

6.
1 ej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"

FALLA DE ORIGEN

PRODUCCION DE LECHE Y CONSUMO ESTIMADO EN UN HATO CAPRINO ALIMENTADO A BASE DE ESQUILMOS AGRICOLAS

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
GUSTAVO ADOLFO CAMACHO RABADAN

DIRECTOR DE TESIS:
PHD, MIGUEL ANGEL GALINA HIDALGO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE**Página**

<i>Introducción</i>	1
<i>Material y Metodos</i>	41
<i>Resultados</i>	46
<i>Discusion</i>	57
<i>Conclusiones</i>	60
<i>Bibliografía</i>	61

INTRODUCCION

La ganadería en México particularmente la caprina se mantiene como una actividad en estado latente. Aunque su contribución al producto interno bruto pecuario es mayor que el de otras especies como los conejos por lo que su importancia económica y social es trascendente, particularmente en las zonas áridas y semiáridas, no existe una política oficial que defina, explícitamente, la estrategia y mecanismos para su desarrollo (Juárez, 1984)

Sin embargo, a partir de la década de 1960 se inicia una modernización de la caprinocultura mundial en la que los primeros intentos fructíferos de organización, sistematización, y tecnificación de la producción caprina se dan en Europa en los países de la cuenca del mediterráneo particularmente en Francia. Ese país continúa a la cabeza de la producción de leche de cabra de su transformación en queso de alta calidad y de la organización de los productores en cooperativas de comercialización que han permitido crear condiciones favorables para el trabajo rural, productivo y confortable que arraiga a los campesinos en su medio y contribuye a resolver los problemas de desempleo y migración a las zonas industriales (Juárez, 1984).

México es también pionero en los esfuerzos para desarrollar una caprinocultura productiva. Destacan las propuestas de Arnulfo Landaverde (El libro de la cabra 1931) y Abraham Agraz García ambos responsables en su tiempo de dirigir la política oficial caprina. En fechas más recientes han participado instituciones de crédito (BANAGRO/BANRURAL), de investigación y docencia (ITESM, INIFAP, INIA, UNAM, CHAPINGO) y algunos particulares dedicados a la cría de los caprinos y la industrialización de lácteos y pieles, que han contribuido en forma importante para crear una infraestructura más sólida y dinámica en algunas regiones del país (Juárez, 1984)

Tenemos por ejemplo la compañía Chilchota Alimentos que desarrollo una gran infraestructura para la recolección, transformación y distribución de leche de cabra y sus lácteos que explica, en gran medida, la evolución e importancia de la ganadería caprina en la comarca lagunera. En esta misma región, el Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte, puso en marcha varios procesos de investigación en forrajes para la alimentación de los caprinos que han abierto nuevas y prometedoras perspectivas a esta actividad. El Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (ahora INIFAP) analizo y evaluo el comportamiento productivo de las cinco razas caprinas más importantes en México lo que ha permitido, a la fecha definir con toda claridad algunas de las políticas de mejora genética para esta especie. En esta región del Norte del país, gracias a la concurrencia de diversos factores de carácter agrícola, cultural, social, político industrial, comercial y financiero, la ganadería caprina tradicional de subsistencia ha ido transformandose en una importante actividad agroindustrial (Juárez, 1984)

Previos estudios estimaron los rendimientos unitarios en 5.4 kg de carne en canal y 109 litros de leche por cabeza. La tasa de extracción anual se calculo en 86%, cifras que se comparan favorablemente con las que reporta la FAO para las regiones donde la producción caprina esta más avanzada (Europa Occidental, Europa Oriental y la Unión Soviética) Finalmente, en la región del bajo, algunos caprinocultores progresistas han desarrollado empresas lecheras modernas, intensivas y semi intensivas que estan contribuyendo de manera decisiva para sentar las bases de una nueva etapa en el desarrollo caprino del país. Estos son claros ejemplos de procesos de desarrollo de una ganadería caprina menos errática, mas tecnificada y economicamente productiva (Juárez 1984)

Con el objeto de evaluar correctamente los sistemas productivos se ha desarrollado una metodología que diagnostica y evalua la producción directamente con los caprinocultores (Galina et al, 1987).

El método de sistemas en la investigación y el diagnóstico de los sistemas productivos

Consiste en desarrollar lógicamente una herramienta que permita evaluar en tiempo y espacio los diferentes modos de producción agrícola y las relaciones entre sus diversos componentes con el objeto de introducir mejoras tecnológicas viables al productor. (Galina et al, 1987)

El investigador ha encontrado en los países del tercer mundo grandes dificultades en transferir su trabajo a los productores, particularmente aquellos de bajos ingresos como los caprinocultores, por lo que se plantea cada vez más una serie de interrogantes sobre su papel en el desarrollo de la agricultura, no solamente en la utilización de técnicas sino en la elaboración de proyectos que contengan otros varios factores, como aquellos de tipo socioeconómico que tradicionalmente han sido estudiados por los investigadores en ciencias sociales. Esta interacción ha obligado cada día más al investigador a ampliar su cuadro de referencia conceptual sobre la ciencia y sus posibilidades teniendo que conocer y discutir algunos conceptos básicos que correspondían anteriormente solamente a los estudiosos de la filosofía. (Galina et al 1988a: 1988b).

En el desarrollo de la ciencia contemporánea, se plantea con gran insistencia la tarea del análisis de los métodos específicos de la investigación. El creciente carácter abstracto de las nuevas teorías científicas, los conceptos no evidentes de los principios utilizados en ellas, el amplio uso de los medios de investigación matemáticos, son problemas que exigen un cuidadoso estudio de los nuevos procedimientos, medios y métodos. (Galina et al 1987; 1988).

La investigación tradicional y el enfoque de sistemas

La conceptualización más generalizada sobre investigación pertenece, desde nuestro punto de vista, al enfoque evidentemente disciplinario, propio de la investigación analítica tradicional. Se origina del concepto positivista de la ciencia, que establece el método experimental como la herramienta de su trabajo y sólo reconoce lo objetivamente cierto. Inicia su razonamiento por medio de la inducción, apoyando su desarrollo en un silogismo que justifica el objeto de estudio mediante connotaciones bibliográficas de autores que "han demostrado" la importancia de su disciplina. Como no establece cuantitativamente su impacto, piensa que la técnica que desarrolla "ayudará" al productor a resolver sus problemas. Desde su óptica "deduce" la realidad, es decir es idealista epistemológicamente sin poder correlacionarse con su sujeto de estudio representado por los productores. Este modo de "hacer ciencia" aporta valiosas contribuciones en la solución de problemas particulares, desarrolla tecnología puntual que permite el desarrollo de la agricultura y ganadería, siempre y cuando la problemática planteada tenga un marco referencial adecuado. Cuando el investigador en disciplinas "pretende" conocer la problemática del productor desde su laboratorio se aísla del fenómeno productivo y aunque puede generar información de vanguardia, la repetibilidad de su trabajo es mínima. Por ello observamos frecuentemente trabajos de investigación que no salen de los laboratorios o solo son publicables para los especialistas en su tema. (Galina et al. 1987; 1988a; 1988b)

Por lo tanto sus decisiones obedecen a los criterios surgidos del análisis de los problemas a nivel de centro o estación experimental. "método descendente", que propicia que cada investigador se encierre en los ámbitos de su propia especialidad, sin considerar la proyección social de su trabajo y sin la necesidad de solucionar objetivamente las demandas del campo. Para ellos, el productor no debe tener participación significativa en la toma de decisiones ya que consideran que sus conocimientos son limitados particularmente en las técnicas de frontera de la ciencia. La limitante anterior se magnifica, si se considera que el enfoque "descendente" permite estudiar uno solo de los componentes de un sistema o subsistema. (Joubert y Galina, 1987).

Quizás es este punto, uno de los medulares de nuestro escaso éxito tecnológico, sabemos que en general en nuestro país ha fallado la transferencia de tecnología. Es decir el generador de tecnología (investigador) está completamente alejado del fenómeno productivo y los extensionistas (personal divulgador), técnicos del sector oficial, técnicos privados, están alejados de los centros de investigación. En este vacío son las grandes transnacionales mediante conferencias, visitas de especialistas extranjeros, folletos distribuidos por sus agentes de tecnología, las que tratan de llenar ese vacío, que en la mayoría de los casos produce una dependencia hacia un paquete tecnológico terminal, (agricultura dependiente). Mientras que por otro lado los investigadores generalmente sólo validan esa tecnología,

generada en la mayoría de los casos para otras condiciones, alejadas de las necesidades y recursos de nuestro país. Es frecuente observar que el productor escucha con cuidado al técnico extranjero y desprecian al nacional (Galina y Rey, 1990).

Por ello, se ha desarrollado una alternativa metodológica, que bajo un proceso de subsunción, es decir recoger dialécticamente la aportación de los disciplinarios como un caso particular comprendido en un proceso general, con el objeto de realizar investigación que permita el desarrollo de una tecnología de mayor repetibilidad. Parte del sujeto de estudio "productor", se considera que están organizados, que son investigadores estructurados y que ensayan constantemente tecnología. Valorar el trabajo y los problemas en los términos del productor, es por lo tanto epistemológicamente "materialista", mide la realidad y busca el beneficio del hombre que a su vez incrementará la producción y la productividad. Utiliza la dialéctica como herramienta de trabajo para describir no solamente el fenómeno en el momento de su estudio, sino su desarrollo histórico (Galina et al 1986a;1988b).

