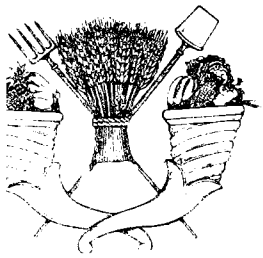


NSEÑAR LA EXPLOTACION DE
TIERRA, NO LA DEL HOMBRE "

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PRODUCCION ANIMAL

"EFECTO DEL PERIODO DE DESCANSO SOBRE EL RENDIMIENTO, LA ESTRUCTURA Y LA UTILIZACION DE UNA PRADERA DE ZACATE OVILLO (*Dactylis glomerata*) VAR. POTOMAC, ASOCIADO CON ALFALFA (*Medicago sativa*) VAR. VALENCIANA. CUARTA FASE"

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL

P O R :

ISAIAS LOPEZ GUERRERO

CHAPINGO, MEXICO. 1995

DX 81547
-134149

D E D I C A T O R I A

El autor manifiesta con toda sinceridad que el camino hacia la superación personal y profesional, aunque sea angosto, es esequible, a la velocidad del deseo personal y la colaboración de los estímulos que nos rodean, por eso, como un tributo a su ejemplo deseo dedicar este trabajo a:

Francisco López Guerrero (+)
Mi padre, que hasta la fecha vela por el bienestar de la familia.

Josefina Guerrero Herrera Vda. de López
Mi madre, que con amor y coraje nos ha dado lo que somos.

Mis hermanos
Por su trabajo y honradez que dignifican alegremente a cualquier ser humano en todo momento y cualquier lugar.

A Tere
Mi esposa, por su impaciencia que apresura y su comprensión que relaja.

A mis hijos: Tania, Isaías y Nathalia
Como fuente principal de todas mis aspiraciones

.....Y porsupuesto, a la alegría y afecto de todos mis amigos.

28459

AGRADECIMIENTO

El que pudiera ser más grande de mis agradecimientos resulta incompleto para expresar lo que el **Señor Díos** me ha dado.

También deseo agradecer:

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) a través del Centro de Investigación Regional del Golfo-Centro (CIRGOC) y el Campo Experimental "La Posta", la oportunidad de trabajar y capacitarme.

A la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) a través del Departamento de Zootecnia que tuvieron la deferencia de aceptarme como alumno en su postgrado.

A todos los que han sido mis maestros, pero especialmente a los que debo este estudio: Dr. Gualberto R. De Lucía Silva, M.C. Juan Carlos Avendaño Montero, IR. Ricardo Améndola Massiotti.

A Paty, Juan, Víctor, Enrique, Charlie, Pepe y Rolando sin cuya colaboración no hubiera sido posible el presente trabajo.

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Comité Asesor indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL

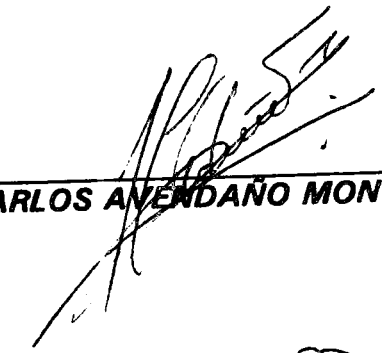
PRESIDENTE _____
MSc. Juan Carlos Avendaño Montero

A S E S O R _____
Ir. Ricardo Amendola Mossiotti

A S E S O R _____
MSc. Maximino Huerta Bravo

Chapingo, México. Septiembre de 1995

EL JURADO DEL EXAMEN DE GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL, CON ORIENTACION EN FORRAJES, ESTUVO CONSTITUIDO POR:



PRESIDENTE _____

M.C. JUAN CARLOS AVENDAÑO MONTERO

ASESOR _____

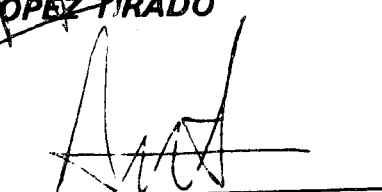
Ir. RICARDO D. AMENDOLA MASSIOTTI

ASESOR _____

M.Sc. MAXIMINO HUERTA BRAVO

REPRESENTANTE DE LA COORDINACION GENERAL DE ESTUDIOS DE POSGRADO _____

DR. QUITO LOPEZ TIRADO



REPRESENTANTE DE LA COORDINACION DE ESTUDIOS DE POSGRADO EN PRODUCCION ANIMAL _____

DR. PEDRO A. MARTINEZ HERNANDEZ

CONTENIDO

TITULO	PAGINA
DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
CONTENIDO	iii
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	xii
SUMMARY	xiv
1. INTRODUCCION	1
1.1. OBJETIVOS	2
1.1.1. General	2
1.1.2. Particulares	2
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Factores que afectan el desempeño de los animales en condiciones de pastoreo	3
2.1.1. Del medio	3
2.1.2. Del consumo voluntario	6
2.1.2.1. Mecanismos que lo regulan	8
2.1.2.2. Factores que lo afectan	9
2.1.3. Factores de la pradera	10
2.1.3.1. Masa de forraje	10
2.1.3.2. Composición botánica	12
2.1.3.3. Calidad del forraje	13
2.1.3.4. Estructura de la pradera	15
2.1.3.5. Palatabilidad	16
2.1.4. Factores del animal	17
2.1.4.1. Especie, raza y sexo	18
2.1.4.2. Edad y peso corporal	18
2.1.4.3. Estado fisiológico	19
2.1.5. Factores del manejo del pastoreo	20
2.1.5.1. Carga animal	21
2.1.5.2. Método de pastoreo	23

2.2. Efecto del período de descanso 24
2.2.1. Sobre la masa de forraje 25
2.2.2. Sobre la composición botánica 26
2.2.3. Sobre la calidad del forraje 26
2.2.4. Sobre la estructura 27
3. MATERIAL Y METODOS 29
3.1. Generalidades 29
3.1.1. Localización 29
3.1.2. Clima 29
3.1.3. Suelo 29
3.1.4. Pradera 31
3.1.5. Animales 31
3.2. Diseño experimental, tratamientos y metodología. 31
3.3. Variables de respuesta 34
3.3.1. De la pradera 34
3.3.1.1. Masa de forraje 34
3.3.1.2. Peso vivo requerido 35
3.3.1.3. Estructura de la pradera 36
3.3.1.4. Condición de la pradera 37
3.3.1.5. Tasa de crecimiento del cultivo..... 37
3.3.1.6. Valor nutritivo del forraje 37
3.3.1.7. Grado de defoliación del forraje..... 38
3.3.2. De los animales 38
3.3.2.1. Tasa de desaparición del forraje..... 38
3.3.2.2. Carga animal 39
3.3.2.3. Consumo diario de forraje 39
3.3.2.4. Peso vivo y ganancia de peso 40
3.4. Modelo estadístico 41
4. RESULTADOS Y DISCUSION 43
4.1. Masa de forraje ofrecido (MFO) 43
4.2. Masa de forraje residual (MFR) 44
4.3. Relaciones hoja:tallo y vivo:muerto 49
4.4. Densidad del forraje ofrecido (DFO) 50
4.5. Densidad del forraje ofrecido por estrato 52
4.6. Densidad del forraje residual (DFR)..... 54

4.7. Densidad del forraje residual por estrato 54
4.8. Estructura de la pradera 55
4.8.1. Estructura de la masa total de forraje..... 55
4.8.2. Estructura del zacate ovillo 56
4.8.3. Estructura de la alfalfa 68
4.8.4. Estructura de la hoja verde 74
4.9. Condición de la pradera 81
4.9.1. Cobertura basal 81
4.9.2. Densidad de las especies sembradas 81
4.9.3. Vigor de las especies sembradas 86
4.10. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)..... 86
4.11. Grado de defoliación del forraje (GDF)..... 87
4.12. Valor nutritivo del forraje 89
4.13. Desempeño animal 91
5. CONCLUSIONES 97
6. LITERATURA CITADA 99

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		PAGINA
1.	Masa de forraje ofrecido de los principales componentes de la pradera (MS en kg/ha)	44
2.	Masa de forraje ofrecido para cada ciclo de pastoreo dentro de cada tratamiento (MS en kg/ha) .	46
3.	Masa de forraje residual de los principales componentes de la pradera (MS en kg/ha)	47
4.	Masa de forraje residual para cada ciclo de pastoreo dentro de cada tratamiento (MS en kg/ha)	49
5.	Relaciones hoja: tallo y vivo: muerto del forraje ofrecido y residual	50
6.	Relaciones del forraje ofrecido y residual para cada ciclo de pastoreo dentro de tratamiento	51
7.	Densidad del forraje ofrecido para los componentes principales de la pradera (MS en kg/ha/cm)	52
8.	Densidad del forraje ofrecido por componente en los diferentes estratos (MS en kg/ha/cm)	53
9.	Densidad del forraje residual (MS en kg/ha/cm)	54
10.	Densidad del forraje residual por componente en los diferentes estratos (MS en kg/ha/cm)	55
11.	Grado de defoliación del forraje (%)	88
12.	Grado de defoliación del forraje (%) por estrato ..	90
13.	Valor nutritivo del forraje ofrecido y residual ...	90
14.	Carga animal y ganancia de peso vivo	95

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.		PAGINA
1.	Climodiagrama del área experimental para el período 1989-1990	30
2.	Localización del experimento y distribución de los potreros	33
3.	Masa del forraje ofrecido por componente acumulado en los períodos de descanso	45
4.	Masa del forraje residual por componente acumulado en los períodos de descanso	48
5.	Estructura de la masa total de forraje ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el primer ciclo de pastoreo	57
6.	Estructura de la masa total de forraje ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el segundo ciclo de pastoreo	58
7.	Estructura de la masa total de forraje ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el tercer ciclo de pastoreo	59
8.	Estructura de la masa total de forraje ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el cuarto ciclo de pastoreo	60

9. Estructura de la masa total de forraje ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el quinto ciclo de pastoreo 61

10. Estructura de la masa total de forraje ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el sexto ciclo de pastoreo 62

11. Estructura de la masa del forraje del zacate ovillo ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el primer ciclo de pastoreo 63

12. Estructura de la masa del forraje del zacate ovillo ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el segundo ciclo de pastoreo 64

13. Estructura de la masa del forraje del zacate ovillo ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el tercer ciclo de pastoreo 65

14. Estructura de la masa del forraje del zacate ovillo ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el cuarto ciclo de pastoreo 66

15. Estructura de la masa del forraje del zacate ovillo ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el quinto ciclo de pastoreo 67

16. Estructura de la masa del forraje del zacate ovillo ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el sexto ciclo de pastoreo 68

17. Estructura de la masa del forraje de alfalfa ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el primer ciclo de pastoreo 69

18. Estructura de la masa del forraje de alfalfa ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el segundo ciclo de pastoreo 70

19. Estructura de la masa del forraje de alfalfa ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el tercer ciclo de pastoreo 71

20. Estructura de la masa del forraje de alfalfa ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el cuarto ciclo de pastoreo 72

21. Estructura de la masa del forraje de alfalfa ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el quinto ciclo de pastoreo 73

22. Estructura de la masa del forraje de alfalfa ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el sexto ciclo de pastoreo 74

23. Estructura de la masa del forraje de la hoja verde ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el primer ciclo de pastoreo 75

24. Estructura de la masa del forraje de la hoja verde ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el segundo ciclo de pastoreo. 76

25. Estructura de la masa del forraje de la hoja verde ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el tercer ciclo de pastoreo 77

26. Estructura de la masa del forraje de la hoja verde ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el cuarto ciclo de pastoreo 78

27. Estructura de la masa del forraje de la hoja verde ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el quinto ciclo de pastoreo 79

28. Estructura de la masa del forraje de la hoja verde ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana en el sexto ciclo de pastoreo 80

29. Cobertura basal de los componentes de la pradera.. 82-83

30. Cobertura vegetal por componente de la pradera ... 84-85

31. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC) y masa de forraje acumulado (MFA) por período de descanso 87

32. Contenido de proteína cruda en la MS del forraje ofrecido..... 92
33. Digestibilidad de la MS del forraje ofrecido 93

RESUMEN

Con el objeto de evaluar los efectos del período de descanso (**PD**) sobre el crecimiento, la composición botánica, la estructura, el valor nutritivo y la utilización de una pradera asociada de zacate Ovillo (***Dactylis glomerata***) var. Potomac con Alfalfa (***Medicago sativa***) var. Valenciana pastoreada por becerras Holstein, se llevó a cabo este experimento entre agosto de 1989 y febrero de 1990, en la granja de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicada a los 19° 29' de LN y 98° 53' de LW, a 2,250 msnm, con un clima templado subhúmedo y suelo del orden entisol. Se utilizaron 22 potreros pastoreados rotacionalmente con 7 días (d) de período de ocupación (**PO**) y 21, 28, 35 ó 42 d de PD, según el tratamiento (**T**). El peso inicial promedio de las becerras fue de 116 Kg, con una asignación diaria de forraje de 8 Kg de materia seca (**MS**) por cada 100 Kg de peso vivo. Se usaron tres animales fijos por T y su efecto se probó estadísticamente con un modelo completamente al azar con tres repeticiones, anidando los ciclos de pastoreo (**CDP**) dentro del T; cuando existió diferencia estadística se usó la prueba de rango múltiple de Tukey para comparar las medias. Las variables de respuesta fueron: masa y densidad de forraje ofrecida y residual (**MFO**, **MFR**, **DFO** y **DFR**), estructura de la pradera, condición de la pradera evaluada por la cobertura basal, densidad y vigor de las especies sembradas, tasa de crecimiento del cultivo, proteína cruda (**PC**) y digestibilidad ***in vitro*** de la materia seca (**DMS**), el grado de defoliación y la tasa de desaparición del forraje (**GDF** y **TDF**), la carga animal (**CA**), el consumo diario de forraje y la ganancia de peso (**GDP**). Los resultados muestran que: a medida que se incrementó el PD, la MFO aumentó ($P \leq 0.001$) para todos los componentes de la pradera, excepto para las malezas, que presentaron una relación inversa; al pasar el tiempo y aumentar el No. de CDP, la MFO se redujo debido a que se avanzó de verano a invierno. La MFO fue menor ($P \leq 0.02$) en la pradera con 42 d de PD, pero en el resto de los T's, aumenta con el PD. Las relaciones hoja:tallo y material vivo: muerto fueron mayores en la MFO que en la MFR y bajaron a medida que aumentó el PD, debido a la selectividad animal y a la edad del rebrote. La DFO de Alfalfa fue mayor ($P \leq 0.03$) en las praderas con 28 y 42 d de PD mientras que el Ovillo logró los mayores valores con 35 d de PD, lo mismo que la DFR ($P \leq 0.04$), pudiéndose observar una participación muy importante del zacate Ovillo y del material muerto; la DFR en los primeros 10 cm fue mayor que la DFO debido al pisoteo y a la mecánica de cosecha de las becerras, la estructura en general fue mejor en el segundo CDP y en la pradera con 28 d de PD. La cobertura basal de las especies sembradas resultó baja y muy diferente ($P \leq 0.001$) con valores a favor de los potreros con 28 ó 35 d de PD, la densidad del Ovillo fue de: 11, 7, 6 y 5 plantas/m^2 para los PD de 35, 28, 21 y 42 d en forma respectiva, mientras que Alfalfa presentó valores de 13, 10, 9 y 8 plantas/m^2 para los PD de 42, 28, 35 y 21 d, sin que se encontrara diferencia en el diámetro de las plantas.

El valor promedio de GDF fue de 46% con diferencia ($P \leq 0.02$) entre los PD y los componentes de la pradera, quedando los mayores valores de GDF para las especies sembradas en la pradera con 28 y 42 d de PD (66% y 77%). El contenido de PC y la DMS fueron mayores en la MFO que en la MFR por efecto del pastoreo selectivo. La CA tendió a ser mejor ($P \leq 0.07$) en la pradera con 28 d de PD, mientras que la tasa de desaparición y el consumo diario de forraje se incrementaron ($P \leq 0.05$) con el mayor PD; sin embargo, la GDP fue mejor ($P \leq 0.03$) en la pradera con 28 d de PD alcanzando valores de 0.661 Kg/animal/d ó 3.646 Kg/ha/d. Lo anterior puede explicarse en virtud de que en esos potreros se logró una elevada acumulación de forraje a lo largo del período experimental, lo que les permitió mantener el mayor número de animales, además de que al parecer, tanto el valor nutritivo del forraje como la estructura de la pradera resultaron favorables para que las becerras alcanzaran las mejores GDP.

SUMMARY

In order to evaluate the effect of the Resting Period (RP) over growth, botanical composition, sward canopy structure, nutritional value and utilization of a mixed sward of Orchardgrass (***Dactylis glomerata*** var. Potomac) with Alfalfa (***Medicago sativa*** var. Valenciana) grazed by Holstein heifers, this experiment was carried out between august 1989 and february 1990 at the Universidad Autonoma Chapingo which is located at 19° 29′ LN and 98° 53′ LW, at 2 250 mosl, in a subhumid temperate climate and entisol soil. Twenty two paddocks were used with a rotative grazing method with 7 days (d) of Grazing Period (**GP**) and 21, 28, 35 or 42 d of Resting Period (**RP**) depending upon treatment (**T**). The initial weight of heifers was 116 Kg and they received a daily herbage allowance of 8 Kg Dry Matter (**DM**) of forage for every 100 Kg of Live weight (8%). The effect of T was analysed with a completely random model with 3 replicates, using the GLM procedure of SAS, if difference was found then a Tukey test was run. Variables determined were: Quantity and Density of Forage on Offer and Residual (**QFO, QFR; DFO, DFR**), Sward Canopy Structure (**SCS**) and condition; Crude Protein (**CP**) and ***in vitro*** DM digestibility (**IVDMD**); Defoliation Degree and disappearence rate of Forage (**DD, DRF**); Stocking Rate (**SR**), Daily Consumption of Forage (**DCF**) and Live Weight Gain (**LWG**). Results show that: The RP affected ($P \leq 0.001$) positively the QFO of all components of the sward except weeds, the QFR was lowest ($P \leq 0.02$) with 42 d of RP and greater with 35 d. The density of Alfalfa was higher ($P \leq 0.03$) with 28 and 42 d of RP, while Orchardgrass took the highest value with 35 d, as well as the DFR ($P \leq 0.04$) with an important participation of dead material; in the first 10 cm the DFR was greater than the DFO, maybe due to the effect of treading and grazing. It seems that the SCS was better with 28 d of RP. Basal cover of Orchardgrass and Alfalfa was low and different ($P \leq 0.001$), with higher values founds with 35 and 28 d of RP, respectively; the density of Orchardgrass was: 11, 7, 6 and 5 plants/m^2 with the RP of 35, 28, 21 and 42 d, while Alfalfa took values of: 13, 10, 9 and 8 plant/m^2 with the RP of 42, 28, 35 and 21 d, respectively. Mean DD was good (46%) with difference ($P \leq 0.02$) among T's and components of the sward with the best values for Orchardgrass and Alfalfa (together) in the paddocks with 28 and 42 d of RP (66% and 77%). The CP contain and IVDMD were higher in the QFO than in the QFR by effect of selective grazing during the GP. The SR was no different but it seems to be higher ($P \leq 0.07$) with 28 d of RP; The DRF and the DCF increased with the RP but, the LWG was superior ($P \leq 0.03$) in the sward with 28 d of RP with values of: 0.661 Kg/heifer/d or 3.646 Kg/ha/d, it could be explained because with this T the paddocks achieved a high acumulation of forage during the experimental period and the nutritive value of forage and SCS were good enough to support a good animal performance.

1. INTRODUCCION

México figura como uno de los principales países importadores de leche en el mundo. Según INEGI (1992), en 1990 se hizo una importación de casi 290 mil ton. del básico a un costo superior a los 650 millones 250 mil dólares. El déficit en la producción se puede atribuir entre otras causas, a la falta de tecnología nacional que a través de la reducción en los costos de producción, ayude a eliminar la compra en el extranjero y en consecuencia a evitar la dependencia alimenticia.

Los sistemas intensivos de producción de leche en México se caracterizan por el uso de grandes construcciones, instalaciones y equipo, alimentación a base de concentrados, heno de alfalfa o alfalfa fresca y diversos cultivos ensilados, principalmente maíz y sorgo forrajero, lo que determina niveles elevados de insumos al sistema. En la mayoría de los establos, la alimentación y el manejo general del ganado son satisfactorios, pero con escasa y muy ineficiente cría de animales para reemplazo. Una evidencia de lo anterior está representada por la importación de más de 93 mil vaquillas durante 1990 (INEGI, 1992).

Por otra parte, algunas regiones del país, principalmente las situadas en áreas templadas o áridas bajo condiciones de riego, se podrían usar para el establecimiento de praderas capaces de lograr altos niveles de producción de forraje de buena calidad, que además podría ser consumido directamente por el animal en cualquier época del año. Frente a esta situación, el uso de sistemas de producción animal basados en el pastoreo puede representar una opción rentable en la cría de vaquillas para reemplazo, ya que con este manejo es posible eliminar los costos asociados con la estabulación de los animales y aquellos ocasionados por el corte, transporte, almacenamiento y suministro de los alimentos. Con base en la justificación anterior, se llevó a cabo el presente estudio que tuvo los objetivos siguientes:

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. General

Evaluar los efectos de diferentes períodos de descanso sobre el crecimiento, la utilización y la producción animal de una pradera asociada de gramínea (***Dactylis glomerata***) var. Potomac y leguminosa (***Medicago sativa***) var. Valenciana, pastoreada rotacionalmente por becerras Holstein.

1.1.2. Particulares

1) Determinar los efectos de diferentes períodos de descanso sobre la producción y valor nutritivo del forraje, composición botánica, condición y estructura de la pradera.

2) Determinar los efectos de diferentes períodos de descanso sobre la eficiencia de utilización, consumo de forraje y ganancia de peso de becerras Holstein en pastoreo.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Factores que Afectan el Desempeño de los Animales en Condiciones de Pastoreo.

La productividad de las empresas pecuarias basadas en el pastoreo, es un fenómeno relativamente sencillo de evaluar desde el punto de vista económico; sin embargo, la serie de eventos biológicos que suceden para lograr dicha productividad resulta mucho más difícil de comprender y depende de gran número de factores que en forma general pudieran clasificarse como controlables, parcialmente controlables y no controlables. Generalmente esos factores se estudian de manera individual, pero hay que estar conscientes que en la práctica, los animales en pastoreo, las pasturas de las cuales se alimentan, el suelo y las condiciones climáticas, son parte de un sistema complejo cuyo entendimiento debería constituir la base del proceso de toma de decisiones (Snaydon, 1981).

2.1.1. Del Medio

Los elementos del clima y las características del suelo influyen en forma directa sobre el tipo de comunidad vegetal que puede vivir en un sitio determinado y su capacidad productiva (Daobenmire, 1968). De igual forma, la producción animal es el resultado de la interacción entre el factor genético y el medio ambiente, constituido por un componente abiótico que incluye todos los factores físicos y químicos externos y un componente biótico que incluye los efectos principales e interacciones entre las entidades biológicas como alimentación, estado de salud, depredación, conducta social y sexual, etc. (Riquelme, 1989).

El clima ejerce sus efectos directos sobre los animales fundamentalmente a través de cinco elementos: temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar, movimientos del aire

y presión barométrica (Román-Ponce, 1977), por lo que Young (1988), acepta que el estrés ambiental es inevitable, aunque en condiciones normales, los rumiantes son capaces de sobreponerse evitando la exposición o activando algún mecanismo fisiológico que generalmente implica costos nutricionales. El estrés por calor, especialmente cuando se encuentra relacionado con alta humedad y/o radiación solar, puede reducir marcadamente el consumo de alimento y disminuir la producción; en contraste, cuando el ambiente es frío, el consumo generalmente se incrementa para compensar la mayor necesidad de nutrimentos debido al aumento en la actividad metabólica necesario para mantener el calor corporal dentro del estrecho rango compatible con las funciones vitales (Forbes, 1986). En ese sentido, Riquelme (1989) atribuye el efecto directo a una modificación en la eficiencia bruta de utilización del alimento ocasionada por cambios en el consumo voluntario, la digestibilidad y las pérdidas urinarias, pero menciona que también es posible que se alteren las eficiencias parciales debido a factores que afecten las condiciones químico-fisiológicas de las células u órganos de animales que sean expuestos a temperaturas ambiente específicas fuera del rango de su zona termoneutral. Román-Ponce (1977) demostró el efecto del estrés calórico, considerado como la combinación de la temperatura, la radiación y la humedad, sobre la producción y fertilidad de vacas lactantes tratadas con o sin sombra, donde la temperatura del bulbo negro fue de 28.4 °C y 36.7 °C, respectivamente. Las consecuencias en los animales fueron: temperaturas rectales de 38.9 °C y 39.4 °C, respiraciones por minuto de 54 y 82, producción diaria de leche de 16.6 Kg y 15.0 Kg y tasas de concepción de 44.4 y 25.3 % para los tratamientos con y sin sombra, respectivamente.

Al considerar los efectos directos de la radiación solar, no solamente se hace referencia a la cantidad total de luz recibida sino también a su calidad y patrón de distribución, que como lo menciona Arnold (1981), afectan la rutina diaria de los animales en pastoreo, ya que en verano los mayores períodos de pastoreo se

ubican muy temprano por las mañanas y por las tardes ya al ponerse el sol, pero a medida que los días se hacen más cortos, los descansos entre estos pastoreos también disminuyen hasta que a mediados del invierno, en latitudes de 20° o más, el pastoreo es casi continuo durante el día, especialmente cuando la temperatura máxima se mantiene por debajo de los 15 °C, con la consecuente diferencia en la eficiencia de utilización del alimento. Este patrón de pastoreo puede ser modificado por la presencia de fenómenos meteorológicos como lluvia, vientos y nevadas (Arnold, 1981). Al estudiar el efecto del fotoperíodo, Peters ***et al.*** (1980) encontraron que con 16 h de luz bajo las condiciones invernales de Michigan, USA, el consumo voluntario se incrementó de 4.80 a 5.20 Kg d^{-1}. Finalmente, Young (1988) aclara que otras condiciones ambientales como niveles muy altos de ruido y contaminación gaseosa pueden ser causa de estrés y reducir la producción a través de su efecto directo sobre la reducción en el apetito de los rumiantes.

Otros efectos del medio físico sobre los animales en pastoreo se manifiestan de manera indirecta, por ejemplo, es sabido que los elementos del clima y las características del suelo ejercen una influencia determinante sobre el crecimiento vegetal, la composición físico-química del forraje presente en la pradera y su patrón de producción estacional, todo lo cual ocasiona una diferenciación también estacional en la cantidad y calidad del producto pecuario que se produce. En este sentido, Cooper (1981) menciona que la producción de forraje es básicamente la conversión de estímulos ambientales a energía digestible y a otros nutrimentos para los rumiantes, a través del potencial genético de las plantas. Agrega Cooper (1981) que la variable climática que primeramente determina la producción del cultivo es la cantidad de energía lumínica recibida durante la estación de crecimiento, e indica que a pesar de ello, en la mayoría de los ambientes, el crecimiento y aún la sobrevivencia pueden quedar limitados al estrés por temperatura y humedad y que las variaciones de nutrimentos disponibles en el suelo resultan de considerable importancia. Lo

anterior coincide, en términos generales, con lo expuesto por Mc Clymont (1974), Jones (1983) y Robson ***et al.*** (1989) y como ejemplo, puede citarse el trabajo de Brown y Blaser (1970) con zacate Ovillo (***Dactylis glomerata***) expuesto a niveles de humedad desde el 10 hasta el 80 % de la capacidad de campo y temperaturas diurna/ nocturna de 24/18 °C y 35/29 °C, en el que se encontró que la producción de materia seca (**MS**) fue más del doble con el mayor nivel de humedad y que las temperaturas de 24/18 °C produjeron mayores rendimientos, como era de esperarse en una gramínea de metabolismo C_3.

2.1.2. Del Consumo Voluntario

El consumo voluntario puede definirse como la cantidad de alimento ingerido cuando la disponibilidad de éste no es un factor limitante, y Blaxter ***et al.*** (1961) consideran que esa condición se logra cuando el animal tiene la oportunidad de rechazar el 15 % de la cantidad ofrecida; sin embargo, dicho criterio parece no ser válido para forrajes toscos (Fernández y Orcasberro, 1982), y es posible que tampoco lo sea en algunas condiciones de pastoreo, ya que la habilidad de los rumiantes para cosechar forraje puede ejercer una limitante adicional, aunque en la mayoría de los casos, el nivel logrado puede ser razonablemente considerado como consumo voluntario siempre que el área ofrecida sea adecuada para que dicha habilidad se exprese (Freer, 1981). Allison (1985) considera que la variación en el consumo de forraje es indudablemente el factor que más determina el nivel y la eficiencia de producción de los rumiantes en pastoreo, siendo a la vez, la mayor variación y la menos predecible. Holmes (1989) dice que: "generalmente, el máximo consumo es el que logra máxima producción por animal, pero algo de reducción en esas variables puede ser aceptable si se quieren maximizar las ganancias por ha".

En condiciones de alimentación en corral, la determinación del consumo de forraje no presenta mayores problemas; en cambio en

pastoreo, es difícil y poco precisa debido a que la disponibilidad no se conoce exactamente y a que el animal puede seleccionar el forraje que consume. Los métodos indirectos más comunes se basan en la estimación de la digestibilidad de la ingesta y la excreción fecal (Fernández y Orcasberro, 1982), además, como son pruebas muy laboriosas, existen pocos datos disponibles a pesar de la búsqueda de técnicas más fáciles y precisas que se ha hecho durante los últimos 30 años (Freer, 1981). Stobbs (1975_a) menciona que cuando se trabaja con animales con cánulas esofágicas, es necesario muestrear con tres animales durante cuatro días seguidos para identificar diferencias del 10 % de la media del contenido de nitrógeno, con un nivel de significancia del 10 % y un intervalo de confianza del 85 %, para otras determinaciones como digestibilidad de la materia orgánica, fibra y lignina de la ingesta, se requieren de seis a ocho animales. A pesar de eso, el consumo diario de forraje y su interpretación, se ha tomado como un porcentaje del peso corporal que, bajo condiciones normales, va de un 1.4 a un 3.2 % del peso vivo (Córdoba ***et al.***, 1978).

Otro enfoque (Poppi ***et al.***, 1987) en el estudio del consumo de forraje en condiciones de pastoreo es el que lo considera como un producto del tiempo de pastoreo, tomado en min d^{-1}; la tasa de toma de bocados durante el pastoreo, en bocados min^{-1} y la cantidad de forraje ingerida por bocado, en g bocado $^{-1}$. En este enfoque, se acepta generalmente que la cantidad ingerida por bocado es la variable del comportamiento ingestivo que influye de manera dominante en el consumo y que la tasa de bocados y el tiempo de pastoreo juegan un papel secundario (Stobbs, 1975b); aunque esto no es invariablemente el caso (Hodgson, 1983) y la determinación de la tasa de ingestión puede dar una medida más aproximada del impacto de la estructura actual de la pradera en el animal, ya que el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados pueden modificarse como un intento para compensar el efecto que las condiciones de la pradera ejercen sobre la cantidad ingerida por bocado, tratando siempre de que el consumo permanezca constante.

El tiempo de pastoreo usualmente varía de 7 a 12 h d^{-1}, con picos de máxima intensidad al amanecer y antes de que anochezca (Arnold, 1981), y la tasa de bocados en una pradera tropical puede variar de 70 a 80 bocados min^{-1} al empezar el pastoreo y de 40 a 50 bocados min^{-1} al finalizar (Stobbs, 1973a; mientras que la cantidad ingerida por bocado varía de 0.05 a 0.80 g de materia orgánica (**MO**) dependiendo de la disponibilidad del forraje, resultando críticas cantidades menores de 0.30 g de MO (Stobbs, 1975b). Por su parte, Grovum (1988) indica que debe hacerse una distinción entre los mecanismos que regulan el consumo, los sentidos por definición, y los factores que lo controlan.

2.1.2.1. Mecanismos que lo regulan.

El control del consumo de alimento es un componente vital en el mantenimiento del balance energético (Freer, 1981), ya que se ha observado la tendencia por parte de los animales, de mantener constante el consumo de energía en función de su tasa metabólica; sin embargo, la naturaleza de las señales hacia los centros de control aún no se entiende perfectamente. Aquellas que inducen el control a corto plazo incluyen los impulsos de los nervios receptores ubicados en las membranas y paredes del rúmen, cambios en la temperatura corporal, hormonas intestinales y circulantes, indicadores de fatiga y cambios en la concentración de metabolitos sanguíneos. Los mecanismos de control a largo plazo son aquellos que tienden a mantener constantes los depósitos de grasa del animal, pero son todavía menos entendidos (Freer, 1981).

Baumgardt (1982) explica que el cerebro, a través del hipotálamo, es el principal regulador del consumo de alimentos, lo cual resulta posible gracias a las señales recibidas en el sistema detector, constituido por las terminaciones nerviosas en el tracto gastrointestinal, piel e hipotálamo ventromedial y lateral; esas señales son posteriormente transmitidas al sistema regulador, compuesto por el sistema nervioso central, el hipotálamo y el

sistema endócrino para producir la respuesta. Las señales proceden del sistema de retroalimentación que opera básicamente a través de dos mecanismos (Forbes, 1986):

a) **Físicos, de distensión o replección.** Los cuales se deben a la capacidad volumétrica limitada que tiene el tracto digestivo, es decir, que aunque no existiera ningún otro tipo de regulación del consumo, los animales no pueden sobrepasar los límites impuestos por el máximo volumen que el tubo digestivo es capaz de recibir.

b) **Metabólicos o fisiológicos**. Se cree que estos mecanismos pueden ser de origen termostático o quimiostático. Los primeros se refieren a la detección de los cambios de temperatura ya sea de origen interno o externo. Los segundos tienen diferentes explicaciones: La teoría glucostática supone la influencia del nivel de glucosa en sangre periférica, lo que en rumiantes resulta poco convincente dados sus bajos niveles casi siempre constantes, además de la mayor importancia de los ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico) como fuente de su energía y en relación a ello existe la teoría de regulación del consumo voluntario a través de estos compuestos; con énfasis en la importancia del sinergismo. Una tercera teoría se refiere a la regulación lipostática cuyos efectos tienen lugar a mediano y largo plazo y que se supone actúa gracias a los metabolitos que se forman en el catabolismo de las grasas. Otras explicaciones se fundamentan en los cambios de pH y osmolalidad ruminal. Baile y Della-Fera (1984) propusieron una teoría de regulación peptídica, donde se considera la posible acción de la colecistocinina en la depresión, y de encefalinas y péptidos opioides en el aumento del consumo voluntario en cerdos, aves y borregos.

2.1.2.2. Factores que lo Afectan.

Como es obvio, diversos factores influyen sobre la ingestión de alimentos en un día determinado (Arnold y Dudzinski, 1974),

mismos que pueden clasificarse ampliamente como nutricionales y no nutricionales (Poppi *et al.*, 1987); de los primeros, los más importantes parecen ser: la digestibilidad del alimento, el tiempo medio de retención en el rúmen y la concentración de los productos metabólicos, que tienen especial influencia sobre los niveles de alimentación elevados. Sin embargo, es posible que en la mayoría de los casos de alimentación en pastoreo, los factores no nutricionales como: masa de forraje, composición botánica, altura y otras características estructurales de la pradera, lo mismo que el comportamiento en pastoreo de los animales jueguen un papel más importante (Arnold y Dudzinski, 1967; Chacón y Stobbs, 1976; Poppi *et al.*, 1987).

Orcasberro y Fernández (1982) piensan que la cantidad y la calidad de la dieta consumida, depende de factores propios del animal, del clima y de otros factores, particularmente del manejo y de la vegetación. Excluyendo la influencia del clima, que ya fue tratada en la sección 2.1.1., esta clasificación resulta igual a la que presenta Meijs (1981) y que en adelante servirá de base para esta revisión porque ofrece la oportunidad de tratar los factores de la pradera, del animal y del manejo no solamente por sus efectos sobre el consumo sino también sobre el completo desempeño de los animales, particularmente los rumiantes, al desarrollarse bajo condiciones de pastoreo.

2.1.3. Factores de la Pradera

2.1.3.1. Masa de Forraje

Hodgson (1979) define a este concepto como: "La medida instantánea del peso total del forraje por unidad de área, de preferencia cortado a nivel del suelo", e insiste en que deben evitarse términos que puedan crear confusión, tales como forraje disponible o disponibilidad. Algunos investigadores han reportado la relación que existe entre la masa de forraje y el desempeño animal como respuesta (Baker, 1976), la que generalmente adopta

una forma curvilineal. En la parte ascendente de la curva, los factores no nutricionales parecen ser más importantes en la restricción del consumo y cualquier error en la asignación de forraje, tiene un gran efecto sobre el desempeño animal (Poppi *et al.*, 1987); en la sección asintótica de la curva, los factores nutricionales son más importantes, lo cual explica porqué los resultados de los estudios en condiciones de estabulación sólo ayudan a explicar el consumo alcanzado a niveles altos de asignaoión o de masa de forraje residual.

