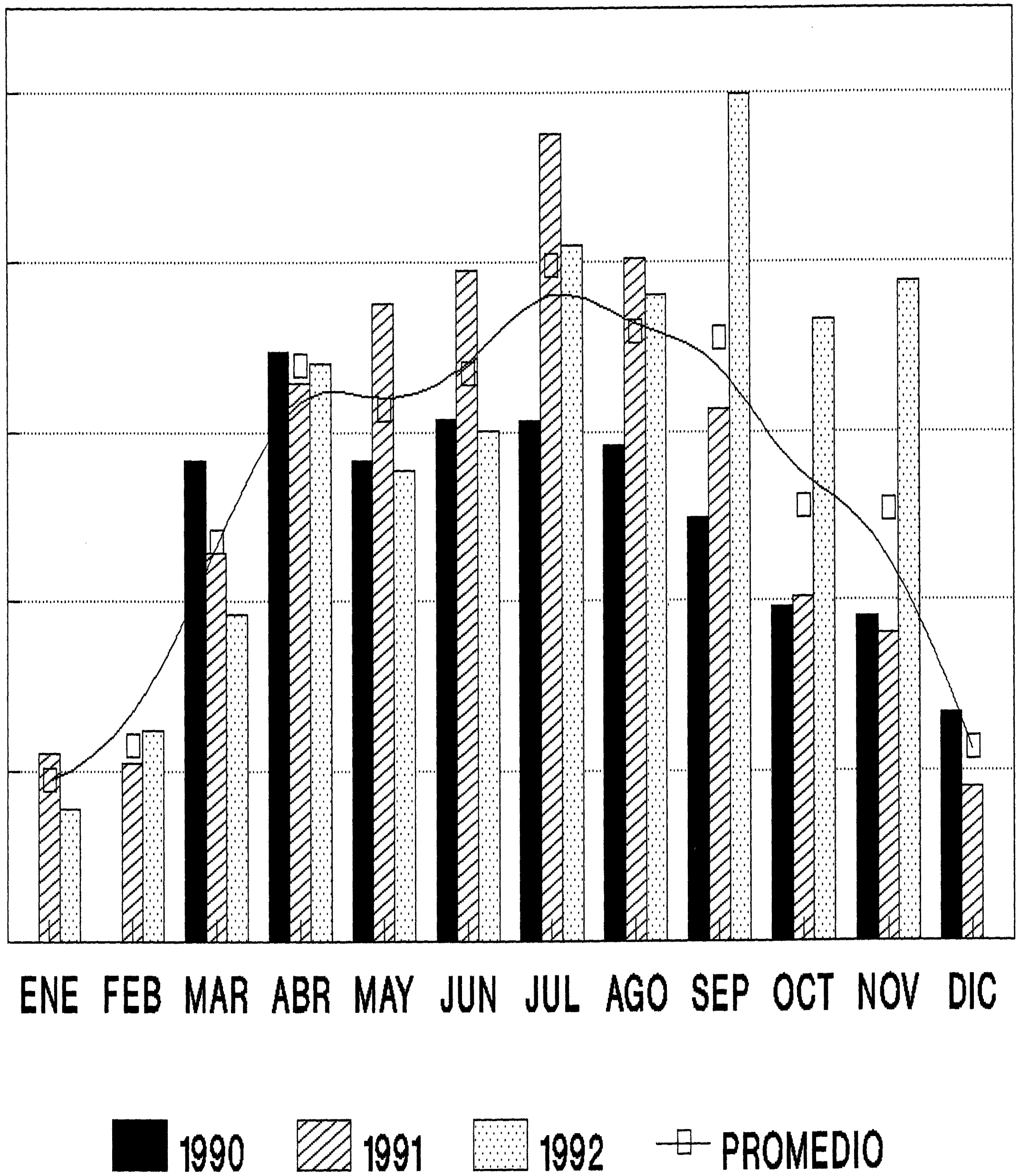


Figura 4.1 Estacionalidad de la producción de forraje total.

kg MS/ha

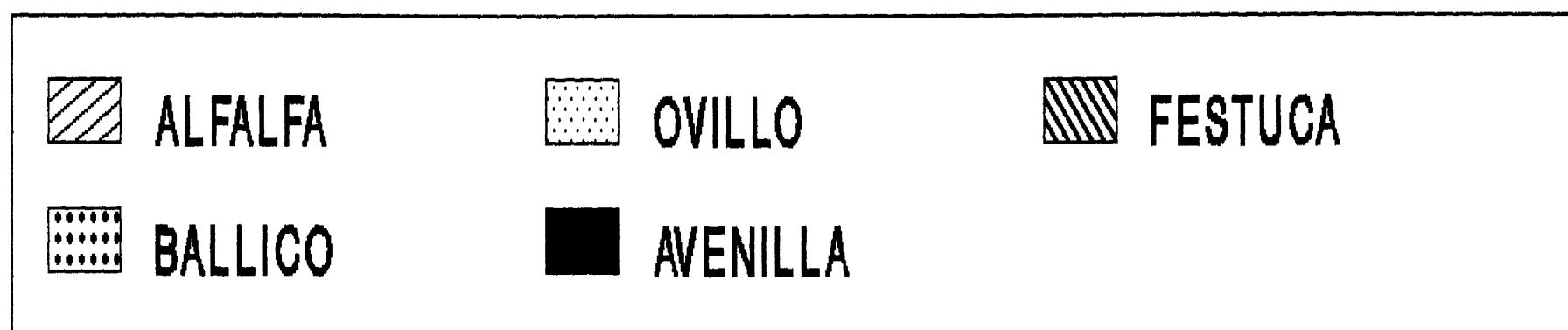
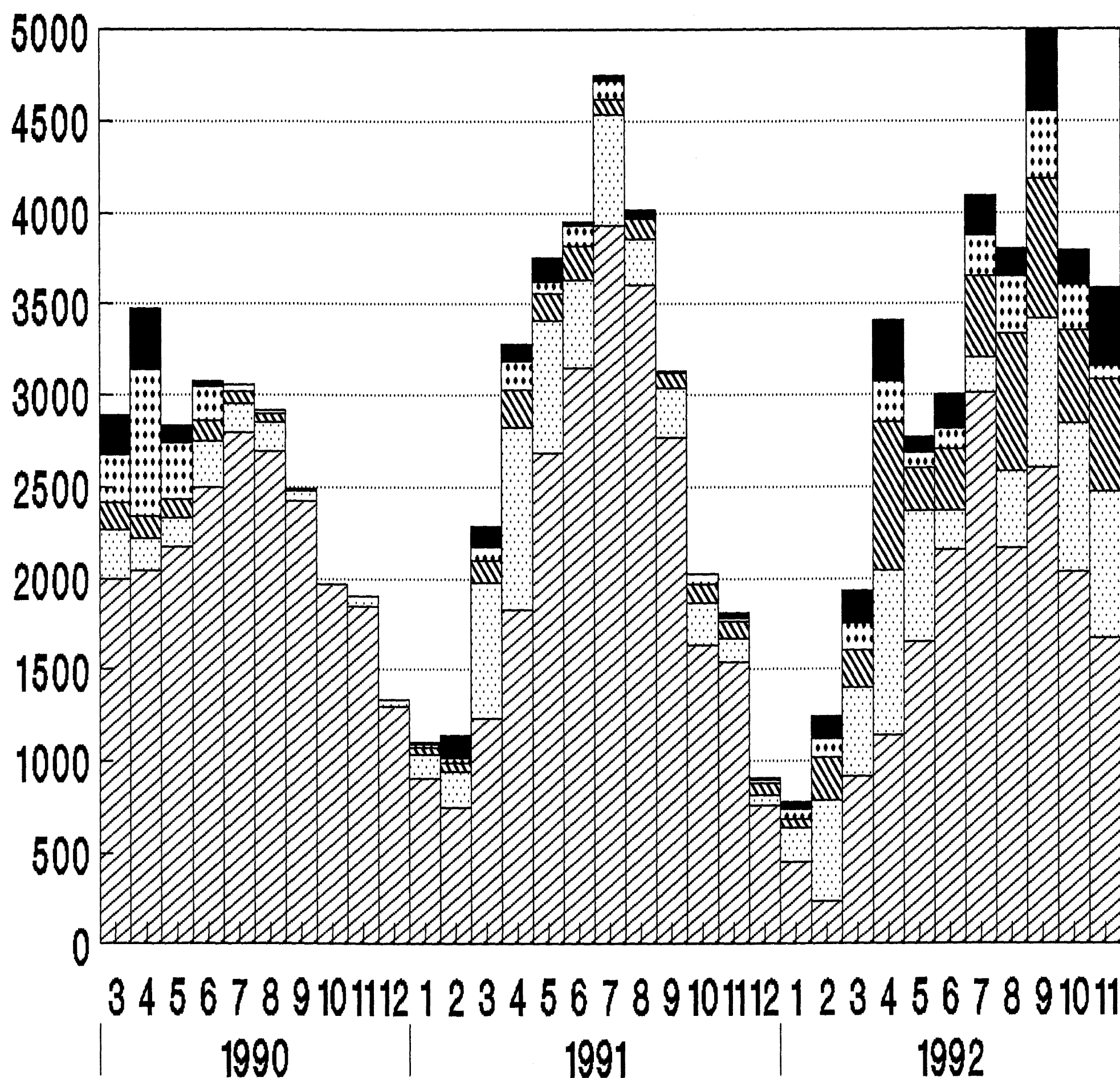


Figura 4.2 Producción mensual por especie en la mezcla.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se tuvo una producción total acumulada de aproximadamente 90 ton/ha de materia seca de las cuales el 71 por ciento correspondieron a la alfalfa, el 14 por ciento al zacate ovillo, el 7 por ciento al zacate festuca, el 5 por ciento al zacate ballico y sólo el 3 por ciento fue del zacate avenilla (Figura 4.3).

Para el caso del análisis de varianza realizado por estaciones del año se pudo observar que sí existió diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) (Cuadro 4.1). La mayor producción total se presentó durante los meses de primavera y verano, debido a que los zacates presentaron sus mejores producciones durante la primavera y la alfalfa alcanzó sus máximos rendimientos en los meses del verano (Figura 4.4). Resultados similares son reportados por Anslow y Green (1967), quienes encontraron que los zacates tuvieron un mejor desempeño durante los meses de primavera.

Asimismo, Gutiérrez (1992) analizando una mezcla comercial perenne similar a la que se estudió en este experimento, para el desarrollo de vaquillas de reemplazo en el Municipio de Cuatrociénegas en el centro del estado de Coahuila, encontró un comportamiento productivo estacional parecido al que se obtuvo en este estudio, logrando las más altas producciones totales durante los meses de primavera y principio del verano (Figura 4.5).

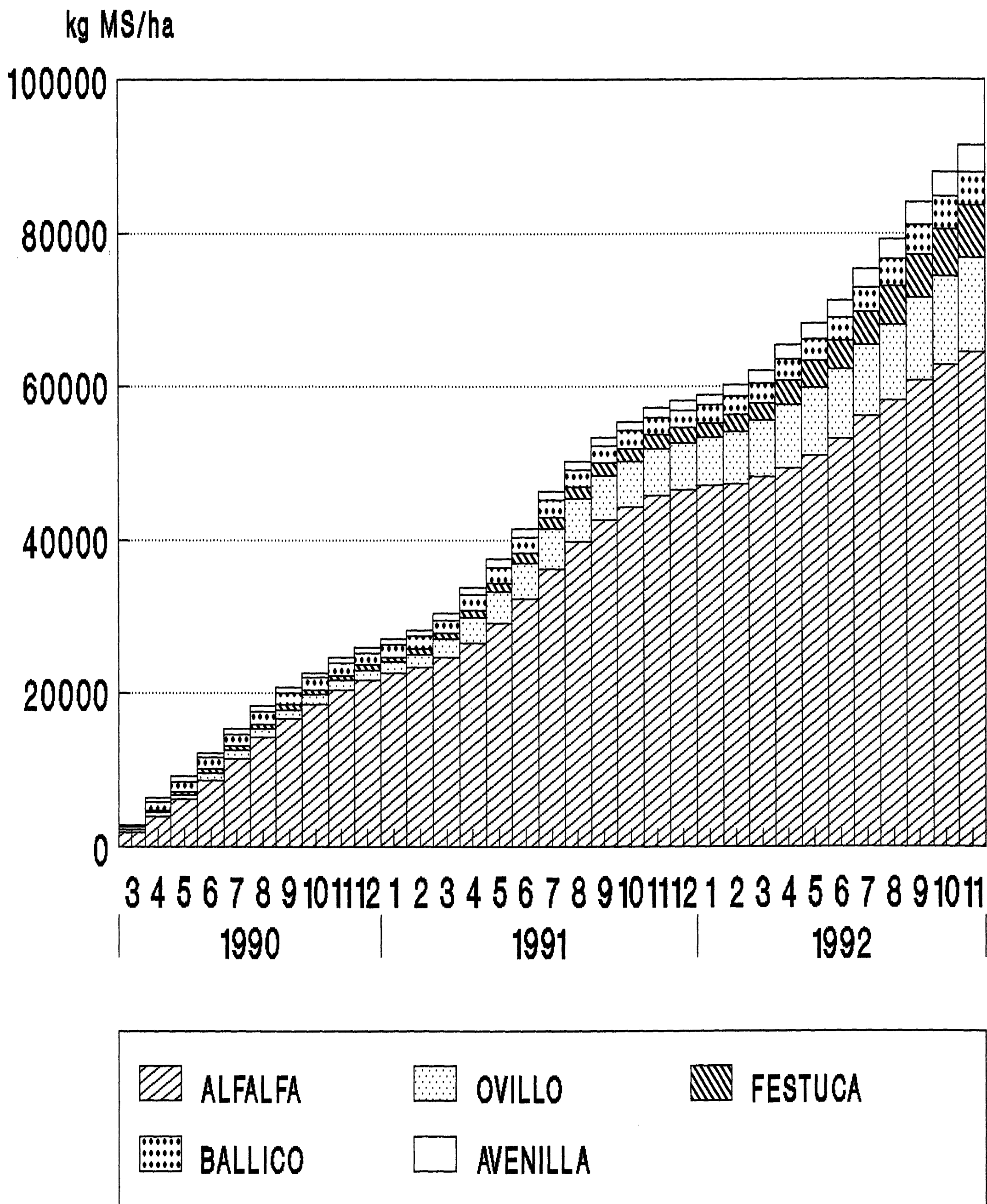


Figura 4.3 Producción mensual acumulada por especie.