El método de sistemas permite en primer lugar, estudiar mediante un diagnóstico el sistema de producción, de aquí, el investigador en sistemas agrícolas y pecuarios servirá como una interfase, que a su vez proporciona a los investigadores por disciplinas, el conocimiento con precisión del objeto de estudio, se le presentan una serie de problemas concretos. En segunda instancia, escogerá de las propuestas hechas por el investigador disciplinario las que puedan ser mejor aprovechadas por los productores y podrá supervisar la realización de las investigaciones lo que facilitará la transferencia y adopción de tecnología, no siendo desde luego su trabajo el desarrollar las investigaciones básicas sobre los diferentes temas, aunque puede participar en grupos de trabajo que generen este conocimiento. Paralelamente proporciona al extensionista una herramienta que le permite evaluar el sistema agrícola en su totalidad o en partes, que pueden ser la medición de un cultivo o de un producto como leche o carne. Esta evaluación a su vez le permite conocer los problemas de la producción en las diferentes épocas del año, o los diversos efectos de factores varios como pueden ser los económicos en su dinámica o los efectos de las políticas de desarrollo agrícola. (Galina et al 1988a).

También reconocemos que en nuestro país existe reducidos grupos de investigadores en ciencias agrícolas, por lo que consideramos que en una primera etapa es imprescindible reproducir y solidificar estos núcleos, proporcionando las herramientas metodológicas apropiadas. El Sistema Nacional de Investigadores por ejemplo reconoce un poco más de 4.000 investigadores en todos los campos de la ciencia. En un país de más de 80 millones de habitantes con 2 mil millones de Has, nuestra tarea principal será la de formar recursos humanos preparados que a su vez desarrollen la tecnología que el país necesita. El impacto que tan pequeño grupo de investigadores en la actualidad, pueda tener sobre la agricultura mexicana será, en

opinión de este investigador marginal, por su número y fragmentación. Por ello los programas de formación, particularmente de posgrado jugarán un papel trascendental en el desarrollo de la ciencia agrícola, siempre en opinión de este investigador. (Galina et al 1988b).

La Teoría de sistemas aplicado a el sector agrícola

Los conceptos

El sistema de producción agropecuario se puede dividir en los sistemas de cultivos y los sistemas ganaderos.

Sistemas de cultivos: Es la unión de sucesiones de cultivos y técnicas que se hacen sobre una superficie de terreno tratada de manera homogénea, para obtener una producción vegetal dentro de las condiciones compatibles con los objetivos del agricultor. Se caracteriza por el nivel de producción y por la influencia del medio sobre la fertilidad. Los vegetales que se seleccionan tienen una utilidad, sea directamente para la familia (autoconsumo), por el sistema de producción (alimentación del ganado) o para la comercialización. (Galina et al 1988a)

Sistemas Ganaderos: Dentro de una explotación agrícola el sistema ganadero se considera como un subsistema productivo del modo de producción. Se han dado numerosas definiciones sobre los sistemas ganaderos, mencionaremos solo dos que en nuestra opinión son las mejores, una es a nivel individual y la otra a nivel comunidad. La primera dice que un sistema ganadero es un conjunto de técnicas que permiten producir animales o productos de origen animal de acuerdo a las condiciones y objetivos del productor, la otra los define, como el conjunto de técnicas y de prácticas que son realizadas por una comunidad para explotar, en un espacio dado, los recursos vegetales para los animales en condiciones compatibles con sus objetivos y con los problemas del medio. (Galina et al 1988a).

Para hacer la relación con el sistema de producción se toma en cuenta el flujo del trabajo y productos ganaderos que hay en el sistema. El ganado se caracteriza por el estado genético, estado de desarrollo, estado de reproducción y estado sanitario. El ganadero organiza el sistema según los objetivos que tiene, lo que va a llevarlo a tomar ciertas medidas y prácticas. Primero el toma decisiones sobre los recursos forrajeros por medio de las prácticas de agregación y de manejo y después toma los productos que dan lugar a las prácticas de valoración (Galina et al 1988a).

Algunas etapas a reflexionar en la utilización del método.

Con el objeto de describir algunas de las fases del método tomaremos los pasos originales sugeridos por los investigadores del Centro Agrícola Tropical de Investigación y Extensión, (CATIE) en Costa Rica, modificados en base a nuestra experiencia. Desde luego habría que señalar que los pasos no son de carácter absoluto, pueden por lo tanto modificarse, ni tampoco son

forzosamente secuenciales (Ruiz, 1989).

Se podría en opinión de Galina (et al 1988b) para su discusión didáctica, dividir el método en cuatro grandes etapas, una primera que permite desarrollar el marco teórico de referencia del sistema estudiado que comprende los pasos del 1 al 3. Una segunda etapa de evaluación cuantitativa y cualitativa del sistema estudiado que comprende los pasos 4 y 5. Otra tercera etapa sobre la evaluación y ensayo de tecnología que comprende los pasos 6 y 7. Y finalmente una cuarta etapa sobre validación y transferencia, aunque estos últimos se pueden considerar como complementarios y por lo tanto fuera propiamente del método.

I. Desarrollo del Marco de Referencia

1. Selección del Sistema Objetivo y del Área de Acción

La metodología de Sistemas comienza con la selección del sistema objetivo (ejemplo, bovinos de doble propósito, sistemas mixtos de producción de pequeños productores, etc) hacia el cual esta orientado y financiado el programa o proyecto. Si es que el área de acción ya se ha seleccionado, se procede con la recopilación de datos históricos, de actividades comerciales, de migración, proyecciones poblacionales, planes de desarrollo e interacciones del sistema objetivo con otras actividades que utilicen la tierra. Con base en esto, se busca definir el grado de expansión o intensificación del sistema objetivo en el área. Esta es una consideración inicial que afectará la orientación y forma de las alternativas tecnológicas a desarrollar, así como la naturaleza y objetivos de los experimentos en disciplinas. (Ruiz, 1989).

2. Integración de un equipo multidisciplinario.

El método de sistemas comprende, según discute Galina (et al 1987) en primer lugar el estudio del medio ambiente, tomando en consideración el clima, la temperatura mínima y máxima, las épocas del año, estaciones, el agua, la precipitación pluvial y sus temporadas, la agricultura de riego y la de temporal. El suelo con sus características físicas, químicas y biológicas, así como de topografía y recursos acuíferos, por lo que es necesario contar para el estudio de este componente, con personal especializado.

El segundo componente esta formado por la biomasa, los recursos forrajeros y cultivos del ecosistema que deberán ser evaluados por el personal especializado, generalmente compuesto por ingenieros agrónomos, biólogos u otros técnicos del área. (Galina et al, 1988a).

El tercer componente esta formado propiamente por el animal, o el cultivo en relación a su entorno. Aquí seria necesario la participación de especialistas en diferentes disciplinas como, genética, reproducción, alimentación, sanidad, manejo. Cuando el cultivo es el tercer componente, tendríamos la necesidad de

contar con especialistas en genética, edafología, siembra, fertilización, riego, manejo de cultivo, cosecha, uso de agroquímicos y manejo de productos agrícolas (Galina et al 1987).

El cuarto componente, lo constituye los factores económicos sociales y antropológicos del sistema general y del productor como ser humano en particular, con la compleja comprensión de los estímulos e incentivos que determinan la conducta humana. Por ello es necesario la participación en el equipo de economistas, sociólogos, antropólogos y otros profesionistas del área de humanidades. (Galina et al 1987).

Desde luego es posible y en algunos casos recomendable dividir el objeto de estudio por lo que el trabajo individual juega también un importante papel en la teoría de sistemas.

3. Desarrollo del marco de referencia histórica y del modo de producción.

Siendo la dialéctica (entendida como el estudio de las transformaciones en el tiempo) uno de los elementos básicos del método, es imprescindible situar el fenómeno productivo no solamente dentro de su situación actual (diagnóstico estático), sino principalmente dentro de su lugar en el desarrollo histórico. (Galina et al 1988a).

II. Definición de un modelo preliminar

La información del área permite elaborar un modelo preliminar representativo del sistema (o sistemas) prevalecientes en el área. El objetivo sería primordialmente, el de servir de medio para determinar la estructura del sistema y servir de guía para la identificación de problemas y lagunas de información. (Ruiz, 1989).

1. Definición del Dominio de Recomendación

En este punto, se hace necesario definir el dominio de recomendación, es decir, el ámbito socioeconómico y ecológico en el cual están ubicados los productores con ciertas características comunes tales como el sistema de producción bovina, la presencia de cultivos, el tamaño de la finca y otros. (Ruiz, 1989).

5. Recopilación de información y caracterización de los sistemas de producción

El siguiente paso metodológico es la caracterización de los sistemas de producción agrícola o pecuarios contenidos en el sistema objetivo. El objeto de este paso es combinar la "caracterización" y la "recolección de información". El objetivo es no sólo describir sino también diagnosticar los sistemas de producción prevalecientes en el área. (Ruiz, 1989).

Diagnostico estático

El conocimiento profundo de los factores exógenos (o sea todos aquellos externos a la granja) y endógenos (componentes que participan en el fenómeno productivo dentro de la unidad), que intervienen en los sistemas de estudio, se constituyen como una necesidad obligada para desarrollar alternativas mejoradoras. En esta fase del trabajo se desarrolla una encuesta agrosocioeconómica que en forma rápida permite obtener una semblanza general desde el punto de vista multidisciplinario que detecta los problemas limitantes para dar paso a la investigación de las partes del proceso productivo. Generalmente esta encuesta ligera requiere de un regreso al campo para certificar y comprobar algunas de las variables encontradas en una primera evaluación, este seguimiento puede implicar la aplicación de una segunda encuesta más específica sobre alguna variable, que puede ser un cultivo o un producto y desde luego requiere de un profundo estudio de los trabajos de investigación y resultados tanto oficiales como de investigadores sobre el área trabajada. (Galina et al 1988a; 1988b).

