

CAPITULO 1

RESUMEN

La región semi-árida de México, se caracteriza por tener sistemas de producción que integran la actividad agrícola y la caprina. Cada una de estas actividades no permite obtener un retorno a la mano de obra familiar empleada similar o superior al salario rural local. El análisis de sistemas, que incluye la revisión de información secundaria y el uso de modelos de simulación, permite la comprensión y diseño de estrategias tecnológicas para sistemas de producción agropecuarios preexistentes y representantes de la población objetivo. La investigación tuvo el objetivo de identificar un sistema de producción integral y efectuar el análisis de información secundaria, la construcción de modelos, así como la evaluación de cultivos de temporal alternativos a frijol y maíz a nivel experimental, y la conducción de un experimento en campo de productores, sobre la suplementación de cabras post-parto en la época crítica de alimentación. El trabajo de investigación se realizó en el estado de Zacatecas, inició en septiembre de 1992 y terminó en octubre de 1995 con el análisis y discusión de resultados de laboratorio, estadístico y de información de experimentos y modelos construidos. A través de los resultados de esta investigación, se identificaron las características y limitantes del sistema de producción de carne de caprinos para

birria, como la escasez de alimento, en los meses de febrero a junio, la ausencia de sementales en 12.8 a 25.5% de los hatos de Zacatecas, baja fertilidad (44.9 a 56.9 %), además de partos en épocas indeseables. También, se identificó la ausencia de manejo sanitario con el problema de parasitosis interna y externa, y el alto índice de abortos (17 a 27 %) que se relaciona con deficiencias alimenticias, por ser mayor en el área de menor precipitación. De los cultivos probados se encontró que los sorgos sobresalieron en producción de materia seca (MS), de ahí siguieron en orden descendente, el mijo perla, genotipos de maíz, cereales y frijol. Los sorgos en promedio produjeron 27.4% más que los maíces y 47.0% más que los cereales. El máximo rendimiento de los cultivos sobresalientes fue para el sorgo Sucro de 5822.4 kgMS/ha en el tercer corte, sorgoxsudán 4559.2 kgMS/ha en el cuarto corte, y para el mijo perla de 4315.8 kgMS/ha al cuarto corte. En contraste el maíz V-209 produjo 3,782.9 kgMS/ha. El mijo perla superó en el contenido de proteína cruda al resto de los cultivos, el cultivo se caracterizó por tener 17.3% de proteína cruda (PC) y producir 529.1 kgPC/ha. El sorgo Sucro que sobresalió en producción de materia seca, tuvo un 10.6% PC y 489.5 kgPC/ha. El frijol y mijo perla presentaron los menores contenidos de fibra detergente neutro (FDN) (53.2 y 55.9 %), el resto de los cultivos osciló entre 62 y 68 %. Los contenidos más bajos de fibra detergente ácido (FDA) se encontraron en el mijo perla (29.5%), frijol (24.4 %), cebada (27.5 %) y maíz (28.0 %). Con el sorgo Sucro se estimó una mayor utilidad (N\$ 563.7/ha) en contraste al frijol (N\$ 485.0/ha), maíz (N\$ 263.8/ha) y cebada (N\$ -121.6/ha). Del experimento de suplementación a cabras, se encontró que todas

perdieron peso, sin embargo el grupo bajo tratamiento, disminuyó menos (1.3 kg/cabra) que el grupo control (1.9 kg/cabra). La condición corporal de los animales bajo suplementación, tuvo una tendencia a ser mayor que la de los del grupo control. La condición corporal final mostró ser mejor indicador del efecto de la suplementación que el peso vivo final o el cambio de peso vivo. Se observó la tendencia a un mayor incremento de peso de crías, amamantadas por cabras suplementadas (2.2 kg/cría), que las crías de las cabras del grupo control (1.8 kg/cría). De la intervención tecnológica en seis hatos caprinos, cambió de 63.3 a 74.1 y 93.8% de fertilidad en el segundo y tercer año respectivamente. La prolificidad absoluta cambió de 72.0 a 84.7 y 99.8%, mientras que la prolificidad relativa de 112.6 a 114.4 y 124.6%. El uso de tecnología representó un incremento del costo de N\$ 162.3, N\$ 180.4 y N\$ 200.5 para cada uno de los tres años de estudio. Fue hasta el tercer año que el incremento en el ingreso, superó al incremento del costo de la tecnología (N\$ 393.9 vs N\$ 200.5). A los tres años de intervención tecnológica se logró incrementar la rentabilidad en la unidad de producción de 58.8 a 64.7% y el retorno a la mano de obra de 137.7 a 226.1 % del salario rural. La construcción de modelos de simulación permitió estimar, que el escenario que incluye tecnología requiere un 29.3 % más materia seca disponible que el sistema tradicional, y un 31.7 % más de proteína cruda y energía digestible. Así como, que para el productor típico de 8 ha de cultivos y 100 cabras sin tecnología, pudo obtener un máximo ingreso de: a) N\$3,795 para 1992, b) N\$ 3,823 para 1995, y c) N\$ 7,425 para 1995 (Procampo). Deflactando los ingresos a pesos de 1992 tendría N\$3,795, N\$2,029 y N\$3,940

respectivamente. El monto anual que obtiene en cada año, representa un 69.3 % del salario local de 1992 (N\$15.00), y de un 36.0 % del salario local rural de 1995 (N\$30.00). Se concluyó, que el sorgo Sucro superó en producción de MS y el mijo perla en PC de los cultivos probados, además el sorgo superó al frijol en eficiencia de uso de agua. Por otro lado, la suplementación en la época invernal permitió que las cabras post-parto redujeran un 30% menos de peso vivo que las que no la recibieron. La intervención tecnológica en hatos caprinos mostró un incremento en índices zootécnicos y económicos. También, los modelos construidos permitieron realizar una abstracción del funcionamiento del sistema de producción en diversos escenarios.

CAPITULO 2

INTRODUCCIÓN

El 30% de la superficie sólida del planeta y el 42% del territorio de México pertenecen a la zona árida o semi-árida. La región árida se caracteriza por requerir del riego para la agricultura; en el caso del área semi-árida donde se practica la agricultura de temporal, más de la mitad de la cosecha tiende a perderse por problemas de sequía (Luna y Zapata, 1988).

En esta extensa región de México, se localizan diversos sistemas agropecuarios de pequeños productores, los cuales han mostrado ser de mayor sostenibilidad económica y social, por integrar los elementos agrícola y pecuario. Así, los residuos agrícolas sirven de alimento a los animales, y los últimos son una reserva económica para financiar las labores e insumos agrícolas en el siguiente ciclo de cultivos. A diferencia de la agricultura comercial a gran escala que se caracteriza por la especificidad de sus productos, los productores marginados diversifican sus actividades y así practican una agricultura de autosuficiencia, y/o comercial a menor escala, lo cual les permite sobrevivir en ambientes de condición pobre (Altieri, 1983; Salinas *et al.*, 1994).

El tipo de vegetación que se localiza en zonas semi-áridas de los estados de Zacatecas, Nuevo León, San Luis Potosí, Coahuila y Durango, sólo permite

la producción de rumiantes menores, especialmente de ganado caprino. En esa región se calcula que existen más de 6 millones de caprinos, los cuales se manejan en forma conjunta a una agricultura de temporal de frijol y maíz. En general, los hatos caprinos se localizan concentrados en la periferia de las áreas de cultivos irrigados (Salinas *et al.*, 1993).

Por otro lado, ante la modernización de la agricultura de los países en desarrollo y la cada vez mayor apertura comercial de México, es necesario desarrollar un modelo de investigación que genere en forma sistemática alternativas tecnológicas que sean apropiadas y aceptadas por los productores marginados a una agricultura comercial. Para México, así como para otros países similares, es necesario establecer mecanismos para que esos grandes grupos marginados, modifiquen y así auto-satisfagan sus necesidades básicas de alimentación y aportación a la sociedad.

Los cambios sociales, económicos y ecológicos, modifican las restricciones a la producción y su estabilidad a través del tiempo. La estrategia que se ha seguido permite mantener un equilibrio entre la generación de tecnología, la validación de ella y su adopción. Sin embargo, se requiere que los cambios inducidos en las unidades de producción agropecuarias, conduzcan a sistemas de producción integrados con permanencia en el futuro y reproducción de ellos en las familias campesinas. La estrategia planteada es que el cambio tecnológico sea acorde a las circunstancias propias del productor, y así lograr la sostenibilidad económica, social y ambiental. Para obtener lo anterior se requiere identificar y desarrollar las potencialidades de producción, transformación y

humanas del productor en su comunidad, y así crear el ambiente socio-económico para su cambio sostenido.

El conocimiento de las limitantes ecológicas, la comprensión de la razón de producción y expectativas del productor, así como los componentes de la unidad de producción, han sido requisito para diseñar la estrategia cognositiva dentro de esta investigación.

2.1 Objetivos

2.1.1 General

Analizar sistemas de producción agropecuarios en el estado de Zacatecas, para diseñar tecnología que mejore la eficiencia productiva de los productores de la región.

2.1.2 Específicos

a) Analizar información secundaria de sistemas de producción caprinos, así como evaluar forrajes de temporal alternativos a frijol y maíz para el subsistema agrícola, y la suplementación de residuos de cosecha en el subsistema caprino.

b) Estimar los efectos de la intervención tecnológica a unidades de producción de pequeños productores agropecuarios para incrementar su productividad, y por ende, su bienestar familiar.

c) Construir modelos de simulación de las relaciones insumos-productos del hato caprino, y para la optimización en la asignación de recursos entre subsistemas y alternativas de producción de la unidad de producción.

2.2 Hipótesis

a) En base a la adopción de tecnología de manejo en cultivos y caprinos, se logra un primer cambio de productividad en la unidad de producción.

b) Con el uso de tecnología de gestión (economías de escala, asignación de recursos, etc.), se logra un segundo incremento en la productividad.

c) El uso de modelos de simulación apoya el diseño de alternativas tecnológicas, y permite formular diferentes escenarios de productividad.

CAPITULO 3

LITERATURA REVISADA

3.1 Conceptos de Sistemas de Producción

Más del 94% de la producción de cabras del mundo se encuentran en los países en desarrollo y especialmente en las zonas semi-áridas de ellos. Los caprinos juegan un papel importante en las actividades agropecuarias de numerosos productores pequeños que generalmente integran diversos cultivos y animales. La complejidad de las interrelaciones de los componentes en estos sistemas, es mayor, por lo que es necesario utilizar la estrategia de sistemas de producción en la investigación y desarrollo de estos productores (Amir y Knipscheer, 1989; Spedding, 1990; Tripp, 1991; Zandstra, 1982).

Para resolver las limitantes de la caprinocultura, es necesario un mayor entendimiento de los atributos de las cabras, así como por la contribución que ejercen dentro de los sistemas de producción (Devendra, 1990). Asimismo los proyectos de investigación que pretenden incidir en el desarrollo agropecuario, deben considerar la racionalidad y objetivos de los productores (Claverías *et al.*, 1991).

El sistema agrícola es definido como un conjunto de componentes que inter-actúan uno con otro, en tal forma que el conjunto se comporta como una

sola entidad con propósitos agrícolas. Existe diferencia en la concepción de un sistema agrícola y un sistema de producción. Para el primer caso, se le analiza en relación a su propósito incluyendo cualquier factor que pueda contribuir a costos financieros. En cambio, el sistema de producción analiza el funcionamiento y salidas de procesos biológicos; aunque se evalúan económicamente, esencialmente se utilizan indicadores biológicos para su análisis (Spedding, 1975).

La investigación en sistemas de producción, más que nada es una perspectiva de investigación. El enfoque requiere que los investigadores tomen en cuenta toda la unidad de producción y vean el bienestar de la familia como dependiente de un amplio rango de variables. El enfoque de sistemas de producción ha desarrollado métodos nuevos de investigación adaptativa (Borel, 1985; Byerlee, 1983; Gastal y Tonina, 1989; Quijandria, 1989; Quiroz *et al.*, 1991; Ruíz, 1989; Salinas y Flores, 1989; Tripp, 1991; Virmani, 1983). La secuencia de investigación en sistemas de producción generalmente incluye:

- 1.- Diagnóstico de las prácticas y problemas del productor.
- 2.- Planeación de un programa de experimentación de acuerdo a las características y limitantes encontrados.
- 3.- Prueba de alternativas tecnológicas en la unidad de producción.
- 4.- Evaluación de resultados.
- 5.- Desarrollo y extensión de recomendaciones.

En muchos casos se realiza experimentación en las unidades de producción comerciales, por lo que se asume que se está quitando la brecha entre la utopía

y lo real. Sin embargo, en este tipo de investigación se toma en cuenta al productor sólo como consultor, informante y evaluador del desarrollo relativo de la tecnología. Más que lo anterior, se requiere de la participación del productor en la decisión de qué investigar y en el diseño de alternativas tecnológicas. El productor se debiera involucrar en la planeación de la investigación adaptativa y en el pre-tamizado de tecnología del campo experimental. De esta forma se logra que el productor tenga información, herramientas y prototipos de tecnología. Si se considera al productor no sólo como el sujeto que adopta la tecnología sino como quien la adapta a sus condiciones se logrará tener un mayor retomo del proyecto de investigación a través de un más rápido desarrollo de tecnologías relevantes (Ashby y Quiros, 1990; Ashby, 1991).

El propósito del enfoque de sistemas de producción es el desarrollar tecnología apropiada a las condiciones de los productores. Si la tecnología es apropiada el agricultor rápidamente la integrará en las actividades de su unidad de producción (Byerlee *et al.*, 1983). De acuerdo a Darrow y Saxenian citados por Sansoucy (1990) la tecnología apropiada requiere ser diseñada considerando las siguientes características:

- 1.- Que se requiera de montos pequeños de capital.
- 2.- Enfatizar el uso de materiales locales disponibles.
- 3.- Con cierta intensidad usar mano de obra, pero con mayor productividad que otras tecnologías tradicionales.
- 4.- Que sea lo suficientemente manejable por individuos o grupos familiares.
- 5.- Que pueda ser entendida, controlada y mantenida por campesinos sin un alto

grado de entrenamiento.

- 6.- Que la tecnología pueda ser aplicada en pequeñas comunidades.
- 7.- Que ofrezca la oportunidad a personas en trabajar en forma grupal, y su participación en el proceso de la innovación tecnológica.
- 8.- Que sea flexible y se adapte a diferentes lugares o circunstancias.
- 9.- Que se pueda usar en forma productiva sin causar daño al medio ambiente.

3.2 Simulación

En el enfoque de sistemas de producción, el término modelo puede entenderse como la abstracción o representación simplificada de la unidad productiva. El modelo es, básicamente, una forma análoga a la realidad. Hay varios tipos alternativos de modelos: mentales, gráficos, físicos, matemáticos y numéricos.

En la realidad, los sistemas de producción son demasiado complejos para ser fácilmente sintetizados de una forma adecuada; de esta manera, los modelos son tan solo aproximaciones a la realidad. El valor de un modelo depende básicamente de que cumpla los fines para los cuales ha sido diseñado. Los modelos pueden usarse con fines explicativos, predictivos, de cálculo y de sistematización. El grado de exactitud que se exija de un modelo dependerá entre otras cosas, del uso al que esté destinado (Gutiérrez, 1988; Hart, 1989b).

3.3 Adopción de Tecnología

Uno de los objetivos principales del enfoque de sistemas de producción es

proporcionar tecnología apropiada a las características de los caprinocultores de autosuficiencia. Lo cual se apoya en la premisa dada por el CIMMYT (1988), de que si las tecnologías son apropiadas para las circunstancias de los agricultores, éstos las adoptarán rápidamente.

El conocer las circunstancias del productor y de su sistema de producción, implica considerar la racionalidad del productor, como la de los que practican la agricultura comercial; y además un respeto a la cultura que caracteriza al campesino de autosuficiencia. En el análisis de los resultados del Plan Puebla en México, se ha constatado esa racionalidad y la adopción de la tecnología o conocimiento, para un incremento en el rendimiento de sus cultivos (Díaz, 1989).

Para el conocimiento de las circunstancias (físicas, biológicas, económicas y sociales), del caprinocultor el enfoque de investigación en sistemas de producción ofrece una alternativa. Se destaca la participación de los productores y de especialistas con experiencia de campo previa. El modelo de generación tecnológica apropiada, parte de la experiencia de que modelos usados anteriormente en América Latina (Saravia, 1983) han fracasado para los agricultores de subsistencia (y autosuficiencia) por ofrecer tecnologías diseñadas para otro tipo de agricultura (comercial). Lo anterior, probablemente forzó, a distorsionar las demandas o necesidades reales del sistema de producción por aquellas que se ajustaron a las tecnologías disponibles, para pasar por un proceso de investigación adaptativa, demostración y difusión.

La estrategia de investigación con el enfoque de sistemas de producción permite identificar las necesidades y circunstancias del productor. Una vez

identificadas las limitantes de producción se procede a adecuar la tecnología disponible ya sea procedente de la experimentación realizada por los tecnólogos o por los propios productores. Al identificar una carencia de técnicas o de conocimiento, se convierten en las líneas de investigación aplicada.

Urbieta *et al.* (1990) mencionan que las características que distinguen a los pequeños productores son el escaso acceso a los factores de producción, baja capacidad empresarial, empleo de mano de obra familiar, producción orientada a la subsistencia, complejos sistemas de producción y aversión al riesgo. Sin embargo, no necesariamente todos esos factores se presentan en los pequeños productores. La eficiencia de producción se da más por la capacidad gerencial y su práctica en la toma de decisiones que por el tipo de agricultura. Se ha observado que a una mayor capacidad gerencial del productor, éste tiene un mayor dominio del entorno del sistema de producción. Además, muestra una mayor disposición a la inversión y al riesgo. Por otro lado, en la medida que el tipo de actividad agropecuaria busque, no la autosuficiencia sino el incremento de ingresos y bienes (Agricultura comercial), se presenta un mayor uso de insumos externos, lo cual crea una dependencia. Aún en este último caso, bajo un esquema de baja capacidad gerencial, se presenta aversión al riesgo y menor dominio del medio por parte del productor.