kg MS/ha

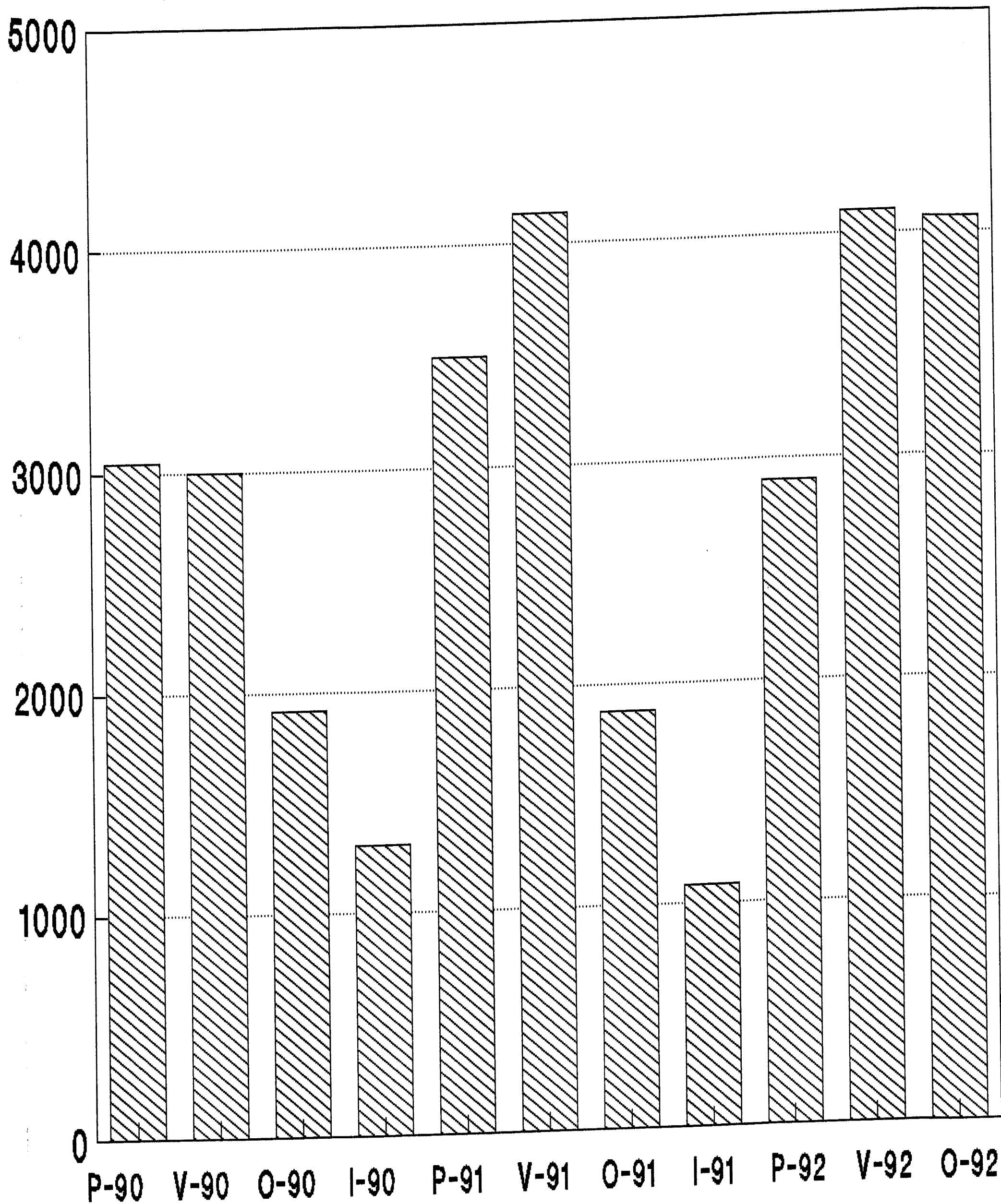


Figura 4.4 Producción media por estación en la mezcla.

ton/ha

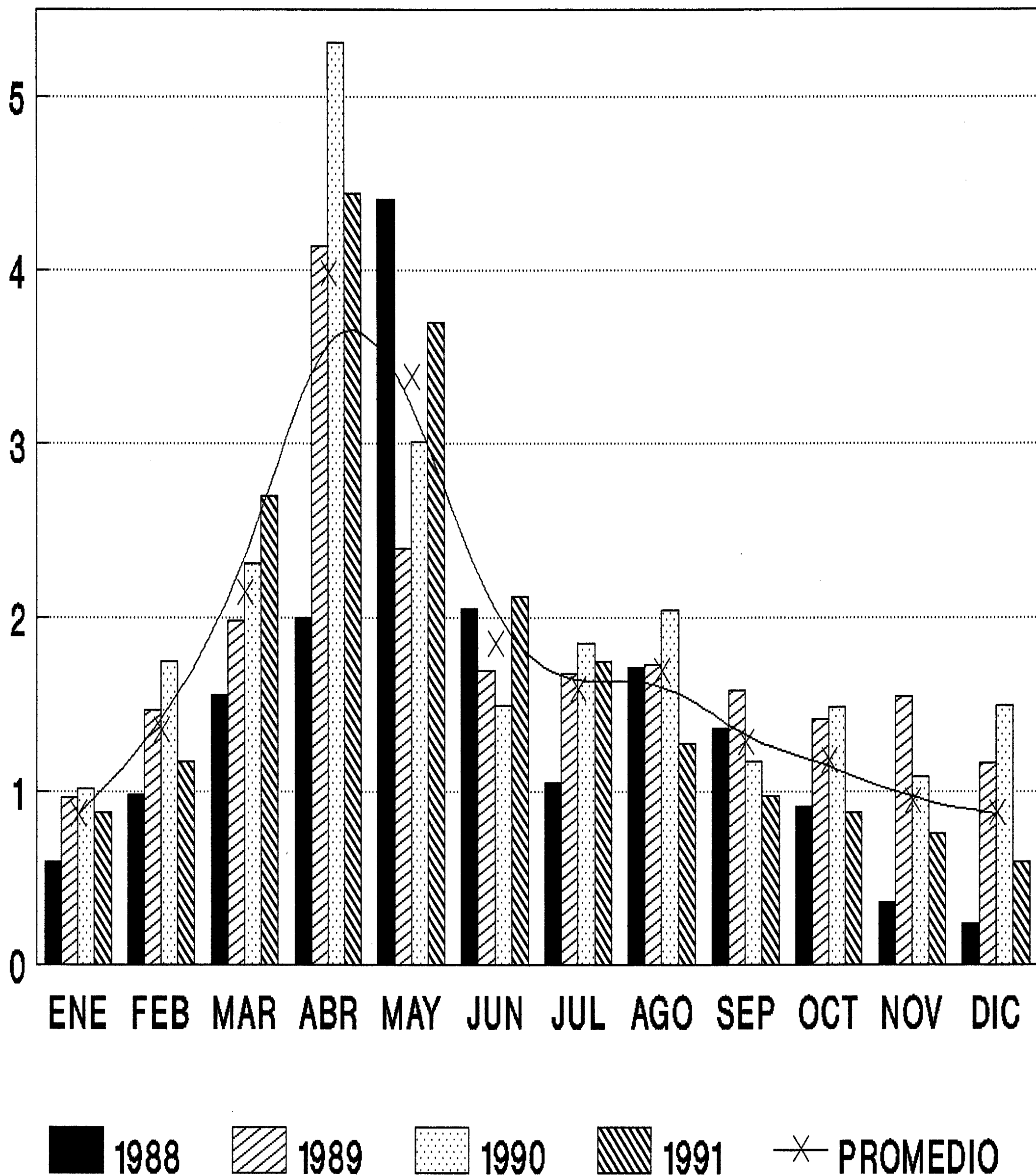


Figura 4.5 Producción de MS de una mezcla forrajera comercial (Tomada de Gutiérrez, 1992).

Producción por Especie.

En el Cuadro 4.3 se presentan los registros estacionales de producción total y por componente de la mezcla obtenidos durante este experimento. Los resultados de la prueba de medias (Tukey 0.05) para los datos de producción total y por especie de la mezcla muestran diferencia estadística entre las distintas variables de estudio, durante las cuatro estaciones del año (Cuadro 4.4).

Producción de Alfalfa.

La alfalfa fue la especie que más altos rendimientos presentó a lo largo del experimento. Su mejor desempeño fue en el verano, con producciones similares en la primavera y otoño y una baja considerable durante el invierno (Cuadro 4.4 y Figura 4.6).

La dominancia de la alfalfa en la mezcla pudo deberse básicamente a dos aspectos. En primer lugar a que la pradera no tuvo la presión causada por el pastoreo del ganado, la cual definitivamente ocasionaría una reducción en el desempeño de esta especie, debido a su baja resistencia al pisoteo y al incremento en las deposiciones de heces, las cuales beneficiarían principalmente a las especies de zacates (Miller, 1984; Frame y Boyd, 1986; Frame y Newbould, 1986; Murphy, 1987).

Cuadro 4.3 Producción media total y por especie en la mezcla, durante el experimento (los resultados se muestran para cada estación del año en kilogramos de materia seca por hectárea).

Estac.*	Total	Alfalfa	Ovillo	Festuca	Ballico	Avenila
P-90	3047	2149	195	120	421	163
V-90	2996	2717	167	59	52	1
O-90	1917	1889	28	0	0	0
I-90	1306	966	258	40	23	19
P-91	3499	2284	800	202	94	119
V-91	4136	3549	401	92	69	25
O-91	1876	1573	178	87	25	13
I-91	1078	499	308	120	75	76
P-92	2896	1341	754	453	153	195
V-92	4106	2893	244	497	281	190
O-92	4073	2104	758	661	252	298

* Estac.= estación del año, P-90= primavera de 1990, V-90= verano de 1990, O-90= otoño de 1990, I-90= invierno de 1990, P-91= primavera de 1991, V-91= verano de 1991, O-91= otoño de 1991, I-91= invierno de 1991, P-92= primavera de 1992, V-92= verano de 1992 y O-92= otoño de 1992.

Cuadro 4.4 Comparación de los valores promedio por estación para las variables de estudio (en kilogramos de materia seca por hectárea).

Variable	Estación del año			
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Producción total	3161 a	3680 a	2622 b	1192 c
Alfalfa	1966 b	3082 a	1855 b	732 c
Ovillo	573 a	276 ab	321 c	383 bc
Festuca	248 a	165 ab	249 b	80 b
Ballico	226 a	107 b	92 b	49 b
Avenilla	157 a	50 b	102 b	48 b

kg MS/ha

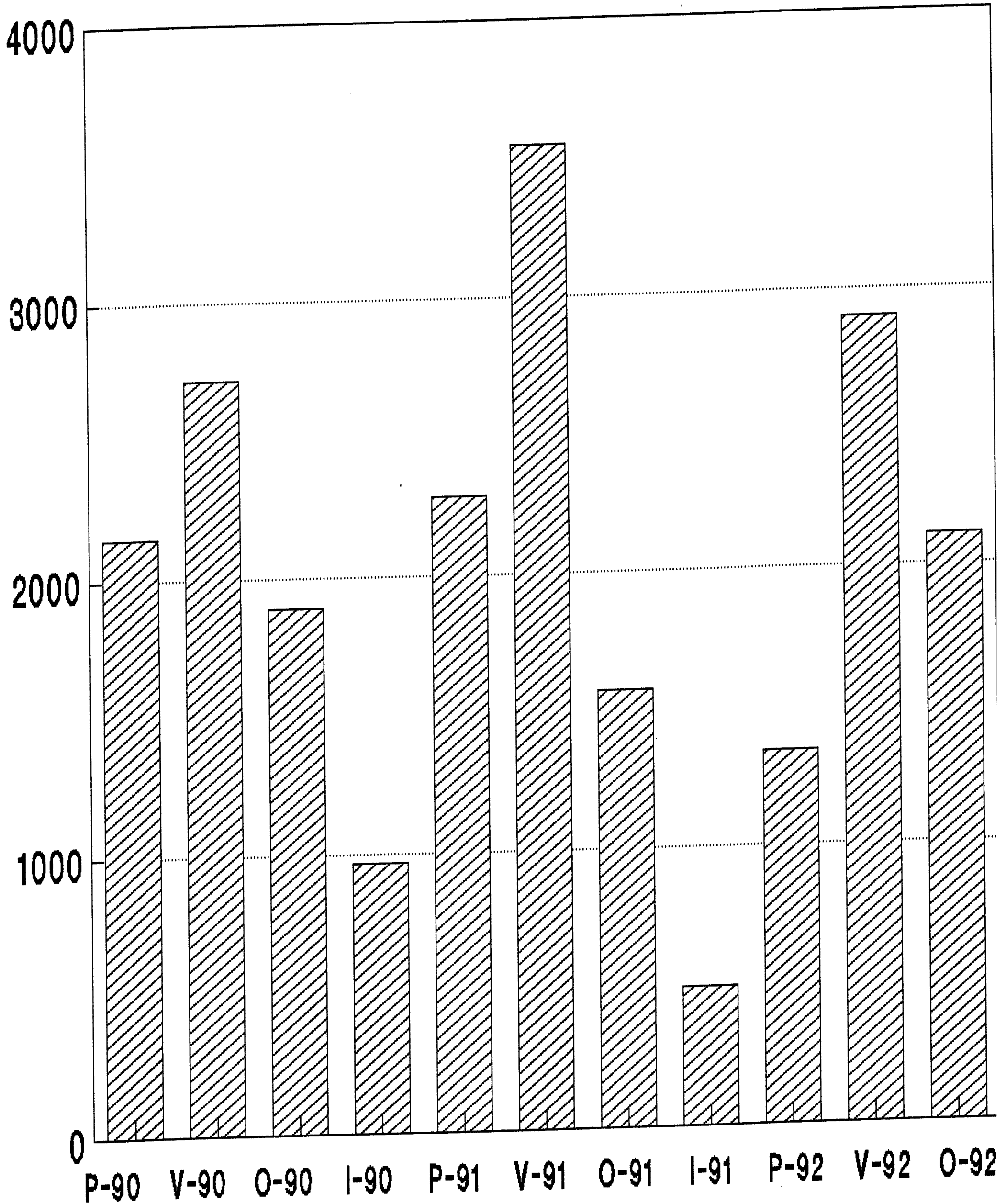


Figura 4.6 Producción estacional de alfalfa en la mezcla.

