

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

CHAPINGO, MEXICO

✓ PASTOREO MIXTO CON OVINOS Y BOVINOS EN UN
PASTIZAL EN BOSQUE DE PINO

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL

P R E S E N T A

IGNACIO TOVAR LUNA

BAJO LA SUPERVISION DE

DR. RUY ORCASBERRO GOMEZ

DR. SALVADOR FERNANDEZ RIVERA

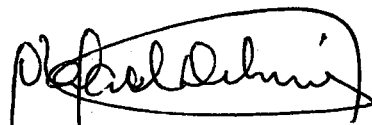


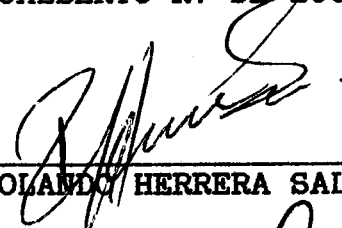
DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

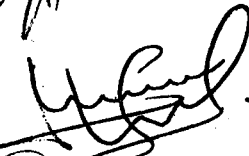
C.2

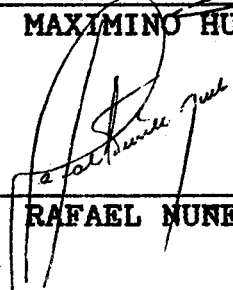
ESTA TESIS FUE DIRIGIDA POR EL DR. RUY ORCASBERRO GOMEZ Y EL
DR. SALVADOR FERNANDEZ RIVERA, REVISADA Y APROBADA POR EL
SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE: 
Ph.D. SALVADOR FERNANDEZ RIVERA

SECRETARIO: 
Ph.D. GUALBERTO R. DE LUCIA SILVA

VOCAL: 
Ph.D. ROLANDO HERRERA SALDANA

SUPLENTE: 
M.Sc. MAXIMINO HUERTA BRAVO

SUPLENTE: 
M.Sc. RAFAEL NUNEZ DOMINGUEZ

21612

AGRADECIMIENTOS

Agradesco a la Universidad Autónoma Chapingo por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios.

A CONACYT por la ayuda económica ofrecida.

Al Dr. Ruy Orcasberro Gómez y al Dr. Salvador Fernández Rivera por su asesoramiento en el presente trabajo y por su valioso apoyo en mi preparación.

Al Dr. Gualberto R. de Lucia Silva, Dr. Rolando Herrera Saldaña, M.Sc. Rafael Nuñez Dominguez y al M.Sc. Maximino Huerta Bravo, por su participación en la revisión del presente trabajo.

Al Ing. Roberto Susano por su apoyo con el personal de campo del entonces Centro de Investigaciones Forestales de la Región Central del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (ahora INIFAP).

A la Sra. Ofelia Hernández Torres por su trabajo mecanográfico

A todas aquellas personas que colaboraron para la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Producción y calidad del forraje de pastizales de bosque	3
2.2. Utilización de pastizales de bosque	4
2.3. Pastoreo mixto	6
2.3.1. Hábitos de pastoreo y selectividad de la dieta	7
2.3.2. Carga animal	11
2.3.3. Relación ovino/bovino y equivalente animal	14
2.3.4. Características de la pradera	16
2.3.5. Carga parasitaria	19
2.3.6. Factores sociales	21
3. HIPOTESIS	22
4. MATERIALES Y METODOS	23
4.1. Descripción del área experimental	23
4.1.1. Localización	23
4.1.2. Clima	23
4.1.3. Suelo	25
4.1.4. Vegetación	25
4.2. Descripción del experimento	25
4.2.1. Tratamientos, animales y diseño experimental	25
4.2.2. Manejo de los animales y rutina de trabajo	26
4.2.3. Determinaciones de campo	28
4.2.3.1. Muestreo de forraje disponible	28
4.2.3.2. Muestreo de forraje seleccionado por los animales en pastoreo	28

4.2.3.3. Recolección de heces de los animales en	
pastoreo	29
4.2.4. Determinaciones de laboratorio	29
4.2.4.1. Forraje disponible	29
4.2.4.2. Forraje seleccionado por los animales en	
pastoreo	29
4.2.4.3. Determinación de la cantidad de materia	
seca excretada por los animales en pastoreo.	30
4.2.4.4. Procedimientos utilizados.	30
4.2.5. Estimación del consumo de materia seca por los	
animales en pastoreo	31
4.2.6. Determinación de la ganancia de peso	31
4.3. Análisis estadístico	31
5. RESULTADOS Y DISCUSION	36
6. RESUMEN	57
7. CONCLUSIONES	60
8. LITERATURA CITADA	61
9. APENDICES	69

INDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Composición botánica y calidad de la dieta seleccionada por ovinos y bovinos en condiciones de pastoreo	9
Cuadro 2. Consumo diario de materia seca (MS) y materia seca digestible (MSD) por ovinos y bovinos pastoreando un pastizal en bosque de pino a 249 y 506 kg PV/ha	47
Cuadro 3. Ganancia diaria (g/animal/día) y producción por hectárea (kg PV/ha) en 81 días por ovinos (ov) y bovinos (bo) pastoreando un pastizal en bosque de pino a distintas cargas animal	49
Cuadro 4. Comportamiento productivo de ovinos y bovinos pastoreando un pastizal en bosque de pino a distintas cargas animal	52

INDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Localización e información general del área experimental	24
Figura 2. Distribución de las parcelas en el área experimental y carga animal asignada a cada una de ellas	27
Figura 3. Forraje disponible (F) en un pastizal en bosque de pino pastoreado durante 81 días (D) por ovinos y bovinos a distintas cargas animal (CT, kg PV/ha)	37
Figura 4. Proteína cruda del forraje disponible (PCF) de un pastizal en bosque de pino, pastoreado durante 81 días (D) por ovinos y bovinos a distintas cargas animal (CT, kg PV/ha) y con diferente cantidad inicial de forraje disponible (F, $\bar{x}$ =1674 kg MS/ha)	38
Figura 5. Proteína cruda del forraje seleccionado (PCFS) por ovinos (E=1) y bovinos (E=0), pastoreando durante 81 días (D) un pastizal en bosque de pino a distintas cargas animal (CT, kg PV/ha)	40
Figura 6. Digestibilidad <u>in vitro</u> del forraje disponible (DF) en un pastizal en bosque de pino, pastoreado durante 81 días (D) por ovinos y bovinos a distintas cargas animal (CT, kg PV/ha) y con diferente cantidad inicial de forraje disponible (F, $\bar{x}$ =1674 kg MS/ha)	43

Figura 7. Digestibilidad in vitro del forraje seleccionado (DFS) por ovinos (E=1) y bovinos (E=0) pastoreando durante 81 días (D) un pastizal en bosque de pino, a distintas cargas animal (CT, kg PV/ha) y con diferente cantidad inicial de forraje disponible (F, $\bar{x}$ =1674 kg MS/ha). 45

Figura 8. Peso vivo de ovinos (E=1) y bovinos (E=0) pastoreando durante 81 días un pastizal en bosque de pino, a distintas cargas animal (CT, kg PV/ha) y con diferente cantidad inicial de forraje disponible (F, $\bar{x}$ =1674 kg MS/ha). PI es peso inicial (ovino = 20 kg, bovino = 183 kg) 51

Figura 9. Relación (y) entre ganancia de peso de bovinos/ha y ganancia de peso de ovinos/ha en diferentes cargas animal 55

APENDICES

Página

Apéndice 1. Calendario de muestreo de ovinos fistulados	70
Apéndice 2. Calendario de muestreo de bovinos fistulados	71
Apéndice 3. Análisis de varianza para forraje disponible (kg)	72
Apéndice 4. Análisis de varianza para proteína de forraje disponible (%).	73
Apéndice 5. Análisis de varianza para proteína del forraje seleccionado (%).	74
Apéndice 6. Análisis de varianza para digestibilidad del forraje disponible (%).	75
Apéndice 7. Análisis de varianza para digestibilidad del forraje seleccionado (%).	76
Apéndice 8. Análisis de varianza para consumo de forraje	77
Apéndice 9. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso por animal (g).	78
Apéndice 10. Análisis de varianza para ganancia de peso por hectárea (kg).	79
Apéndice 11. Análisis de varianza para ganancia de peso total (ovinos + bovinos) por hectárea (kg)	80
Apéndice 12. Análisis de varianza para peso vivo (kg)	81
Apéndice 13. Análisis de varianza para ganancia de peso total por hectárea (kg).	82
Apéndice 14. Análisis de varianza para ganancia de peso total (kg)	83
Apéndice 15. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso	84
Apéndice 16. Análisis de varianza para producción relativa	85

1. INTRODUCCION

En la zona central de México, que comprende los Estados de México, Michoacán, Puebla y Tlaxcala, se encuentran aproximadamente 3 millones de hectáreas ocupadas por bosque de pino. En esta zona pastorea el 24.4% de la población ovina y el 11.0% de la población bovina del país (DGEA, 1983). Existe poca información sobre las características nutritivas y capacidad de carga de estos pastizales.

Durante el invierno el valor nutritivo del forraje disponible en pastizal en bosque de Pinus hartwegii en Zoquiapan, México, no satisfizo las necesidades de mantenimiento de los ovinos observándose una pérdida diaria de peso de 47 g/animal. Durante el verano la ganancia diaria fue de 41 g/animal y la producción máxima de peso vivo estimada fue de 15.9 kg/ha (Alvarez y Hernández, 1982). En este estudio se observó que plantas de Festuca toluensis, Muhlenbergia cuadridentata y Muhlenbergia macroura fueron poco consumidas por los ovinos y tendieron a acumularse dentro del área experimental, lo cual no ocurría fuera de ella donde pastoreaban vacunos.

Posteriormente el mismo pastizal fue evaluado bajo condiciones de pastoreo mixto con ovinos y bovinos, tratando de que los componentes vegetales no utilizados por una especie los utilizara la otra (López et al., 1985). Las máximas ganancias diarias de peso fueron de 70 y 250 g/animal para ovinos y bovinos, respectivamente, y la producción total de peso vivo por hectárea (34.4 kg/ha) fue considerablemente superior a la obtenida con ovinos pastoreando solos en evaluaciones anteriores. Sin

embargo, estos resultados no son concluyentes ya que existen variaciones importantes entre años.

El objetivo del presente estudio fue evaluar en una segunda etapa el efecto de la carga animal con ovinos y bovinos pastoreando juntos un pastizal nativo en bosque de pino en Zoquiapan, México, sobre la disponibilidad de forraje, el valor nutritivo del forraje disponible y del forraje seleccionado por los animales, el consumo de forraje y la ganancia de peso por animal y por hectárea.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Producción y calidad del forraje en pastizales de bosque

La producción y calidad del forraje de los pastizales de bosque está afectado por factores como clima, suelo, especie forrajera, densidad, cobertura y especies de árboles, quema y pastoreo (Adams, 1975; Alvarez y Hernández, 1982; Harris, 1954; Verduzco, 1976).

Zaragoza (1987) presentó una revisión de literatura de los factores que afectan la producción y calidad de los pastizales bajo condiciones de bosque. Señala que la precipitación pluvial y la temperatura ambiental son factores determinantes de la producción de materia seca (MS). La calidad del forraje es fuertemente afectada por el estado de madurez así como por la temperatura ambiental. Sin embargo, la información sobre producción y calidad del forraje en pastizales de bosque es limitada.

En la Estación Experimental de Zoquiapan, México, Zepeda (1982, datos no publicados) encontró que la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de gramíneas y hierbas durante el otoño de 1981 fue de 46% y 42%, respectivamente. El mismo autor determinó que el contenido de fibra detergente neutro fue similar en pastos y hierbas (75.5% vs 72.0%, respectivamente). Sin embargo, el contenido de lignina fue superior en hierbas que en gramíneas (31.5% vs 21.5%). La concentración de celulosa (33.0% vs 23.3%) y de hemicelulosa (18.0% vs 12.5%) fue mayor en gramíneas que en hierbas.

Zaragoza (1987) evaluó la calidad y producción de la materia seca de Festuca tolucensis y Muhlenbergia macroura bajo bosque de

Pinus hartwegii en Zoquiapan, México durante 11 meses a partir de mayo de 1981. La producción de MS para el período mencionado fue de 950 y 664 kg/ha para F. tolucensis y M. macroura, respectivamente. El contenido de proteína cruda (PC) disminuyó durante el período citado de 14.1% a 2.7% en F. tolucensis y de 11.7% a 2.8% en M. macroura. Asimismo, la digestibilidad in vitro de la MS (DivMS) disminuyó de 61.7% a 30.2% en F. tolucensis y de 50.0% a 27.9% en M. macroura. Para la misma zona Susano (1986, datos no publicados) determinó una producción de 1210 kg de MS/ha. Por su parte, Alvarez y Hernández (1982) señalan una disponibilidad de forraje en el pastizal de 3899 kg de MS/ha con una digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DivMO) de 34.2% para la estación de invierno, y de 1499 kg de MS/ha con 47.6% de DivMO para la estación de otoño. López et al. (1985) encontraron una disponibilidad de forraje de 1991 kg de MS/ha con 6.8% de PC y 38.4% de DivMS para la estación de otoño.

2.2. Utilización de pastizales de bosque ✓

Los pastizales de bosque constituyen una fuente importante de alimento tanto para la fauna silvestre como para animales domésticos. La actividad ganadera en las regiones de bosque generalmente se combina con la producción de madera (Adams, 1975; Alvarez y Hernández, 1982; Halls, 1957). Al respecto, Susano (1981) indica que en México estas formas de aprovechamiento del bosque se presentan principalmente en la Región Central.

De Alba (1976) señaló que en general, los ganaderos que

hacen uso de los pastizales carecen de conocimientos técnicos del manejo de los animales así como del pastizal. Además, en áreas de explotación comunal del pastizal, la falta de acotamiento de áreas de pastoreo para cada ganadero es el principal obstáculo para controlar el uso del pastizal (Verduzco, 1976). Generalmente los animales pastorean en el pastizal durante todo el año, sin tomar en cuenta la capacidad de carga del agostadero. Esto ocasiona sobrepastoreo, así como una mayor compactación del suelo, lo cual reduce el rendimiento del pastizal y por consiguiente la producción animal (Halls, 1957).

Para mejorar el manejo de los pastizales de bosque de pino se han dado las siguientes recomendaciones (Biswell et al., 1942; Biswell y Foster, 1942; Campbell y Rhods, 1944; Williams et al., 1955; Halls et al., 1964): 1) explotar el bosque de acuerdo con todos sus usos posibles; 2) tener en cuenta la capacidad de carga (producción y utilización del forraje) durante toda la estación de pastoreo; 3) hacer quemas controladas cuando los árboles tengan más de 3 metros de altura y quemar cada 2-5 años; 4) erradicar y/o controlar arbustos indeseables; 5) contar con pasturas provenientes de henos o de praderas cultivadas para la estación de escasez de forraje y dar suplementación proteínica; y 6) restringir la estación de empadre de tal manera que la época de pariciones coincida con el mayor valor nutritivo y disponibilidad de forraje.

Pearson et al. (1971) y De la Puente (1951) señalaron que para un buen manejo del pastizal del bosque es necesario restringir el pastoreo a una época determinada, utilizar la carga animal adecuada y considerar las áreas de regeneración para la

explotación silvícola. Al respecto, Williams et al. (1955) señalaron que se debe utilizar aproximadamente el 50% del forraje disponible, mientras que Halls (1957) recomendó una utilización del 38% al 46%, ya que niveles superiores ocasionan una reducción en la producción de forraje.

2.3. Pastoreo mixto ✓

En México, así como en otros países, la investigación realizada acerca de la utilización de pastizales mediante pastoreo mixto con ovinos y bovinos y/o con otras especies animal es limitada, a pesar de que el pastoreo mixto se practica comunmente en sistemas de producción silvo - pastoriles.

En la mayoría de los experimentos en los cuales se ha estudiado el pastoreo mixto con diferentes especies animal, la producción animal total por unidad de superficie fue mayor con pastoreo mixto que con pastoreo con una sola especie animal (Bedell, 1968; Clarke, 1963; Connolly y Nolan, 1976; Cook et al., 1967; Dudzinski y Arnold, 1973; Goold, 1981; Hamilton y Bath, 1970; Hamilton, 1975; Heinemann, 1970; Merril et al., 1966; Nolan y Connolly, 1976; 1969; Passmore, 1952; Peart, 1962).

En algunos estudios el comportamiento individual de cada especie ha sido similar que en pastoreo simple (Ebersohn, 1966; Hamilton, 1975; Hamilton y Bath, 1970; Merril et al., 1966; Van Keuren y Parker, 1967). Sin embargo, en otros estudios la producción individual de cada especie ha sido mayor durante todo o durante cierto período del año con pastoreo mixto que con pastoreo simple (Bedell, 1968; Connolly y Nolan, 1976; Hamilton y Bath, 1970; Nolan y Connolly, 1976; 1969; Reynolds et al., 1971).

Por su parte Culpin et al. (1964) observaron que la producción de cada especie fue menor en condiciones de pastoreo mixto, comparado con la producción obtenida con pastoreo simple.

Nolan y Connolly (1977) señalaron que la mayor producción animal por unidad de superficie que se ha encontrado en favor del pastoreo mixto se explica por la acción de uno o más de los factores siguientes: Hábitos de pastoreo y selectividad de la dieta, carga animal, relación ovino/bovino y equivalente animal, características de la pradera, carga parasitaria y factores sociales. A continuación se discute cada uno de estos factores.