1. Diagnóstico dinámico

Esta será una actividad imprescindible para conocer la función e interacción de los componentes del sistema ya que entendemos la investigación como un constante cambio y solo el seguimiento por un período previamente determinado, mínimo de un año o un ciclo productivo, nos permitirá observar el fenómeno de producción durante sus diferentes fases. (Galina et al 1987).

El seguimiento en la granja de las variables que inciden en el sistema es sin lugar a dudas el componente que nos permite hacer las mejores sugerencias para mejorar el mismo.

III. Discusión y Desarrollo de tecnología

6. Evaluación de Componentes

Identificación de problemas

La identificación y priorización de los factores limitantes de la producción, caracterizados desde la encuesta, permite de inmediato hacer una preevaluación de los componentes con el objeto de mejorar el sistema. La evaluación de componentes después del diagnóstico permite elaborar una serie de sugerencias que deberán ser investigadas por los expertos en las disciplinas, es decir abre las líneas de investigación que tendrán un efecto inmediato mejorador del sistema, equilibrando su importancia y buscando la resolución de los problemas del productor. Este trabajo que deberá discutirse conjuntamente por los diferentes especialistas y los sistematólogos, evita la interpretación individual, exclusiva del fenómeno realizada por los expertos. Es claro que el estudio del fenómeno productivo en su conjunto necesita de especialistas que serán los encargados de resolver los problemas

específicos, pero partiendo de determinaciones muy concretas. (Galina y Rey, 1990).

Finalmente, ya que los problemas identificados implican la enunciación de hipótesis, Ruiz (1989) señala que la información de los dos últimos años los mismos datos de las encuestas pueden aprovecharse para eliminar algunas de las hipótesis formuladas, orientando así, en forma más precisa, los esfuerzos de investigación biológica.

Identificación de soluciones desarrolladas por el productor

Uno de los productos del diagnóstico es que permite a un investigador acucioso detectar soluciones que el mismo productor ha desarrollado ya sea por iniciativa personal o como producto del esfuerzo de sus antecesores y vecinos. Estas soluciones deben evaluarse y si lo ameritan, incorporarse en las alternativas a desarrollar. (Galina y Rey, 1990).

7. Pruebas o ensayos de tecnología

Experimentación en componentes

La identificación y priorización de problemas da origen a la planificación de los experimentos a realizar. Este proceso es el mismo que el seguido en la experimentación de tipo disciplinaria salvo, que con el enfoque en sistemas, la experimentación se puede realizar tanto en la estación experimental como con el productor. (Galina et al 1989).

La tecnología generada y el sistema conceptual mejorador pueden someterse a pruebas de campo bajo condiciones de la granja o del ganadero. Sin embargo en México, debido a la baja confianza del productor, hemos sugerido utilizar a la estación experimental como centro de demostración de tecnología. Esta fase debe de desarrollarse como una estrategia que permita al agricultor involucrarse plenamente en la estructura y función de la alternativa sugerida, a manera de que ponga a prueba su capacidad, recursos, opiniones y sugerencias para que las técnicas ensayadas se puedan evaluar en forma conjunta demostrándose las respuestas a las alternativas mejoradoras, permitiendo que el productor pueda realizar los ajustes necesarios al sistema mejorado. Debe ponerse especial cuidado a que de hacerse la experimentación en la estación experimental, esta se comporte de tal forma que se mantenga como un rancho más en la comunidad (Galina et al 1989).

Diseño de alternativas.

El diseño puede definirse en opinión de algunos investigadores, como un conjunto de técnicas de manejo que modifican parcial o totalmente un sistema tradicional. En términos generales, lo que se pretende con estos cambios es aumentar la eficiencia de sistema en función de las metas, limitaciones, recursos y contexto socio-económico del productor.

Para la transferencia de tecnología es básico que se abra una discusión entre los investigadores del equipo y los agricultores y ganaderos de donde y de preferencia en forma conjunta surjan nuevas sugerencias o ajustes al sistema propuesto que puede requerir que el equipo plantee nuevos ensayos para conocer o modificar los componentes. (Galina et al 1988a)

8. Evaluación de alternativas

Esta fase es de considerable importancia para el investigador, por cuanto le permite evaluar en la granja, bajo los criterios del productor en su marco socioeconómico las ventajas o desventajas de las mejoras propuestas. En esta fase la mejora es sometida exclusivamente al manejo del productor que finalmente es el recipiente. Aquí la evaluación se hace conjuntamente entre el extensionista y el productor con o sin la participación del investigador. Esta fase permite que el técnico conozca mejor la interacción existente entre productor e investigador, los servicios de extensión y sus técnicos juegan aquí un papel primordial, este ha sido tradicionalmente uno de los cuellos de botella, ya que en nuestro país el extensionismo ha tenido una pobre actuación. De esta manera el técnico extensionista puede comprender las limitantes de la tecnología propuesta para presentar de acuerdo a las características y condiciones de cada agricultor las variantes a la tecnología y para llevar al investigador las inquietudes y problemas del productor al hacer uso de la tecnología. (Galina et al 1988a).

9. Transferencia de tecnología.

La investigación de los sistemas de producción en forma colectiva, con la formación de equipos multidisciplinarios deberá progresivamente sustituir a los especialistas que trabajan en forma aislada, que a su vez encontraran en el trabajo de equipo una alternativa creadora en la discusión de los problemas con los extensionistas que le proporcionará la información necesaria para mantenerse en contacto con el campo, de esta manera no es necesario que el investigador básico abandone su laboratorio y salga al campo, su participación estará perfectamente delimitada en la cadena generadora de información y desarrollo de tecnología (Galina et al 1988a).

Serán los extensionistas, los encargados de supervisar la aplicación de esta tecnología (transferencia) y evaluación del proceso de producción en las granjas, bajo la sola conducción del productor, sin que ellos deban dominar la ciencia agropecuaria en todas las disciplinas. Serán por lo tanto profesionistas menos especializados en el detalle, pero mejor preparados para evaluar el proceso productivo en su conjunto. Su responsabilidad será la de plantear las necesidades tecnológicas del productor a los investigadores, para que aquellos de acuerdo a su especialidad resuelvan los problemas concretos, ellos tendrán la habilidad del lenguaje para transportar las necesidades del productor al campo de la ciencia recordando que ninguna solución tecnológica puede apartarse de la realidad social de nuestros países, superando de

esta manera uno de los cuellos de botella más importantes que han impedido la generación o desarrollo de tecnologías que por su costo permita la repetitibilidad necesaria para poder resolver los problemas concretos de México. (Galina et al 1988a).

Perspectiva histórica

Podríamos decir que hasta fines de la década de los 60's. los análisis sobre la agricultura eran hechos sin ubicar a esta dentro de la economía nacional y menos de la economía internacional. Más tarde se introduce en México un nuevo enfoque metodológico que se centra en categorías analíticas "líneas del producto" y "cadenas agroindustriales", sobre las cuales, la agricultura era un mero eslabón dentro de una cadena que comprendía los insumos y servicios necesarios a la producción agrícola y a las transformaciones industriales sucesivas operadas sobre el producto agrícola hasta llegar a su comercialización y consumo final. Se tomaba en cuenta el fuerte desarrollo de las empresas agroalimentarias transnacionales que tienden a integrar y subordinar las actividades agropecuarias. (Galina et al 1988b).

Desde luego estos trabajos han permitido entender dos "tipos" de ciencia, una de alto uso de insumos en la cual el productor esta dispuesto inclusive a participar en la investigación para su desarrollo, pero mayoritariamente obtiene cobertura científica de las compañías transnacionales de agroquímicos. Aquí es donde tradicionalmente la investigación ha encontrado su receptor privilegiado y que ha permitido aumentar la producción agrícola y ganadera. El segundo grupo, por otro lado, de bajo uso de insumos, que no ha tenido desarrollo tecnológico, debido entre otros factores a su bajo rendimiento productivo y económico no obstante su amplia base social. (Galina et al 1988b).

La agricultura de temporal sin embargo, se mantiene como una actividad de alto impacto social, como son la creación de empleo en el campo y la producción de alimentos básicos para un importante sector de la población. Sin lugar a dudas la investigación en sistemas sensibiliza al investigador no solamente en los aspectos tradicionales de la investigación por disciplinas, (aumento de productividad), sino lo introduce al problema social de la investigación, o sea a el conocimiento del productor, receptor de tecnología. Pensamos que es de suma importancia que el Estado Mexicano y las Organizaciones Internacionales adquieran los compromisos de costo de desarrollo de tecnología, que aunque menos espectaculares en productividad, son mucho más importantes para un amplio sector humano que se beneficia de ella. (Galina et al 1988b).

Es importante señalar que los investigadores en disciplinas han aportado y seguirán haciendo importantes contribuciones para la solución de problemas reales de la agricultura y es el investigador en sistemas un importante eslabón en la integración de estas aportaciones a un complejo sistema agropecuario. Se debe obligatoriamente fomentar la discusión de los problemas con los investigadores en disciplinas que tienen importantes ideas y

soluciones a los complejos problemas, no solamente solicitarles la solución particular de un cuello de botella de la producción, sino escuchar sus posibles alternativas de tecnología para todo el proceso (Galina et al 1988a; 1988b).