En segundo lugar, el efecto del corte inicial pudo haber ocasionado la dominancia de la leguminosa, ya que en este caso se dió el primer corte aproximadamente 150 días después de la siembra, con el fin de que se establecieran bien todas las especies, principalmente la leguminosa. Las recomendaciones comunes señalan que se debe dar el corte inicial entre los 90 y 120 días después de la siembra, por lo cual, al haber permitido 60 días más para su establecimiento, la especie más beneficiada fue la alfalfa (Frame y Newbould, 1986; Sheldrick *et al.*, 1986; Woledge *et al.* 1992).

Producción de Zacates.

Los zacates obtuvieron sólo el 29 por ciento de la producción total acumulada de la pradera (Figura 4.3). Las proporciones relativas de cada especie dentro de la mezcla son las siguientes: ovillo 50 por ciento, festuca 25 por ciento, ballico 18 por ciento y avenilla 7 por ciento. En general, los zacates tuvieron un mejor desempeño durante los meses de primavera (Cuadro 4.3). Un aspecto importante es que las cuatro especies tendieron a incrementar sus producciones hacia el segundo y tercer año del experimento.

El zacate ovillo obtuvo la mayor producción acumulada dentro de los zacates, con casi 13 ton. de MS/ha, siendo importante subrayar que además contó con la mejor distribución de la producción durante los tres años del estudio (Figura 4.7).

En segundo lugar, el efecto del corte inicial pudo haber ocasionado la dominancia de la leguminosa, ya que en este caso se dió el primer corte aproximadamente 150 días después de la siembra, con el fin de que se establecieran bien todas las especies, principalmente la leguminosa. Las recomendaciones comunes señalan que se debe dar el corte inicial entre los 90 y 120 días después de la siembra, por lo cual, al haber permitido 60 días más para su establecimiento, la especie más beneficiada fue la alfalfa (Frame y Newbould, 1986; Sheldrick *et al.*, 1986; Woledge *et al.* 1992).

Producción de Zacates.

Los zacates obtuvieron sólo el 29 por ciento de la producción total acumulada de la pradera (Figura 4.3). Las proporciones relativas de cada especie dentro de la mezcla son las siguientes: oville 50 por ciento, festuca 25 por ciento, ballico 18 por ciento y avenilla 7 por ciento. En general, los zacates tuvieron un mejor desempeño durante los meses de primavera (Cuadro 4.3). Un aspecto importante es que las cuatro especies tendieron a incrementar sus producciones hacia el segundo y tercer año del experimento.

El zacate oville obtuvo la mayor producción acumulada dentro de los zacates, con casi 13 ton. de MS/ha, siendo importante subrayar que además contó con la mejor distribución de la producción durante los tres años del estudio (Figura 4.7).

kg MS/ha

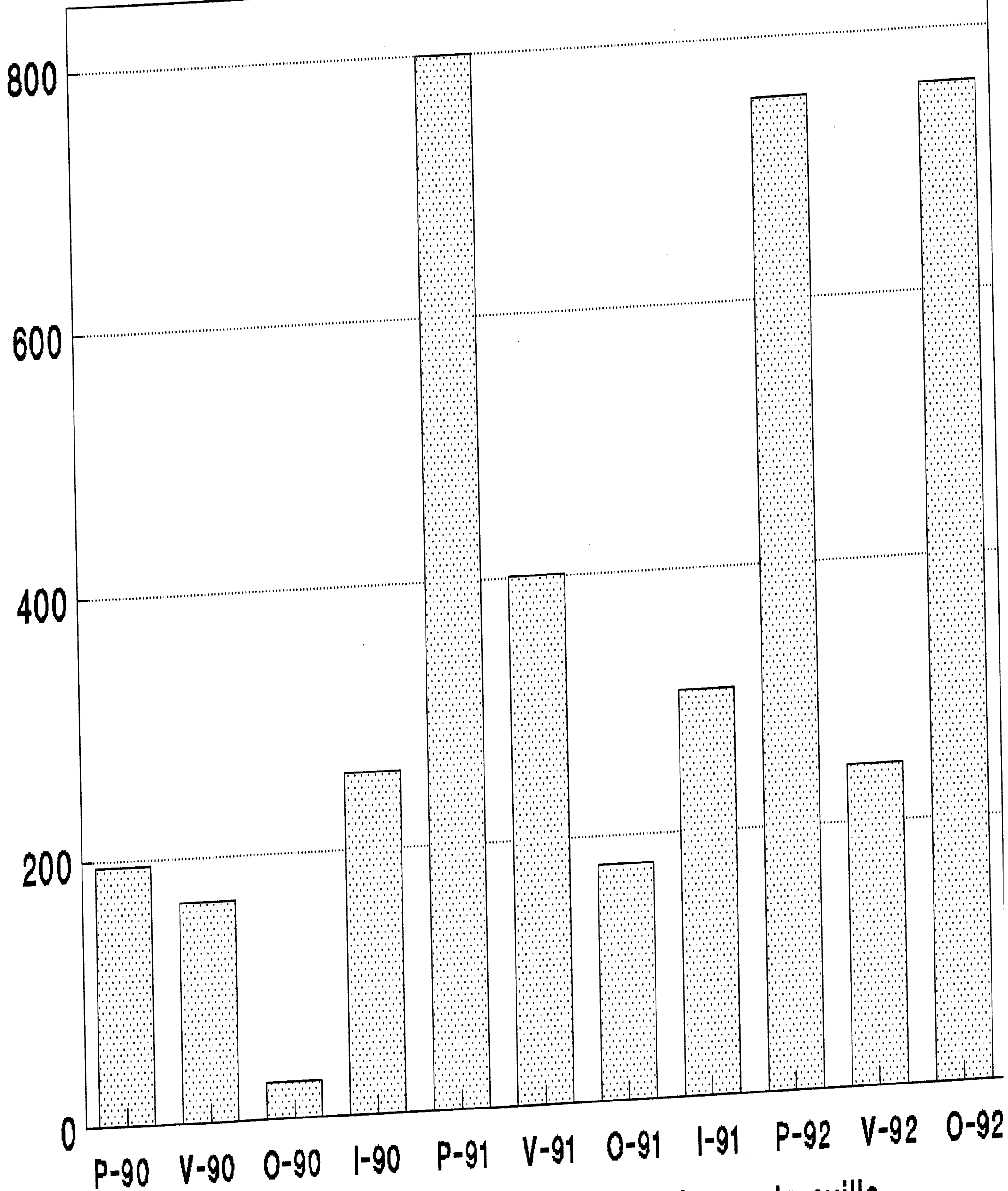


Figura 4.7 Producción estacional de zacate ovillo.

El zacate festuca tuvo muy bajas producciones durante el primer año, pero a partir del segundo año logró incrementar relativamente sus producciones con más uniformidad, e inclusive en el tercer año alcanzó producciones considerables dentro de las especies de zacates, con un promedio superior a los 400 kg de MS/ha (Figura 4.8).

En cuanto a las dos variedades de zacate ballico, no presentaron la respuesta que de ellas se esperaba. Al inicio del experimento, durante la primavera, tuvieron producciones notables dentro del grupo de zacates con rendimientos medios cercanos a los 400 kg de MS/ha (Figura 4.9). Sin embargo, a partir del verano y en el otoño sus producciones fueron insignificantes dentro de la producción total de la mezcla, reduciendo su productividad durante el segundo año, con una ligera alza hacia el tercer año.

Por último, el zacate avenilla tuvo un desempeño similar al del zacate ballico, con una tendencia negativa de su producción durante el primer año, una producción estable en poblaciones bajas durante el segundo y un incremento notable hacia el tercer año (Figura 4.10).

De acuerdo a lo que se ha estado señalando, con el uso de las mezclas forrajeras se logró una mayor producción de forraje durante un período más uniforme, teniendo además una mayor eficiencia en el uso de los recursos agua y nutrientes.

MS/ha

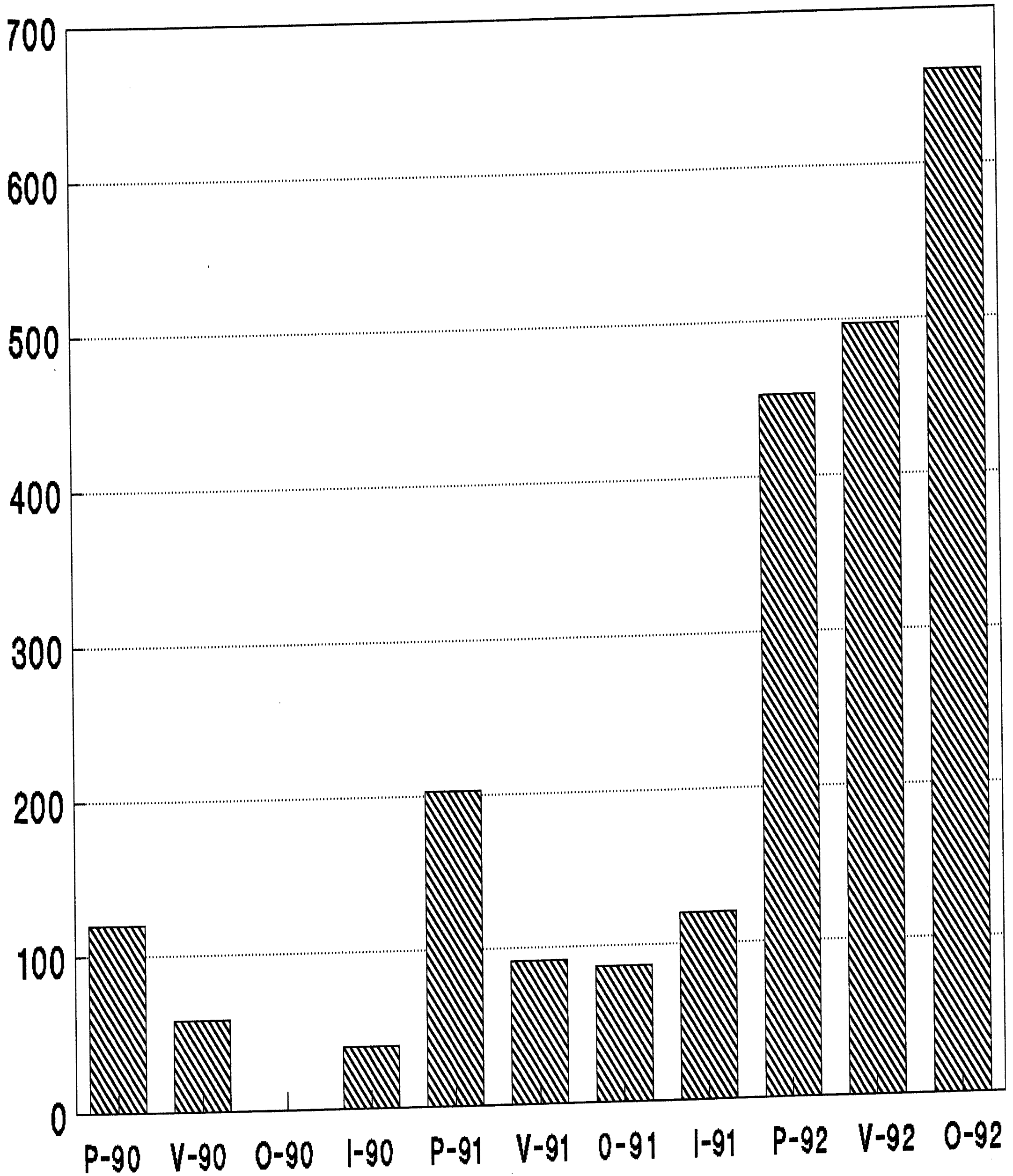


Figura 4.8 Producción estacional de zacate festuca.