2.3.1. Hábitos de pastoreo y selectividad de la dieta ✓

Existe considerable información que indica que ovinos y bovinos en pastoreo difieren en cuanto a su preferencia por consumir determinadas especies de plantas o partes de plantas (Arnold y Dudzinski, 1978; Bedell, 1968; Cook et al., 1967; Dudzinski y Arnold, 1973; Ralphs et al., 1986; Reynolds et al., 1971; Ruyle y Bowns, 1985; Squires, 1982; Van Dyne y Heady, 1965a,b,c; Wilson, 1976).

Diferencias en la composición botánica en la dieta de bovinos y ovinos así como en la calidad de la misma han sido observadas por varios autores. En general, el ovino consume más arbustos y malezas y menos pastos que el bovino (Cook et al., 1967; Dudzinski y Arnold, 1973; Ralphs et al., 1986; Ruyle y Bowns, 1985; Squires, 1982; Van Dyne y Heady, 1965a,b,c). Por lo tanto, áreas cuya vegetación incluye pastos, malezas y arbustos podría ser mejor aprovechada con pastoreo mixto de dichas

especies (Heady, 1975).

Con pastoreo simple se ha observado que algunos componentes de la vegetación son consumidos en mayor proporción (Cook et al., 1967; Vargas, 1986), mientras que otros tienden a acumularse (Alvarez y Hernández, 1982). En la Estación Experimental de Zoquiapan de la Universidad Autónoma Chapingo, Vargas (1986) estudió la composición botánica de la dieta de ovinos en muestras obtenidas con fístula de esófago durante el invierno, verano y otoño de 1981. La dieta estuvo compuesta en 42.2%, 48.7% y 3.0% de hierbas, gramíneas y arbustos, respectivamente. La proporción de hojas en la dieta para el invierno fue de 98.3%, en verano de 97.1% y en otoño de 99.1%.

En respuesta a la mejor utilización del recurso forrajero obtenida con pastoreo mixto frente al pastoreo con una sola especie, podría esperarse una mayor producción por unidad de superficie (Cook et al., 1967; Peart, 1962). Al respecto, Snell (1935; citado por Nolan y Connolly, 1977) atribuyó la mayor producción por unidad de superficie, al consumo del trébol y malas hierbas de hoja ancha por los ovinos, las cuales no fueron consumidas por los vacunos. Van Keuren y Parker (1967) explicaron la mayor ganancia obtenida por unidad de superficie con pastoreo mixto, por el consumo de los ovinos de aquel forraje que se desarrolló cerca de los excrementos.

Van Dyne et al. (1980) realizaron una revisión exhaustiva sobre la composición de la dieta seleccionada por ovinos y vacunos. En el cuadro 1 se muestra la composición botánica y la calidad de la dieta de ovinos y vacunos en condiciones de pastoreo. La dieta del ovino incluyó 30% de malezas y 20% de

Cuadro 1. Composición botánica y calidad de la dieta seleccionada por ovinos y bovinos en condiciones de pastoreo.

Variable	Ovinos	Bovinos
	----- % -----	
Gramineas	50.0(105)	71.5(121)
Malezas	30.0(105)	15.0(121)
Arbustos	20.0(105)	13.5(121)

Proteína cruda	13.5(56)	10.3(56)
Digestibilidad <u>in vitro</u> :		
Materia seca	55.6(7)	45.2(4)
Materia orgánica	60.5(25)	51.2(4)

El número entre paréntesis indica el número de observaciones

Tomado de: Van Dyne *et al.*, (1980)

arbustos, mientras que la dieta de bovinos incluyó 14.6% y 13.5% de malezas y arbustos, respectivamente. Las gramíneas constituyeron el 50.0% y 71.5% de la dieta de ovinos y bovinos, respectivamente. El resto de la dieta está compuesto por malezas y arbustos en proporciones similares.

Las diferencias mencionadas entre ovinos y bovinos en términos de composición botánica de la dieta, se esperarían en aquellos pastizales cuya composición florística esté integrada por gramíneas, malezas y arbustos. Además, la proporción relativa de los componentes florísticos, aunado a la palatabilidad y calidad de los mismos podría modificar la proporción relativa de cada uno de ellos en la dieta de ovinos y bovinos. Similarmente, la carga animal asignada y el momento de evaluación después de iniciado el período de pastoreo, podrían afectar la composición de la dieta.

Con ovinos y bovinos pastoreando juntos, se ha observado que la dieta seleccionada por ovinos tuvo valores más altos de PC y digestibilidad de la materia seca y de la materia orgánica (Cook et al., 1967; Dudzinski y Arnold, 1973; Ralphs et al., 1986; Van Dyne y Heady, 1965a; Wilson, 1976) y menor contenido de lignina y fibra cruda, que la dieta seleccionada por bovinos (Bedell, 1968; Cook et al., 1967; Cook y Harris, 1950). Estas tendencias coinciden con las encontradas en la recopilación de información reportada por Van Dyne et al. (1980), quienes encontraron que el promedio de proteína cruda así como la digestibilidad de la materia seca y de la materia orgánica de la dieta de ovinos fue superior que la de bovinos (cuadro 1).

2.3.2. Carga animal

Uno de los factores más importantes que afectan la producción animal bajo condiciones de pastoreo es la carga animal. La mayor parte de la información en relación al efecto de la carga animal sobre la producción animal en condiciones de pastoreo se ha obtenido a partir de experimentos donde se incluyó una especie animal.

Antes de analizar la relación entre la carga animal y la producción es necesario definir carga animal y presión de pastoreo. Carga animal se refiere al número de animales por unidad de superficie. Presión de pastoreo se refiere al número de animales pastoreando por unidad de forraje disponible por día (Soc. Range Manage., 1974). En una pradera dada al aumentar la carga animal aumenta la presión de pastoreo. Es decir, al aumentar el número de animales por hectárea disminuye la cantidad de forraje disponible para cada animal lo que trae como consecuencia una disminución en la oportunidad que tienen los animales para seleccionar su dieta y en el consumo de forraje. Esto se traduce en disminuciones de la producción por animal.

Mott (1960) propuso el modelo $Y_a = k - ab^x$ para expresar la relación entre la ganancia de peso por animal (Y_a) y la carga animal (x). En esta ecuación k , a y b son constantes. La ganancia por animal es máxima con cargas animal bajas y disminuye progresivamente al aumentar la carga animal. La producción por hectárea presenta una respuesta curvilínea en función de la carga animal. Es baja con cargas muy bajas o muy elevadas y máxima con cargas animal intermedias. Esto se debe a que la ganancia por hectárea está determinada por el producto de dos variables: la

producción por animal y el número de animales por hectárea. Así, con cargas animal bajas la ganancia por animal es alta pero el número de animales por hectárea es muy bajo. Lo opuesto ocurre con cargas animal muy altas. Aunque el número de animales es elevado la ganancia por animal es muy baja.

Jones y Sandland (1974) revisaron la información disponible sobre la relación entre la ganancia de peso por animal (Y_a) y carga animal (x) y sugirieron que dicha relación se puede expresar con la ecuación $Y_a = a - bx$. Por lo tanto, la relación entre la producción por hectárea (Y_h) y carga animal sería de la forma $Y_h = ax - bx^2$. En el modelo de Jones y Sandland (1974) la ganancia por animal es máxima con cargas animal bajas y disminuye linealmente con el aumento de la carga. Derivando Y_h con respecto a x , e igualando la primer derivada a cero puede observarse que la ganancia máxima por hectárea ocurriría cuando $x=a/2b$. Este es la mitad del valor de x para el cual $Y_h=0$, si la relación se mantiene a lo largo del rango de cargas en estudio.

Connolly (1976) cuestionó el modelo propuesto por Jones y Sandland (1974) que considera que la relación entre la ganancia por animal y carga animal es lineal. Connolly (1976) señala que factores como el clima, patrones de crecimiento de la pradera y las características de los animales que pastorean, generan un sistema muy complejo y no es lógico que todos estos factores conduzcan siempre a una relación lineal entre la carga animal y ganancia de peso por animal.

Con cargas animal excesivamente bajas, de acuerdo con los modelos propuestos por Mott (1960) y Connolly (1976), no habría una respuesta en la producción por animal al incrementar la carga

animal, mientras que según el modelo de Jones y Sandland (1974), la producción por animal disminuiría al incrementar la carga animal, aún con cargas animal muy bajas.

Por su parte Edye et al. (1978) encontraron en praderas tropicales que el efecto de la carga animal sobre la producción por animal depende de la época del año. Durante la época de sequía al aumentar la carga animal la producción animal disminuyó linealmente. Sin embargo, durante la época de lluvias, la relación entre la carga animal y producción por animal fue curvilínea. Al aumentar la carga animal desde niveles muy bajos, la producción por animal aumentó, lo cual fue explicado por el crecimiento de forraje de mayor calidad con cargas animal moderadas. Aumentos adicionales en la carga animal estuvieron asociados con disminuciones en la producción por animal, debido a una reducción en la disponibilidad de forraje por animal.

Dado que los hábitos de consumo de ovinos y bovinos son diferentes, se podría suponer que el efecto de la carga animal sobre la producción animal bajo condiciones de pastoreo mixto, sea dependiente no sólo de las características del pastizal sino también de la relación ovino/bovino. Asimismo, es probable que en respuesta a las diferencias mencionadas anteriormente, la carga animal óptima para una especie no sea la carga animal óptima para la otra. Bennett et al. (1970), Clarke (1963), Culpin et al. (1964), Goold (1981) y Hamilton y Bath (1970) observaron que los ovinos tienen mayor habilidad de pastorear cerca del suelo cuando el forraje disponible tiende a ser limitante, característica que probablemente los hace ser más competitivos que los bovinos cuando la carga animal es alta.

2.3.3. Relación ovino/bovino y equivalente animal

El comportamiento animal en pastoreo mixto varía con la relación ovino/bovino (Nolan y Connolly, 1977). Por ejemplo, se ha observado que la tasa de crecimiento del ovino aumenta a medida que la proporción de ovinos en pastoreo mixto disminuye (Nolan y Connolly, 1976; Van Keuren y Parker, 1967). Bedell (1968) atribuyó la baja producción por unidad de área al incremento en proporción de ovinos en pastoreo mixto, lo que redujo el trébol en la pradera teniendo consecuencias en el desarrollo de los ovinos. Nolan y Connolly (1976) observaron que la ganancia de peso de becerros pastoreado con ovinos aumentó cuando la proporción de bovinos disminuyó. Sin embargo, esto no ocurrió en los estudios de Drennan y Conway (1973), Reynolds et al. (1971) y Van Keuren y Parker (1967).

Para estudiar el efecto de la relación ovino/bovino en la producción animal de ovinos y bovinos pastoreando juntos, es necesario establecer unidades de equivalencia entre ambas especies.

Con el propósito de establecer equivalentes entre animales con diferente demanda de forraje por día, la Sociedad de Manejo de Pastizales (Soc. Range Manage., 1974) definió unidad animal como "una vaca madura de 450 kg de peso vivo o su equivalente basado en un consumo de forraje de 12 kg de materia seca por día". Una extensión de este concepto es el equivalente unidad animal, que es una fracción proporcional a 1 unidad animal en función de la demanda diaria de forraje (Scarnechia y Kothmann, 1982). De esta manera un equivalente animal podría definirse como el número de animales de una especie que podría ser sustituido

por los de la otra especie.

En virtud de las diferencias en selectividad entre ovinos y bovinos, es dudoso que la unidad animal tal y como se definió anteriormente sea de utilidad para establecer equivalentes animal entre ovinos y bovinos. Connolly y Nolan (1976) cuestionaron el uso de este concepto aún con especies animal pastoreando en forma separada, ya que no incluye elementos de comportamiento animal o carga animal. En pastoreo mixto de ovinos y bovinos Connolly y Nolan (1976) propusieron que para una determinada carga animal de ovinos y bovinos y tomando en cuenta la producción animal se puede definir un equivalente animal para ambas especies. Así, definieron equivalente animal para bovinos en esa carga como el número de ovinos que reemplaza a un bovino manteniendo constante la producción de los demás bovinos; y equivalente animal para ovinos en esa carga, como el número de ovinos que reemplaza a un bovino manteniendo constante la producción de los demás ovinos. Estos autores estimaron que para una pradera de Lolium perenne - Trifolium repens en Irlanda, el equivalente ovino fue 4.2:1 y 4.25:1 y el equivalente bovino 10.01:1 y 8.79:1 para 1973 y 1974, respectivamente. Esto significa que en 1973 un novillo pudo ser sustituido por 4.2 ovinos sin que se hubiera afectado la producción de los demás ovinos y que 10.01 ovinos sustituyeron a un novillo sin que se haya modificado la producción de los novillos restantes.

Usando una relación de 8 ovinos a 1 vacuno, Bennett et al. (1970) observaron que las ovejas desarrollaron mejor bajo condiciones de pastoreo mixto que cuando pastorearon solas, mientras que los bovinos se comportaron mejor cuando pastorearon

solos. Sin embargo Hamilton y Bath (1970) trabajando con una relación de 4 ovinos a 1 vacuno encontraron que el comportamiento de ambas especies fue mejor cuando pastorearon juntos que en pastoreo simple.

2.3.4. Características de la pradera. ✓

En los estudios de pastoreo simple y pastoreo mixto de especies, es importante considerar las características de la pradera y entender su efecto sobre la productividad de cada especie animal y sobre la producción por unidad de superficie. Sin embargo, la mayor parte de la información al respecto ha sido obtenida a partir de estudios de pastoreo que incluyeron sólo una especie animal.

La cantidad de alimento consumido es el principal factor que afecta la productividad del animal en pastoreo, y éste está controlado por factores tanto de la planta como del animal (Hacker y Minson, 1981; Minson, 1981). Entre las características de la pradera que afectan el comportamiento fágico de los animales en pastoreo se tiene la disponibilidad y calidad del forraje, composición botánica y estructura de la pradera, entre otros. La relación entre dichas variables ha sido revisada por Arnold y Dudzinski (1978), Stobbs (1973a,b) y Stobbs (1975a) entre otros. En esta revisión sólo se mencionarán los aspectos más relevantes de este tópico.

El consumo diario de materia seca bajo pastoreo puede expresarse como el producto de tres variables: cantidad de forraje ingerido por bocado, número de bocados por unidad de

tiempo y tiempo de pastoreo (Allden y Whittaker, 1970; Hodgson, 1982; Stobbs, 1975b). Los animales en pastoreo modifican la cantidad de alimento ingerido por bocado y el número de estos en función de las características de la pradera anteriormente citadas.

La disponibilidad y calidad del forraje es un factor determinante en la cantidad consumida por los animales en pastoreo. En términos generales, en praderas con una digestibilidad superior al 70% y alta disponibilidad, el consumo de energía por los animales tiende a estabilizarse ya que está regulado por las necesidades energéticas del animal. Con una disponibilidad baja de forraje, aunque la calidad sea alta el animal no podrá consumir suficiente alimento para satisfacer sus requerimientos. Lo mismo ocurriría cuando se tuviera alta disponibilidad con baja calidad (McClymont, 1967).

Hodgson (1976) estudió el consumo de ovinos en pastoreo en función de la disponibilidad de forraje. Encontró que a mayor disponibilidad el consumo aumentó en forma curvilínea hasta el punto en que aumentos adicionales en disponibilidad no resultaron en aumentos en el consumo de materia orgánica. Greenhalgh et al. (1966) indicaron que la relación entre consumo de forraje y asignación de forraje probablemente fuera de forma curvilínea. Estos autores enfatizaron que un incremento en la asignación puede afectar cualitativamente y cuantitativamente el forraje consumido, dado que la oportunidad de selección es mayor.

La altura y densidad de la pradera son variables que están altamente relacionadas con la disponibilidad de forraje, las cuales afectan el patrón de consumo de los animales en pastoreo.

Arnold y Dudzinski (1974) indican que para alturas de 5 a 20 cm en pasto Lolium perenne, Dactylis glomerata y la asociación Phalaris tuberosa/Trifolium subterraneum, la ingestión relativa con respecto a lo observado en Lolium perenne a 5 cm de altura, varió de 100 a 194, 114 a 209, y 146 a 214, respectivamente.

Cuando el forraje es de mayor altura la cantidad ingerida por bocado es alta y el animal satisface sus necesidades en poco tiempo de pastoreo, pero cuando la densidad es mayor y el forraje es corto, disminuye la cantidad ingerida por bocado. Aunque el tiempo de pastoreo se incrementa no se logra consumir la misma cantidad de materia seca que cuando el forraje es largo.

Se ha observado que la estructura de la pradera tiene un efecto importante sobre la cantidad ingerida por bocado (Stobbs, 1973a,b; Stobbs, 1975a; Hodgson, 1981). Stobbs (1973a) trabajando con bovinos en praderas de Setaria anceps con y sin fertilización nitrogenada, observó consumos de materia orgánica (MO) de .39 y .13 g/bocado, respectivamente. El mismo autor trabajando con praderas de Siratro, Setaria y Pangola con una disponibilidad de 3370, 3810 y 3850 kg MS/ha, una altura de 21.4, 26.3 y 19.4 cm, y una densidad (kg MS/ha/cm) de 157, 149 y 199, respectivamente, encontraron consumos de .24, .28 y .34 g de MO/bocado, respectivamente.