En busca de que la tecnología ofrecida a los productores sea adoptada por ellos, es necesario conseguir la aprobación del usuario y en términos generales se proponen dos estrategias: a) ajustar la tecnología en base a las características del contexto físico-biológico y socio-económico vigente; y/o b) cambiar los

factores biológicos (suelo, humedad, especie animal, etc.) o bien el ambiente socio-económico (Mendoza, 1985).

Aún cuando con el enfoque de sistemas, nos hemos situado en el sistema de producción real (qué es), se ha presentado poca atención, al sistema de producción que debiera ser. Por la dificultad de la definición de los criterios para establecer el debe ser, Villarreal y Byerly (1981) establecieron el criterio de sistema de producción deseable. Actualmente, si se consideran las políticas de libre comercio y de modernización de la agricultura mexicana, el sistema de producción agropecuario (Deseable) debe caracterizarse por su sostenibilidad ecológica, económica y social a un mediano y largo plazo (Miranda de, 1995).

Si la adopción de tecnología implica que el productor comprenda, acepte, aplique y haga suya esa tecnología como procedimiento y métodos de producción, el enfoque de sistemas de producción se convierte en una herramienta importante de investigación y desarrollo.

3.4 Sistemas de Producción Caprinos en México

Se estima que en la actualidad existen en el mundo 445 millones de cabras, de las que el 94% se localizan en países en desarrollo, donde hay en promedio 56 cabras por cada 100 personas económicamente activas dedicadas a la agricultura. Tradicionalmente se ha asociado a la cabra con subdesarrollo y pobreza, por estar casi siempre junto a los estratos más marginados en las zonas geográficas con mayores limitaciones agroecológicas (Raun, 1982; Spedding, 1990).

A principios del presente siglo la población nacional caprina se estimaba en 4 millones de cabezas, cifra que se mantuvo hasta los años 20's cuando comenzó a incrementarse hasta estancarse en los años 60's en alrededor de 9 millones, de ahí a la fecha ha permanecido constante (Figura 1). El inventario nacional de caprinos representa el 31% de la población caprina de América Latina y el 2% del mundo (FAO, 1990).

En México es aceptado que la ganadería caprina, desde la colonia, comenzó a explotarse en la región Noroeste del país, quizá porque la población colonizadora provenía de provincias consumidoras de carne de cabra o quizá sólo por la adaptación a los tipos de vegetación predominantes (González, 1977).

El semi-árido de México asciende a una superficie de 80 millones de hectáreas, que comprende alrededor del 42% del territorio Nacional (Arbiza, 1986). En ésta vasta área, se localizan diversos sistemas agropecuarios de pequeños productores, los cuales han mostrado ser de mayor sostenibilidad económica y social por integrar los elementos agrícolas y pecuarios. Los dos elementos, agrícola y pecuario, interaccionan de tal forma que se complementan recíprocamente. Así los residuos agrícolas sirven de alimento a los animales, y los últimos son una reserva económica para financiar las labores agrícolas en el siguiente ciclo de cultivos. A diferencia de la agricultura comercial que se caracteriza por la especificidad de sus productos, los productores en referencia diversifican sus actividades y así practican una agricultura de autosuficiencia.

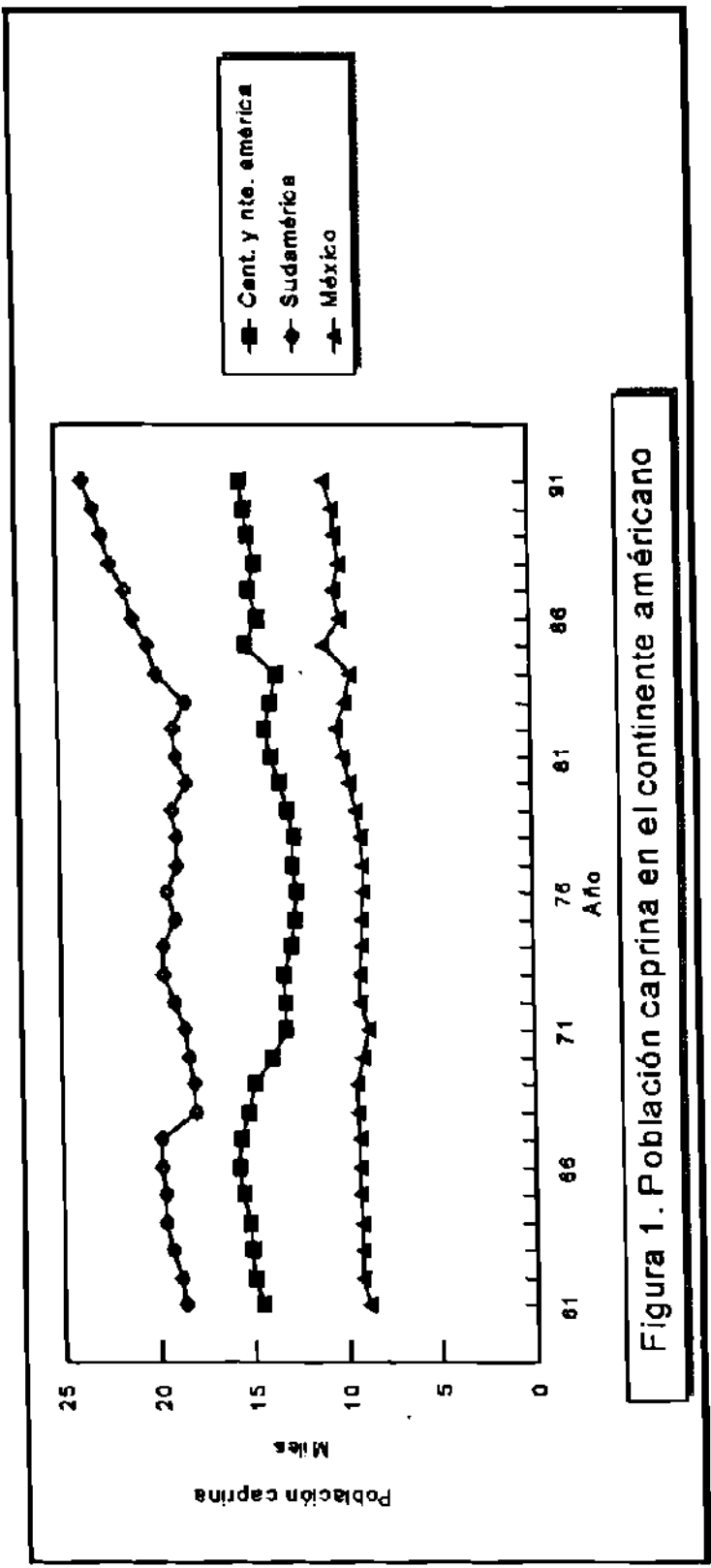


Figura 1. Población caprina en el continente americano

3.4.1 Sistemas de Producción Caprinos Predominantes

Se han realizado estudios que utilizan diversas clasificaciones de los sistemas de producción caprinos en México. Algunos se clasifican por recursos utilizados y tipo de manejo, donde se localizan los sistemas nómada, sedentario, semi-estabulado y extensivo (Fresnillo, 1988; González, 1977; Salinas *et al.*, 1983, Salinas y Sáenz, 1984). Sin embargo otros estudios han enfatizado las diferencias entre sistemas por el tipo de producto como cabrito, carne adulto, leche, queso y pieles (Cueto, 1985; Flores, *et al.*, 1987; López, 1983; Taboada, 1988).

En el semidesierto del Noreste de México se presentan tres sistemas de producción definidos por producto, que son diferentes entre ellos. El gradiente de precipitación, el tipo de vegetación, la presencia de residuos de cultivos de temporal o riego, la infraestructura instalada para acopio y procesamiento de productos y la presión de centros de consumo, son los principales factores que influyen en la determinación del tipo de producto obtenido, los cuales son: sistema de producción leche-cabrito, sistemas de producción carne-adulto y el sistema de producción cabrito (Salinas, 1992).

En la TABLA 1 se aprecia que en el agroecosistema de mayor aporte de nutrientes se produce leche, en el intermedio carne de adulto y en el incipiente cabritos vendidos antes del destete. La presencia de residuos de cosecha juega un papel importante en los tres sistemas de producción, concentrándose la actividad caprina alrededor de las áreas agrícolas ya sea de temporal o de riego (Salinas, 1992).

TABLA 1

**CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CAPRINOS EN
EL NOROESTE DE MÉXICO ¹**

	Características agro-ecosistema	Función objetivo	Principales limitantes
Sist. Producción Leche-Cabrito	Precipit. 200-600 mm Residuos de Cultivo de Riego y/o temporal Vegetación natural.	Vta. Leche para liqui- dez diaria. Vta. Cabri- to. Ahorro Vta. Adulto gasto im- previsto.	Falta alimento Feb-Abril Época partos \$/Cabrito Parasitosis
Sist. Producción Carne-Adulto	Precipit. 350-450 mm Residuos de Cultivos de Temporal Vegetación Natural.	Vta. Adultos Caja Ahorro liquidez Imprevistos	Falta Alimento Feb-Mayo Calidad genética Parasitosis
Sist. Producción Cabrito	Precipit. 180-300 mm Residuos Incipientes Cultivos de Temporal Vegetación Natural.	Vta. Cabritos Caja Ahorro Vta. Adultos Gastos Im- previstos.	Desnutrición Previo parto Aborto. Esca- sez reproduc- tores. Falta - alimento Dic- Mayo Sobrepastoreo

¹ Fuente: Salinas (1992).

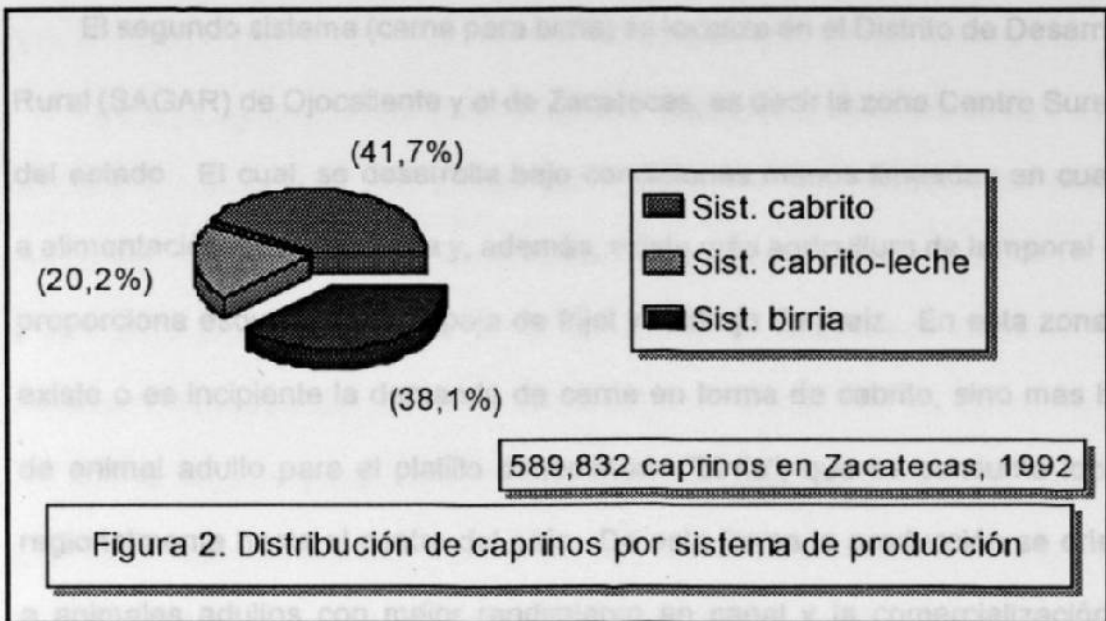
3.4.2 Sistemas de Producción Caprinos en Zacatecas

La mayor densidad de población caprina se localiza en los estados de Coahuila, Nuevo León y Zacatecas, este último cuenta con más de 626,000 cabezas de las que el 34% se encuentran en el Distrito de Desarrollo Rural de Concepción del Oro, que es la parte más árida de la entidad, le siguen en importancia los distritos de Zacatecas, Ojocaliente, y Río Grande, mientras en el Suroeste del estado, la zona menos árida, es casi nula la población caprina (Delegación SARH, 1992).

La actividad caprina se desarrolla en términos generales bajo condiciones marginales, ya que está asociada con familias que han diversificado sus actividades agrícolas con la presencia de la cabra (Ramírez, 1993). Los dos sistemas más importantes en el área semi-árida de Zacatecas son: el sistema de producción de cabrito y el de animales adultos para elaboración de un platillo típico llamado "birria" (Figura 2).

El primero se ubica en la zona Noroeste del Estado, que corresponde a Concepción del Oro, donde se observa un sistema basado en la producción de cabrito llamado de leche, porque el mercado exige animales que no hayan consumido otro alimento al momento de su comercialización, que por lo tanto la venta debe realizarse a temprana edad, alrededor de 30 días, con rangos de 15 a 50 días. Esta situación es originada por un lado, por la fuerte demanda de este producto en el Noroeste del país, principalmente la ciudad de Monterrey y algunas otras como Reynosa, Saltillo, Torreón etc., y por otro lado por las condiciones (precarias) en que se desarrolla la actividad en esa región;

condiciones agrarias por la baja productividad y poca producción forrajera en los pastizales.



efeción después de los 6 meses de edad hasta llegar a su edad adulta (Salinas, 1992).

3.4.3 Sistemas de Producción de Maíz y Frijol en Zacatecas

El maíz y frijol en Zacatecas son cultivos que se encuentran en la mayoría de los sistemas de producción, ya que su adaptabilidad a las condiciones agro climáticas ha permitido una amplia siembra de ellos. Así, entre los años de 1977 y 1992 se han cultivado en el estado de Zacatecas entre 278,500 y 455,900 ha de temporal de maíz; y entre 441,500 y 694,100 ha de frijol de temporal. Otros cultivos que se siembran en el altiplano zacatecano bajo temporal son la avena forrajera (15,000 ha), sorgo forrajero (2,500 ha) y trigo (14,500 ha); sin embargo de avena se han llegado a sembrar alrededor de

condiciones agradadas por la baja precipitación y baja producción forrajera en los pastizales.

El segundo sistema (carne para birria) se localiza en el Distrito de Desarrollo Rural (SAGAR) de Ojocaliente y el de Zacatecas, es decir la zona Centro Sureste del estado. El cual, se desarrolla bajo condiciones menos limitadas en cuanto a alimentación forrajera nativa y, además, existe más agricultura de temporal que proporciona esquilmos como paja de frijol y rastrojo de maíz. En esta zona no existe o es incipiente la demanda de carne en forma de cabrito, sino mas bien de animal adulto para el platillo denominado "birria", que se consume local y regionalmente hasta el centro del país. De esta forma la producción se orienta a animales adultos con mejor rendimiento en canal y la comercialización se efectúa después de los 6 meses de edad hasta llegar a edad adulta (Salinas, 1992).

3.4.3 Sistemas de Producción de Maíz y Frijol en Zacatecas

El maíz y frijol en Zacatecas son cultivos que se encuentran en la mayoría de los sistemas de producción, ya que su adaptabilidad a las condiciones agro-climatológicas ha permitido una amplia siembra de ellos. Así, entre los años de 1977 y 1992 se han cultivado en el estado de Zacatecas entre 276,500 y 455,900 ha de temporal de maíz, y entre 441,500 y 694,100 ha de frijol de temporal. Otros cultivos que se siembran en el altiplano zacatecano bajo temporal son la avena forrajera (15,000 ha), sorgo forrajero (2,500 ha) y trigo (11,500 ha); sin embargo de avena se han llegado a sembrar alrededor de

50,500 ha y de trigo 22,300 ha, debido a retrasos en la época de lluvias y la consecuente pérdida de la oportunidad de fecha de siembra en frijol y maíz (Luna, 1995).

La franja agrícola de Zacatecas varía en el gradiente de precipitación, es en la parte centro-sur de ella donde las condiciones ambientales son menos favorables. Ramírez (1993), define seis sistemas de producción agrícola para el área más marginada, que es donde se localiza la producción caprina. Los sistemas de producción son:

a) Frijol de temporal parcialmente mecanizado con utilización media de insumos.

Este sistema predomina casi en toda la franja agrícola, se realiza con maquinaria, utiliza semilla criolla, de la denominada flor de mayo y flor de junio, la densidad de siembra es menor a la recomendada de 30 kg/ha, no se fertiliza, sólo se adicionan fertilizantes orgánicos, pero en bajas dosis y sin frecuencia definida.

b) Frijol de temporal con tracción mixta. Este sistema se distingue al anterior, porque se localiza en el área más marginada donde la lluvia es incierta y dispersa entre localidades. Generalmente se utiliza tractor para la preparación de suelo y siembra, pero las actividades de escarda se realizan con yunta. El uso de maquinaria colectiva, rentada y lo incierto de la cosecha dificulta la continua mecanización.

c) Asociaciones frijol-maíz en seco con tracción animal. Este sistema aunque pequeño en magnitud, es importante porque el productor integra a la siembra otros cultivos como frijol, calabaza y girasol con el fin de minimizar el riesgo de la siniestralidad. Generalmente se establece en pequeñas áreas de mayor

humedad por escurrimiento de agua, no utiliza tecnología de fertilizantes, variedades, ni manejo de plagas.

d) Maíz de temporal con tracción animal. Este sistema de producción aprovecha la humedad *in situ*, se ha asociado fuertemente a la producción de ovino-caprinos, por la marginalidad de humedad, no utiliza fertilizantes ni variedades mejoradas, y por las tendencias de precio del maíz, ha presentado cambios hacia la producción de frijol de temporal.

e) Plantaciones de nopal tunero. Gracias a la cultura del cultivo de huertos familiares con nopal tunero, forrajero, de verdura y medicinal, ha permitido que ciertas áreas crezcan en el cultivo del nopal con fines de producción de tuna. Esta actividad se vislumbra como una alternativa orientada al mercado nacional e internacional.

f) Hortalizas con utilización media de insumos. Algunas hortalizas, principalmente chile ancho y mirasol, se siembran en pequeñas áreas irrigadas aledañas a las cabeceras municipales.