Sin embargo, se ha observado en la práctica un rechazo a la discusión Galina y Rey (1990) señalan por dos razones, la primera da la impresión a los investigadores por disciplinas que el objetivo de el ejercicio de sistemas es la caracterización de la agricultura en su complejidad, lo que naturalmente evita participar en discusiones de algo que no se conoce, particularmente debido a que las discusiones se llevan al campo socioeconómico que no es de su competencia y se sienten fuera de lugar, ya que las discusiones que les interesan son solamente sobre temas técnicos específicos, debido a su formación. En segundo lugar ellos aprecian que la investigación por sistemas significa tener que estudiar y discutir otros campos de la ciencia que es lógicamente un desgaste intelectual que no les apetece ya que es más fácil el proceso intelectual de formación de ideas del abstracto al concreto es decir del mundo de lo conocido, que la inducción y deducción es decir del concreto al abstracto. Por ello cuando se desafía la investigación agrícola y sus problemas, los investigadores por disciplinas abandonan el campo ya que consideran que no es de su incumbencia el desarrollo de políticas de investigación sino la solución de problemas concretos. Y cuando el equipo de sistemas va más allá de la descripción y cuestiona seriamente las líneas de investigación, haciendo proposiciones de cambios suelen afectar los intereses particulares del investigador en disciplinas, que siente que sus argumentos de justificación de su trabajo son puestos en evidencia y naturalmente rechaza la argumentación por que ve en peligro su trabajo. Uno de los problemas fundamentales de los investigadores por sistemas es que no han tenido la habilidad de relacionarse adecuadamente con el resto de la comunidad científica, ni integrar a los investigadores en disciplinas a su marco de trabajo (Galina y Rey 1990).

Por otro lado los investigadores en sistemas pretenden equivocadamente hacerlo todo, como si no existiera ningún conocimiento previo. El sistematólogo debe saber encuadrar su trabajo en un marco socioeconómico pero como una técnica que permita una mejor evaluación y diagnóstico de la agricultura.

El otro problema importante es la tendencia que tiene el investigador en sistemas ha realizar la investigación disciplinaria, que no son en mucho de los casos de su competencia tecnológica. Existe una incomprensión relativa del papel que debe de tener, particularmente en su función de interfase profesional entre los investigadores disciplinarios, de los cuales debe escoger la investigación que crea sea apropiada para el productor en particular y orientar las líneas de investigación de los primeros. Es decir debe comunicarse con los investigadores por disciplinas para conocer las innovaciones tecnológicas que existen y utilizar directamente o por adaptación aquellas que tengan probabilidad de éxito en el campo. (Galina y Rey 1990).

Consecuencias sobre el manejo de la investigación en Sistemas

Dos preguntas surgen en la discusión para Galina (1988b). La primera: como hacer que aumente el interés de los investigadores disciplinarios en la fase de diagnóstico y caracterización de los sistemas? y la segunda como hacer que acepten la investigación con los productores como una forma válida de investigación?.

En la experiencia de una serie de investigadores mexicanos y franceses se ha observado que la presentación de seminarios con resultados coadyudan grandemente ya que el investigador disciplinario asiste sin sentir la presión de participación o de cuestionamiento de su trabajo. Otra ventaja de este tipo de seminarios semiformales, es que junta gentes de diferentes campos (de la Banca, del Sector oficial, de Planeación de Seguros) formada por técnicos de diferentes niveles y experiencias que con su participación permiten una discusión sobre variados temas que coadyudan a la preparación de los investigadores para entender los beneficios del enfoque en sistemas. Otra experiencia que ha dado interesantes resultados fué la organización de jornadas ganaderas, en las cuales se utilizaron las asociaciones locales de productores para presentar los resultados de investigación, de esta forma el productor recibe información generada en su rancho en una forma ordenada que le permite sentir su participación como valiosa contribución no sólo para sí sino para el resto de propietarios. También se logra confrontar a los investigadores con el medio productivo sin que necesariamente salgan al campo ya que el productor en base a sus experiencias es un severo crítico de los resultados de la investigación y su aplicación en su explotación. De esta forma se espera estimular la percepción correcta de la realidad de los sistemas productivos y sensibilizar a los investigadores básicos a utilizar a los investigadores en sistemas, que les da un marco de referencia para su comprensión y un vehículo de transferencia y aplicación de su trabajo en el campo (Galina y Rey 1990).

El punto débil del especialista en sistemas según se ha discutido recientemente es el hecho de que es un generalizador y por lo tanto no suele querer discutir un problema concreto sin embargo se siente bien en las granjas, por otro lado el investigador en disciplinas es un excelente conversador de lo particular y no quiere visitar a los ranchos donde puede ser cuestionado sobre temas que no practica frecuentemente y que son parte de su formación profesional. Por ello es de suma importancia convencer al investigador por disciplinas de su importantísimo papel en la resolución técnica de los problemas diagnosticados por los sistematólogos. Por otro lado el investigador por sistemas debe entender que su papel es reconocer los problemas y no forzosamente resolverlos sino tener la habilidad de llevarlos a aquel que pueda hacerlo, no es tan importante conocerlo todo con precisión, sino saber quién lo conoce. Por lo tanto no son ambos investigadores contradictorios por esencia sino complementarios. Es aquí donde el concepto de multidisciplinariedad discutido ampliamente toma su lugar. Todo ello ha sido discutido en varios trabajos resumidos por el

INRA francés. (Galina y Rey, 1990).

Por otro lado al reflexionar sobre la baja aceptabilidad de los investigadores por disciplinas al conocimiento generado por el sistemático es necesario reconocer que existen una serie de argumentos que tienen que ver con los problemas de la experimentación en el medio real y que son esgrimidos por los investigadores en disciplinas que tendrían que discutirse individualmente como fué sugerido recientemente en el trabajo franco-mexicano. (Galina y Rey 1990).

Contexto de la investigación en sistemas. La investigación en los países pobres.

Para su discusión una serie de investigadores señalan que la ciencia es el conocimiento por el hombre de las leyes de la naturaleza, dividiéndola para su estudio en ciencia básica, el conocimiento elemental de estas leyes y en ciencia aplicada (tecnología), definida como la modificación de los fenómenos para beneficio del hombre. Los investigadores en sistemas están más cerca de la tecnología es decir dejan a otros la determinación de las leyes de la naturaleza lo que se conoce como " frontera de la ciencia ". En segundo lugar si en investigación "solamente" se miden o se pesan los componentes para describir los fenómenos naturales, los países ricos, que tienen instrumentos más sofisticados de peso y medida pueden desarrollar una investigación más precisa. Si a esto se agrega que además poseen la casi totalidad de los medios de difusión del sector agrícola y pecuario y los más reconocidos programas de posgrado en el sector, han por ello obligado a los investigadores en los países pobres a ser los "cortesianos" de la misma, con aspiraciones a ingresar en el mundo desarrollado. Por ello es tan frecuente en nuestros países observar investigadores entrenados en los países ricos, que no pueden hacer investigación en el país por carecer de los medios e instrumentos a los cuales fueron acostumbrados. Se tiene en nuestros países pocos instrumentos de peso y medida exactos, por lo que nos vemos obligados y se agregaría con muchísimo éxito a utilizar la abstracción y la matemática como herramientas para resolver nuestros problemas. Corresponde según estos estudiosos a los investigadores en el tercer mundo entender la jerarquización de la ciencia, tomar conciencia y seguridad de lo que se sabe y sobre todo solucionar nuestros problemas sin la intervención, como protagonista principal, del mundo desarrollado, buscar nuestros medios de comunicación y no pretender ingresar por la puerta trasera a la "ciencia exacta". Los premios "Nobel", en ciencias se debe entender, serán mayoritariamente de los países ricos, (o los investigadores del tercer mundo trabajando en los mismos) con laboratorios sofisticados que pueden hacer mil y un ensayos, con presupuestos sin limite, la ciencia, el experimento y la repetición, tienen un gran costo. (Galina et al 1988a; 1988b).

De igual forma las instituciones centrales en México han repetido el fenómeno en una colonización interna, produciendo un centralismo científico, la mayoría de las revistas de difusión,

casi la totalidad de los comites editoriales, el mayor número de investigadores, la mayor parte de los recursos, los laboratorios mejor equipados y las más importantes reuniones de investigaciones agropecuarias se localizan en el altiplano mexicano, convirtiéndose en los "rectores de la ciencia". Es frecuente observar a los investigadores del centro, salir a la provincia a hacer estancias o investigaciones cortas y a partir de ellas elaborar las soluciones científicas del país, en una especie de paternalismo intelectual, que naturalmente repiten con los productores a los cuales llegan a "convencer" de su ignorancia natural y de lo benéfico de las soluciones centrales. Sería necesario un mayor apoyo a las instituciones de provincia para fortalecer sus cuadros locales, a los productores para que participaran en los trabajos de las postas o centros de investigación en sus territorios, es decir establecer un verdadero programa de descentralización operativa e intelectual. Para ello las evaluaciones del posgrado en agricultura y ganadería deben tomar en consideración una parte importante de su trabajo en el campo, con los productores sin cargas excesivas de créditos escolarizados que ocupen sustancialmente su tiempo y que les impida relacionarse con los fenómenos productivos. (Galina et al 1988a; 1988b).

Según el esquema clásico de transferencia de tecnología descendente, la soluciones científicas son principalmente generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP, y por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, SARH, que transmite un mensaje tecnológico a los servicios de desarrollo para extenderlo a los productores según una variedad de métodos de divulgación. (Galina et al 1987).