La composición botánica de una pradera y la palatabilidad de las especies que la componen afecta en forma importante el consumo de animales en pastoreo. Los animales seleccionan su dieta a partir de aquellas plantas y/o partes de plantas más palatables de la pradera (Arnold y Dudzinsky, 1978). Si existe alta disponibilidad de aquellas plantas y/o partes de plantas

palatables, el animal consume mayor cantidad de MS en menor tiempo de pastoreo. Lo contrario ocurre si la disponibilidad disminuye (McClymont, 1967). Leigh y Mulham (1966) evaluaron la dieta de ovinos que pastorearon una pradera constituida por Hordeum leporinum, Medicago polymorpha, Danthonia caespitosa, Atriplex vesicaria, Kochia aphylla y otras especies, en una proporción de 0.2%, 11.6%, 0.2%, 75.3%, 9.5% y 3.2%, respectivamente. La disponibilidad de MS en el primer día de pastoreo fue de 1145 kg y en el quinto día de pastoreo de 807 kg. Los autores encontraron que el 35.0% de la dieta en el primer día de pastoreo estuvo compuesta por H. leporinum, aunque en la pradera sólo estaba presente en un .2%. En contraste, Atriplex vesicaria que integraba el 75.3% de la pradera, solo constituyó el 1.0% de la dieta. En el quinto día de pastoreo H. leporinum aparecía en cantidades traza en la pradera y constituía el .5% en la dieta. Para el quinto día de pastoreo A. vesicaria constituyó el 68.0% de la dieta. Kochia aphylla, aunque integraba el 9.5% en el primer día de pastoreo y 12.5% en el quinto, no se registró en ningún momento en la dieta de los animales.

2.3.5. Carga parasitaria ✓

El comportamiento animal tanto en estabulación como en pastoreo está determinado, al menos en parte, por la carga parasitaria de los animales. Al respecto, una motivación para practicar el pastoreo mixto de especies está dada por el concepto de que cada especie animal es resistente a los parásitos que infectan a la otra (Nolan y Connolly, 1977). En este sentido Taylor (1961, citado por Nolan y Connolly, 1977) indicó que el

pastoreo mixto de bovinos y ovinos podría tener ventajas para controlar gusanos intestinales ya que el ovino parece no discriminar aquel forraje que crece cerca de ó está contaminado con excrementos. En estudios realizados por Black (1960) con algunas especies de Nematodirus los cuales tienen un ciclo anual de vida, se encontró que la presencia de becerros adultos pastoreando con ovinos redujo la incidencia de larvas infecciosas en años posteriores. Downey (1974) trabajando con ovinos, vacas y becerros en pastoreo mixto encontró una reducción de larvas de Nematodirus en la pastura y un aumento en las ganancias diarias de peso por animal por efecto del pastoreo mixto, en una primera evaluación. Sin embargo, en evaluaciones posteriores no encontró diferencias entre becerros pastoreando solos y aquellos pastoreando con vacas o borregos adultos.

Se ha señalado que la carga parasitaria puede agravarse a medida que la carga animal aumenta (Taylor 1961, citado por Nolan y Connolly, 1977). Sin embargo, estudios realizados por Nolan y Conway (1969) y Nolan (1972) no mostraron evidencia de una mayor incidencia parasitaria gastrointestinal asociada con aumentos de la carga animal y con el transcurso del tiempo por un período de cinco años.

La información disponible sobre el control de parásitos por efectos complementarios del pastoreo mixto de especies es sumamente escasa y contradictoria, lo cual exige mayor investigación al respecto.

2.3.6. Factores sociales.

Existe muy poca información acerca del comportamiento social de los animales en pastoreo simple o mixto y su efecto sobre la producción animal. Clark (1963) observó que los ovinos se acercan a los bovinos posiblemente en busca de protección. Por su parte Bond et al. (1967) trabajando con ovinos y bovinos por un período de cuatro años observaron una fuerte relación social entre ambas especies cuando pastorearon en parejas y señalan que dicha relación se incrementó con el tiempo. Ambos autores concluyen que la relación social que se desarrolla en el pastoreo mixto de especies podría afectar la productividad animal.

3. HIPOTESIS ✓

1. Bajo condiciones de pastoreo mixto los ovinos seleccionan una dieta de mayor calidad que los bovinos.
2. El efecto de la carga animal sobre el comportamiento productivo animal en bovinos y ovinos pastoreando juntos es diferente en ambas especies.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Descripción del área experimental

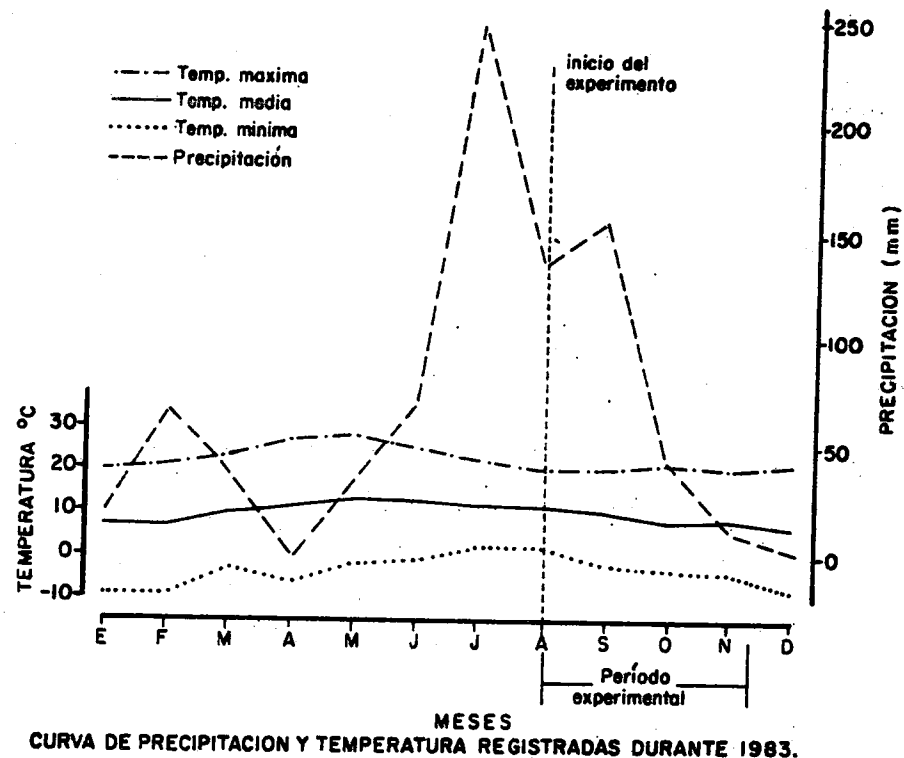
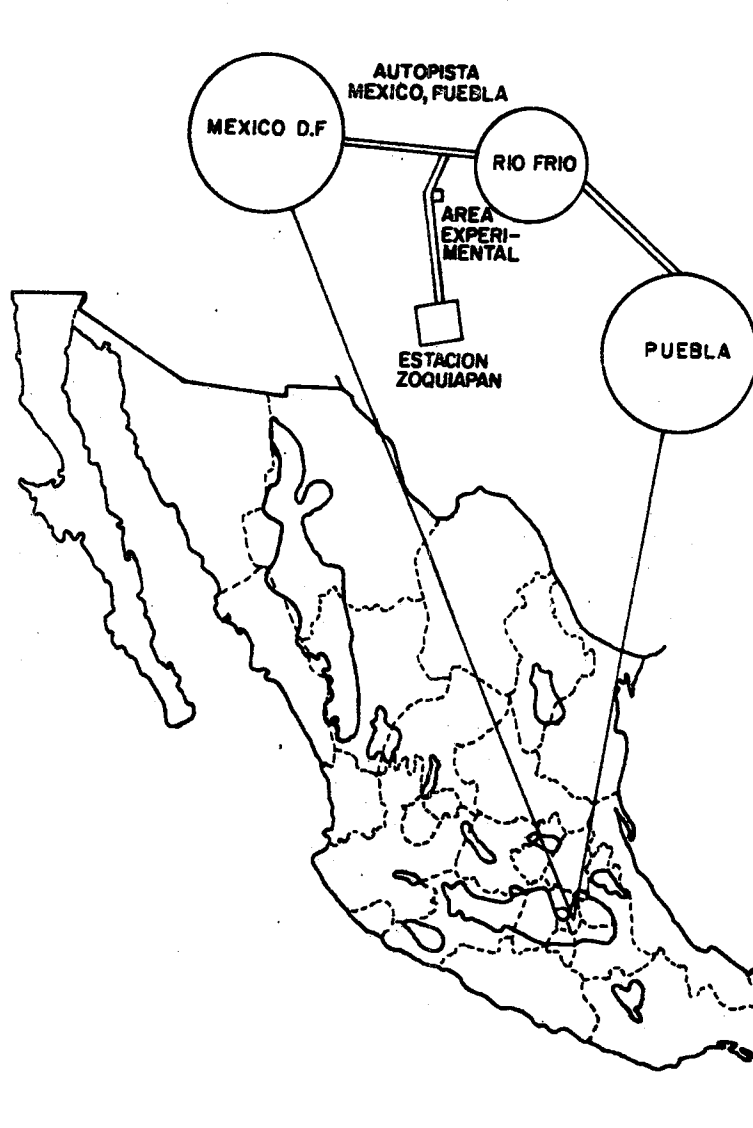
En la figura 1 se presenta un plano con la localización, información climatológica y vegetación del área experimental.

4.1.1. Localización

El experimento fue realizado dentro de los terrenos del Ejido de San Martín Cuahutlalpan, Edo. de México, en el paraje denominado "Tlamalinco" sobre una superficie de 27 ha localizada en el km 6.5 del camino Llano Grande - Estación Experimental Zoquiapan (Universidad Autónoma Chapingo). El área experimental está ubicada entre los paralelos $19^{\circ}13'12''$ de latitud norte y entre los meridianos $92^{\circ}52'18''$ de longitud oeste, con una altura de 3350 msnm.

4.1.2. Clima

El clima del lugar es templado subhúmedo con lluvias en verano, clasificado como $C(w''_2)(b')ig$ por García (1981). La precipitación media anual es de 1169 mm, que se concentran entre mayo y agosto principalmente. Existen granizadas en la época de lluvias. La temperatura media anual es de $11.1^{\circ}C$ con máximas en julio y agosto y mínimas de noviembre a febrero. Se tiene en promedio 110 días con heladas al año y además se presentan nevadas esporádicas en los meses de enero a marzo. La humedad relativa media anual es de 49.9%. Los vientos dominantes son los del sureste con una velocidad de 2.7 m/segundo.



ALTITUD 3 350 M.S.N.M

VEGETACION

BOSQUE :PINUS HARTWEGII LINDL

PASTIZAL:MUHLENBERGIA SPP,FE5

TUCA SPP,STIPA SPP Y

BROMUS SPP

CLIMA :TEMPLADO SUBHUMEDO

TEMPERATURA MEDIA 11.1 °C

PRECIPITACION ANUAL 1169 mm.

TOPOGRAFIA :PENDIENTES DE 3-6 %

SUELO :ORIGEN VOLCANICO

FIGURA I. LOCALIZACION E INFORMACION GENERAL DEL AREA EXPERIMENTAL

4.1.3. Suelo ✓

Los suelos del lugar son de origen volcánico, pertenecientes al grupo de los andosoles dentro del origen iceptisol. Su textura es franco-arenosa con 12.9% de materia orgánica en el horizonte A y el pH de 5.0 a 6.5 (Rey, 1975).

4.1.4. Vegetación

El tipo de vegetación es un bosque de pino, en donde la especie dominante es Pinus hartwegii Lindl. El estrato herbáceo está integrado por hierbas, gramíneas y arbustos. Las principales hierbas que se encuentran son Achilla millefolium, Alchmilla procumbens, Arceuthobium globosum, Astragalus radicans, Cirsium pinetorum, Eopatorium prunellaefolium, Geranium potentilliaefolium, Gnaphalium liebmannii, Helenium integrifolium, Lithospermum distichum, Lupinus mexicanus, Oxylobus adscendens, Salvia prunelloides, Stachys agraria, Viola painteri y otras. Las gramíneas dominantes son Festuca toluensis, Mulhenbergia macroura, Mulenbergia quadridentata, Piptochaetium fimbriatum y Bromus anomalus. La vegetación arbustiva está compuesta por Penstemon gentianoides y Senecio cinerarioides (Vargas, 1986).

4.2. Descripción del experimento

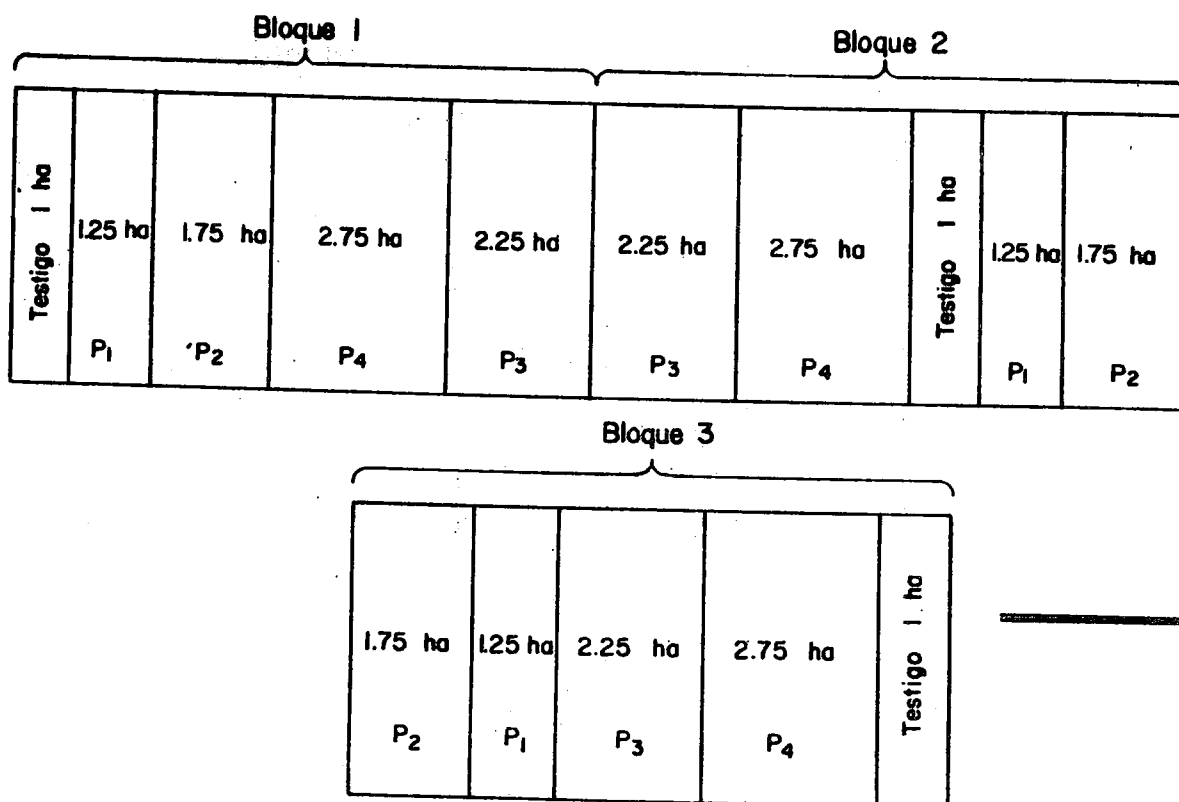
4.2.1. Tratamientos, animales y diseño experimental

La prueba de pastoreo inició el 17 de agosto de 1983 y tuvo una duración de 81 días. Esta fue la cuarta fase de evaluación del pastizal de un experimento iniciado en enero de 1981. Los

tratamientos estuvieron definidos por cuatro cargas animal (249, 291, 381 y 506 kg de PV/ha), manteniendo constante la relación bovino:ovino. La relación bovino:ovino (en cabezas) fue 0.6:1, equivalente a una relación bovino:ovino (en kg) de 4.9:1. El área experimental consistió en 12 potreros de 1.25, 1.75, 2.25 ó 2.75 ha, distribuidos según un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. En la figura 2 se presenta la distribución de las parcelas en el área experimental, señalándose la superficie y carga animal (kg de peso vivo, ovino + bovino/ha) asignada a cada potrero. En cada potrero se colocaron 3 becerros Cebú x Charolais y 5 borregos de las razas Suffolk, Corriedale y Rambouillet, con un peso inicial (PI) de 183.3 ± 31 kg y 22.4 ± 4 kg, respectivamente. Los borregos fueron estratificados por raza y sexo de tal manera que cada potrero tuviera animales de las tres razas y ambos sexos. El área experimental incluyó también 3 potreros de 1 ha, en los cuales no se introdujeron animales, con el propósito de evaluar el efecto del pastoreo sobre la vegetación, trabajo que estuvo a cargo del entonces Centro de Investigaciones Forestales de la Región Central del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (ahora Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias).

4.2.2. Manejo de los animales y rutina de trabajo

Los animales fueron pesados al inicio del experimento, inyectados con vitaminas A, D y E, y desparasitados externa e internamente. Posteriormente fueron asignados al azar a cada uno de los tratamientos. Durante el transcurso del experimento los borregos pastorearon 10 horas al día (de 07:00 h a 17:00 h)



Carga animal (kg PV/ha) asignada a cada parcela

Bloque	Parcela	Carga animal		
		Ovinos	Bovinos	Total
1	P ₁	74 (4)*	422 (2.4)	496
	P ₂	44 (2.81)	314 (1.71)	358
	P ₃	27 (2.22)	272 (1.33)	299
	P ₄	39 (1.81)	212 (1.09)	251
2	P ₁	76	432	508
	P ₂	43	328	371
	P ₃	36	264	300
	P ₄	34	212	246
3	P ₁	64	449	513
	P ₂	66	347	413
	P ₃	35	237	272
	P ₄	37	217	254

*Ovinos/ha y Bovinos/ha

Figura 2. Distribución de las parcelas en el área experimental y carga animal asignada a cada una de ellas.

llevándose por la tarde a un corral para protegerlos de los predadores. Los becerros permanecieron las 24 horas del día dentro del potrero.

Dentro de las parcelas y en el corral se les proporcionó agua y una mezcla comercial de minerales (Rumisal*) a voluntad en forma permanente, con un contenido por kg de 130 g de calcio, 50 g de fósforo, 109 g de sodio, 200 g de cloro, 4.3 g de hierro, 3.0 g de azufre, 3.33 mg de magnesio, 200 mg de manganeso, 80 mg de cobre, 66.6 mg de cobalto, 4 mg de yodo y 80 mg de zinc.