/ha

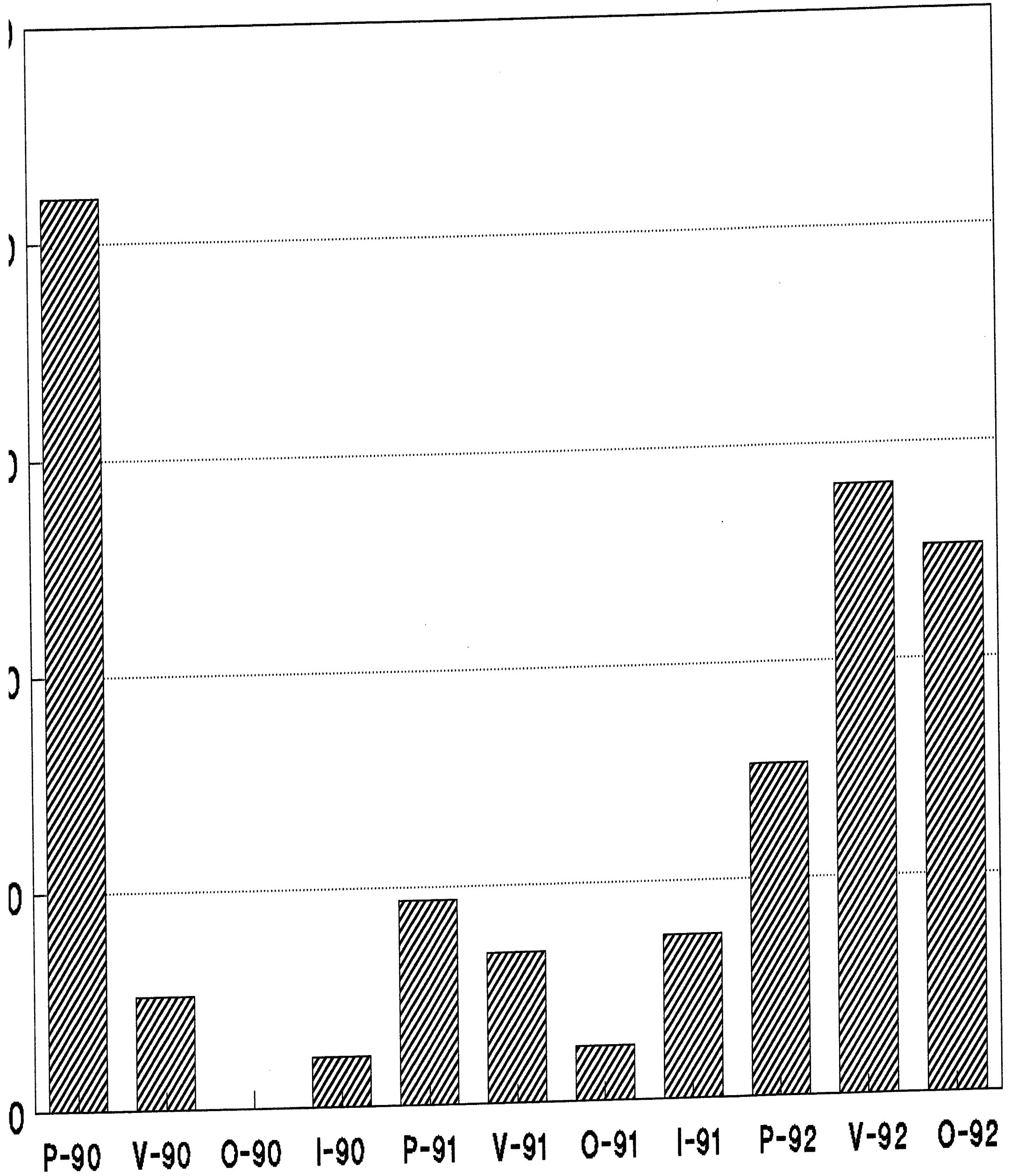


Figura 4.9. Producción estacional de zacate ballico.

MS/ha

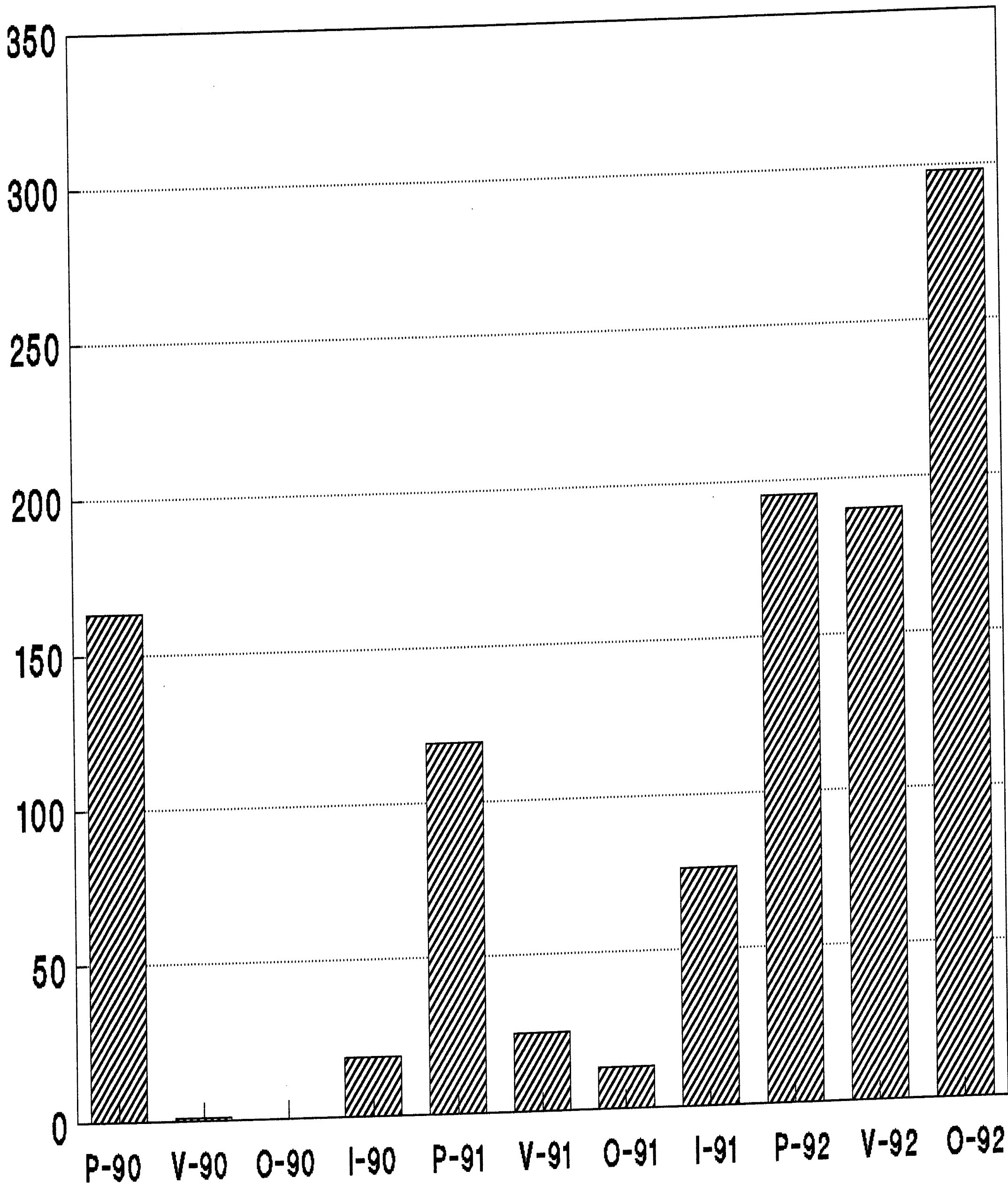


Figura 4.10 Producción estacional de zacate avenilla.

Sin embargo, el desempeño productivo de los zacates no fue el esperado, ya que se deseaba que tuvieran una mayor importancia relativa en la mezcla y que de esta forma pudieran contribuir con una producción durante los meses más fríos del otoño e invierno.

Además, sigue existiendo un déficit de producción dentro de la mezcla, por lo cual es conveniente el estudio de otras especies para la selección de algunas más resistentes al frío, principalmente en los meses de diciembre, enero y febrero, por lo que se podría pensar probablemente en algunas especies de la familia *Triticeae*, como por ejemplo los géneros *Agropyron*, *Sitanion*, *Elymus*, *Triticale*, etc.).

Además es conveniente pensar en la inclusión de algunas otras especies de verano como tréboles, esparcetas, etc. y ciertos zacates dentro de los géneros *Panicum*, *Chloris*, *Setaria*, *Cenchrus*, etc., con el fin de diversificar la producción y de esta forma se pueda reducir el riesgo de timpanización del ganado.

Otra opción factible para lograr el establecimiento adecuado de todas las especies en la mezcla, sería sembrar inicialmente las leguminosas y cuando ya estén establecidas introducir o "sobresembrar" las gramíneas (Hafekamp y Holt, 1985; Ball *et al.*, 1991).

Efecto de los factores atmosféricos.

En el Cuadro 4.1 se puede observar que no existió diferencia estadística significativa entre tratamientos para ninguno de los factores atmosféricos en estudio ($P < 0.05$), lo cual se pudo corroborar con la comparación múltiple de medias que se presenta en el Cuadro 4.5.

El análisis de varianza entre estaciones del año mostró que sí existió diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) para los factores temperatura, radiación, evaporación y humedad (Cuadro 4.1). La prueba de medias indica más altas temperaturas durante el verano, mayor radiación en primavera y verano y una mayor humedad relativa durante el invierno (Cuadro 4.6).

En el Cuadro 4.7 se presentan los coeficientes de correlación entre los datos de producción total y por especie y los factores atmosféricos de estudio. Se puede observar que la producción total de la mezcla forrajera se encontró relacionada significativamente con la temperatura ($r = 0.82$), radiación ($r = 0.81$) y evaporación ($r = 0.70$) ($P < 0.05$). De igual forma sobresalen las relaciones entre la producción de alfalfa y la temperatura ($r = 0.88$) y entre la producción de alfalfa y la humedad relativa ($r = -0.21$) ($P < 0.05$).

Cuadro 4.5 Comparación de medias por tratamientos para los factores temperatura media ($^{\circ}\text{C}$), radiación acumulada (cal), evaporación acumulada (mm) y humedad media(%).

Factores	Tratamientos				
	I	II	III	IV	V
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	17.60 a	17.50 a	17.51 a	17.50 a	17.42 a
Radiación (cal)	14133 a	14194 a	14202 a	14170 a	14134 a
Evaporación (mm)	202.61 a	204.71 a	202.59 a	202.59 a	201.50 a
Humedad (%)	81.88 a	81.86 a	81.83 a	82.09 a	82.22 a

Cuadro 4.6 Comparación de medias por estación para los factores temperatura media ($^{\circ}\text{C}$), radiación acumulada (cal), evaporación acumulada (mm) y humedad media (%).

Factor	Estación del año			
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Temperatura	18.30 b	21.29 a	17.02 c	12.30 d
Radiación	16,127 a	16,425 a	13,000 b	10,260 c
Evaporación	251.16 a	238.04 a	163.21 b	148.64 b
Humedad	79.64 b	81.33 ab	82.92 ab	84.67 a

Cuadro 4.7 Coeficientes de correlación entre las especies y los factores atmosféricos en estudio.

Factor	Total	Especies de la mezcla				
		Alfalfa	Ovillo	Festuca	Ballico	Avenilla
Temp.	0.82 *	0.88 *	0.11 ns	0.19 *	0.14 ns	-0.04 ns
Rad.	0.81 *	0.75 *	0.29 *	0.26 *	0.22 *	0.13 ns
Evap.	0.70 *	0.64 *	0.31 *	0.26 *	0.33 *	0.17 *
H.R.	-0.18 *	-0.21 *	0.03 ns	0.01 ns	-0.12 ns	-0.06 ns

Temp.= temperatura, Rad.=radiación, Evap.= evaporación, H.R.= humedad relativa.

Temperatura.

La temperatura fue el factor más correlacionado con la producción total de la pradera, lo cual se debió básicamente al efecto tan significativo que tiene sobre la producción de alfalfa y al gran peso que tuvo dicha especie dentro de la mezcla (Cuadro 4.7, Figura 4.11). Respuestas similares son reportadas por Norris (1985) y Menzi *et al.* (1991), quienes señalan que es uno de los factores que más influyen sobre la productividad y composición botánica de una pradera mixta ya que influye sobre el área foliar de las plantas.

Producción (Ton MS/ha)

Temperatura (oC)

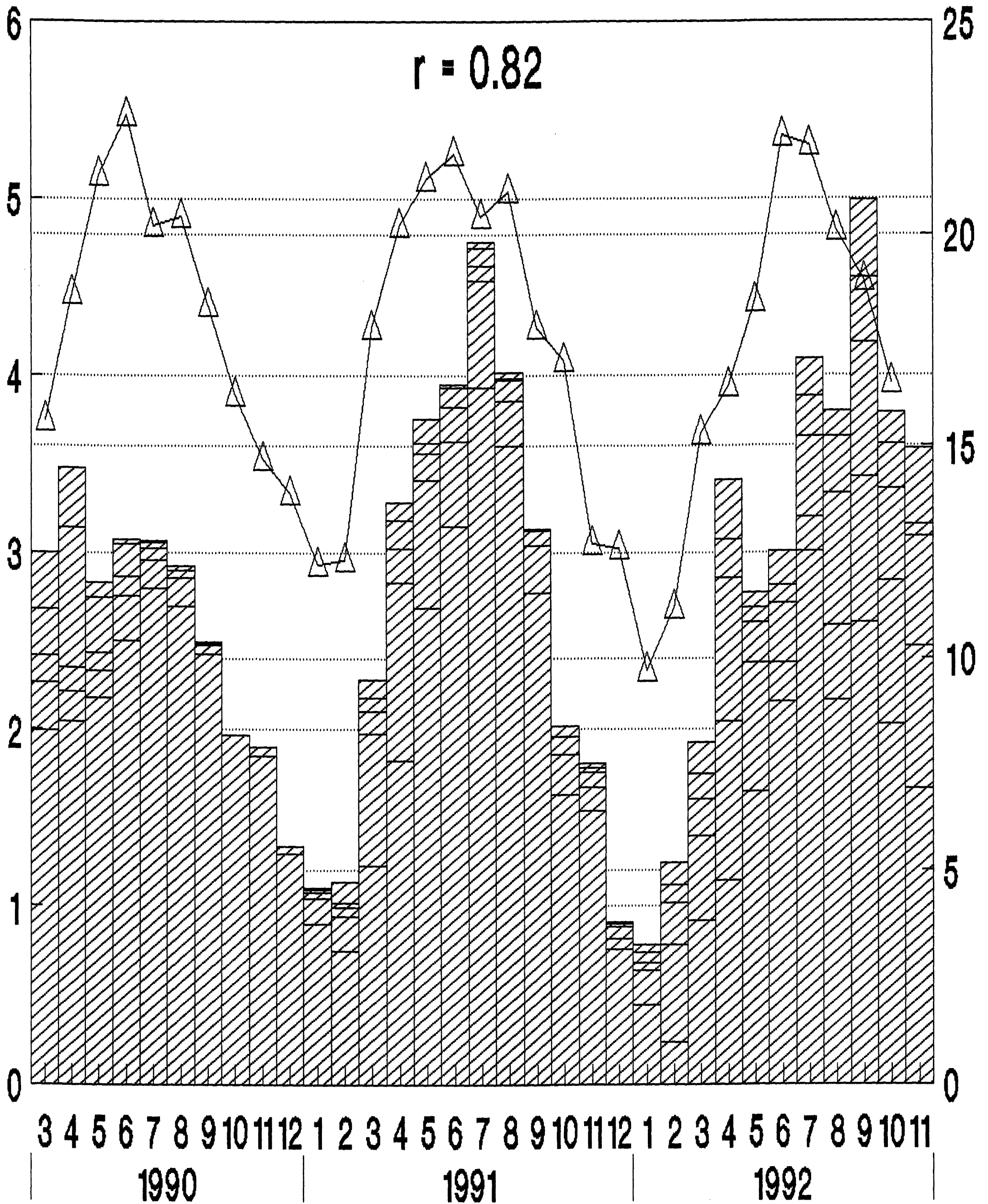


Figura 4.11 Relación entre producción total y temperatura.