Siguiendo este esquema lineal, el primer responsable para explicar la no-adopción de la tecnología, es el productor, que no capta los beneficios de lo propuesto, que no tiene racionalidad económica, que le falta educación... Después, se menciona al extensor: ¿esta quien no sabe buscar a los productores, no sabe convencerlos si bien el está convencido o esta formado para convencer... Aunque reconociendo la importancia de los problemas del extensionismo, no serán discutidos aquí con el objeto de no alargar el documento. El tema central de la discusión sería ¿cuál puede ser la parte de responsabilidad del investigador en la falta de adopción de técnicas de producción?. La función del investigador desde nuestro punto de vista sería la de primero identificar o aportar en forma original las innovaciones tecnológicas existentes y determinar sus posibilidades de uso y segundo, proveer una versión simplificada de su conocimiento científico a los servicios de extensionismo en forma de mensaje tecnológico. Su función conlleva mediante una aguda especialización a la punta del conocimiento científico (condición "sine qua non" para publicar y crecer profesionalmente), con revisiones bibliográficas extensas y experimentos estadísticamente válidos cuyas realizaciones dejan poco tiempo libre para estar en contacto con el medio productivo.

Para el investigador agrícola en México los mecanismos de

estímulo son producto del número de publicaciones, principalmente en las revistas internacionales, que a su vez tienen los patrones editoriales ya discutidos anteriormente, con pesadas condiciones de experimentación y evaluación estadística, o en revistas mexicanas que a "imagen y semejanza" de sus centros de formación, han transplantado esa forma de difusión científica, como patrón dogmático. Por lo tanto les es difícil, entonces, tomar en consideración de manera fina las condiciones socioeconómicas de producción, y por lo tanto elaborar un mensaje tecnológico que sea adaptado al productor. (Galina et al 1988a).

Estas reflexiones cuestionan en realidad el planteamiento mismo de la investigación aplicada lo que podría expresarse de la forma siguiente: si el tema de investigación escogido no es coherente con la problemática real del medio productivo, la probabilidad de su transferencia es reducida. Este problema no nos parece específico de un país o de un grupo de países; tiende a ser general cuando es estructural, pero sus consecuencias son más agudas en los países en desarrollo, los cuales enfrentan actualmente un mayor y más urgente problema de generación de tecnología en condiciones económicas limitadas. La parte de responsabilidad del investigador reside entonces en la elección de ciertos trabajos que lo desemboquen a una tecnología adaptada al productor correspondiente a sus objetivos y problemas. Esa tecnología incrementará así posibilidad de adopción y la investigación incrementa su papel como factor de desarrollo. Sabemos que los investigadores en disciplinas han y seguirán aportando importantes contribuciones para la solución de problemas reales de la agricultura, y es el investigador en sistemas un eslabón en la integración de estos a un complejo sistema agropecuario. Se debe obligatoriamente fomentar la discusión de los problemas con los investigadores en disciplinas que tienen importantes ideas y soluciones a los complejos problemas agropecuarios. (Galina et al 1988a; 1988b).

Uno de los problemas que se ha debatido fuertemente en la utilización del método de sistemas, es el uso del control clásico en la experimentación, es decir dejar dentro de la granja como variable comparativa un grupo de elementos a los que no se les da el tratamiento o se les aplique un tratamiento control. Desde luego el productor no está dispuesto a participar dentro de un marco rígido y clásico de experimentación donde se le sugiera "dejar un grupo de animales como control", por ejemplo imaginemos el uso de un nuevo producto que controle mejor a una infección parasitaria como son las garrapatas en los trópicos, se tendría para su evaluación experimental estricta que introducir el medicamento solamente a un grupo de animales dejando otro grupo como control. Sin embargo dentro del manejo normal de un rancho se baña a todo el hato en una instalación única para ese proceso, se cargaría por lo tanto todo el hato con el medicamento y no se podría dejar parte del hato sin bañar o usando otro medicamento. (Galina et al 1988a).

Aquí habría que reflexionar que el productor es un gran

experimentador, es decir, escucha de amigos o de extensionistas, tal o cual técnica y decide emplearla con base a una serie de expectativas "no experimentales" de su sentido común, o sea con base a su experiencia previa, con el objetivo de aumentar o mejorar su producción, el evalúa "rudimentariamente" sus resultados fuera de los esquemas clásicos de la investigación y decide utilizar o no permanentemente la nueva técnica con base a sus observaciones. Si revisamos con cuidado el proceso veremos que el productor "usa" como control o los resultados de otro año o ciclo productivo o aquellos de otros ranchos para comparar sus hallazgos y con base a ellos tomar decisiones. Pensamos que si recapturamos este proceso, desarrollaremos de esta forma, una importante herramienta de interpretación y transferencia de tecnología siempre que aceptemos que nuestro margen de error sea mayor que aquella de la investigación disciplinaria. Dicho método tiene la ventaja de que es el que usa el productor o sea esta familiarizado con su operación y acostumbrado a hacer decisiones con base a él. Recordemos que el investigador en sistemas no busca conocer las leyes básicas de los fenómenos naturales "frontera de la ciencia", sino mejorar la producción con herramientas simples. Para ello pensamos que el uso de controles "teóricos" como son metas de producción; de controles internos, otros años de producción; o de controles externos, otras granjas, margenes industriales etc. son todos válidos, si se detalla el método y se acepta un mayor error estadístico. Desde luego cuando sea posible, como en las estaciones experimentales, se debe emplear el mayor rigor científico y estadístico en la generación de la información básica, que permita menor margen de error en la descripción del comportamiento del fenómeno, por lo que se debe seguir utilizando de esa forma, cuando las condiciones lo permitan. (Galina t al1988a).

1. El Experimento por hato contra el experimento por unidad

Otra crítica importante que el investigador en sistemas confronta es el problema de conducción de su experimentación con grupos de animales y no por individuo. Por ejemplo en nuestras observaciones en alimentación tenemos que utilizar todo el hato bovino o caprino ya que no es posible en condiciones de campo dar una dieta individual. Naturalmente cuando se somete a un hato a una observación como esta habrá animales que por ejemplo tendrán una mayor jerarquía y por lo tanto comerán más que los otros animales. Por ello se ven obligados a asumir una serie de hipótesis derivadas de la experimentación básica y emplearlas en los ranchos. Así se acepta que desde el punto de vista nutricional, la producción y el mantenimiento son el resultado de la suma del forraje y suplemento administrados en la ración, así mismo que el peso vivo tiene una alta correlación con el consumo. Consideramos que la ingestión del forraje y concentrado está directamente ligada a la materia orgánica digestible y que por lo tanto es posible determinar su consumo con base a la capacidad empanzonante (de llenado) del forraje, a los niveles de producción del animal y su peso vivo. Aquí se podría pensar que el margen de error se eleva considerablemente si a todo estos supuestos se les agrega la variabilidad entre individuos en un

hato. Desde un punto de vista clásico es válida esta crítica, por ello el resultado es "rechazado" en general por los miembros de la inteligencia agrícola. Nosotros desafiarnos todo este paquete bajo la siguiente argumentación. Si observamos otra vez el productor (método de sistemas) el tiene que alimentar un hato, no un individuo, la variabilidad entre individuos es algo que el conoce y acepta, toma decisiones y alimenta su hato con un nivel X ó Y de suplemento, o una carga animal W ó Z en la pradera, es decir actúa. Si consideramos que el objeto fundamental de la investigación por sistemas es mejorar la vida del productor, tendríamos que aceptar trabajar con sus herramientas. El margen de error debería centrarse en nuestra opinión en la repetitibilidad del fenómeno, por ello la investigación por sistemas es fácilmente transferible, ya que se desarrolla con el productor. Es ya difícil convencer de por sí en los ranchos de capturar variables como el peso de los animales, o pesar el alimento, a veces sólo podremos calcularlo. Pero en nuestra opinión un poco de mejora en el manejo es mejor que nada, aceptamos el margen de error y conducimos el fenómeno productivo acorde a las herramientas que tenemos. Pensamos que es importante sobre todo con los jóvenes investigadores discutir que siempre se puede hacer algo para mejorar la producción, que la medida del fenómeno exacta o calculada sólo aumenta o disminuye el margen de error, pero que la imaginación y el sentido común del hombre sigue siendo su principal herramienta de trabajo, deben hacer, pensar, medir, reflexionar, corregir, y volver a hacer, que el método ensayo-error-mejora, utilizado ya por los griegos, es todavía una vía para el avance serio y científico de la agricultura en los países del tercer mundo. Habría que pedir a los grandes técnicos y científicos de la agricultura un poco de apertura a su visión crítica de la ciencia para que aceptaran y discutieran nuestros resultados con los márgenes de error y métodos empleados por ellos. (Galina et al 1989a).

2. La Estadística como fin y no como herramienta de la interpretación científica

Finalmente otra técnica frecuentemente discutida en la comunidad científica es el papel que la estadística juega en la investigación agrícola. Hemos observado en los últimos 20 años un desarrollo meteórico de la estadística en particular y de la matemática en general aplicada a la biología. No pretendemos desde luego cuestionar la base teórica de las ciencias matemáticas, solamente queremos hacer una serie de reflexiones sobre su utilización. (Galina et al 1989a).