La ingestión de MO alcanza un máximo cuando la cantidad de forraje ofrecida se aproxima a cuatro veces la cantidad efectivamente consumida; sin embargo, reducciones de hasta un 50 % de la masa de forraje en la parte superior de la curva llega a reducir sólo el 10 % del máximo consumo, invirtiéndose dicha relación en la parte ascendente de la curva (Hodgson, 1983). Allden y Whittaker (1970) también encontraron que existió una estrecha relación entre la tasa de ingestión y la masa de forraje, en la que a más de 3 000 Kg de MS de forraje por ha, tanto la tasa de ingestión como el tiempo de pastoreo permanecen constantes, pero, al disminuír de 3 000 a 500 Kg ha^{-1}, hubo una reducción de cuatro veces en la tasa de ingestión y se duplicó el tiempo de pastoreo, de 400 a 800 min d^{-1}, de manera que a medida que la masa de forraje empieza a declinar, a partir de un máximo, el consumo primero no es afectado, luego se logra un estado en el que la masa de forraje impone límites a la tasa de ingestión pero esto es compensado por un aumento en el tiempo de pastoreo; después, aunque el animal extienda su tiempo de pastoreo al máximo (unas 13 h d^{-1}), la compensación en el consumo de forraje resulta incompleta y el consumo de forraje puede caer dramáticamente. En el mismo sentido, Muslera y Ratera (1984) mencionan que existe un nivel crítico de masa de forraje disponible en la pradera, ubicado alrededor de los 1 100 Kg de MS por ha para ganado vacuno y ovino, por debajo de esa cantidad el consumo disminuye drásticamente.

2.1.3.2. Composición Botánica

El término se refiere a la proporción relativa de las especies vegetales que concurren en la pradera (Jiménez y Martínez, 1985) y es importante por su influencia sobre el consumo de dos maneras. Primero: en praderas compuestas por leguminosas, los animales comen más a menor nivel de asignación que en praderas de gramíneas, presumiblemente, como un resultado directo de la diferente estructura de las especies, lo que influye sobre la capacidad de consumo, un factor no nutricional; segundo, los animales que pastorean leguminosas presentan un nivel máximo de consumo mayor que aquellos que pastorean gramíneas, lo que es un resultado de factores nutricionales (Poppi ***et al.***, 1987) pues en general, las leguminosas tienen más bajo contenido de pared celular que las gramíneas, más alto contenido de pectina, una relación de hemicelulosa a celulosa marcadamente inferior y mayor contenido de lignina, proteína cruda (**PC**), ácidos orgánicos y minerales, aunque menor proporción de carbohidratos solubles, (Gill ***et al.***, 1989), en consecuencia, lo más seguro es que la diferente composición química de las especies influya sobre el consumo diario en forma directa e indirecta a través de un cambio en la digestibilidad de la MS (**DMS**) y palatabilidad relativa; al variar las proporciones de PC, pared celular y contenido de substancias desagradables y tóxicas como los taninos y alcaloides (Arnold, 1981). Thornton y Minson (1973), encontraron que el consumo de las leguminosas fue 28 % mayor que el de gramíneas a la misma DMO, hecho que atribuyeron al menor tiempo de retención y a la mayor densidad del alimento en el rumen, King y Stockdale (1984) al comparar una pradera de ***Paspalum*** con una asociación de Ryegrass y trébol a tres niveles de asignación (23.2, 13.3 y 6.9 Kg de MOD por vaca) encontraron que las menores asignaciones redujeron la producción de leche y la condición corporal de los animales y que la asociación se comportó mejor que el monocultivo. Lamentablemente, existen pocos detalles acerca de las variaciones en composición botánica de acuerdo con los cambios estacionales (Snaydon, 1981).

2.1.3.3. Calidad del Forraje.

Según Raymond (1969), la calidad del forraje puede ser descrita como una expresión del potencial animal para producir carne, leche u otros productos como pelo, lana o capacidad de trabajo, mediante la utilización de los nutrimentos presentes en el mismo forraje. Por otro lado, la calidad puede ser descrita también en términos de estructura de la pradera y palatabilidad del forraje. (Poppi ***et al.***, 1987).

Regresando a la idea de Raymond (1969), la capacidad de un forraje cualquiera para promover la producción animal depende de la composición en nutrimentos de la planta, de la habilidad del animal para aprovechar dichos nutrimentos y de la cantidad de forraje que pueda ingerir (Gill ***et al.***, 1989) y debe recordarse que las características químicas y físicas del forraje se encuentran influenciadas por el estado fenológico y la tasa de crecimiento del cultivo, además del manejo previo de la pradera.

La cantidad de nutrimentos por unidad de masa de cualquier alimento, está esencialmente determinada por su composición química, que puede ser determinada en laboratorio junto con la digestibilidad ***in vitro*** (**DIV**). Debido a que estos análisis resultan más rápidos y baratos que las pruebas con animales, su uso en ensayos de alimentación resulta indispensable (Van Soest, 1982). Por diversas razones, la partición de los alimentos en PC, fibra cruda, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y cenizas, no ha logrado facilitar la evaluación del valor nutritivo, y un intento para mejorar la caracterización química de los forrajes, condujo a Van Soest y Wine (1967) a plantear la división de la MS en contenido celular y pared celular. De esta forma, la pared celular se considera que está constituida por substancias pécticas, hemicelulosa, celulosa, lignina y otros constituyentes menores. El contenido celular esta formado por los núcleos y el citoplasma y por lo tanto, contiene la mayor parte de las

proteínas, péptidos, ácidos nucleicos, lípidos, azúcares y almidones que se encuentran en toda la planta.

Por otro lado, la principal variable que determina la capacidad de aprovechamiento de los nutrimentos es su DMS, término que se refiere a la proporción del alimento consumido que se supone es absorbida por no aparecer en las heces (Fernández y Orcasberro, 1982); la DMS considera a las heces como las únicas pérdidas que ocurren a partir del proceso de digestión y que todas ellas son de origen alimenticio. Por esta razón, con excepción de las técnicas ***in vitro***, los procedimientos que se usan para estimar dicho parámetro, se refieren a la digestibilidad aparente.

Los animales en pastoreo escogen dietas con DMS mayor que la de la masa de forraje ofrecida, pero a medida que se incrementa la carga animal, disminuye la asignación y tanto la cantidad como la calidad de la dieta consumida se abaten (Holmes, 1989). En cuanto a la importancia relativa del consumo y la DMS como factores que determinan el valor nutritivo, Raymond (1969) indica que del 100 % de la variación en el potencial productivo de los forrajes, la cantidad ingerida puede explicar hasta el 70 %, mientras que la DMS y la concentración de nutrimentos, solo explican el 30 % restante, aunque Mc Clymont (1967) sostiene que la DMS tiene un efecto directo sobre el consumo relacionándose estrecha y positivamente hasta valores de alrededor del 67 % de la DMS y negativamente, cuando ese valor es mayor. Trabajando con vacas lecheras, Forbes (1986), llegó a la conclusión de que en praderas mejoradas, con forrajes cuya digestibilidad varía del 65 al 80 %, el consumo es más controlado por medios físicos, mientras que si se usan dietas más concentradas, la regulación se hace principalmente por mecanismos fisiológicos. El bajo nivel de consumo que se registra con plantas muy maduras es probablemente debido a la baja DMS, a un mayor tiempo de retención en el rumen o a un cambio de estructura de la pradera, o bien a que las partes viejas contengan menos del 7 % de PC que ha sido marcado como nivel crítico, o a la

combinación de estos y otros factores (Minson, 1975). Otras causas de mal nutrición de animales en pastoreo pueden estar asociadas a la falta o exceso de vitaminas y minerales, o a relaciones nutricionales inadecuadas (Forbes, 1986).

2.1.3.4. Estructura de la Pradera.

La simple medida de la masa de forraje, sin la apreciación de su distribución física, es inadecuada para describir la pradera y su relación con los animales que la pastorean, ya que la misma cantidad de pasto puede presentarse de diferentes formas (Stobbs, 1975c). La relevancia de la estructura de la pradera se debe a la mecánica de cosecha de los rumiantes en pastoreo (Arnold y Dudzinski, 1967), pues el concepto hace referencia al arreglo físico y a las proporciones que guardan los componentes de la planta dentro del dosel vegetal. Hodgson (1983) menciona que los componentes estructurales de mayor importancia en las praderas por su relación con la selección y el consumo son: los cambios en la masa de forraje y la altura de la pradera (Allden y Whittaker, 1970); la densidad del pasto total (Stobbs, 1973b), la densidad foliar (Chacón y Stobbs, 1976); las relaciones hoja a tallo y material vivo a material muerto, así como el largo de las hojas (Arnold y Dudzinski, 1967).

Es obvio que la estructura del dosel vegetal puede influir directamente en el consumo porque afecta la facilidad con que el pasto puede ser ingerido, por lo que Stobbs (1975b) vio la necesidad de concentrarse en el horizonte superficial de la pradera, el más fácilmente accesible al animal en pastoreo, y demostró los marcados cambios en la densidad del forraje, la composición morfológica y el valor nutritivo de la parte superior a la inferior del dosel vegetal, lo anterior concuerda con los resultados de Avendaño ***et al.***, (1986), quienes encontraron que la estructura fue el factor que mayor importancia tuvo en el control del consumo y la eficiencia de utilización de una pradera tropical

formada por especies naturalizadas sujeta a diferentes asignaciones y períodos de descanso; y que la masa de forraje fue mayor en los estratos inferiores presentando una relación inversa con el grado de defoliación del forraje.

Desde el punto de vista mecánico, la cantidad ingerida por bocado es el producto del volumen del bocado por la densidad del forraje que ocupa dicho volumen (Hodgson, 1983), de tal manera que bajo condiciones de igual volumen, a mayor densidad, mayor cantidad ingerida por bocado. Stobbs (1973b), trabajando con praderas tropicales encontró que este es el factor que mayor influencia tiene sobre la productividad de los animales en pastoreo, el cual se encuentra estrechamente correlacionado con el rendimiento de hoja verde, la relación hoja a tallo, la densidad de la pradera en total y de las hojas en particular (Chacón y Stobbs, 1976; Ludlow *et al.*, 1982). Por su lado Hodgson (1981), al trabajar con una pradera de Ryegrass perenne pastoreada por toretes y borregos, reportó que la altura es la variable que mayor influenciá tuvo sobre el tamaño del bocado y la tasa de ingestión, tal y como lo habían expresado Allden y Whittaker (1970) con otras praderas de clima templado, de mayor densidad que las tropicales.

2.1.3.5. Palatabilidad.

Para Hodgson (1979), la palatabilidad es la cualidad de que un alimento sea agradable al gusto, mientras que Forbes (1986) dice que "la palatabilidad puede ser descrita como la total impresión que los alimentos producen sobre todos los sentidos para producir una respuesta selectiva por parte del animal". Marten (1978) menciona que muchas características de las plantas pueden afectar la palatabilidad, con diferencias entre y dentro de especies debido a la composición química, la suculencia y la disponibilidad. En una revisión hecha por Heady (1964) se aclara que algunos compuestos como las proteínas, azúcares y grasas, los fosfatos y el potasio tienen relación positiva con la palatabilidad mientras que

otros como la fibra, y especialmente la lignina, los taninos, los alcaloides y las cumarinas tienen correlación negativa. También la forma externa de la planta es un factor de la palatabilidad y es casi seguro que los animales rechacen plantas aristadas, espinosas, pilosas y con textura endurecida.

Los efectos ambientales y estacionales son a veces muy marcados en la palatabilidad relativa de las especies que concurren en praderas mixtas, con mucha influencia de la estructura de la planta sobre el grado de remoción (Humphreys, 1975), por ejemplo, en praderas asociadas, las leguminosas se consumen menos que las gramíneas en la época de lluvias, invirtiéndose el proceso en la sequía (Tergas, 1983). En estabulación, la palatabilidad podría afectar el acto de iniciación de comer, pero no la cantidad total ingerida; sin embargo, en pastoreo, la palatabilidad puede llegar a ser un factor muy importante en el consumo total de forraje (Baumgardt, 1982). Por su parte, Greenhalgh y Reid (1967), para demostrar el efecto que tiene la palatabilidad, diseñaron un experimento en el cual a un grupo de borregos les dieron paja por vía oral y por fístula ruminal, encontrando un consumo de 13.8 g de MO $Kg^{-0.73}$ d^{-1} con una DMO de 0.41 mientras que a otro grupo le dieron heno de zacate en la misma forma registrando un consumo de 59.4 g de MO $Kg^{-0.73}$ d^{-1} y una DMO de 0.74. Al proporcionar igual cantidad de los alimentos, una parte por la boca y otra por fístula, la DMO fue intermedia (0.55 y 0.57) pero el consumo fue muy diferente, pues cuando la paja se dio por la boca y el heno por el rumen, el valor de consumo fue de 23.5 g de MO $Kg^{-0.73}$ d^{-1}, mientras que cuando se ofreció heno de zacate por vía oral y paja por el rumen, el consumo aumentó a 48.8 g $Kg^{-0.73}$ d^{-1}.

2.1.4 Factores del Animal

En ciertos estudios de pastoreo se considera que los animales sólo son sujetos cosechadores, capaces de imponer efectos adicionales sobre la pradera a través del pisoteo, la deposición de

heces y orina y el comportamiento ingestivo, especialmente por la capacidad de selección de la dieta; sin embargo, en trabajos en donde además, se estudia el desempeño de los animales, la descripción de las relaciones pradera·animal se hace más difícil, pero a la vez más completa, teniendo un papel preponderante las condiciones inherentes al animal sobre las variables de respuesta.

2.1.4.1. Especie, Raza y Sexo.

En teoría, el límite superior de consumo de alimento es impuesto por la demanda potencial de energía por parte del animal, en condiciones de pastoreo, ésta incluye: el metabolismo basal, la energía requerida en los procesos de pastoreo, rumia y masticación, además de la capacidad para almacenar energía tanto en tejidos corporales como en la secreción de productos; por lo cual, según Heaney ***et al.*** (1968) es común encontrar grandes diferencias en consumo entre animales de diferente especie y raza con valores encontrados, en rumiantes, casi siempre a favor de los machos (Forbes, 1986). Van Dyne y Heady (1965) reportan diferencias en la selección de la dieta entre distintos rumiantes debido al mayor ramoneo que realizan las cabras, mientras que los borregos ingieren más arbustos que los bovinos al principio, pero no al final del verano. Por su parte, Arnold (1981) menciona que bajo las mismas condiciones, la dieta de los bovinos fue más baja en contenido de nitrógeno y más elevada en el contenido de fibra que la dieta de los borregos.

2.1.4.2. Edad y Peso Corporal.

En general, los animales comen para satisfacer sus necesidades de energía, por esta razón, los más grandes y con mayor ganancia de peso tendrán mayor apetito (Orcasberro y Fernández, 1982); en este sentido, los requerimientos de energía de los animales adultos se relacionan más o menos con su peso corporal elevado a la 0.75, pero tanto las necesidades de energía como el consumo de alimento se

relacionan más estrechamente con la masa del cuerpo vacío que con el peso total (Church y Pond, 1974). Los diferentes patrones de demanda de energía que se presentan entre animales de diferente edad, tamaño, peso y composición corporal son el principal control del consumo en rumiantes. Según Graham ***et al.*** (1974) el contenido de grasa del peso ganado por corderos Border Leicester X Merino se incrementa abruptamente cuando los animales alcanzan alrededor de los 30 Kg, y esto hace que la cantidad de alimento ingerido por unidad de peso vivo disminuya. Existen cambios en la ingestión de los alimentos durante las distintas fases de crecimiento y ciclos reproductivos de los animales que tienden a equilibrar los cambios en requerimientos nutricionales; los becerros, como ejemplo, no consumen tanta MS de alimentos sólidos como lo hacen de la leche hasta que su peso llegue a unos 80 Kg, un poco después, a unos 120 Kg, el consumo puede llegar a 3.0 Kg de MS por 100 Kg de peso, lo cual es similar al máximo que se aprecia en vacas lactantes con raciones 80:20 de concentrado:forraje (Forbes, 1986).

2.1.4.3. Estado Fisiológico.

De los factores relacionados con el animal, el tamaño del cuerpo y el estado fisiológico parecen tener los efectos más grandes sobre el nivel de consumo (Allison, 1985); Forbes (1986) declara que esta variable se incrementa a medida que los animales crecen pero no en forma proporcional a su peso vivo, sino elevado a la 0.60. El destete estimula el consumo debido a la falta de leche, lo cual puede mejorarse con alimentación sólida previa; un período de restricción de alimentos es seguido por un consumo más alto y en consecuencia una tendencia a ganar más peso vivo del esperado luego que han desaparecido las restricciones alimenticias (Forbes, 1986). Generalmente, los animales magros son capaces de comer más que los gordos, lo mismo que comen más los que producen leche que los que no lo hacen; la ingestión puede disminuir y a la vez aumentar el gasto de energía a causa de problemas sanitarios como parasitismo o pododermitis (Holmes, 1989). En condiciones de

pastoreo, el aumento del impulso fisiológico al consumo, causado por el alto potencial de crecimiento en animales jóvenes, la pobre condición corporal, la gestación y lactación, aumentan el tiempo de pastoreo y la tasa de ingestión (Poppi ***et al.***, 1987). Con respecto al estado reproductivo, Forbes (1986) dice que tiene un marcado efecto sobre el comportamiento ingestivo de la hembra; durante el celo, el consumo se reduce debido a los estrógenos producidos por los ovarios, durante la preñez, se incrementa lentamente para disminuir unas semanas antes del parto, probablemente debido a la competencia por espacio en el abdomen y al aumento en la secreción de estrógenos por la placenta. El día del parto el consumo es muy bajo, pero luego se incrementa al inicio de la lactación; sin embargo, en vacas y borregas, este aumento no es tan rápido que pueda compararse con el aumento en la producción de leche, como resultado de lo cual se movilizan las reservas corporales. Después del pico de la lactación, el nivel de consumo permanece elevado y las reservas pueden ser recuperadas (Freer, 1981). Arnold (1981) encontró que durante la lactancia temprana el tiempo de pastoreo de las borregas fue de 7 a 12 % mayor que cuando estaban secas o en la preñez tardía, y aunque la tasa de ingestión fue superior en 27 y 20 % durante la preñez tardía y la lactancia temprana, respectivamente; el consumo fue superior en la lactancia temprana que en la preñez, debido al aumento en el tiempo de pastoreo.

2.1.5. Factores del Manejo del Pastoreo

El manejo del pastoreo debe considerar al menos, el suministro constante de forraje nutritivo durante toda la temporada de crecimiento al costo más bajo posible, evitando desperdicios físicos del forraje y uso insuficiente por parte del animal; además, debería de mantener la capacidad productiva de la pradera (Holmes, 1989). Las dos variables claves en el manejo del pastoreo son la carga animal y el método de pastoreo (Jones, 1973), es decir, la intensidad o severidad de uso y la forma en que se permite el uso las praderas.

2.1.5.1. Carga Animal

Mott (1960) define este parámetro como el número de animales por unidad de área en un período de tiempo determinado; cuando es instantánea, se describe también como la densidad de carga. La carga animal tiene una relación directa con la presión de pastoreo e inversa con la asignación de forraje (Hodgson, 1976) y resulta ser el factor que tiene mayor influencia sobre la utilización del forraje y el desempeño animal en condiciones normales de pastoreo (Jones, 1975; Tergas, 1983).

En varias ocasiones se ha hecho el intento por describir la relación entre carga animal y el desempeño de los animales en pastoreo. Mott (1960) propuso que la ganancia de peso por animal (**Y**) era una función exponencial modificada de la carga animal (**X**) cuyo modelo es $Y = K - ab^{x}$, donde k, a y b son constantes que tomaron valores de 1.1214, 0.0014 y 84.54, respectivamente. Por otro lado, la ganancia por unidad de superficie (**Z**) puede ser expresada como el producto de la carga animal (X) por la ganancia de peso por animal para dar una función del tipo $Z = X(k - ab^{x})$. En términos biológicos, ésto significa que: usando cargas bajas, los niveles de producción por animal son elevados debido a la mayor masa de forraje ofrecida y a la posibilidad de selección; sin embargo, a medida que se aumenta la carga, la ganancia por animal decrece; aunque la producción por ha aumenta llegándose a lograr el rendimiento más alto con ganancias individuales menores (10-12 %) a las determinadas por la máxima capacidad genética del animal. Posteriormente, al seguir incrementando la carga, la producción por animal y por ha bajan, primero lenta y luego abruptamente, pues es probable que el consumo de forraje no sea suficiente para cubrir las funciones de producción y ni siquiera las de mantenimiento. Riewe (1961) encontró una relación parecida a la de Mott (1960) y agrega que el punto en el cual la carga animal ya no permite ninguna ganancia es aproximadamente el doble del que produce la máxima ganancia por unidad de superficie. Cowlishaw (1969)

encontró que la ganancia de peso diaria por animal tuvo un comportamiento lineal negativo en relación a la carga animal, mientras que la ganancia de peso por superficie presentó una respuesta cuadrática. Jones y Sandland ***et al***. (1974) reexaminaron el problema usando un gran número de experimentos y las expresiones de carga y ganancia que usó originalmente Mott (1960), llegando a la conclusión de que el modelo lineal resulta ser el más aceptable, lo cual implica que si la relación entre ganancia de peso por animal (Y) y la carga (X) es de la forma: $Y = a - bX$, donde a y b son constantes que toman valores dependiendo del tipo de animal y pradera que se usen, entonces, la relación entre ganancia de peso por ha (Z) y carga animal (X) será de la forma cuadrática $Z = X(a - bX) = aX - bX^2$ y entonces se puede demostrar que la máxima Z se obtiene cuando $X = a/2b$, ésto es, la mitad del valor de la carga animal a la cual, la ganancia de peso es igual a cero, como lo había propuesto Riewe (1961).

Hodgson ***et al***. (1971) encontraron que la ganancia de peso por cabeza y el consumo de forraje de becerros Holstein y Holstein X Hereford disminuyó a medida que la carga animal pasó de 1 a 3 animales por acre (0.4047 ha) en praderas de Ryegrass S23 concluyendo que la ganancia estuvo más estrechamente relacionada con la masa de forraje residual que con su altura. Como ya se mencionó, existe una relación inversa entre carga animal y asignación de forraje, pero este último término tiene el mérito de la objetividad ya que se define como el peso total de la MS o de la MO por unidad de peso vivo animal por día y por lo tanto requiere medidas cuantitativas tanto del peso del forraje como del de los animales que lo pastorean, además de que se expresa en las mismas unidades que el consumo (g/Kg o % del peso vivo); en este sentido, Hernández ***et al***. (1988), trabajando en Chapingo, Mex. con una pradera de pasto Ovillo con Alfalfa pastoreada por becerros Holstein de aproximadamente 200 Kg con asignaciones de 5, 9, 13 y 17 %, concluyeron que la masa de forraje, el material verde y la hoja aumenta al aumentar la asignación lo mismo que la proporción

de gramínea a leguminosa; sin embargo, la DIVMS y la PC del forraje ofrecido y seleccionado disminuye, por lo cual, la asignación del 9 % presentó el mejor comportamiento, resultados parecidos encontraron Carrizales y Elizarraraz (1987).

2.1.5.2. Método de Pastoreo.

Los dos métodos de pastoreo principales son el continuo y el rotacional (Hodgson, 1979), aunque este último presenta muchas variantes, desde pastoreo alterno hasta el intenso pastoreo en franjas. El pastoreo continuo se refiere al manejo en el cual los animales son confinados dentro de una pradera cercada por toda la época de pastoreo, dentro de la cual la carga animal puede ser fija o variable, mientras que el pastoreo rotacional se refiere al manejo en el cual la pradera es dividida en unidades que son usadas en una secuencia definida por los períodos de ocupación y descanso (Whiteman, 1980). También el pastoreo rotacional puede soportar carga fija o variable y cuando por razones de manejo, una o más unidades no son utilizadas en secuencia, el pastoreo se denomina rotacional diferido.

Los efectos del método de pastoreo sobre la productividad animal han sido controversiales debido probablemente a que no se han usado las metodologías apropiadas para su comparación (Wheeler, 1962), especialmente en lo que se refiere a la duración de la prueba y al efecto del comportamiento de los animales en pastoreo continuo (Allden y Whittaker, 1970), por ejemplo, Hodgson (1966) encontró que los rebrotes del Ryegrass S23 en praderas sujetas a pastoreo continuo, fueron defoliados cada 7-8 d cuando se usaron cargas altas de 30 borregos por acre (0.4047 ha) pero sólo cada 11-14 d al usar cargas medias de 19 borregos por acre, demostrando que tanto la intensidad como la frecuencia de defoliación aumentan con el incremento de la carga animal (Hodgson y Ollerenshaw, 1969). Por su parte, Mc Meekan y Walshe (1963) trabajando con ganado lechero llegaron a la conclusión de que con cargas moderadamente

altas, el pastoreo rotacional sólo mejora al continuo en un 8 % pero con cargas altas la diferencia llegó al 27 %, mencionaron además que la carga animal óptima con pastoreo continuo fue del 5 al 10 % más baja que en el pastoreo rotacional. Blaser (sin fecha) informa que en sólo un período de pastoreo de primavera-verano, usando pastoreo continuo y carga animal alta y fija, los animales perdieron peso; sin embargo, con un pastoreo rotacional con dotaciones de forraje controladas, la producción animal por ha fue hasta 41 % mejor.

La duración del período de descanso está directamente relacionada con el sistema de pastoreo rotacional, demostrándose la existencia de una interacción entre la defoliación del pasto por los animales, el índice de área foliar (**IAF**) presente después del pastoreo y el período de descanso de la pradera que determina la acumulación de forraje. Según ese concepto, la mejor utilización de la pradera se logra si la defoliación se realiza cuando el IAF haya rebasado apenas su punto óptimo, definido como aquel al cual casi toda la luz incidente es interceptada por el dosel vegetal (Brown y Blaser, 1968). Ese IAF óptimo está relacionado con las características de las especies forrajeras en lo referente a la acumulación de puntos de crecimiento activos, al balance entre la capacidad fotosintética y la respiración y especialmente en lo que se refiere a la estructura del dosel vegetal que forma el cultivo (Tergas, 1983). En la práctica de este concepto exigiría períodos de ocupación cortos y de descanso largos, siempre que se cuide que la calidad del forraje no se vea seriamente afectada.

2.2. Efecto del Período de Descanso

El rebrote de las praderas es influenciado por la frecuencia y la intensidad de los pastoreos previos; sin embargo, debido a que otros factores también influyen sobre esa variable, es difícil describir los niveles óptimos de la frecuencia y la intensidad de los pastoreos (Vickery, 1981). El período de descanso interactúa

con el período de ocupación, con la intensidad de pastoreo y con la época del año para determinar en gran medida el grado de acumulación y la calidad de la fitomasa, el período de descanso puede ejercer, además, un notable efecto en la composición botánica de las asociaciones gramínea - leguminosa y la estructura lograda por el dosel vegetal (Tergas, 1983), siendo la tasa de crecimiento y maduración de las especies forrajeras los principales criterios para establecer los períodos de descanso de las praderas.

2.2.1. Sobre la masa de forraje

La acumulación de forraje en una pradera es substancialmente mayor, si el intervalo entre cortes o pastoreos es largo; sin embargo, el valor nutritivo de la MS obtenida bajo este régimen es comúnmente más bajo, por lo cual, casi siempre, las praderas se cortan o pastorean antes de que alcancen su máxima acumulación de MS (Humphreys, 1975). Ludlow y Charles-Eduards (1980) respaldan esta hipótesis cuando mencionan que al aumentar el período de descanso, también se incrementa el IAF y la capacidad del dosel vegetal para interceptar la radiación solar trayendo como consecuencia un incremento en la fotosíntesis neta y por lo tanto, en el rendimiento vegetal; resultados similares fueron encontrados por Vickery ***et al.*** (1971) trabajando con pasto Ovillo y añaden que tanto el tamaño como la eficiencia fotosintética del área foliar remanente después del corte, así como la cantidad de reservas juegan un papel muy importante en la nueva tasa fotosintética neta del cultivo. Jones (1973) y Lascano ***et al.*** (1981) también encontraron que la masa de forraje disponible a inicios de pastoreo tuvo una relación directa con el período de descanso en praderas tropicales asociadas, los resultados de González ***et al.*** (1990) confirman la validez de esta hipótesis para una pradera asociada de pasto Ovillo de la variedad Potomac con alfalfa de la variedad Valenciana en terrenos de Chapingo, México.

2.2.2. Sobre la Composición Botánica

El pastoreo influye sobre la composición botánica de la pradera directamente a través de la selección de plantas o partes de ellas, e indirectamente por pisoteo, aplastamiento y distribución de la fertilidad (Holmes, 1989), además, el medio ejerce un efecto poderoso, directo e interactivo con los mecanismos anteriores, por eso cuando se comparan manejos del pastoreo, es necesario cuantificar rendimientos y cambios en la composición botánica (Vickery, 1981); en este sentido, Se ha demostrado que cortes o pastoreos intensos y frecuentes favorecen a las especies postradas o estoloníferas, mientras que los manejos poco severos y con baja frecuencia ponen en ventaja a las especies con hábitos de crecimiento erguidos y amacollados (Donald, 1961; Holmes, 1989; Snaydon, 1981).

Los períodos de descanso cortos provocan que las especies más deseables sean consumidas más intensamente ocasionando que las especies menos deseables compitan con ventaja en el proceso de adquisición de recursos (Donald, 1961). Wolf y Smith (1964) encontraron que en la asociación de alfalfa con Ovillo, los cortes más frecuentes resultaron en una dominancia del zacate sobre la leguminosa, mientras que con cortes menos frecuentes, la proporción se estabilizó en 50:50 gramínea-leguminosa. Galaviz (1981) demostró que el período de descanso tiene correlación negativa con el contenido de malezas en los potreros y Jones (1979) al trabajar con Siratro asociado a Nandi, encontró que en cuatro años, la proporción de la leguminosa disminuyó notablemente al aumentar la frecuencia de pastoreo de 9 a 3 semanas.

2.2.3. Sobre la Calidad del Forraje

Mc Clymont (1974b) menciona que la diferencia en valor nutritivo es mucho mayor entre diferentes etapas de crecimiento y por lo tanto, entre diferentes períodos de descanso, de un mismo

pasto que entre distintas especies en las mismas etapas de crecimiento; sin embargo, los zacates tienden a ser más pobres que las leguminosas y los zacates nativos más pobres que los cultivados. Lo anterior se debe a que durante las primeras etapas de vida, el contenido celular puede representar hasta dos terceras partes de la MS, con la PC como el principal componente (Gill ***et al.***, 1989); sin embargo, a medida que las plantas, especialmente las gramíneas maduran, la proporción del contenido celular en relación a la pared celular declina, acompañada por una marcada reducción en el porcentaje de PC, al mismo tiempo la concentración de carbohidratos puede disminuir, aunque varía mucho con relación a los cambios ambientales. Al tiempo que esos cambios suceden, la digestibilidad del forraje también decrece rápidamente, por lo que Holmes (1989) y Minson (1975) concluyen que con el aumento en la edad de la planta y la caída de su digestibilidad, se presenta una disminución en la cantidad que el animal voluntariamente consume, con variaciones en la caída del consumo de acuerdo a la especie y debido a factores interactuantes, ya que también disminuye la proporción de la materia verde y hojas en la pradera, las cuales, son comúnmente consumidas más ávidamente.

2.2.4. Sobre la Estructura.

Como ya se mencionó, los pastoreos frecuentes e intensos tienden a formar praderas postradas y densas, mientras que los pastoreos poco severos y poco frecuentes mejoran las condiciones de las especies forrajeras altas y amacolladas (Holmes, 1989; Vickery, 1981); esos cambios en la estructura tienen influencia sobre la forma en que la luz es interceptada por la superficie foliar conduciendo a cambios en la tasa fotosintética (Ludlow ***et al.***, 1982). Por otro lado, a medida que se aumenta el período de descanso, la proporción hoja a tallo y material vivo a muerto tienden a disminuir con sus respectivos efectos sobre la calidad del forraje y el consumo por parte de los animales en pastoreo (Poppi ***et al.***, 1987). En Ryegrass, el período de descanso también

afecta la relación entre tallos vegetativos y tallos reproductivos notándose que con cortes muy frecuentes, la aparición de la fase reproductiva se retrasa por varias semanas (Knight, 1970; Kydd, 1966). Avendaño ***et al.*** (1986) reportaron que la masa de forraje ofrecida aumentó con el período de descanso y con la asignación, principalmente debido a una mayor acumulación de material muerto en los estratos inferiores, lo cual también aumentó la densidad de esos estratos; sin embargo, el grado de defoliación del forraje no difirió marcadamente con los factores de manejo, pero fue siempre mayor en estratos altos, en hojas y en gramíneas que en la masa de forraje total; declaran además que fue la estructura de la pradera, el factor que principalmente reguló el consumo que, aunque siempre fue superior a 2.4 Kg de MS por 100 Kg de PV, tendió a ser mejor con los mayores períodos de descanso y asignaciones debido a la mayor cantidad de hojas verdes en los estratos superiores de las praderas. Al analizar estos resultados junto con los de Lascano ***et al.*** (1981), en Colombia, que encontraron una menor cantidad total de hojas en los mayores períodos de descanso, acompañada por una disminución en los porcentajes de PC y DMS, se pone de manifiesto la tesis de Stobbs (1975b) de concentrar la atención en los estratos más altos de la pradera, ya que son los más accesibles a los rumiantes en pastoreo.

3. MATERIAL Y METODOS

3.1. Generalidades

3.1.1. Localización

Este experimento se llevó a cabo en los terrenos del Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, específicamente en el área denominada San Pedro, en los lotes del 10 al 15, situados en la coordenada del paralelo 19° 19' Latitud Norte y el meridiano 98° 53' Longitud Oeste, a una altura de 2 250 msnm.

3.1.2. Clima

De acuerdo con las modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen hechas por García (1988), la zona presenta la fórmula climática: $C(W_0)(W)b(i')g'$ que corresponde a un tipo templado subhúmedo con lluvias en verano. La precipitación anual media es de 645 mm, con una diferencia de temperaturas entre el mes más caliente y el mes más frío de 5 °C y temperatura media anual de 15 °C. Las condiciones climáticas que prevalecieron durante el período experimental se presentan en la Figura 1.

3.1.3. Suelo

Pertenece a la familia de los isotérmicos, subgrupo typic ustipsament, suborden psament, orden entisol. Son suelos someros a medianamente profundos con un estrato de 50 a 150 cm de espesor, con pendientes de 8 a 10%, de color pardo obscuro a pardo muy obscuro, textura areno migajosa y consistencia suelta a muy friable, por debajo del cual existe un estrato C extremadamente endurecido color pardo pálido con moteado pardo rojizo y pardo grisáceo muy obscuro. Estos suelos son bajos en capacidad de retención de humedad, neutros a ligeramente alcalinos y pobres en el contenido de Materia Orgánica (**MO**) (Cachón ***et al.***, 1976).