Los sistemas de producción anteriores se localizan en el área marginal según estudios realizados por el INIFAP para determinar el potencial productivo de frijol y maíz. Luna (1995) sugiere que ésta es una área que debiera regresarse a su estado natural original.

CAPÍTULO 4

MATERIALES Y MÉTODOS

Cuatro estudios se llevaron a cabo y tres modelos se construyeron, para analizar los sistemas de producción agropecuarios y para el desarrollo de tecnología en el estado de Zacatecas.

Los estudios realizados consistieron en: a) analizar información disponible relacionada a la caprinocultura para delimitar las características y limitantes del sistema producción a analizar, b) desarrollar un experimento de evaluación de cultivos forrajeros de temporal, alternativos a frijol y maíz, el cual se realizó en el ciclo primavera verano de 1994 en el Campo Experimental Calera del estado de Zacatecas, c) conducir en el mismo año, un experimento de suplementación con residuos de cosecha en tres hatos caprinos comerciales de la comunidad Casa de Cerros del municipio Pánuco del mismo Estado, y d) evaluar la aplicación de tecnología en seis hatos caprinos de Zacatecas, la cual se realizó durante 1992 y 1993, analizándose información de dos años previos, tuvo como propósito conocer el grado de mejora de producción caprina y de productividad económica de la unidades de producción.

Los tres modelos construidos fueron: a) un modelo esquemático, para representar los principales componentes del sistema bajo estudio, así como el

funcionamiento de las interacciones del proceso de producción de la unidad productiva, b) un modelo de relaciones insumo producto, construido en hoja de cálculo, para calcular la evolución del hato y sus necesidades nutricionales en diferentes condiciones de manejo, y c) un modelo de asignación de recursos, por medio de programación lineal, para realizar una abstracción de la unidad de producción completa, y analizarla a través de la construcción de escenarios de niveles de tecnología y cambios de precios de insumos y productos.

4.1 Análisis de Información Secundaria y Resultados Previos

Para el análisis de resultados previos, se revisó la información secundaria de acuerdo a la metodología en sistemas de producción (Ruíz, 1989). Se consideró como información secundaria, toda aquella información disponible, relacionada a los sistemas de producción agropecuarios bajo estudio. Además, esa información se confrontó con informantes clave, que fueron productores y técnicos especialistas del área. El propósito en esta parte de la investigación fue el comprender el funcionamiento del sistema de producción, a través del análisis de la estructura del sistema de producción. Por otro lado, el conocer las características y limitantes de producción del sistema permitió, profundizar en el diseño de los experimentos y construcción de modelos realizados en esta investigación.

4.2 Experimento para Evaluar Cultivos de Temporal Alternativos a Frijol y Maíz

El sistema de producción integra dos subsistemas, el agrícola y el pecuario.

La agricultura que se practica es de temporal en un clima templado donde las opciones que conoce el productor y que ofrece la investigación son: frijol, maíz y cereales. La creciente apertura comercial y su influencia en los rangos de precios sobre frijol y maíz, los convierte en cultivos de mayor riesgo económico para el productor. Los cereales son una alternativa, tanto para producción de granos como cebada, avena y trigo, así como para abastecimiento de forrajes para la interfase con las actividades pecuarias. Sin embargo, cultivos como la avena son seleccionados por el agricultor sólo cuando la temporada de lluvias se retrasa y por ende no permite la siembra de frijol y maíz que son susceptibles al período de heladas (octubre a abril).

Se desconoce la eficiencia de transformación de agua a materia seca y a nutrientes por forrajes de temporal, comparados con los cultivos tradicionales. Por otro lado, se desconoce la opción económica que representaría la siembra de cultivos de mayor rendimiento de materia seca, por unidad de superficie, como el sorgo forrajero, mijo perla, sorgo almun en contraste a la avena y cebada forrajeras.

Por lo anterior se estableció un experimento, en el Campo Experimental Calera Zacatecas del INIFAP, al inicio de la temporada de lluvias, el 29 de junio de 1994. El trabajo de campo tuvo una duración de 161 días.

Se probaron un total de 16 tratamientos con cuatro repeticiones, en un diseño experimental de bloques completamente al azar. Los tratamientos estuvieron conformados por 9 especies de cultivos diferentes que incluyeron al frijol (var. flor de mayo), maíces (VS-209 y criollo), sorgos (Sucro y K-100),

sorgoxsudán (Su sweet), mijo perla, avenas (Cuauhtémoc y Zacatecas 1), cebadas (Esmeralda y Centinela), triticale (Eronga y Romoga) y trigo forrajero (menona). Cada especie se sembró a una densidad de acuerdo a recomendaciones generales para esos cultivos bajo temporal: los sorgos con 15 kg/ha, el Mijo perla con 18 kg/ha, los cereales con 100 kg/ha, el frijol con 40 kg/ha y los maíces con 14 kg/ha; también, se probó el maíz V-209 a una densidad mayor (21 kg/ha). Por otro lado, la fertilización aplicada fue con la fórmula 30-40-00, a la primer escarda (Fresnillo, 1993, INIFAP, 1992).

Cada unidad experimental (41.28 m²) del experimento se sub-dividió en cuatro sub-parcelas (8.6 m²) para realizar cortes progresivos hasta la cosecha final. Se realizaron un total de 4 cortes, el primero el 19 de sept., el segundo el 30 de sept., el tercero el 13 de oct., y el cuarto o cosecha final el 3 de nov. o 6 de dic. según la especie de que se tratara.

Las variables medidas en planta fueron: producción de materia verde y seca, y altura para todos los cultivos. En los tratamientos de maíz y frijol además, de las variables anteriores se midió la producción de grano y la relación con follaje. Se hicieron muestras compuestas (4 repeticiones) para cada corte, de diez tratamientos sobresalientes y representativos de las especies probadas. A las cuales se les determinó el contenido de proteína cruda (PC) (AOAC, 1975), fibra detergente ácido (FDA) y detergente neutro (FDN) (Goering y Van Soest, 1970). A la vez se estimó el contenido de hemicelulosa (HEM), por diferencia de las fracciones de fibra, también se estimó el rendimiento de proteína cruda por hectárea (PC/ha), valor que se obtuvo al relacionar el porcentaje de proteína

cruda y su correspondiente rendimiento de materia seca.

Se midió la precipitación del periodo y se calcularon las Unidades Térmicas (U. Calor) por el método del Seno a través del paquete SICA 2.0 (Medina y Ruíz, 1992), para cada especie y a cada fecha de corte. Por medio del mismo paquete (SICA) se determinaron las variables básicas climáticas (precipit., temp. y evaporación) para los periodos comprendidos entre la siembra y la fecha de cada uno de los cuatro cortes. Además se calculó la precipitación media de los últimos 22 años, así como la probabilidad de ocurrir una lluvia similar a la del ciclo vegetativo de 1994; y la probabilidad de heladas ($-2\text{ }^{\circ}\text{C}$) para cada una de las cuatro fechas de corte. Se determinó la densidad aparente del suelo donde se localizó el experimento (1.897 gr/cm^3), por medio del método volumétrico (SARH, 1979). El suelo se caracterizó además, por tener una textura migajón - arenosa, un pH de 7.5, una capacidad de campo de 14.8% y un punto de marchites permanente de 7.9%. Se midió la humedad en el suelo por el método gravimétrico a profundidades de 0-15, 15-30 y 30-45 cm, los muestreos y lecturas se realizaron aproximadamente cada 7 días; los muestreos sólo se realizaron en el frijol y sorgo Sucro, cultivos contrastantes. Se calculó el porcentaje de humedad disponible a lo largo del experimento, así como la lámina evapotranspirada y la eficiencia del uso del agua para estos cultivos, según la metodología señalada por Perales y Serna (1992) y Vega (1980).

Para el análisis estadístico se usó el paquete SAS 6.04 (1987). De un total de 256 datos para cada una de las variables de planta medidas, se perdieron 4 observaciones, por lo que se utilizó el procedimiento General Lineal Model (GLM).

En un primer análisis estadístico se compararon las diferencias entre tratamientos, entre cortes y de la interacción tratamientos x cortes. Debido a la significancia encontrada ($P < 0.01$) se procedió con la comparación de medias para tratamientos, mediante la técnica de Tuckey a una probabilidad de 0.05 (Steel y Torrie, 1980).

Por la interacción que se encontró entre tratamientos y sub-muestreos (cortes), se realizó un segundo análisis estadístico (GLM), donde se formaron 64 tratamientos. Estos 64 nuevos tratamientos fueron conformados, por cada uno de los 16 tratamientos (especie, variedad) para cada corte efectuado (cuatro); quedando trat. 1 corte 1, trat. 1 corte 2, ... trat. 16 corte 4, y así formar los 64 tratamientos mencionados. El propósito de este análisis fue el de identificar los cultivos o variedades que sobresalían al primer, segundo, tercer y cuarto corte. Una vez efectuado el análisis, se encontró una diferencia ($P < 0.01$) entre los 64 tratamientos, por lo que se procedió a realizar la comparación entre medias con la técnica de Tuckey a una probabilidad de 0.05 (Steel y Torrie, 1980). Basados en las mismas técnicas se analizaron los resultados de calidad de forraje, donde cada corte, se consideró como repetición, de tal forma que hubo cuatro repeticiones para cada tratamiento (cultivo) analizado. En base a la agrupación anterior, se realizó un análisis estadístico ($P < 0.01$) para comparar las fracciones indicadas (PC, FDN, FDA, HEM, PC/ha) así como la producción de proteína cruda por hectárea entre tratamientos.

Se realizó un análisis estadístico para comparar la producción de grano, follaje y olote de maíz en tres tratamientos de maíz, y grano y paja para otro

tratamiento de frijol. Se utilizó el paquete SAS 6.04 (1987) y debido a la significancia encontrada ($P < 0.01$) para producción de follaje se procedió con la comparación de medias entre tratamientos, mediante la técnica de Tuckey a una probabilidad de 0.05 (Steel y Torrie, 1980). Además se elaboró un presupuesto privado (Guerra, 1992) para comparar al frijol y maíz con los cultivos más sobresalientes del tipo sorgo y cereal. Así, aparte de haber elaborado el presupuesto para el frijol Flor de Mayo y maíz V-209 se hizo para el sorgo Sucro y cebada Esmeralda. Índices como, costo/ha y utilidad/ha permitió complementar al análisis estadístico de resultados.

4.3 Experimento para Evaluar la Suplementación con Residuos de Cosecha en tres Hatos Caprinos

Uno de los problemas detectados en el sistema de producción objetivo es la aparente deficiencia alimenticia durante el invierno, en especial para los animales recién paridos y en los meses más críticos que son abril y mayo de cada año. El conocer la respuesta animal a la suplementación puede indicar no sólo la necesidad de suplementación, sino también el grado de equilibrio, entre el manejo, los requerimientos alimenticios según la carga genética de las cabras y el aporte de biomasa del medio ambiente. En base a lo anterior, se diseñó un experimento que se evaluó en tres hatos caprinos de la comunidad Casa de Cerros del ejido Pánuco, en Zacatecas.

Para el estudio se seleccionaron un total de 72 cabras recién paridas. Se establecieron dos tratamientos, un grupo suplementado con una mezcla de heno de avena, rastrojo de maíz, y paja de frijol molidos y mezclados en diferentes

proporciones de acuerdo a la disponibilidad de cada productor. La mezcla se ofreció a libre acceso. Además, se adicionaron 100 gr de pasta de soya y 10 gr de magnophoscal (suplemento de macrominerales con 17.5% de fósforo) por animal y por día. El segundo tratamiento, se consideró como testigo, donde a dos de los hatos se les proporcionó la base de paja y rastrojo sin la pasta de soya, ni el suplemento mineral. El hato restante no recibió suplemento (Viviano). A los animales suplementados, se les ofreció el alimento antes de salir a pastorear, con el resto de los animales del hato.

El experimento tuvo una duración de solamente de 74 días, el cual inició el 14 de abril y terminó el 27 de junio de 1994, ya que reverdecieron las arbustivas, y los animales empezaban a tener acceso a una mejor alimentación, aun cuando no se había establecido el período de lluvia. La precipitación registrada en el área, entre el 1 de febrero y el último día de mayo fue de solamente 66 mm, en tres eventos importantes de 16, 24 y 25 mm cada uno. Las variables medidas cada 15 días, fueron peso vivo de cabras y crías, y condición corporal en cabras. Se midió la condición corporal según el método descrito por Honhold *et al.* (1989), el cual consiste en clasificar de 1 a 4, con intervalos de 1/2 punto, la cantidad de masa muscular presente en las vértebras lumbares del animal.

Las cabras se aretaron, para su adecuada identificación, y se formaron grupos de 10 a 15 animales por tratamiento en cada uno de los hatos, utilizando una estratificación de animales entre tratamientos por peso vivo. Las cabras se desparasitaron internamente. El tratamiento se repitió a los 21 días.

El primer análisis estadístico consistió en realizar un diseño factorial

(tratamiento x productor) completamente al azar, para las siguientes variables: peso vivo final, condición corporal final e incremento de peso total de crías. Así las cosas, por no haber interacción (tratamiento x productor) se realizó un análisis por hatos a través de un diseño completamente al azar para las variables: peso vivo final, cambio de peso vivo y condición corporal final para cabras adultas; además de un análisis para peso final y cambio de peso total de las crías. El tercer tipo de análisis para los dos tratamientos, fue con un diseño factorial completamente al azar (tratamiento x período) para las variables de cambio de peso de cabras y crías, así como el cambio de condición corporal de cabras entre períodos. Los análisis se realizaron en forma independiente para cada productor. Se utilizó el paquete PANACEA 2 (1988) para el análisis estadístico, evaluándose la diferencia ($P < 0.05$) entre los tratamientos y las interacciones de tratamiento con períodos de tiempo y con hatos participantes.

4.4 Niveles de Cambio Tecnológico en la Unidad de Producción

La productividad de una unidad de producción depende de varios factores, uno de los más importantes es la capacidad gerencial del productor (Salinas, 1992a). Dentro de un sistema de producción determinado se encuentran productores de diferentes expectativas y capacidades gerenciales, factor que influenciará a diversos grados de adopción y adaptación de tecnología diseñada.

4.4.1 Tecnología para Primer Nivel de Cambio

Los factores limitantes diagnosticados previamente a esta investigación

indican la necesidad del diseño de alternativas de tecnologías de manejo con las siguientes actividades:

Programa Sanitario. Este programa incluyó la capacitación a productores en la desparasitación específica contra parásitos internos y externos. Prevención y tratamiento de enfermedades infecciosas, principalmente de tipo neumónico.

Suplementación. En este nivel tecnológico, se buscó la suplementación mineral sostenida a través del año, con suplementos minerales con un contenido mínimo de 6% de fósforo.

4.4.2 Tecnología para Segundo Nivel de Cambio

Para los productores que adoptaron satisfactoriamente la tecnología ofrecida en el primer nivel, se les sometió a una intensificación de su hato caprino. En este segundo nivel tecnológico se buscó que los productores eficientizaran los recursos utilizados (agua, suelo, vegetación, animales y mano de obra familiar) a través del uso de escalas de producción en la actividad agrícola y en la pecuaria, y la intensificación que se ha vislumbrado como una de las mejores alternativas de desarrollo productivo (Akhtar, 1988). El cambio de economías de escala rebasa los límites de tiempo de cualquier investigación contemporánea, por lo que se utilizó el modelo de simulación para construir diversos escenarios. Sin embargo para que las unidades de producción puedan modificar la escala de producción caprina a mediano plazo, fue necesario mejorar la alimentación, con la inclusión de residuos de cosecha molidos y modificar la época de empadre, y así evitar nacimientos durante los meses de febrero a mayo.

La intensificación se diseñó estratégicamente para incrementar el retorno económico a los recursos usados, principalmente al de la mano de obra familiar. También, pretendió disminuir el tiempo de pastoreo durante la época de escasez alimenticia, que es durante el invierno. Para lo cuál, fue necesario utilizar raciones formuladas con residuos de cosecha y forrajes de temporal. Se dio especial atención a la inclusión de proteína en la suplementación, debido a los altos niveles de proteína ligada a la fibra de arbustivas (Ramírez, 1992). Lo anterior se probó en el experimento de suplementación con residuos de cosecha.

Se implementó la tecnología mencionada en seis hatos caprinos localizados en las comunidades de Pánuco, Ojocaliente y Luis Moya del estado de Zacatecas. Se dio un seguimiento de tres años para determinar los principales indicadores agrícolas y zootécnicos de acuerdo a la metodología de diagnóstico dinámico presentada por Li y Borel (1986). Se realizó un análisis de costos e ingresos según la metodología descrita por Simpson (1989).

4.5 Construcción de Modelos

Se conoce la utilidad del uso de modelos para la experimentación o evaluación ex-ante de alternativas tecnológicas, así como para la comprensión y manejo del funcionamiento de un sistema de producción completo o parcial entre algunos de sus componentes (Gutiérrez, 1988; Hart, 1989a; Pattie, 1987). Para la presente investigación se construyeron tres modelos con propósitos específicos, los que se presentan a continuación:

4.5.1 Modelo Esquemático del Sistema de Producción Objetivo

Se utilizó la metodología señalada por Hart (1989b) y tuvo el propósito de describir al sistema de producción sus sub-sistemas, componentes, insumos, productos y principales interacciones. Para la construcción del modelo, se tomó en cuenta información disponible de las características del sistema de producción objetivo (Salinas *et al.*, 1991a), así como, de entrevistas informales realizadas a caprinocultores en los Municipios de Pánuco, Ojocaliente y Luis Moya del estado de Zacatecas.