Indudablemente la repetición de un fenómeno natural en condiciones experimentales permite predecir (probabilidad) con mayor o menor precisión el comportamiento del fenómeno estudiado. Como todos sabemos el número de repeticiones tiene una relación directa con la determinación de la probabilidad, de ahí la insistencia de que se efectúe el experimento con un tamaño de muestra que garantice la conducción del fenómeno. Esto ha derivado en extensos y sofisticados métodos para observar y

calcular el azar y complicados sistemas de diseño del tamaño de la muestra experimental. Sin embargo al tomarse como objetivo se piensa que si no se tiene tal o cual nivel de significancia o que si no se tiene X ó Y tamaño de la muestra la conducción del fenómeno sería imposible. Aquí tendríamos que razonar que en la modificación o introducción de una variable a un sistema complejo, los resultados esperados son diferentes y en muchas ocasiones no responden a la probabilidad medida experimentalmente. A nivel industrial la influencia de complejos mecanismos altera la conducción del mismo. hoy se populariza la modelización que precisamente se basa en este concepto. creemos que la estadística debe ser utilizada con el mayor rigor posible, pero no de tal forma que sea el parteaguas de la ciencia. recordemos que importantes contribuciones del hombre al conocimiento o modificación de las leyes de la naturaleza se hicieron mucho antes de que se midiera con rigor estadístico. Con diferentes técnicas podríamos encontrar o demostrar la diversidad o compatibilidad de una o varias variables entre ellas, con el control, o aun sin control. Desde luego la estadística nos permite explicar con detalle la relación entre ambos fenómenos y determinar su comportamiento en ciertas condiciones. El problema aparece cuando se eleva el nivel de abstracción, es decir cuando se universaliza el concepto. Puede ser entonces que la probabilidad experimental no funcione al predecir el comportamiento industrial (grado superior de abstracción) o al relacionarlo con la economía agrícola regional o la del país, o de la agricultura de una economía de una nación. Por ello las soluciones que funcionan y fueron probadas "estadísticamente" al nivel experimental por disciplina no funcionan en algunos casos al ofrecerla como una alternativa viable de soluciones de problemas al nivel de sistemas de producción. Por ello si aplicamos la matemática y la abstracción como dos herramientas y no como objetivos juegan un papel importante en el proceso del mejoramiento de la producción o la productividad de los ranchos, si lo estimamos correctamente al nivel de abstracción del sistema al introducir la variable, como tecnología mejoradora, de manera que tenga su mayor efecto positivo y disminuya su efecto negativo. La estadística para los clásicos es por lo tanto el "sine qua non" que permite garantizar el efecto benéfico de la tecnología, pensamos los investigadores en sistemas que se ha sobre enfatizado la herramienta en los congresos y se ha dogmatizado su aplicación en la ciencia. (Galina et al 1968a).

3. El problema de la captación de variables como instrumentos de medición científica

Para el productor en la ganadería, la captación de variables constituye un aumento en su carga de trabajo, en el tropico el manejo de la mayoría de los animales sugiere un baño garrapaticida cada 28 días, nosotros hemos implementado el peso de los animales y el registro de su actividad reproductiva por palpación durante este evento. En los animales lecheros, el peso del producto una vez al mes. Todo esto aunado al registro de costos de producción divididos en 5 rubros, Alimentación, Salarios, Medicinas, Transporte y Varios. Estas variables

permiten describir adecuadamente el fenómeno de producción ganadera y son los que el productor conoce y está dispuesto a capturar. La introducción de otras variables más sofisticadas debe discutirse con el productor o ser parte de la infraestructura del proyecto de investigación. Por el momento no discutiremos algunas de las variables agrícolas, lo importante es reconocer la carga de trabajo que cada una significa para mantenerlas al mínimo posible. Para el caprinocultor, uno de los agricultores generalmente más atrasados, el desarrollo de la tecnología implica una gran labor de convencimiento, solamente para que acceda a pesar las cabras mensualmente. Es por ello que se piensa que de poderse instituir esta práctica, es posible a través de esta variable diseñar programas de apoyo a su economía familiar, utilizando la estadística como apoyo.

Con la utilización de esta herramienta se han realizado varios trabajos con el objeto de describir los sistemas productivos caprinos prevalentes en México, siendo la alimentación el eje fundamental de su desarrollo con características más o menos bien definidas e interconectadas dinámicamente entre sí (Juárez, 1973, Juárez y Peraza, 1981).

En primer lugar se observó un sistema denominado extensivo que considera a todos aquellos animales con bajo o nulo uso de tecnología. Este subsistema constituye un estrato periférico de la producción, donde se ubica la mayor parte de la población caprina, predomina el manejo de pastoreo en agostadero de zonas áridas cuyo principal producto es la carne (de cabrito en el norte del país y de ganado adulto en el sur) y eventualmente la leche y aunque son la mayoría las posibilidades de desarrollar tecnología son muy limitadas debido a su diversidad, la pobre infraestructura económica y la poca receptividad de los productores (Juárez, 1984).

Por otro lado se observó un sistema "semi-intensivo" denominado de "pastoreo sobre esquilmos o arbustivas" practicado en forma más o menos organizada y sistemática alrededor de las zonas agrícolas con irrigación o de regular temporal (400-600mm) cuyo producto principal es la leche y en forma casi equivalente el cabrito de abasto. De este subsistema se podrían describir dos variantes, por un lado una de pastoreo suplementado, sobre arbustivas, y otra con alimentación a base de subproductos agrícolas y/o pastoreo estratégico, con o sin suplementación, el cual se ha desarrollado anteriormente casi en forma natural, originalmente en lugares como La Laguna, y posteriormente en la costa del Pacífico y el Bajío (Galina y Morales, 1987; Juárez, 1984).

Finalmente se describió un tercer subsistema de estabulación total o "intensivo". En este estrato central, el modo de producción se da generalmente bajo confinamiento total, o en pastoreo de praderas irrigadas, con énfasis en la producción de leche, o de ganado fino para la cría y de cabritos para el abasto, como ingreso marginal. Desde el punto de vista agrícola

o ganadero la producción caprina permite una más amplia y armónica integración a través del aprovechamiento económico de los residuos agrícolas y la producción eficiente de leche y carne. Los sistemas de producción en rastrojeras con suplementación temporal y el pastoreo en agostadero de zonas áridas con suplementación deben de explorarse con todo cuidado e interés. Las posibilidades de adecuar prácticas agronómicas que valoren y expresen mejor el potencial zootécnico de los caprinos, la rehabilitación de agostaderos mediante arbustivas forrajeras, la producción temporal o estacional de leche con forrajes cultivados con uso restringido de agua, pueden dar lugar a modelos de producción suígeneris desarrollados en México, que reduzcan los costos totales de operación (Juárez, 1984).

Sin embargo, ha sido demostrado previamente que uno de los factores de importancia económica dentro de los sistemas de producción, es precisamente el de la alimentación de la especie, ya que constituye, en ese trabajo el 60% del costo total de producción (Galina, 1985).

Por otro lado el costo de la alimentación está ligado a otras características como las de los medios de producción, o sea el valor de la tierra, el capital disponible, la fuerza de trabajo y los instrumentos de labor (Peraza, 1982).

Así mismo se han presentado recientemente algunos trabajos que no solo destacan los aspectos nutricionales del ganado caprino si no que discuten el impacto económico sobre las diferentes fases del ciclo productivo, sobre todo en lo referente a la suplementación y la fisiología reproductiva en zonas áridas, siendo este generalmente mayor en el ciclo otoño - invierno debido a su estacionalidad y menor en el de primavera - verano con una relación inversa con la producción de leche lo cual lógicamente afecta considerablemente los ingresos del productor. También se destacó ampliamente la importancia de la alimentación de todo el hato, y no solo en forma individual demostrando bajo varias hipótesis, que el índice de error, utilizando como base del programa las variaciones del peso vivo, no es en el mayor de los casos superior al 5%, siendo por lo tanto de baja significancia para el programa de alimentación del hato para el caprinocultor (Peraza, 1984; 1987).

Desafortunadamente la mayor parte de los estudios sobre la ingestión de materia seca, las necesidades nutricionales y la composición nutritiva de los alimentos se han realizado en bovinos y borregos. Sin embargo los principios fundamentales de este método se pueden utilizar también en las cabras (Galina, 1987).

En base a lo anterior se han desarrollado dos sistemas diametralmente opuestos de suministro de concentrados:

En uno se buscan producciones máximas de leche con un aporte su, liberal de concentrado hasta libre acceso en ciertos periodos productivos independientemente de calidad y naturaleza

de los forrajes de la ración. este sistema se ha desarrollado en los Estados Unidos, en el otro sistema se pretende con la utilización máxima de forrajes, cuando estos son de muy buena calidad es decir digestibles y energéticos, un aporte mínimo de concentrado sin que la producción y la fertilidad se vean afectados, este último sistema se ha desarrollado en Francia y los países escandinavos (Echavez, 1987).

En los últimos años una serie de investigadores franceses han establecido los principios fisiológicos de la capacidad de ingestión de los rumiantes, y desarrollado un sistema de evaluación denominado "unidad empanzonante" utilizada ya por varios años en bovinos y ovinos. Sin embargo solo recientemente se ha aplicado en cabras, habiendo sido utilizado durante los últimos tres años por un grupo de investigadores mexicanos (Galina, 1987).

Previsión del consumo de alimentos:

Para alimentar correctamente a los rumiantes, se deben de tomar una serie de medidas, la primera de las cuales sería una predicción correcta del volumen de alimento que el animal puede consumir por día. A partir de este dato, es posible establecer un programa de alimentación correspondientes de las diferentes etapas del ciclo productivo. Los principales factores que determinan las cantidades de alimentos que pueden consumir son: el tipo de alimento (forraje, concentrado o la asociación entre ellos), su digestibilidad por su contenido de fibra, su clase botánica, gramínea o leguminosa, la especie (ovino, caprino, bovino) la edad, el estado fisiológico del animal por ejemplo si está en gestación o lactación y el peso vivo (Galina, 1987; 1990).