En general, la producción por especie en cada uno de los zacates no tuvo relación con los cambios en la temperatura, con excepción de la festuca ($r=0.19$) (Figura 4.12). Estos resultados son congruentes con el reporte de Lamaire y Salette (1982), quienes encontraron que tanto la festuca como el zacate oville estuvieron altamente correlacionados con los registros de temperatura acumulada.

Radiación solar.

En la Figura 4.13, se muestra la relación entre la producción total de la mezcla y la radiación solar. Se puede observar que, en general, los zacates están más correlacionados con la radiación que con los cambios en temperatura (Figura 4.14). Al respecto Weihing (1963) señala que la luz, en forma de radiación total, es el principal factor que influye en el desarrollo y crecimiento de los zacates.

Menzi *et al.* (1991) y Norris (1985) encontraron respuestas similares, analizando mezclas de tréboles con festuca, ballico y timothy, concluyendo que la radiación junto con la temperatura son los factores que más influyeron sobre los cambios en la composición de las mezclas, subrayando que durante la primavera las producciones por unidad de incremento en temperatura y radiación fueron de dos a tres veces superiores que en el verano.

Producción (kg MS/ha)

Temperatura (oC)

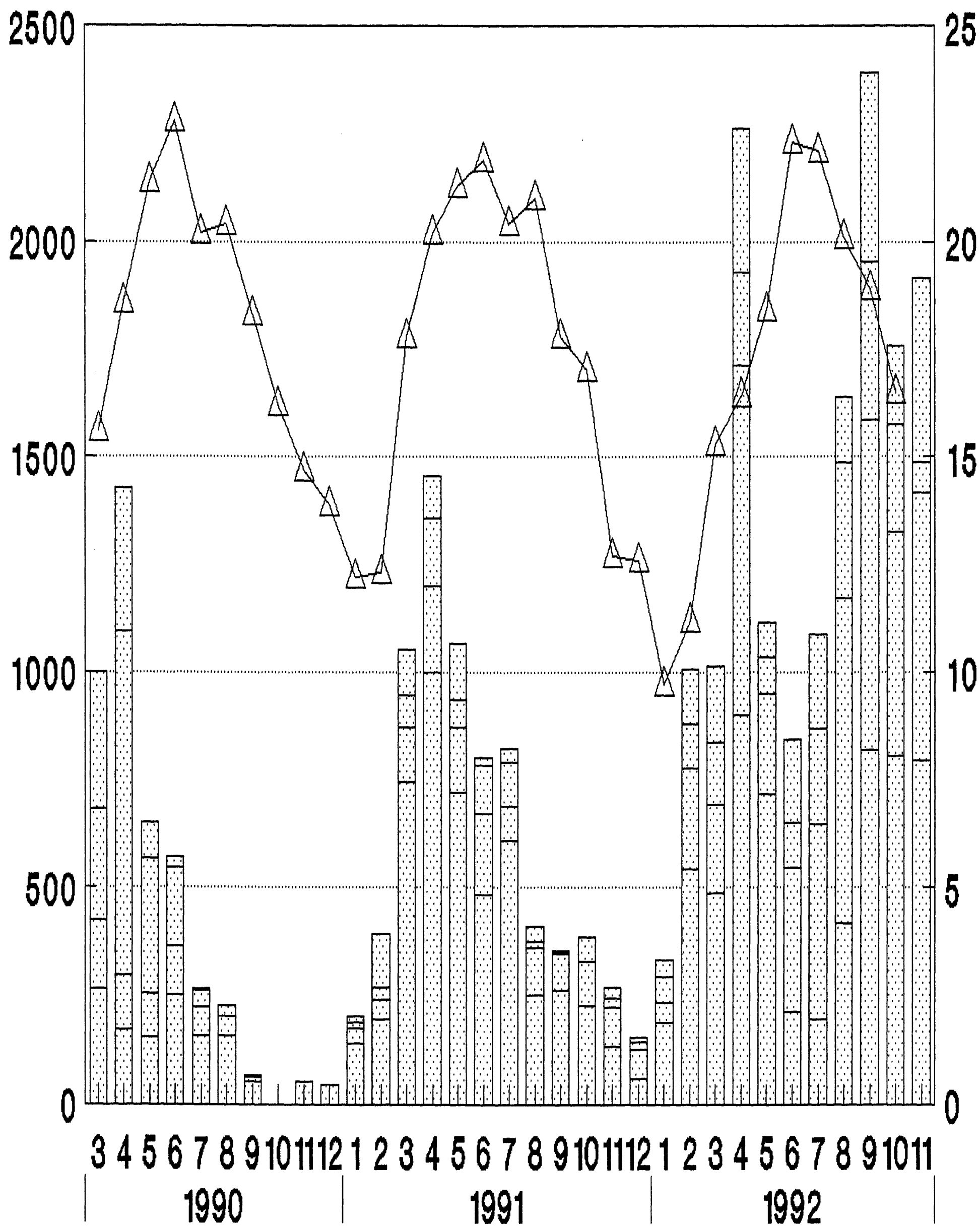


Figura 4.12 Relación entre prod. de zacates y temperatura.

Producción (kg MS/ha)

Radiación (cal)

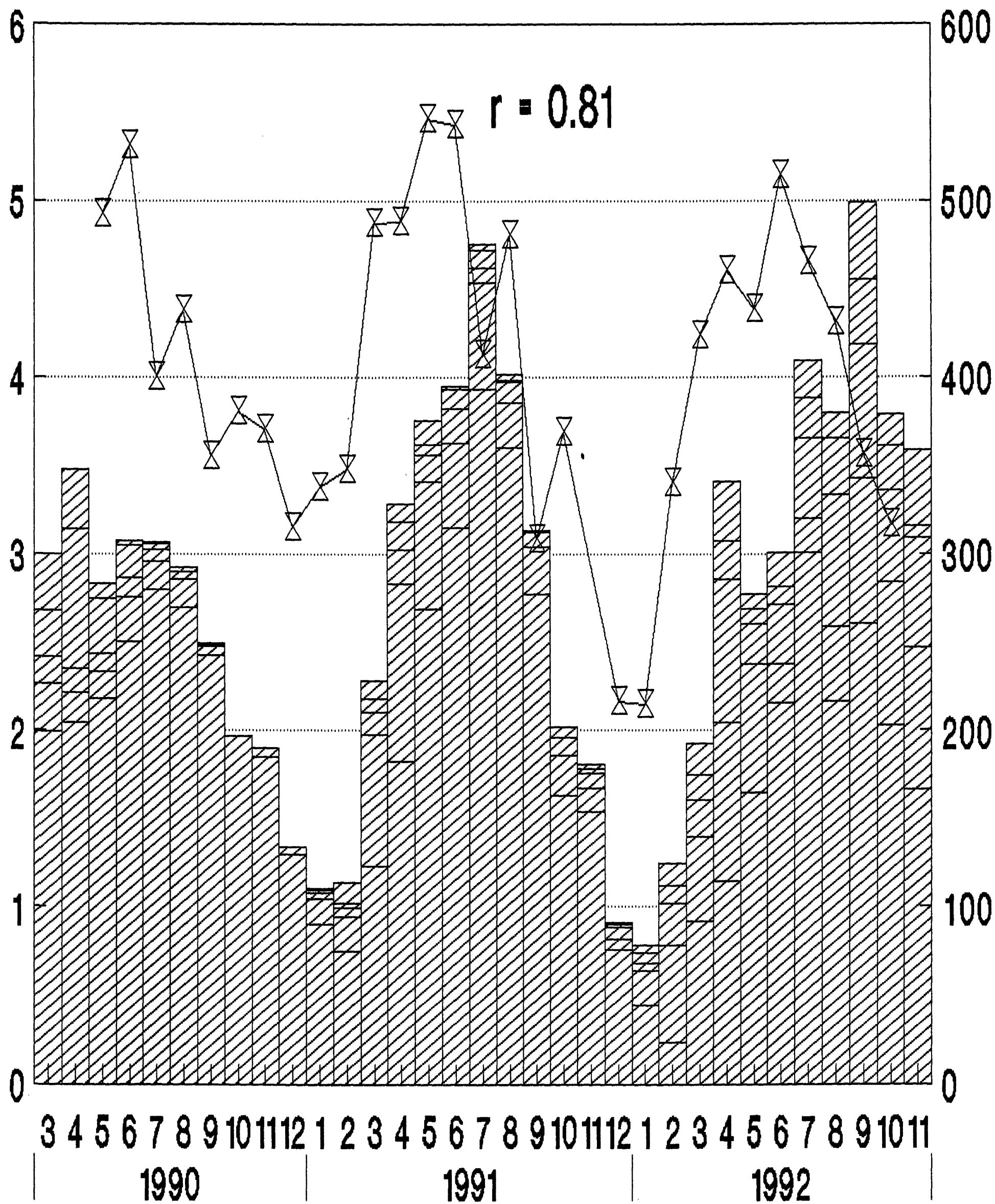


Figura 4.13 Relación entre la producción total y radiación.

Producción (kg MS/ha)

Radiación (cal)

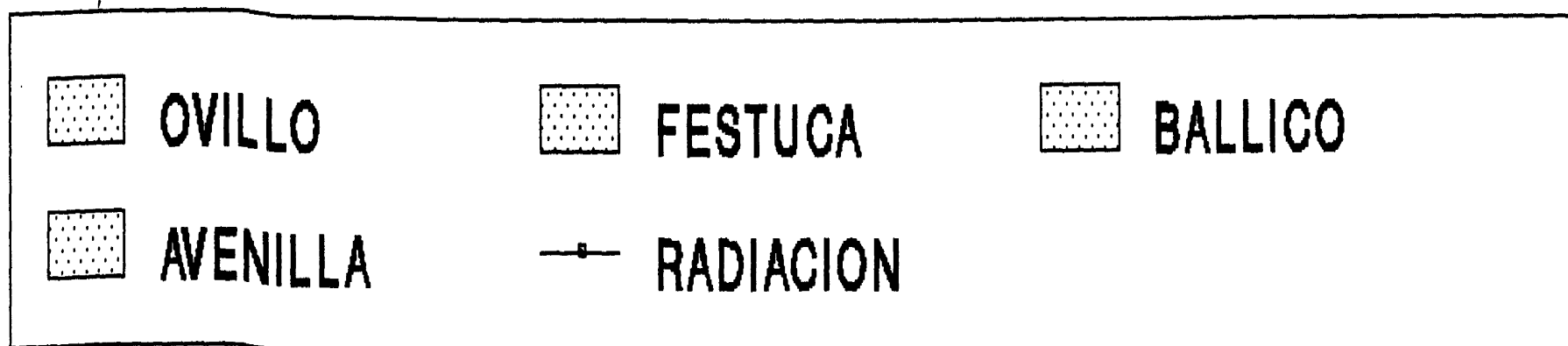
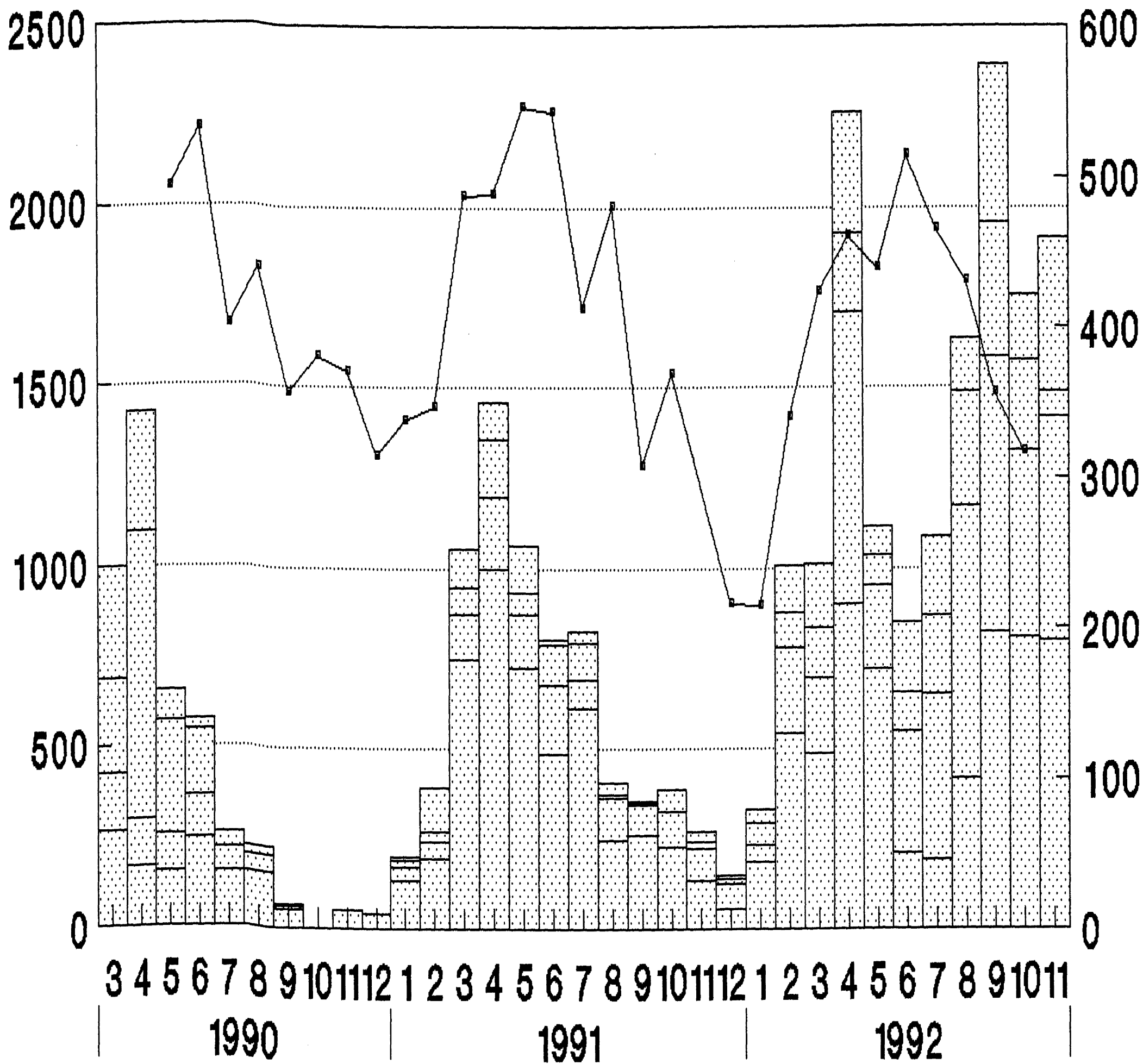


Figura 4.14 Relación entre producción de zacates y radiación

Evaporación.