4.5.2 Modelo de Relaciones Insumos-Productos

Se utilizó el programa Lotus 123, versión 4.0 (1993) para representar las relaciones biológicas en el subsistema caprino. La construcción se hizo utilizando información de experimentos de cabras en relación a la respuesta del uso de tecnología. La construcción del modelo consideró la evolución del hato, como eje central, y así determinar las necesidades mensuales del hato de materia seca, proteína cruda y energía digestible, así como las ventas mensuales de animales por categoría. El modelo considera información de índices zootécnicos como, fertilidad, aborto y mortalidad, y limita la conformación del hato en base a tamaño máximo de vientres, desecho anual y época de partos (meses). Las necesidades alimenticias fueron calculadas en base al peso vivo de cada categoría, (información que se proporciona), del estado fisiológico de los vientres (último tercio gestación o inicio lactancia), así como de la estructura mensual del hato. El uso de tecnología puede mejorar la productividad del hato caprino (Salinas,

1993), por lo que se construyeron dos escenarios uno con el sistema tradicional y otro con el uso de tecnología. Para cada escenario se calculó, la evolución del hato, las necesidades alimenticias mensuales y la venta de animales por categoría.

4.5.3 Modelo de Optimización de uso de Recursos

Se utilizó el paquete de programación lineal BLP88, versión 4.11 (1984), con el propósito de ubicar el recurso suelo a los diversos cultivos, el recursos mano de obra y capital a los sub-sistemas agrícola y caprino, y los recursos alimenticios disponibles dentro o fuera de la unidad de producción para la ración de suplementación durante cuatro meses del año. Se construyó la matriz del modelo, considerando los subsistemas agrícola y el subsistema caprino, tal como se describe en la metodología seguida por Nordblom *et al.* (1992) y Maino *et al.* (1993). También presentada por Simpson (1989), como una herramienta importante de análisis de la finca agropecuaria. Se construyeron seis escenarios donde se buscó la función objetivo de maximizar los ingresos para cada situación. Los seis escenarios se formularon en base a la abstracción del sistema de producción tradicional, el sistema con tecnología, escalas de producción agrícola (8, 16, 32, 64 ha), tamaños de hato (10,50,100,150,200 vientres), y precios de 1992, 1995 y 1995 con el apoyo de procampo.

4.6. Evaluación del Impacto de la Investigación

4.6.1 Evaluación Biológica y Económica

Se efectuó un seguimiento a las unidades de producción intervenidas para recabar información periódica de aspectos agronómicos, zootécnicos y económicos. A la vez se participó en la elaboración y aplicación de una encuesta para evaluar el impacto de la intervención tecnológica.

Evaluación biológica. Se visitaron las unidades de producción intervenidas y se recabó información del manejo y prácticas de cultivos y caprinos. En base a los datos proporcionados por los productores se calcularon los índices de rendimiento de grano, forraje y residuos de cosecha por unidad de superficie.

Los productores de los hatos intervenidos, registraron los nacimientos, muertes, ventas y abortos observados. Con lo cual se calcularon los índices de fertilidad, prolificidad, mortalidad, y aborto en las unidades caprinas.

Evaluación económica. El principal objetivo de la presente investigación fue el mejorar el bienestar del productor. Aunque, no en su totalidad, pero si en alto grado el factor económico es un indicador adecuado si se relaciona a las características de pequeños productores. Como ejemplo, se mencionaría que siendo para el productor la mano de obra su principal recurso (costo de producción), el retorno económico a ésta se convierte en un buen indicador (Guerra, 1992).

Existen diversas técnicas de evaluación económica para el análisis parcial del efecto de tecnología en un componente de la unidad de producción. Las

principales técnicas son: Análisis de presupuestos parciales, análisis de margen bruto y análisis de costo-beneficio. Para el análisis total de la unidad de producción se sugieren las técnicas de costos y retornos, y el análisis financiero (Amir y Knipscheer, 1989; Riesco, 1982; Simpson, 1989).

Para el análisis económico se siguió la metodología descrita por CIMMYT (1988), donde recomienda analizar a través de presupuestos parciales, análisis marginal y variabilidad de resultados. Este último basado en los posibles cambios en las circunstancias económicas de los productores, construyendo diversos escenarios.

4.6.2 Sitios de los Estudios Realizados

Se trabajó con información de tres comunidades del estado de Zacatecas, las cuales son: Jarillas, Griegos y Casa de Cerros, para el análisis de información previa a la intervención tecnológica. Para la fase de cambio tecnológico en esta investigación, se seleccionaron 6 productores de las tres comunidades ya mencionadas. Para el experimento de suplementación a caprinos se seleccionaron tres productores de la comunidad de Casa de Cerros; y en el caso del experimento de cultivos de temporal alternativos, se realizó en el Campo Experimental de Calera, Zacatecas.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis de Información Secundaria, Resultados Previos de Investigación

A través del análisis de 151 productores encuestados, se encontró efectivamente la predominancia de dos sistemas de producción en base al producto (cabrito y birria) regidos por condiciones específicas agroecológicas, de idiosincrasia y de mercadeo, tal como lo indicaba la información secundaria analizada por Avila y Salinas (1989). El sistema de producción de cabrito se localizó en el área agroecológica más árida comprendida por el Distrito de Desarrollo Rural de Concepción del Oro. El sistema de producción de animales para birria se identificó en un área con mayor precipitación y recursos alimenticios comprendida por los Distritos de Desarrollo de Zacatecas y Ojocaliente (Flores, 1994; Salinas, 1991). Aunque por producto se identificaron dos sistemas de producción grandes, se analizó la información por Distrito de Desarrollo Rural de la SAGAR (antes SARH), por lo que se procedió a discutir en base a tres áreas de estudio, que son: Concepción del Oro, Zacatecas y Ojocaliente.

En ambos sistemas los productores se dedican también a la agricultura de temporal para subsistencia con una media de superficie cultivada de 4.2 ha de maíz y 4.3 ha de frijol. En un estudio realizado por Ledesma *et al.* (1993)

encontraron que más del 61.1 % del área cultivada en el semidesierto zacatecano correspondía a siembras de maíz y frijol o combinaciones de los dos cultivos, con medias de 4.07 a 4.05 ha para cada uno de ellos. Sin embargo, en el distrito de Concepción del Oro (sistema cabrito) fue más frecuente la pérdida total o parcial de la cosecha, por lo que también es común que más del 54% de los productores tengan otras actividades como recolección de plantas silvestres para extracción de fibra o cera. Esto conlleva a que en estas unidades de producción se utilice en un mayor grado la mano de obra familiar para el manejo del hato caprino. En observaciones realizadas por Ramírez (1993), se confirma el hecho de la asociación de las actividades agrícolas con la caprinocultura, así como la siniestralidad de las cosechas de temporal.

Se identificó en las tres áreas que las actividades agrícolas, de manejo y cuidado de las cabras dependen de la mano de obra familiar, ya que indistintamente del área, menos del 18% contrata mano de obra y esto en forma esporádica. Otros estudios muestran que la responsabilidad de la fuerza de trabajo recae sobre la familia a excepción de las épocas de actividades agrícolas (Arbiza, 1984; Fresnillo, 1988).

La mayoría de los productores cuenta además con otras especies como bovinos, ovinos y equinos, principalmente en las áreas de Zacatecas y Ojocaliente, donde el promedio de cabras por rebaño fue de 53 ($S\bar{x}$: 11.9) y 64 ($S\bar{x}$: 9.35) respectivamente, mientras que en Concepción del Oro, área de menor precipitación, se encontraron hatos mayores con 90 ($S\bar{x}$: 7.8) cabras en promedio. En otras regiones se ha encontrado variación del tamaño de hato que va desde

50 hasta 600 animales (Avila, 1985; Hoyos *et al.*, 1987; López, 1983), pareciera ser que la carencia de alimento, no permite una mejoría de productividad por animal, por lo que el productor busca incrementos económicos con el aumento de animales por hato. En los pocos casos que se contrata mano de obra, se caracterizó por tener un tamaño medio de hato de 96 cabras, el cual fue superior al de los hatos que no contrataban mano de obra, que fue de 75 cabras.

Sin gran variación entre áreas agroecológicas un 78% de los productores externaron que no incrementaban su tamaño de hato por falta de alimentos disponibles para su ganado. A la vez se encontró diferente razón por la cual habían iniciado y permanecían en la actividad caprina. Un 53% de productores de Concepción del Oro eran caprinocultores debido a que la cabra era la única especie que se podía criar, aunque la mayoría reconoció que representaba un buen negocio para ellos. En el caso de Zacatecas y Ojocaliente un 65% de los caprinocultores permanecen criando cabras ya que consideran que la actividad es buen negocio y que para muchos de ellos es una tradición.

5.1.1 Recursos Alimenticios del Pastizal

En base al conocimiento que tienen los productores, en la TABLA 2 se presentan las principales especies del pastizal que la cabra consume. Se observa variación entre las tres áreas de estudio, donde en Concepción del Oro los caprinos utilizan nopal, hojaseñ, zacates y mariola; no así en Zacatecas donde la dieta de especies consumidas es más diversificada. En Ojocaliente predomina el uso de nopal, huizache y garabatillo. Se denotó la importancia del

TABLA 2

PRINCIPALES ESPECIES FORRAJERAS DE LOS AGOSTADEROS QUE LA CABRA CONSUME EN ZACATECAS, EXPRESADA EN PORCENTAJE DE HATOS QUE LAS UTILIZAN

Especie	Concepción		
	del Oro (%)	Zacatecas (%)	Ojocaliente (%)
Tuna (<i>Opuntia sp.</i>)	50.7	28.1	77.0
Huizache (<i>Acacia faemesiana</i>)	9.1	37.5	61.5
Hojasén (<i>Flourensia cernua</i>)	45.5	28.1	-
Zacates nativos	41.6	56.3	25.6
Mariola (<i>Pathernium incanum</i>)	41.6	21.9	-
Garabatlillo (<i>Crotalaria ovalis</i>)	-	-	48.7
Engordacabra (<i>Dalea tuberculata</i>)	2.6	28.1	28.2
Gatuño (<i>Mimosa biuncifera</i>)	2.6	28.1	-
Mezquite (<i>Prosopis juliflora</i>)	-	25.0	15.4
Costilla de vaca (<i>Atriplex canescens</i>)	13.0	3.1	2.6
Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>)	2.6	9.4	12.8
n ¹	77	32	39

¹ = Número de hatos.

nopal por su utilización a través de todo el año. Se observó también el uso combinado de nopal y huizache durante los meses de febrero a junio en Ojocaliente, lo cual explica, porqué los productores de esta área pueden programar partos en esa época, ya que para las otras dos áreas es una temporada crítica de alimentación (Salinas, 1992b).

5.1.2 Recursos Alimenticios por Residuos de Cosecha

El uso de esquilmos agrícolas (rastrojo de maíz y paja de frijol), se presenta en el 92% de los productores sin diferencias entre las tres regiones estudiadas del estado de Zacatecas. En otras entidades del norte de México, también es importante el suministro de residuos de cosecha a los caprinos (Fresnillo, 1988; Sáenz *et al.*, 1987; Taboada, 1988).

La utilización inicial al momento de la recolección de los cultivos corresponde a los meses de agosto y septiembre. Sin embargo, se observan diferencias en el uso mensual entre regiones; en Concepción del Oro se inicia en agosto y alcanza su punto más alto en octubre (35%). De diciembre a julio se observan los valores más bajos (5-17%). Las regiones Zacatecas y Ojocaliente presentan una tendencia diferente, se inicia en agosto y septiembre pero no con la intensidad de Concepción del Oro, en el período diciembre-abril se encuentran valores entre 25 y 50% en la utilización, y son los meses de julio a septiembre donde se presentan los más bajos niveles (3-5%).

5.1.3 Manejo Reproductivo del Rebaño Caprino

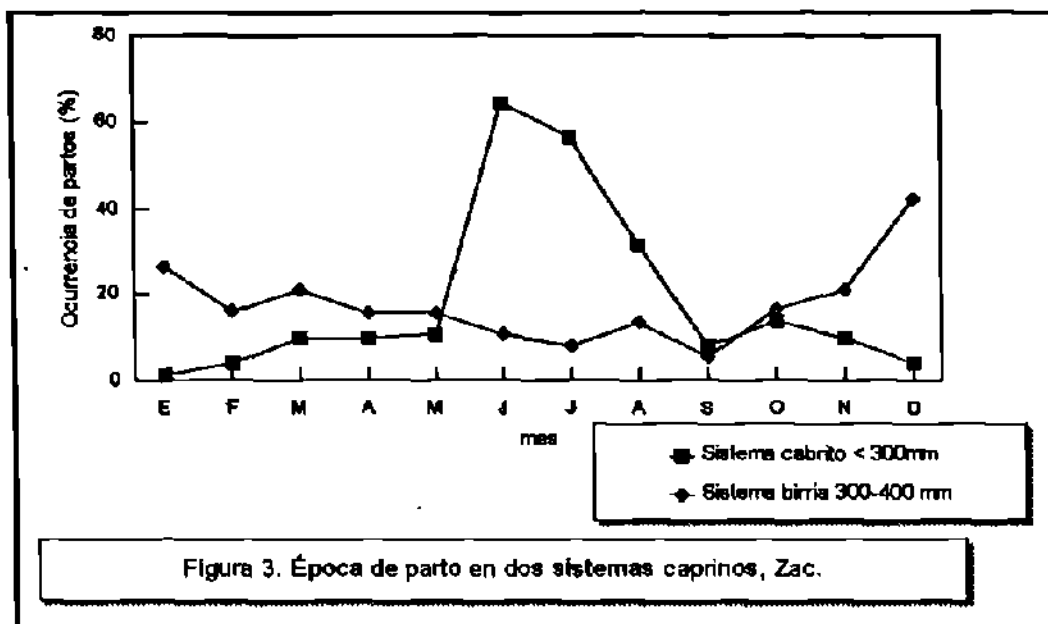
La época de partos es un indicador importante de manejo ya que su duración y época del año muestra aspectos que se relacionan a la alimentación, fertilidad, prolificidad, relación reproductores hembras, mercado de productos, mano de obra requerida y disponible principalmente. En Concepción del Oro se concentran los partos en los meses de junio y agosto (Figura 3), lo cual coincide por lo encontrado por Avila (1985), para el sur de Coahuila. Este período de partos se ubica en la época de más alta oferta de alimento por el pastizal, por otro lado el sistema de producción ofrece en venta el cabrito en los meses de agosto y septiembre donde se obtienen buenos precios y poca competencia en el mercado nacional. El hecho de vender casi la totalidad de los cabritos origina que los rebaños cuenten con una mayor proporción de animales adultos (73.3%) en relación a las otras regiones que representan un 60% de su hato, como animales adultos. En Concepción del Oro se encontró una baja fertilidad de 44.9% ($S\bar{x}$: 3.03) en contraste a Zacatecas con un valor medio de 56.9% ($S\bar{x}$: 3.86) lo cual puede ser originado por una mayor relación reproductores - hembras; en Concepción del Oro se encontró una relación 1:40 ($S\bar{x}$: 4.78), en contraste a Zacatecas con 1:25 ($S\bar{x}$: 3.32) y Ojocaliente 1:23 ($S\bar{x}$: 2.9). Además el recurso alimenticio es más restringido en Concepción del Oro y se generaliza en las tres regiones una deficiencia de fósforo y una ausencia de suplementación fosfórica (Mejía y Espinoza, 1987). Las razones de la deficiencia de sementales en Concepción del Oro es la carencia alimenticia para su desarrollo y la práctica de la venta de cabrito (20-30 días), en contaste a Zacatecas y Ojocaliente con

la permanencia de todos los machos hasta 5-8 meses de edad. Otros autores han encontrado valores de fertilidad superiores al 60% en Saltillo, Región Lagunera, y San Luis Potosí (Avila, 1985; López; 1983; Meza, 1987). Por otro lado, Ortiz (1989), encontró en Coahuila hatos con una variación importante semental - hembra entre hatos y dentro de hatos, que osciló entre 18 a 91 hembras/semantal. Díaz *et al.* (1991) encontraron una relación media hembras - macho de 8.4:1 en Oaxaca.

Se encontró que un 25% de hatos en Zacatecas no tenía semental alguno, para Concepción del Oro fueron el 20.8% y Ojocaliente el 12.8%. Estos hatos no se consideraron para calcular las relaciones machos hembras antes mencionados.

La época de partos en Zacatecas se ubica en dos eventos a lo largo del año, uno el principal en los meses de diciembre y enero y otro en los meses de mayo a julio (Figura 3). Resultados similares encontró López (1983), para el altiplano potosino. En Ojocaliente se presentan partos a través de todo el año concentrándose en los meses de noviembre y marzo. En este sistema de producción (birria) existe una demanda constante por lo que no se presentan problemas de mercadeo. Sin embargo, aunque colocan su producto y utilizan esquilmos agrícolas y arbustivas en la época seca y fría, ésta se identifica por los propios productores como una época crítica y que tratan de esquivar.

La prolificidad absoluta que es la relación entre el número de crías nacidas y el número de vientres total del rebaño se estimó para Concepción del Oro y Zacatecas, siendo de 43.6% ($S\bar{x}$: 3.55) y 79.3% ($S\bar{x}$: 11.36), respectivamente.



En esta relación se sigue apreciando el efecto de las condiciones alimenticias sobre la producción de las cabras, ya que el valor para Concepción del Oro fue menor que para la otra región del estado..