Otros estudios han establecido con anterioridad las variaciones de las cantidades ingeridas voluntariamente. Por ejemplo un bovino de 500 kg que puede consumir 70 kg de pasto joven, alimento de alta digestibilidad, pero solamente 7 kg de heno de mala calidad. Sin embargo al establecerse la comparación se sabe que 70kg de pasto contienen 85% de agua y representan por lo tanto $70 \times 15 / 100 = 10.5$ kg de MS (Materia seca). Por otro lado el mismo animal puede consumir 7 kg de heno de baja calidad que contienen un 15% de agua: $(7 \times 85 / 100 = 6$ kg de MS) o sea 6 kg de MS solamente (Galina, 1987).

Las comparaciones de los elementos consumidos en relación a materia seca son mejores a aquellas que se hacen con el producto bruto. Para ello se utilizo la expresión de las cantidades consumidas en kg de MS/24 horas. Por ejemplo, para una cabra adulta de 60 kg de peso vivo y 4 kg de producción de leche de un 3.5 % de grasa, consume 2.500 kg de materia seca de un forraje de buena calidad que corresponde al 4 % de su peso vivo. (INRA, 1988).

También es posible expresar las cantidades consumidas en Kg

de MS por 100 kg de peso vivo por cada 24 horas. Para el mismo animal y el mismo forraje, la cantidad consumida sería de 4.3:1 Kg de MS por 100 Kg de PV por día. Otra forma de expresarlo es como la cantidad de MS por Kg de peso elevado al 0.75, llamado peso metabólico (PM). Se determinó un consumo para la cabra de referencia de 120 g por Kg de PM. Para el mismo animal sería por lo tanto: $60 \times 0.75 = 21.55 \times 120 \text{ g} = 2.586 \text{ Kg de MS por día}$ (INRA, 1981; 1983).

Factores que afectan el consumo voluntario aparente.

a) **Peso vivo:** Para un animal del mismo tipo, la cantidad de materia seca ingerida / día (MSVI/día), aumenta con el peso vivo del animal, este aumento es el resultado del incremento de las necesidades energéticas de mantenimiento.

Cuadro 1

Variación de las cantidades de MSVI consumidas por día por los caprinos en raciones de Mantenimiento, en base al pasto de referencia

Peso vivo en kg	kg de MS por día	Kg de MS por 100 PV por día
40	1.908	4.77
50	2.256	4.51
60	2.586	4.31

b) **Producción de leche:** Para las cabras del mismo peso, el consumo de materia seca aumenta linealmente con la producción lechera entre 1 y 3 kg de leche, con un promedio de 270 g de MS/kg de leche producida (INRA, 1981).

c) **Estado fisiológico del animal.** En el principio de la lactación, la capacidad de ingestión de una cabra aumenta regularmente para llegar a su máximo a los dos meses después del inicio de la lactación. Se mantiene en estas cantidades para disminuir hacia el final (INRA, 1981).

Durante el periodo seco del animal su capacidad de ingestión disminuye en razón del aumento del espacio que ocupa el feto al final de la gestación. (Galina 1987).

Otro factor que ha demostrado tener una influencia sobre la capacidad de ingestión ha sido el tipo genético por ejemplo, la capacidad de ingestión de un Saanen es ligeramente mayor que la de un animal Nubio.

Por último el estado corporal: la capacidad de ingestión disminuye cuando el estado de engrasamiento corporal aumenta, aunque es difícil de separar la influencia de estos factores en el animal vivo.

En este mismo año Galina, (1987), realiza una extensa revisión en cabras de los trabajos publicados en Francia por el INRA y el ITDVIC en lo referente al uso del sistema de evaluación de la "unidad empanzonante". En este trabajo se resumen los conceptos básicos establecidos por los franceses, mismos que se utilizaron para realizar los cálculos de las necesidades alimenticias de las cabras en el presente trabajo.

Definición de una Unidad Empanzonante.

Los investigadores del INRA en Francia han efectuado un gran número de mediciones de la materia seca voluntariamente ingerida (MSVI) en los ovinos y en los bovinos inicialmente para posteriormente hacerlo en las cabras. De esta manera, este grupo de trabajo ha podido hacer comparaciones entre ellas, con el objeto de determinar las cantidades de materia seca ingeridas por día. Por lo tanto se puede clasificar a los forrajes ya sea de acuerdo a su ingestibilidad, o según sea su capacidad empanzonante. Este es el enfoque que se utilizará, y se conoce como unidades empanzonantes. La capacidad de ingestión voluntaria de un alimento de referencia se le da el valor empanzonante o de llenado de 1. Como alimento de comparación se utilizó un pasto joven de 80 % de digestibilidad; Por lo tanto 1 kg de MS de este pasto tiene un valor empanzonante de 1 (UE). Para efectuar la medición, se han seleccionado animales de referencia: Un borrego castrado de 1 a 3 años que pesa 40 a 75 kg; un bovino hembra de 600 kg, que produce 17 kg de leche/día en mitad de la lactación ó una cabra de 60 Kg de peso, buena productora con 4 kg de leche de 3.5 % de grasa. (INRA 1981;1988).

El consumo del pasto de referencia en base seca, para los tipos de animales standard fue el siguiente: El ovino 75 g de MS por kg de PM por día; el bovino 122.6 g de MS por kg de PM por día y en la cabra de 120 g por kg de PM también diariamente. Con el objeto de caracterizar la ingestibilidad de un forraje cualquiera y expresarlo en unidades empanzonantes, es suficiente comparar las cantidades consumidas del forraje y relacionarlos con el pasto de referencia, ya sea en base a su digestibilidad o usando las tablas de INRA (INRA, 1988; 1985a).

Para el caso de los ovinos:

Uno puede hablar de las unidades empanzonantes del ovino: UED

$$\text{valor de empanzonamiento de un forraje (en UED)} = \frac{75}{\text{Cantidad de forraje ingerido por el borrego standard en g de MS por kg de PM}}$$

En el caso de los bovinos:

Se determinaría una Unidad Empanzonante Bovina: UEB

$$\text{Valor empanzonante de un forraje (en UEB)} = \frac{122.6}{\text{Cantidad de forraje ingerido por el bovino standard en g de MS por Kg de PM}}$$

En el caso de las cabras:

Se determinaría una Unidad Empanzonante Cabra: UEC

$$\text{Valor empanzonante de un forraje (en UEC)} = \frac{120}{\text{Cantidad de forraje ingerido por la cabra standard en g de MS por kg de PM}}$$

Al ser muy similares la UEB y la UEC se utilizó indistintamente como referencia de animal lechero.

Para calcular el volumen final se debe considerar que el pasto de referencia tiene un tenor de MS de 17 % en promedio por lo tanto 75 g de MS corresponden a 441 g de producto fresco/día 122.6 g de MS corresponden a 721 g de producto fresco/día (Galina, 1987).

Capacidad de Ingestión.

Los forrajes por lo tanto se pueden clasificar según su capacidad empanzonante en UEB o UEC y las cantidades que puede consumir un animal expresadas en UE, por ejemplo un alimento que tenga un alto valor empanzonante puede tener 2 UEB/ kg de MS por lo tanto consumiría 3 kg de materia seca/día, y otro animal alimentado con un forraje de menor cantidad de fibra (menos empanzonante) podría tener 1 UEB/ kg de MS, lo que le permitiría consumir 6 kg de materia seca / día. La capacidad de ingestión, expresada en Unidades Empanzonantes es una constante del animal considerando cualquier fuente de alimentación o cualquier tipo de alimento, (INRA, 1985.)

Cuando se pone o adiciona en la ración forrajera consumida voluntariamente una cantidad Q de concentrado, la cantidad de forraje consumida varía. Ella disminuye de acuerdo a una cantidad $Q \times S$; S representa la tasa de sustitución que se establece entre el forraje y el concentrado. Por ejemplo, si adicionamos 1 kg de MS/ día de un alimento concentrado a una ración forrajera consumida a voluntad establece una disminución del consumo de forraje de 0.8 kg de MS/ día, se puede decir que la tasa de sustitución S tiene un valor de 0.8, que en la mayoría de los casos S se sitúa entre 0 y 1. (INRAP, 1984)

Sistemas de estimación y de expresión del valor energético de los alimentos.

De acuerdo a un trabajo reciente realizado por el INRA en Francia (INRA, 1991), han sido revisados algunos de los conceptos básicos sobre la nutrición de ruminantes.

Previamente han sido desarrolladas dos familias de sistemas de estimación del valor energético de los alimentos. Una de ellas se basa en el contenido en nutrientes digestibles (Total Digestible Nutrients, TND en los Estados Unidos) o en energía metabolizable de los alimentos, mientras que el otro grupo de sistemas se basa en el contenido en energía neta de los alimentos. En todos estos sistemas se asigna a cada alimento un valor energético único y se admite que los alimentos tienen entre ellos un mismo valor relativo para el mantenimiento, la lactación y la engorda, lo que evidentemente no es el caso, especialmente para la engorda (INRA, 1980).

En el sistema TND se estima que el valor energético de los alimentos depende únicamente de su contenido en elementos digestibles. Se admite que la EM se utiliza con una eficacia constante para el mantenimiento (0.76), para la lactación (0.69) y para el crecimiento y la engorda (0.58), cualquiera que sean las características de los alimentos. Este sistema conduce a sobreestimar el valor de los alimentos con porcentajes altos en fibra en relación a los alimentos concentrados, sobre todo para el crecimiento y la engorda. A nivel de rancho, sin embargo, los errores no son muy importantes si las raciones son similares y contienen mucho alimento concentrado, lo que a menudo es el caso en los Estados Unidos. (INRA, 1980).