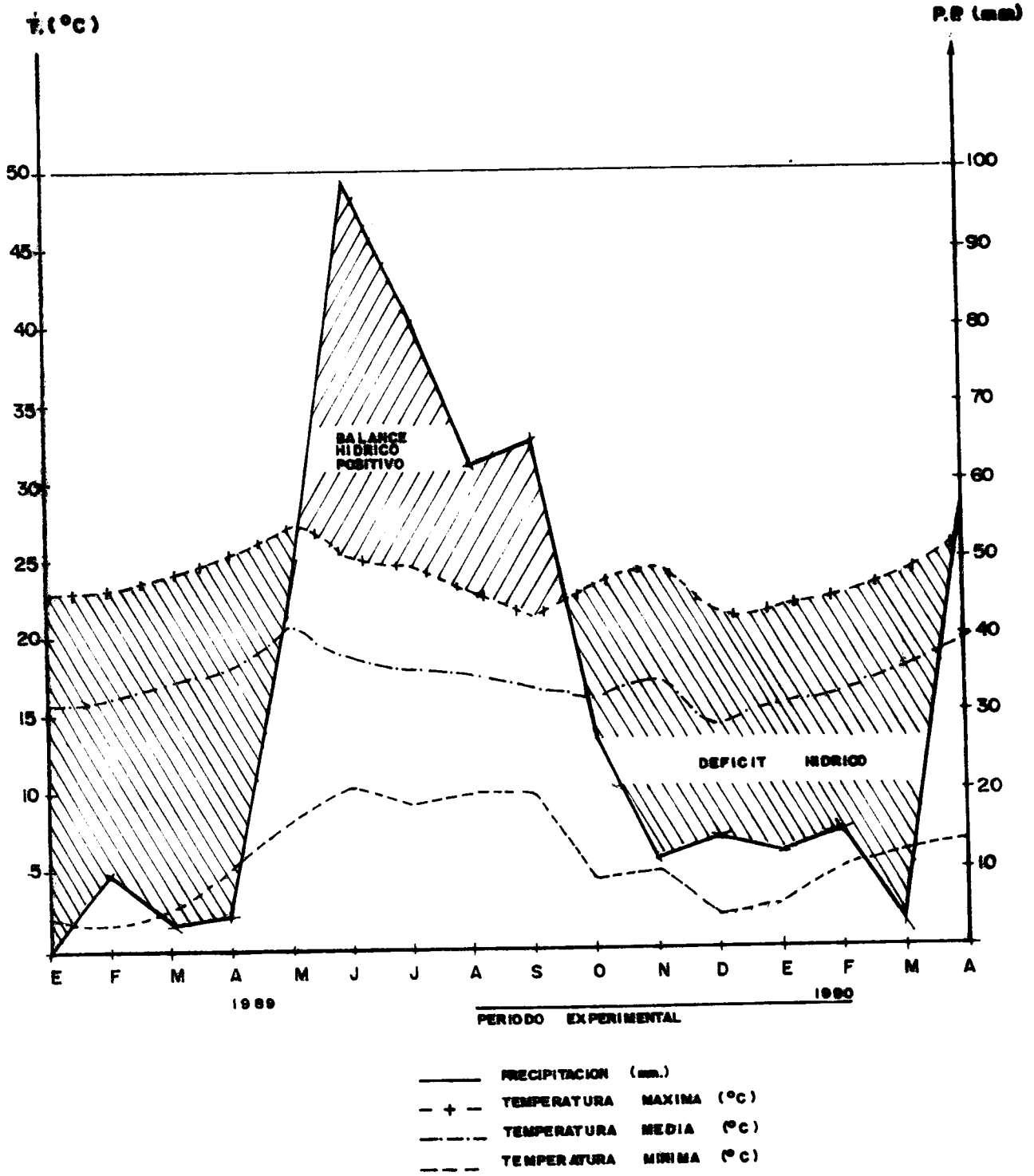


Figura 1. Climodiagrama del área experimental para período de enero 1989 a abril de 1990.

3.1.4. Pradera

Se trabajó con una pradera asociada de zacate Ovillo (***Dactylis glomerata***) de la variedad Potomac, con Alfalfa (***Medicago sativa***) de la variedad Valenciana, que fue sembrada el 4 de octubre de 1985, utilizando 22 y 12 Kg por ha de semilla de Ovillo y Alfalfa, respectivamente. Durante la primavera de 1988 se rehabilitó y acondicionó como pradera experimental y en julio de ese año se inició con este estudio que hasta agosto de 1989 ya contaba con tres etapas (Guillen ***et al.***, 1991; González ***et al.***, 1990; Ruiz ***et al.***, 1990). Esta cuarta etapa correspondió a un período experimental de 190 días, que inició el 8 de agosto de 1989 y finalizó el 14 de febrero de 1990. Para evitar al máximo los efectos causados por la falta de humedad durante la época de sequía, se usaron riegos por aspersión cada 14 días sin cuantificar la lámina de riego pero calculando subjetivamente, llegar a punto de saturación, suspendiendo el riego cuando aparecían indicios de encharcamiento.

3.1.5. Animales

Se usaron 17 becerras de la raza Holstein con peso inicial promedio de 116 Kg, las que fueron sometidas a un examen clínico antes de iniciar el período experimental, posteriormente fueron identificadas con aretes plásticos, desparasitadas interna y externamente, vitaminadas con ADE e inmunizadas con la bacterina mixta bovina. Adicionalmente, se emplearon dos animales con fístula esofágica para determinar el valor nutritivo del forraje seleccionado y el consumo diario de forraje.

3.2. Diseño Experimental, Tratamientos y Metodología

Se probaron cuatro tratamientos correspondientes a 21, 28, 35 y 42 días (d) de período de descanso (**PD**) de la pradera, en un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Para lograrlo

se usaron cuatro sistemas de pastoreo rotacional con un período de ocupación (**PO**) fijo de siete d y un PD variable según el tratamiento, el número de potreros a utilizar se calculó con la formula:

$$\mathbf{N°P = (PD/PO) + n}$$

Donde:

N°P = Número de potreros que se necesitan en la rotación
PD = Período de Descanso (d)
PO = Período de Ocupación (d)
n = Número de grupos de animales

Se obtuvieron cuatro, cinco, seis y siete potreros para los tratamientos de 21, 28, 35 y 42 d de PD, respectivamente, esos potreros fueron distribuidos al azar en toda la pradera y a la vez, en cada uno de los tratamientos se eligieron, también al azar tres potreros, cada uno tomado como repetición. En la Figura 2 sé ve la distribución de los potreros experimentales según el tratamiento que al azar le correspondió.

En todos los casos se usó una asignación de forraje fija de 8 Kg de MS por cada 100 Kg de peso animal por día. Lo anterior conlleva a la utilización de una carga animal variable, dependiendo de la cantidad de forraje presente en el potrero al inicio del PO, para lo cual, se usó el método llamado "**Put and Take**" o "Poner y Quitar", descrito por Mott y Lucas (1952). Este método consiste en utilizar dos categorías de animales denominados fijos o "**testers**" y volantes "**put and take animals**"; los fijos representan el tipo de animal sobre el cual se hacen las inferencias y permanecen en las parcelas experimentales por toda la estación de pastoreo, los volantes, llamados también animales reguladores son aquellos que se colocan en la parcela cuando la cantidad de forraje en oferta excede a los requerimientos de los animales fijos o son quitados de

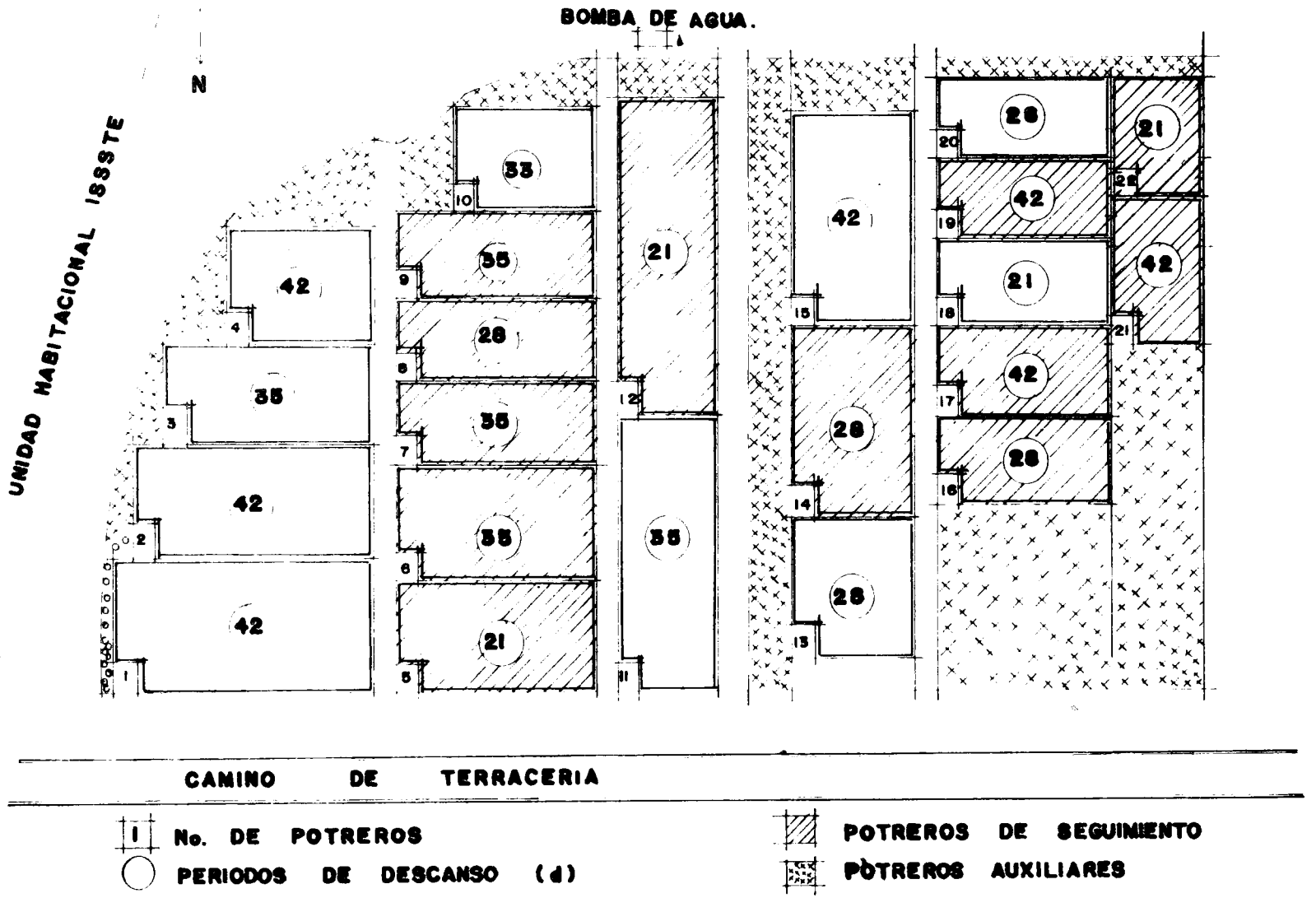


Figura 2. Localización del experimento y distribución de los potreros

las parcelas y colocados en pasturas similares cada vez que la cantidad de forraje disminuye (Wheeler ***et al.***, 1977), en este caso se usaron tres animales fijos por tratamiento.

3.3. Variables de Respuesta

3.3.1. De la Pradera

3.3.1.1. Masa de Forraje

La medición del forraje ofrecido, es decir la masa de forraje presente antes del pastoreo, se realizó los viernes por la tarde con el fin de tener tiempo suficiente para secar las muestras y hacer los cálculos del peso vivo requerido antes del martes, día en que se hicieron los cambios de potrero; el forraje residual o rechazado se muestreó el mismo martes por la tarde. Estas mediciones tuvieron por objeto estimar la masa de forraje presente (MS en Kg/ha) en los potreros antes y después del pastoreo.

Se utilizó el método de doble muestreo propuesto por Haydock y Shaw (1975), que consiste básicamente en hacer un recorrido por el potrero que se va a muestrear tratando de registrar mentalmente la masa de forraje, con lo que se asigna una calificación a cinco sitios diferentes (10, 8, 6, 4 y 2), de acuerdo con la cantidad de forraje presente, posteriormente se tira al azar un marco cuadrado de 0.5 m por lado (0.25 m^2) 25 veces por todo el potrero; se le asigna una calificación (de 0 a 10) a cada tiro, y se regresa a cortar el forraje que queda dentro del marco en cada uno de los sitios previamente identificados. Este material se seca en una estufa de aire forzado a 60 °C durante 60 horas. La cantidad de MS por marco se obtiene con la ecuación de regresión:

$$Y = \beta o + \beta_1 (X)$$

Donde:

Y = Masa de forraje presente en base seca (g/0.25 m^2).
βo = Intersección al origen.
β_1 = Pendiente de la línea o coeficiente de regresión.
X = Promedio obtenido de las calificaciones visuales.

Los valores de la variable independiente (X's) de la regresión lineal simple, corresponden a las calificaciones de los sitios que se cortaron, y los valores de la variable dependiente (Y's) a los g de MS de las correspondientes calificaciones. Con esta información se obtiene la masa de forraje por ha y por potrero, al sustituir la incógnita de la ecuación de predicción obtenida por la media de las muestras visuales en cada potrero muestreado.

3.3.1.2. Peso Vivo Requerido

De la fórmula para calcular la asignación de forraje:

$$A = FO/(PV \times PO)$$

Donde:

A = Asignación de forraje (Kg de MS/Kg de PV/día)
FO = Forraje Ofrecido (Kg de MS/potrero)
PV = Peso Vivo animal (Kg)
PO = Período de Ocupación (d)

Se despejó PV para calcular el valor requerido por potrero:

$$PV = FO/(A \times PO)$$

Para este trabajo, como ya se mencionó, A = 8 Kg de MS/100 Kg PV/d y PO = 7 d. Resulta necesario aclarar que los animales (fijos y volantes) se pesaron cada 14 días y que ese peso se utilizó para los cálculos durante los dos siguientes PO.

3.3.1.3. Estructura de la Pradera

Las mediciones permitieron conocer la distribución vertical del forraje y la proporción de éste que se debió a diferentes componentes de la pradera. Para realizarlas, se procedió a la inversa de la técnica de doble muestreo que se usa para la medición del forraje ofrecido o rechazado, es decir, primero se tomaron las 25 calificaciones visuales y luego se cortaron los cinco marcos cuadrados de 0.25 m^2 por potrero.

Las principales diferencias fueron las siguientes: 1) los marcos que se cortaron fueron aquellos que resultaron con mayor frecuencia modal en las calificaciones visuales; 2) el corte se realizó por estratos de 10 cm, contados a partir del ras del suelo, para lo cual se usó un aparato que consiste en un marco cuadrado de 0.5 m por lado, sujeto por las esquinas a tubos ranurados de tal forma que el cuadro pueda ser suspendido a diferentes alturas por ganchos que se insertan en las ranuras de los tubos; 3) a las muestras obtenidas se les practicó un análisis botánico por el método gravimétrico antes de ser secadas, es decir, fueron separadas manualmente según sus componentes: flor, hoja y tallo de Alfalfa y flor, lámina y tallo del Zacate Ovillo, así como especies no sembradas y material muerto. Luego de ser secadas a 60 °C por 60 horas, estas muestras se pesaron y guardaron por estrato para su futuro análisis químico. Este muestreo sirve para determinar la masa de forraje ofrecido o residual, si se suman los pesos de la MS de los componentes por calificación, según se hagan las mediciones antes o después del pastoreo (Avendaño ***et al.***, 1981).

La densidad total del forraje o de algún componente (especies sembradas, hoja verde, material vivo, etc.), se obtuvo dividiendo la masa de forraje MF (MS en Kg/ha) entre la altura (cm) de la pradera o del componente en cuestión. La misma técnica se usó para la densidad del forraje por estrato, de 10 cm cada uno.

3.3.1.4. Condición de la Pradera.

Con base en un muestreo preliminar, se determinó que la condición de la pradera se estimaría a través de tres variables: cobertura basal, densidad y diámetro de las especies sembradas. Esto se hizo a mediados del Período Experimental (**PE**) y sólo en los potreros de seguimiento, es decir aquellos que se tomaron como repeticiones de los tratamientos. Para estimar la cobertura basal se usó el método de parcela punto como sigue: Un marco de estructura metálica con 10 perforaciones, separadas cada 10 cm y alineadas en la parte superior, se colocó 100 veces en cada potrero experimentalmente útil, se pasaron 10 agujas metálicas a través de los agujeros y se registró el suelo desnudo o la especie que tocó la punta de la aguja a nivel del suelo (Amendola, 1989).

El número de plantas de las especies sembradas, como una estimación de la densidad, se contabilizó por medio de 50 marcos de 1 m^2; el diámetro, que se usó como una estimación del vigor de las plantas, se obtuvo a través de la medición de tres diámetros de una planta de Alfalfa y otra de Ovillo que quedaron dentro del marco y más próximas a un vértice previamente identificado.

3.3.1.5. Tasa de Crecimiento del Cultivo

Mott (1977) menciona que la tasa de crecimiento del cultivo medida en Kg ha^{-1} d^{-1} puede ser calculada en los experimentos que usan pastoreo rotacional, restando la Masa de Forraje (**MF**) residual en el ciclo de pastoreo (**CDP**) n-1 de la MF ofrecida en el CDP n y dividiendo el resultado entre los d que ocupe el PD.

3.3.1.6. Valor nutritivo del Forraje

A la MS del forraje ofrecido y residual en los potreros de seguimiento, se le determinó la DIV, según la técnica de Tilley y Terry (1963) modificada por Barnes (1969) y el contenido de PC

usando la técnica del microKjeldahl. El forraje que se analizó corresponde a las muestras que se tomaron por estrato después de mezclar todos sus componentes.

3.3.1.7. Grado de Defoliación del Forraje

Como una medida de la eficiencia de utilización del forraje, se calculó el grado de defoliación del forraje con la formula:

$$GDF = [(MFO - MFR)/MFO] \times 100$$

(Stuth *et al.*, 1981)

Donde:

GDF = Grado de Defoliación del Forraje (en porcentaje)
MFO = Masa de Forraje Ofrecido (Kg de MS/potrero)
MFR = Masa de Forraje Residual (Kg de MS/potrero)

3.3.2. De los Animales

3.3.2.1. Tasa de Desaparición del Forraje

Durante el PO, desaparece forraje de la pradera a causa del consumo que hacen los animales y también por otras causas como depredación, pisoteo, aplastamiento, deyecciones y por el proceso de senescencia, muerte y descomposición del forraje; sin embargo, si el PO es corto, la tasa de desaparición del forraje ofrece un buen indicativo del forraje que desaparece por la defoliación que causan los animales en pastoreo utilizando la formula:

$$TDF = [(MFO - MFR)/(PVR \times PO)] \times 100$$

(Hodgson, 1981)

Donde:

TDF = Tasa de Desaparición del Forraje (Kg de MS/100 Kg de PV/d)
MFO = Masa de Forraje Ofrecido (Kg de MS/potrero)
MFR = Masa de Forraje Residual (Kg de MS/potrero)
PVR = Peso Vivo Realmente usado por potrero (Kg)
PO = Período de Ocupación

3.3.2.2. Carga Animal

Esta variable se obtuvo como un estimador de la presión de pastoreo y se calculó con la siguiente ecuación:

$$CA = (PV \times PO)/(450 \times SUP \times CDP)$$

Donde:

CA = Carga Animal (UA/ha; UA=450 Kg de PV)
PV = Peso Vivo de los animales (Kg)
PO = Período de Ocupación (7 d)
SUP = Superficie del Potrero (ha)
CDP = Ciclo De Pastoreo (7 + PD)

3.3.2.3. Consumo Diario de Forraje

Esta variable se estimó de forma indirecta durante el PO del último CDP de cada tratamiento, para poder hacerlo fue necesario conocer la digestibilidad de la ingesta, tomada de un solo animal esofagostomizado y la producción fecal de los animales fijos, de modo que se pudiera usar la ecuación:

$$C = (PF/100\text{-}DIV) \times (100/PV)$$

Donde:

C = Consumo diario de forraje (MS en Kg/100 Kg de PV/d)
PF = Producción Fecal (Kg/d)
DIV = Digestibilidad *in vitro* de la ingesta (%)
PV = Peso Vivo del animal (Kg)

Para la determinación de la DIV se usó la técnica ya mencionada de Tilley y Terry (1963), modificada por Barnes (1969). Para estimar la cantidad de heces producida por día (AOAC, 1980), los animales fijos recibieron 10 g de óxido de cromo (Cr_2O_3) en cápsulas de papel cebolla por vía oral a las 7:00 y a las 17:00 h, durante un período igual a 7 d preliminares a la entrada al potrero de seguimiento más el período de ocupación. A partir del tercer

día de entrar al potrero de interés, se colectaron muestras de heces directamente del recto del animal dos veces por día y a la misma hora de la toma del óxido de cromo. Estas heces se secaron, se pesaron y luego se mezclaron. Posteriormente, en el laboratorio se determinó la concentración de Cr_2O_3 en una submuestra compuesta de las heces secas que se colectaron de cada animal, para lo cual se usó un espectrofotómetro de la marca Perkin-Elmer "Colleman 55", y entonces la producción fecal se calculó así:

$$PF = (S/C) \times (TR)$$

(Le Du y Penning, 1982).

Donde:

PF = Producción Fecal (Kg/día)
S = Oxido de cromo Suministrado (g/d)
C = Concentración de óxido de cromo en heces (g/g)
TR = Tasa de Recuperación del óxido de cromo = 1

3.3.2.4. Peso Vivo y Ganancia de Peso

Todos los animales involucrados en el estudio fueron pesados antes de iniciar este trabajo y posteriormente cada 14 d. A partir de esos datos se obtuvo la ganancia de peso (GDP) por animal por d usando la ecuación:

$$GDP = DP/TP$$

Donde:

GDP = Ganancia De Peso (Kg/animal/d)
DP = Diferencia en Peso del animal (Kg)
TP = Tiempo transcurrido entre dos Pesajes consecutivos (d)

La GDP por potrero se obtuvo como producto de la GDP por animal por d multiplicado por el número de animales que pastorearon dicho potrero, como lo indica Mott (1960). De ahí, se puede hacer la conversión a Kg de peso vivo por ha por d, por PO o bien por todo el período experimental si se suman las GDP por ha por d a través del tiempo que tardo este estudio (190 d).

3.4. Modelo Estadístico

Para el análisis estadístico de la información, se utilizaron los siguientes tres tipos de pruebas:

1) Para los datos de cobertura vegetal se usó la prueba "Ji Cuadrada" para probar homogeneidad de proporciones, ya que la variable presentó distribución multinomial (Ramírez, 1991, comunicación personal). Se empleó el paquete estadístico EPISTAT (Gustafson, 1987).

2) Las variables que solo se midieron una vez durante el estudio, como densidad de plantas, vigor de las especies sembradas (evaluado a través del diámetro de la planta) y el consumo, fueron analizadas por el método de mínimos cuadrados utilizando el paquete estadístico SAS (1986) con un modelo completamente al azar, como a continuación se describe:

$$Y_{ij} = \mu_0 + PD_i + E_{j(i)}$$

Donde:

Y_{ij} = La respuesta del j-ésimo potrero que esta sujeto al i-ésimo Período de Descanso

μ_0 = Al efecto general debido al ambiente

PD_i = Al efecto debido al i-ésimo Período de Descanso

$E_{j(i)}$ = Efecto debido al error experimental

3) El resto de las variables como masa de forraje, densidad de la pradera, ganancia de peso, etc., se midieron en cada ciclo de pastoreo (CDP) durante todo el período experimental (PE), que comprendió del 08 de agosto de 1989 al 14 de febrero de 1990, y también se analizaron por mínimos cuadrados haciendo uso del SAS (1986) con el mismo modelo completamente al azar pero con un arreglo factorial, anidando los ciclos de pastoreo dentro de los tratamientos, como a continuación se describe:

$$Y_{ijk} = \mu_0 + PD_i + CDP_{j(i)} + E_{k(ij)}$$

Donde:

Y_{ijk} = La respuesta obtenida con el i-ésimo PD en el j-ésimo CDP, en el k-ésimo potrero tomado como repetición

μ_0 = Al efecto general debido al medio ambiente

PD_i = Al efecto debido al i-ésimo Período de Descanso

$CDP_{j(i)}$ = Al efecto debido al j-ésimo CDP dentro del i-ésimo PD

$E_{k(ij)}$ = Al efecto debido al error experimental.

i = 21, 28, 35, 42 días de descanso y

j = 7, 6, 5, 4, cuando i = 21, 28, 35 ó 42 d.

Además, en todos los casos se asume que:

$$E \sim NI(0, \sigma^2)$$

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Masa de Forraje Ofrecido (MFO).

En los análisis de varianza (**ANVA**) realizados por componente de la pradera para la variable en cuestión, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.001$) para todos los componentes principales de la pradera, es decir: para la masa de forraje total, de Alfalfa, de Ovillo, para la suma de estos últimos dos que representan las especies sembradas, para la hoja y el tallo y para el material vivo; sin embargo, en los componentes menos valiosos que son las malezas y el material muerto, solo las malezas presentaron diferencia estadística ($P \leq 0.03$). El Cuadro 1 muestra los resultados encontrados con la prueba de Tukey para la MFO según el tratamiento, viéndose claramente que dicha variable tiende a incrementarse a medida que se aumenta el PD, debido a que al transcurrir el tiempo desde la última cosecha, el área foliar va en aumento hasta llegar a un punto en el que la pradera se encuentra en las mejores condiciones para aprovechar los recursos necesarios para el crecimiento, especialmente la luz; a partir de ese momento, tanto la tasa de acumulación como la calidad del forraje se ven sensiblemente disminuidas, por lo que PD muy prolongados ocasionan bajas eficiencias en la producción. Estos resultados coinciden de manera general con los encontrados por otros autores como Avendaño ***et al.*** (1986), Humphreys (1975) y concuerdan con la teoría expuesta por Brown y Blaser (1981).

La Figura 3 muestra una asociación positiva entre el PD y la cantidad de material muerto y negativa con la cantidad de malezas, como había sido encontrado por Galaviz (1981). El pasto Ovillo llegó a su punto de máxima acumulación con 35 d de descanso, mientras que la máxima MFO de Alfalfa se logró con el PD de 42 d, lo que puede significar diferencias fisiológicas entre esas especies que se traducen en praderas dominadas por Ovillo o Alfalfa según sea el PD de 35 ó 42 d, respectivamente.

Cuadro 1. Masa de forraje ofrecido de los principales componentes de la pradera (MS en Kg/ha)

PD[1]	TOTAL	ALFALFA	OVILLO	SPPS[2]	HOJA	MALEZA	MAMU[3]
21	1857c*	512b	382b	894d	644c	469a	493a
28	2379b	796b	536b	1332c	933b	530a	515a
35	2728ab	838b	960a	1798b	1266a	231b	700a
42	3184a	1692a	588b	2281a	1436a	217b	695a

1 = Período de descanso, en días; 2 = Especies sembradas;
3 = Material muerto.
* Medias con igual literal en la misma columna no son diferentes estadísticamente (P≥0.05).

En el Cuadro 2 aparecen los resultados de la prueba de comparación de medias entre los CDP dentro de cada tratamiento. En general, se nota que a medida que aumentan los CDP, se reduce la MFO total y por componente debido a que se estuvo pasando de verano a invierno, y en consecuencia la cantidad total de estímulos recibidos por las plantas para su crecimiento fue menor en los últimos CDP, con lo que se validan las tesis de autores como Cooper (1981) y Mc Clymont (1974), en el sentido de que la producción de forraje es básicamente una transformación de la energía solar a formas aprovechables por los animales a través de las plantas.

4.2. Masa de Forraje Residual (MFR).

En el Cuadro 3 se muestran las comparaciones de medias entre tratamientos para cada uno de los componentes de la pradera, todos los cuales tuvieron tendencia a incrementarse (P≤0.02) entre los 21 y los 35 d de PD, para luego disminuir con 42 (a excepción de las malezas); lo cual puede significar que la Alfalfa, principal componente de las praderas con 28 y 42 d de PD, es defoliada más completamente que el Ovillo, durante el PO debido a que, por ser

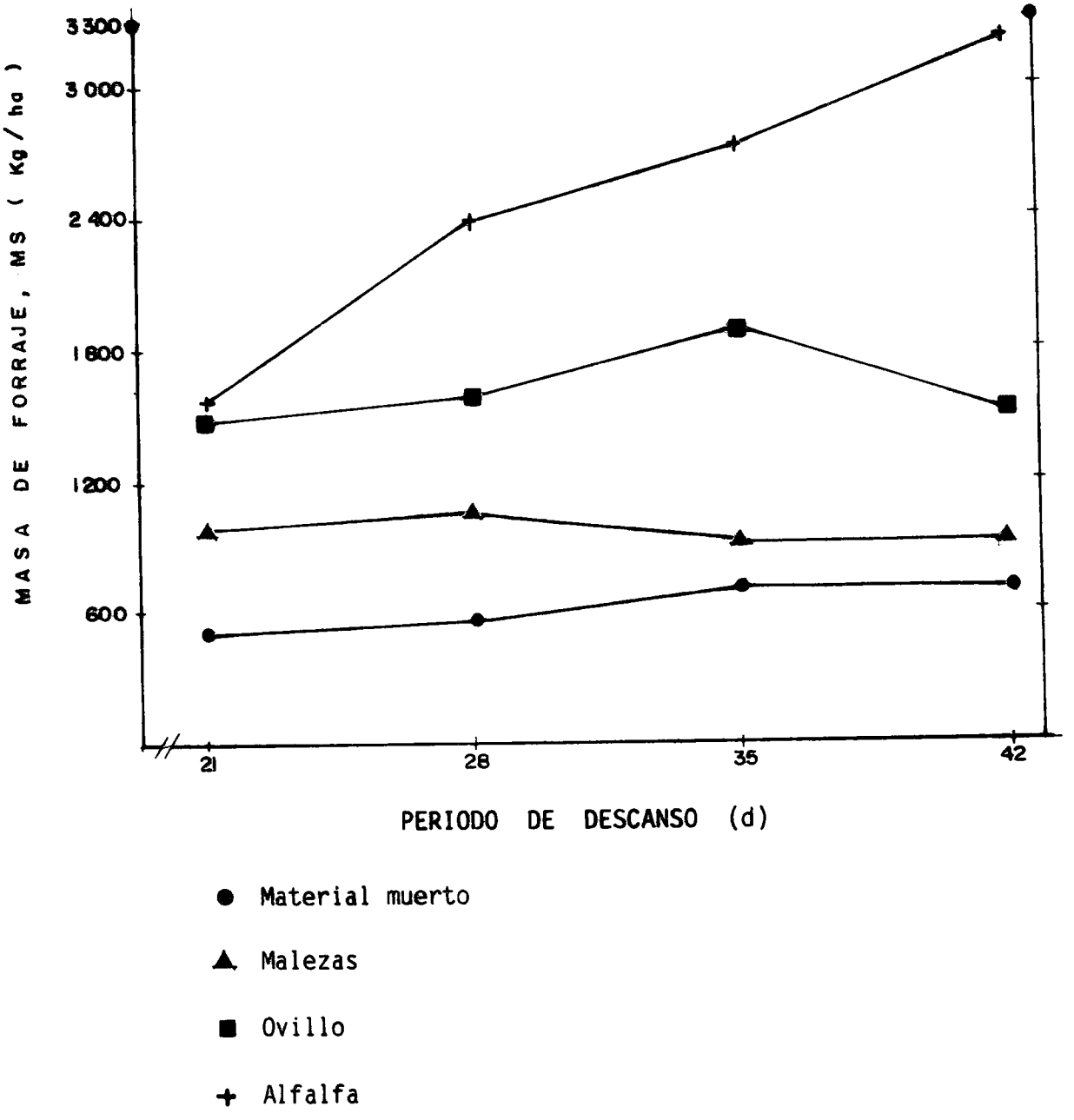


Figura 3. Masa de forraje ofrecido por componente acumulado en los períodos de descanso

una leguminosa de excelentes cualidades forrajeras, conserva mejor su valor nutritivo como lo dicen Thornton y Minson (1973), o bien a que su estructura facilita más el consumo de los animales en pastoreo como lo establecen Poppi ***et al.*** (1987).

Cuadro 2. Masa de forraje ofrecido para cada ciclo de pastoreo dentro de cada tratamiento (MS en Kg/ha)

PD[1] (d)	CICLO DE PASTOREO	COMPONENTES					
		TOTAL	ALFALFA	OVILLO	SPPS[2]	HOJA	MALEZA
21	1	3052a*	507a	232a	1339a	938a	986a
21	2	2789a	633a	404a	1037a	668a	946a
21	3	2418a	673a	421a	1094a	855a	461b
21	4	971b	542a	117a	661a	483a	156b
21	5	915b	447a	228a	675a	509a	61b
21	6	994b	271a	287a	559a	411a	201b
28	1	2945a	1262a	721a	1983a	1284a	441b
28	2	3568a	865a	565ab	1430ab	938ab	1247a
28	3	2108ab	708a	593ab	1301ab	993ab	234b
28	4	1500b	1042a	131b	1172ab	830ab	169b
28	5	1964ab	470a	738a	1209ab	901ab	325b
28	6	2188ab	427a	468ab	895b	654b	765ab
35	1	3465ab	1341a	1198ab	2539a	1539a	463a
35	2	4173a	928ab	1498a	2426a	1648a	341a
35	3	2684abc	865ab	962ab	1827ab	1409a	67b
35	4	1878bc	530a	756ab	1286b	1056ab	175b
35	5	1439c	524b	387b	910b	677b	109b
42	1	3992a	2174a	815a	2989a	1631a	258a
42	2	3616a	1298a	802a	2100a	1404a	247a
42	3	2670a	1820a	395a	2215a	1420a	172a
42	4	2458a	1476a	341a	1817a	1287a	191a

PD= Período de descanso en días; SPPS= Especies sembradas

* Medias con igual literal en la misma columna y dentro del mismo tratamiento no son diferentes estadísticamente ($P \geq 0.05$).

Cuadro 3. Masa de forraje residual de los principales componentes de la pradera (MS en kg/ha)

PD[1]	TOTAL	ALFALFA	OVILLO	SPPS[2]	HOJA	MALEZA	MAMU[3]
21	1098b*	140b	160b	300b	192b	509a	289b
28	1428ab	181b	299b	480ab	266b	543a	418b
35	1649a	254ab	556a	810a	490a	146b	690a
42	1159ab	356a	228b	584ab	295b	256ab	320b

1 = Período de descanso, en días; 2 = Especies sembradas;
3 = Material muerto
* Medias con igual literal en la misma columna no son diferentes estadísticamente ($P \geq 0.05$).

La Figura 4 muestra la forma en que las praderas quedaron constituídas despues del pastoreo; es de notarse la gran cantidad de material muerto y la pequeña de malezas en el tratamiento tres, con 35 d de PD, donde el Ovillo es el principal componente, lo que podría significar que en esa pradera, aunque hay pocas malezas, se tiene una tasa de senescencia más elevada, o a que se desarrolla lo que Hodgson y Ollerenshaw (1969) llamaron "perpetuación de los hábitos iniciales de preferencia", ya que se observaron lugares o manchones en donde los animales preferían no pastorear, lo cual puede explicar porqué esta pradera tuvo los mayores valores de forraje total rechazado.

El Cuadro 4 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias para los componentes de la pradera en cada CDP dentro de cada PD, encontrándose pocas diferencias estadísticas, pero donde las hubo ($P \leq 0.05$) se conservó la tendencia que presentó la MFO de disminuir a medida que se avanza en el período experimental, desde el verano hasta el invierno.

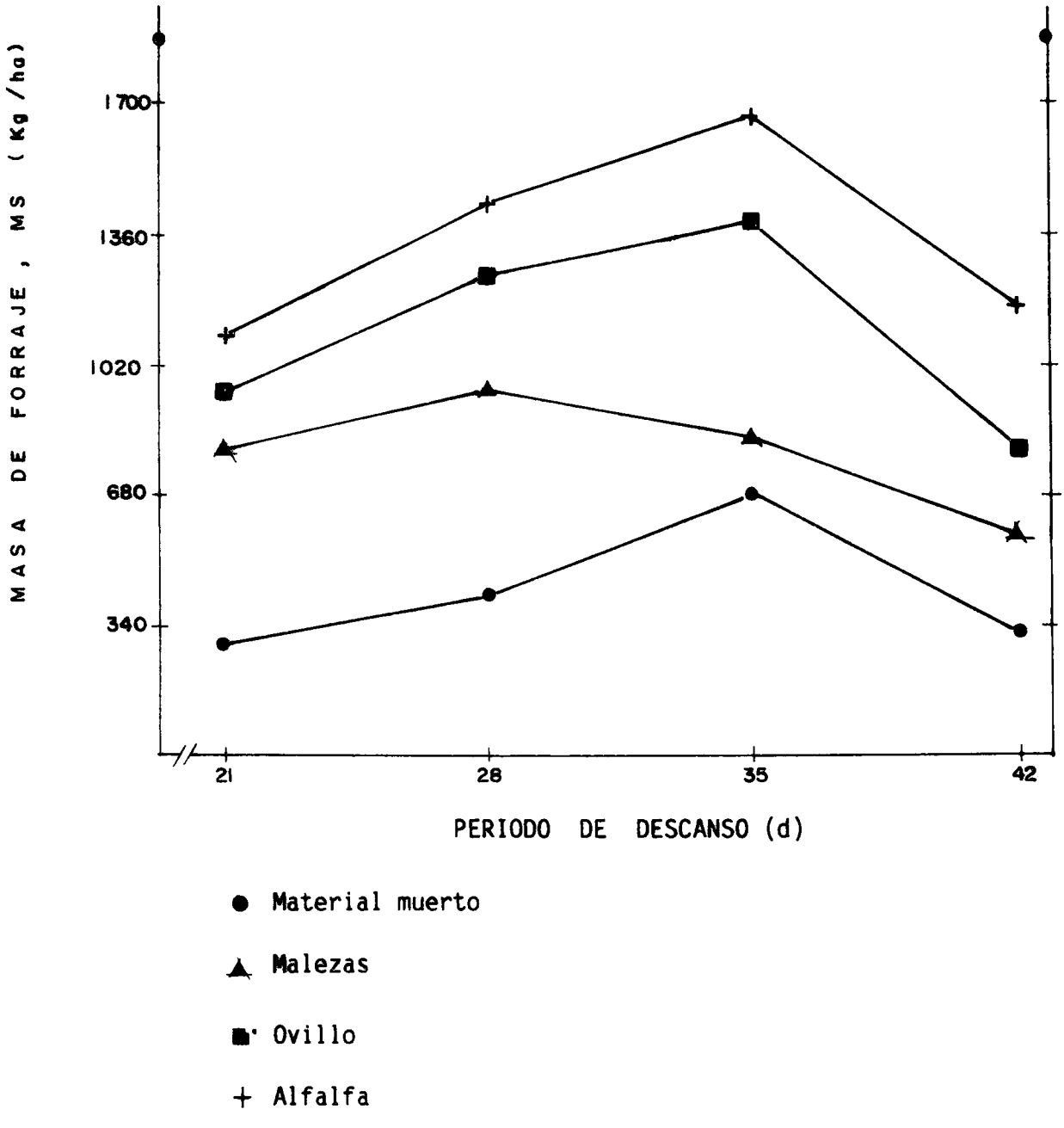


Figura 4. Masa de forraje residual por componente acumulado en los períodos de descanso

Cuadro 4. Masa de forraje residual para cada ciclo de pastoreo dentro de cada tratamiento (MS en Kg/ha).