4.2.3. Determinaciones de campo

2.3.1. Muestreo del forraje disponible

Para el estudio del forraje disponible se realizaron 4 muestreos (5/09/83; 29/09/83; 29/10/83 y 24/11/83) cortando aproximadamente a 2 cm de altura del suelo, utilizando una área de muestreo de 1 m x 1 m. Se tomaron un total de seis muestras por ha, a las que se les registró su peso húmedo y se les almacenó en cámara fría a 4°C por no más de 8 días.

4.2.3.2 Muestreo de forraje seleccionado por los animales en pastoreo

Las muestras de forraje seleccionado se tomaron periódicamente (apéndice 1 y 2) en cada parcela por 5 borregos y 4 becerros fistulados en el esófago de acuerdo a las recomendaciones de Van Dyne y Torell (1964). Los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación a las parcelas de 15 días,

* Marca registrada (Lab. Goffler)

antes de llevar a cabo el muestreo. La toma de muestras se efectuó al iniciarse el pastoreo por la mañana y el tiempo de muestreo fué aproximadamente de 30 minutos. Una vez recolectadas las muestras de forraje se conservaron en bolsas de plástico en hielo hasta llegar a Chapingo, donde fueron almacenadas en congelador.

4.2.3.3. Recolección de heces de los animales en pastoreo

La medición de la cantidad de heces excretadas se realizó mediante la recolección total, con bolsas de lona sujetas con arnés a los animales, los cuales fueron sometidos a un período de 5 días de adaptación a las bolsas. Finalizando el período de adaptación se recolectaron las heces durante 7 días. Las heces se recogieron por la mañana, antes de que los animales salieran a pastorear y fueron guardadas en bolsas de polietileno registrando su peso húmedo antes de ser almacenadas en cámara fría a 4°C.

4.2.4. Determinaciones de laboratorio

4.2.4.1. Forraje disponible

Las muestras de forraje disponible fueron deshidratadas en estufa de aire forzado a una temperatura de 55°C hasta peso constante. La información obtenida permitió conocer la disponibilidad de materia seca por unidad de superficie (kg MS/ha). Las muestras deshidratadas provenientes de cada fecha de corte y parcela fueron molidas en molino de martillos con criba de .83 cm. Luego se mezclaron y se tomó una submuestra de

aproximadamente 200 g que fue molida en molino con criba de 1 mm. De esta manera se obtuvieron 12 muestras por fecha de corte a las que se les determinó PC, cenizas y digestibilidad in vitro de la materia seca (DivMS).

4.2.4.2. Forraje seleccionado por los animales en pastoreo

Las muestras de forraje seleccionado fueron deshidratadas en estufa de aire forzado a 55°C hasta peso constante y molidas en molino con criba de 1 mm. Posteriormente se les determinó PC y DivMS.

4.2.4.3. Determinación de la cantidad de materia seca excretada por los animales en pastoreo

Al término del período de recolección de heces, se mezclaron las muestras diarias de cada animal, tomándose una submuestra de aproximadamente 3 kg para los bovinos y 1 kg para los ovinos, la cual fue deshidratada en estufa de aire forzado a una temperatura de 55°C hasta peso constante. La información obtenida permitió conocer el contenido de materia seca y estimar la materia seca total excretada promedio/animal/día.

4.2.4.4. Procedimientos utilizados

Las determinaciones de MS y PC en las muestras de forraje disponible y forraje seleccionado, y de materia seca en muestras de heces, se realizaron de acuerdo a las técnicas descritas por A.O.A.C. (1975). La DivMS en las muestras del forraje

disponible y forraje seleccionado se determinó utilizando la técnica de Tilley y Terry (1963).

4.2.5. Estimación del consumo de materia seca por los animales en pastoreo

El consumo de materia seca se estimó tanto con ovinos y bovinos 50 días después de iniciado el experimento, únicamente en las parcelas de 1.25 y 2.75 ha del bloque 1 y 2 correspondientes a la carga mayor y menor respectivamente con dos becerros y tres borregos por parcela. La materia seca consumida se estimó a partir de la siguiente fórmula:

$$C = \frac{100 * H}{100 - D}$$

donde C = consumo (g MS/animal/día), H es la cantidad de heces excretadas (g/día) y D es la DivMS del forraje consumido. Las determinaciones de D y H se hicieron como se indica en los incisos 2.4.2. y 2.4.3., respectivamente.

4.2.6. Determinación de la ganancia de peso

La ganancia de peso se determinó pesando los animales previo ayuno de 12 horas al inicio y al final por tres días consecutivos, y cada 8 días durante el periodo experimental, con una aproximación de 1 kg.

4.3. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos para las variables de respuesta

forraje disponible (FD, kg MS/ha), proteína cruda (PCFD, %) y digestibilidad in vitro (DFD, %) de la materia seca del forraje disponible; proteína cruda (PCFS, %) y digestibilidad in vitro (DFS, %) del forraje seleccionado, fueron analizados por regresión múltiple (Draper y Smith, 1981), haciendo uso del procedimiento "Stepwise" para seleccionar el modelo que mejor explicara el comportamiento de dichas variables de respuesta y del procedimiento "GLM" para estimar los parámetros del modelo, mediante el Sistema de Análisis Estadístico (SAS, 1979) partiendo de los siguientes modelos:

Modelo 1

$$Y_{ij} = \beta_0 + B_j + \beta_1 D + \beta_2 CT + \beta_3 D^2 + \beta_4 CT^2 + \beta_5 D \times CT + \beta_6 D^2 \times CT + \beta_7 D \times CT^2 + \beta_8 D^2 \times CT^2 + \epsilon_{ij}$$

Modelo 2

$$Y_{ij} = \beta_0 + B_j + \beta_1 D + \beta_2 CT + \beta_3 D^2 + \beta_4 CT^2 + \beta_5 D \times CT + \beta_6 D^2 \times CT + \beta_7 D \times CT^2 + \beta_8 D^2 \times CT^2 + \beta_9 F + \beta_{10} F^2 + \epsilon_{ij}$$

Modelo 3

$$Y_{ij} = \beta_0 + B_j + E_k + \beta_1 D + \beta_2 CT + \beta_3 D^2 + \beta_4 CT^2 + \beta_5 D \times E_k + \beta_6 D^2 \times E_k + \beta_7 CT \times E_k + \beta_8 CT^2 \times E_k + \beta_9 D \times CT + \beta_{10} D^2 \times CT + \beta_{11} D \times CT^2 + \beta_{12} D^2 \times CT^2 + \beta_{13} F + \beta_{14} PCF + \beta_{15} F^2 + \beta_{16} PCF^2 + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Forraje disponible (kg MS/ha, modelo 1), proteína cruda (%) y digestibilidad in vitro de la materia seca (%) del forraje disponible (modelo 2) y del forraje seleccionado (modelo 3).

β_0 = Intercepto

$\beta_1, \dots, \beta_{16}$ = Coeficientes parciales de regresión de las variables independientes

B_j = Efecto del bloque (variable discreta, donde:
 $j = 1, 2, 3$)

E_k = Efecto de la especie animal (variable discreta),
donde:
 $k = 1$, ovino;
 $k = 2$, bovino

D y D^2 = Efecto lineal y cuadrático, respectivamente, de días transcurridos desde el inicio del experimento

CT y CT^2 = Efecto lineal y cuadrático, respectivamente, de la carga animal total (kg de PV (ovino + bovino)/ha)

$D \times CT, \dots, D^2 \times CT^2, \dots, CT^2 \times D \times E_k$ = Interacciones entre las variables independientes antes definidas.

F y F^2 = Efecto lineal y cuadrático, respectivamente, del forraje disponible al inicio del experimento.

PCF y PCF^2 = Efecto lineal y cuadrático, respectivamente, de la proteína cruda del forraje disponible al inicio del experimento.

PI = peso inicial de los animales.

ϵ = Error aleatorio.

Los análisis de varianza correspondientes a los modelos seleccionados para cada variable se presentan en los apéndices 3 al 12.

Los datos de consumo de materia seca en términos de kg MS/100 kg PV, g MS/kg PV^{.75}, g MSD/kg PV^{.75} fueron analizados por análisis de varianza para un diseño de bloques al azar (Steel y Torrie, 1982), usando el paquete estadístico SAS (1979) según el modelo 4:

Modelo 4

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + E_j + C_k + (ExC)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = Consumo de materia seca

μ = Media general

β = Efecto del bloque i

E = Efecto de la especie j

C = Efecto de carga total k

ExC = Efecto de la interacción
especie x carga

ϵ = Error aleatorio

La ganancia de peso por animal y por hectárea durante todo el período experimental fueron analizadas mediante el modelo 5:

Modelo 5

$$Y_{ij} = \mu + B_i + \beta_1 CT + \beta_2 CT^2 + \epsilon_{ij}$$

donde: Y_{ij} = ganancia de peso por animal y por hectárea. Los coeficientes de regresión y variables independientes fueron previamente definidas.

Dado que los animales perdieron peso al final del experimento, las variaciones de peso vivo durante el período de pastoreo fueron analizados mediante el modelo 6:

Modelo 6

$$Y_{ijk} = \beta_0 + B_j + \beta_1 E_k + \beta_2 CT + \beta_3 CT \times E_k + \beta_4 D + \beta_5 D \times E_k + \beta_6 CT \times D + \beta_7 CT^2 + \beta_8 CT^2 \times E_k + \beta_9 D^2 + \beta_{10} D^2 \times E_k + \beta_{11} CT \times D \times E_k + \beta_{12} CT^2 \times D \times E_k + \beta_{13} F + \beta_{14} PI(E_k) + \epsilon_{ijk}$$

Donde Y_{ijk} = variación de peso vivo. Los coeficientes de regresión y variables independientes fueron anteriormente definidas.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Disponibilidad de forraje

Al inicio del experimento se tenía una disponibilidad de 1726($\pm$ 115) kg de materia seca/ha (figura 3), cantidad inferior a la observada por López et al. (1985) en la evaluación del año anterior y similar a la determinada por Alvarez y Hernández (1982) en otoño de 1981. La información indica que el pastizal en esta prueba se encontraba en un estado de desarrollo más temprano que en la del año anterior.

La variación del forraje disponible estuvo afectada por la interacción entre días de pastoreo y carga animal (figura 3). Con cargas animal altas la disminución observada en forraje disponible al avanzar la estación de pastoreo fue mayor que la observada en cargas animal bajas. La desaparición de forraje por día fue de 8.16, 9.54, 12.49 y 16.59 kg/ha para las cargas de 249, 291, 381 y 506 kg PV/ha, respectivamente. Estos resultados son similares a los encontrados en la evaluación del año anterior, realizada por López et al. (1985). La mayor desaparición de MS con el aumento de la carga animal puede ser explicada en términos de mayor consumo de MS por unidad de superficie, y al efecto del pisoteo de los animales sobre la pastura.

2. Proteína cruda del forraje disponible y del forraje seleccionado por ovinos y bovinos.

El valor observado de PCFD al inicio del pastoreo fue de 10.4% y el predicho fue de 9.4% (figura 4), el cual disminuyó con

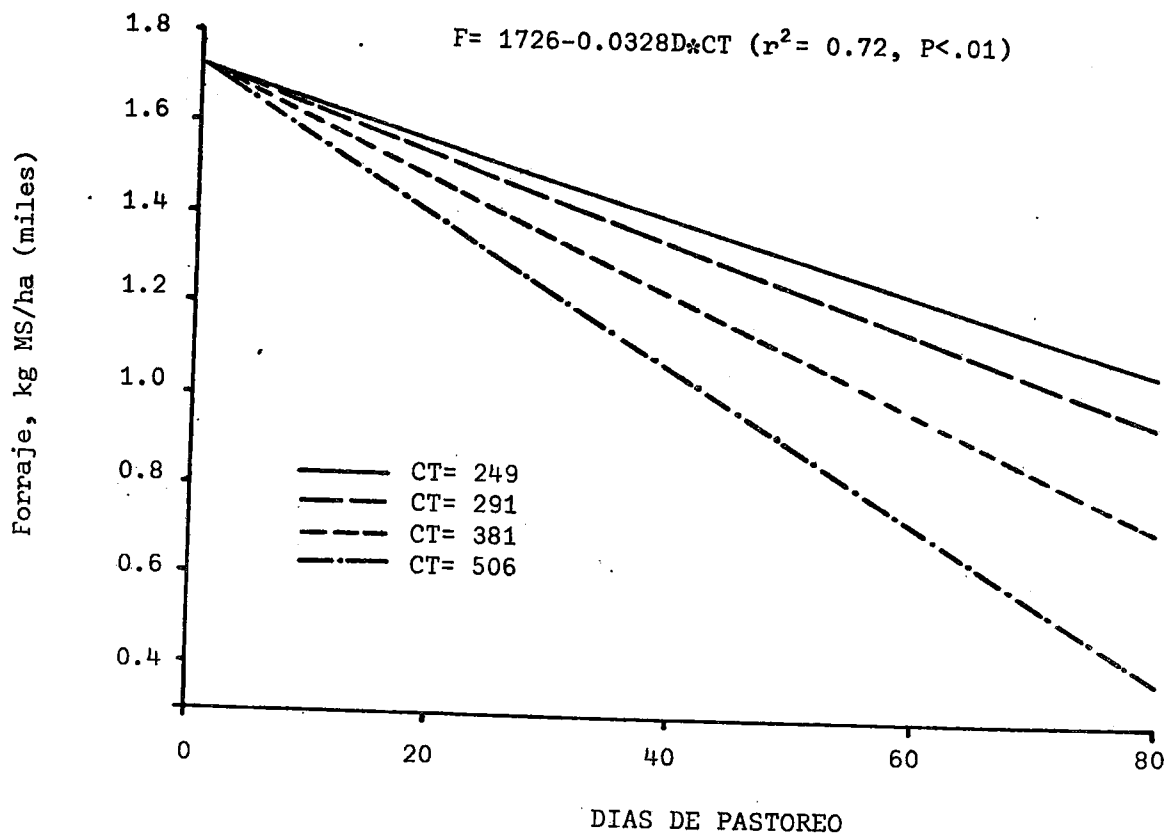


Figura 3. Forraje disponible (F) en un pastizal bajo bosque de pino pastoreado durante 81 días (D) por ovinos y bovinos a distintas cargas animal (CT, kg PV/ha).