5.1.4 Presencia de Abortos en Cabras

Para la región de Concepción del Oro se estimó un 27% de abortos del total de vientres. La mayor incidencia se mostró en los meses de noviembre a mayo, lo cual tiene una fuerte relación al período de gestación y de escasez de alimento. En Zacatecas se encontró un 19% de aborto concentrándose en los meses de noviembre y febrero. En Ojocaliente se concentran los abortos en la misma época que Zacatecas pero con un valor del 17%. Aunque es más corto el período y el porcentaje de aborto en el sistema de producción (birria), éste sigue mostrando una relación importante con la época crítica de alimentación. Mellado *et al.* (1995b) encontraron en estudios de cinco años de 46 hatos caprinos localizados en Coahuila, Zacatecas y Nuevo León, que cuando el período de monta y gestación de cabras mantenidas en el agostadero, ocurría en la época de escasez de lluvia resultaba en una reducción del 50% de la tasa de pariciones, comparada a la obtenida de cabras con montas y gestaciones en la época de lluvias. Los autores mencionados, atribuyen la disminución de la tasa de parición a pérdidas prenatales y no a diferencias en la actividad ovárica a través del año.

5.1.5 Mortalidad de Cabras y Cabritos

La mortalidad de adultos fue de 17.21, 19.6 y 8.68% para Concepción del Oro, Zacatecas y Ojocaliente respectivamente. La mortalidad de cabritos tiene una asociación importante con la alimentación de las madres antes y después del parto, y con el clima, como factor principal, ya que bajas temperaturas y lluvias traen serios problemas de mortalidad (Mellado *et al.*, 1995a). En Concepción del Oro, donde los partos ocurren en época caliente y de presencia de alimento, se presentan mínimos problemas de mortalidad en cabritos; no siendo el caso de Zacatecas y Ojocaliente donde la mayor incidencia ocurre durante los meses de diciembre a febrero. Ortiz (1989) en el sureste de Coahuila, encontró una variación del 3.5 al 7.5% de muertes tanto para cabritos como para adultos. En cambio, en Oaxaca se encontró una media de 24% de mortalidad en cabritos (Díaz *et al.*, 1991).

5.1.6 Margen Bruto de Comercialización

El sistema de producción birria en Zacatecas, presenta tres canales principales de comercialización, el más usado es el de productor-acaparador-consumidor, que a la vez es el canal que tiene el mayor margen bruto de comercialización (62.3 %) (ver TABLA 3), del cual sólo el 37.7% del precio final del producto es para el caprinocultor (Falcón *et al.*, 1993). En contraste a otros sistemas, como el de cabrito en la Laguna, donde el margen bruto de comercialización es del orden del 80.0% (Hoyos y Salinas, 1994), el productor en Zacatecas no se ve tan desfavorecido. El intermediarismo que se practica, trae

TABLA 3

MARGEN BRUTO DE COMERCIALIZACIÓN (MBC) OBTENIDOS EN LAS PRINCIPALES VÍAS DE COMERCIALIZACIÓN DE CARNE DE CAPRINO, CON PRECIOS DE VENTA DE 1986¹

Concepto	Precio/kg en canal (\$)	MBC (%)	Precio final ² (%)
Productor	779.00		42.0
Birriero	1246.00	25.2	67.2
Consumidor	1854.00	32.8	100.0
		<u>58.0</u>	
Productor	700.00		37.7
Acaparador	1246.00	29.5	67.2
Consumidor	1854.00	32.8	100.0
		<u>62.3</u>	
Productor	700.00		42.8
Acaparador	1246.00	33.4	72.1
Carnicería	1636.00	23.8	100.0
		<u>57.2</u>	

¹ Fuente: Falcón *et al.* (1993).

² Participación en el precio final a consumidor.

una merma importante en la ganancia de la venta de sus productos, sin embargo, los intermediarios protagonizan la función de prestamistas y colaboradores en el transporte, por lo que el caprinocultor acepta la intervención de éstos.

5.1.7 Factores Limitantes y Recomendaciones

Se aprecia la congruencia entre el manejo que está afectando el productor de cada uno de los sistemas de producción y el agroecosistema en que se encuentra ubicado. La escasez de alimento, en un gradiente geográfico, se presenta como un limitante importante. La deficiencia de sementales provoca períodos prolongados de empadre lo que puede ocasionar baja fertilidad y partos en épocas indeseables. La ausencia de manejo sanitario agrava el problema con parasitosis interna y externa. Se asume que el alto índice de aborto se relaciona con deficiencias alimenticias; sin embargo, se recomienda el diagnóstico complementario para detectar las causas del aborto. Se recomienda estudiar el pastizal y diseñar estrategias de mejoramiento de su condición ya que especies deseables (*Dalea*, *Atriplex*) se encuentran bajas en su utilización por los caprinos; lo que nos sugiere que se está dando un proceso de extinción de estas especies (Salinas *et al.*, 1991).

5.2 Evaluación de Forrajes de Temporal como Alternativa a Frijol y Maíz

De acuerdo al planteamiento en la metodología, se condujo un experimento donde se probaron cultivos forrajeros alternativos al frijol y maíz de temporal. A continuación se presentan y discuten los resultados obtenidos.

5.2.1 Características de Acumulación de Unidades Térmicas y Condiciones Climáticas

En la TABLA 4 se presentan las unidades térmicas (ut) que acumularon cada grupo de cultivos a las cuatro fechas de corte. El frijol se cosechó a los 127 días con una acumulación de 868 ut, en cambio cereales como avenas y cebadas acumularon 1422 ut. Los sorgos a pesar de que se cosecharon hasta los 160 días de la siembra, apenas acumularon 456.2 ut, no así los maíces con un cúmulo de 1044 ut., y los triticales y trigo requirieron 1763 ut. Según Villalpando, citado por Fresnillo (1993), las unidades calor o térmicas se relacionan siempre a la aparición de eventos fenológicos de los cultivos, ya que la temperatura afecta al metabolismo biológico de las plantas. En este caso la cosecha final o madurez fisiológica se referencia a las unidades térmicas acumuladas por cada cultivo.

En la Figura 4 se pueden observar las características de precipitación y evaporación acumulada que imperaron en el experimento, el año estuvo dentro de la precipitación media de los últimos 22 años de información estadística. La TABLA 5 muestra, como la distribución de la lluvia fue adecuada entre los periodos de corte, prologándose por 28 días el período seco mayor, en el último corte. El año fue atípico en cuanto a la aparición de la primer helada ($-2\text{ }^{\circ}\text{C}$), por lo que se estimó la probabilidad de que ocurra una helada a la fecha de cada uno de los cortes. Se usó la serie de 22 años de información y resultó que para el 3 de noviembre, fecha de cosecha final de algunos materiales, existe un 23.4% de probabilidad de una primer helada. Si así ocurriera, como también en el caso

TABLA 4

DÍAS Y UNIDADES TÉRMICAS ACUMULADAS A CADA CORTE EN LOS GRUPOS DE CULTIVOS PROBADOS EN CALERA, ZACATECAS

Grupo de Cultivos	Primer corte	Segundo corte	Tercer corte	Cosecha Final	
	82 d ¹	93 d	106 d	127 d	160 d
Maíces	575.9 ²	648.5	721.9		1040.0
Frijol	586.3	658.9	732.2	868.0	
Sorgos	245.1	278.9	307.3		456.2
Cereales ³	927.6	1052.1	1188.2	1422.0	1763.0

¹ días

² Unidades térmicas o calor

³ Los cereales cosechados a los 160 días fueron el triticale Eronga y trigo menona.

TABLA 5
 ESTADÍSTICAS CLIMÁTICAS, QUE CARACTERIZARON AL
 EXPERIMENTO EN CALERA, ZACATECAS

Concepto	Primer corte	Segundo corte	Tercer corte	Cosecha Final	
Días al corte	82	93	106	127	160
Periodo seco					
máximo (días)	10	10	10	14	28
Temperatura					
máx. media (°C)	24.7	24.7	24.7	24.7	23.2
Temperatura					
mín. media (°C)	11.2	10.5	10.3	7.9	7.8
Temperatura					
media (°C)	17.8	17.7	17.4	17.2	15.5
Relación					
precip./evaporac.	0.55	0.50	0.50	0.47	0.43
Probabilidad (%)					
helada -2 °C	0.3	1.2	4.7	23.4	78.9

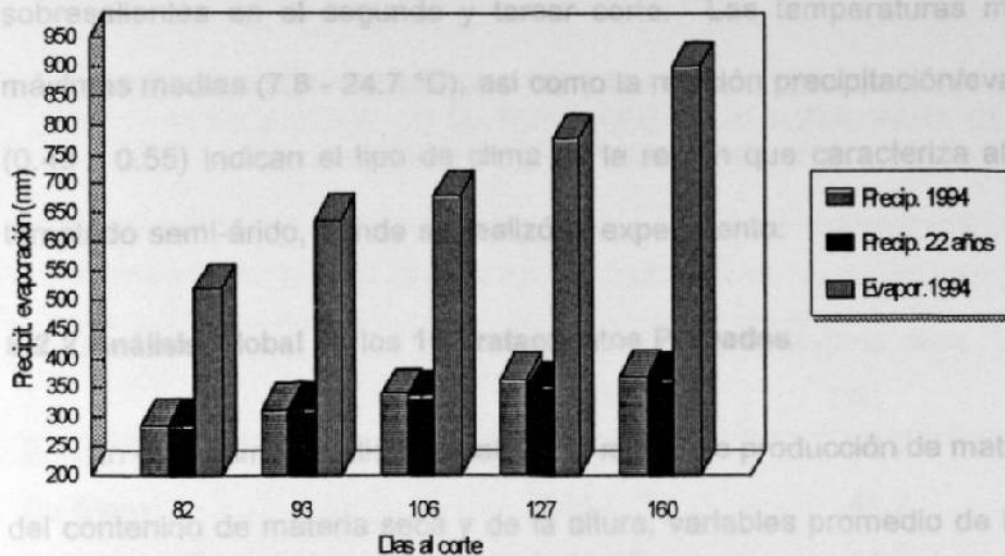


Fig. 4 Precipitación y evaporación potencial acumulada a diferentes períodos

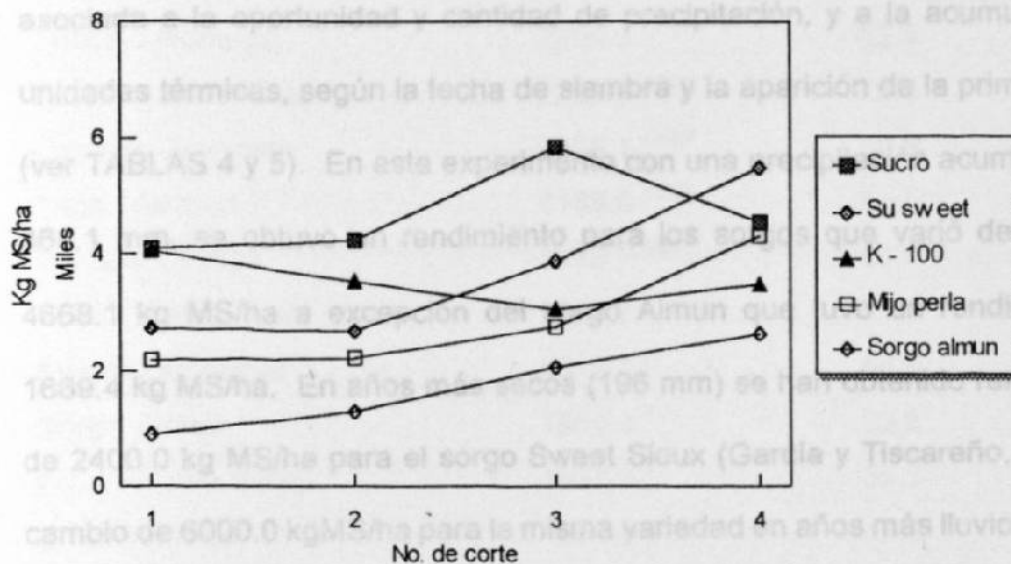


Fig. 5 Rendimiento por corte de sorgos probados en el experimento

de que no lloviera en el tercer período, se sugeriría atender a los materiales sobresalientes en el segundo y tercer corte. Las temperaturas mínimas y máximas medias (7.8 - 24.7 °C), así como la relación precipitación/evaporación (0.43 - 0.55) indican el tipo de clima de la región que caracteriza al altiplano templado semi-árido, donde se realizó el experimento.

5.2.2 Análisis Global de los 16 Tratamientos Probados

En este primer análisis se calculó la media de producción de materia seca, del contenido de materia seca y de la altura, variables promedio de los cuatro cortes que se realizaron. En la TABLA 6, según la comparación de medias, los sorgos sobresalen en rendimiento a los otros cultivos, seguidos del mijo perla, maíces, cereales y posteriormente el frijol. La producción de materia seca está asociada a la oportunidad y cantidad de precipitación, y a la acumulación de unidades térmicas, según la fecha de siembra y la aparición de la primer helada (ver TABLAS 4 y 5). En este experimento con una precipitación acumuladas de 368.1 mm, se obtuvo un rendimiento para los sorgos que varió de 3537.7 a 4668.1 kg MS/ha a excepción del sorgo Almun que tuvo un rendimiento de 1669.4 kg MS/ha. En años más secos (196 mm) se han obtenido rendimientos de 2400.0 kg MS/ha para el sorgo Sweet Sioux (García y Tiscareño, 1982); en cambio de 6000.0 kgMS/ha para la misma variedad en años más lluviosos (411.1 mm) (García y Ayala, 1981).

El Mijo Perla, que se caracteriza por ser un cultivo tolerante a la sequía (Avila, 1993), en los cuatro cortes consecutivos produjo una media de 3110.5

TABLA 6

COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS VARIABLES MATERIA SECA,
PORCENTAJE DE MATERIA SECA Y ALTURA, PARA EL
ANÁLISIS DE 16 TRATAMIENTOS

Tratamiento	Rendimiento (kg MS/ha)	Materia seca (%)	Altura (cm)
Sorgo Sucro	4668.1 ^A	45.7	108.9 ^B
Su Sweet	3685.5 ^{AB}	41.2	125.5 ^A
Sorgo K-100	3537.7 ^B	41.5	90.2 ^{CD}
Mijo perla	3110.5 ^{BC}	32.0	64.4 ^{EFB}
Maíz criollo	2933.9 ^{BCD}	45.2	106.0 ^B
Maíz V-209	2850.3 ^{BCDE}	42.4	102.9 ^{BC}
Maíz V-209(f)	2847.5 ^{BCDE}	43.3	105.8 ^B
Triticale Romoga	2358.6 ^{CDEF}	62.4	71.6 ^{EF}
Cebada Esmeralda	2280.3 ^{CDEF}	78.4	50.1 ^G
Cebada Centinela	2268.1 ^{CDEF}	80.3	50.0 ^G
Trigo Menona	2188.0 ^{CDEF}	53.5	71.7 ^{EF}
Triticale Eronga	1973.7 ^{DEF}	51.8	71.2 ^{EF}
Avena Cuauhtémoc	1825.7 ^{EF}	51.6	76.9 ^{GDE}
Avena Zacatecas	1812.6 ^{EF}	54.5	59.1 ^{FG}
Sorgo Almun	1669.4 ^F	32.6	102.9 ^{BC}
Frijol Flor de mayo	1535.1 ^F	55.3	30.2 ^H
Error estándar	890.8	7.9	12.5

ABCDEF^{GH} Medias con letras diferentes no son iguales (P<0.05).

kgMS/ha. Por otro lado, García (1982), en Zacatecas, con una precipitación de 492 mm obtuvo 2160.0 kgMS/ha para el Mijo Perla; y Avila (1993) en la Sierra de Chihuahua, con 454 mm encontró un rendimiento de 1468.0 kgMS/ha para el Mijo Proso. Los maíces presentaron un rendimiento medio que osciló entre 2847.5 y 2933.9 kgMS/ha, del maíz criollo y del V-209 respectivamente, el frijol produjo 1535.1 kgMS/ha y los cereales entre 1812.6 y 2358.6 kgMS/ha, sobresaliendo en 15.3% el triticale Romoga y las cebadas Esmeralda y Centinela al resto de los cereales probados.

Los sorgos produjeron en promedio 27.4% más materia seca que los maíces y 47.0% que los cereales, independientemente del rendimiento alcanzado a cada uno de los cuatro cortes efectuados. A continuación se comparan los cultivos para cada uno de los cortes, ya que por la interacción encontrada cultivoxcorte, no necesariamente todos los cultivos presentaron el máximo rendimiento a la cosecha final.

5.2.3 Análisis de 64 Tratamientos Formados por 16 Cultivos y 4 Fechas de Corte

Tal como se describió en la metodología, se realizaron cuatro cortes a los 82, 93, 106 y 127 o 160 días después de la siembra. Para cada cultivo se midió el rendimiento por corte, la TABLA 7 presenta los 22 tratamientos sobresalientes, el resto de los 64 se presentan en la TABLA 1 del Apéndice. El sorgo Sucro sobresalió al tercer corte con una producción de 5822.4 kgMS/ha, le siguen el sorgoxsudán al cuarto corte con 5460.5, el sorgo Sucro al cuarto corte con 4559.2 y el mijo perla al cuarto corte también, aparece con 4315.8 kgMS/ha. En

TABLA 7

RENDIMIENTO DE MATERIA SECA, PORCENTAJE DE MATERIA SECA Y ALTURA DE TRATAMIENTOS SOBRESALIENTES A DIFERENTE NÚMERO DE CORTE

Tratamiento	Número Corte	Rendimiento (kg MS/ha)	Materia seca (%)	Altura (cm)
Sorgo Sucro	3	5822.4 ^A	36.9	100
Su sweet	4	5460.5 ^{AB}	88.4	131
Sorgo Sucro	4	4559.2 ^{ABC}	87.2	99
Mijo perla	4	4315.8 ^{ABCD}	65.6	71
Sorgo Sucro	2	4225.0 ^{ABCDE}	27.1	125
Sorgo Sucro	1	4065.8 ^{ABCDE}	31.4	112
Sorgo K-100	1	4032.9 ^{ABCDE}	33.4	98
Su sweet	3	3868.4 ^{ABCDEF}	28.9	134
Maíz V-209	4	3782.9 ^{ABCDEF}	80.3	99
Mijo perla	3	2750.0 ^{ABCDEF}	22.2	62
Sorgo K-100	2	3527.6 ^{ABCDEFG}	26.8	98
Sorgo K-100	4	3491.2 ^{ABCDEFG}	83.3	80
Maíz criollo	3	3361.8 ^{ABCDEFG}	28.7	95
Maíz V-209(f)	4	3171.1 ^{ABCDEFG}	89.4	91
Cebada Esmeralda	3	3092.1 ^{BCDEFG}	80.2	47
Sorgo K-100	3	3072.4 ^{BCDEFG}	33.0	83
Maíz V-209(f)	3	2986.8 ^{BCDEFG}	28.6	91
Cebada Centinela	1	2940.8 ^{BCDEFG}	64.1	63
Maíz V-209(f)	1	2907.9 ^{BCDEFG}	22.6	134
Maíz criollo	2	2817.8 ^{BCDEFG}	23.3	106
Maíz V-209	3	2809.2 ^{BCDEFG}	25.2	99
Maíz criollo	1	2798.2 ^{CDEFG}	23.4	125
Error estándar		892.6	7.9	12.5

ABCDEFG Medias con letras diferentes no son iguales (P<0.05).

la misma TABLA, se aprecia como el sorgo Sucro sobresale en cada uno de los cortes a los otros cultivos a excepción del cuarto corte o cosecha final donde el sorgo sudán supera al Sucro. Lo anterior se visualiza en la Figura 5, donde se presentan las curvas de producción de los sorgos y el mijo perla; en el caso del sorgo almun, se logró un máximo de 2631.6 kgMS/ha. En otros experimentos se habían logrado producciones de 2340.0 a 3320.0 kgMS/ha de sorgo almun, con precipitaciones por ciclo de 210 a 325 mm (García y Ayala, 1981, Tiscareño, 1984).