La evaporación, también tuvo un efecto significativo sobre la productividad de la pradera, tanto en la producción de alfalfa como de los zacates (Cuadro 4.7 y Figura 4.15). Sobresalen dentro de las correlaciones la que tuvo con la producción total ($r=0.70$) y la que tuvo con la producción de alfalfa ($r=0.64$).

Humedad relativa.

La humedad relativa, por el contrario, no tuvo ningún efecto sobre los zacates y sólo afectó ligeramente la producción de alfalfa en forma negativa ($r=-0.21$) (Cuadro 4.7). Reece y Alexander (1991), señalan que la humedad ambiental y del suelo son dos factores esenciales que provocan cambios en la composición botánica de cualquier comunidad vegetal. Norris (1985) concluye que al incrementarse el déficit de humedad se afecta directamente a las plantas, ya que se reduce su extensión y apariencia foliar.

Interacciones entre factores.

El Cuadro 4.8 muestra las relaciones entre los factores atmosféricos evaluados. Se puede observar que sí existieron relaciones estadísticas significativas entre ellos, sobresaliendo las correlaciones entre la radiación y la evaporación ($r=0.89$) (Figura 4.16), la temperatura y la radiación ($r=0.79$) (Figura 4.17) y la temperatura y la evaporación ($r=0.77$) (Figura 4.18).

Producción (ton MS/ha)

Evaporación (mm)

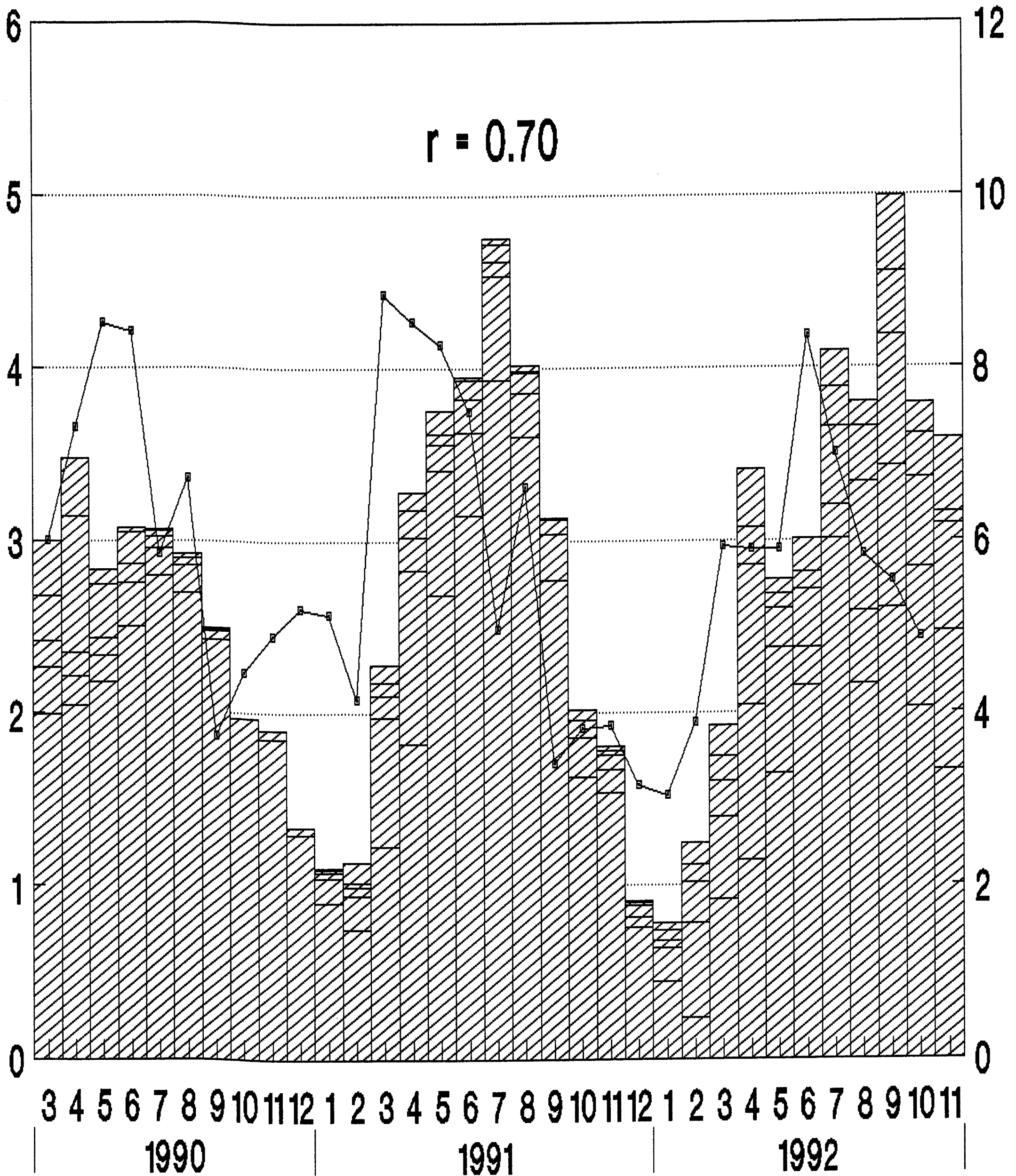
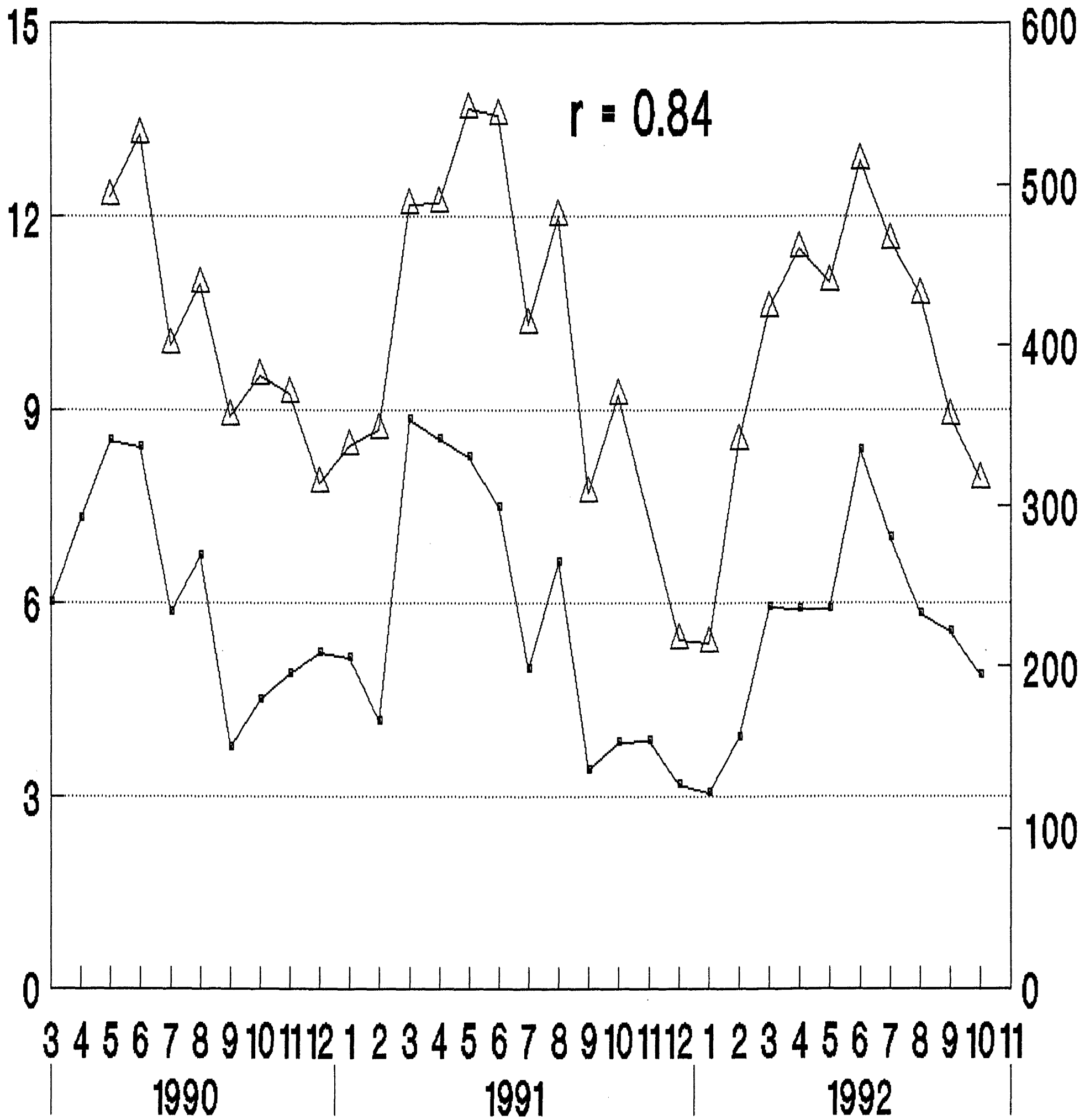


Figura 4.15 Relación entre producción total y evaporación.

Evaporación (mm)

Radiación (cal)

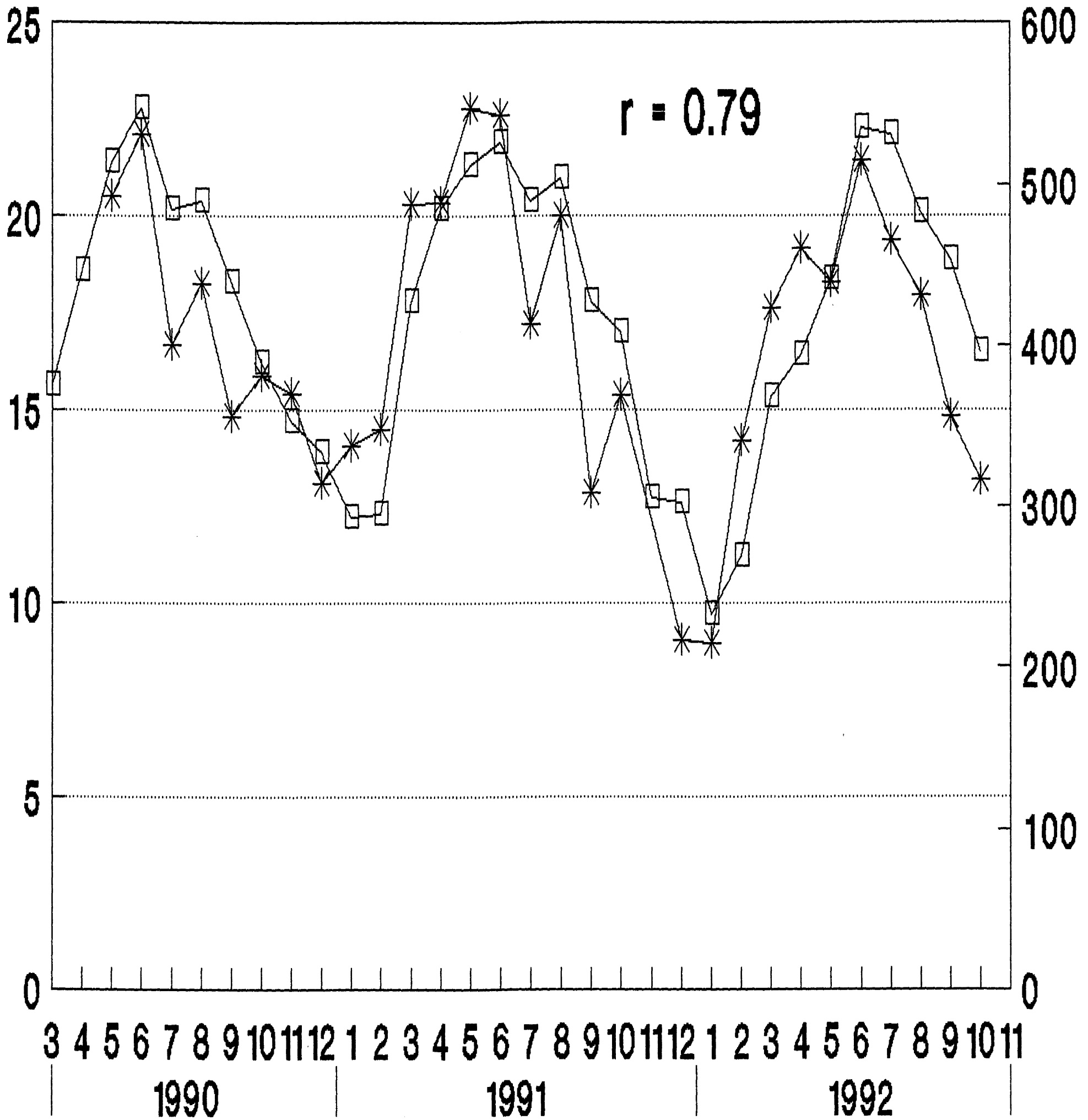


—■— EVAPORACION —△— RADIACION

Figura 4.16 Relación entre evaporación y radiación solar.