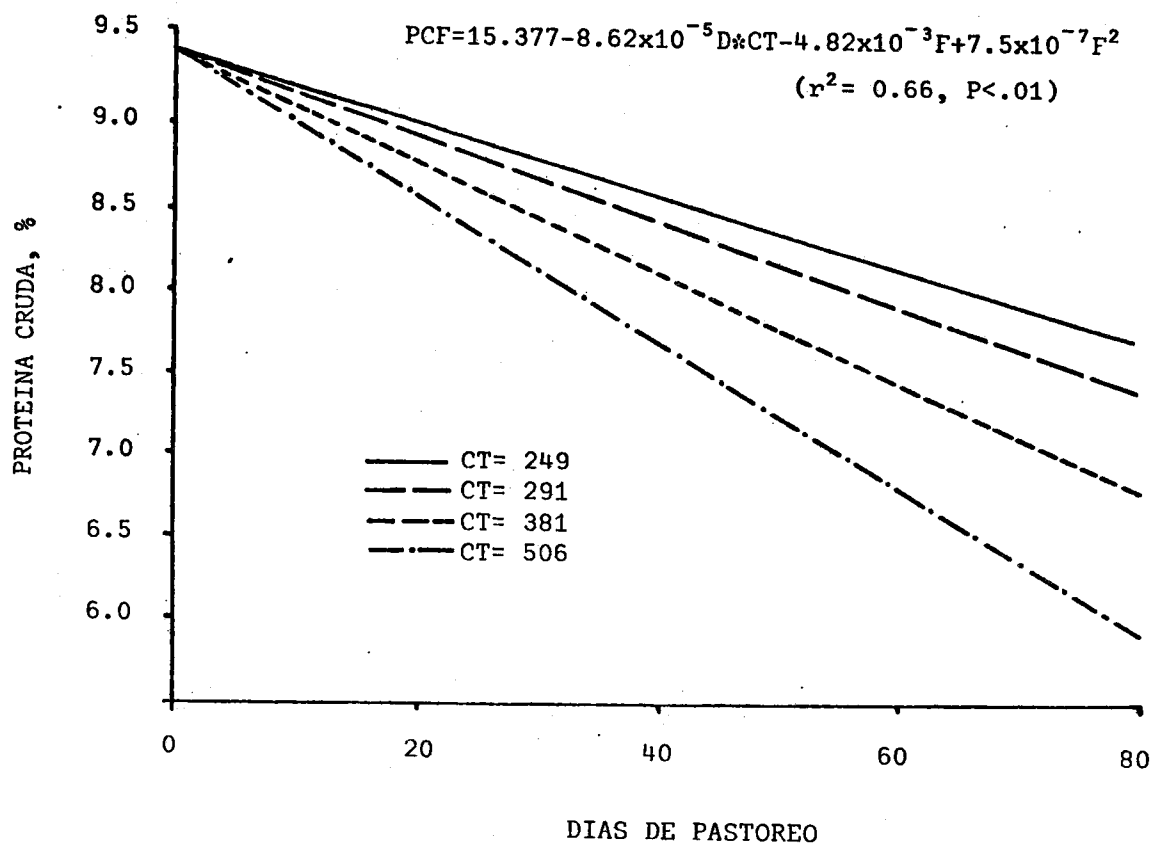
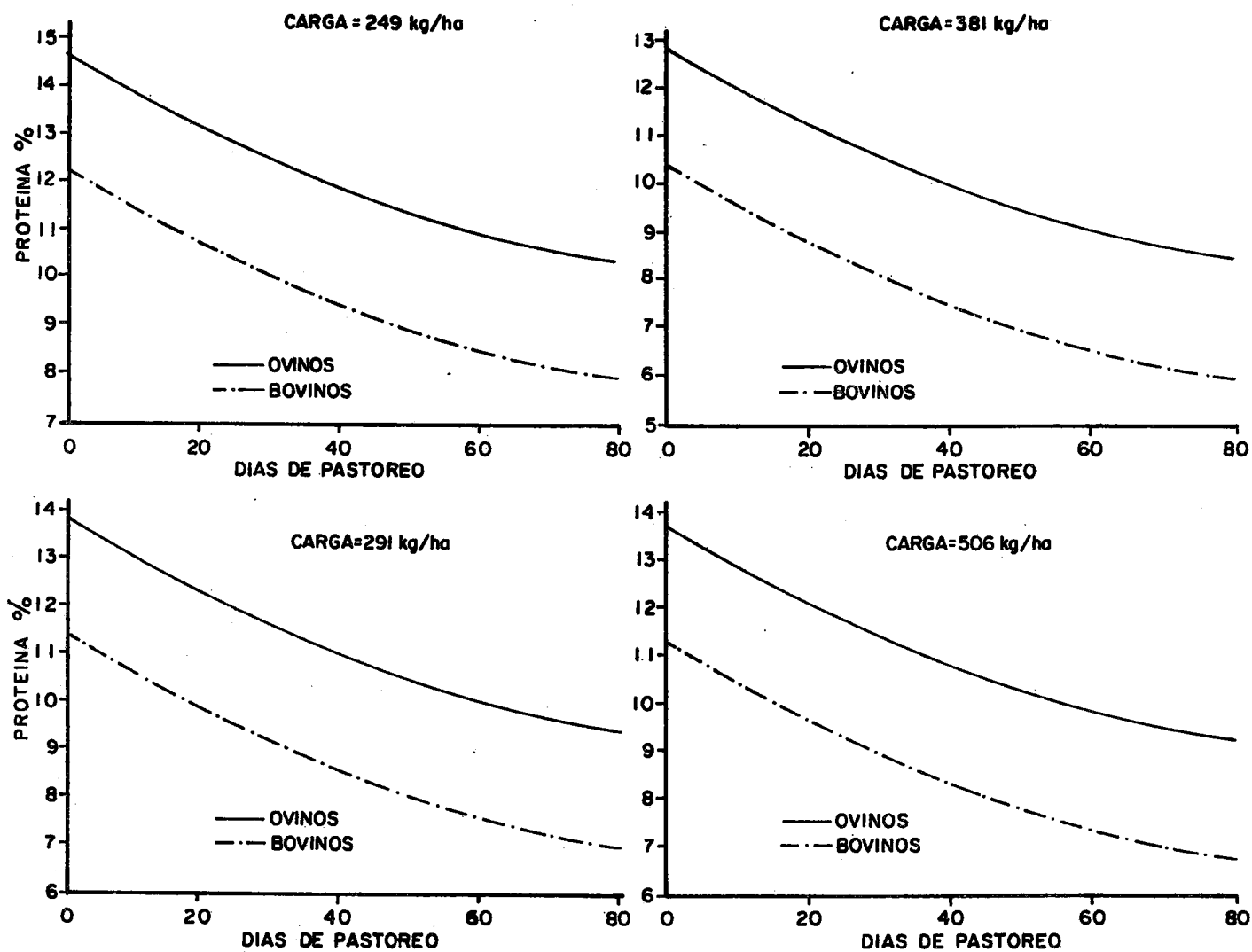


Figura 4. Proteína cruda del forraje disponible (PCF) de un pastizal bajo bosque de pino, pastoreado durante 81 días (D) por ovinos y bovinos a distintas cargas animal (CT, kg PV/ha) y con diferente cantidad inicial de forraje disponible (F , $\bar{x} = 1674$ kg MS/ha).

los días de pastoreo, siendo dicho descenso más marcado con cargas animal mayores. Por cada kg de PV/ha la PCFD disminuyó en 8.62×10^{-5} unidades porcentuales por cada día de pastoreo. La cantidad de FD al inicio del pastoreo afectó negativamente el contenido de PCFD, lo que es un reflejo del efecto de la madurez sobre el contenido de proteína del forraje (Fernández y Orcasberro, 1978). El descenso de la PCFD con los días de pastoreo es debido a que la proteína del forraje disminuye a medida que el estado fisiológico es más maduro, lo cual se tiene con el avance de los días de pastoreo (Orcasberro et al., 1983; Raymond, 1969; Zaragoza, 1987), y principalmente por el consumo hecho por los animales en pastoreo de aquellas plantas y/o partes de plantas de mayor calidad (Arnold y Dudzinski, 1978). Estos resultados coinciden con los encontrados por López et al. (1985) en la evaluación del año anterior.

Al inicio del periodo de pastoreo la dieta de los ovinos tuvo en promedio para todas las cargas estudiadas 13.8% de proteína cruda y fue superior ($P < .01$) en 2.45 unidades porcentuales a la dieta de los bovinos (figura 5). Tanto en el forraje seleccionado por ovinos como en el seleccionado por bovinos, el contenido de PC disminuyó con los días de pastoreo en forma curvilínea en todas las cargas animal estudiadas (figura 5). Asimismo, durante el periodo de pastoreo, la dieta seleccionada por ovinos tuvo un mayor contenido de PC que el forraje disponible en todas las cargas estudiadas. Los valores promedio de proteína cruda al inicio y al final del periodo de pastoreo fueron de 13.8% y 9.3% para ovinos y, de 9.4% y 6.9% para forraje disponible, respectivamente). El contenido de PC del



$$PCFS = 23.36 + 2.45E - 0.089D + 4.07 \times 10^{-4}D^2 - 0.064CT + 7.98 \times 10^{-5}CT^2 \quad (r^2 = .57, P < 0.1)$$

Figura 5. Proteína cruda del forraje seleccionado (PCFS) por ovinos (E=1) y bovinos (E=0), pastoreando durante 81 días (D) un pastizal de bosque de pino a distintas cargas animal (CT, kg PV/ha).

forraje consumido por bovinos fue mayor que el observado en el forraje disponible al inicio del período de pastoreo en todas las cargas estudiadas, y dicho comportamiento se mantuvo únicamente en las cargas de 249 y 506 kg/ha. En las cargas de 291 y 381 kg/ha el contenido de PC del forraje consumido por bovinos fue superior al lo observado en el forraje disponible, desde el inicio del período de pastoreo hasta el día 42 y 22 respectivamente, a partir de los cuales tendió a ser menor hasta el final de la evaluación. El mayor contenido de PC del forraje seleccionado por ovinos y bovinos en relación al del forraje disponible puede explicarse por el efecto de la selectividad de los animales. El mayor contenido de PC en la dieta seleccionada por ovinos en relación a aquella seleccionada por bovinos se podría explicar por la mayor habilidad del ovino para seleccionar su dieta de aquellas plantas y/o partes de plantas de mayor calidad que el bovino no puede seleccionar por poseer un hocico y dientes más grandes que el ovino (Arnold y Dudzinski, 1978). Además, la dieta del bovino está integrada por altas proporciones de gramíneas (Van Dyne et al., 1980) y con mayor proporción de tallos, cuyo contenido de PC es más bajo que el de hojas (Van Dyne y Heady, 1965a). En este sentido Zepeda (1982, datos no publicados) encontró valores de PC para gramíneas y hierbas de la zona experimental de 7.5% y 10.2%, respectivamente.

No se encontró una explicación al menor contenido de PC de la dieta seleccionada por bovinos en relación al forraje disponible a partir del día 42 y 22 para las cargas 291 kg/ha y 381 kg/ha, respectivamente. Posiblemente el consumo de material muerto haya tenido un efecto importante en estas cargas. Hamilton

et al. (1973) trabajando en praderas de Phalaris tuberosa, Festuca arundinacea, Lolium perenne y Dactylis glomerata, observaron valores de digestibilidad in vitro más bajos, en el forraje consumido por borregos que el forraje verde disponible cuando la disponibilidad de materia seca fue inferior a los 550 kg. Los autores observaron que la cantidad de material muerto en la dieta de los borregos aumentó conforme la disponibilidad fue menor de 550 kg de MS. Dado que dicho material es de menor calidad que el forraje verde esto explicó la menor digestibilidad del forraje consumido.

En ambas especies y en todas las cargas animal estudiadas, el contenido de PCFS disminuyó al avanzar el período de pastoreo, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Ralphs et al. (1986) con ovinos y bovinos pastoreando juntos.

3. Digestibilidad del forraje disponible y del forraje seleccionado por ovinos y bovinos.

La DivMS del forraje disponible aumentó con los días de pastoreo (figura 6) y fue afectada por la interacción carga x día de pastoreo en forma negativa, lo que determinó que al avanzar el período de pastoreo la DivMS aumentara en las cargas de 249 y 291 kg PV/ha, se mantuviera en la de 381 y disminuyera en la carga de 506 kg PV/ha. El aumento de la DivMS con los días de pastoreo en las cargas animal bajas se podría deber, al menos en parte, a que el pastoreo haya estimulado el crecimiento del pastizal (Van Soest et al., 1978a) o posiblemente a que se hayan desarrollado algunas plantas anuales, ya que se registraron lluvias durante

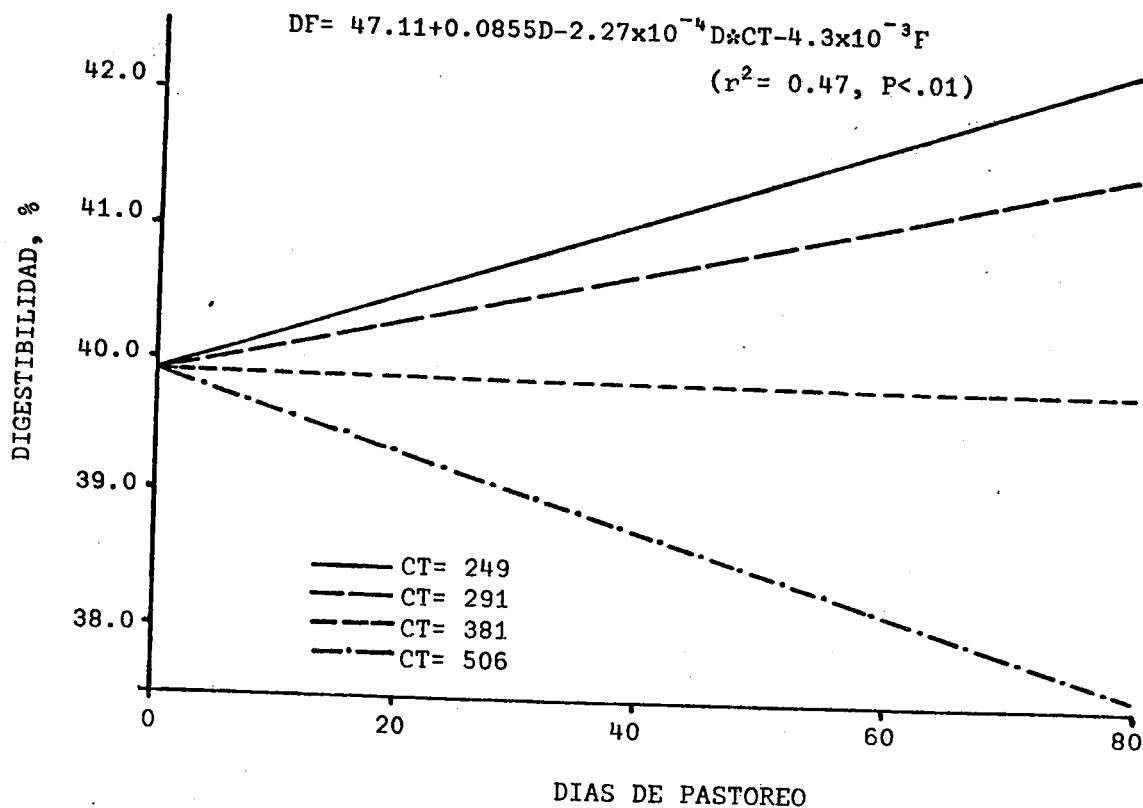
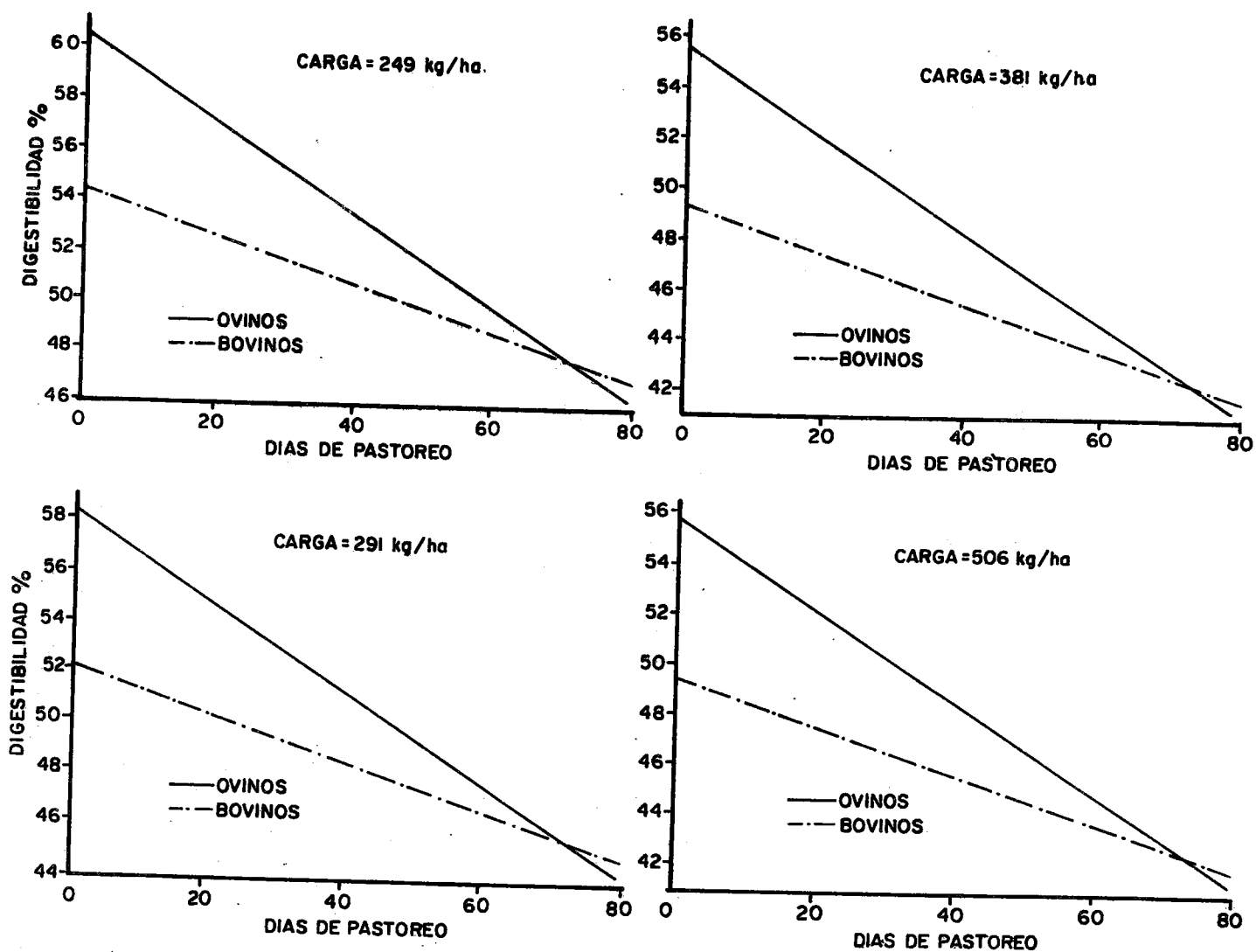


Figura 6. Digestibilidad in vitro del forraje disponible (DF) en un pastizal bajo bosque de pino, pastoreado durante 81 días (D) por ovinos y bovinos a distintas cargas animal (CT, kg PV/ha) y con diferente cantidad inicial de forraje disponible (F, $\bar{x}$ = 1674 kg MS/ha).

desaparición de forraje pudo haber sido mayor que la tasa de crecimiento del mismo, lo que determinó que la DivMS disminuyera con los días de pastoreo.

A medida que la cantidad inicial de forraje disponible (F) fue mayor la DFD disminuyó, lo que concuerda con observaciones de un gran número de publicaciones y refleja el efecto de la madurez sobre la digestibilidad de los forrajes (Fernández y Orcasberro, 1978).