En el caso de los maíces probados, en la Figura 6 se aprecia como al tercer corte sobresale el maíz criollo (3361.8 kgMS/ha) y al cuarto corte el maíz V-209 (3,782.9). De acuerdo a la probabilidad de precipitación entre el tercer y cuarto corte (106 vs 160 días) y de la premura por obtener forraje, sería más conveniente el maíz criollo a la variedad mejorada. En la misma figura, se puede observar el comportamiento en el rendimiento de materia seca del frijol, el cual a partir del primer corte empieza a decrecer por la presencia de defoliación natural.

La Figura 7 presenta el comportamiento de rendimiento entre los cereales probados, al tercer corte sobresalen las cebadas Esmeralda y Centinela y el trigo Menona, sobre los triticales y las avenas. Todos los cereales produjeron más materia seca por hectárea al tercer corte o 106 días de crecimiento y 1188.2 ut, que al cuarto corte con 127 días y 1422 ut (ver TABLA 4).

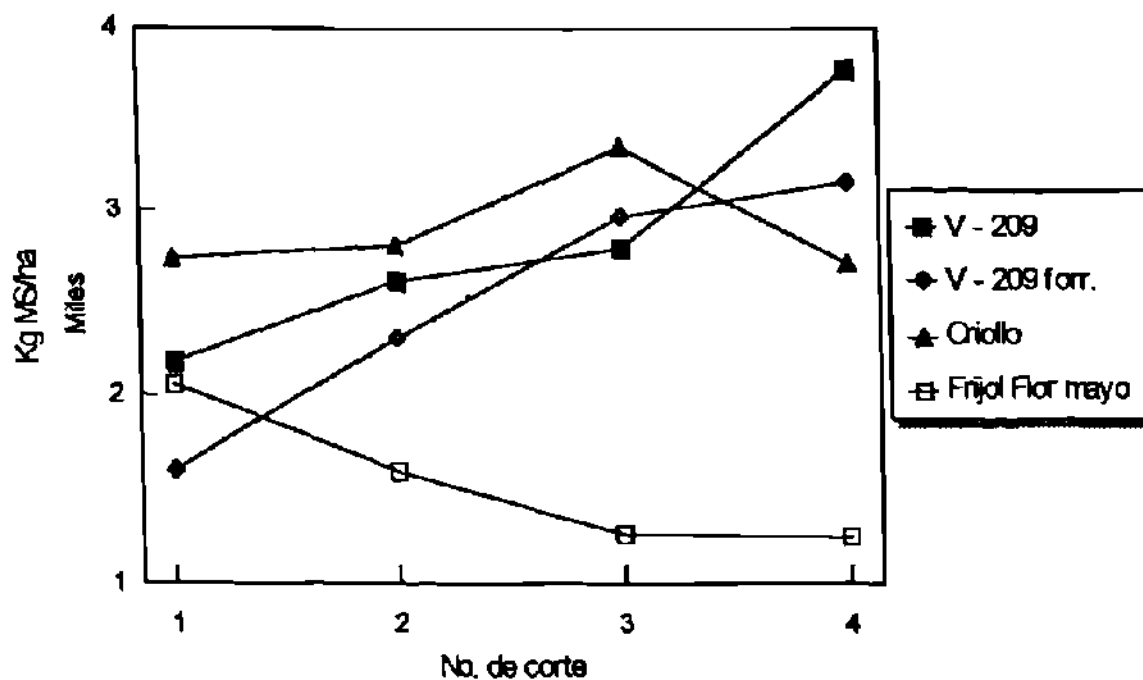


Fig. 6 Rendimiento de materia seca comparativo de maíces y frijol

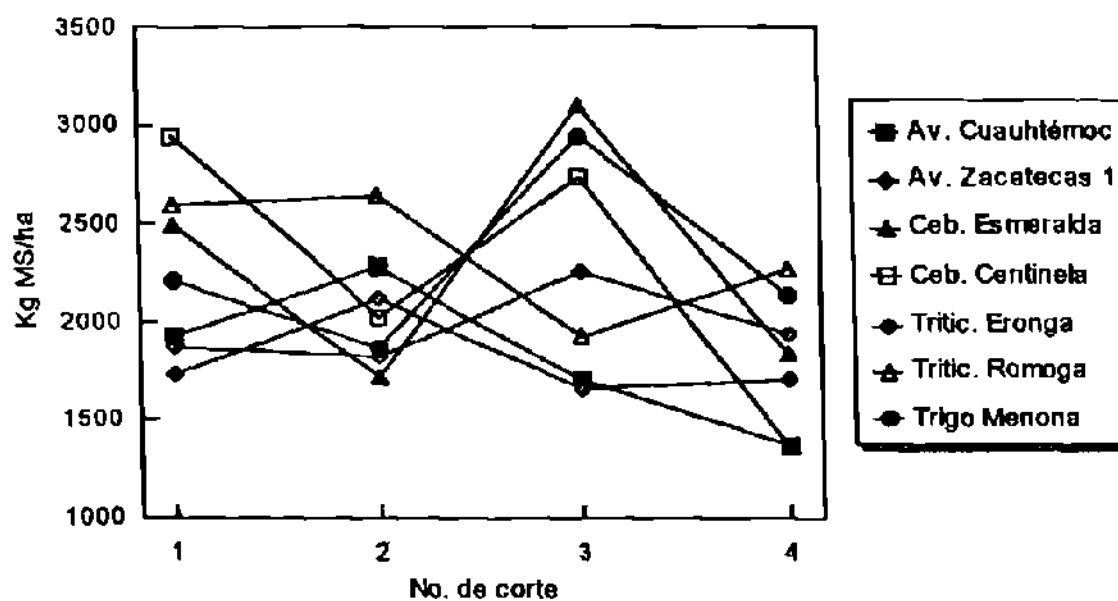


Fig. 7 Rendimiento de siete cereales probados

5.2.4. Análisis de la Calidad de 10 Cultivos Evaluados

Se seleccionaron 10 cultivos de las 16 probados, a los cuales se les sometió a análisis de laboratorio para determinar las fracciones de proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y hemicelulosa. En la TABLA 8 se presentan los resultados promedio de los cuatro cortes, donde el sorgo Sucro sobresale en rendimiento de MS/ha a los otros cultivos, pero fue superado por el Mijo perla en el contenido de PC (17.28 vs 10.62%) y el rendimiento de PC/ha (529.07 vs 489.48 kgPC/ha), aunque estadísticamente ($P < 0.0001$) sólo hubo diferencia para el contenido de PC. El alto contenido de PC del Mijo perla le ubica como un forraje promisorio, bajo condiciones de temporal. La Figura 8 muestra como el mayor rendimiento de PC/ha fue obtenido por el sorgo Sucro en el tercer corte, pero en cambio para el cuarto corte sobresale considerablemente el Mijo perla.

En la Figura 9 se puede observar el rendimiento de PC/ha del maíz, frijol y cereales, en el segundo corte (93 días) sobresale la avena Cuauhtémoc y el maíz V-209, en el tercer corte (106 días) el trigo, la cebada Esmeralda y el maíz, y en el cuarto corte (160 días) el maíz supera a este grupo de cereales.

Las diferencias en producción de PC/ha se deben a las variaciones de rendimiento de materia seca y de los contenidos de PC entre cortes y entre cultivos, en la Figura 10 se puede apreciar la variación de la PC de los sorgos, Mijo perla, maíz V-209 y el frijol Flor de Mayo. Todos los cultivos disminuyen el porcentaje de PC a acepción del frijol, la curva de valores más altos de PC la tuvo el Mijo perla, seguido del sorgo Sucro que superó al sorgo K-100 y al Su

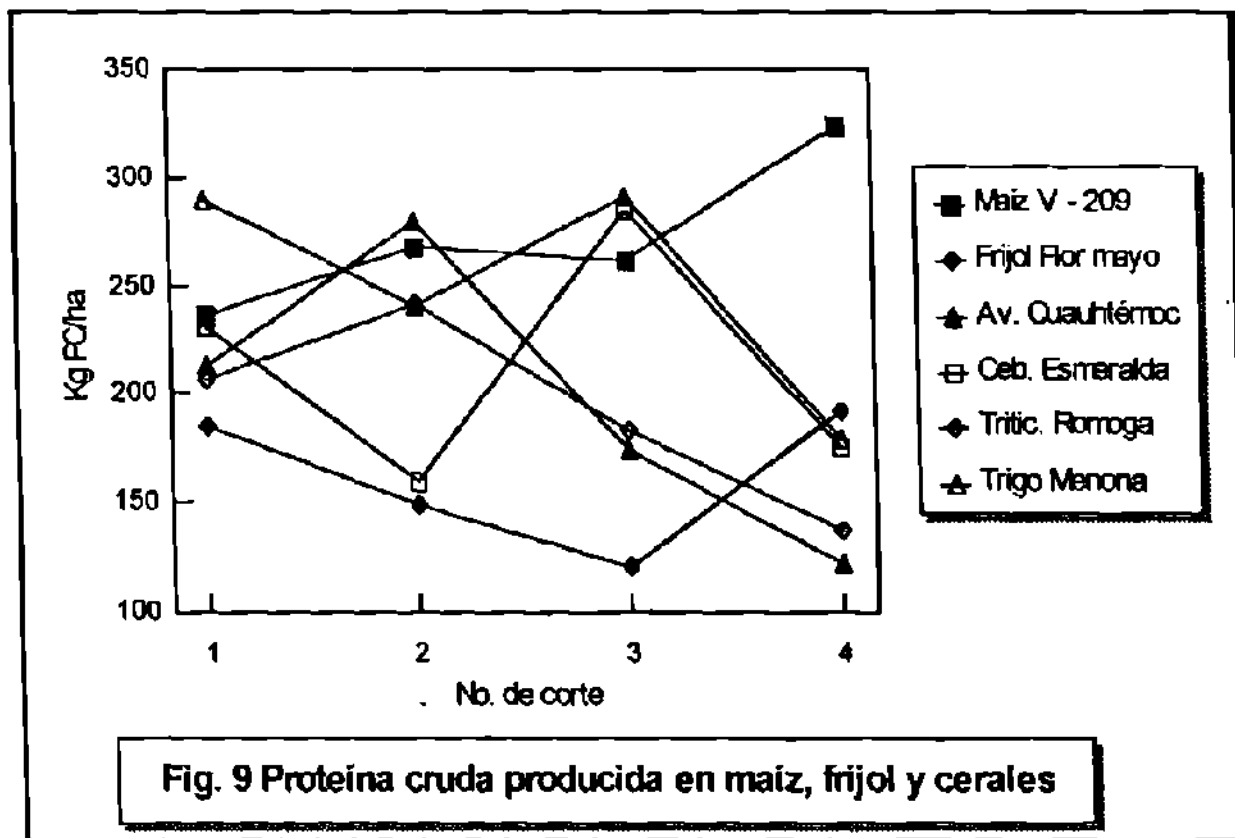
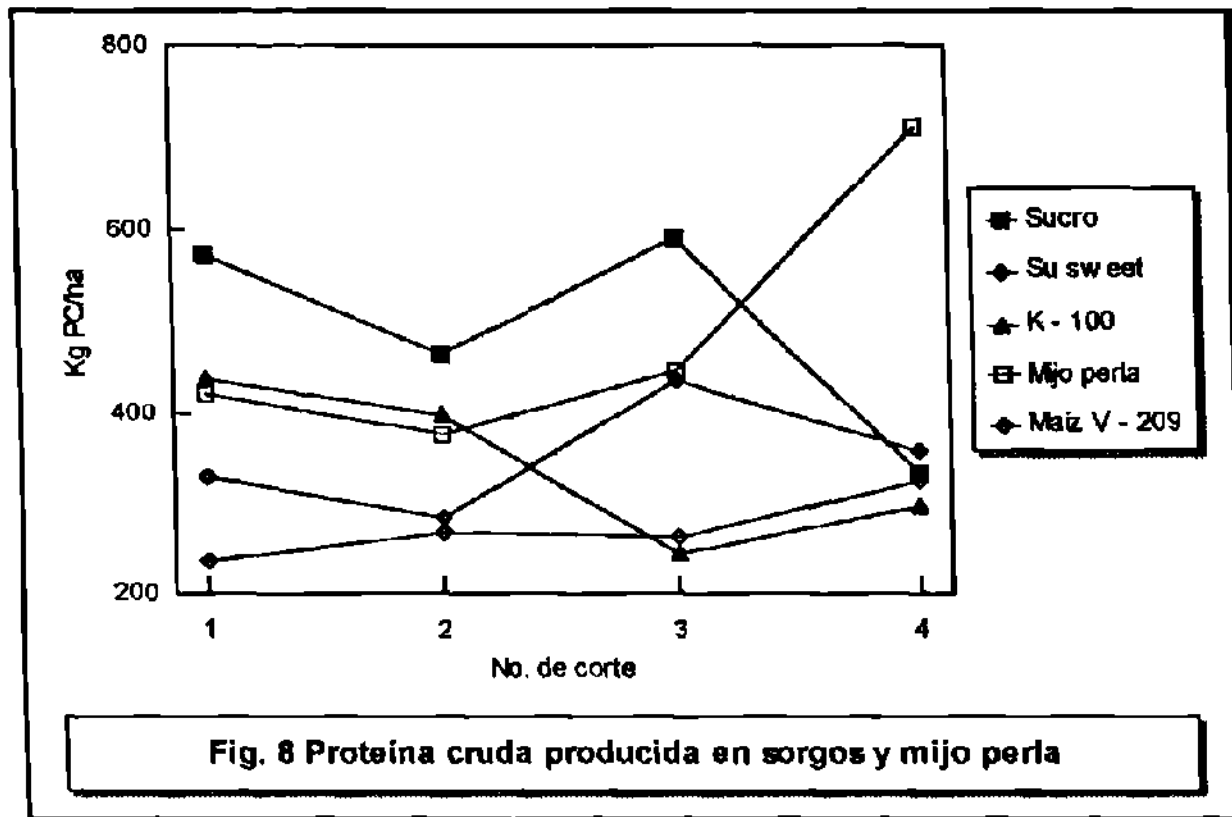
TABLA 8

PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA, PROTEÍNA CRUDA Y CONTENIDOS NUTRICIONALES
MEDIOS DE 10 CULTIVOS PROBADOS

Cultivo ¹	MS	PC	PC	FDN	FDA	Hemic.
	(Kg/ha)					
	(%)					
Sorgo Suero	4669.1 ^A	489.5 ^A	10.62 ^B	64.23 ^A	33.62 ^{ABCD}	30.61 ^{ABC}
Su sweet	3686.2 ^{AB}	351.2 ^{AB}	10.12 ^B	68.28 ^A	36.99 ^A	31.29 ^{ABC}
Sorgo K-100	3532.3 ^{ABC}	343.8 ^{AB}	9.63 ^B	65.04 ^A	34.34 ^{ABC}	30.70 ^{ABC}
Mijo perla	3110.5 ^{ABCD}	529.1 ^A	17.28 ^A	55.96 ^{BC}	29.54 ^{BCDE}	26.42 ^C
Maíz V-209	2851.3 ^{BCD}	272.5 ^B	9.73 ^B	64.37 ^A	28.01 ^{CDE}	36.36 ^{AB}
Triticale Romoga	2359.2 ^{BCD}	192.3 ^B	8.16 ^B	65.35 ^A	33.54 ^{ABCD}	31.81 ^{ABC}
Cebada Esmeralda	2280.9 ^{BCD}	212.3 ^B	9.33 ^B	64.77 ^A	27.51 ^{DE}	37.26 ^A
Trigo menona	2186.2 ^{BCD}	239.6 ^B	11.06 ^B	66.62 ^A	36.37 ^A	30.25 ^{ABC}
Avena Cuauhtémoc	1826.3 ^{CD}	197.0 ^B	10.56 ^B	62.01 ^{AB}	35.89 ^{AB}	26.12 ^C
Frijol Flor de mayo	1520.2 ^D	165.6 ^B	11.31 ^B	53.15 ^C	24.35 ^C	28.81 ^{BC}
Error estándar	719.9	82.0	1.98	2.59	2.77	3.25

¹ Base seca.

ABCDE Medias en las columnas con letra diferente no son iguales (P<0.05).