PD[1] (d)	CICLO DE PASTOREO	COMPONENTES					
		TOTAL	ALFALFA	OVILLO	SPPS[2]	HOJA	MALEZA
21	1	1993a*	320a	98a	418a	186a	1048a
21	2	1604a	68a	144a	212a	130a	1002ab
21	3	812a	79a	162a	241a	189a	381ab
21	4	722a	125a	200a	326a	259a	308ab
21	5	740a	163a	134a	297a	186a	188b
21	6	719a	83a	224a	307a	201a	129b
28	1	1966a	391a	341a	732a	327a	754a
28	2	2429a	228a	253a	480ab	223a	1234a
28	3	1090a	100a	206a	305b	192a	438a
28	4	1058a	178a	296a	473ab	339a	309a
28	5	1084a	163a	382a	483ab	267a	272a
28	6	943a	92a	316a	408ab	251a	249a
35	1	3077a	704a	1078a	1782a	822a	333a
35	2	2017b	238b	492b	731b	320ab	164a
35	3	1087b	173b	390b	563b	197ab	50b
35	4	1052b	102b	407b	508b	115b	105ab
35	5	1010b	51b	413b	464b	146b	80ab
42	1	1843a	484a	493a	977a	536a	340a
42	2	880a	305a	129a	434a	181a	172a
42	3	880a	300a	116a	416a	210a	290a
42	4	1034a	336a	174a	510a	252a	219a

1 = Período de descanso; 2 = Especies sembradas.
* Medias con la misma literal en cada columna, dentro de cada tratamiento no difieren estadísticamente ($P \geq 0.05$).

4.3. Relaciones Hoja:Tallo y Vivo:Muerto.

Los valores medios de las variables mencionadas con sus respectivas comparaciones se encuentran en el Cuadro 5. Como se puede apreciar, sólo existió diferencia estadística ($P \leq 0.05$) para las relaciones en el forraje rechazado, lo cual significa que los componentes relacionados desaparecen diferencialmente durante el PO, debido a la selectividad del animal, pero que la pradera tiende a estabilizar dichas relaciones a lo largo de su PD. Otra observación importante es que dicha selectividad parece ser influenciada por la edad del rebrote, por ejemplo, en este caso la pradera con 28 d de PD tuvo la relación Hoja:tallo más diferente entre el ofrecido y el rechazado, lo que significa mayor

oportunidad de consumir un componente nutritivo y palatable en estos potreros que en los que tuvieron 42 d de PD; por otra parte, la relación de material vivo:muerto es muy baja en la pradera con 35 d de PD lo que implicaría, según las tesis de Allden y Whittaker (1970) y de Minson (1975), contar con una pradera en la que la cantidad de hoja no fuese un factor limitante del consumo, pero sí la cantidad de material muerto de baja calidad y poco palatable.

Cuadro 5. Relaciones hoja: tallo y vivo: muerto del forraje ofrecido y residual.

PERIODO DE DESCANSO (DIAS)	RELACION HOJA:TALLO		RELACION VIVO:MUERTO	
	OFRECIDO	RECHAZADO	OFRECIDO	RECHAZADO
21	3.55a*	3.36a	4.64a	3.66a
28	2.86a	1.58b	4.73a	2.68ab
35	3.25a	2.43ab	3.70a	1.51b
42	1.98a	1.17b	5.30a	2.89ab

* Medias con la misma literal en la misma columna no son diferentes estadísticamente ($P \geq 0.05$).

Las relaciones hoja a tallo y vivo a muerto para cada ciclo de pastoreo dentro de los tratamientos mostraron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) en muy pocos casos (Cuadro 6), sin que se noten tendencias definidas, aunque al parecer los CDP intermedios (al final del otoño) presentan las mejores relaciones.

4.4. Densidad del Forraje Ofrecido (DFO)

Se considera a la densidad del forraje como una medida del grado de compactación que tiene el dosel vegetal en su totalidad o en algunos estratos específicos, y resulta ser muy importante en la cantidad de forraje ingerido por bocado de los animales en pastoreo (Hodgson, 1983).

Cuadro 6. Relaciones del forraje ofrecido y residual para cada ciclo de pastoreo dentro de tratamiento.

PD[1] (d)	CICLO DE PASTOREO (No.)	RELACION HOJA:TALLO		RELACION VIVO:MUERTO	
		OFRECIDO	RECHAZADO	OFRECIDO	RECHAZADO
21	1	2.32a*	0.74a	3.80a	3.10a
21	2	2.14a	2.82a	2.57a	3.21a
21	3	3.84a	3.70a	1.83a	5.58a
21	4	3.67a	7.04a	8.97a	2.76a
21	5	3.81a	3.59a	5.58a	5.63a
21	6	5.52a	2.29a	5.11a	1.66a
28	1	1.96a	0.80a	5.23ab	3.53a
28	2	2.55a	0.95a	3.24b	2.47a
28	3	3.79a	2.18a	3.94ab	2.53a
28	4	2.47a	2.56a	8.57a	2.81a
28	5	3.40a	1.21a	4.36ab	2.29a
28	6	2.76a	1.77a	3.05b	2.43a
35	1	1.59b	1.49a	6.92a	2.62a
35	2	2.24b	1.49a	2.07b	0.91a
35	3	3.45ab	2.83a	2.47ab	1.59a
35	4	5.65a	4.00a	4.41ab	1.33a
35	5	3.31ab	2.33a	2.65ab	1.09a
42	1	1.27b	1.15a	4.47a	2.49ab
42	2	2.09ab	0.96a	3.27a	2.17b
42	3	2.00ab	1.45a	8.93a	4.51a
42	4	2.58a	1.13a	4.53a	2.37ab

1 = Período de descanso en días.
* Medias con la misma literal en la misma columna y tratamiento, no son diferentes estadísticamente ($P \geq 0.05$).

En el Cuadro 7 se ven los resultados encontrados para los componentes más importantes de la pradera, con diferencia estadística significativa solo para la Alfalfa ($P \leq 0.01$) y la suma de esta con el zacate Ovillo, que representan las especies sembradas ($P \leq 0.03$), con los mayores valores en el mayor PD, lo que podría significar que la Alfalfa se encuentra en mejores condiciones y por lo tanto requiere mayores PD que el zacate Ovillo. De cualquier manera, los valores de DFO son bajos comparados con los valores promedio de 34 a 247 Kg de MO por ha por

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

cm reportados por Hodgson (1981) para praderas templadas, en las que fue más importante la altura que la densidad sobre el comportamiento ingestivo de los animales y son más bien parecidos a los encontrados por Stobbs (1975a) en praderas tropicales, donde sí fue muy importante la densidad del forraje sobre el comportamiento ingestivo, especialmente el tamaño del bocado.

Cuadro 7. Densidad del forraje ofrecido para los componentes principales de la pradera (MS en kg/ha/cm).

PD[1]	TOTAL	ALFALFA	OVILLO	SPPS[2]	HOJA
21	87.2a*	25.8b	19.0a	44.8b	32.9a
28	81.7a	26.3b	20.4a	46.7b	33.6a
35	76.2a	23.9b	26.4a	50.2ab	36.5a
42	85.5a	47.2a	14.5a	61.7a	39.9a

1 = Período de descanso, en días; 2 = Especies sembradas.
* Medias con igual literal en la misma columna no son diferentes estadísticamente ($P \geq 0.05$).

Los resultados del ANVA realizado para CDP dentro de cada tratamiento no detectaron diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) para ninguno de los componentes, lo que pudo ocurrir debido a que al avanzar el tiempo dentro del período experimental, no solamente se redujo la MFO, sino también la altura de la pradera al momento de entrar los animales, permitiendo con eso que la densidad del forraje ofrecido permaneciera más o menos constante.

4.5. Densidad del Forraje Ofrecido por Estrato.

La comparación entre las densidades de forraje ofrecido por estrato, proporciona información acerca de la facilidad con que los animales defolian las praderas (Avendaño ***et al.***, 1986; Stobbs, 1975c).

Los resultados de este trabajo aparecen en el Cuadro 8 y sugieren que en el primer estrato, el menos accesible al animal, poco influye el PD sobre la densidad del forraje total ofrecido; en cambio en los estratos superiores, en los cuales normalmente se localizan los horizontes de pastoreo, los mayores PD tuvieron mayores densidades ($P \leq 0.05$), que junto con las mejores relaciones de hoja a tallo y de material vivo a material muerto, harían de estos estratos los más valiosos en la determinación del consumo diario de forraje (Allden y Whittaker, 1970; Stobbs, 1975).

Cuadro 8. Densidad del forraje ofrecido por componente en los diferentes estratos (MS en kg/ha/cm)

ESTRATO (cm)	PD[1] (d)	COMPONENTES				
		TOTAL	ALFALFA	OVILLO	SPPS[2]	HOJA
00-10	21	154.3a*	36.9b	31.6b	68.5b	48.0a
00-10	28	173.8a	38.4b	46.0ab	84.4ab	57.4a
00-10	35	174.4a	34.4b	63.2a	97.6a	65.3a
00-10	42	180.8a	74.2a	32.2b	106.5a	56.7a
10-20	21	25.3c	11.5b	5.3b	16.8c	13.6c
10-20	28	40.0bc	22.7b	68.7b	29.4bc	21.2bc
10-20	35	49.2b	21.1b	17.7a	38.9b	28.4b
10-20	42	73.2a	43.7a	17.3a	61.0a	42.9a
20-30	21	5.3c	2.7c	0.93b	3.7c	2.7c
20-30	28	16.4bc	12.2b	0.6b	12.8c	9.7bc
20-30	35	26.9ab	14.2b	8.8a	22.9b	16.8b
20-30	42	36.5a	28.5a	5.7a	34.2a	25.0a
30-40	21	0.7b	0.0c	0.3b	0.3c	0.1b
30-40	28	7.3ab	5.9bc	0.2b	6.1bc	4.7b
30-40	35	15.8a	10.1ab	4.2a	14.3ab	11.8a
30-40	42	16.6a	15.1a	1.2ab	16.25a	12.1a
40-50	21	0.0b	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
40-50	28	0.4b	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
40-50	35	5.8a	3.7a	1.6a	5.4a	5.1a
40-50	42	5.9a	5.0a	0.9a	5.9a	4.4a

1 = Período de descanso; 2 = Especies sembradas.
* Medias con igual literal en la misma columna y estrato no difieren estadísticamente ($P \geq 0.05$).

4.6. Densidad del Forraje Residual (DFR).

En el Cuadro 9 se aprecia que la Alfalfa conserva la mayor DFR con 42 d de PD ($P \leq 0.04$), mientras que para el resto de los componentes esta variable presentó valores más elevados ($P \leq 0.03$) cuando la pradera tuvo solo 35 d de PD. Por otro lado, el hecho de que se encuentren valores mayores para densidad del forraje residual que para el ofrecido, se debe a que la pradera presentó una altura mucho más baja al final del PO que al momento de entrada de los animales y además, mucho forraje de los estratos superiores se deposita en el estrato inferior por efectos del pisoteo durante el PO, lo que ya había sido informado por González ***et al.*** (1990).

Cuadro 9. Densidad del forraje residual (MS en kg/ha/cm).

PD[1]	TOTAL	ALFALFA	OVILLO	SPPS[2]	HOJA
21	72.7b*	9.3b	12.9b	22.1b	14.8b
28	97.1ab	13.9ab	22.8b	36.6b	20.7b
35	127.0a	19.1ab	44.4a	63.4a	37.8a
42	75.2b	25.8a	12.5b	38.3b	18.7b

1 = Período de descanso, en días; 2 = especies sembradas.
* Medias con igual literal en la misma columna no son diferentes estadísticamente ($P \geq 0.05$).

4.7. Densidad del Forraje Residual por Estrato.

Debido a que bajo condiciones normales de pastoreo, la defoliación del forraje se lleva a cabo paulatinamente desde el horizonte superficial hasta el más bajo de la pradera, el estrato cuatro presentó cantidades despreciables de MFR, y los estratos cinco y seis no presentaron nada, por lo que en los ANVA que se hicieron para la densidad del forraje residual por estrato se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.02$) para todos los componentes de la pradera, pero sólo en el estrato uno.

En el Cuadro 10 se puede ver que esa variable tiende a incrementarse entre los 21 y los 35 d de PD; sin embargo, la pradera con 42 d de PD tiene valores relativamente bajos, ocasionados por la mejor remoción del material durante el PO, lo que a su vez puede ser un efecto directo de la mejor estructura y composición botánica de esta pradera.

Cuadro 10. Densidad del forraje residual por componente en los diferentes estratos (MS en kg/ha/cm).

ESTRATO	PD[1]	COMPONENTES				
(cm)	(d)	TOTAL	ALFALFA	OVILLO	SPPS[2]	HOJA
00-10	21	102.0b*	13.5b	15.4c	28.9c	18.3b
00-10	28	130.6ab	17.3ab	28.2b	45.5bc	25.4b
00-10	35	160.8a	24.1ab	54.2a	78.3a	47.4a
00-10	42	103.1b	32.2a	19.3bc	51.5b	25.5b
10-20	21	6.7a	0.5a	0.6a	1.1a	0.9a
10-20	28	10.5a	0.8a	1.5a	2.3a	1.4a
10-20	35	3.9a	1.2a	1.4a	2.6a	1.6a
10-20	42	9.9a	2.7a	3.1a	5.8a	3.5a
20-30	21	1.1a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
20-30	28	0.8a	0.0a	0.2a	0.2a	0.2a
20-30	35	0.3a	0.1a	0.0a	0.1a	0.1a
20-30	42	2.3a	0.7a	0.4a	1.1a	0.4a

1 = Período de descanso.
* Medias con las mismas literales en la misma columna y estrato no difieren significativamente (P≥0.05).

4.8. Estructura de la Pradera

4.8.1. Estructura de la Masa Total de Forraje

La estructura de la pradera representa la forma física de la distribución del forraje a través del dosel vegetal, lamentablemente se dispone de pocos datos que ayuden a interpretar el papel que esta variable juega en el desempeño de los animales en pastoreo bajo diferentes ambientes y condiciones pero, algunos

autores como Arnold y Dudzinki, 1967; Stobbs, 1975c y Poppi **et al.**, 1987) la consideran fundamental tanto en la descripción de la pradera como en sus relaciones con los animales que las pastorean.

En las Figura 5 a 10, se puede apreciar la estructura que presentaron las praderas antes y después del pastoreo, se nota como la altura se incrementa con el PD y como siempre el estrato más bajo posee una densidad del forraje considerablemente mayor; otro aspecto que sobresale es la la gran cantidad de material residual en el estrato uno, especialmente en la pradera con 35 d de PD, debido al efecto del pisoteo que ocurre durante el PO y al rechazo de malezas y material muerto.

También puede verse que al ir aumentando el número del CDP, se va reduciendo la altura de la pradera y su densidad en cada uno de los estratos; sin embargo, al parecer las praderas con 28 y con 42 d de PD en las cuales Alfalfa representa el componente mayor, conservan mejor estructura aunque se esté pasando de verano a invierno.

4.8.2. Estructura del Zacate Ovillo

Las Figuras de la 11 a la 16 dejan ver la estructura del forraje del zacate Ovillo en las praderas durante los CDP del uno al seis, de manera respectiva. En términos generales, puede apreciarse que también en este caso la reducción en altura y densidad es muy marcada a partir del segundo CDP, siguiendo la misma tendencia del forraje total incluso con gran cantidad de forraje residual en el primer estrato de la pradera con 35 d de descanso, es notable además, que el zacate Ovillo presenta una estructura con muy poco forraje en los estratos superiores, dejando mayor cantidad de biomasa próxima a la superficie del suelo, donde se dificulta más el consumo a los animales que lo pastorean.

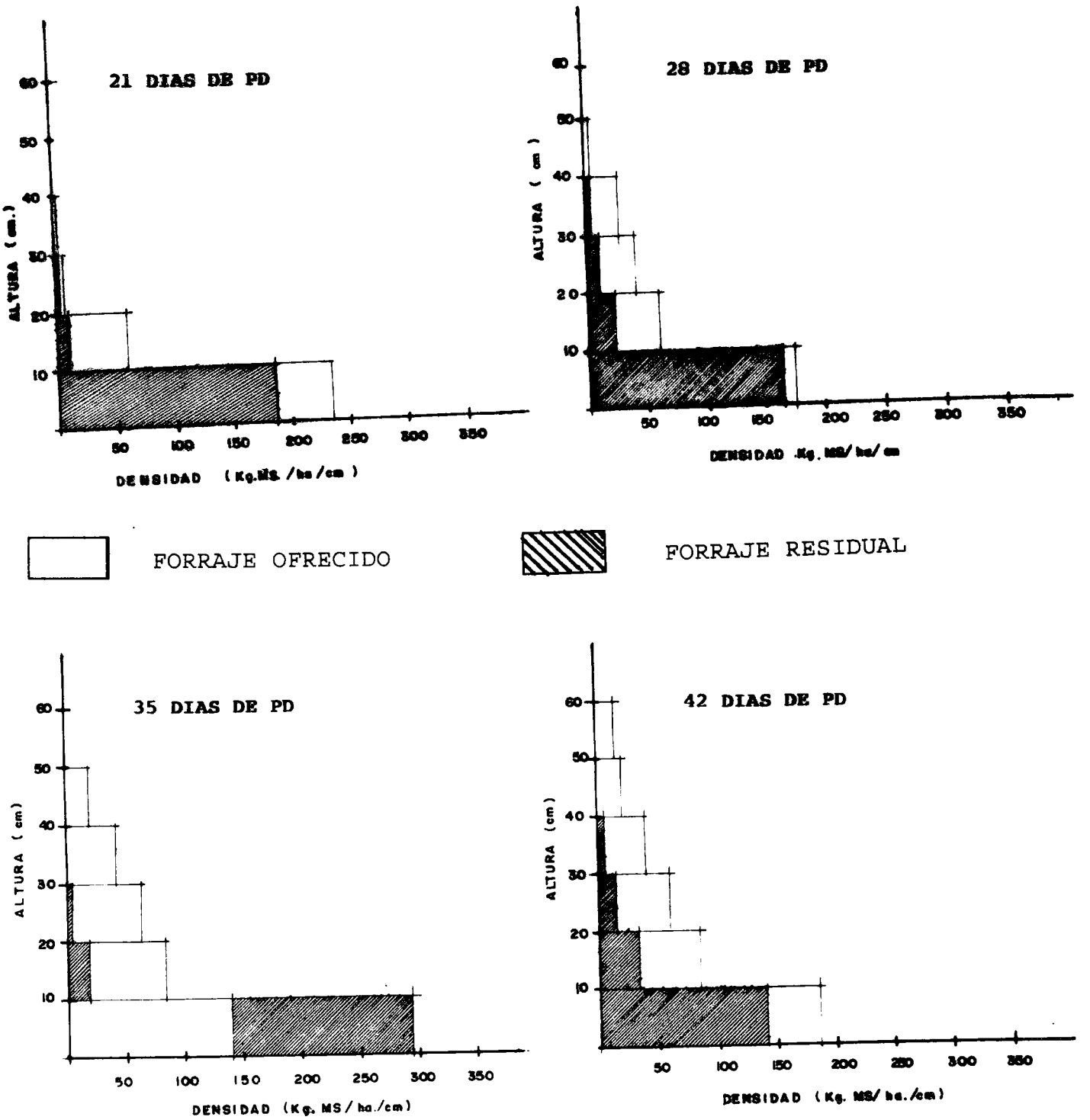


Figura 5. Estructura de la masa total de forraje ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el primer ciclo de pastoreo.

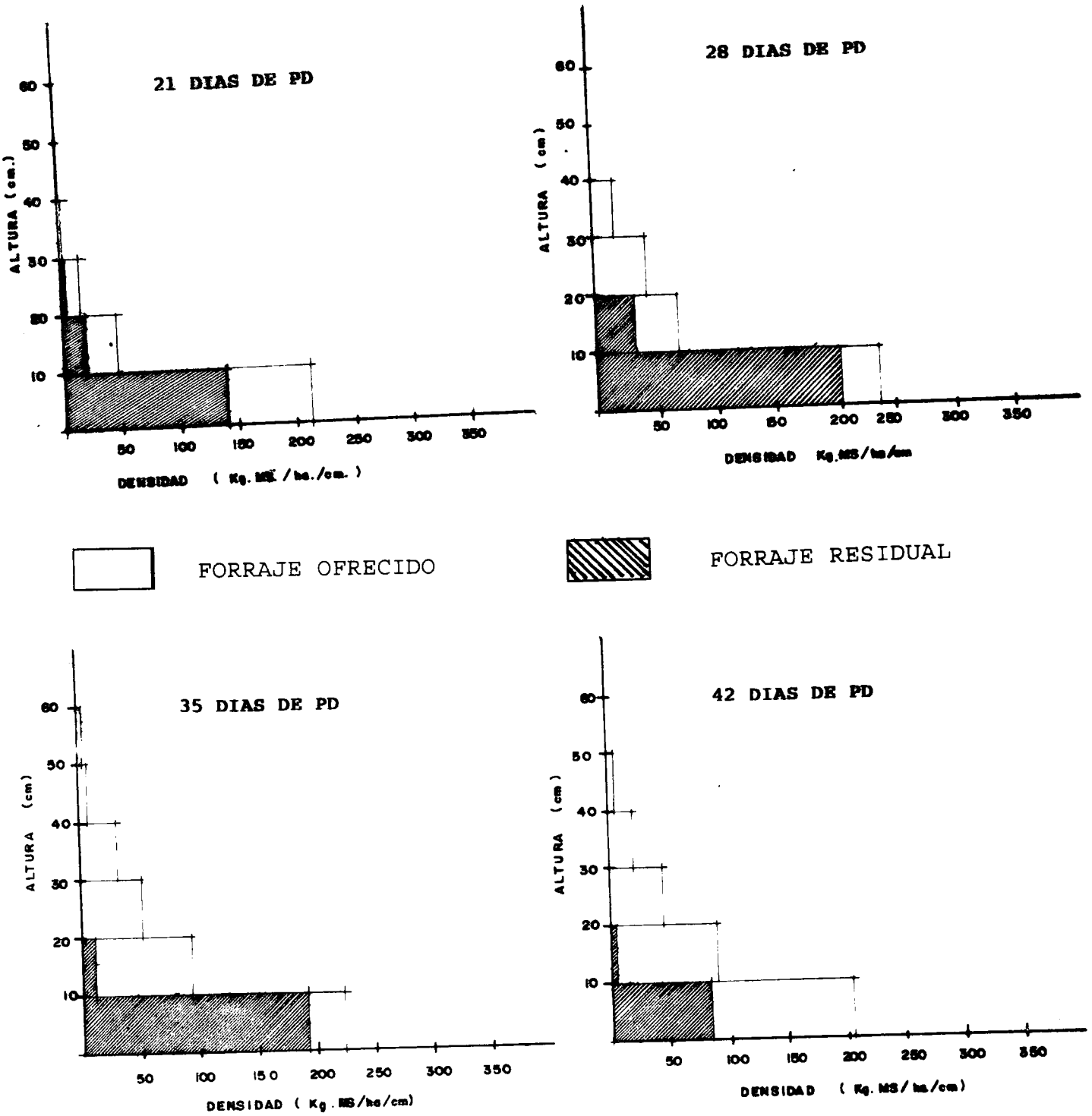


Figura 6. Estructura de la masa total de forraje ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el segundo ciclo de pastoreo.

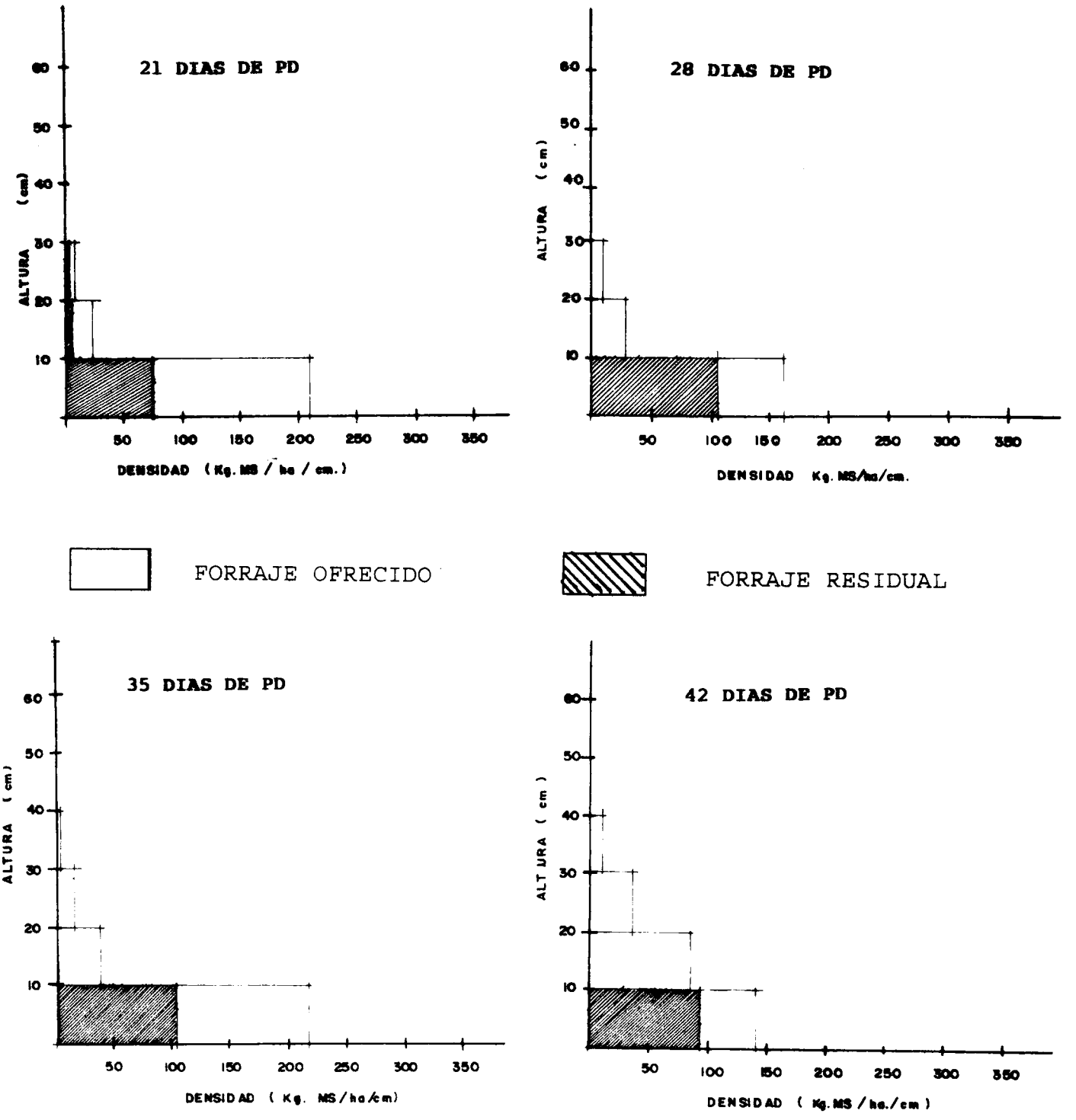


Figura 7. Estructura de la masa total de forraje ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el tercer ciclo de pastoreo.

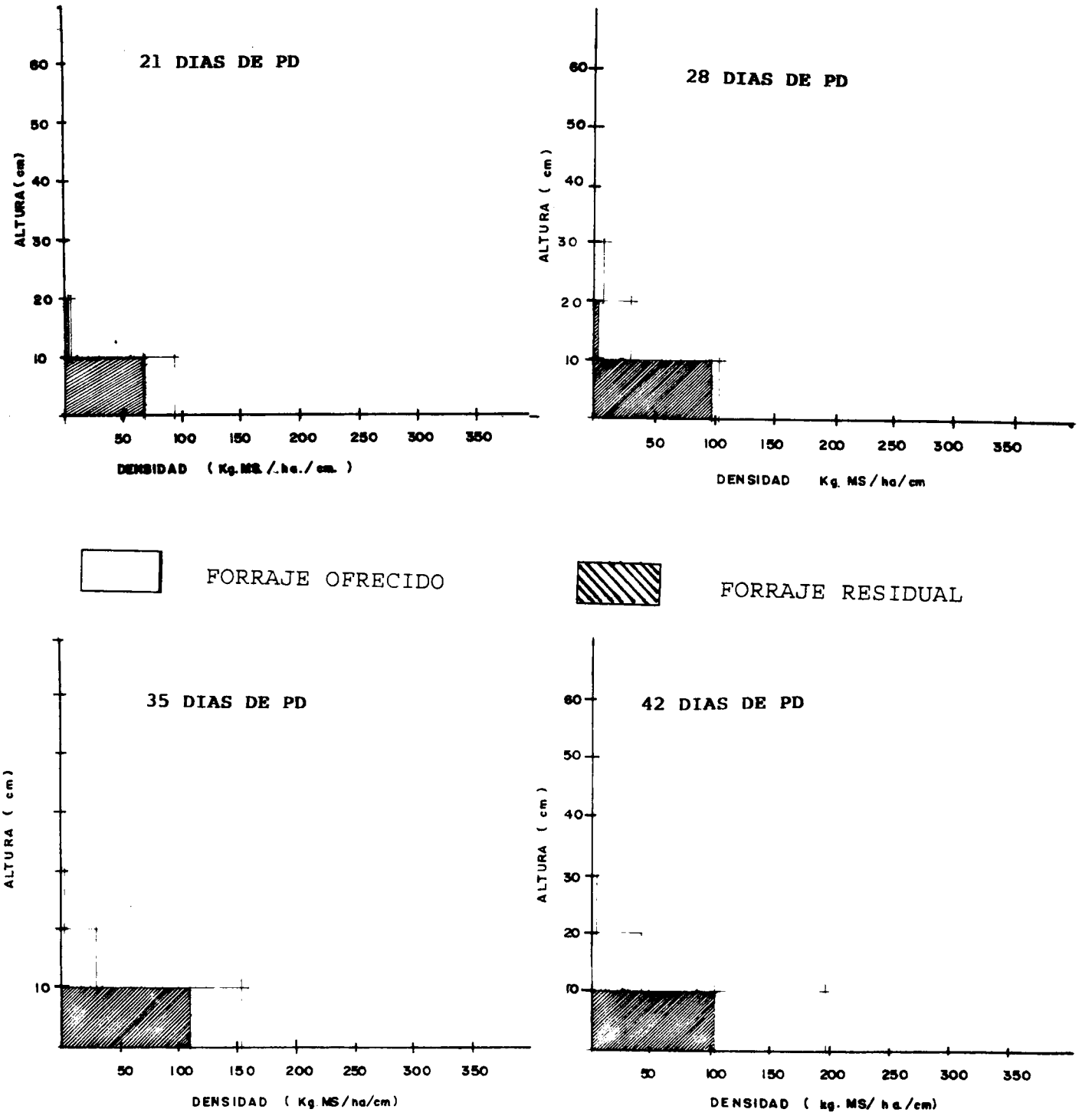


Figura 8. Estructura de la masa total de forraje ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el cuarto ciclo de pastoreo.

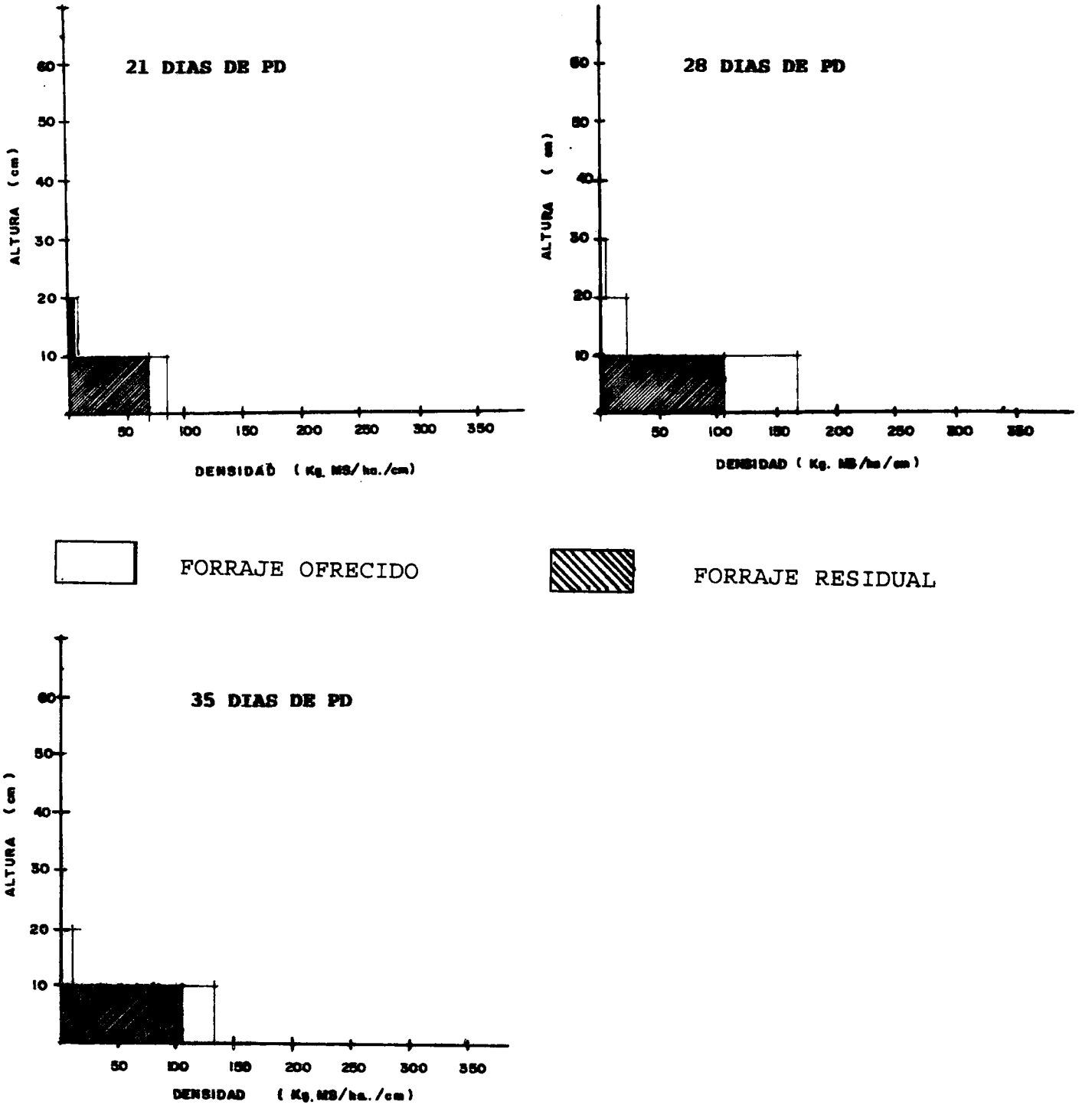


Figura 9. Estructura de la masa total de forraje ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el quinto ciclo de pastoreo.