La DivMS del forraje seleccionado por borregos y becerros disminuyó en .0936 y .138 unidades porcentuales por cada día de pastoreo y por cada kg más de peso vivo por ha, respectivamente en ambas especies (figura 7, apéndice 7). La carga animal causó un aumento adicional de 1.58×10^{-4} en la DivMS del forraje seleccionado por cada kg de PV al cuadrado. La dieta consumida por ovinos tuvo valores de DivMS superiores ($P < .01$) en 6.08 unidades porcentuales en relación a la dieta seleccionada por bovinos al inicio del período de pastoreo (figura 7). Sin embargo se encontró una interacción entre día de pastoreo y especie animal, lo que ocasionó una disminución de .18 unidades porcentuales en la digestibilidad del forraje seleccionado por borregos por cada día de pastoreo, mientras que la disminución por día de pastoreo en bovinos fue de .0936 unidades porcentuales por día. De esta manera, la dieta seleccionada por bovinos fue de mayor digestibilidad que aquella seleccionada por ovinos, a partir del día 72 después de iniciado el período de pastoreo (figura 7). Estos resultados son similares a los obtenidos por Ralphs et al. (1986), quienes estudiaron la calidad de la dieta de bovinos y ovinos pastoreando un pastizal



$$DFS = 74.72 + 6.08E - 0.0936D - 0.138CT + 1.58 \times 10^{-4}CT^2 - 0.087D \times E + 4.8 \times 10^{-3}F - 1.29 \times 10^{-5}F^2 \quad (r^2 = .55, P < 0.1)$$

Figura 7. Digestibilidad in vitro del forraje seleccionado (DFS) por ovinos (E=1) y bovinos (E=0), pastoreando durante 81 días (D) un pastizal de bosque de pino a distintas cargas animal (CT, kg PV/ha) y con diferente cantidad inicial de forraje disponible (F, $\bar{x}$ = 1674 kg MS/ha).

compuesto principalmente por las especies Hilaria belangeri, Aristida spp. y Bouteloua curtipendula y encontraron una disminución en la digestibilidad de la dieta seleccionada por ambas especies.

La digestibilidad de la dieta seleccionada por borregos y becerros fue mayor a la digestibilidad del forraje disponible, lo cual podría explicarse por el efecto de la selectividad animal que se refleja en el consumo de aquellas plantas y/o partes de plantas de mayor calidad (Arnold y Dudzinski, 1978). Sin embargo, ambas especies no fueron capaces de mantener la calidad de su dieta tal vez debido a un aumento en el tiempo de búsqueda de forraje más palatable como lo plantean Arnold y Dudzinski (1978).

La poca experiencia previa de pastoreo de ambas especies (Arnold, 1967, 1970; Langlands, 1967), ya que su ambiente anterior fue en estabulación, y el tiempo de ayuno antes del muestreo (Lesperance et al., 1974) son fuente de variación que posiblemente afectaron los resultados de la DivMS de la dieta.

4. Consumo de forraje

Tanto CMS como CMSD no fueron afectados ($P < .05$) por la carga animal (cuadro 2). Esto se podría explicar, al menos en parte, a que la disponibilidad de forraje en el momento de la estimación del consumo probablemente no fue limitante (Hodgson, 1976; Allden y Whittaker, 1970). Sin embargo, el consumo de forraje pudo haber estado limitado por la baja digestibilidad del forraje disponible (McClymont, 1966; Baumgardt, 1970).

El consumo expresado en relación al peso vivo fue superior ($P < .05$) en ovinos que en bovinos (2.83 vs 1.95 kg/100 kg PV). Sin

Cuadro 2. Consumo diario de materia seca (MS) y materia seca digestible (MSD) por ovinos y bovinos pastoreando un pastizal en bosque de pino a 249 y 506 kg PV/ha.

Variable	249		506		E E M ^a
	Ovinos	Bovinos	Ovinos	Bovinos	
<u>Consumo de MS</u>					
kg/100 kg PV ^b	2.91	1.87	2.75	2.03	0.073
g/kg PV ^{.75 b}	64	69	60	70	2.196
<u>Consumo de MSD</u>					
g/kg PV ^{.75}	32	34	27	34	3.052

a Error estándar de la media

b Ovinos vs Bovinos P<.05

embargo, al expresarlo en relación al $PV^{.75}$ el consumo de bovinos fue superior al de ovinos (70 vs 62 g MS/kg $PV^{.75}$) (cuadro 2). Esto se debe a que las diferencias en peso vivo entre especies no son proporcionales a las diferencias en peso metabólico ($PV^{.75}$). Al elevar el peso vivo a una potencia fraccional (.75) para determinar el peso metabólico, la relación peso metabólico:peso vivo es menor a medida que el peso vivo es mayor. Así, al expresar el consumo de materia seca en función del peso metabólico, la diferencia entre ovinos y bovinos se invierte comparada con la diferencia en el consumo expresado en función del peso vivo. Este tipo de diferencias en consumo expresado en función del peso vivo y del peso metabólico entre bovinos y ovinos consumiendo el mismo forraje fueron observadas por Rees y Little (1980) y Sharma y Murdia (1974).

El mayor consumo de materia seca por kg de peso metabólico observado en bovinos fue compensado por una mayor digestibilidad del forraje seleccionado por ovinos (figura 7) de tal manera que no se observaron diferencias entre especies en consumo de materia seca digestible ($\bar{x} = 32$ g MSD/kg $PV^{.75}$).

Los valores de consumo fueron similares a los reportados por Van Dyne et al. (1980).

5. Ganancia de peso

La carga animal afectó ($P < .05$) linealmente la ganancia por animal de ovinos y bovinos y ganancia por ha en ambas especies (cuadro 3). La ganancia por animal en ovinos y bovinos disminuyó en 15 y 97 g/día, respectivamente, al aumentar la carga animal total (ovinos + bovinos) en 100 kg/ha (apéndice 9). La ganancia

Cuadro 3. Ganancia diaria (g/animal/día) y producción por hectárea en 81 días (kg PV/ha) por ovinos (ov) y bovinos (bo) pastoreando un pastizal en bosque de pino, a distintas cargas animal.

	Carga animal total (kg PV(ov + bo)/ha)				
V a r i a b l e	-----				E E M ^a
	249	291	381	506	

<u>g/animal/día</u>					
Ovinos ^b	37	24	24	-6	8.7
Bovinos ^b	304	251	193	45	59.3
<u>kg PV/ha</u>					
Ovinos ^b	5.0	2.8	4.0	-1.5	1.2
Bovinos ^b	26.8	27.1	26.8	8.7	6.6
Total ^b	31.8	29.9	30.8	7.2	7.2

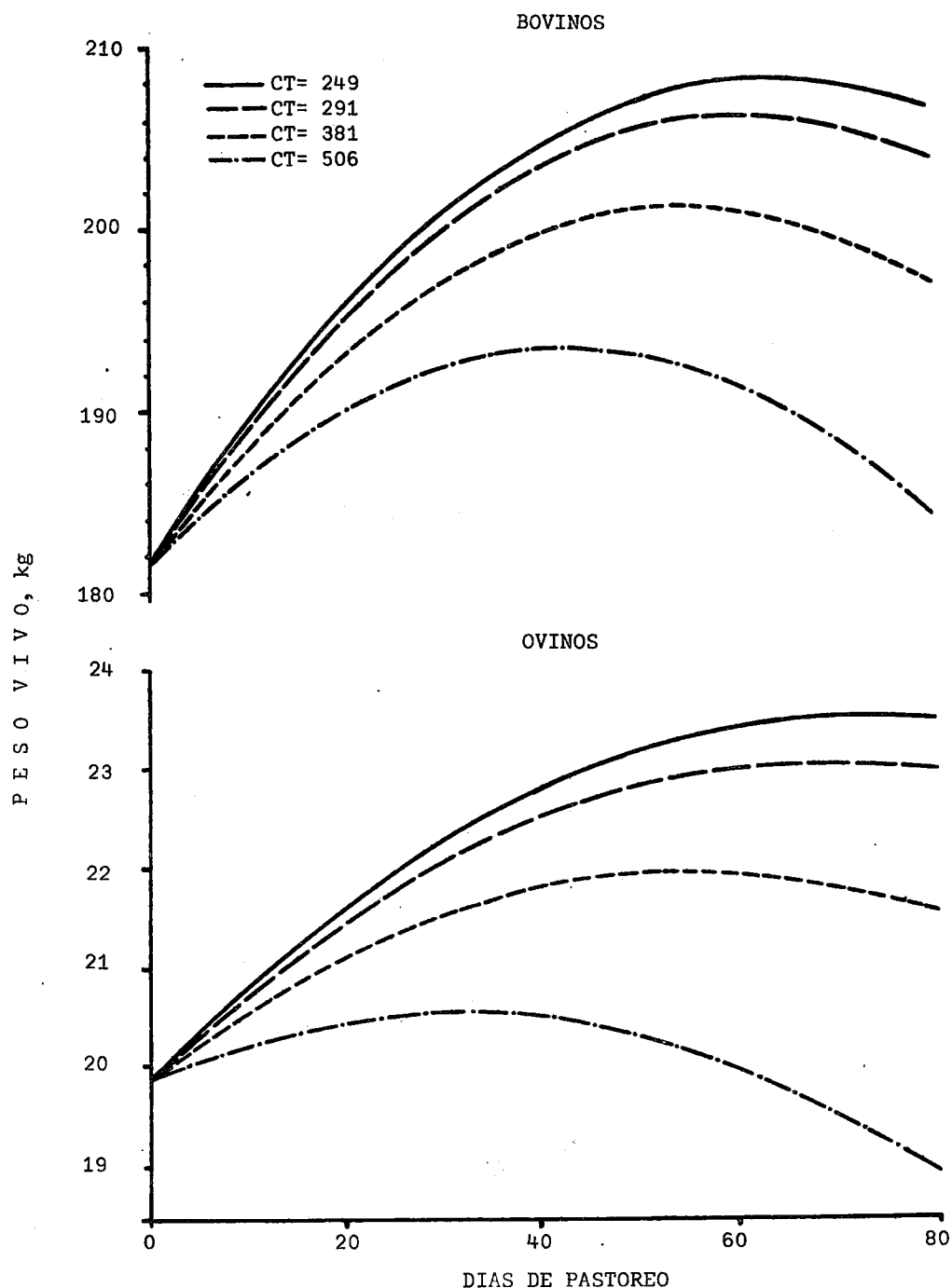
a Error estándar de la media

b Efecto lineal de la carga, $P < .05$

por ha en 81 días de pastoreo de ovinos y bovinos disminuyó en 2.2 y 7.0 kg, respectivamente, al aumentar la carga animal total (ovino + bovino) en 100 kg/ha (apéndice 10) y la ganancia total (ovino + bovino) por ha en 81 días disminuyó en 9.2 kg al aumentar la carga total en 100 kg/ha (apéndice 11).

Al analizar la variación de peso vivo en función del tiempo, se observó que el día de pastoreo afectó en forma lineal y cuadrática al peso vivo de bovinos y ovinos (figura 8, apéndice 12), pero este efecto fue de distinta magnitud en las dos especies animal. Además, se observó una interacción entre día de pastoreo, el efecto cuadrático de carga animal y especie. De esta manera, al avanzar los días de pastoreo el peso vivo de los animales aumentó en forma curvilínea alcanzando un máximo y disminuyendo posteriormente (figura 8). El forraje disponible al inicio del pastoreo y el peso vivo inicial afectaron ($P < .05$) el peso de los animales. El peso máximo se alcanzó en distinto día de pastoreo en cada carga para cada especie animal (cuadro 4).

La cantidad de forraje disponible por animal (figura 3), así como la calidad del forraje seleccionado (figuras 5 y 7) disminuyeron al aumentar la carga animal. Esto probablemente fue la causa de que en las cargas altas, el peso vivo máximo se alcanzara en períodos de pastoreo más cortos que en cargas bajas. Con una carga animal de 381 kg PV/ha, el peso máximo alcanzado se logró a los 55 días en ambas especies animal. Sin embargo, con cargas animal de 249 y 291 kg PV/ha el peso máximo alcanzado se obtuvo en un menor período en bovinos que en ovinos. Por otra parte, con la carga de 506 kg PV/ha, el peso máximo se logró en un período más corto en ovinos que en bovinos (cuadro 4).



$$PV = 3.302 + 0.927D - 0.0065D^2 - D \times \begin{cases} 0.809 & \text{si } E = 1 \\ 0.000 & \text{si } E = 2 \end{cases} + D^2 \times \begin{cases} 0.00589 & \text{si } E = 1 \\ 0.00000 & \text{si } E = 2 \end{cases} - D \times CT^2 \times$$

$$\begin{cases} 2.95 \times 10^{-7} & \text{si } E = 1 \\ 1.425 \times 10^{-6} & \text{si } E = 2 \end{cases} - 0.00172F + PI \times \begin{cases} 0.973 & \text{si } E = 1 \\ 0.989 & \text{si } E = 2 \end{cases} \quad (r^2 = .99 \quad P < .01)$$

Figura 8. Peso vivo (PV) de ovinos (E= 1) y bovinos (E= 2) pastoreando durante 81 días un pastizal en bosque de pino a distintas cargas animal (CT, kg PV/ha) y con diferente cantidad inicial de forraje disponible (F, $\bar{x}$ = 1674 kg MS/ha). PI es peso inicial (kg, ovinos $\bar{x}$ = 20; bovinos $\bar{x}$ = 183).

Cuadro 4. Comportamiento productivo de ovinos y bovinos pastoreando juntos un pastizal en bosque de pino a distintas cargas animal.

Variable	Carga animal (kg PV(ovino+bovino)/ha)			
	249	291	381	506
Días transcurridos hasta alcanzar el peso máximo				
Ovinos	73	68	55	31
Bovinos	64	61	55	43
Peso máximo alcanzado (kg/animal)				
Ovinos	23.5	23.0	21.9	20.5
Bovinos	208.2	206.2	201.2	193.5
Ganancia hasta alcanzar el peso máximo (g/animal/día)				
Ovinos	48	45	36	18
Bovinos	395	381	332	245
Producción de peso vivo hasta alcanzar el peso máximo (kg/ha)				
Ovinos	6.4	6.8	5.6	2.2
Bovinos	27.6	30.9	31.3	25.3
Total	33.99	37.78	36.93	27.52

La variación de peso vivo de los ovinos mostró un comportamiento similar al encontrado por Alvarez y Hernández (1982) y López et al. (1985) en las evaluaciones de otoño de 1981 y 1982, respectivamente.

La ganancia de peso y la producción por hectárea hasta el momento de alcanzar el peso máximo, se calcularon considerando un peso vivo inicial de 20 y 183 kg para ovinos y bovinos, respectivamente (cuadro 4). La ganancia diaria de peso por animal hasta alcanzar el peso máximo, fue mayor en las cargas bajas y disminuyó con aumentos de la carga animal, tanto en ovinos como en bovinos. Asimismo, la ganancia total/ha (ganancia de bovinos + ganancia de ovinos) hasta alcanzar el peso máximo varió en función de la carga animal.

En experimentos donde se incluyen diferentes cargas animal, un objetivo común es determinar la carga animal en la cual se obtiene la máxima producción /ha. Con los valores de producción total de peso vivo hasta alcanzar el peso máximo presentados en el cuadro 4, no fue posible determinar la carga óptima puesto que los efectos lineal y cuadrático de la carga animal (kg PV/ha) no fueron significativos ($P > .13$, apéndice 13). Sin embargo, al expresar carga animal (P) en términos de m^2/kg PV, la producción total de PV por ha (PTPVHA) pudo predecirse mediante la ecuación $PTPVHA = -37.38 + .0477P - .747 \times 10^{-5}P^2$ ($r^2 = .99$, $P = .10$, apéndice 14). Shaw (1970) encontró también que la forma de expresar la carga animal (animales/ha o ha/animal), afecta la posibilidad de detectar el efecto de la misma sobre la producción animal en praderas tropicales.

Puesto que los días transcurridos hasta alcanzar el peso

máximo en bovinos (DB) y en ovinos (DO), pudieron estimarse a partir de la carga animal (C) expresada en kg PV/ha (DB=84.7-.081C ($r^2=.99$, $P<.05$), DO=115.4-.164C ($r^2=.99$, $P<.01$), apéndice 15), la máxima PTPVHA (39.5 kg) se obtendría en la carga 310 kg PV/ha pastoreando los bovinos durante 60 días y los ovinos durante 64 días.

En todas las cargas animal estudiadas, al inicio del experimento la relación bovino:ovino (kg PV bovino/ha:kg PV ovino/ha) fue similar (4.9:1). Sin embargo, hasta el momento de alcanzar el peso máximo la producción relativa/ha de bovinos a ovinos (PR = kg producidos por bovinos/ha:kg producidos por ovinos/ha) no fue constante a través de las cargas estudiadas (figura 9, apéndice 16) y pudo predecirse mediante la ecuación $PR = -3.293 + .027C$ ($r^2=.89$, $P<.06$). Esto significa que con la relación bovino:ovino usada en el presente trabajo (4.9:1), cuando la carga animal fue 301 kg PV/ha la producción/ha de bovinos relativa a la de ovinos fue similar a la relación bovino:ovino presente en el pastizal. Con cargas animal inferiores a 301 kg PV/ha, la producción relativa de bovinos a ovinos fue inferior a la relación bovino:ovino presente en el pastizal, mientras que con cargas animal superiores a 301 kg PV/ha, ocurrió lo contrario.