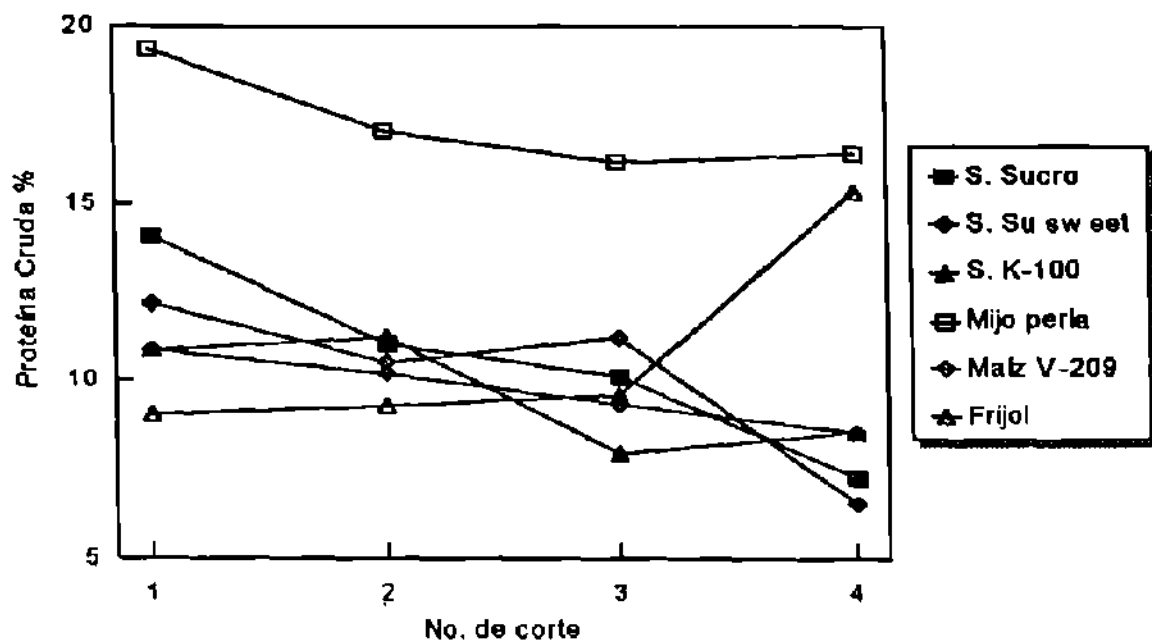


Fig. 10 Variación del contenido de proteína cruda a través de madurez.

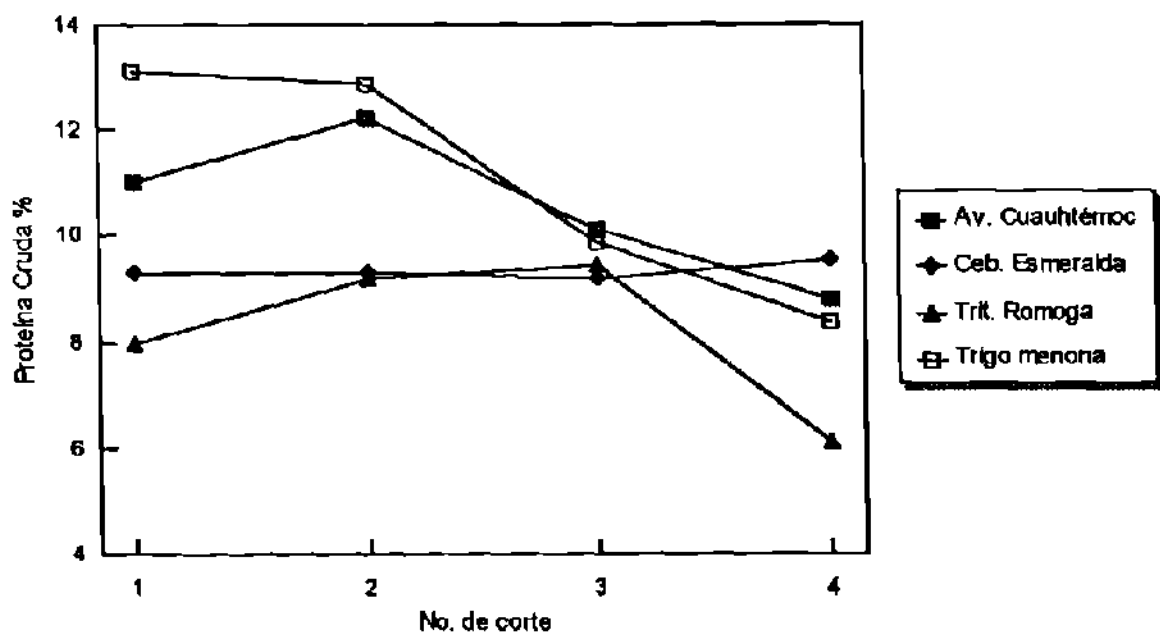


Fig. 11 Variación de proteína cruda en cereales

Sweet, así como al maíz y frijol. En la Figura 11, se aprecian las variaciones de PC en los cereales probados, sobresalió el trigo menona, sin embargo el cereal que sostuvo su contenido de PC fue la cebada Esmeralda.

Los contenidos de FDN, FDA y HEM también varían entre cultivos, así los niveles menores de FDN, equivalente al mayor contenido celular, lo muestran el frijol y el Mijo perla con una diferencia ($P < 0.05$) al resto de los cultivos. En cambio los sorgos, triticale, trigo y avena, tienen los valores mayores (62 a 68% FDN). Al analizar el contenido de FDA, que es la proporción de pared celular asociada a lignina y sílice, se encontró que los valores más bajos lo presentaban el frijol, la cebada Esmeralda, el maíz y el Mijo perla; por otro lado los valores más altos lo tuvieron el sorgoxsudán, el trigo y la avena, y a la vez tuvieron los mayores contenidos de FDN, por lo que pueden considerarse como los más indigestibles (ver TABLA 8). En cambio el mayor contenido de HEM, (fracción de la pared celular de mayor digestibilidad) se observó en el maíz y en la cebada. Lo anterior se puede explicar, ya que hacia los últimos cortes se aprecia una considerable disminución de la FDA y sin cambio de la FDN en el caso del maíz (Figura 12), posible proceso asociado a la mayor proporción de nutrientes provenientes del grano ya formado.

5.2.5 Balance Hidrico para los Cultivos Muestreados

El agua es el recurso más limitante en el agroecosistema en que se trabajó, por lo que se calculó la eficiencia de uso de agua de dos cultivos contrastantes. Los cultivos fueron frijol y sorgo Sucro, en la Figura 13 se puede apreciar el

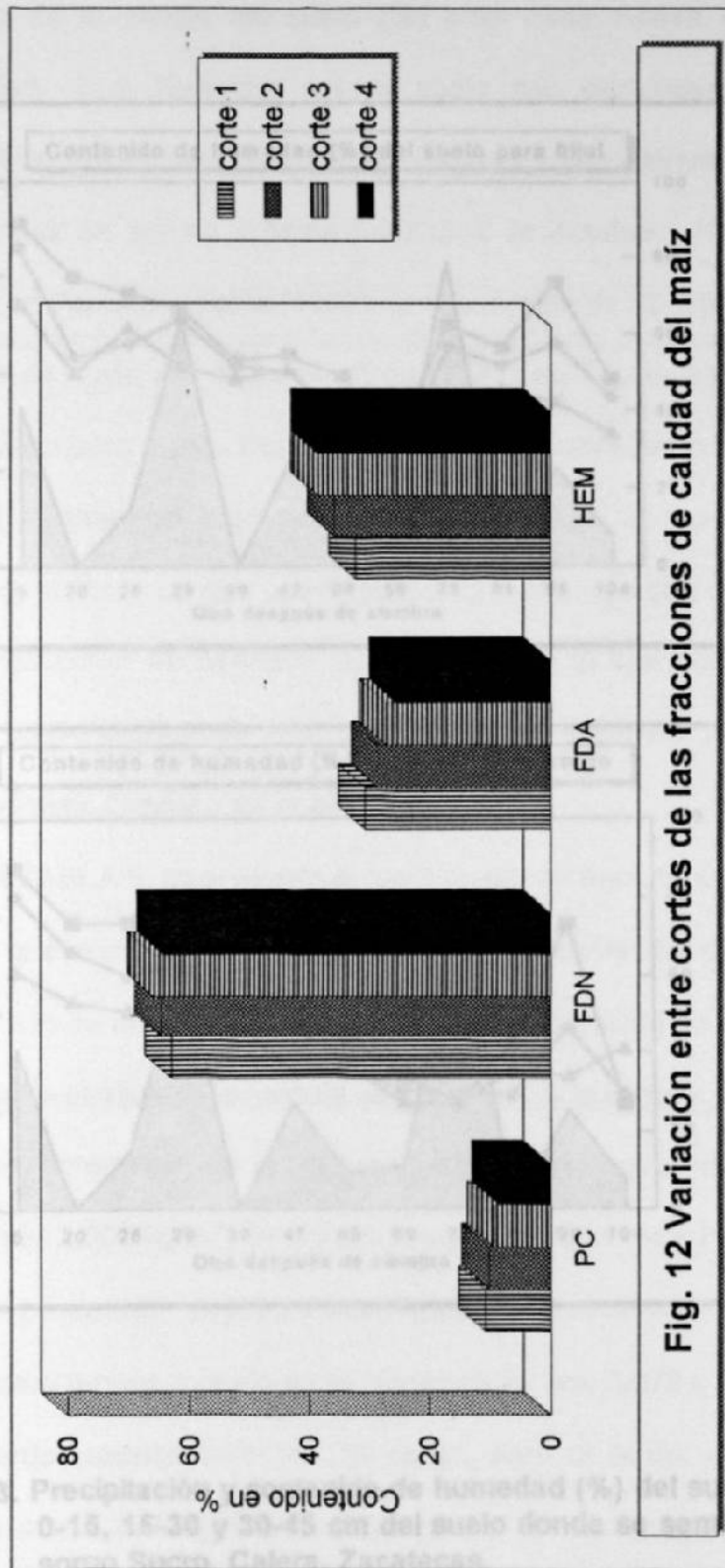


Fig. 12 Variación entre cortes de las fracciones de calidad del maíz

Figura 13. Precipitación y humedad (%) del suelo en los estratos, 0-15, 15-30 y 30-45 cm del suelo donde se sembró el frijol y el sorgo Suizo, Calera Zaratán.

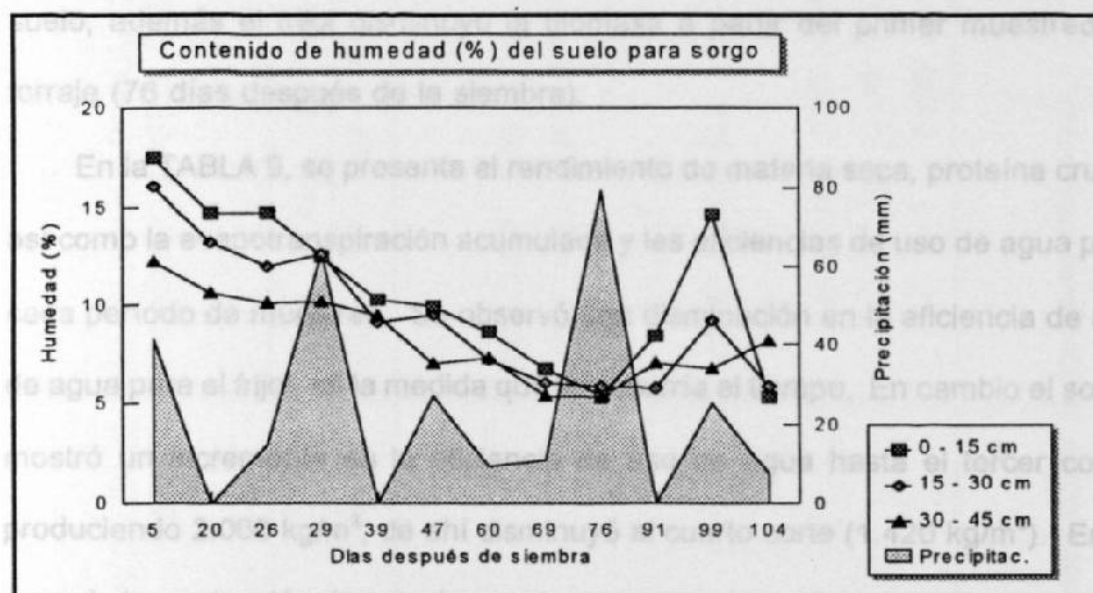
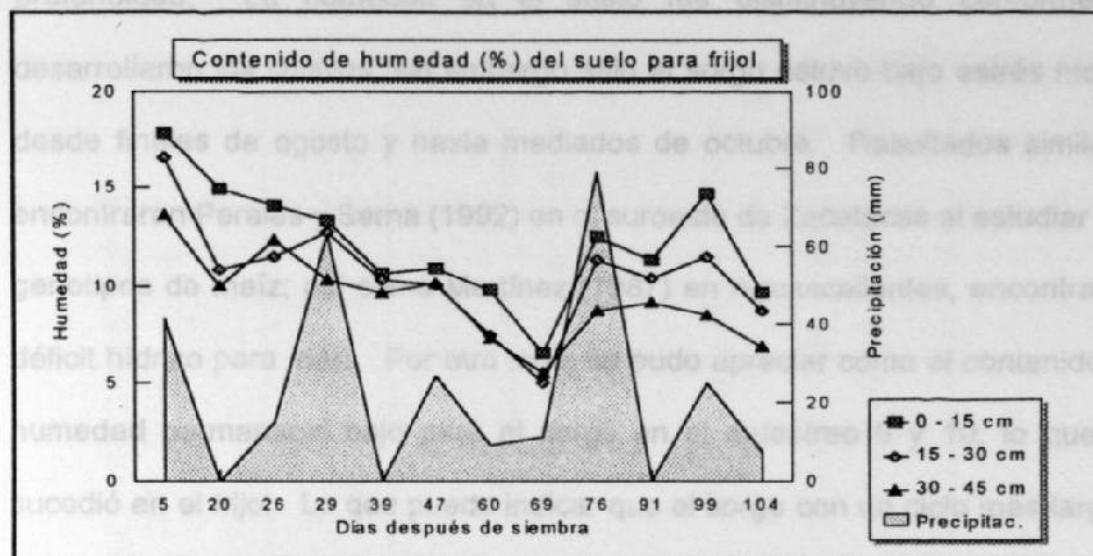


Figura 13. Precipitación y contenido de humedad (%) del suelo en los estratos, 0-15, 15-30 y 30-45 cm del suelo donde se sembró el frijol y el sorgo Sucro, Calera, Zacatecas.

contenido de humedad del suelo (%) para cada cultivo a tres estratos de profundidad. La humedad en el suelo fue disminuyendo conforme se desarrollaron los cultivos, sin embargo sólo el sorgo estuvo bajo estrés hídrico desde finales de agosto y hasta mediados de octubre. Resultados similares encontraron Perales y Serna (1992) en el suroeste de Zacatecas al estudiar tres genotipos de maíz; así como Martínez (1987) en Aguascalientes, encontrando déficit hídrico para maíz. Por otro lado, se pudo apreciar como el contenido de humedad permaneció bajo para el sorgo en el muestreo 9 y 10, lo que no sucedió en el frijol. Lo que puede indicar que el sorgo con un ciclo más largo y mayor producción de biomasa, aprovechó más la humedad disponible en el suelo; además el frijol disminuyó la biomasa a partir del primer muestreo de forraje (76 días después de la siembra).

En la TABLA 9, se presenta el rendimiento de materia seca, proteína cruda; así como la evapotranspiración acumulada y las eficiencias de uso de agua para cada período de muestreo. Se observó una disminución en la eficiencia de uso de agua para el frijol, en la medida que transcurría el tiempo. En cambio el sorgo mostró un incremento en la eficiencia de uso de agua hasta el tercer corte, produciendo 2.066 kg/m^3 , de ahí disminuyó al cuarto corte (1.420 kg/m^3). En el caso de la producción de proteína cruda se encontró la máxima eficiencia de uso de agua para ambos cultivos en el primer corte, con 0.079 y 0.211 kg/m^3 para el frijol y sorgo respectivamente. El sorgo, para el tercer corte casi igualó la eficiencia con 0.209 kgPC/m^3 , al compensar la disminución del contenido de proteína cruda con el incremento del rendimiento de MS/ha. El frijol, produjo

TABLA 9

EFICIENCIA EN EL USO DE AGUA ACUMULADA POR PERÍODO DE CORTE
EN FRIJOL Y SORGO SUCRO, CALERA, ZACATECAS

Concepto	Frijol			Sorgo		
	76 ¹	91	104	76	91	104
Rendimiento acumulado						
MS/ha (kg)	2053	1597	1263	4066	4225	5822
PC/ha (kg)	184.7	148.7	120.8	571.7	464.8	589.2
Grano/ha (kg)			620.2			
Evapotranspiración acumulada (mm)	233.6	238.4	252.5	270.3	270.7	281.9
Eficiencia acumulada ²						
MS (kg/m ³)	0.879	0.670	0.500	0.460	1.502	1.535
PC (kg/m ³)	0.079	0.062	0.048	0.071	0.211	0.169
Grano (kg/m ³)			0.230			

¹ Días después de la siembra

² Eficiencia expresada en kg/metro cúbico de agua evapotranspirada.

620.2 kg/ha de grano, con una eficiencia de 0.230 kg/m³, lo cual es inferior a las eficiencias obtenidas con el sorgo como forraje.

5.2.6 Análisis Estadístico de Producción de Grano de Frijol y Maíz

Los rendimientos de grano y follaje de los tratamientos que evaluaron al maíz y frijol, alcanzaron niveles medios logrados en otros experimentos. La TABLA 10 presenta los resultados obtenidos, así el maíz V-209 produjo 909.9 kg/ha de grano y 3100.0 kg/ha de follaje, que incluyo al olote. Este maíz sobresalió en producción de grano ($P < 0.10$) y en follaje ($P < 0.0001$) al maíz criollo, al frijol Flor de mayo, y al mismo V-209 pero sembrado a mayor densidad. El maíz V-209 en experimentos de temporal ha producido de 200 a 500 kg/ha de grano cuando la precipitación en el ciclo es menor a 320 mm, sin embargo en ciclos más lluviosos (> 400 mm) supera la tonelada de producción (Gutiérrez, 1994 y Gutiérrez y Luna, 1995). El maíz criollo, produjo un 27.3 menos que la variedad mejorada, de ahí la oportunidad de mejorar el sistema de producción agropecuario con la siembra del genotipo V -209.