Temperatura (oC)

Radiación (cal)

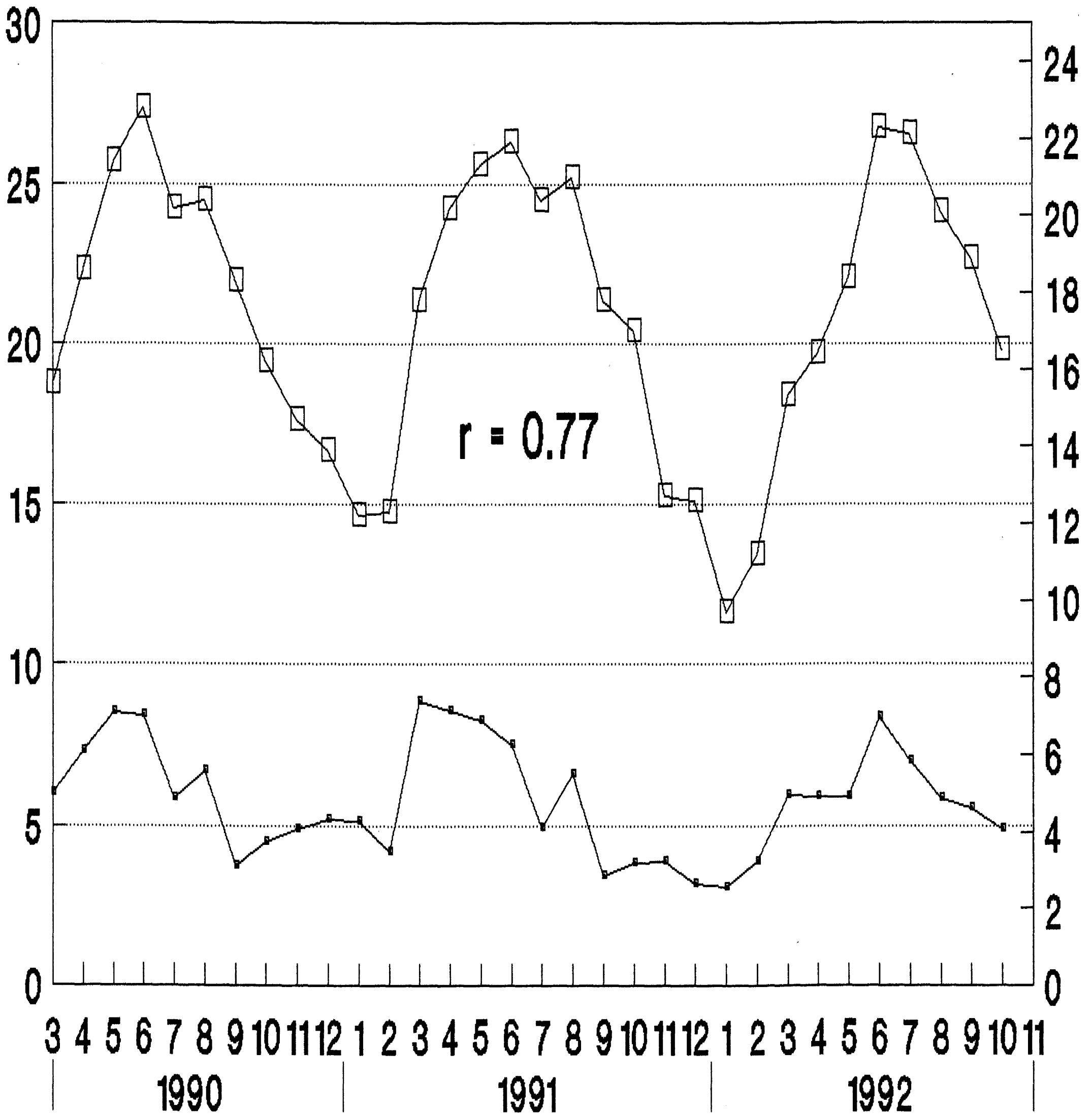


—□— TEMPERATURA —*— RADIACION

Figura 4.17 Relación entre temperatura y radiación solar.

Temperatura (oC)

Evaporación (mm)



—●— EVAPORACION —□— TEMPERATURA

Figura 4.18 Relación entre temperatura y evaporación.

Dinámica de los componentes de la mezcla.

En el Cuadro 4.9 se pueden observar los cambios estacionales de las especies dentro de la mezcla forrajera (Figura 4.19). Definitivamente que la especie que dominó en la mezcla a lo largo del experimento fue la alfalfa y dentro de las gramíneas sobresalieron (relativamente) el zacate ovillo y la festuca.

Los resultados de las pruebas de correlación entre las especies indican una alta relación entre la producción de alfalfa y la producción total de la pradera ($r=0.81$) (Cuadro 4.10). Asimismo, se observan relaciones significativas estadísticamente entre la producción de festuca y ovillo ($r=0.65$), festuca y ballico ($r=0.63$) y festuca y avenilla ($r=0.64$).

Cuadro 4.9 Cambios estacionales en la composición botánica de la mezcla forrajera (en porciento).

	Alfalfa	Ovillo	Festuca	Ballico	Avenilla
Siembra	9.00	19.00	32.00	23.00	12.00
P-90	70.53	6.40	3.94	13.82	5.35
V-90	90.68	5.57	1.97	1.73	0.03
O-90	98.54	1.40	-	-	-
I-90	73.97	19.75	3.06	1.76	1.45
P-91	62.78	22.86	5.77	2.69	3.40
V-91	85.81	9.70	2.22	1.67	0.60
O-91	83.85	9.49	4.64	1.33	0.69
I-91	46.29	28.57	11.13	6.95	7.05
P-92	46.30	26.04	15.64	5.28	6.73
V-92	70.46	5.94	12.10	6.84	4.63
O-92	51.65	18.61	16.23	6.19	7.32

Cuadro 4.10 Coeficientes de correlación entre las especies evaluadas en la mezcla.

	Total	Alfalfa	Ovillo	Festuca	Ballico	Avenila
Total	1.00	0.81 *	0.44 *	0.48 *	0.38 *	0.30 *
Alfalfa		1.00	- 0.01 ns	0.02 ns	0.01 ns	- 0.12 ns
Ovillo			1.00	0.65 *	0.44 *	0.49 *
Festuca				1.00	0.63 *	0.64 *
Ballico					1.00	0.59 *
Avenila						1.00

* indica diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).

ns no existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).

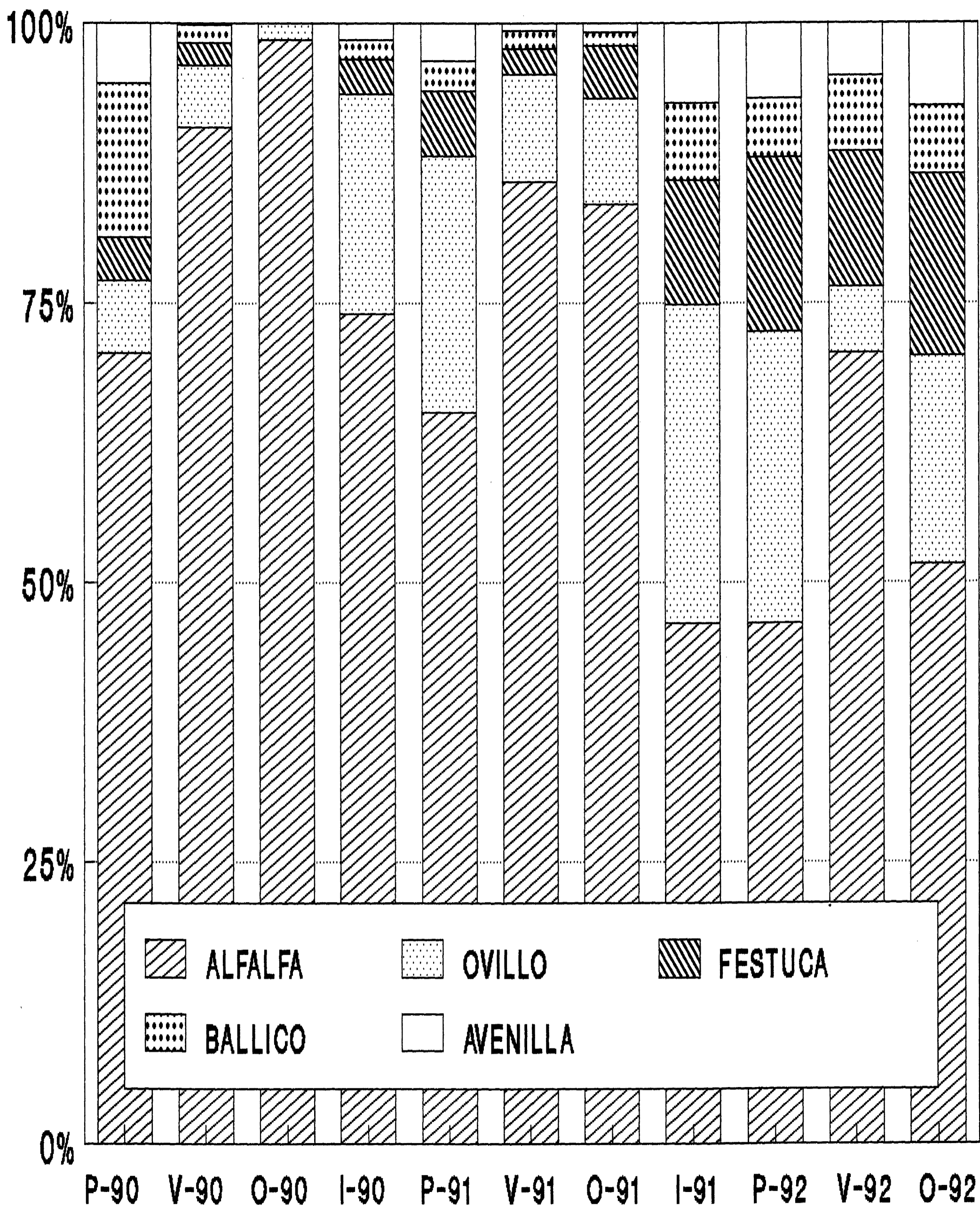


Figura 4.19 Cambios en la composición botánica de la mezcla.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo observar que con el uso de las mezclas forrajeras se logra una mayor producción y, más que todo, durante un período más prolongado y uniforme. Con lo anterior, se puede esperar reducir considerablemente los costos de producción debido básicamente a la amortización de los costos de establecimiento, además de que se puede disponer de forraje durante todo el año.

El comportamiento productivo estacional de la pradera básicamente fue de primavera y verano, con producciones promedio superiores a 3.0 y 3.5 ton MS/ha respectivamente. Sin embargo, aún se tienen ciertas deficiencias en cuanto a la selección de las especies utilizadas, pues es necesario pensar en algunas especies más resistentes a condiciones ambientales frías como es el caso de los géneros *Agropyron*, *Sitanion*, *Elymus*, *Poa*, *Bromus*, *Triticales*, etc. Por otro lado, se requiere diversificar la producción en el verano, pues se deben seleccionar algunas otras herbáceas como trébol blanco, trébol pata de pájaro, esparcetas y otras leguminosas, y también zacates de verano como en el caso de especies del género *Panicum*, *Andropogon*, *Sorghastrum*, *Paspalum*, *Setaria*, *Cynodon*, etc.

Aunque la temperatura y la radiación están altamente asociadas, se vió una mejor respuesta de la leguminosa a la temperatura y de las gramíneas a la radiación solar, lo cual nos puede servir como un indicador muy eficiente para la selección de las especies. Con base en lo anterior, se podrían seleccionar las especies de acuerdo a su respuesta al radiación solar, tomando en cuenta que esta tiene un alto grado de asociación (r) con la evaporación (0.84), temperatura (0.79) y humedad relativa (-0.35).

Se pudo observar que el conocimiento y manejo de los registros ambientales puede ser una herramienta muy útil, no sólo para la selección de especies, sino para hacer predicciones de la producción de una pradera, pudiendo también estimar su distribución a lo largo del año, lo cual ya es un requisito para la planeación de programas forrajeros intensivos.

Es necesario investigar aún sobre algunos otros factores que influyen fuertemente en la composición botánica de la mezcla a través del tiempo, dentro de los que sobresalen la frecuencia e intensidad de corte, fecha inicial de corte y principalmente la respuesta de la pradera al pastoreo del ganado.

Por último, se requiere implementar otras prácticas de manejo de mezclas de gramíneas con leguminosas con el fin de garantizar el establecimiento de ambas en la pradera, es decir, se pueden llegar a sembrar en primer lugar las leguminosas, o bien, utilizar las sobresiembras de especies anuales y perennes.

CAPITULO VI

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Campo Experimental "El Bajío" de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", en Buenavista, Saltillo, Coahuila, de agosto de 1989 a noviembre de 1992.