Estos resultados sugieren que el efecto de la carga animal sobre la producción de carne por ovinos y bovinos pastoreando juntos en pastizal bajo bosque de pino, es diferente en cada especie animal. En el presente estudio las cargas animal incluidas, se aplicaron bajo una sola relación bovino:ovino. Sin embargo, dado que los patrones de selectividad y la respuesta a

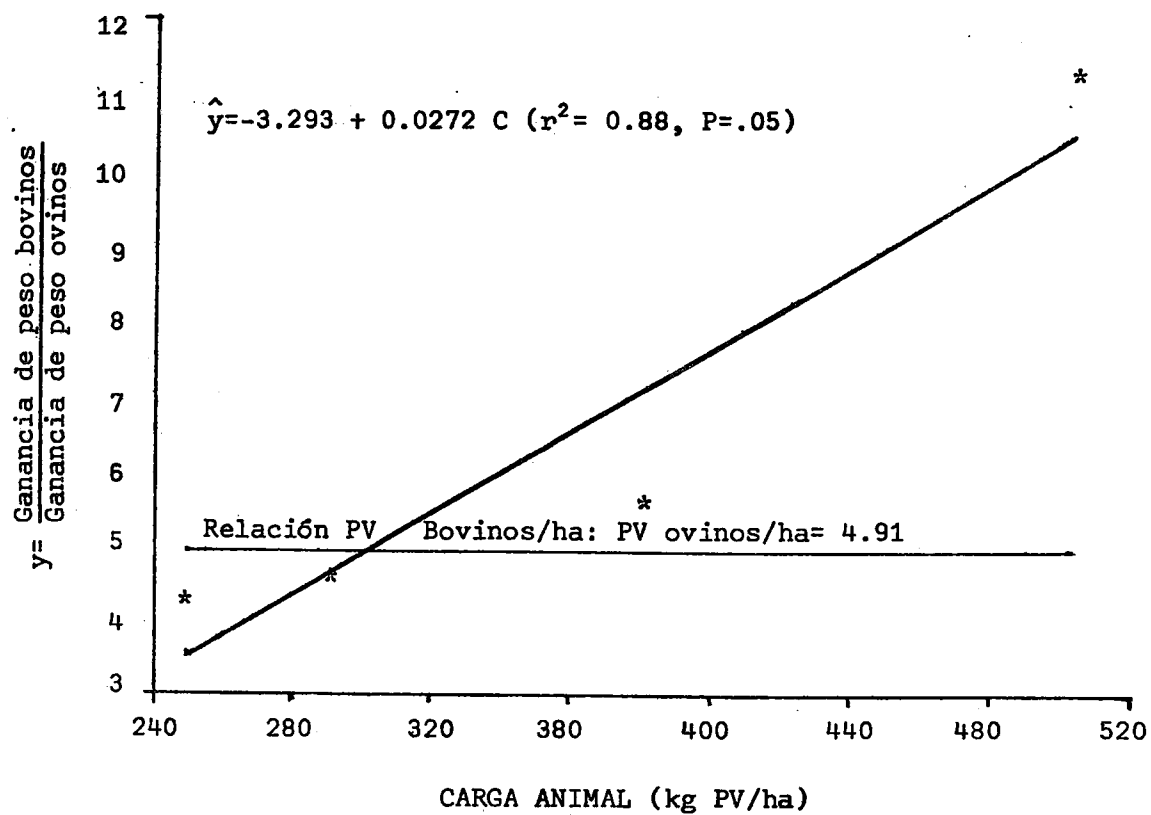


Figura 9. Relación ($\hat{y}$) entre ganancia de peso de bovinos/ha y ganancia de peso de ovinos/ha a diferentes cargas animal.

la carga animal de ambas especies son diferentes, el efecto de la relación bovino:ovino sobre la utilización del pastizal debiera ser estudiada en el futuro.

6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la carga animal sobre la disponibilidad de forraje, el valor nutritivo del forraje disponible y del forraje consumido por los animales, el consumo de forraje y la ganancia de peso, de bovinos y ovinos pastoreando juntos un pastizal bajo bosque de pino en Zoquiapan, México (3350 msnm, TMA=11.1C, clima templado subhúmedo 110 días con heladas al año). El área experimental incluyó 24 ha divididas en 3 bloques. Cada bloque incluyó 4 potreros de 1.25, 1.75, 2.25 ó 2.75 ha. A cada potrero se asignaron 3 becerros Cebú x Charolais (peso inicial (PI)=183±31 kg) y 5 borregos Suffolk, Corriedale y Rambouillet (PI=22±4 kg) que pastorearon durante 81 días en forma continua. Las cargas animal (CA) incluidas fueron 249, 291, 381 y 506 kg PV (bovino + ovino)/ha, y en todas las CA la relación bovino:ovino (kg PV bovino:kg PV ovino) fue igual (4.9:1). Las variables de respuesta estudiadas fueron la cantidad de forraje disponible (FD), el contenido de proteína cruda (PCFD) y la digestibilidad in vitro de la materia seca (DFD) del forraje disponible, el contenido de proteína cruda (PCFS) y la digestibilidad in vitro (DFS) del forraje seleccionado, el consumo de materia seca (CMS) y el cambio de peso de los animales. PCFS y DFS se determinaron en muestras obtenidas con 4 becerros y 5 borregos provistos de fístula esofágica. CMS se estimó a partir de DFS y de la recolección total de heces en dos repeticiones de las parcelas de 1.25 y 2.75 ha. Al inicio del pastoreo FD fue 1726±115 kg MS/ha y PCFD fue 9.4±1.5%. Al avanzar el período de pastoreo FD y PCFD disminuyeron ($P \leq .01$)

por efecto de la CA, y la disminución fue mayor ($P < .01$) al incrementar la CA. Al avanzar el período de pastoreo, DFD aumentó en la CA de 249 y 291 kg de PV/ha se mantuvo constante en la de 381 kg PV/ha y disminuyó en la de 506 kg PV/ha. En ovinos, PCFS fue 2.45 unidades porcentuales mayor ($P < .01$) que en bovinos. La DFS disminuyó ($P < .01$) al avanzar el período de pastoreo tanto en ovinos como en bovinos, y esta disminución fue más rápida en ovinos. CMS expresado en kg/100 kg PV fue mayor ($P > .01$) en ovinos que en bovinos (2.83 vs 1.95), mientras que el CMS expresado en g MS/kg PV^{.75} fue mayor ($P < .05$) en bovinos que en ovinos (70 vs 62). Puesto que los ovinos seleccionaron una dieta de mayor digestibilidad que los bovinos, el consumo de materia seca digestible por unidad de peso metabólico (g/kg PV^{.75}) fue similar en ambas especies animal ($x = 32$). En las dos especies animal la ganancia diaria promedio durante todo el período de pastoreo disminuyó al aumentar la carga animal. Al final del período de pastoreo, ambas especies animal perdieron peso en todas las cargas estudiadas. En las CA de 249 y 291 kg PV/ha el peso máximo alcanzado se obtuvo en un período de pastoreo más largo, en ovinos que en bovinos, en la CA de 381 kg PV/ha en los mismos días de pastoreo y en la de 506 kg PV/ha el peso vivo máximo de los ovinos se alcanzó en un período de pastoreo mas corto que en bovinos. En las CA de 249 y 506 kg PV/ha la ganancia diaria hasta alcanzar el peso máximo, en ovinos fue de 48 y 18 g/animal/día y en bovinos de 395 y 345 g/animal/día. Hasta el momento de alcanzar el peso máximo, la carga en la cual se obtuvo la máxima producción total de peso vivo (bovino + ovino) por hectárea fue de 310 kg PV/ha con una producción de 39.5 kg PV/ha,

pastoreando los ovinos 64 días y los bovinos 60 días. La producción relativa/ha (PR, ganancia de peso de bovinos/ha/ganancia de peso de ovinos/ha), se describió con la ecuación $PR = -3.29 + .027C$ ($R^2 = .89$, $P < .06$) donde C = carga animal (kg PV/ha).

7. CONCLUSIONES

7.1. En pastizal de bosque de pino, pastoreado simultaneamente por bovinos y ovinos de agosto a noviembre:

- a) el forraje disponible y su contenido de proteína cruda disminuyen al avanzar el periodo de pastoreo. Esta disminución es más marcada con cargas animal altas.
- b) el valor nutritivo del forraje consumido por ovinos es mayor que el consumido por bovinos en etapas tempranas del pastoreo. La diferencia disminuye al avanzar el periodo de pastoreo y posteriormente se invierte.
- c) el consumo de forraje por unidad de peso vivo es superior en ovinos que en bovinos. Sin embargo, el consumo por unidad de peso metabólico es mayor en bovinos.
- d) el efecto de la carga animal sobre la producción de bovinos es diferente al de ovinos.

7.2. Bajo las condiciones del presente estudio de pastoreo mixto de bovinos y ovinos en pastizal de bosque de pino, en un rango amplio de carga animal, la producción de peso vivo por bovinos en relación al peso vivo de bovinos presentes en el pastizal, es superior a la producción de peso vivo por ovinos relativa al peso vivo de ovinos presentes en el pastizal.

8. LITERATURA CITADA

- Adams, S. N. 1975. Sheep and cattle grazing in forests: A review. *J. Applied Ecology*. 12:143.
- Allden, W.G. y I.A.McD. Whittaker. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: The interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Aust. J. Agr. Res.* 21:755.
- Alvarez, A. E. y A. Hernández. 1982. Producción de Carne y Calidad del Forraje Consumido por ovinos en bosque de Pinus hartwegii Lindl. Tesis Profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 44 p.
- A.O.A.C. 1975. Official Methods of Analysis. 12th. ed., Association of Official Analytical Chemists. Wasington, D.C.
- Arnold, G. W. 1967. Empleo de técnicas in vitro en asociación con técnicas de muestreo para medir la digestibilidad y el consumo de forrajes bajo pastoreo. In: O. Paladines (ed.). Métodos in vitro para Determinar el Valor Nutritivo de los Forrajes. Memorias del Simposio realizado en la Estanzuela, Uruguay. Octubre 4 -7 de 1966. IICA. pp. 61-68.
- Arnold, G. W. 1970. Regulation of feed intake in grazing animals. In: A. T. Phillipson (ed.). Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant. Oriel Press, Newcastle upon Tyne, Inglaterra. pp. 264-276.
- Arnold, G. W. y M. L. Dudzinski. 1974. Efectos de la estructura y densidad de la pastura sobre lo que ingiere el animal en pastoreo y su productividad. In: James, B. J. F. (ed.). Utilización Intensiva de Pasturas. Ed. Hemisferio Sur. pp. 78-86.
- Arnold, G. W. y M. L. Dudzinski. 1978. Ethology of Free - Ranging Domestic Animals. Developments in Animal and Veterinary Sciences, 2. Elsevier Scientific Pub. Co., New York. 198 p.
- Baumgardt, B.R. 1969. Voluntary feed intake. In: E.S.E. Hafez y I.A. Dyer (eds.). Animal Growth and Nutrition. Lea and Febiger. Fildelfia. pp. 121-137.
- Bedell, I. E. 1968. Seasonal forage preferences of grazing cattle and sheep in Western Oregon. *J. Range Manage.* 21:291.
- Bennett, D., F.H.W. Morley, K. W. Clark y M.L. Dudzinki. 1970. The effect of grazing cattle and sheep together. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 10:694.

- Biswell, H. H. y J. E. Foster. 1942. Forest grazing and beef cattle production in the Coastal Plain of North Carolina. North Carolina. Agr. Exp. Sta. Bull.
- Biswell, H. H., B. L. Southwell, J. W. Stevenson y W. O. Shepherd. 1942. Forest grazing and beef cattle production in the Coastal Plain of Georgia. Georgia Coastal Plain Exp. Sta. Cir. 8, 25 p.
- Black, W. J. M. 1960. Control of nematodirus disease by grassland management. Proceedings of the 8th. International Grassland Congress, Reading. pp. 723-726.
- Bond, J., G.E. Jackson y W.A. Currie. 1967. Social cohesion steers and sheep as a possible variable in grazing studies. Agron. J. 59:481.
- Campbell, R.S. y R.R. Rhods. 1944. Forest grazing in relation to beef cattle production in Louisiana. Louisiana Agr. Exp. Sta. Bull. 340. 43p.
- Clarke, R. W. 1963. Stocking rate and sheep - cattle interactions. Wool Tech. and Sheep Breeding 10:27.
- Connolly, J. 1976. Some comments on the shape of the gain-stocking rate curve. J. agric Sci. (Camb). 86:103.
- Connolly, J. y T. Nolan. 1976. Design and analysis of mixed grazing experiments. Anim. Prod. 23:63.
- Cook, C. W. y L. E. Harris. 1950. The nutritive content of the grazing sheep diet on summer and winter ranges of Utah. Utah. Agric. Exp. Sta. Bull. 342.
- Cook, C. W., L. E. Harris y M. C. Young. 1967. Botanical and nutritive content of diets of cattle and sheep under single and common use on mountain range. J. Anim. Sci. 26: 1169.
- Culpin, S., W. M. R. Evans y A.C. Francis. 1964. An experiment on mixed stocking of pasture. Exp. Husb. 10:29.
- De Alba, J. 1976. Situación de la ganadería en México. FIRA. Banco de México. Mexico.
- De la Puente, J. A. 1951. Efectos del pastoreo sobre la producción de árboles forestales. Tierra 4:285.
- Dirección General de Esquilmos Agrícolas. 1983. Estadística del Subsector Pecuario en los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F.
- Downey, N. E. 1974. The effect of mixed grazing on parasitic infection and performance of calves. Res. Rep. Anim. Prod. An Foras Taluntais, Dublin.

- Draper, N. y H. Smith. 1981. Applied Regression Analysis. Second Edition. Wiley, New York 707 p.
- Drennan, M. J. y A. Conway. 1973. Mixed grazing experiment. Res. Rep. Anim. Prod., An Foras Taluntais Dublin, 26.
- Dudzinski, M. L. y G. W. Arnold. 1973. Comparisons of diets of sheep and cattle grazing together on sown pastures on the southern tablelands of New South Wales by principal components analysis. Aust. J. agric. Res. 24:899.
- Ebersohn, J. 1966. Effects of stocking rate, grazing method and ratio of cattle to sheep on animal liveweight gains in semi-arid environment. Proc. 10th Int. Grassland Cong. 145.
- Edye, L. A., W. T. Williams y W. H. Winter. 1978. Seasonal relations between animal gain, pasture production and stocking rate on two tropical grass - legume pastures. Aust. J. Agric. Res. 29:103.
- Fernández, R. S. y R. Orcasberro. 1978. Efecto de la fertilización y del desarrollo fisiológico sobre el valor nutritivo de los forrajes. Boletín Rumiantes. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 2(2):91.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Kooppen (Para Adaptarlo a las Condiciones de la Republica Mexicana). Instituto de Geografía. UNAM. México. 252 p.
- Goold, G. J. 1981. The effect of sheep and cattle grazing on a mixed ryegrass/kikuyu/white clover pasture in Northland. Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod. 41:95.
- Greenhalgh, J. F. D., G. W. Reid, J. N. Aitken y E. Florence. 1966. The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production. I. Short - term effects in strip - grazed dairy cows. J. Agr. Sci. (Camb). 67:13.
- Hacker, J. B. y D. J. Minson. 1981. The digestibility of plant parts. Herb. Abst. 51:459.
- Halls, L. K. 1957. Grazing capacity of wiregrass - pine range of Georgia. J. Range Manage. 10:1.
- Halls, L. K., R. H. Hunhes, R. S. Rummell y B. L. Sutthwell. 1964. Forage and cattle management in longleaf slash pine forest. U.S. Dep. Agr. Farmers Bull 2198. 25 p.
- Hamilton, D. 1975. Production and gross margins from sheep and cattle grazed separately and together. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 15:38.

- Hamilton, D. y J. G. Bath. 1970. Performance of sheep and cattle grazed separately and together. Aust. J. Exp. agri. Anim. Husb. 10:19.
- Hamilton, B.A., K.J. Hutchinson, P.C. Annis y J.B. Donnelly. 1973. Relationships between the diet selected by grazing sheep and the herbage on offer. Aust. J. Agric. Res. 24:271.
- Harris, R.W. 1954. Fluctuations in forage utilization on Ponderosa pine ranges in Eastern Oregon. J. Range Manage. 7:250.
- Heady, H. F. 1975. Rangeland Management. McGraw-Hill. New York. 460p.
- Heinemann, W. W. 1970. Productivity of irrigated pastures under combination and single species grazing. Washington Agr. Exp. Sta. Bull. 717. 6p.
- Hodgson, J. 1976. The influence 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. 1981. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: Hacker, J.B. (ed.). Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings International Symposium. St. Lucia. Queensland, Australia. pp. 153-166.
- Hodgson, H. 1982. La relación entre la estructura de las praderas y la utilización de plantas forrajeras tropicales. In: Paladines, O. y C. Lascano (eds.). Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas. Metodologías de Evaluación. Memorias de una Reunion de Trabajo. Cali., Colombia. 22-24 de Sep. 1982. Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp. 33-47.
- Jones, R. J. y R. L. Sandland. 1974. The relation between animal gain and stocking rate. Derivation of the relation from the results of grazing trials. J. Agric. Sci.(Camb.). 83:335.
- Langlands, J. P. 1967. Studies on the nutritive value of the diet selected by grazing sheep. 2. Some sources of error when sampling oesophgeally fistulated sheep at pasture. Anim. Prod. 9:167.
- Leigh, J. H. y W. E. Mulham. 1966. Selection of diet by sheep grazing semi-arid pastures on the Riverine Plain 1. A blader saltbush (*Atriplex vesicaria*) - cotton bush (*Kochia aphylla*) community. Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb. 6:460.
- Lesperance, A. L., D.C. Clanton, A. B. Nelson y C.B. Theurer. 1974. Factors affecting the apparent chemical composition of fistula samples. A Publication of the Western Regional Coordinating Committee. 8. Univ. of Nevada. Reno. 32 p.