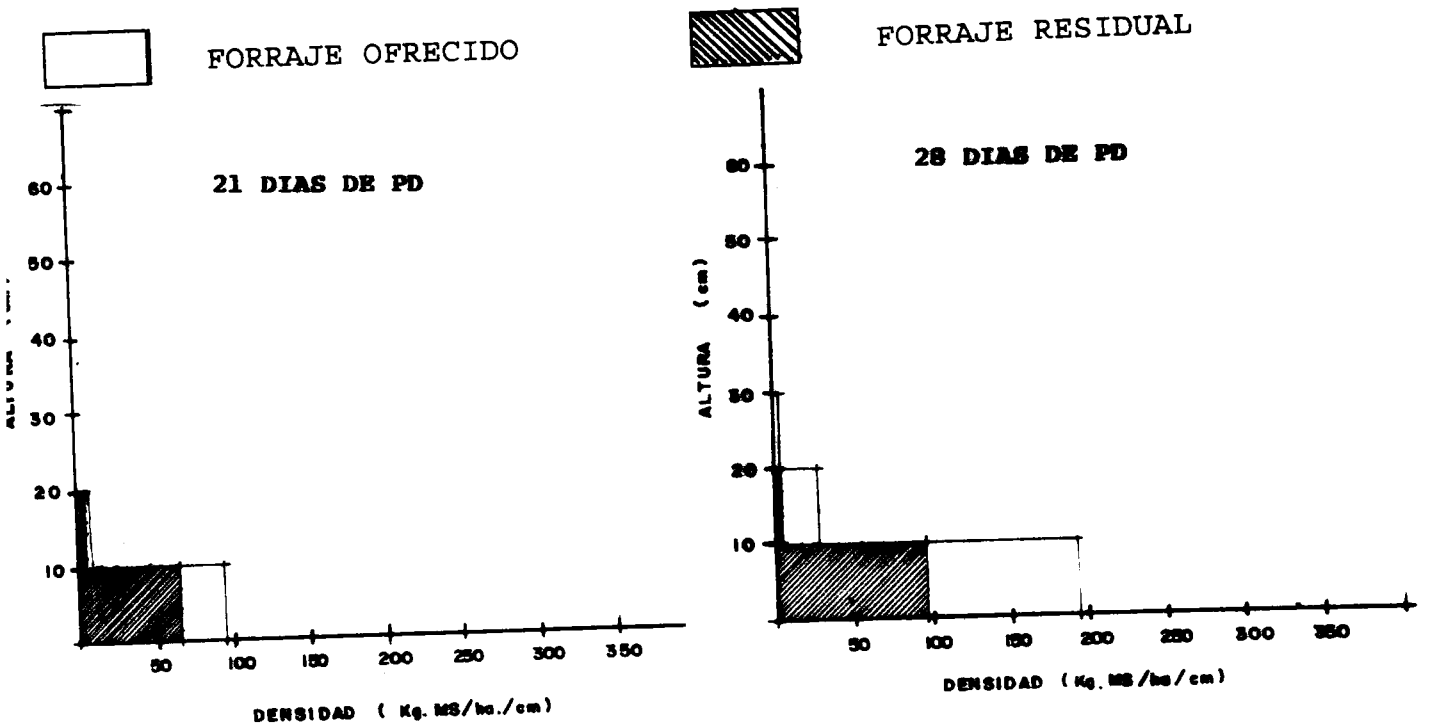


Figura 10. Estructura de la masa total de forraje ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el sexto ciclo de pastoreo.

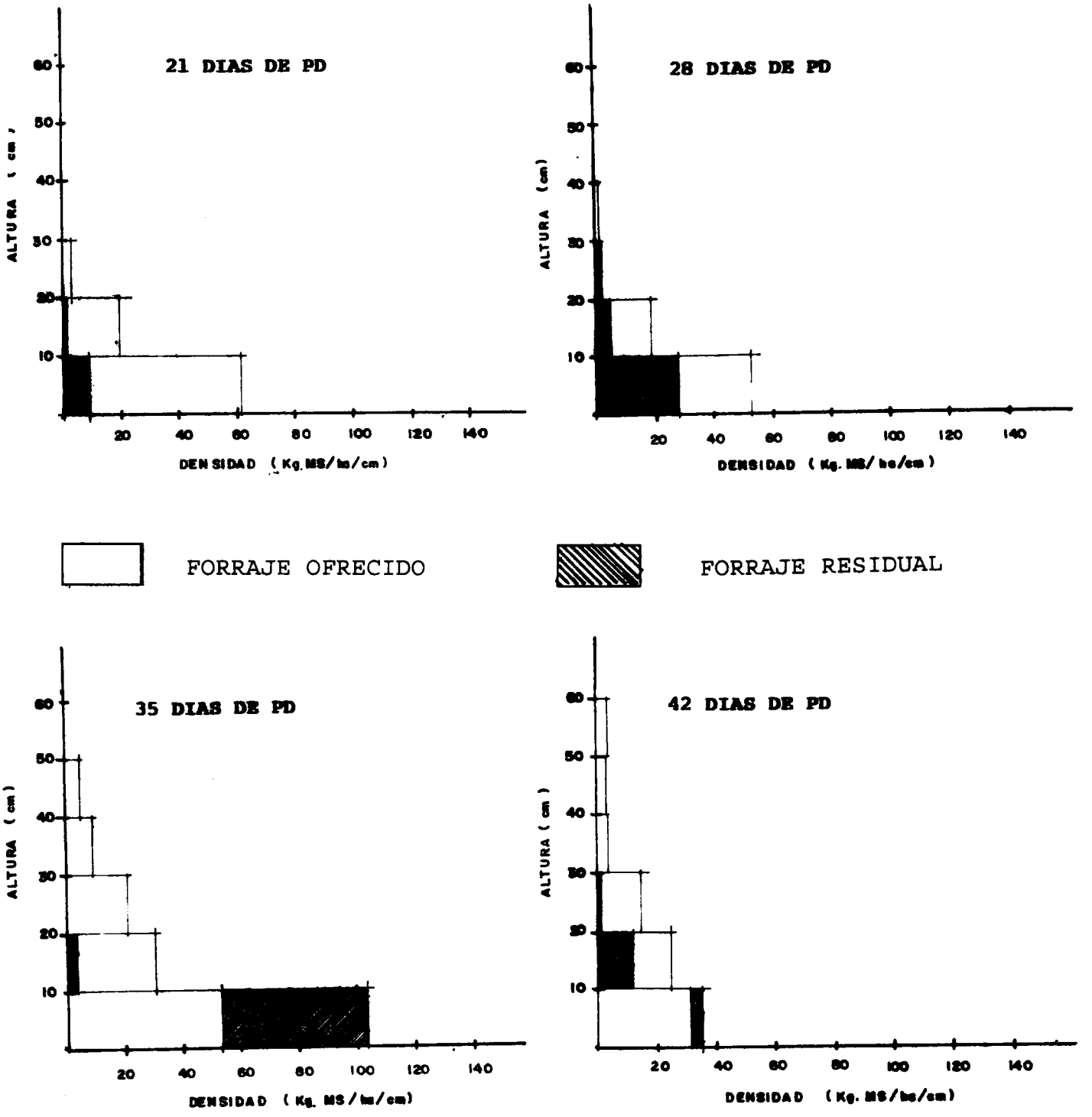


Figura 11. Estructura de la masa de forraje del zacate Ovillo ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el primer ciclo de pastoreo.

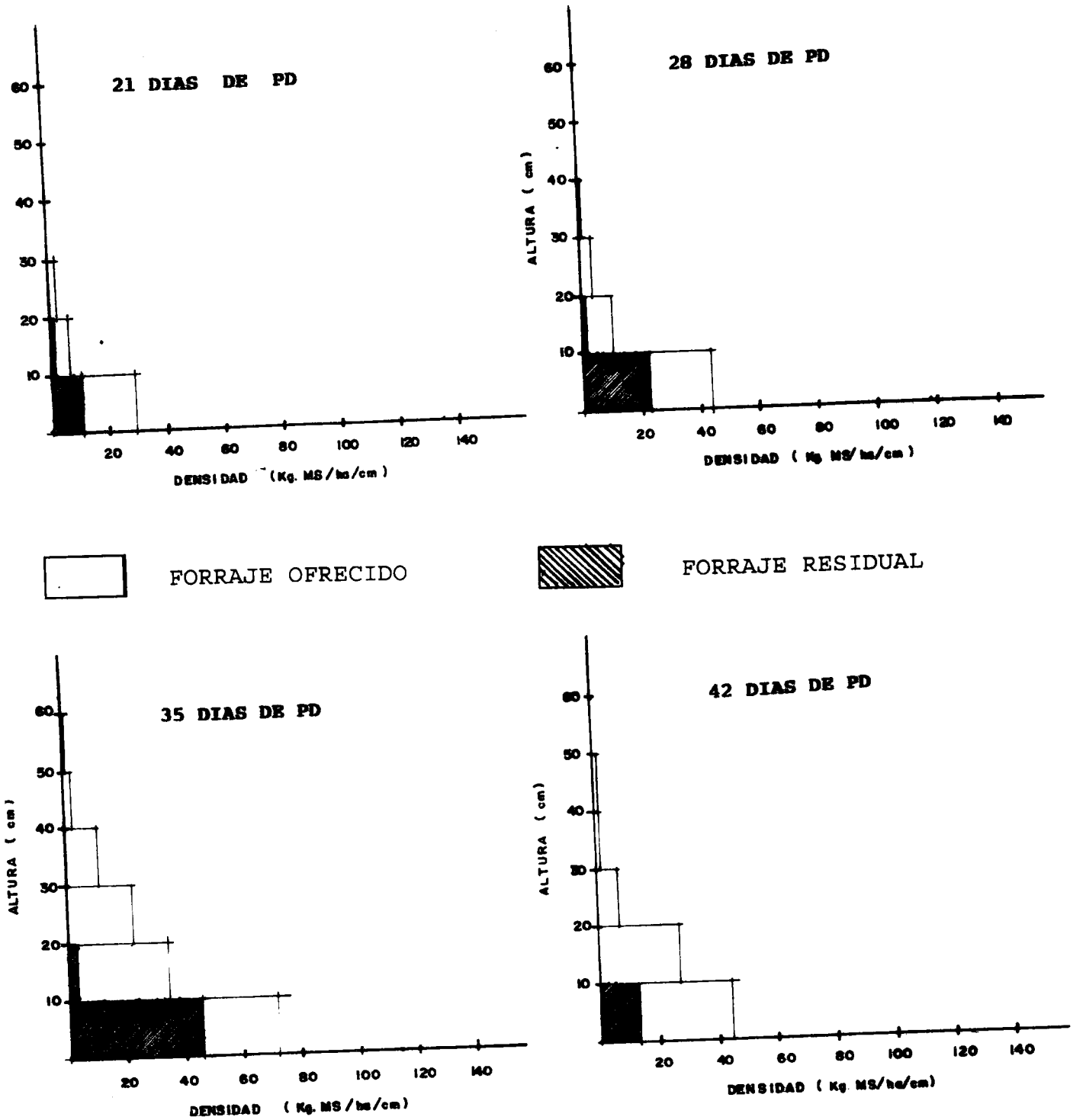


Figura 12. Estructura de la masa de forraje del zacate Ovillo ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el segundo ciclo de pastoreo.

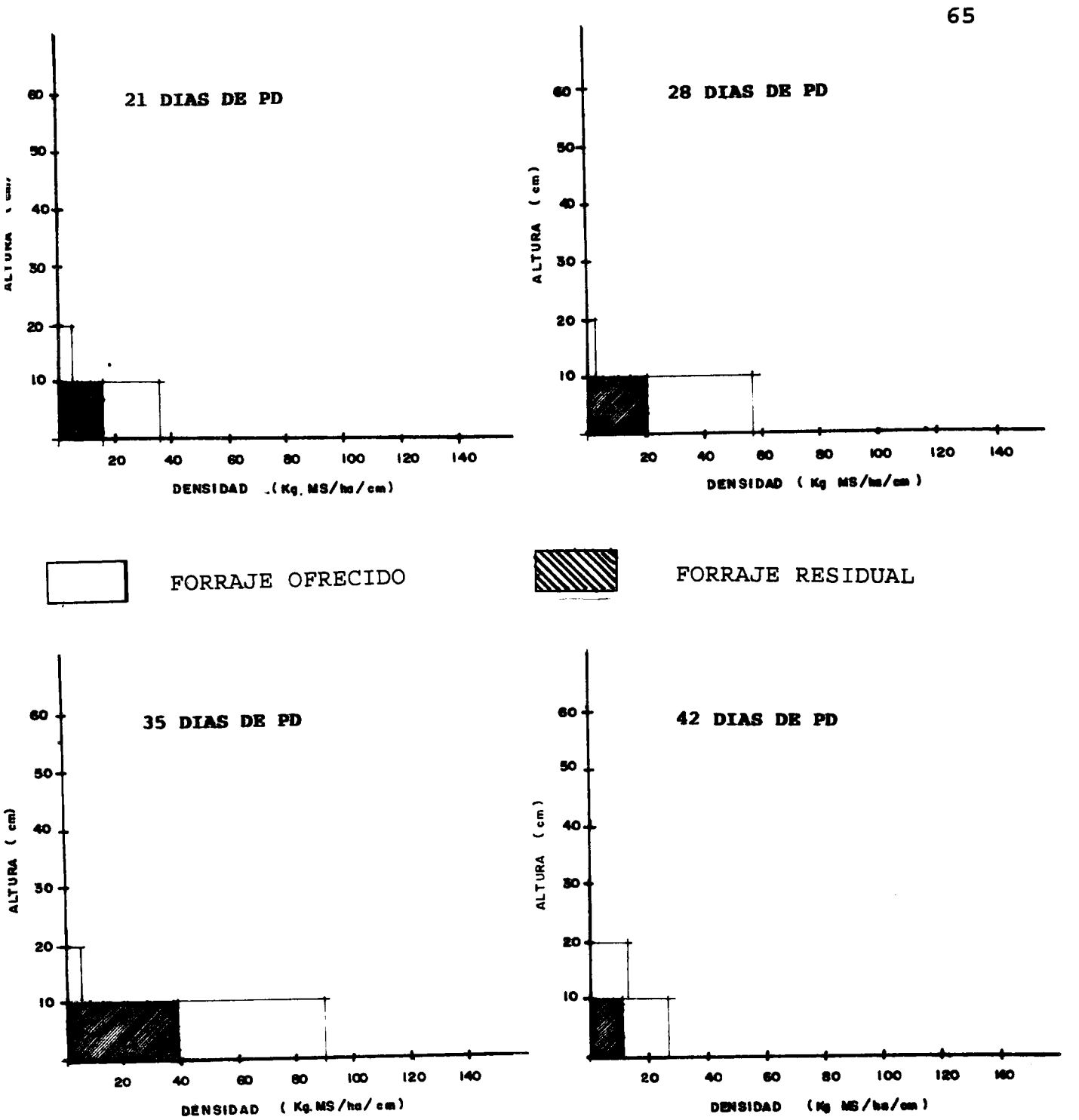


Figura 13. Estructura de la masa de forraje del zacate Ovillo ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el tercer ciclo de pastoreo.

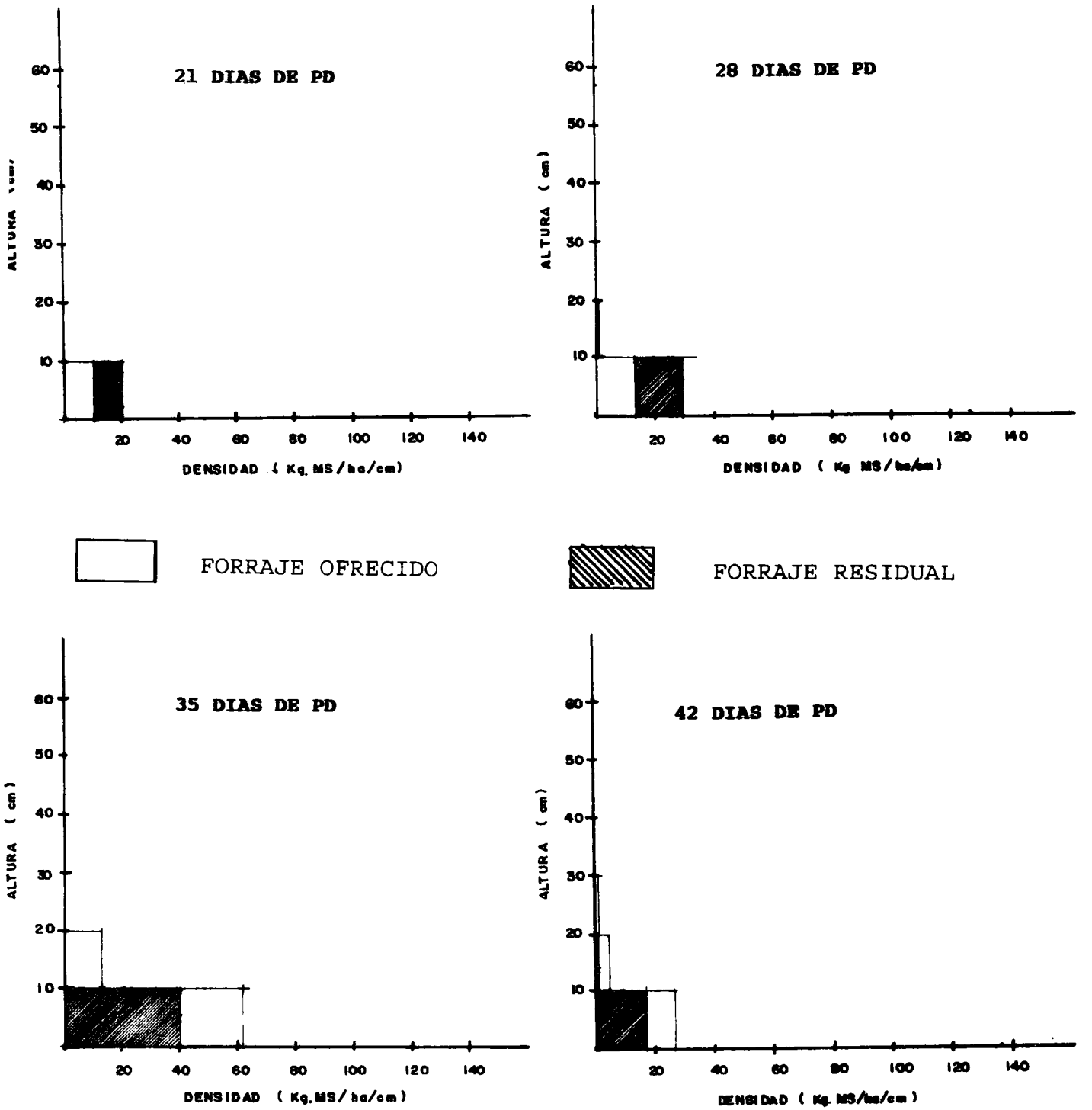


Figura 14. Estructura de la masa de forraje del zacate Ovillo ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el cuarto ciclo de pastoreo.

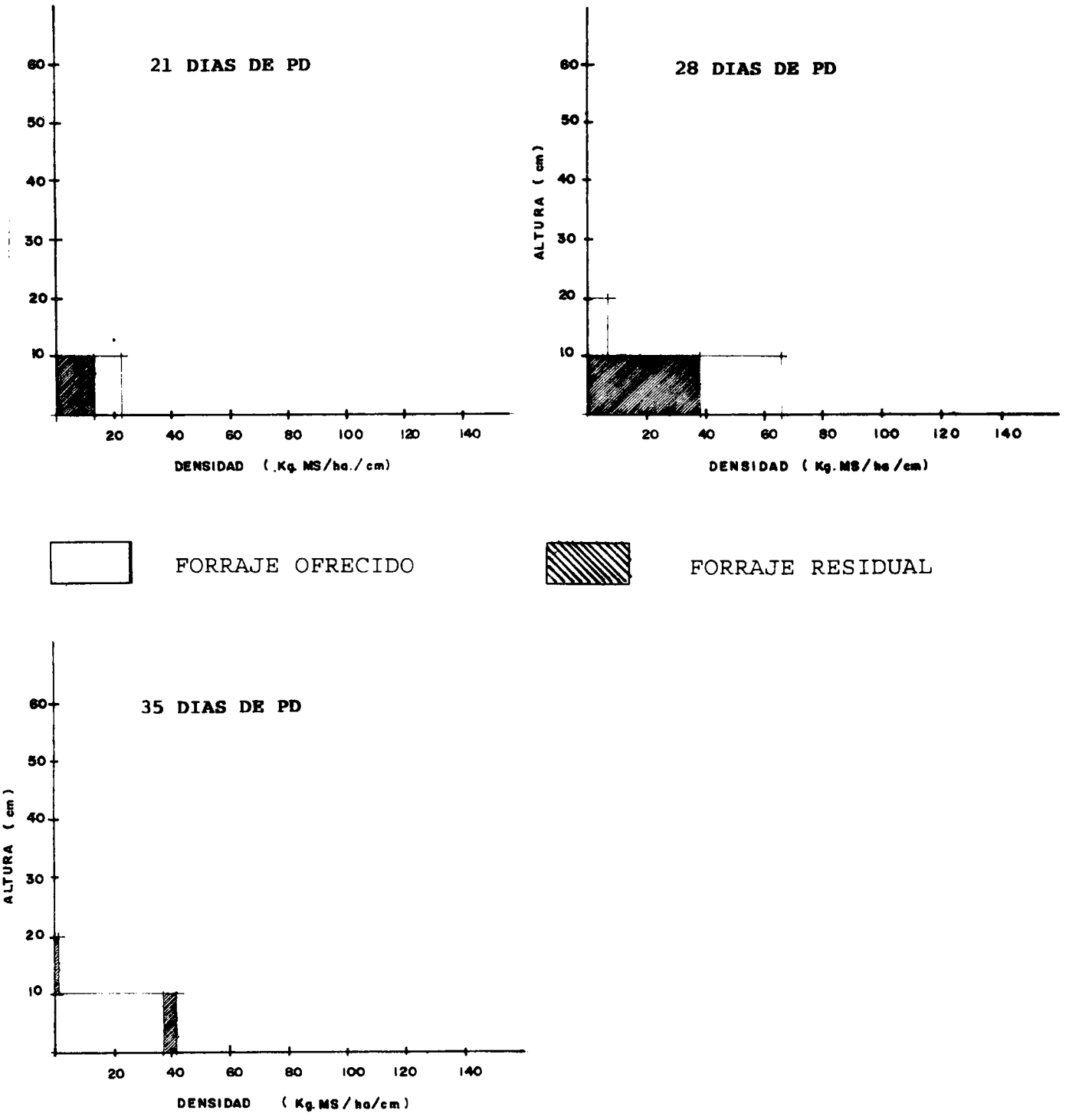


Figura 15. Estructura de la masa de forraje del zacate Ovillo ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el quinto ciclo de pastoreo.

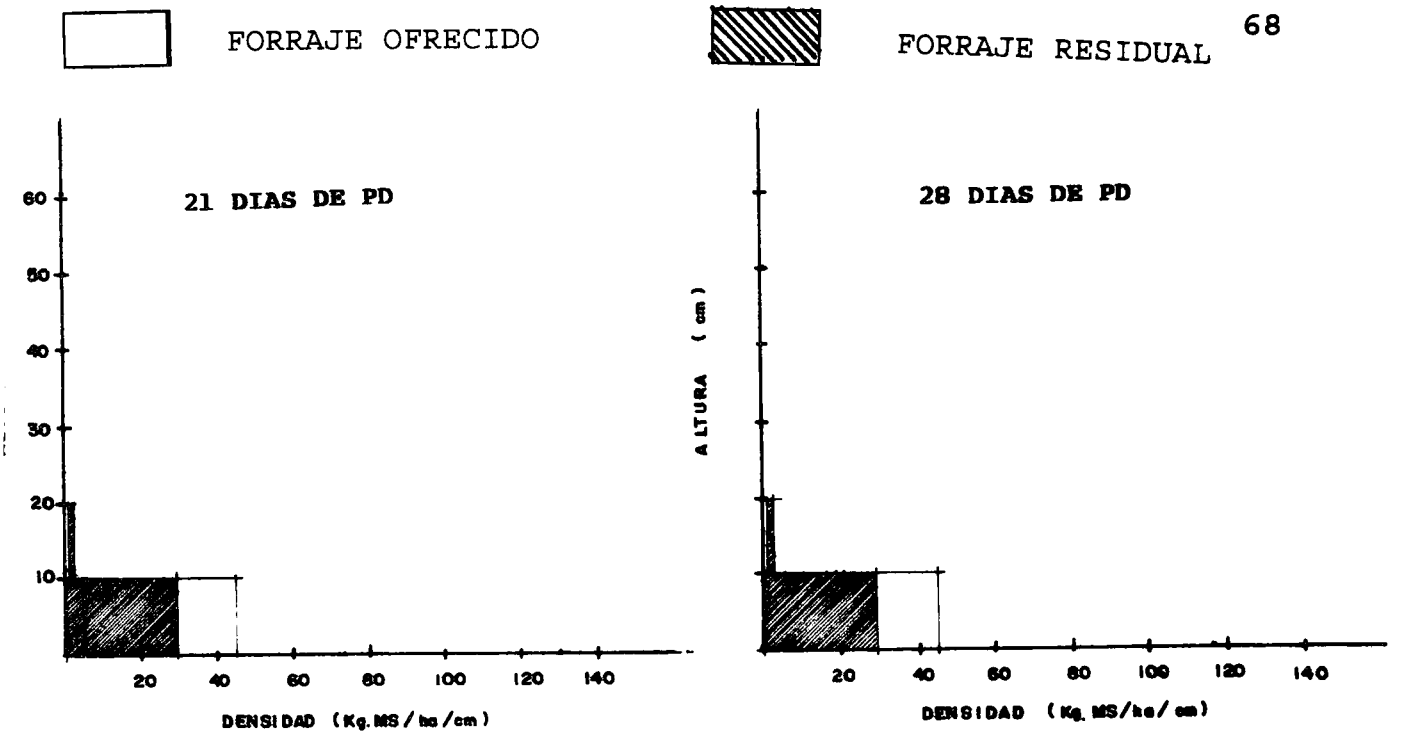


Figura 16. Estructura de la masa de forraje del zacate Ovillo ofrecido y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el sexto ciclo de pastoreo.

4.8.3. Estructura de la Alfalfa

La densidad del forraje de la Alfalfa en los estratos de las praderas para los CDP del uno al seis se presenta en las Figuras de la 17 a la 22 en forma respectiva. La estructura de la Alfalfa contrasta con la del Ovillo, ya que como se aprecia en las gráficas, la altura no cayó tan drásticamente al avanzar el tiempo y la distribución del forraje en todo el perfil de la pradera es mucho mejor según las densidades encontradas para los diferentes estratos, incluso en ocasiones el estrato superior presentó más forraje que el inmediato inferior lo que se traduce en mayor acceso y facilidad de ingestión, lo anterior, aunado al mejor valor nutritivo de su forraje, hacen de la Alfalfa el componente más valioso de la asociación. En este caso no es de sorprender que las mejores estructuras se encuentren en las praderas con 28 y 42 d de PD, ya que en ellas la Alfalfa fue el componente que dominó.

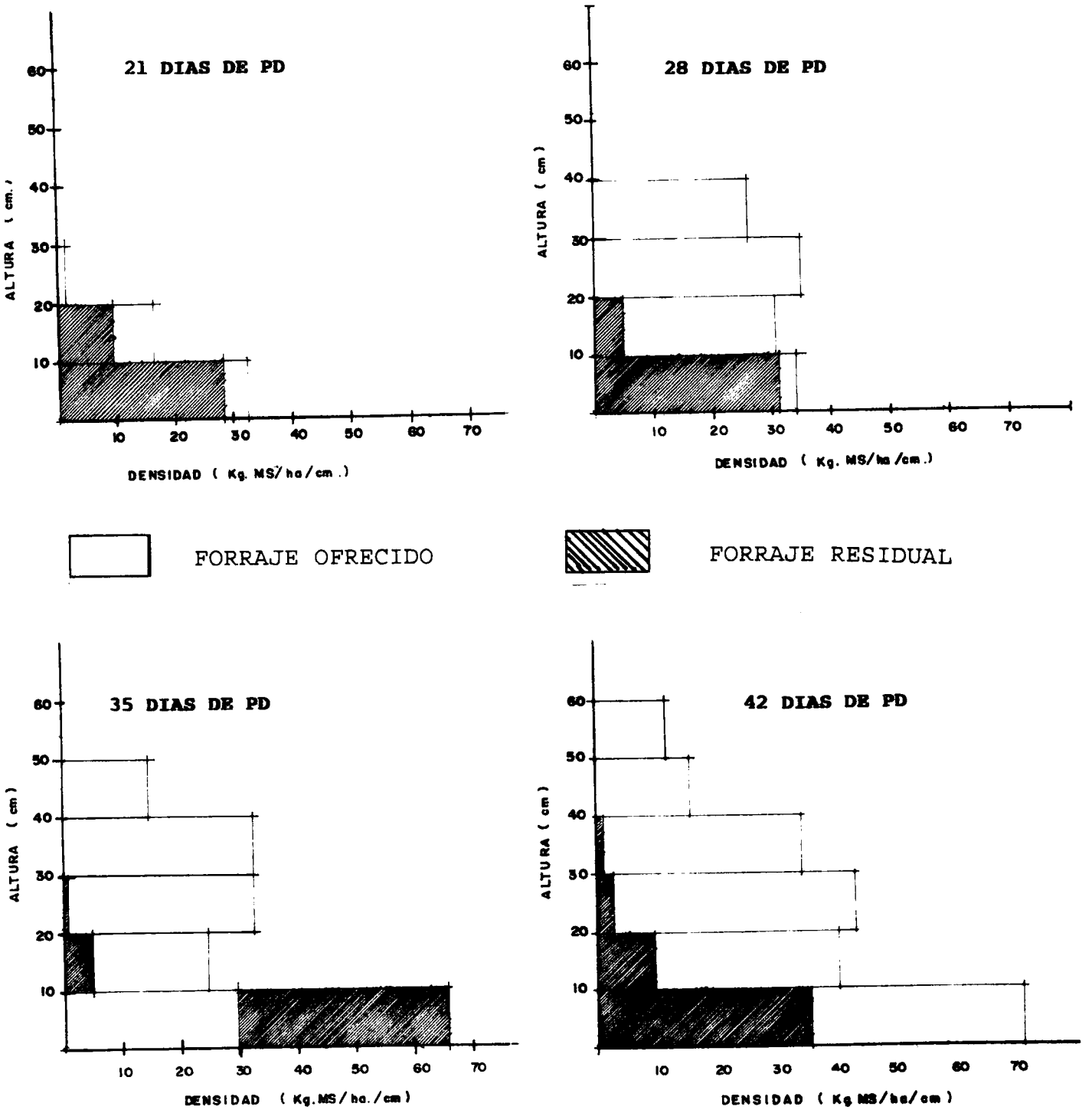


Figura 17. Estructura de la masa de forraje del Alfalfa ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el primer ciclo de pastoreo.

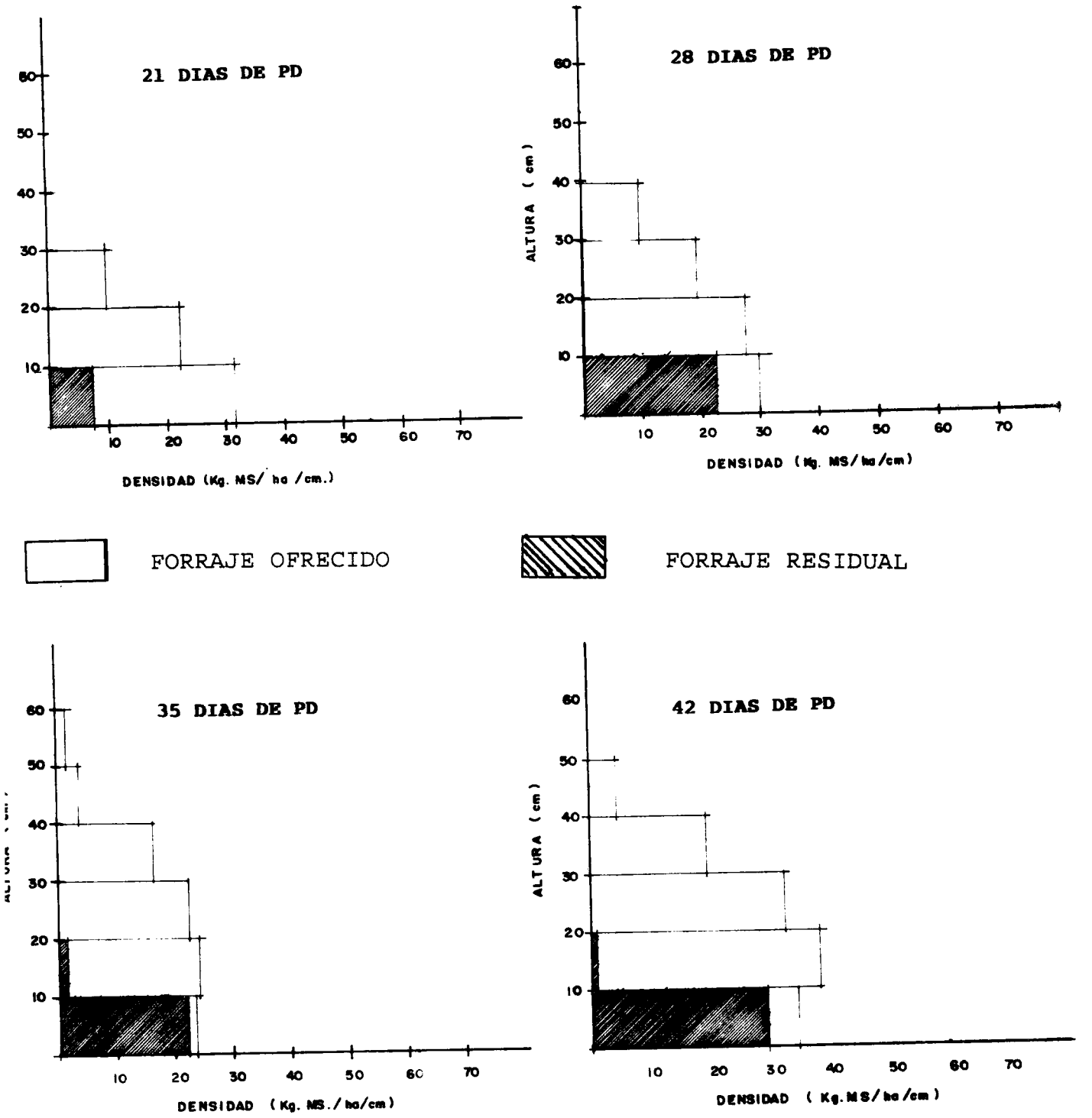


Figura 18. Estructura de la masa de forraje del Alfalfa ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el segundo ciclo de pastoreo.

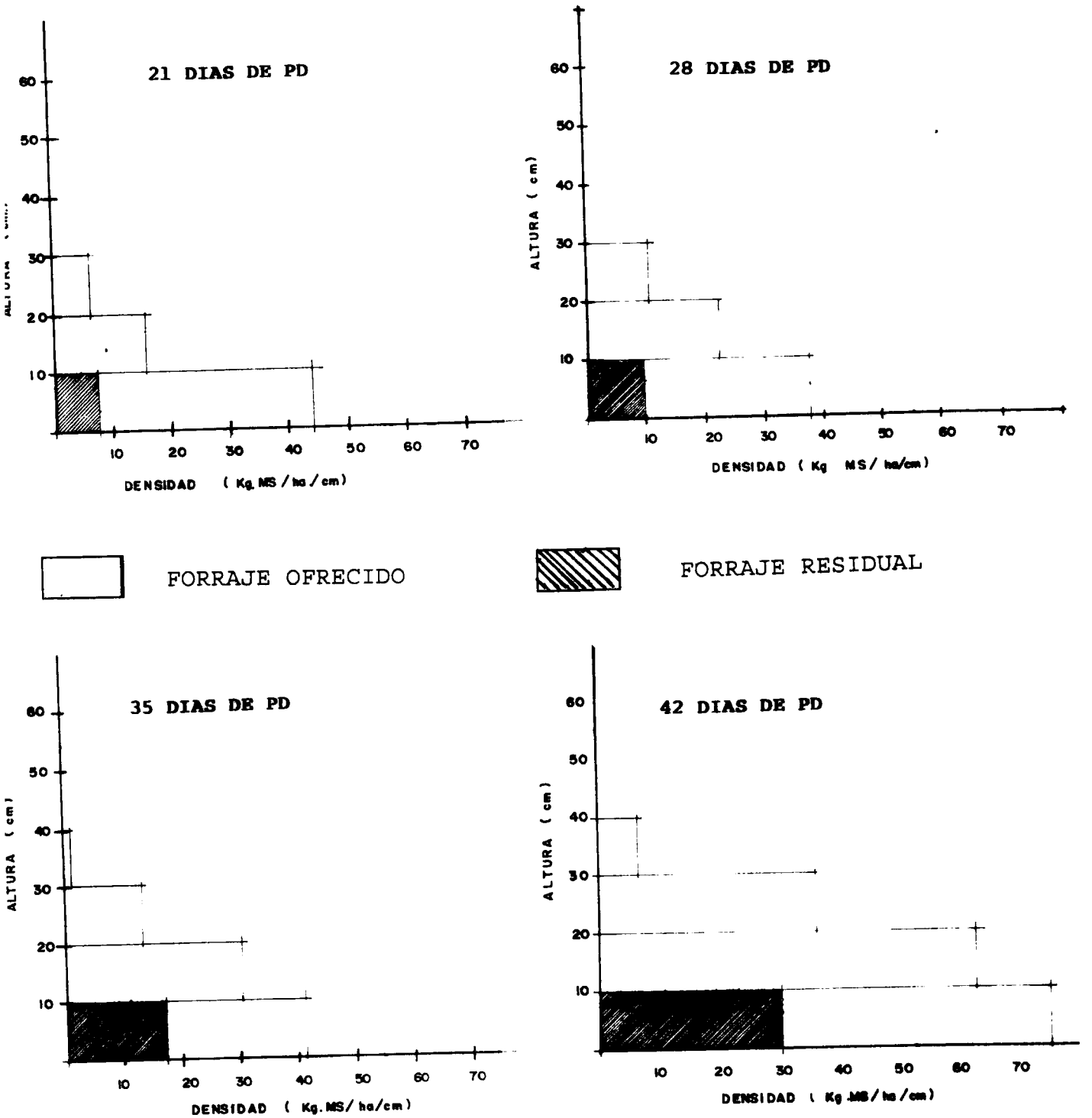


Figura 19. Estructura de la masa de forraje del Alfalfa ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el tercer ciclo de pastoreo.