Los objetivos planteados para el presente estudio fueron los siguientes: 1) determinar la tendencia estacional de la producción total y por especie de los componentes de la mezcla, 2) determinar el efecto que ejercen los factores temperatura, radiación, evaporación y humedad, sobre la producción de la mezcla y 3) evaluar los cambios de composición botánica de la mezcla dentro y entre los años evaluados.

Se utilizó una mezcla comercial compuesta por festuca, ballico, ovido, avenilla y alfalfa, en las proporciones de 32, 23, 19, 12 y 9 por ciento, respectivamente. Se planteó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, en donde se formularon cinco tratamientos que fueron dados por el efecto de los factores atmosféricos que incidieron sobre cada evento de rebrote (35 días), dependiendo directamente de las distintas fechas de corte que se presentaron durante el estudio.

Se evaluó la producción total y por especie de los componentes de la mezcla y se correlacionaron con los factores atmosféricos señalados.

No hubo efecto estadístico significativo entre los tratamientos, pero sí entre las estaciones del año. Las mayores producciones se presentaron en primavera y verano, por los altos rendimientos de zacates y alfalfa respectivamente.

La alfalfa respondió más al efecto de la temperatura, mientras que los zacates hicieron lo mismo con la radiación.

Se tuvo un rendimiento total cercano a la 90 ton de MS/ha durante el estudio, de las cuales el 71 por ciento correspondieron a la alfalfa, el 14 al ovillo, el 7 a la festuca, el 5 al ballico y el 3 a la avenilla. Es posible que los cambios tan notables en la composición botánica de la mezcla se hayan debido básicamente a dos aspectos: el corte inicial y el tipo de manejo (por siega).

Aunque se han logrado mayores rendimientos por hectárea y además gran uniformidad, es necesario utilizar otras especies más resistentes en invierno y diversificar las de verano.

CAPITULO VIII

LITERATURA CITADA

- Alder, H.L. y J. H. Roessler. 1968. Introduction to probability and statistics. Fourth Edition. W.H. Freeman. USA. 333 p.
- Anslow, R.C. y S.O. Green. 1967. The seasonal growth of pasture grasses. J. Agric. Sci. Camb. 68:109-122.
- Ball, D. M., C. S. Hoveland y G. D. Lacefield. 1991. Southern forages. Potash and Phosphate Institute (PPI) - Foundation of Agronomic Research. Georgia, USA. 256 p.
- Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 464 p.
- Departamento de Agrometeorología. 1992. Registros atmosféricos de la Estación Meteorológica Principal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Emmel, T. C. 1973. An introduction to ecology and population biology. W. W. Norton. New York, USA. 196p.
- Frame, J. y G. Boyd. 1986. Effect of cultivar and seed rate of perennial ryegrass and strategic fertilizer nitrogen on the productivity of grass/white clover swards. Grass and Forage Sci. 41: 359-366.
- _____ y P. Newbould. 1986. Agronomy of white clover. Adv. Agron. 40: 1-88.
- García, E. 1988. Modificiaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. México.

- Gutiérrez C., J. J. 1992. Análisis de costos de alimentación de un sistema de producción pecuario con base en la producción de praderas. Problema Especial de Investigación. Maestría en Producción Animal. Programa de Graduados. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. INEDITO. 33 p.
- Gutiérrez C., J. y J. M. Salazar. 1986. Impacto de la reforestación en la Sierra Zapalinamé sobre las tasas de infiltración. Revista Agraria. UAAAN. México. 2: 286-302.
- Gutiérrez N., M. 1991. Comportamiento productivo estacional de una mezcla de especies forrajeras perennes irrigadas. Tesis de Licenciatura IAZ. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Buenavista, Saltillo, Coahuila. 49 p.
- Hafekamp, M. R. y E. C. Holt. 1985. Establishment of grass-legume mixtures in the South Texas Plains and Edwards Plateau. En: Veckert, D. N. y J. E. Muston. Rangeland Resources Research. Texas Agr. Exp. Sta. San Angelo, Texas. Progress Report 3665. 112 p.
- Haynes, R. J. 1980. Competitive aspectos of the grass-legume association. Adv. Agron. 33: 227-261.
- Hill, M. J. y C. J. Pearson. 1985. Primary growth and regrowth responses of temperate grasses to different temperatures and cutting frequencies. Aust. J. Agric. Res. 36: 25-34.
- Huss, D. L. y E. Aguirre. 1976. Fundamentos de manejo de pastizales. ITESM. Monterrey. México.
- INEGI. 1980. Síntesis Geográfica del Estado de Coahuila. (Anexo cartográfico). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. SPP. México.
- Jacoby, P. W. (Comp). 1989. A glossary of terms used in Range Management. Society for Range Management. USA. 20 p.
- Kanyama-Phiri, G. Y., C. A. Raguse y K. L. Taggard. 1990. Responses of perennial grass-legume mixture to applied nitrogen and differing soil textures. Agron. J. 82: 486-495.

- Lamaire, G. y S. Salette. 1992. The effects of temperature and fertilizar nitrogen on the spring growth of tall fescue and cocksfoot. *Grass and Forage Sci.* 37: 191-198.
- McWilliams, J. R. 1978. Response of pasture plants to temperature. En: Wilson, R. J. (Ed.). *Plant relations in pastures*. CSIRO. Australia. p. 17-29.
- Menzi, H., H. Blum y J. Nösberger. 1991. Relationship between climatic factors and the dry matter production of swards of different composition a two altitudes. *Grass and forage Sci.* 46: 223-230.
- Miller, D. A. 1984. *Forage crops*. Mc Graw Hill. New York, USA. 530 p.
- Morrison, D.F. 1978. *Multivariate statistical methods (Second Edition)*. International Student Edition. Mc Graw Hill International Book Co. Singapore. 415 p.
- Murphy, B. 1987. *Greener pastures on your side of the fence: better farming with Voisin grazing management*. Capital City Press. Vermont, USA . 215 p.
- Norris, I. B. 1985 Relationship between growth and measured weather factors among contrasting varieties of *Lolium*, *Dactylis* and *Festuca* species. *Grass and Forage Sci.* 40: 151-159.
- Reece, P. E. y J.D. Alexander III (Ed.). 1991. *A drought management handbook for range and pastureland in Nebraska and South Dakota*. University of Nebraska Panhandle Research and Extension Center. Nebraska, USA. 35 p.
- Rhodes, I. y W. R. Stern. 1978. Competition for light. En: Wilson, R. J. (Ed.). *Plant relations in pastures*. CSIRO. Australia. p. 175-189.
- Sheldrick, R. D., R. H. Lavander y V. J. Tewson. 1986. The effects of frecuency of defoliation, date of first cut and heading of a perennial rye grass companion on the yield, quality and persistance of diploid and tetraploid broad red clover. *Grass and Forage Sci.* 41: 137-149.

- Smith, R. L. 1986. Elements of ecology. Second Edition. Harper and Row. New York, USA. 677 p.
- Torsell, B. W. y A. O. Nicholls. 1978. Population dynamics in species mixtures. En: Wilson, J. R. (Ed.). Plant relations in pastures. CSIRO. Australia. p. 217-232.
- Vallis, I. 1978. Nitrogen relationships in grass/legume mixtures. En: Wilson, J.R. (Ed.). Plant relations in pastures. CSIRO. Australia. p. 190-201.
- Weihing, R.M. 1963. Growth of rye grass as influenced by temperature and solar radiation. Agron. J. 55: 519-521.
- Woledge, J., A. Reyneri, V. Tewson y J. Parsons. 1992. The effect of cutting on the proportions of perennial rye grass and white clover in mixtures. Grass and Forage Sci. 47:169-179.
- Woolfolk, J., P. D. Sears y S. H. Work. 1975. Manejo de pasturas. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 220 p.

APENDICE

APENDICE A

Producción de materia seca total y por especie (expresados en kilogramos por hectárea).

CORTE	TRATAM.	ESTACION	PROD.TOT.	ALFALFA	OVILLO	FESTUCA	BALLICO	AVENILA
1	1	Primav90	2753	1970	372	196	124	94
2	2		2914	2019	163	116	396	220
3	3		3131	1885	88	62	756	340
4	4		3538	2464	135	49	554	336
5	5		3854	2239	244	224	792	355
6	1		3367	1595	221	173	1084	294
7	2		2749	1803	259	128	490	69
8	3		2731	2045	86	73	351	176
9	4		3168	2863	102	65	114	24
10	5		2684	1996	172	139	292	85
11	1		2768	2239	251	77	138	63
12	2		2892	2288	254	82	237	31
13	3		3064	2530	186	171	147	30
14	4	Verano90	3078	2409	328	119	222	0
15	5		3576	3043	236	118	178	0
16	1		3175	2856	195	58	57	9
17	2		3355	3030	217	62	46	0
18	3		2672	2360	150	118	44	0
19	4		3044	2939	66	26	13	0
20	5		3028	2690	273	42	23	0

21	1		3235	2938	217	45	35	0
22	2		2635	2433	135	49	18	0
23	3		2671	2482	97	74	18	0
24	4		3009	2913	65	21	0	0
25	5		2914	2712	147	38	17	0
26	1		2553	2506	47	0	0	0
27	2	Otoño90	2357	2334	23	0	0	0
28	3		2136	2136	0	0	0	0
29	4		1830	1830	0	0	0	0
30	5		1855	1855	0	0	0	0
31	1		1896	1896	0	0	0	0
32	2		2293	2293	0	0	0	0
33	3		1940	1892	48	0	0	0
34	4		1774	1744	35	0	0	0
35	5		2056	1994	62	0	0	0
36	1		1781	1736	45	0	0	0
37	2		1966	1893	73	0	0	0
38	3		1944	1925	19	0	0	0
39	4		1086	1033	53	0	0	0
40	5	Inviern90	1125	1088	37	0	0	0
41	1		1197	1130	67	0	0	0
42	2		1054	868	186	0	0	0
43	3		963	791	123	8	0	41
44	4		1003	820	97	80	0	6

45	5		1407	1134	151	53	69	0
46	1		972	833	109	18	0	12
47	2		872	642	188	42	0	0
48	3		1236	815	264	26	87	44
49	4		1109	696	227	96	24	66
50	5		1738	1150	457	86	45	0
51	1		2858	1230	470	47	38	73
52	2		2449	1361	976	67	40	5
53	3	Primav91	2501	994	857	294	213	143
54	4		2865	1408	982	128	46	301
55	5		2628	1170	1044	208	120	84
56	1		3206	1866	1221	18	46	55
57	2		3349	1922	1054	178	190	5
58	3		3950	2350	670	395	282	253
59	4		3572	2860	288	48	0	376
60	5		3638	2682	676	199	9	72
61	1		3421	2437	872	22	17	73
62	2		3792	3052	616	32	92	0
63	3		4343	2405	1169	451	187	131
64	4		3652	3021	455	113	8	55
65	5		4568	3529	488	535	16	0
66	1	Verano91	3948	3280	548	116	0	4
67	2		3620	2752	443	0	425	0

68	3		5567	4012	740	277	411	127
69	4		5237	4153	1055	29	0	0
70	5		4698	4276	422	0	0	0
71	1		3511	3272	227	12	0	0
72	2		3176	2757	199	52	0	168
73	3		3697	3265	240	187	0	5
74	4		5035	4345	420	215	55	0
75	5		4197	4063	87	47	0	0
76	1		3970	3603	308	59	0	0
77	2		3580	3052	416	107	0	5
78	3		3529	3304	108	91	12	14
79	4	Otoño91	2972	2603	264	105	0	0
80	5		2428	2134	262	32	0	0
81	1		2080	1740	324	16	0	0
82	2		2024	1628	288	100	8	0
83	3		1904	1600	104	200	0	0
84	4		2080	1572	200	84	224	0
85	5		2084	868	100	96	20	0
86	1		1960	1644	220	48	28	20
87	2		1588	1292	196	68	16	16
88	3		1708	1512	24	112	20	40
89	4		1696	1368	132	128	12	56
90	5		1128	896	124	68	0	40

91	1		732	588	76	68	0	0
92	2	Inviern91	860	800	0	0	60	0
93	3		916	740	36	136	4	0
94	4		624	536	52	0	0	36
95	5		828	600	112	20	56	40
96	1		889	456	284	54	41	54
97	2		580	272	132	64	88	24
98	3		974	372	371	89	113	29
99	4		1270	160	457	417	114	122
100	5		770	280	232	93	71	92
101	1		1112	281	488	152	63	128
102	2		1826	233	993	285	147	168
103	3		1726	1053	327	113	136	97
104	4		1638	703	522	127	76	200
105	5	Primav92	2335	1280	413	289	182	171
106	1		2018	625	680	298	175	232
107	2		2825	621	1415	440	190	159
108	3		3633	1530	825	641	203	434
109	4		3909	1392	476	1271	360	410
110	5		3263	1034	891	881	117	340
111	1		3088	880	1660	348	60	140
112	2		2584	1940	268	224	152	0
113	3		2692	1500	920	204	0	68
114	4		2753	1970	372	196	124	94

115	5		2753	1970	372	196	124	94
116	1	Veran92	3252	2347	55	472	85	293
117	2		4452	3285	58	583	361	165
118	3		4559	3942	96	270	187	64
119	4		4011	3186	216	485	92	32
120	5		4206	2281	552	461	377	535
121	1		4526	3404	297	395	186	244
122	2		3738	1809	435	816	678	0
123	3	Otoño92	3856	1516	550	1249	195	346
124	4		3081	1925	389	553	214	0
125	5		3994	2229	566	544	173	482
126	1		5314	2344	872	994	397	707
127	2		5280	2712	862	841	553	312
128	3		5389	3118	988	670	361	252
129	4		4286	2709	588	348	359	282
130	5		4963	2566	1054	865	152	326
131	1		2725	1242	523	538	422	0
132	2		3133	1923	626	326	186	46
133	3		3166	1726	1245	418	128	268
134	4		3874	1838	941	460	137	194
135	5		3887	1504	652	782	0	660