- López, T. Ma. L., J. M. B. García y J. R. O. Esparza. 1985. Pastoreo mixto de ovinos y vacunos de un pastizal bajo bosque de Pinus hartwegii en Zoquiapan, México. Tesis Profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autonoma Chapingo. México. 40 p.
- McClymont, G. L. 1967. Selectivity and intake in the grazing ruminant. In: C. E. Cole (ed.). Handbook of Physiology. Sec. 6. Alimentary Canal., Vol. 1. Food and Water Intake. Amer. Physiol. Soc. Washington, D. C. pp. 129-137.
- Merrill, L. B., P. O. Reardson y C. L. Leinweber. 1966. Cattle, sheep, goats Mixem up for higher gains. Texas Agr. Progress. 12:13.
- Minson, D. J. 1981. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. In: F. H. W. Morley (ed.). Grazing Animals. Elsevier Scientific Publishing Company. pp. 143-156
- Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proceedings of the 8th. International Grassland Congress, Reading. pp. 606-611.
- Nolan, T. 1972. Fat lamb production in the west of Ireland. 2. Effects of three stocking rates on lamb growth rate and on production of lamb carcass meat and wool per hectare. Ir. J. Agric. Res. 11:47.
- Nolan, T. y J. Connolly. 1976. Comparison of five ratios of cattle and sheep. Irish J. Agric. Res. 15:137.
- Nolan, T. y J. Connolly. 1977. Mixed stocking by sheep and steers. A review. Herb. Abst. 47:367.
- Nolan, T. y A. Conway. 1969. Fat lamb production in the west of Ireland. 1. Effects of two stocking rates on lamb growth rate and on production of lamb carcass meat and wool per acre. Irish J. Agric. Res. 8:249.
- Orcasberro, R., V.M. Briseño de la Hoz y C. Cuadra Schmitt. 1983. Valor nutritivo y rendimiento de la avena forrajera (Avina sativa, L.) Opalo en diferentes estados de desarrollo. Revista Chapingo. Universidad Autonoma Chapingo. No. 42:85.
- Passmore, M. 1952. Grazing sheep and cattle. J. Fmrs Club. Pr. 3:39.
- Pearson, H. A., L. B. Whitaker y V. L. Duvall. 1971. Slash pine regeneration under regulated grazing. J. Forest. 69(10):744.
- Peart, J. N. 1962. Increased production from hill pastures. Sourhope trials with cattle and sheep. Scot. Agric. 42:147.
- Raymond, W.F. 1969. The nutritive value of forage crops. Adv. Agron. 21:1.

- Ralphs, M. H., M. M. Kothmann y L. B. Merrill. 1986. Cattle and sheep diets under short-duration grazing. J. Range Manage. 39:217.
- Rees, M.C. y D.A. Little. 1980. Differences between sheep and cattle in digestibility, voluntary intake and retention time in of the rumen of three tropical grasses. J. Agric. Sci. Camb. 94:483
- Rey, C. J. 1975. Estudios de los suelos de la estación de enseñanza, investigación y servicios forestales de Zoquiapan Depto. de Enseñanza e Investigación en Bosques. Universidad Autonama Chapingo, México. 64 p.
- Reynolds, J.P.J., J. Bond, G.E. Carson, C.Jr. Jackson, R.H. Hart y I.L. Lindhal. 1971. Co-grazing of sheep and cattle on an orchardgrass sward. Agron. J. 63:533.
- Ruyle, G. B. y J. E. Bowns. 1985. Forage use by cattle and sheep grazing separately and together on summer range in Southwestern Utah. J. Range Manage. 38:299.
- Scarnecchia, D. L. y M. M. Kothmann. 1982. A dynamic approach to grazing management terminology. J. Range Manage. 35:262.
- Sharma V.V. y P.C. Murdia. 1974. Utilization of berseem hay by ruminants. J. Agric. Sci. Camb. 83:269.
- Shaw, N.H. 1970. The choice of stocking rate treatments as influenced by the expression of stocking rate. Proceedings of the 11th. International Grassland Congress. Surfers Paradise. Queensland, Australia. pp. 909-913.
- S.A.S. 1979. S.A.S. Users Guide. Ed. SAS Inst. Inc. Raleigh, North Carolina.
- Society for Range Management. 1974. A glossary of terms used in range management. 2nd ed.
- Squires, V. R. 1982. Dietary overlap between sheep, cattle and goats when grazing in common. J. Range Manage. 35:116.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill, New York. 433 p.
- Stobbs, T. H. 1973a. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. 1. Variation in the bite size of grazing cattle. Aust. J. Agric. Res. 24:809.
- Stobbs, T. H. 1973b. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. 2. Differences in sward structure, nutritive value and bite size of animals grazing Setaria anceps and Chloris gayana at various stages. Aust. J. Agric. Res. 24:821.

- Stobbs, T. H. 1975a. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture. 3. 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.
- Stobbs, T. H. 1975b. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. Trop. Grass. 9:141.
- Susano, H. R. 1981. Efectos del pastoreo con bovinos sobre la dinámica de la vegetación herbácea en bosques de Pinus hartwegii Lind. Tesis Profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 110 p.
- Tilley, J. M. A. y R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18:104.
- Van Dyne, G. M., N. R. Brockington, Z. Szocs, J. Duck y C. A. Ribic. 1980. Large herbivore subsystem. In: A. I. Breymer y G. M. Van Dyne (eds.). Grasslands, Systems, Analysis and Man. International Biological Programme 19. pp. 269-537.
- Van Dyne, G. M. and H. F. Heady. 1965a. Botanical composition of sheep and cattle diets on a mature annual range. Hilgardia 36:465.
- Van Dyne, G. M. y H. F. Heady. 1965b. Interrelations of botanical and chemical dietary components of animals grazing dry annual range. J. Anim. Sci. 24:305.
- Van Dyne, G. M. y H. F. Heady. 1965c. Dietaty chemical composition of cattle and sheep grazing in common on a dry annual range. J. Range Manage. 18:78.
- Van Dyne, G. M. y G. F. Torell. 1964. Development and use of the esophageal fistula. A review. J. Range Manage. 17:7.
- Van Keuren, R. W. y C. F. Parker. 1967. Better pasture utilisation grazing cattle and sheep together. Ohio Rep. 57:12.
- Van Soest, P. J., D. R. Martens y B. Deinum. 1978a. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. J. Anim. Sci. 47:712.
- Vargas, S. L. 1986. Composición del forraje disponible y de la dieta de borregos en pastoreo, bajo bosque de pino en Zoquiapan, Edo. de México. Tesis Profesional. Depto. de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 53 p.
- Verduzco, G. J. 1976. Producción Forestal. Patronato de la Esc. Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx. pp. 293-316.

- Williams, R. E., J. T. Cassady, L. K. Halls y E. J. Woolfolk.
1955. Range Resources of the South. Georgia Agr. Exp. Sta.
Bull. No. 5. 9p.
- Wilson, A. D. 1976. Comparison of sheep and cattle grazing on a
semiarid grassland. Aust. J. Agric. Res. 27:155.
- Zaragoza, R.J.L. 1987. Producción y calidad de dos pastos nativos
de bosque de Pinus hartwegii Lind en Zoquiapan, Edo. de
Mexico. Tesis Profesional Depto de Zootecnia. Universidad
Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 61 p.

A P E N D I C E S

Apendice 1. Calendario de muestreo de ovinos fistulados.

[illegible]

Apéndice 2. Calendario de muestreo de bovinos fistulados.

[illegible]

Apéndice 3. Análisis de varianza para forraje disponible

F V	G L	C M	P
Modelo	3	5530863	<.01
Error	44	143380	

F V	G L	C M	P
B	2	4035890.1	<.01
DxCT	1	8520809.0	<.01

Parámetro	Estimador	t	Error Estándar
INTERCEPTO	2217.48	19.35 **	114.59
B 1	-1003.84	-7.50 **	133.87
2	-471.05	-3.52 **	133.87
3	0.00	.	.
DxCT	-0.0328	-7.71 **	0.00426

B = Bloque

D = Día de pastoreo

CT = Carga total, kg PV/ha

Apéndice 4. Análisis de varianza para proteína del forraje disponible.

F V	G L	CM	P
Modelo	3	53.8	<.01
Error	44	1.83	

F V	G L	SS III	P
DxCT	1	57.7	<.01
F	1	31.6	<.01
F ²	1	13.9	<.01

Parámetro	Estimador	t	Error Estándar
INTERCEPTO	15.3767	14.66 **	1.048
DxCT	-8.62×10^{-5}	-5.61 **	1.53×10^{-5}
F	-0.0048	-4.15 **	0.00116
F ²	7.5×10^{-7}	2.76 **	2.72×10^{-7}

D = Día de pastoreo

CT = Carga total, kg PV/ha

F = Forraje inicial, kg de MS/ha

Apéndice 5. Análisis de varianza para proteína del forraje
seleccionado

F V	G L	C M	P
Modelo	5	121.25	<.01
Error	153	2.97	

F V	G L	C M	P
E	1	232.60	<.01
D	1	54.12	<.01
D ²	1	11.05	<.05
CT	1	52.69	<.01
CT ²	1	47.13	<.01

Parámetro	Estimador	t	Error Estándar
INTERCEPTO	23.357	8.52 **	2.743
E 1	2.450	8.67 **	0.282
E 2	0.000	.	.
D	-0.089	-4.27 **	0.020
D ²	4.07×10^{-4}	1.93 *	2.1×10^{-4}
CT	-0.064	-4.21 **	0.0152
CT ²	7.98×10^{-5}	3.98 **	2.0×10^{-5}

E = Especie; 1=ovino, 2=bovino.

D = Día de pastoreo

CT = Carga total, kg PV/ha

Apéndice 6. Análisis de varianza para digestibilidad del forraje disponible.

F V	G L	C M	P
Modelo	3	200.9	<.01
Error	44	15.5	

G L	G L	C M	P
D	1	62.32	.05
DxCT	1	67.04	<.05
F	1	586.56	<.01

Parámetro	Estimador	t	Error Estándar
INTERCEPTO	47.11	31.98 **	1.473
D	0.0856	2.01 *	0.043
DxCT	-2.27×10^{-4}	-2.08 *	1.09×10^{-4}
F	-0.0043	-6.16 **	6.98×10^{-4}

D = Día de pastoreo

CT = Carga total, kg PV/ha

F = Forraje inicial, kg MS/ha

Apéndice 7. Análisis de varianza para digestibilidad del forraje seleccionado.

F V	G L	C M	P
Modelo	7	431.23	<.01
Error	140	17.37	

F V	G L	C M	P
E	1	334.63	<.01
D	1	1850.13	<.01
CT	1	210.62	<.01
CT ²	1	159.92	<.01
DxE	1	184.89	<.01
F	1	80.99	<.01
F ²	1	95.25	<.01

Parámetro	Estimador	t	Error Estándar
INTERCEPTO	74.72	10.94 **	6.827
E 1	6.08	4.39 **	1.385
2	0.000	.	.
D	-0.0936	-4.93 **	0.019
CT	-0.1385	-3.48 **	0.039
CT ²	1.6×10^{-4}	3.03 **	5.2×10^{-5}
DxE 1	-0.0868	-3.26 **	0.0266
2	0.0000	.	.
F	0.0048	2.16 *	0.0022
F ²	1.3×10^{-6}	-2.34 *	5.5×10^{-7}

E = Especie; 1=ovino, 2=bovino
D = Día de pastoreo
CT = Carga total, kg PV/ha
F = Forraje inicial, kg MS/ha

Apéndice 8. Análisis de varianza para consumo de forraje

F. V.	G. L.	C. M.	P
-------	-------	-------	---

Consumo de materia seca (%)

B	1	0.0520	0.1130
E	1	1.5400	0.0012
C	1	1.25×10^{-5}	0.9749
CxE	1	0.0528	0.1130

Consumo de materia seca (g/kg pv.⁷⁵)

B	1	43.71	0.1232
E	1	164.71	0.0257
C	1	1.25×10^{-3}	0.9916
CxE	1	30.81	0.1719

Consumo de materia seca digestible (g/kg pv.⁷⁵)

B	1	6.12	0.6065
E	1	31.20	0.2862
C	1	11.52	0.4890
CxE	1	8.40	0.5499

B = Bloque

E = Especie; 1=ovino, 2=bovino

C = Carga total, kg PV/ha

Apéndice 9. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso por animal (kg).

Ovinos

F V	G L	C M	P
Modelo	3	2655.4	<.01
Error	8	209.0	

F V	G L	C M	P
B	2	2670.6	<.01
CT	1	2624.9	<.01

Parámetro	Estimador	t	Error Estándar
INTERCEPTO	44.208	2.64 *	16.75
BLO 1	49.500	4.84 **	10.22
2	37.605	3.68 **	10.22
3	0.000	.	.
CT	-0.150	-3.54 **	0.04

Bovinos

F V	G L	C M	P
Modelo	3	43226.6	<.05
Error	8	8119.7	

F V	G L	C M	P
BLO	2	9296.4	.36
CT	1	111086.9	<.01

Parámetro	Estimador	t	Error Estándar
INTERCEPTO	526.2	5.04 **	101.44
BLO 1	-13.9	-0.22 NS	63.71
2	75.6	1.19 NS	63.71
3	0.0	.	.
CT	-0.97	-3.70 **	0.26

BLO = Bloque

CT = Carga total, kg PV/ha.

Apéndice 10. Análisis de varianza para ganancia de peso por hectárea (kg).

Ovinos

F V	G L	C M	P
Modelo	3	63.05	<.01
Error	8	5.37	

F V	G L	C M	P
BLO	2	66.73	<.01
CT	1	55.69	.01

Parámetro	Estimador	t	Error Estándar
INTERCEPTO	5.814	2.16 *	2.68
BLO 1	7.869	4.80 **	1.64
2	8.834	3.65 **	1.64
3	0.000	.	.
CT	-0.022	-3.22 *	6.4X10 ⁻³

Bovinos

F V	G L	C M	P
Modelo	3	274.01	.15
Error	8	120.37	

F V	G L	C M	P
BLO	2	122.99	.40
CT	1	576.06	.06

Parámetro	Estimador	t	Error Estandar
INTERCEPTO	45.87	3.61 **	12.71
BLO 1	-2.97	-0.38 NS	7.75
2	7.76	1.00 NS	7.75
3	0.00	.	.
CT	-0.07	-2.19 *	0.03

BLO = Bloque

CT = Carga total, kg PV/ha.

Apéndice 11. Análisis de varianza para ganancia de peso total
(ovinos + bovinos) por hectárea (kg).

F V	G L	C M	P
Modelo	3	456.5	.09
Error	8	150.8	

F V	G L	C M	P
BLO	2	189.7	.33
CT	1	989.9	.03

Parámetro	Estimador	t	Error Estándar
INTERCEPTO	51.68	3.63 *	14.23
BLO 1	4.89	0.56 NS	8.68
2	13.59	1.57 NS	8.68
3	0.00	.	.
CT	-0.09	-2.56 *	0.04

BLO = Bloque

CT = Carga total, kg PV/ha.

Apéndice 12. Análisis de varianza para peso vivo (kg).

F V	G L	C M	P
Modelo	9	184234.0	<.01
Error	206	24.7	

F V	G L	C M	P
D	1	2942.7	<.01
DxE	1	1772.2	<.01
D2	1	1149.2	<.01
D2xE	1	757.6	<.01
DxCT2xE	2	1895.9	<.01
F	1	409.3	<.01
PI(E)	2	82313.9	<.01

Parámetro	Estimador	t	Error Estándar
INTERCEPTO	3.30254	0.57 *	5.8218
D	0.92799	13.69 **	0.0677
DxE 1	-0.80930	-8.47 **	0.0955
2	0.00000	.	.
D2	-0.00658	-8.74 **	7.53x10 ⁻⁴
D2xE 1	0.00589	5.54 **	0.0010
2	0.00000	.	.
DxCT2xE 1	-2.95x10 ⁻⁷	-2.49 *	1.18x10 ⁻⁷
2	-1.425x10 ⁻⁷	-12.15 **	1.17x10 ⁻⁷
F	-0.00172	-4.07 **	4.23x10 ⁻⁴
PI(E) 1	0.97374	3.83 **	0.2539
2	0.98954	31.28 **	0.0316

D = Día de pastoreo

CT = Carga total, kg PV/ha

E = Especie; 1=ovinos, 2=bovinos

F = Forraje inicial, kg MS/ha

PI = Peso inicial, kg

Apéndice 13. Análisis de varianza para ganancia de peso total por hectárea (kg).

F.V.	G.L.	C.M.	P
Modelo	2	31.81	.13
Error	1	1.23	

F.V.	G.L.	C.M.	P
C	1	24.13	.14
C ²	1	29.89	.13

Parámetro	Estimador	t	Error Estándar
INTERCEPTO	-8.652	-0.78 NS	11.027
C	0.272	4.42 NS	0.061
C ²	-0.39x10 ³	-4.92 NS	0.8x10 ⁴

C = Carga animal total, kg PV/ha.

Apéndice 14. Análisis de varianza para ganancia de peso total (kg).

F.V.	G.L.	C.M.	P
Modelo	1	32.069	.10
Error	2	0.729	

F.V.	G.L.	C.M.	P
P	1	48.233	.07
p ²	1	42.778	.08

Parámetro	Estimador	t	P	Error	Estándar
INTERCEPTO	-37.379	-4.48	.13		8.337
P	0.047	8.13	.07		0.58×10^{-3}
P ²	-0.747×10^{-5}	-7.66	.08		0.97×10^{-6}

$P = M^2/100$ kg de peso vivo.

Apéndice 15. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso (g)

ovinos

F.V.	G.L.	C.M.	P
Modelo	1	1047.93	<.01
Error	2	4.40	

Parámetro	Estimador	t	Error estándar
INTERCEPTO	115.382	29.25 **	3.94
C	-0.164	-15.42 **	0.01

bovinos

F.V.	G.L.	C.M.	P
Modelo	1	256.60	<.05
Error	2	1.07	

Parámetro	Estimador	t	Error Estándar
INTERCEPTO	84.763	43.60 **	1.9439
C	-0.081	-15.58 **	0.0052

C = Carga animal total, kg PV/ha.

Apéndice 16. Análisis de varianza para producción relativa

F.V.	G.L.	C.M.	P
Modelo	1	28.79	.05
Error	2	1.80	

Parámetro	Estimador	t	Error estándar
INTERCEPTO	-3.293	-1.30 NS	2.527
C	0.027	3.99 *	6.8×10^{-3}

C = carga animal total, kg PV/ha.

BIBLIOTECA CENTRAL II A. CH.