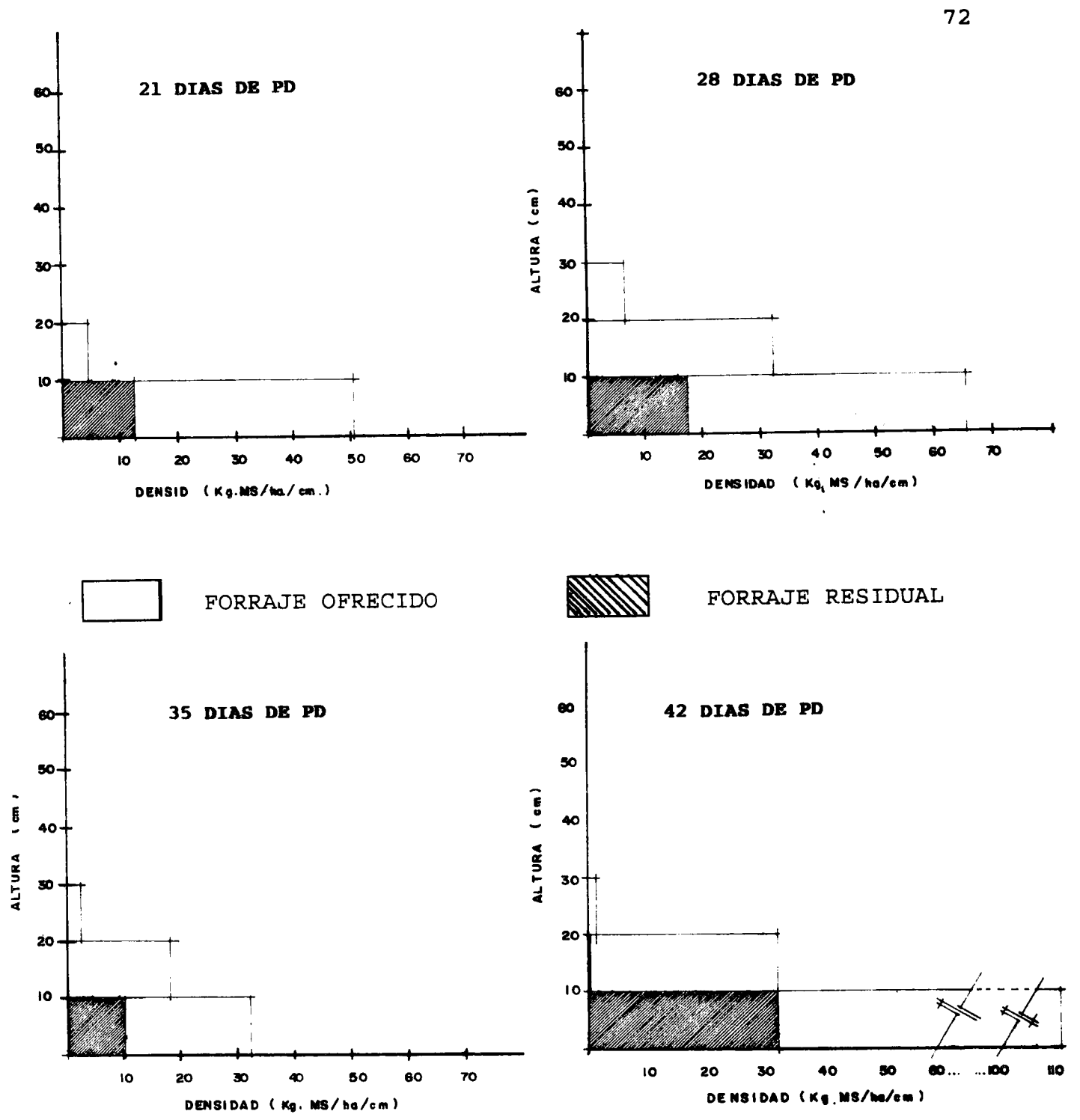


Figura 20. Estructura de la masa de forraje del Alfalfa ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el cuarto ciclo de pastoreo.

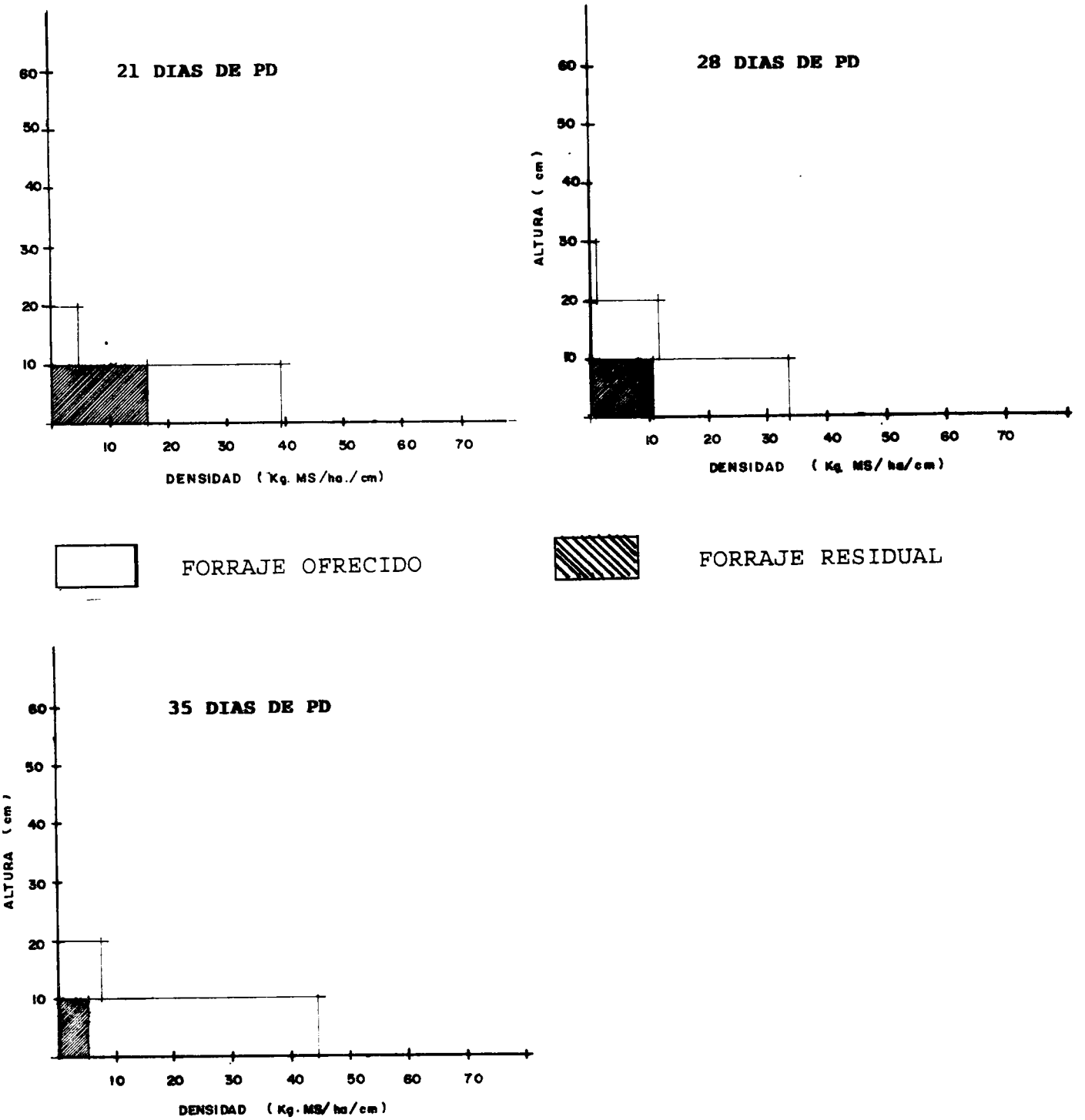


Figura 21. Estructura de la masa de forraje del Alfalfa ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el quinto ciclo de pastoreo.

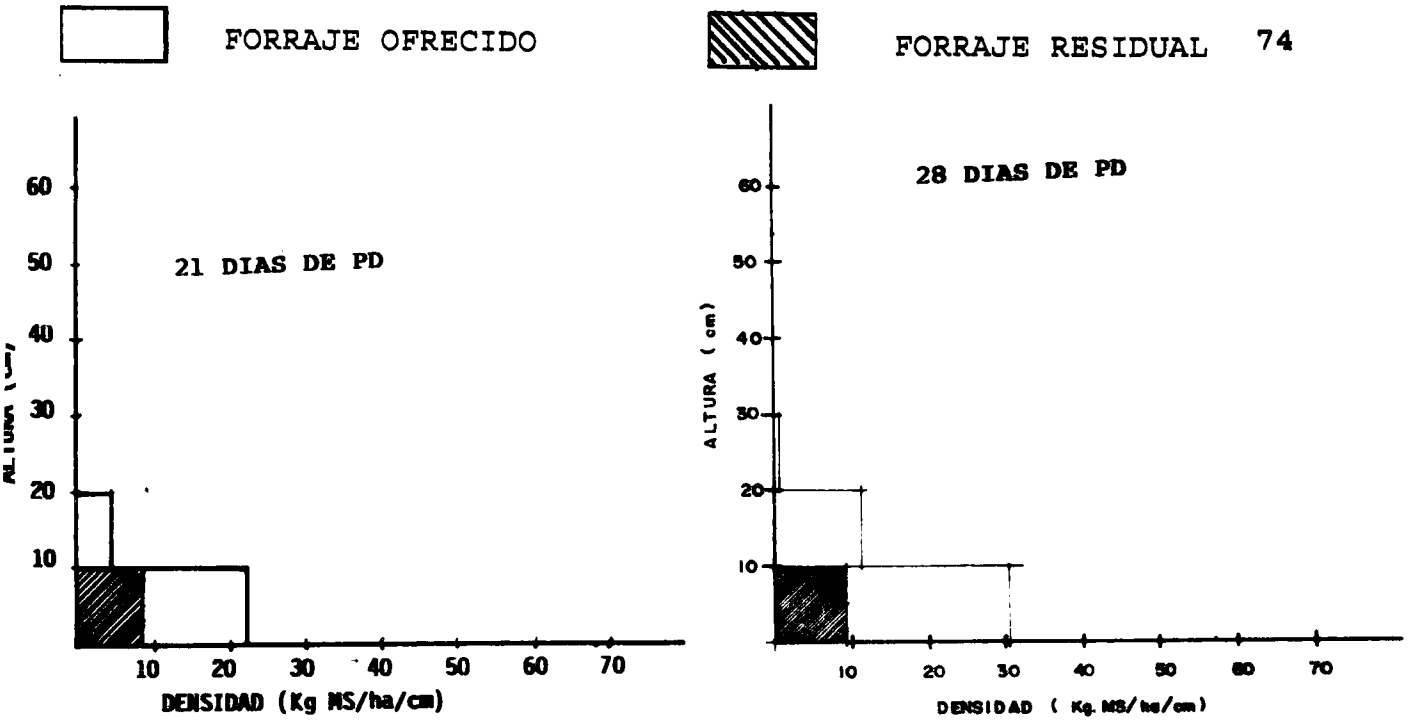


Figura 22. Estructura de la masa de forraje del Alfalfa ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el sexto ciclo de pastoreo.

4.8.4. Estructura de la Hoja Verde

La cantidad total de hoja verde, su distribución y densidad en los estratos de la pradera, son factores de fundamental importancia en la utilización del forraje (Allden y Whittaker, 1970; Stobbs, 1975a), ya que por un lado presentan mejor calidad nutritiva que el resto de los componentes (Hacker y Minson, 1981) y por el otro tienen una distribución espacial que las hacen más accesibles a los animales en pastoreo (Poppi ***et al.***, 1987), por estas razones, en las Figuras 23 a la 28 se presentan los resultados encontrados en este estudio para la estructura de la hoja verde en los diferentes estratos y CDP, pudiéndose apreciar que la pradera con sólo 21 d de PD registró los peores resultados, que la pradera con 35 d de PD y dominada por Ovillo, tuvo mucha hoja rechazada en el estrato inferior, quedando las praderas con 28 y 42 d con las mejores estructuras de la hoja.

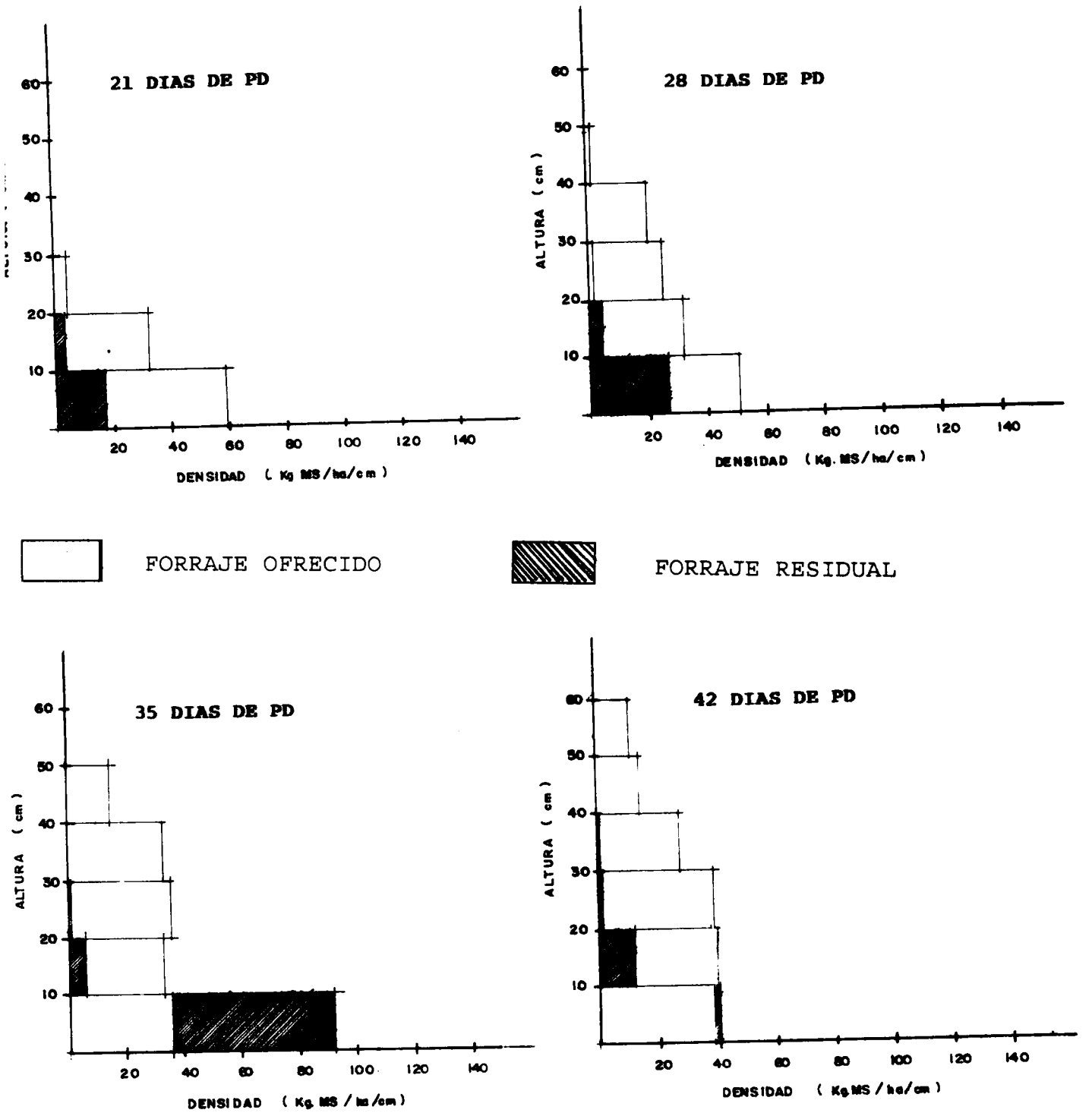


Figura 23. Estructura de la masa de forraje de la hoja verde ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el primer ciclo de pastoreo.

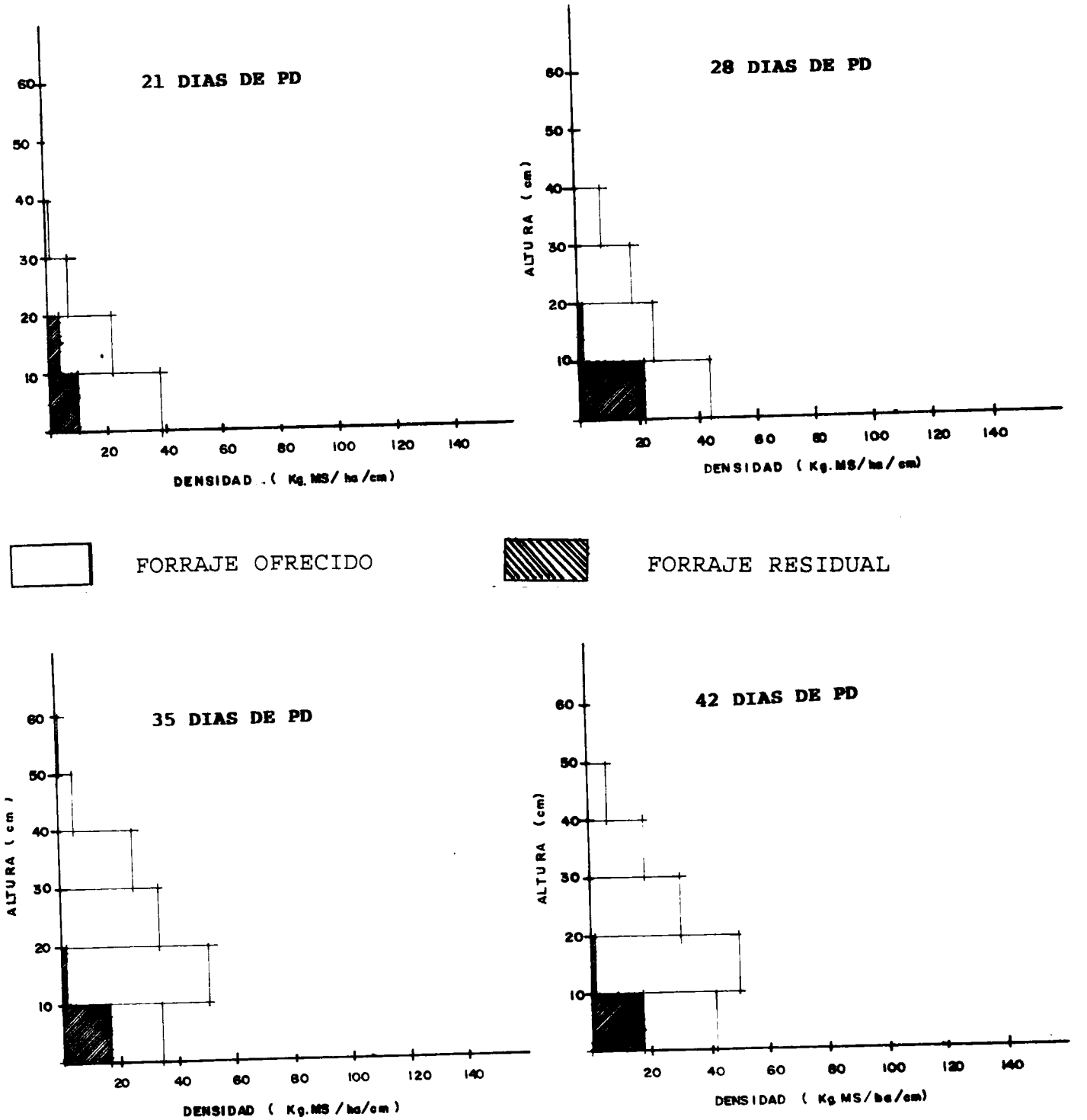


Figura 24. Estructura de la masa de forraje de la hoja verde ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el segundo ciclo de pastoreo.

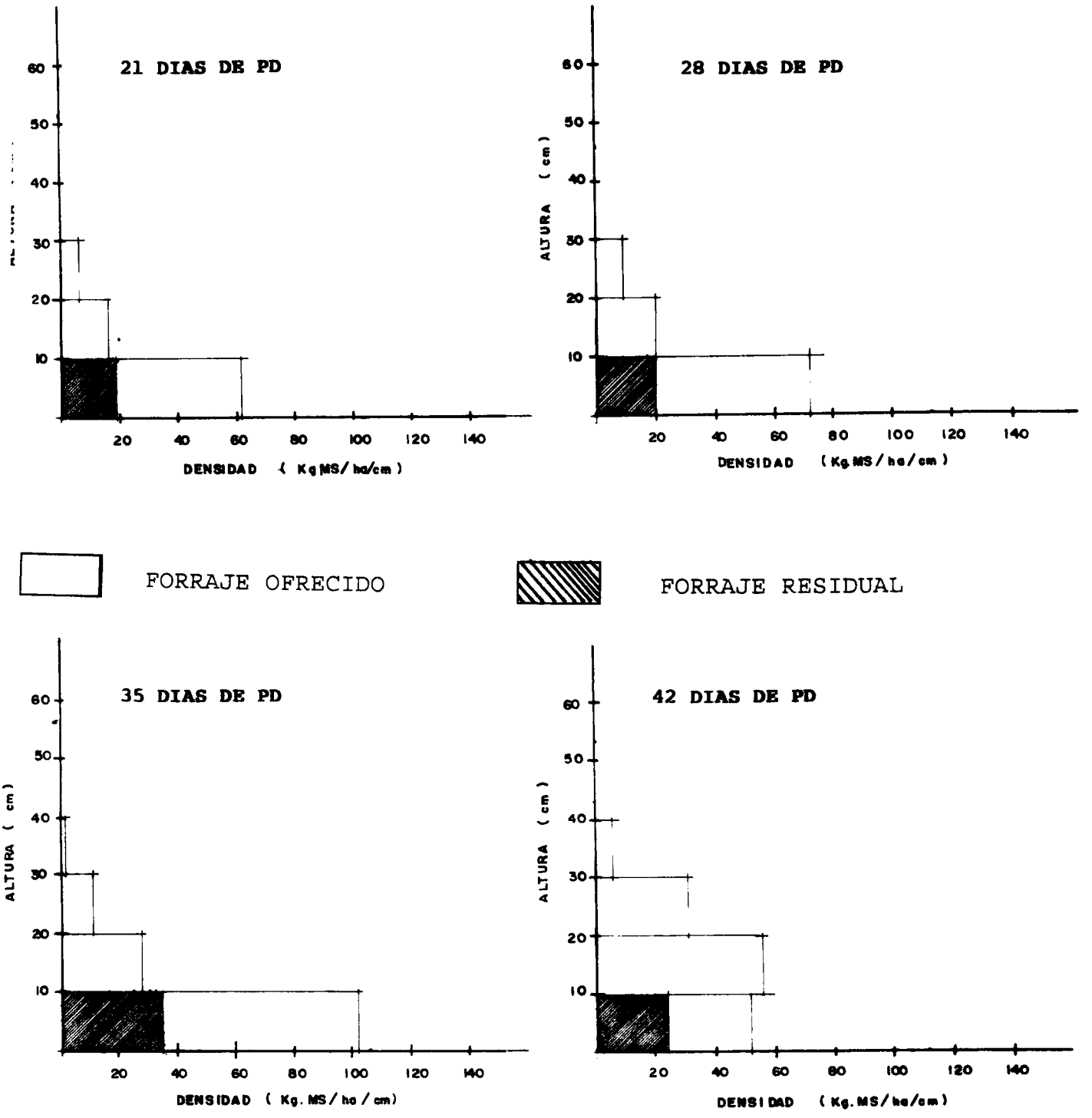


Figura 25. Estructura de la masa de forraje de la hoja verde ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el tercer ciclo de pastoreo.

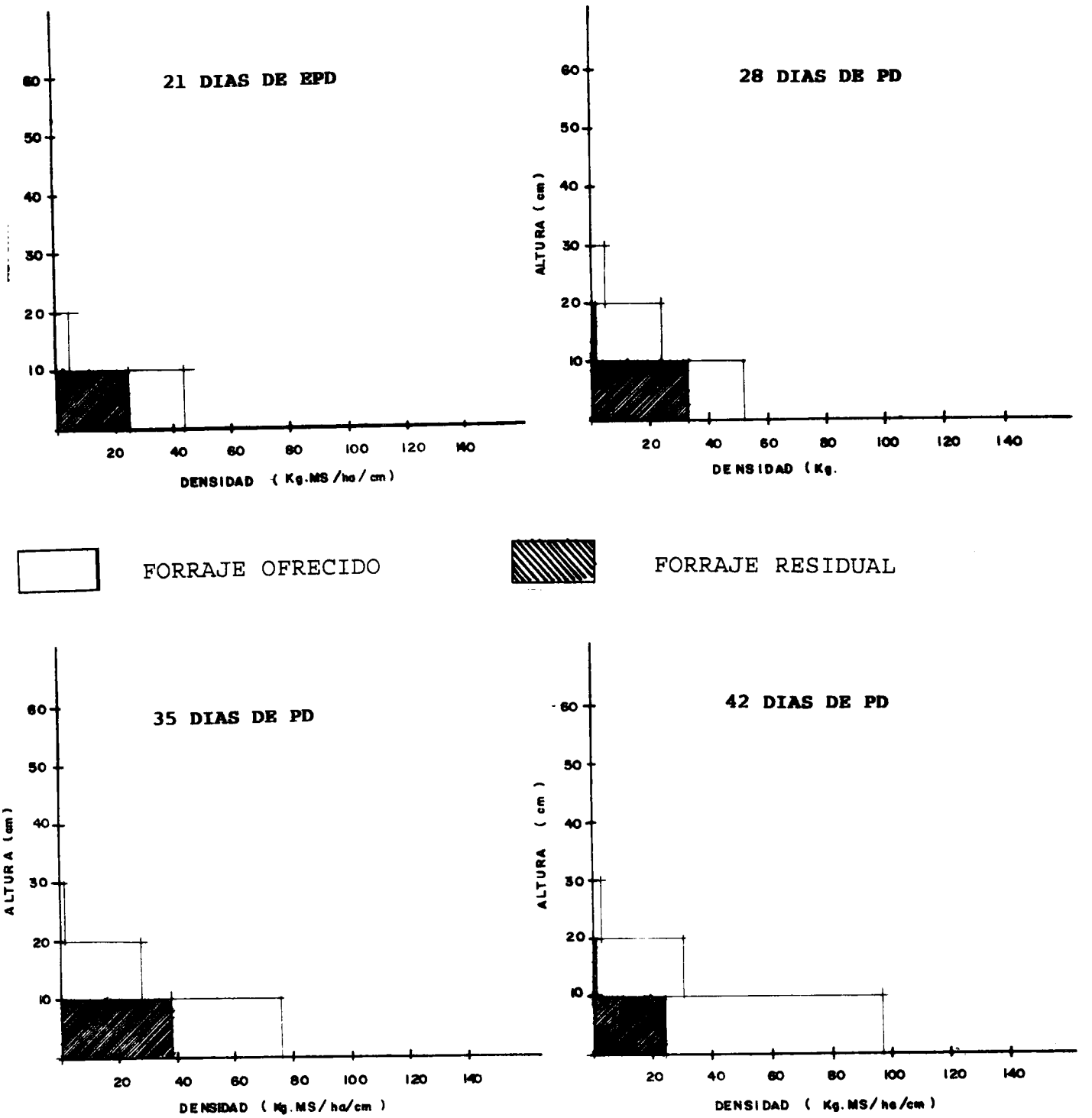


Figura 26. Estructura de la masa de forraje de la hoja verde ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el cuarto ciclo de pastoreo.

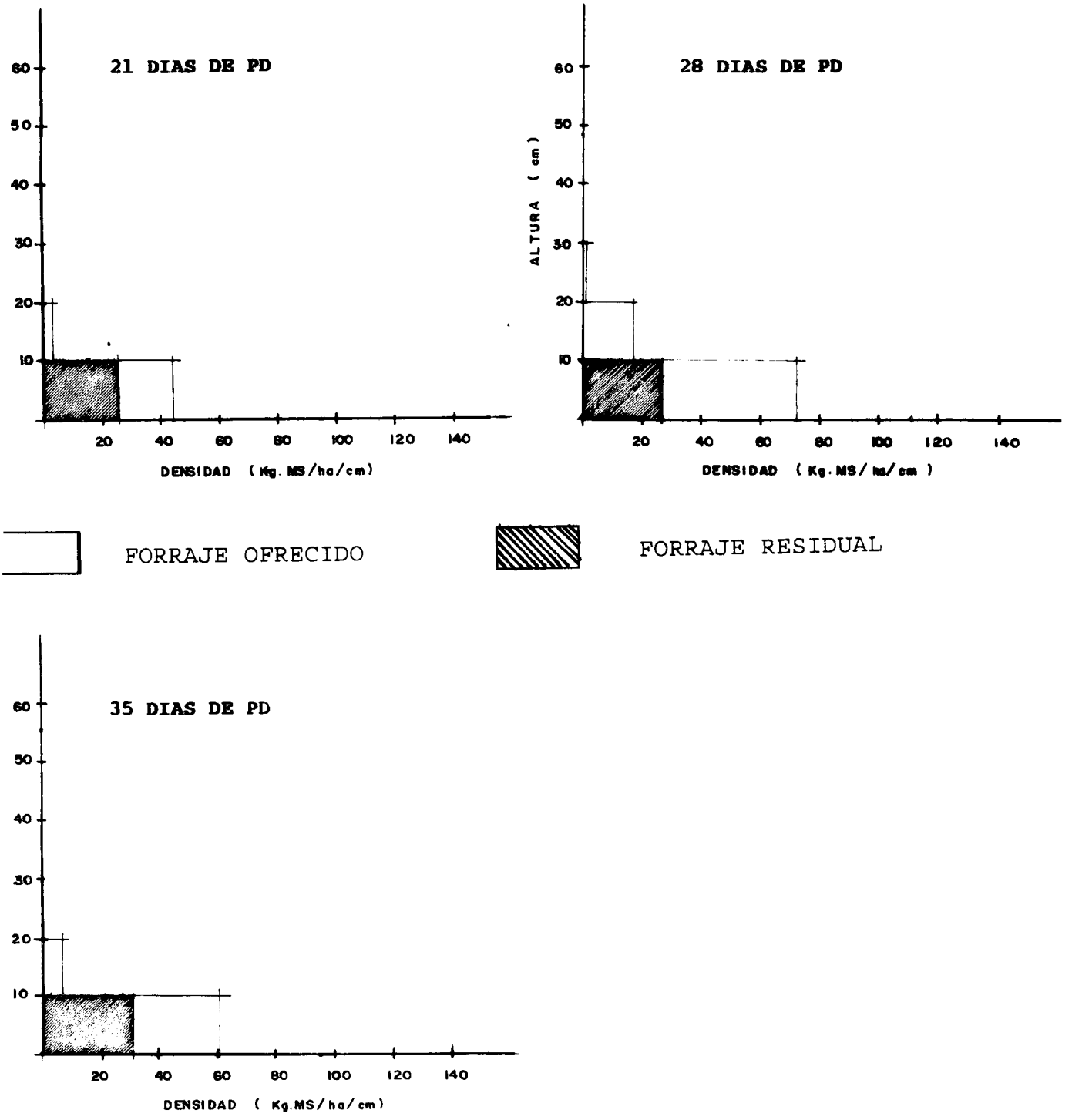


Figura 27. Estructura de la masa de forraje de la hoja verde ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el quinto ciclo de pastoreo.

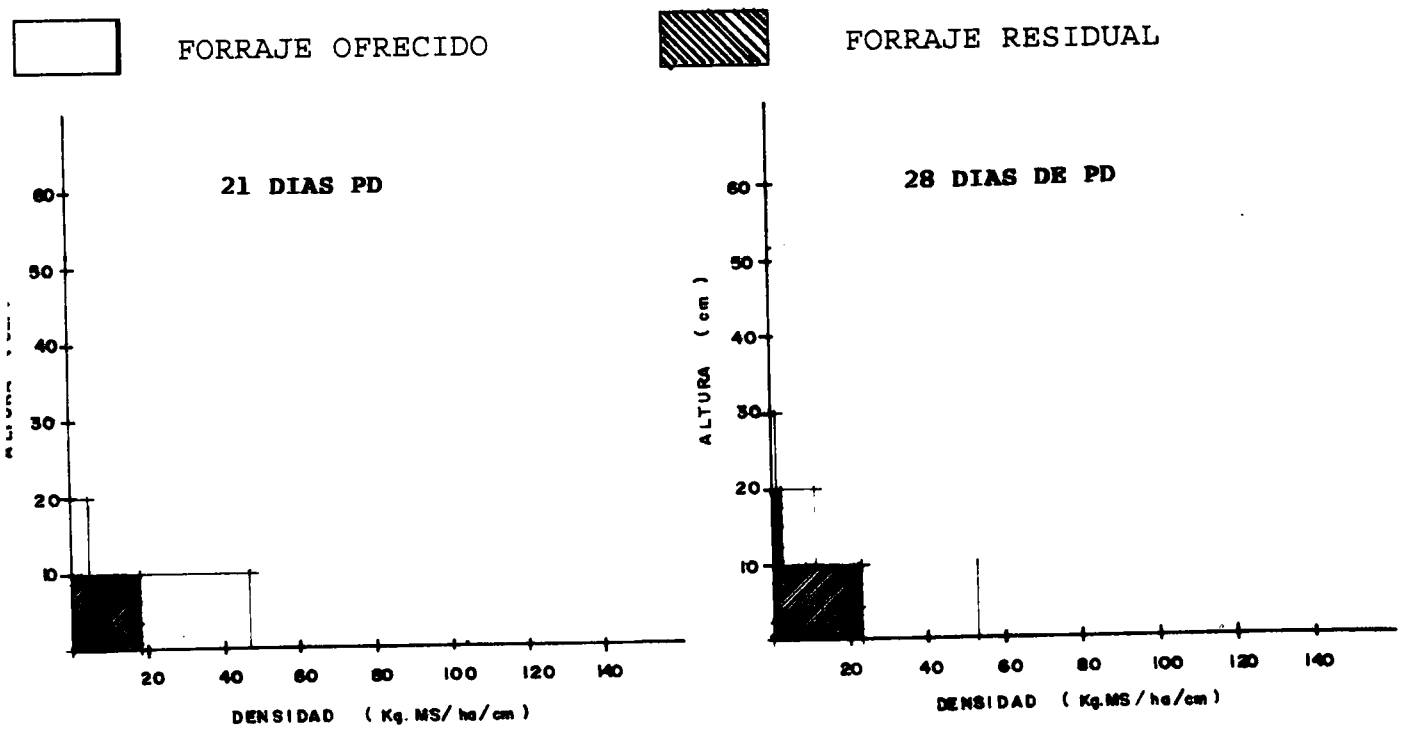


Figura 28. Estructura de la masa de forraje de la hoja verde ofrecida y residual en una pradera asociada de zacate Ovillo (*Dactylis glomerata*) var. Potomac con Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Valenciana en el sexto ciclo de pastoreo.

A manera de comentario general sobre la estructura de este tipo de praderas puede decirse que los resultados encontrados presentan la misma tendencia que los reportados por Avendaño ***et al.*** (1986) en Turrialba y González ***et al.*** (1990) en el mismo lugar donde se realizó este trabajo. Desde otro punto de vista, esta asociación ha probado sus excelentes características productivas tanto en leche (Aniano y Ayala, 1989) como en carne (Hernández ***et al.***,1988), bajo sistemas de pastoreo rotacional que han permitido lograr buenas masas de forraje ofrecido con estructura y valor nutritivo favorable para el consumo y la producción por parte de vacas y toretes Holstein.