5.2.7 Análisis Económico Comparativo de Frijol y Maíz vs Forrajes

Se realizó un presupuesto parcial para el cultivo más rendidor de los sorgos, de los cereales, de los maíces y del frijol probado. En la TABLA 11, se presentan los coeficientes técnicos utilizados para cada cultivo, los cuales sirven de referencia para el cálculo de los costos e ingresos. La TABLA 12, presenta el resumen del presupuesto privado, donde se aprecia que el mayor costo de

TABLA 10

RENDIMIENTO DE GRANO Y FOLLAJE DE MAÍZ Y RESIDUO
DE COSECHA EN CALERA, ZACATECAS

Cultivos	Producción kg grano/ha	Producción kg follaje/ha	Relación follaje:grano
Maíz V-209	909.9 ^A	3,100.0 ^A	3.4:1
Maíz criollo	661.8 ^A	2,234.9 ^B	3.4:1
Frijol Folr de mayo	620.2 ^A	599.1 ^C	1.0:1
Maíz V-209(f)	580.9 ^A	2,744.1 ^{AB}	4.7:1
Error estándar	213.3	236.1	

^{ABC} Medias en las columnas con letra diferente no son iguales ($P < 0.05$).

TABLA 11

RELACIÓN DE COEFICIENTES TÉCNICOS Y PRECIOS PRIVADOS DE CUATRO CULTIVOS PROBADOS EN CALERA, ZACATECAS

Concepto	Precio unitario N\$	Maíz V-209	Frijol Flor mayo	Sorgo Sucro	Cebada Esmer.
		----- unidades -----			
Preparación suelo					
Barbecho	200	1	1	1	1
Raestreo	100	1	1	1	1
Siembra	50	1	1	1	1
Escarda	50	1	1	1	1
Semilla					
Maíz (kg)	4	15			
Frijol (kg)	2.3		40		
Sorgo (kg)	8			15	
Cebada (kg)	1.5				100
Fertilizantes					
Nitrógeno (kg)	2.7	40	30	40	40
Fósforo (kg)	2.9	40	50	40	40
Deshierbes (jornal)	2.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Cosecha (jornal)	2.5	7	5		
Empacado (paca)	4			332	50
Rendimiento (kg)					
Maíz grano	0.7	909.9			
forraje ¹	0.2	3100.0			
Frijol grano	2		620.2		
forraje	0.2		599.1		
Sorgo					
forraje	0.4			5822.1	
Cebada					
forraje	0.4				3092.1

¹ Base seca.

TABLA 12

RESUMEN DE ANÁLISIS ECONÓMICO, A TRAVÉS DEL PRESUPUESTO PRIVADO
A PRECIOS DE 1995, DE CUATRO CULTIVOS PROBADOS EN CALERA,
ZACATECAS

Concepto	Maíz V-209	Frijol Flor de mayo	Sorgo Sucro	Cebada Esmer
-----N\$-----				
Costos:				
Preparación suelo	300.0	300.0	300.0	300.0
Siembra, escardas	100.0	100.0	100.0	100.0
Semilla	60.0	96.0	120.0	150.0
Fertilizante				
Nitrógeno	108.8	81.4	108.8	108.8
Fósforo	117.5	147.2	117.5	117.5
Deshierbe	87.5	87.5	87.5	87.5
Sub-total costos producción	733.7	811.9	833.4	863.7
Cosecha	175.0	125.0	931.6	494.8
Total costos	948.7	936.9	1,765.3	1,358.4
Ingresos:				
Producción				
Grano	654.5	1,302.4		
Forraje	558.0	119.8	2,329.0	1,236.8
Total ingresos	1,212.5	1,422.2	2,329.0	1,236.8
Utilidad	263.8	485.3	563.7	-121.6

producción (antes de cosecha) lo tiene la cebada Esmeralda y el más bajo el maíz, sin embargo el costo sólo oscila un 10.4% entre los dos cultivos. Al incluir el costo de cosecha, el sorgo Sucro pasa a ser el más costoso, por la adición del rubro de empacado. En el caso de los ingresos brutos/ha, es el sorgo Sucro el que provee el mayor ingreso, así como la mayor utilidad/ha, seguido por el frijol, maíz, y al final con pérdidas la cebada Esmeralda como forraje empacado.

Aun cuando la unidad de producción no tuviera animales y las ventajas adicionales por producir forrajes complementarios no se diera, el sorgo se presenta como una alternativa a los cultivos básicos como frijol y maíz; por tener un margen de utilidad del 14% al frijol y del 47% al maíz, cuando se comercializa como heno empacado.

5.3 Evaluación de Residuos de Cosecha en tres Hatos Caprinos

Una de las principales características asociadas al sistema de producción bajo estudio es la escasa alimentación a los animales en especial en la época invernal de nula precipitación y período de heladas. El conocer la respuesta animal a la suplementación puede indicar no sólo la necesidad de suplementación, sino también el grado de equilibrio, entre el manejo, los requerimientos alimenticios según la carga genética de las cabras y el aporte de biomasa del medio ambiente.

En la TABLA 13 se observan los pesos iniciales de las cabras que conformaron cada uno de los grupos del experimento, al analizar el peso final de las cabras no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos en ningún

TABLA 13

PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL DE CABRAS BAJO SUPLEMENTACIÓN EN
TRES HATOS DE PÁNUCO, ZACATECAS

Concepto	Viviano	Femat	Castillo
Peso vivo inicial (kg)	28.05	26.79	30.18
Peso vivo final (kg)			
Control	27.75	25.60	25.75
Suplementación	27.60	26.65	27.27
EE ¹	2.77	3.07	3.48
Cambio de peso vivo (kg)			
Control	- 0.30	- 1.22	- 4.03
Suplementación	- 0.53	- 0.20	- 3.16
EE ¹	1.50	1.11	2.71
Condición corporal final			
Control	1.35	1.60	1.55
Suplementación	1.90	1.92	1.86
EE ¹	0.28	0.31	0.35
n ²	20	28	21

¹ Error estándar.

² Número de observaciones.

sitio. Sin embargo se observó una tendencia a un mayor peso vivo de las cabras suplementadas que las de los grupos testigo. Todas las cabras perdieron peso vivo a lo largo del experimento, pero los grupos suplementados perdieron menos peso que los testigo (Figura 14). Gutiérrez, *et al.*, (1995), encontraron que cabras en agostadero bajo suplementación energética, disminuyeron de peso en los primeros tres meses de lactancia, después de eso recuperaron su peso. En el cambio de peso vivo de todo el experimento sólo hubo diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$) para el hato de Femat (ver TABLA 13). Por otro lado, se observó que las cabras en el hato de Castillo perdieron entre tres y cuatro kg, debido posiblemente a la mayor habilidad lechera de las cabras de este hato, hecho que se refleja en un mayor peso de las crías (ver TABLA 14).

La variable, peso vivo se utiliza para representar la condición y estado nutricional de los animales. Sin embargo es conocido que esta medida no refleja del todo la condición nutricional real, ya que existen factores como raza, tamaño, sexo entre otros, que pueden afectar una adecuada comparación entre animales; puede haber animales pesados por ser grandes pero flacos y viceversa. El clasificar la condición corporal del animal, por la deposición de masa muscular en la vértebra lumbar, se presenta como una alternativa que refleja en forma más acertada, el estado nutricional de las cabras (Honhold *et al.*, 1989). En la TABLA 13 se muestra la calificación de condición corporal de las cabras en el experimento, medida por rangos de 1/2 punto, de 1 a 4, donde 4 representa una máxima deposición de masa muscular. Se observó una diferencia de la condición entre tratamientos de $P < 0.01$ para los hatos de Viviano y Femat, y con

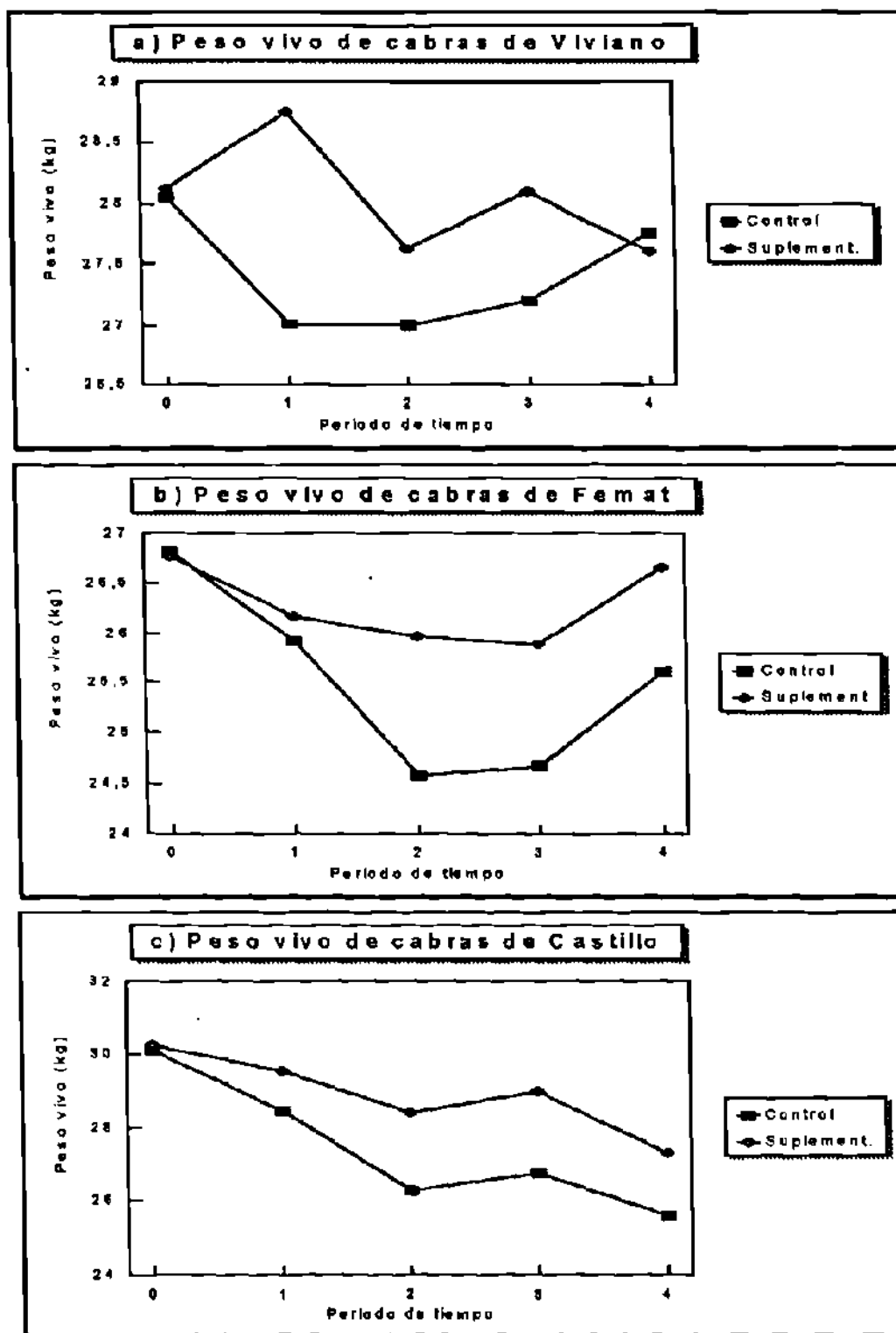


Figura 14. Peso vivo de cabras bajo tratamiento y control en tres hatos de Pánuco, Zacatecas

TABLA 14

PESO VIVO FINAL Y CAMBIO DE PESO VIVO DE CRÍAS AMAMANTADAS POR
CABRAS BAJO SUPLEMENTACIÓN EN TRES HATOS
DE PÁNUCO, ZACATECAS

Concepto	Viviano	Femat	Castillo
Peso vivo final (kg)			
Control	8.95	7.68	10.57
Suplementación	10.78	7.93	12.02
EE ¹	1.94	1.00	1.96
Cambio de peso vivo (kg)			
Control	1.56	1.36	1.78
Suplementación	2.68	1.40	2.54
EE ¹	1.10	0.66	1.17
n ²	17	17	21

¹ Error estándar.

² Número de observaciones.

una $P < 0.05$ para el hato de Castillo, sin encontrar una diferencia e interacción estadística entre hatos. Las cabras bajo suplementación mostraron tener una mejor calificación de condición, que las que no recibieron el suplemento, así se puede apreciar en la Figura 15.

Ya que la alimentación de pastoreo no fue constante a lo largo del experimento, se analizó el cambio de peso vivo entre los períodos quincenales y el peso vivo inicial correspondiente a cada animal. En la Figura 15, se observa que en todos los períodos perdieron peso los animales, pero los que estuvieron bajo suplementación perdieron menos peso, que los del testigo. También se aprecia que las diferencias de pérdida de peso son estadísticamente significativas ($P < 0.01$) sólo para los tres primeros períodos y no así para el cuarto. En un estudio realizado por López *et al.* (1991) suplementando cabras con pollinaza y sorgo en la época crítica, también encontraron variación en la significancia entre tratamientos de acuerdo al período de evaluación del experimento. En los primeros 45 días de suplementación, las cabras bajo tratamiento perdieron aproximadamente la mitad de peso que aquellas del grupo control. La pérdida de peso se explica ya que todas las cabras estaban lactando, y en un período de baja alimentación se espera una utilización de reservas corporales para la producción de leche. Por otro lado, la menor diferencia de cambio de peso (inicial y final), entre el tratamiento y el testigo, se explica por la mejoría de alimentación para todos los animales al reverdecer la vegetación natural, y por ende aminorar el efecto de la suplementación.

La condición corporal fue medida en forma parcial en el transcurso del

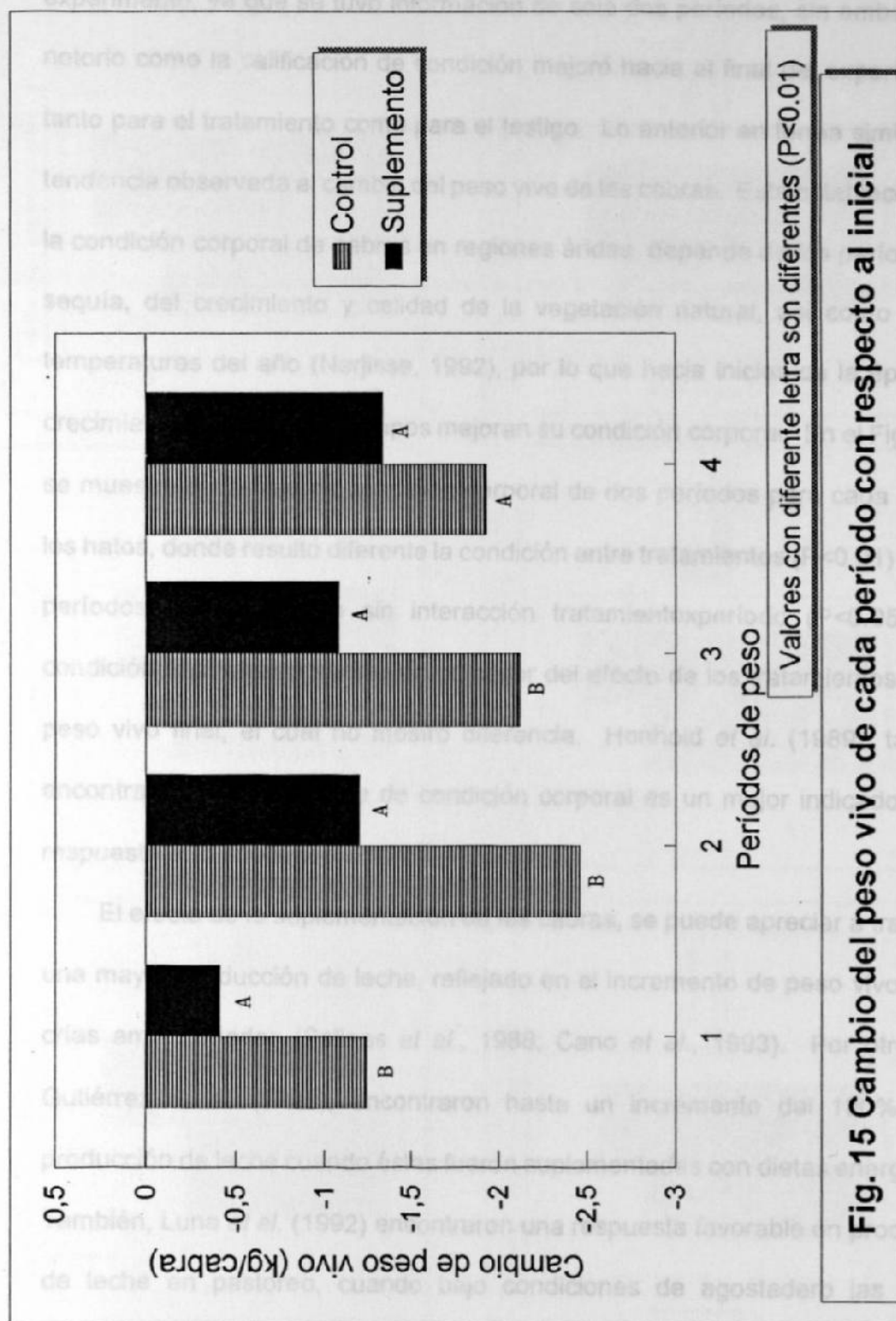


Fig. 15 Cambio del peso vivo de cada período con respecto al inicial