4.9. Condición de la Pradera

4.9.1. Cobertura Basal

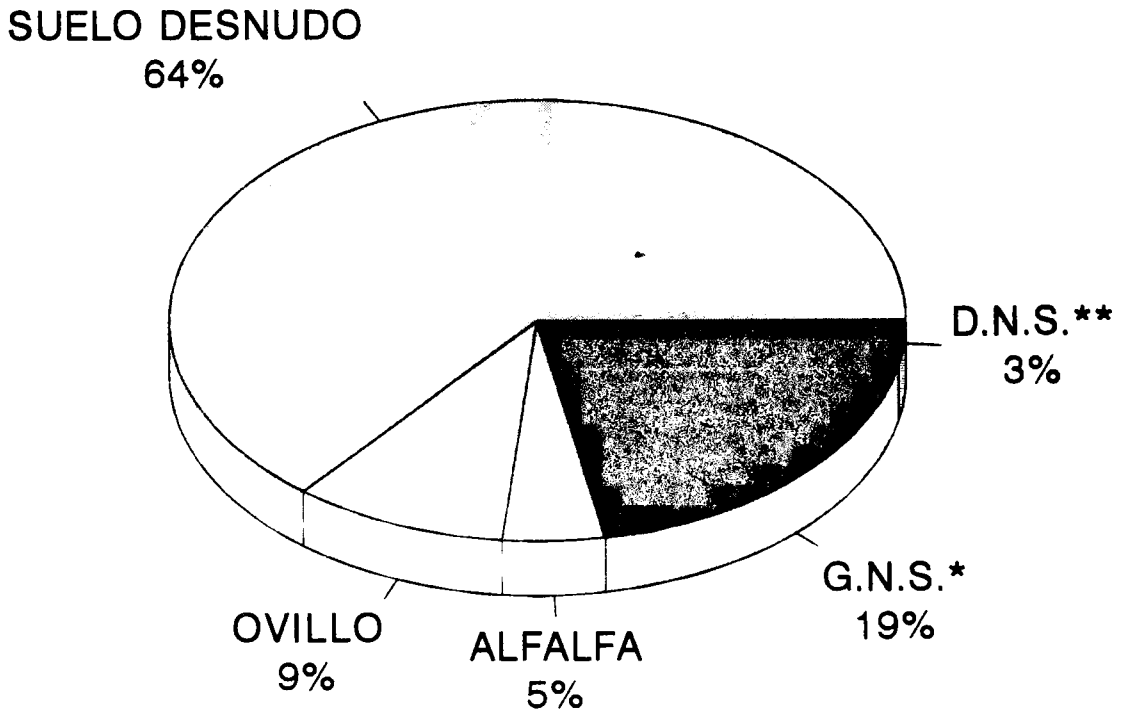
Los resultados de cobertura basal se muestran gráficamente en la Figura 29, notándose cómo la proporción del suelo desnudo, aunque permanece alta en todos los tratamientos, es mayor ($P \leq 0.001$) en las praderas con 21 y con 42 d de PD, debido probablemente a que con 21 d de rebrote las especies sembradas no alcanzan a recuperarse, y por lo tanto tienden a desaparecer dejando espacio vacío para que eventualmente, pueda llegar a ocuparse por especies indeseables; en cambio, con 42 días de descanso, las especies llegan a recuperarse tan bien que su propio desarrollo impide, por competencia y dominancia apical, la aparición de nuevos hijatos a partir de los puntos de crecimiento basales, formándose una pradera con plantas altas y vigorosas, pero poco densas, lo cual concuerda con lo expuesto por Donald (1961), Holmes (1989) y Snaydon (1981).

Al considerar solamente la cobertura vegetal (Fig 30) se nota que aumentando el PD disminuye la proporción de las especies no sembradas y se incrementa la de las especies sembradas llegando a tener máximos de 57 % para el pasto Ovillo con 35 d de PD y 50 % para la Alfalfa con 42 d de PD, corroborando los resultados de Galaviz (1981) y Jones (1979).

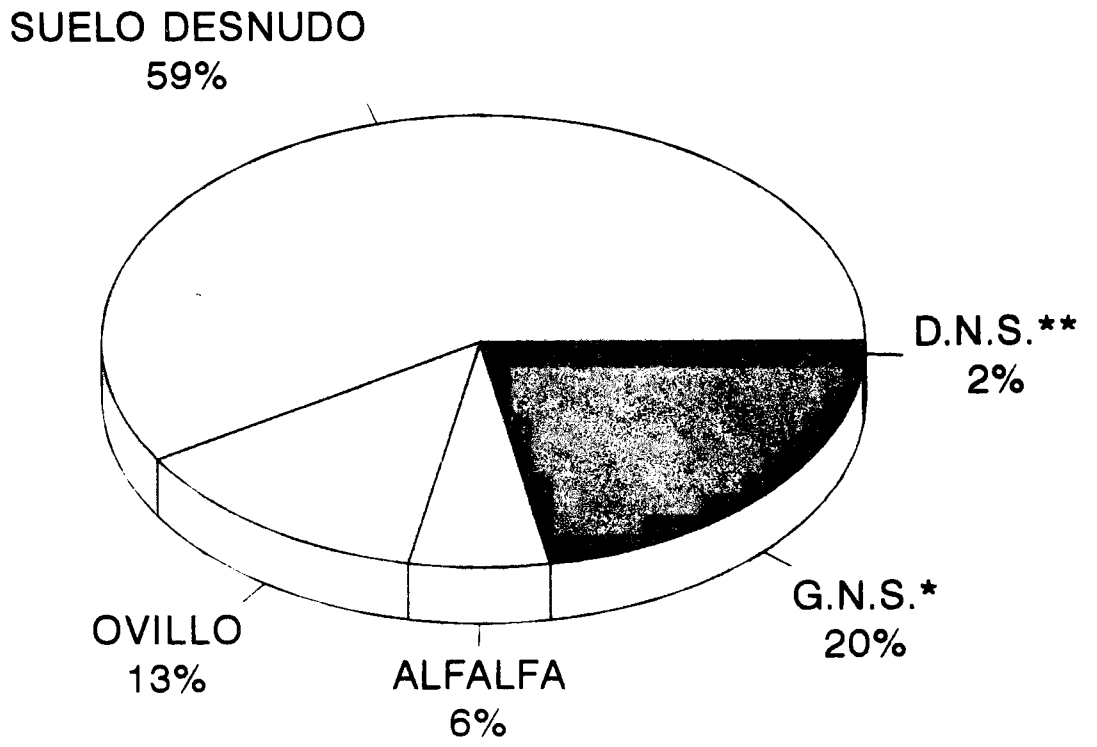
4.9.2. Densidad de las Especies Sembradas

En este caso, la variable se refiere al número de plantas por unidad de superficie, la cual resultó ser pobre y diferente ($P \leq 0.03$) en todos los tratamientos, con promedios en el número de plantas m^{-2} de Ovillo de 11, 7, 6 y 5 para los PD de 35, 28, 21 y 42 d, respectivamente. Para Alfalfa los resultados fueron: 13, 10, 9 y 8 plantas m^{-2} para los PD de 42, 28, 35 y 21 d, en forma respectiva. Los análisis de cobertura y densidad sugieren que la pradera ya se encontraba en estado avanzado de degradación.

a) 21 dias de PD



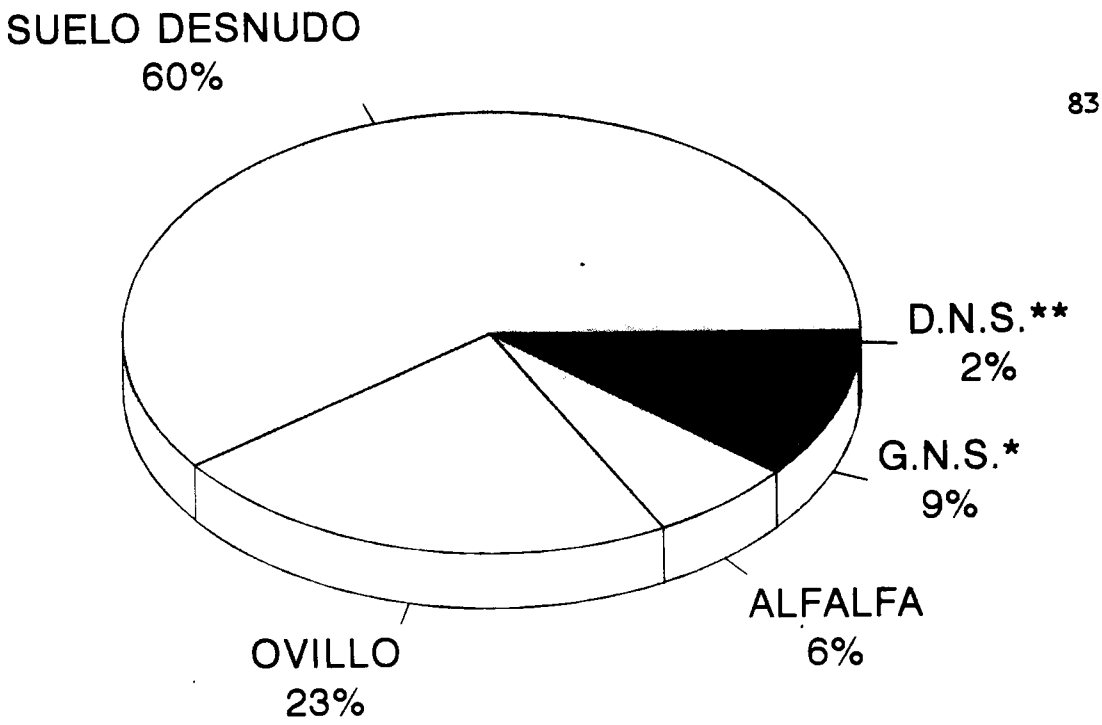
b) 28 dias de PD



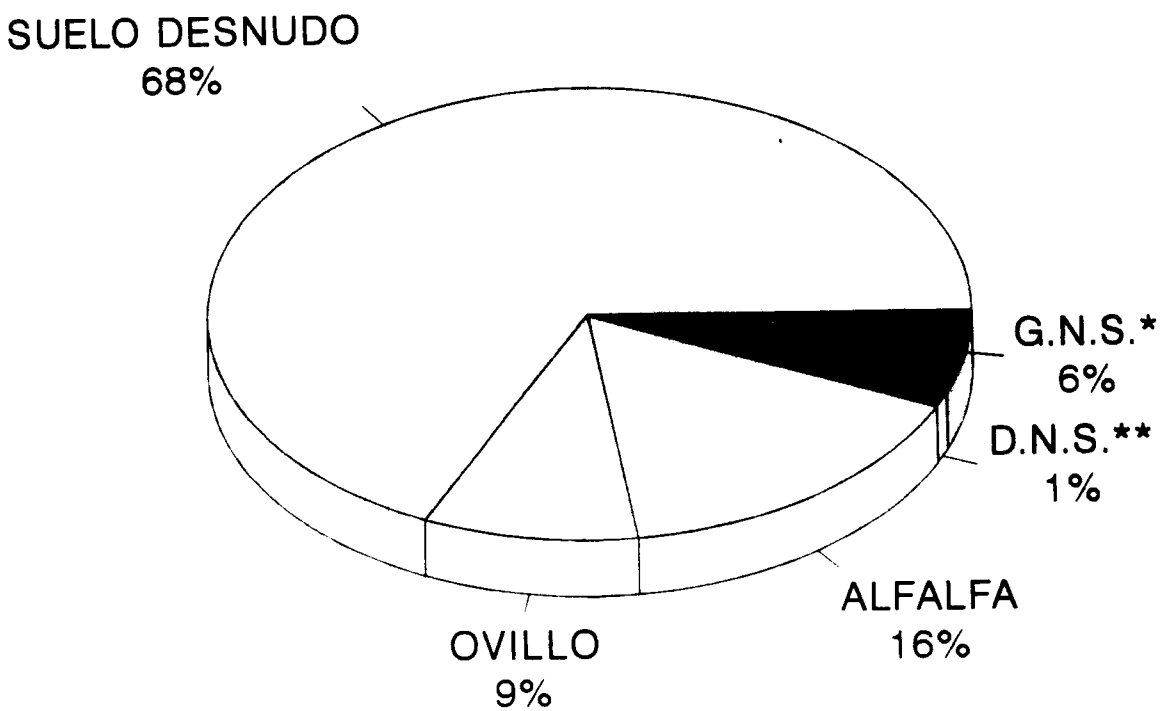
*= Gramineas no sembradas **= Dicotiledoneas no sembradas

Figura 29. Cobertura basal de los componentes de la pradera

c) 35 dias PD



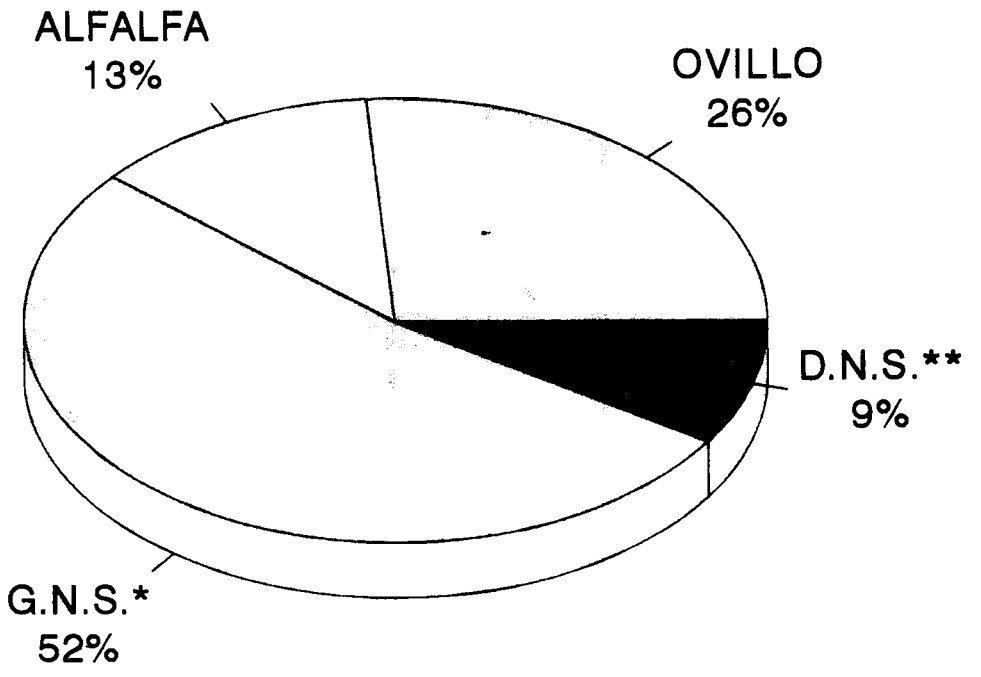
d) 42 dias de PD



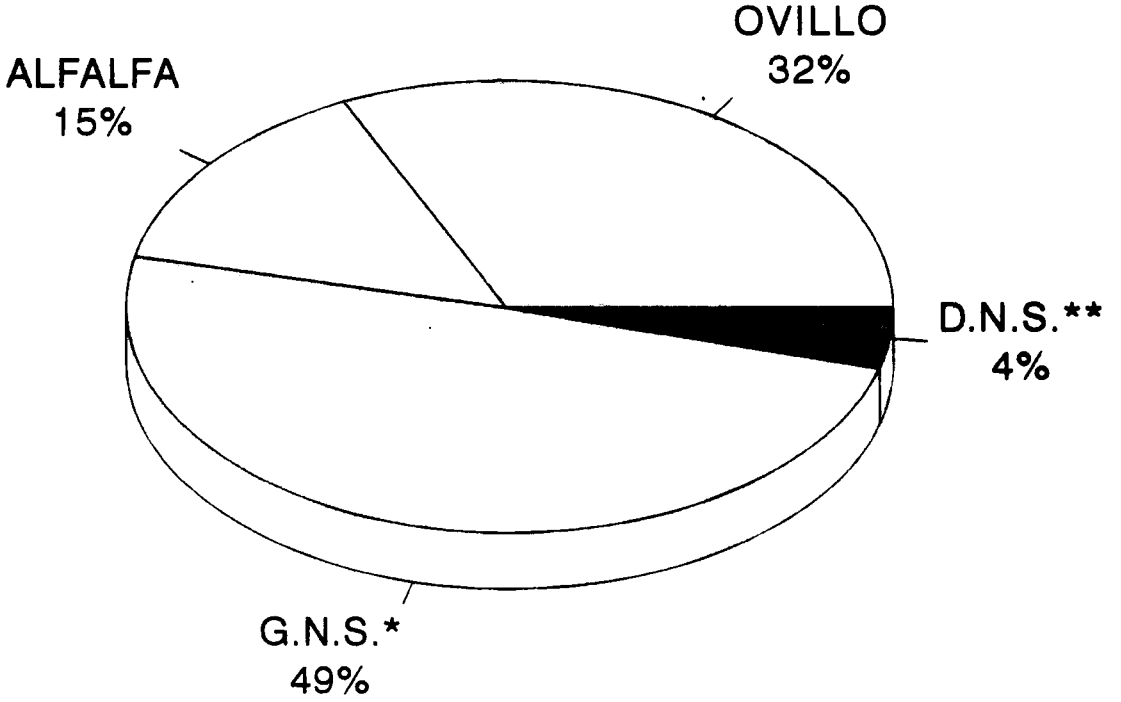
*= Gramineas no sembradas **=Dicotiledoneas no sembradas

Figura 29. Cobertura basal de los componentes de la pradera

a) 21 dias PD



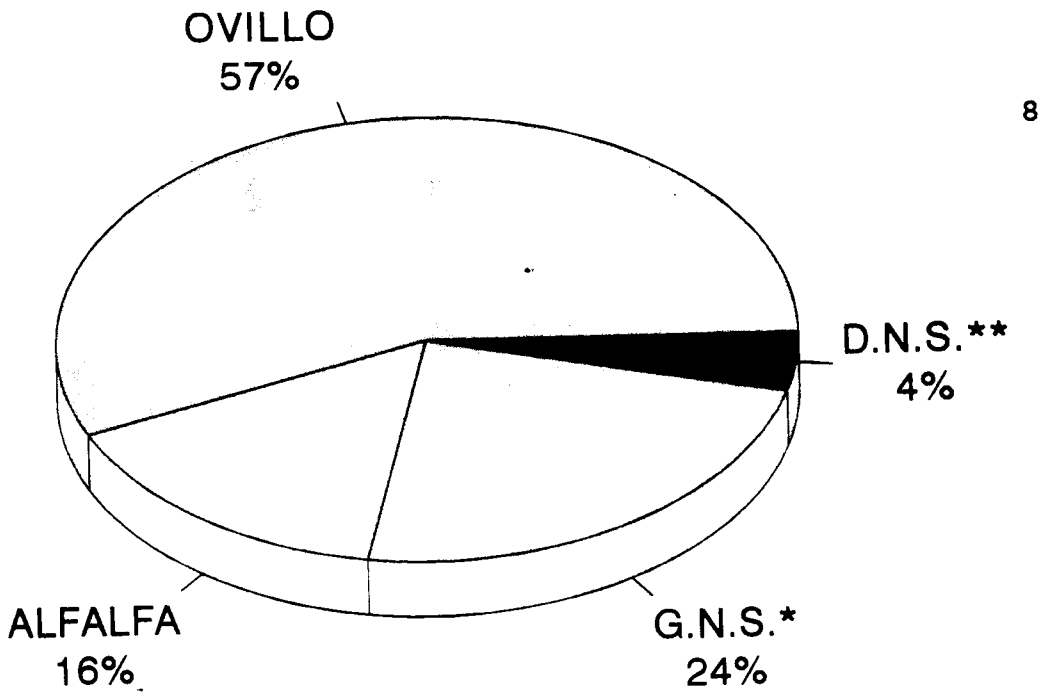
b) 28 dias de PD



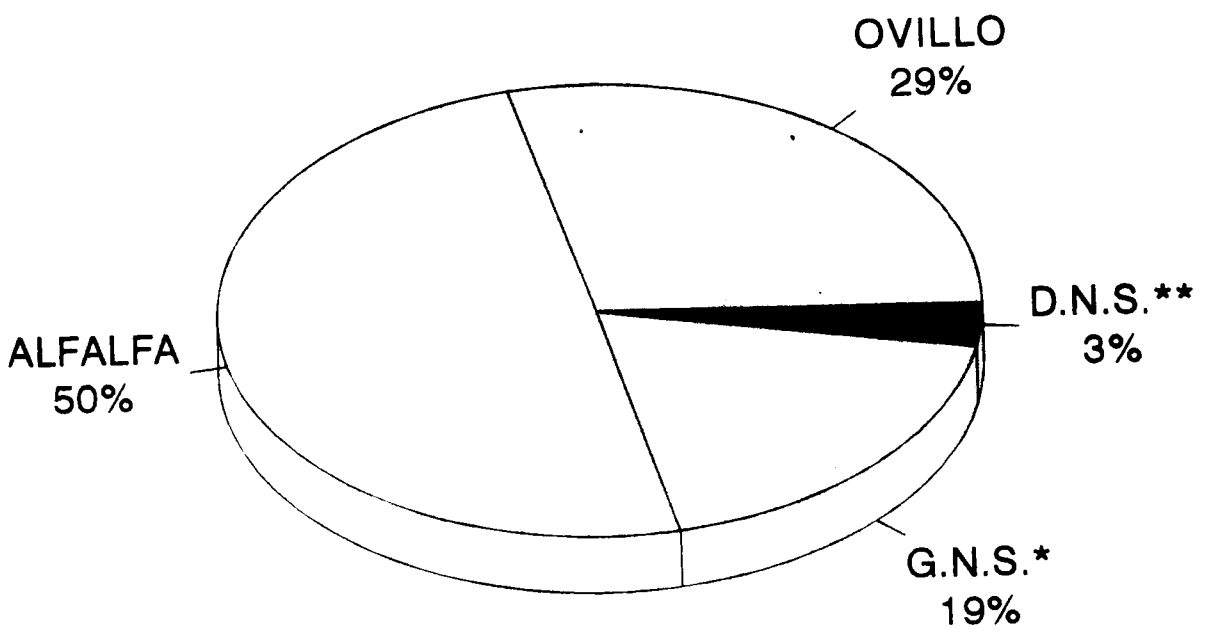
*= Gramineas no sembradas **= Dicotiledoneas no sembradas

Figura 30. Cobertura vegetal por componente de la pradera

c) 35 dias de PD



d) 42 dias de PD



*= Gramineas no sembradas **= Dicotiledoneas no sembradas

Figura 30. Cobertura vegetal por componente de la pradera

Estos datos dejan ver que el PD de 21 d no favorece a ninguna de estas especies, mientras que 35 d favorece a Ovillo y 42 d a Alfalfa y se aprecia nuevamente que el mayor porte de la Alfalfa ejerce una marcada competencia por luz en contra del zacate Ovillo, el cual se torna más erecto (ver Figs. 11, 12 y 17) pero con poca cobertura y densidad. Es importante notar que la pradera con 28 d de descanso, al parecer ha alcanzado un dinamismo poblacional más estable que el resto de los tratamientos, ya que guarda la mejor proporción gramínea:leguminosa (0.70) encontrada en este estudio.

4.9.3. Vigor de las Especies Sembradas

Esta variable, estimada por el diámetro basal de las plantas de Ovillo y Alfalfa, el ANVA no presentó diferencias estadísticas ($P \geq 0.33$) variando de 11.7 a 13.0 cm en el Ovillo y de 6.4 a 9.1 cm en la Alfalfa, con tendencia consistente a incrementarse con el PD. En este caso, aunque es probable que existan diferencias, no se encontraron por el escaso número de repeticiones y la variabilidad que hubo dentro de ellas, por lo cual podría recomendarse aumentar el número de repeticiones en futuros trabajos.

4.10. Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC)

En la Figura 31 se muestra la MFO como una expresión del forraje acumulado y la TCC como una medida de la eficiencia de producción de la pradera a los PD estudiados. Ahí se puede apreciar que aunque la MFO aumenta ($P \leq 0.001$) con el PD (ver inciso 4.1), la TCC presenta una tendencia ($P \leq 0.13$) a disminuír desde los 21 hasta los 42 d con una caída muy marcada entre los 28 y los 35 d de PD. Lo anterior pudo haberse debido, a la poca eficiencia fotosintética del material residual como consecuencia del posible efecto de sombreado y la mayor edad del forraje, así como a la cantidad de material muerto encontrado en las praderas con mayor intervalo de defoliación, tal y como fue explicado por Brougham (1959) y Brown y Blaser (1968).

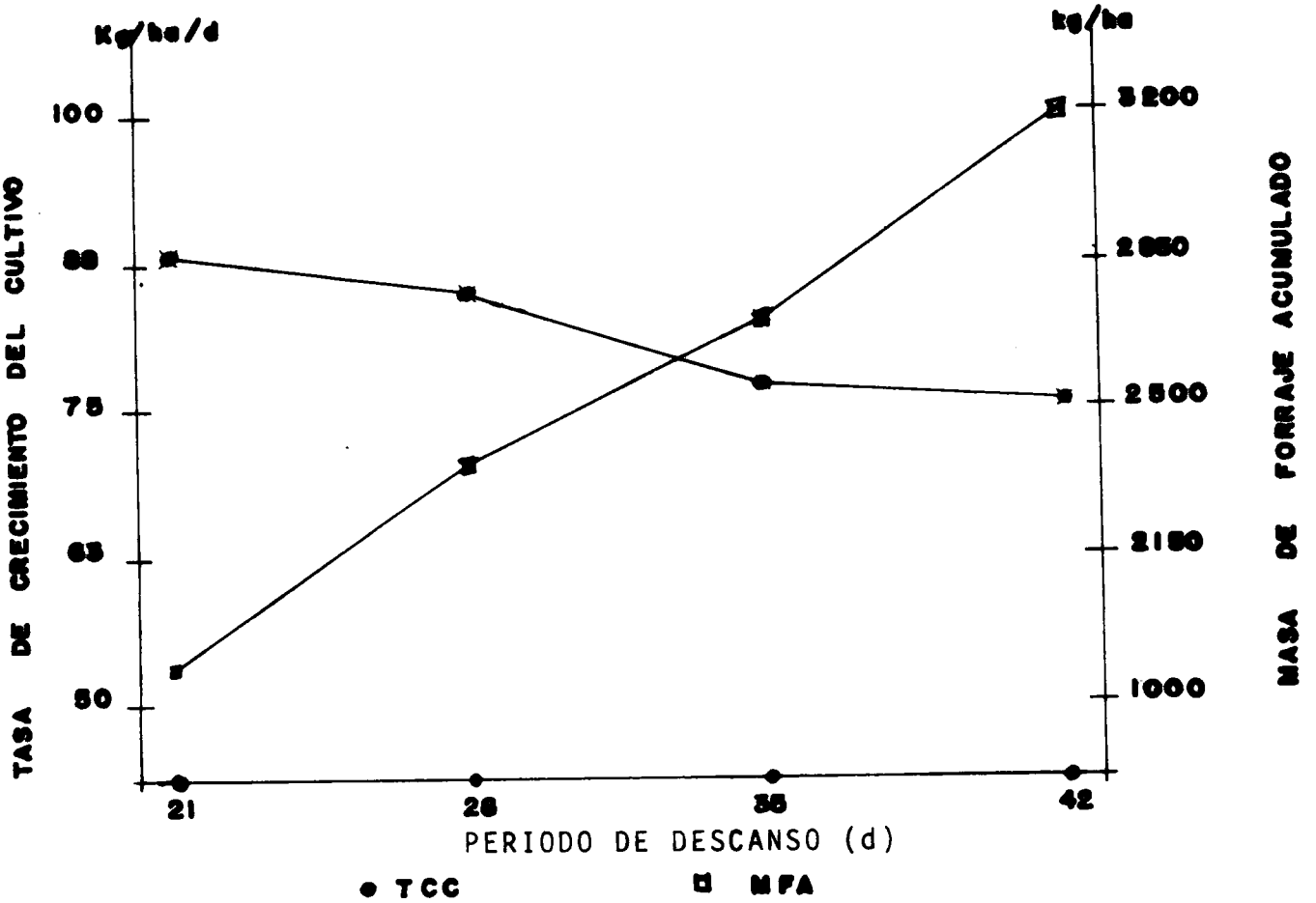


Figura 31. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC) y masa de forraje acumulado (MFA) por período de descanso

4.11. Grado de Defoliación del Forraje (GDF)

Este índice se considera una medida de la eficiencia de uso del forraje, que puede aplicarse a la masa de forraje total o a cualquiera de sus componentes, a toda la pradera o por estratos. En este trabajo el GDF para el total, las especies sembradas y la hoja son diferentes ($P \leq 0.02$) y tiene tendencia a incrementarse a medida

que el PD se hace más largo (Cuadro 11), lo que puede ser una consecuencia del aumento en la altura de la pradera, como lo mencionan Allden y Whittacker (1970) y Hodgson (1981), pues con ello, el forraje se vuelve más accesible y se facilita la mecánica de cosecha para los animales que lo pastorean.

Cuadro 11. Grado de defoliación del forraje (%).

PD[1]	TOTAL	ALFALFA	OVILLO	SPPS[2]	HOJA	MALEZA
21	40.4b*	71.6a	46.5a	64.0ab	67.2ab	-36.2ab
28	43.0b	77.1a	40.4a	66.2a	74.0ab	-70.3b
35	36.4b	75.2a	28.9a	53.4b	58.0b	25.7a
42	68.5a	77.4a	63.2a	77.4a	83.1a	-58.3ab

1 = Período de descanso, en días; 2 = especies sembradas.
* Medias con igual literal en la misma columna no son diferentes estadísticamente (P≥0.05).

La pradera con 35 d de PD interrumpe esa tendencia mostrando los peores valores en casi todos los componentes importantes, debido tal vez, a que en ese tratamiento se registraron los valores más altos en la cantidad de material muerto antes y después del PO y como es sabido (Poppi ***et al.***, 1987), ese componente puede limitar la cantidad de forraje consumido, otra razón pudiera ser que en esa pradera, la principal maleza fue el zacate Kikuyo (***Pennisetum clandestinum***) que resultó ser bien aceptado por los animales, a diferencia del zacate Llorón (***Eragrostis curvula***), que fue la principal maleza de las praderas con 28 y 42 d de PD y de algunas dicotiledóneas que dominaron en las praderas con solo 21 d de PD.

Vale la pena mencionar que los valores del grado de defoliación se pueden considerar buenos, con una media general del 46 %; otros datos interesantes son los altos valores de esa variable para las especies sembradas, especialmente para la Alfalfa que presenta, en todos los potreros valores por encima del

70 %, muestra de que esa leguminosa se utiliza muy eficientemente y constituye el componente más valioso en este tipo de praderas. Los valores negativos de GDF en las malezas, se deben a que fueron especies de baja proporción en el forraje ofrecido pero muy rechazadas durante el proceso de pastoreo, por lo cual, llegaron a ser el componente de mayor proporción en el forraje rechazado.

Al ver el ANVA hecho para cada ciclo de pastoreo dentro del respectivo tratamiento, se observaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) sólo para la Alfalfa, pero sin mostrar una tendencia definida.

En el Cuadro 12 aparecen los resultados de las pruebas de comparación de medias que se llevaron a cabo para los componentes más importantes de la pradera en cada uno de los estratos, observándose que después del estrato tres, el grado de defoliación se puede considerar del 100 %, pero en el estrato uno es muy bajo, incluso en algunos casos negativo por el efecto del pisoteo, tal como lo reportaron González ***et al.*** (1990). Estos resultados son congruentes con los de Avendaño ***et al.*** (1986) y respaldan la postura de Stobbs (1975b), en lo que se refiere a la mayor atención que se le debe dar a las condiciones de los estratos superiores de la pradera donde el forraje es más accesible al animal.

4.12. Valor nutritivo del Forraje

En este trabajo se estimó el valor nutritivo del forraje por el porcentaje de PC y DMS. En el Cuadro 13 se ve que la única diferencia significativa ($P \leq 0.02$) fue para el contenido de PC del forraje tanto ofrecido como rechazado, también se nota que ambas variables presentan valores más elevados para el forraje al inicio del PO, como era de esperarse por el consumo que hacen los animales a favor de los constituyentes más nutritivos de la pradera, tal como lo mencionan Mc Clymont (1974) y Holmes (1989).

Cuadro 12. Grado de defoliación del forraje (%) por estrato

ESTRATO	PD1	COMPONENTES				
(cm)	(d)	TOTAL	ALFALFA	OVILLO	SPPS[2]	HOJA
00-10	21	30.0ab*	66.6a	40.3a	53.5a	58.3a
00-10	28	19.3ab	50.8ab	-61.9c	40.5a	45.8ab
00-10	35	0.6b	20.3b	-0.6b	11.6a	-9.1b
00-10	42	34.9a	45.6ab	3.1a	45.7a	39.7ab
10-20	21	85.9a	94.2a	91.5a	95.4a	96.8a
10-20	28	72.3a	95.2a	71.3a	88.4a	91.8a
10-20	35	93.3a	93.8a	94.5a	93.1a	94.0a
10-20	42	82.1a	90.8a	66.3a	85.9a	81.4a
20-30	21	80.0a	100.0a	100.0a	100.0a	100.0a
20-30	28	86.3a	100.0a	-22.4b	97.2a	97.2a
20-30	35	99.5a	99.0a	100.0a	99.4a	95.7a
20-30	42	91.0a	96.5a	96.8a	95.6a	97.7a

1 = Período de descanso; 2 = Especies sembradas
* Medias con la misma literal en la misma columna y estrato, no son diferentes estadísticamente (P≥0.05).

Cuadro 13. Valor nutritivo del forraje ofrecido y residual

PERIODO DE DESCANSO (DIAS)	PROTEINA CRUDA (% DE LA MS)		DIGESTIBILIDAD (% DE LA MS)	
	OFRECIDO	RECHAZADO	OFRECIDO	RECHAZADO
21	23.9b*	23.2a	73.3a	69.4a
28	28.0a	20.4ab	74.3a	64.7a
35	24.1b	18.1b	73.3a	63.4a
42	25.9ab	23.3a	73.6a	65.3a

* Medias con la misma literal en la misma columna no son diferentes estadísticamente (P≥0.05).

De manera general, se puede apreciar que con este tipo de praderas se produce forraje de excelente calidad, con el mejor contenido de PC en el forraje ofrecido y rechazado en las praderas con 28 y 42 d de PD. Respectivamente, lo anterior fue probablemente

debido a la alta proporción de Alfalfa que hubo en ellas y, en el caso de 28 d, a la corta edad del rebrote. El hecho de que no se aprecian diferencias ($P \geq 0.05$) en la DMS del forraje a medida su edad es un caso raro en la literatura (Holmes, 1989 y Minson, 1975) y es probable que haya sido ocasionado por la presencia de gran cantidad de malezas, con baja DMS, en las praderas con menores PD; una alta proporción de zacate Ovillo, con valores intermedios de DMS, en la pradera con 35 d de PD y una elevada proporción de Alfalfa, con buenos valores de DMS, en las praderas con mayor edad del rebrote; sin embargo, aún en el peor de los casos (potreros con 35 d de PD), sería difícil pensar que el consumo estuviera siendo limitado por el valor nutritivo forraje según lo expuesto por Mc Clymont (1967), Minson (1975) y Van Soest (1982).

En la Figura 32 se aprecia cómo la pradera conserva los mejores valores de PC en los estratos más elevados y cómo esta diferencia es mayor para las praderas con los PD más largos, precisamente por la mayor diferencia en las proporciones hoja a tallo y material vivo a material muerto entre el estrato más superior y más inferior de la pradera, como había sido encontrado por Avendaño ***et al.*** (1986) y por Stobbs (1975b). Las tendencias en el porcentaje de DMS del forraje ofrecido (Figura 33) son similares a las mencionadas para PC, lo cual es lógico ya que Van Soest (1982) demostró que existe una asociación positiva entre esas variables. Los resultados encontrados en este trabajo para el valor nuritivo del forraje son elevados y exhiben tendencias parecidas a las que encontraron Avendaño ***et al.*** (1986), Lascano ***et al.*** (1981), Stobbs (1973; 1975) y Chacón y Stobbs (1976).

4.13. Desempeño Animal

Para conocer el comportamiento de los animales, se midieron algunas variables que ayudan a describir las relaciones entre la pradera y la respuesta de las becerras que la pastorearon.

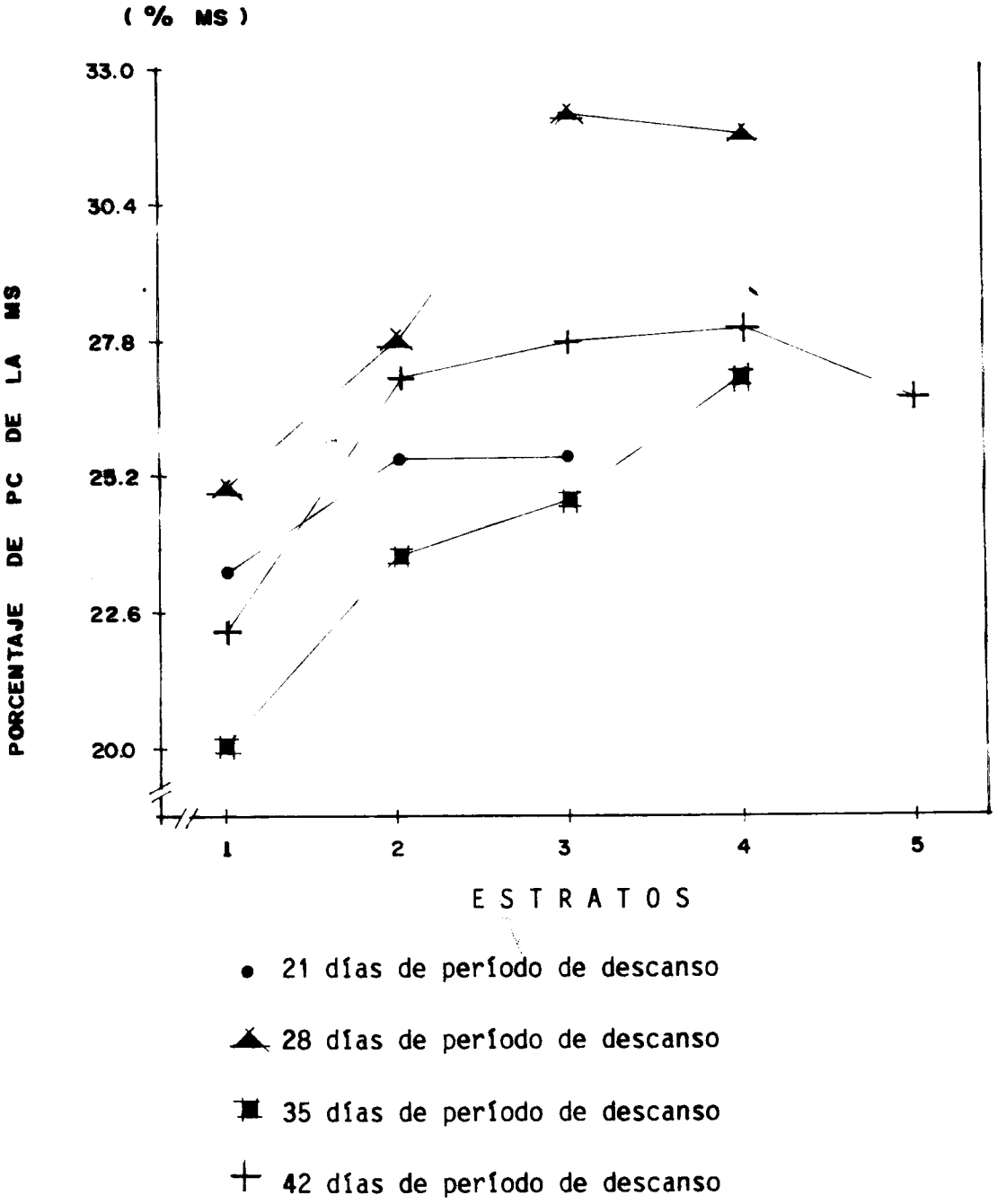
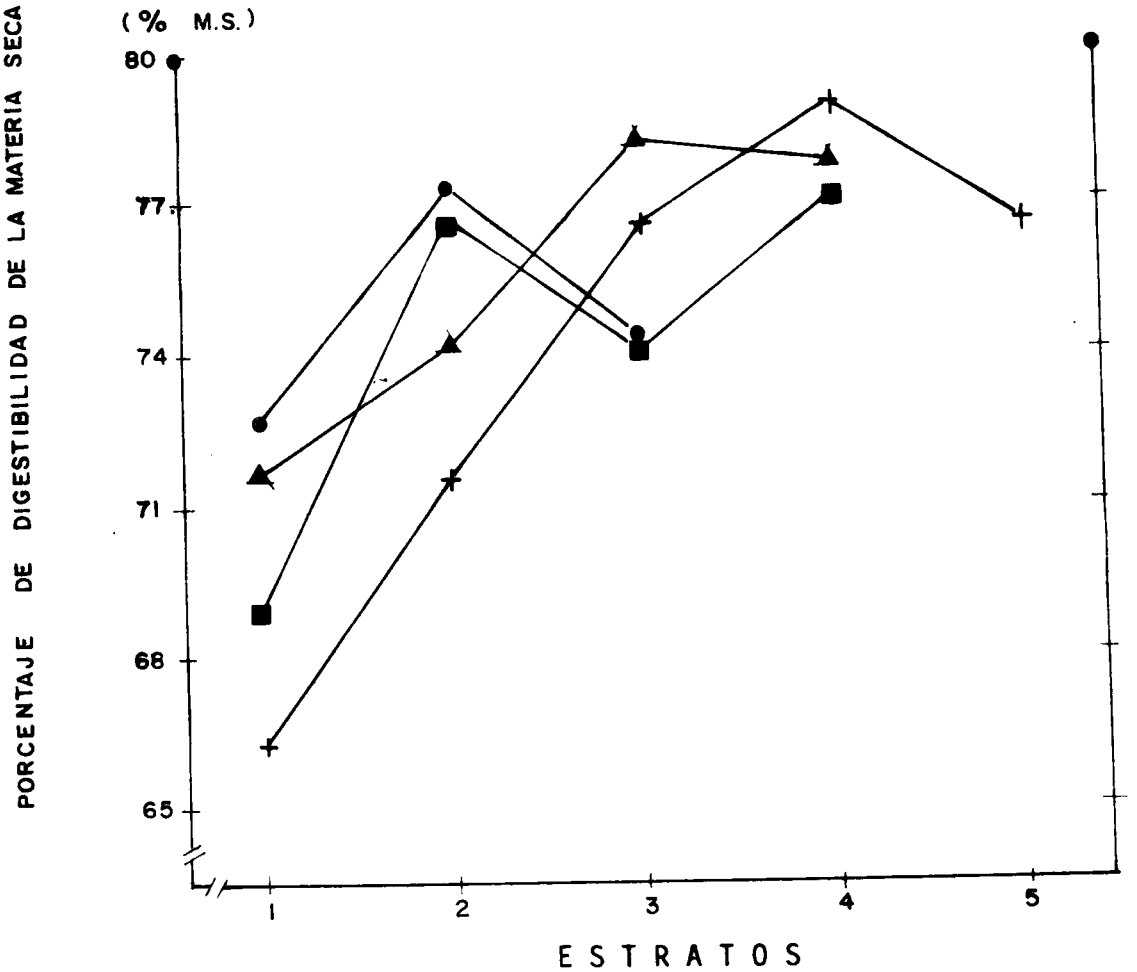


Figura 32. Contenido de proteína cruda en la MS del forraje ofrecido



● 21 días de período de descanso

▲ 28 días de período de descanso

■ 35 días de período de descanso

\+ 42 días de período de descanso

Figura 33. Digestibilidad de la MS del forraje ofrecido

Dichas variables incluyen al grado de defoliación, que ya se discutió en la sección 4.11; a la tasa de desaparición del forraje (TDF, en %), que representa la cantidad en Kg de MS de forraje que desaparece de la pradera por cada 100 Kg de peso vivo por día (Hogson, 1979); a la carga animal, que representa al número de animales o de unidades animal (**UA**) por ha y que en pastoreos rotativos es diferente de la carga animal instantánea o densidad de carga; al consumo diario de forraje, expresado al igual que la TDF en unidades porcentuales; y a la ganancia de peso vivo .

La TDF tuvo una relación positiva, aunque no significativa ($r=0.45$; $P\leq 0.75$), con la MFO y presentó valores de 2.57_b, 2.77_b, 2.80_b y 4.68_a porciento para las praderas con 21, 28, 35 ó 42 d de descanso, respectivamente, coincidiendo esta tendencia con la reportada por González **et al**. (1990) aunque con un valor promedio más bajo (3.1%) que el de ellos (3.5%) y aún más bajo que el 3.7% que encontraron Aniano y ayala (1989), trabajando con vacas lecheras en pastoreo. Lamentablemente no se pudo encontrar una tendencia similar en los valores de consumo voluntario que aunque también fue mayor en la pradera con 42 d de PD (2.91%), en el resto de los tratamientos mostró una tendencia inversa (2.24_{ab}, 2.10_{ab} y 2.01_b % para 21, 28 ó 35 d de PD, en forma respectiva) a la TDF. Lo anterior puede significar que en las praderas con mayor PD se pierde más forraje por factores diferentes al consumo, tales como pisoteo de las partes más elevadas y senescencia, muerte y descomposición en los estratos más bajos de las plantas.

En el Cuadro 14 se ven los resultados promedio que se obtuvieron en la carga animal medida tanto en UA como en No. de becerras por ha [en ningún caso se detectó diferencia estadística significativa ($P\geq 0.05$)]. El hecho de que la masa de forraje ofrecida fuera mayor en las praderas con menor frecuencia de pastoreo y que la CAR no sea diferente bajo la misma asignación de forraje (8 %), se debe a que las relativamente bajas cantidades de forraje en oferta que causaron bajas cargas animal acumuladas

durante todo el período experimental en las praderas con PD más pequeño, tienden a igualar o mejorar ($P \leq 0.07$) las cargas instantáneas mayores en praderas con PD más prolongados, puesto que en un mismo lapso de tiempo se llevan a cabo más ciclos de pastoreo.

Cuadro 14. Carga animal y ganancia de peso vivo.

PD[1]	CAR1[2]	CAR2	GANANCIA DE PESO VIVO		
(d)	(UA/ha)	BEC[3]/ha	Kg/BEC/D	Kg/ha/D	Kg/ha/PE
21	1.79_a	5.48_a	0.391_b	2.143_b	407.17_b
28	2.07_a	5.53_a	0.661_a	3.646_a	692.74_a
35	1.92_a	5.26_a	0.416_{ab}	2.196_{ab}	417.24_{ab}
42	1.83_a	4.52_a	0.470_{ab}	2.125_b	403.75_b

1= Período de Descanso; 2= Carga Animal Real; 3= Becerras.
*= Medias con la misma literal en la misma columna no son diferentes estadísticamente ($P \geq 0.05$).

Con relación a la ganancia diaria de peso por becerra, los mejores resultados ($P \leq 0.03$), se obtuvieron con 28 d de PD, quizá debido a que en esa pradera a parte de excelente calidad en el forraje, también hubo muy buena estructura y relaciones de los componentes; lo contrario sucedió cuando la pradera solo tuvo 21 d de PD, apreciandose lo sensible que resultan este tipo de praderas a la variación en la frecuencia de pastoreo. En relación a la ganancia de peso por unidad de superficie, ya se sabe que es directamente afectada por la carga animal, por lo que, la pradera con 28 d de PD que además de presentar las mejores ganancias de peso por animal, tendió a recibir más becerras por ha ($P \leq 0.07$), sobresale como el mejor tratamiento, seguido por el de 35 d de PD, mientras que las praderas con los valores extremos de PD tuvieron los peores valores, las de 21 d, por sus bajas ganancias por animal y las de 42 d por la baja carga animal acumulada. Es obvio que la

ganancia de peso vivo total (190 del período experimental) muestra la misma tendencia, pero vale la pena notar que aún en el peor de los casos (PD=42 d) la ganancia resulta muy aceptable si se considera el tipo de animales y la época del año en que se realizó este trabajo y se comparan estos resultados con los reportados por Tafoya (1989) para diferentes tipos climáticos.

Lamentablemente, al igual que González **et al**. (1990) y Guillen **et al**. (1991), no se encontró ninguna correlación importante entre la ganancia de peso y otras variables como la MFO (r=0.27) o su densidad (r=0.30) o bien con el consumo diario de forraje (r=0.11), su contenido de PC (r=0.23) y su DMS (r=0.29), lo que sugiere que bajo condiciones de pastoreo son múltiples y variados los factores que interactúan para determinar el desempeño de los animales (Riquélme, 1989; Young, 1988) y obliga a seguir en la búsqueda de técnicas más fáciles y precisas para evaluar sus efectos, además de utilizarlas el mejor de los cuidados.

5. CONCLUSIONES

1. El período de descanso (**PD**) tuvo efectos ($P \leq 0.001$) positivos sobre la masa de forraje ofrecido de todos los componentes de la pradera, excepto las malezas. A medida que se avanzó en el tiempo, de verano a invierno disminuyó la cantidad de forraje.

2. La masa de forraje residual fue menor ($P \leq 0.02$) en la pradera con 42 días de PD, probablemente debido a que la Alfalfa, principal componente de esta pradera, presentó forraje con características adecuadas en términos de estructura y calidad nutritiva. En el resto de los tratamientos se observó una relación positiva entre el PD y la masa de forraje residual.

3. Las relaciones hoja a tallo y material vivo a material muerto presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) sólo en el forraje residual, lo que implica selectividad animal durante el período de ocupación pero estabilidad de la pradera lograda a lo largo de los PD.

4. El PD tuvo efecto ($P \leq 0.03$) sobre la densidad del forraje ofrecido, encontrándose más Alfalfa en las praderas con 28 y 42 días de descanso y más Orchard en las de 35. La densidad fue mayor en los estratos inferiores, pero en los estratos superiores, a mayor PD, mayor densidad del forraje.

5. La pradera con 35 días de descanso presentó los valores más elevados ($P \leq 0.04$)en densidad del forraje rechazado con una gran cantidad de material muerto. La densidad del forraje rechazado en el estrato uno (de 0 a 10 cm), en ocasiones fue mayor que la densidad del forraje ofrecido por efectos del pisoteo.

6. La cobertura basal fue muy diferente ($P \leq 0.0001$) entre las praderas con diferentes PD, lográndose los mejores valores en los tratamientos con 28 y 35 días de descanso. En cobertura vegetal,

densidad y vigor de las especies sembradas se encontraron los valores más altos para el Orchard y la Alfalfa en las praderas con 35 y 42 d de PD, en forma respectiva.

7. El grado de defoliación del forraje fue mayor ($P<0.02$) cuando el PD fue de 42 d, posiblemente debido a la mayor proporción de Alfalfa en esos potreros. En general pueden apreciarse buenos resultados de grado de defoliación con una media general del 46 %, sobresaliendo la Alfalfa con valores superiores al 70 %.

8. El contenido de proteína cruda y la digestibilidad de la materia seca, aunque siempre elevados, fueron mayores en el forraje ofrecido que en el residual y, las praderas con 28 y 42 días de descanso que tuvieron más Alfalfa presentaron mejores valores, lo mismo que los estratos más elevados.

9. La carga animal no difirió significativamente entre tratamientos pero tendió a ser mejor ($P<0.07$) en la pradera con 28 días de PD (2.07 UA/ha); los mejores resultados ($P\leq0.02$) en tasa de desaparición (4.68 %) y consumo diario de forraje (2.91 %) se registraron en las praderas con 42 d de PD; sin embargo, la ganancia de peso por animal (0.661 Kg/d) y por unidad de superficie (3.646 Kg/ha/d) fue mejor en la pradera con solo 28 días de descanso debido, tal vez, a que presentó el mayor valor de carga animal y a que su estructura, composición botánica y valor nutritivo permitieron un buen desempeño de las becerras.

6. LITERATURA CITADA

ALLDEN, W.G. and I.A.M.D. WHITTAKER. 1970. The Determinants of Herbage Intake by Grazing Sheep: The Interrelationship of Factor Influencing Herbage Intake and Availability. Aust. J. Agr. Res. 21: 755-766.

ALLISON, C.D. 1985. Factores que Afectan el Consumo de Forraje por Rumiantes en Pastoreo. J. Range Manage. 38(4):6-14

ANIANO A., A. y J.L. AYALA E. 1989. Producción de Leche bajo Pastoreo en una Pradera Asociada Gramínea (***Dactylis glomerata*** var. Potomac) y leguminosa (***Medicago sativa*** var. Valenciana) en Chapingo, Edo. de México. Primera Fase. Tesis de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 120 pp.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1980. Official Methods of Analysis. 13th. ed. Washington, D.C.

ARNOLD, G.W. 1981. Grazing Behaviour. In: Morley F.H.W. (ed.). Grazing Animals. ELSEVIER SCIENTIFIC PUBLISHING COMPANY. Amsterdam-Oxford-New York. pp. 79-104.

ARNOLD, G.W. and M.L. DUDZINSKI 1967. Studies on the Diet of the Grazing Animal III. The Effect of Pasture on the Herbage Intake of Sheep. Aust. J. Agr. Res. 18:657-666.

ARNOLD, G.W. and M.L. DUDZINSKI 1974. Efecto de la Estructura y Densidad de la Pastura Sobre lo que Ingiere el Animal en Pastoreo y su Productividad. En: B.J.F. James (Ed). Utilización Intensiva de Pasturas. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp. 78-87.

AVENDAÑO J.C.; R. BOREL y G. CUBILLOS 1981. Período de Descanso y Asignación de Forraje en la Estructura y la Utilización de Varias especies de una Pradera Naturalizada. Turrialba 36: 137-148.

BAILE, C.A. and M.A. DELLA-FERA 1984. Peptidergic control of food intake in food-producing animals. Fed. Proc. 43:2898- 2902.

BAKER, R.D. 1976. Effect of Sward Characteristics on Herbage Intake Under Grazing. In: J. hodgson y D.K. Jackson (eds.). Pasture Utilization by the Grazing Animal. Occasional Symposium No. 8. The British Grassland Society. pp. 87-92.

BARNES, R.F. 1969. Colaborative Research With the Two Stage ***in vitro*** technic. Proc. Nac. Confer. on forage evaluation and utilization. Lincoln, Nebraska. USA.

BAUMGARDT, B.R. 1982. Consumo Voluntario de Alimentos. En: Hafez, E.S.E. e I. A. Dyer. (eds). Desarrollo y Nutrición Animal. ED. ACRIBIA. Zaragoza, España. pp 151-171.

BINNIE, R.C. and F.J. HARRINGTON 1972. The Effect of Cutting Height and Cutting Frequency on the Productivity of an Italian Ryegrass Sward. J. Br. Grassld. Soc. 27: 177-181.

BLASER, R.E. (S. F.). Forage-Animal Management Sistem. Virginia Agricultural Experiment Station. Virginia Polytechnic. Institute and State University. Virginia, USA. 90p.

BLAXTER, K.L.; F. W. WAINMAN and R.S. WILSON. 1961. The Regulation of Food Intake by Sheep. Anim. Prod. 3: 51.

BROWN, R.H. and R.A. BLASER. 1968. El Indice de Area Foliar en el Crecimiento de la Pastura (Traducción libre, UACH). Herbage Abstracts. 38:1 pp 1-9.

BROWN, R.H. and R.A. BLASER. 1970. Soil Moisture and Temperature Effects on Growth and Soluble Carbohydrates of Orchardgrass (***Dactylis glomerata***). Crop. Sci. 10: 213-216.

CACHON A.L.E.; G.H. NERY y CUANALO De La C. H.E. 1976. Los Suelos Del Area de Influencia de Chapingo. Rama de Suelos, Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 79 pp

CARRIZALES G., A. y R. ELIZARRARAZ V. 1987. Efecto de la Asignación de Forraje Sobre la Calidad del Forraje Consumido por Bovinos en una Pradera Asociada Gramínea (***Dactylis glomerata*** var. Potomac) y Leguminosa (***Medicago sativa*** var. Valenciana). Tesis de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 48 pp.

CORDOBA, F.J.; J.D. WALLACE and R.O. PIEPER 1978. Forage intake by grazing livestock: a review. J. Range Manegement 31: 43-48.

CHACON, E. and T.H. STOBBS 1976. Influence of Progressive Defoliation of a Grass Sward on the Eating Behaviour of Cattle. Aust. J. Agric. Res. 27: 709-727.

CHURCH, D.C. and W.G. POND 1974. Basic Animal Nutrition. O & B BOOKS. Corvallis, Oregon. USA. 300p.

COOPER, J.P. 1981. Physiological and Morphological Advances for Forage Improvement. XIV Int. Grassld. Congr. pp. 67-79.

COWLISHAW, S.J. 1969. The Carrying Capacity of Pasture. J. Brit. Grassland Soc. 24: 207-214.

CURLL M.L. and R.J. WILKINS 1982. Frequency and Severity of Defoliation of Grass and Clover by Sheep at Different Stocking Rates. Grass and Forage Sci. 37: 291-297.

DAOBENMIRE, R. 1968. Plant Comunnities. A textbook of plant synecology. HARPER & ROW PUBLISHERS. USA. 300 pp.

DONALD, C.M. 1961. Competition for Light in Crops and Pasture. Symp. Soc. Exp. Biol. 15: 282-313.

EPISTAT. 1987. By Tracy L. Gustafson. 1705 Gattis School Road. Round Rock, Texas. 78 664.

FERNANDEZ R., S. y R. ORCASBERRO. 1982. Importancia del Valor Nutritivo de los Forrajes en la Alimentación Ovina. En: Orcasberro, R y S. Fernández R. (eds). Los Forrajes en la Alimentación de Ovinos. Departamento de Zootecnia, Universidad Autonoma Chapingo. Chapingo, Méx. pp 5-44.

FORBES J.M. 1986. The Voluntary Food Intake of Farm Animals. Butterworths. London. 206 pp.

FREER M. 1981. The Control of Food Intake by Grazing Animals. In: Morley F.H.W. (ed) Grazing Animals. ELSEVIER SIENTIFIC PUBLISHING COMPANY. Amsterdam-Oxford-New York. pp. 105-124.

GALAVIZ, L.C. 1981. Comportamiento de una pradera naturalizada por efecto del período de descanso y la presión de pastoreo en Turrialba. Tesis de Magister in Scientiae, CATIE. Turrialba, Costa Rica. 113p.

GARCIA, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía, UNAM. México. 252 pp.

GILL M. O.E.; BEEVER and D.F. OSVOURN 1989. The Feeding Value of Grass and Grass Products. In: Grass Its Production and Utilization. W. Holmes (ed). 2nd. ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp. 89-129.

GONZALEZ-LOPEZ C.; C. LUCIO NIÑO y J.L. MONSIVAIS MAURICIO. 1990. Efecto del Período de Descanso Sobre el Crecimiento y Utilización de una Pradera Asociada Gramínea (***Dactylis glomerata*** var. Potomac) y leguminosa (***Medicago sativa*** var. Valenciana). Tesis de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 92 pp.

GUILLEN A.,E.; LUNA R.,J.; HERNANDEZ P.,E. Y RENDON M.,J. 1991. Efecto del periodo de descanso sobre la estructura y utilización de una pradera asociada gramínea (***Dactylis glomerata*** var. Potomac) y leguminosa (***Medicago sativa*** var. Valenciana. Segunda fase. Tesis de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

GROVUM, W.L. 1988. Appetite, Palatability and Control of Feed Intake. In: Church, D.C. (ed). The Ruminant Animal. Digestive phisiology and nutrition. Prentice Hall. N.J. United States of America. pp. 202-214.

HACKER,J.B. and B.J. MINSON 1981. The Digestibility of Plant Parts. Herb. Abstr. 51(9): 459-482.

HAYDOCK, K.P. AND N.H. SHAW. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 15:663-671.

HEADY, H.F. 1964. Palatability of Herbage and Animal Preference. J. Range Manage. 17:76-82.

HEANEY, D.P., G.I. PRITCHARD and W.J. PIGDEN 1968. Variability in ***ad libitum*** forage intake by sheep. J. Anim. Sci. 27: 159.

HERNANDEZ,M., J., J.E. LOPEZ C. y J.A. MORGADO. 1988. Efecto de la Asignación de Forraje sobre la Utilización y Estructura de una Pradera Asociada Gramínea (***Dactylis glomerata)*** var. Potomac) y leguminosa (***Medicago sativa***) var. Valenciana. Tesis de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Depto. de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 57p.

HODGSON, J. 1966. The Frequency of Defoliation of Individual Tillers in a Set-Stocked Swards. J. Br. Grassld. Soc. 21: 258-263.

HODGSON, J. 1976. The Influences of Grazing Pressure and Stocking rate on Herbage Intake and Animal Performance. In: J. Hodgson y D.K. Jackson (eds.). Pasture Utilization by the Grazing Animal. Occasional Symposium No. 8. The British Grassland Society. pp. 93-104.

HODGSON, J. 1979. Nomenclature and Deffinitions in Grazing Studies. Grass and Forage Sci. 34:11-18.

HODGSON, J. 1981. Variations in the Surface Characteristics of the Sward and the Short-Term Rate of Herbage Intake by Calves and Lambs. Grass and Forage Sci. 36: 49-57.

HODGSON, J. 1983. La Relación entre la Estructura de las Praderas y la Utilización de Plantas Forrajeras Tropicales. En: Paladines, O. y C. Lascano. (eds). Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas. CIAT. Colombia. pp. 33-47.

HODGSON, J. and J.H. OLLERENSHAW 1969. The Frequency and Severity of Defoliation of Individual Tillers in Set-Stocked Swards. J. Br. Grassld. Soc. 24: 226-234.

HODGSON, J.; J.C. TAYLOR and R. LONSDALE 1971. The Relationship Between Intensity of Grazing and the Herbage Consumption and Growth of Calves. J. Br. Grassld. Soc. 26: 231-237.

HOLMES, W. 1989. Grazing Managements. In: Grass Its Production and Utilization. W. Holmes (ed). 2nd. ed., Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp. 130-172.

HUMPHREYS, L.R. 1975. Defoliation and Regrowth. In: Australian Institute of Agricultural Science. Management of Improved Tropical Pasture. University of Queensland, St. Lucia, Australia. pp. 26-38.

INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA). 1992. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, 1990. Importaciones. INEGI. México. 1206 pp.

JIMENEZ MERINO A. y P.A. MARTINEZ HERNANDEZ. 1985. Utilización de Praderas. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 85 pp.

JONES, R.J. 1973. The Effect of Frequency and Severity of Cutting on Yield of ***Desmodium intortum*** cv. Greenleaf in a Subtropical Environment. Aust. J. Agric. Exp. Anim. Husb. 15: 171-388.

JONES, R.J. 1975. The Influence of Stocking Rate on Animal Production from Pasture. In: Aust. Institute of Agric. Sci. Management of Improved Tropical Pastures. University of Queensland, St. Lucia, Australia. pp. 92-102.

JONES, R.J. 1983. Efecto del Clima, el Suelo y el Manejo del Pastoreo en la Producción y Persistencia del Germoplasma Forrajero Tropical. En: Paladines, O. y C. Lascano (eds). Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas. CIAT. Cali, Colombia pp 11-32.

JONES, R.J. and R.L. SANDLAND. 1974. The relation between animal gain and stocking rate. Derivation of the relation from results of grazing tials. J. Agric. Sci. 83: 335-342.

JONES, R.M. 1979. Effect of Stocking Rate and Grazing Frequency on a Siratro (***Macroptilium atropurpureum***)/ ***Setaria anceps*** cv. Nandi Pasture. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 19: 318-324.

KING, K.R. and C.R. STOCKDALE. 1984. Effects of Pasture Type and Grazing Management in Autumn on the Performance of Dairy Cows in Late Lactation and on Subsequent Pasture Productivity. Aust. J. Exp. Agric. anim. Husb. 24: 312-321.

KNIGHT,R. 1970. The Effect of Plant Density and Frequency of Cutting on the Growth of Coocksfoot (***Dactylis glomerata*** L.). I. The Production of Vegetative and Reproductive Tillers. Aust. J. Agric. Res. 21: 9-17.

KYDD, D.D. 1966. The Effect of Intensive Sheep Stocking over a Five-Year Period on the Development and Production of the Sward. J. Br. Grassld. Soc. 21: 284-288.

LASCANO C.; H. HUAMAN y E. VILLELA. 1981. Efecto de Frecuencia e Intensidad de Pastoreo en una Asociación Gramínea más Leguminosa sobre la Selectividad Animal. Agronomía Tropical 31: 171-188.

LUDLOW, M.M. and D.A. CHARLES-EDUARDS 1980. Analysis of the Regrowth of a Tropical Grass-Legume Sward Subjected to Different Frequencies and Intensities of Defoliation. Aust. J. Agric. Res. 31: 673-692.

LUDLOW, M.M.; T.H. STOBBS; R. DAVIS and D.A. CHARLES-EDUARDS 1982. Effect of Sward Structure of Two Tropical Grasses with Constrasting Canopies on Light distribution, Net Photosynthesis and Size of Bite Harvested by Grazing Cattle. Aust. J. Agric. Res. 33: 187-201.

MARTEN, G.C. 1978. The animal-plant complex in forage palatability phenomena. J. Anim. Sci. 46: 1470.

Mc CLYMONT, G.L. 1974_a. Biología Básica de la Producción Animal por Medio de Pasturas. En: B.J.F. James (ed). Utilización Intensiva de Pasturas. Editorial Hemisferio Sur. Argentina. pp. 15-18.

Mc CLYMONT, G.L. 1974_b. Crecimiento y Producción del Animal en Pastoreo. En: B.J.F. James (ed). Utilización Intensiva de Pasturas. Editorial Hemisferio Sur. Argentina. pp. 71-77.

Mc MEEKAN, C.P. and J. WALSHE 1963. The Inter-relationships of Grazing Methods and Stocking Rate in the Efficiency of Pasture Utilization by Dairy Cattle. J. Agric. Sci. 61: 147-166.

MEIJS, J.A.C. 1981. Herbage Intake by Grazing Dairy Cows. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. The Netherlands.

MINSON, J.D. 1975. Pasture Management and Animal Nutrition. In: Australian Institute of Agricultural Science. Management of Improved Tropical Pasture. University of Queensland, St. Lucia. Australia. pp. 56-67.

MOTT, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. 8th. Int. Grassld. Cong. pp. 18-23.

MOTT, G.O. 1977. Técnicas de investigación en praderas. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Zootecnia, Sección de Forrajes. Chapingo, México. 189 pp.

MUSLERA, P.E. y G.C. RATERA 1984. Praderas y Forrajes. Producción y Aprovechamiento. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 702 pp.

MYERS, L.F. 1974. Efectos Producidos por el Pastoreo Sobre el Crecimiento Vegetal. En: B.J.F. James (ed). Utilización Intensiva de Pasturas. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp. 51-57.

ORCASBERRO R. y S. FERNANDEZ RIVERA 1982. Los Forrajes en la Alimentación de Ovinos. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 96 pp.

PALADINES O. y C. LASCANO. 1983. Recomendaciones para Evaluar Germoplasma bajo Pastoreo en Pequeños Potreros. En: Paladines O. y C. Lascano (eds). Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas. Pastoreo en Pequeñas Parcelas. CIAT. Cali, Colombia. pp. 165-183.

PETERS, R.R., L.T. CHAPIN, R.S. EMERY and H.A. TUCKER. 1980. Growth and hormonal response of heifers to various photoperiods. J. Anim. Sci. 51:1148-1153.

POPPI, D.P.; T.P. HUGHES and P.J. L'HUILLIER 1987. Intake of Pasture by Grazing Ruminants. En: Feeding Livestock on Pasture. A.M. Nicol (ed). New Zeland Society of Animal Production. Occasional Publication No. 10. pp. 55-63.

RAYMOND, W.F. 1969. The nutritive value of forage crops. Adv. Agron. 21: 1-15.

RIEWE, M.E. 1961. Use of the Relationship of Stocking Rate to Gain of Cattle in an Experimental Design for Grazing Trials. Agron. J. 53: 309-313.

RIQUELME V. E. 1989. Efectos del Clima sobre la Eficiencia de Utilización del Alimento por Rumiantes. Avances Recientes en la Producción Animal. Centro de Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. pp. 2-36.

ROBSON, M.J.; A.J. PARSONS and T.E. WILLIAMS. 1989. Herbage Production: Grasses and Legumes. In: Grass Its production and Utilization. W. Holmes (ed). 2nd. ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp. 7-88.

ROMAN-PONCE H. 1977. Evaluation of Thermal Stress Effects on Fertility, Hormonal Balance and Uterine Blood Flow. PhD. Thesis University of Florida. Gainesville, Fla. 112 pp.

RUIZ F., C.; CASTRO M.,M. Y ROLDAN V.,R. 1990. Efecto del período de descanso sobre la estructura y utilización de una pradera asociada gramínea (***Dactylis glomerata*** var. Potomac) y leguminosa (***Medicago sativa*** var. Valenciana) en Chapingo, Edo. de México. Tercera fase. Tesis de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 85 pp.

SNAYDON, R.W. 1981. The Ecology of Grazed Pasture. In: Morley, F.H.W. (ed). Grazing Animals. ELSEVIER SCIENTIFIC PUBLISHING COMPANY. Amsterdam-Oxford-New York. pp. 13-31.

SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE INC.). 1986. Guide for Personal Computers, Version 6th Edition. Cary, NC. USA.

STOBBS, T.H. 1973a. The Effect of Plant Structure on the Intake of Tropical Pastures. I. Variation in the Bite Size of Grazing Cattle. Aust. J. Agric. Res. 24: 809-819.

STOBBS, T.H. 1973b. The Effect of Plant Structure on the Intake of Tropical Pastures. II. Differences in Sward Structure, Nutritive Value, and Bite Size of Animals Grazing ***Setaria anceps*** and ***Chloris gayana*** at Various Stages of Growth. Aust. J. Agric. Res. 24: 821-829.

STOBBS, T.H. 1975a. Factors Limiting the Nutritional Value of Grazed Tropical Pastures for Beef and Milk Production. Tropical Grasslands 9(2): 141-150.

STOBBS, T.H. 1975b. Sward Structure and Grazing Behaviour. In: Australian Institute of Agricultural Science. Management of Improved tropical Pasture. University of Queensland, St. Lucia. Australia. pp. 39-55.

STOBBS, T.H. 1975c. The Effect of Plant Structure on the Intake of Tropical Pasture. III. Influence of Fertilizer Nitrogen on the Size of Bite Harvested by Jersey Cows Grazing ***Setaria anceps*** cv. Kazungula Swards. Aust. J. Agric. Res. 26:997-1102.

STUTH, J.W.; D.R. KIRBY and R.E. CHEMIEKWSIA. 1981. Effect of Herbage Allowance on the Efficiency of Defoliation by the Grazing Animals. Grass and Forage Sci. 36(1): 9-15.

TAFOYA G., M. 1989. Producción de Carne de Ganado Bovino bajo Pastoreo en México. Tesis. Ing. Agrón. Zootecnista. Universidad Autónoma Chapingo. México. 101 pp.

TERGAS, L.E. 1983. Efecto del Manejo del Pastoreo en la Utilización de la Pradera Tropical. En: Paladines O. y C. Lascano. Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas. CIAT. Cali, Colombia. pp. 65-80.

THORNTON, R.F. and D.J. MINSON. 1973. The Relationship Between Apparent Retention Time in the Rumen, Voluntary Intake and Apparent Digestibility of Legume and Grass Diets in Sheep. Aust. J. Agric. Res. 24: 889-898.

TILLEY, J.M.A. and R.A. TERRY. 1963. A Two Stage Technic for the ***in vitro*** Digestion of Forage Crops. J. Br. Grassld. Soc. 28: 104-111.

VAN DYNE, G.W. and H.F. HEADY 1965. Dietary, Chemical Composition of Cattle and Sheep Grazing in Common on Dry Annual Range. J. Range Manege. 18: 78-85.

VAN SOEST, P.J. 1981. Nutritional Ecology of the Ruminant. O & B BOOKS, Inc.Corvallis, Oregon. USA. 374 pp.

VAN SOEST P.J. and R.H. WINE 1967. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. IV. Determination of Plant Cell Wall Constituents. J. AOAC. 50: 50-56.

VICKERY, P.J. 1981. Pasture Growth under Grazing. In: Morley, F.H.W. (ed). Grazing Animals. ELSEVIER SCIENTIFIC PUBLISHING COMPANY. Amsterdam-Oxford-New York. pp. 55-78.

VICKERY, P.J.; V.C. BRINK and D.P. ORMROD 1971. Net Photosynthesis and Leaf area Index Relationships in Swards of ***Dactylis glomerata*** under Contrasting Defoliation Regimes. J. Grassld. Soc. 26: 85-90.

WHEELER, J.L. 1962. Experiment in Grazing Management. Herb. Abstr. 32: 1-7.

WHITEMAN, P.C. 1980. Tropical Pasture Science. Oxford University. New York, USA. 392p.

YOUNG, B.A. 1988. Effect of Environmental Stress on Nutrient Needs. In: Church D.C. (ed). The Ruminant Animal. Digestive Physiology and Nutrition. PRENTICE HALL, Englewood, N.Y. USA. pp. 456-467.