Por otro lado el sistema francés se basa en la estimación de la energía neta que constituye un caso particular y no corresponde a una producción determinada. Es un sistema analítico y lógico, derivado de las propuestas de Armsby para el cálculo de la energía neta, que expresa el valor de los alimentos también en relación a la energía contenida en un forraje de referencia la cebada. El contenido de energía metabolizable de un alimento se calcula a partir de su contenido en nutrientes digestibles. Su energía neta se obtiene deduciendo de la EM el extracalor (Q) correspondiente a los gastos de ingestión, digestión y metabolismo. El extracalor (Q) se estima a partir de un conjunto de resultados experimentales realizados en todo el mundo hasta 1950 en diferentes especies animales y para diferentes producciones. En el sistema se admite que el valor de Q (en Kcal) es, como media, igual a la cantidad de materia seca ingerida (en g) como una variación entre 0.85 y 1.03 Kcal/g. Expresada como porcentaje de EM, esta corrección es tanto más importante cuanto menos digestible es el alimento, de modo que supone que la eficacia de utilización de la EM de los alimentos con un alto contenido en fibra es más baja que la de los concentrados. La energía neta así definida es una energía neta de mantenimiento y producción (lactación, crecimiento y engorda), que solamente es válida para un nivel de producción medio y para raciones de una

composición media. La energía neta del alimento se compara con la de una cebada de referencia (1883 Kcal/kg) y es expresada en unidades forrajeras; (INRA, 1981).

$$\text{Valor energético(UF)} = \frac{\text{Energía neta del alimento}}{\text{Energía neta de 1 kg de cebada}}$$

Este sistema es satisfactorio para animales en lactación en el caso de raciones cuya digestibilidad este comprendida entre 0.65 y 0.70. En cambio, subestima en un 5 - 20% el valor de los heno y sobreestima en un 10% aproximadamente el valor de los cereales para la lactación. En valor relativo, subestima entonces en un 15 - 30% el valor de los heno en relación al de los cereales para la producción de leche. Los errores son algo menores en el caso de ruminantes en engorda que reciben raciones de concentrados, pero son elevados en el caso de animales de cría que reciben fundamentalmente forrajes. Por todas estas razones, se ha preferido utilizar el sistema modificado de Breirem y Lehman para el calculo del valor energetico de los forrajes en las "tablas del valor alimenticio de los forrajes", (INRA, 1988a).

Para ello se han diseñado dos sistemas de unidades forrajeras;

El sistema de las unidades forrajeras "leche" (UFL) para las hembras en lactación y los animales en mantenimiento o en crecimiento lento y el sistema de las unidades forrajeras "carne" (UFC) para los animales en engorda (INRA, 1981).

Este metodo analítico tiene la ventaja de presentar de manera clara y lógica el proceso de utilización de la energía del alimento por los ruminantes. El contenido de energía neta (EN) de un alimento se calcula a partir de su contenido de energía bruta (EB), de la digestibilidad de la energía (dE), de la relación entre el contenido en energía digestible (ED) y en energía metabolizable (EM) y de la eficacia (K) de utilización de la EM para mantenimiento, crecimiento, engorda y lactación: (INRA, 1981).

$$EN = EB \times dE \times \frac{EM}{ED} \times K$$

Las diferentes etapas de la utilización de la energía:

Segun el INRA, (1981), la energía puede ser definida como:

La energía bruta es la cantidad de calor (expresada en calorías o Kcal) liberada en el curso de la combustión de un gramo de producto a 15-30 atmósferas de oxígeno, combustión que se realiza en el interior de una bomba calorimétrica. La energía bruta de un alimento depende de su composición química y en particular de su contenido en materia orgánica y de la proporción de enlaces CH_2 : $-CH=CH$ o $C-C$ -, que proporcionan mucha energía en el curso de su oxidación. La energía bruta de los alimentos de

los ruminantes es del orden de 4.4 Mcal por Kg de materia seca (MS) y 4.8 Mcal por Kg de materia orgánica (MO). La EB disminuye cuando el contenido en cenizas es elevado y aumenta con el contenido en proteínas (5.7 Mcal/Kg) y en grasa (9.5 Mcal/Kg); la energía bruta de la celulosa y el almidón es del orden de 4.2 Mcal/Kg y la de la sacarosa de 3.95 Mcal/Kg MS. La EB de los alimentos más corrientes varía entonces ampliamente: de 4 a 4.6 Mcal/Kg MS para los forrajes, de 4.4 a 4.6 para los cereales y de 4.3 a 5.0 para las tortas de semillas oleaginosas. La EB puede calcularse con alta precisión a partir de la composición química del alimento (INRA, 1981).

La energía aparentemente digestible, es la diferencia entre la energía bruta consumida y la energía bruta contenida en las heces (EH). La digestibilidad de la energía (dE) es la relación entre la energía digestible y la energía bruta. La digestibilidad de la energía de los alimentos utilizados por los ruminantes varía enormemente con sus características, en particular con su contenido en hidratos de carbono estructurales y con el estado de lignificación de estos últimos. La digestibilidad constituye el principal factor de variación del valor energético de los alimentos, y se puede estimar, con bastante precisión, a partir de su composición química y en particular a partir de su contenido en fibra bruta. Este es el caso de los forrajes. En cambio, no se dispone de datos suficientes sobre la digestibilidad de los alimentos concentrados (INRA, 1981).

La energía metabolizable: es la cantidad de energía que teóricamente se utiliza por los tejidos. Corresponde a la diferencia entre la ED y las pérdidas de energía en la orina (EO) y en el metano (EG) (INRA, 1981).

$$EM = ED - EG - EH \quad \text{o bien} \quad EM = EB - (EH + EG + EO)$$

Anteriormente se ha visto que las pérdidas de energía en forma de orina o metano varían con la composición química del alimento y con el nivel de alimentación. De este modo se han realizado una serie de estudios sobre la relación EM/ED en función de estos factores. Los resultados obtenidos observan que la relación entre EM y ED depende del contenido de la ración en fibra bruta (FB, en g/Kg MS) y en materias nitrogenadas (MN en g/Kg MS) y sobre todo, del nivel de alimentación (NA), definiéndose este como la relación que existe entre la cantidad de EM o de MO (materia orgánica) digestible ingerida y la cantidad necesaria para satisfacer las necesidades de mantenimiento del animal. Finalmente de estos mismos estudios se obtuvieron relaciones EM/ED de 0.845 para la cebada, de 0.82 para un heno de calidad media y de 0.79 para las tortas de semillas oleaginosas. (1kg MOD = 4.60 Mcal ED = 3.77 Mcal EM) (INRA, 1981). El contenido de EM varía desde las 3.6 - 3.7 Kcal/Kg MOD de los henos, ensilados de maíz y gramíneas verdes hasta los 3.8-3.9 para la alfalfa verde y los concentrados. Calculado teniendo en cuenta el mayor contenido energético de las grasas, varía de 3.5 a 3.78, mientras que en el sistema UF Leroy se utiliza un valor constante de 3.65. Estas diferencias provienen en gran parte de

una mejor estimación, de acuerdo a los investigadores franceses, de la energía bruta de los alimentos en los nuevos sistemas UFL y UFC. Aunque se ha observado que las interacciones entre alimentos y las variaciones del nivel de alimentación tienen influencia sobre el contenido en EM de las raciones (INRA, 1981).

Las interacciones entre alimentos:

Desde hace tiempo se sabe que en los rumiantes la digestibilidad de una ración no siempre es igual a la media ponderada de las digestibilidades de los alimentos que la componen. Este es sobre todo el caso de las raciones compuestas de forrajes y concentrados. Si bien se ha estudiado frecuentemente la digestibilidad asociada, se conoce, en cambio, poco de las consecuencias de estos fenómenos a nivel de la EM o de la EN de la ración. Se ha estudiado la disminución (Y) de la digestibilidad de la materia orgánica que resulta de la digestibilidad asociada, de acuerdo a la composición de las raciones y en particular con su contenido en alimentos concentrados (cebada o cebada + concentrado (C) y del contenido en fibra bruta del forraje (FB en g/Kg MS). Esta relación confirma las observaciones de diferentes autores y muestra que la disminución de la digestibilidad depende de la naturaleza y contenido en fibra bruta del forraje y que es tanto más importante cuanto mayor es la proporción de alimento concentrado. La corrección alcanza un valor de aproximadamente 0.03, es decir, un 4-5% en el caso de una ración que contenga un 50% de heno normal y un 50% de concentrado (INRA, 1981).

Influencia del nivel de alimentación:

La digestibilidad de los forrajes verdes disminuye poco cuando aumenta el nivel de alimentación, y esta disminución está, además, compensada por una disminución de las pérdidas de energía en forma de metano y orina, al menos cuando su digestibilidad es superior al 60%. Se puede pensar que lo mismo ocurre con los ensilados, y puede entonces admitirse que el contenido en EM de los forrajes y ensilados cuya digestibilidad sea superior a 0.60 varía muy poco con el nivel de alimentación respecto al valor correspondiente de 1.7 tomado como referencia. Ahora bien la disminución de la digestibilidad de los henos es más importante que la de los forrajes verdes. Para el nivel de alimentación correspondiente. Cuando estos henos se suministran junto con alimentos concentrados, se aplican las correcciones establecidas para raciones mixtas (INRA, 1981).

El sistema de unidades forrajeras leche (UFL) adoptado para la alimentación de hembras lecheras está basado en la energía neta de lactación (ENL), calculada a partir del contenido en EM de los alimentos o raciones y de la eficacia (K1) de la EM para la lactación: (INRA, 1981).

$$ENL = EM \times K1$$

$$ENL = EM \times [0.60 + 0.24 (q - 0.57)]$$

Esta relación puede expresarse también de una manera más sencilla:

$$EN = EM \times (0.463 + 0.24 q), \text{ siendo } q = EM/EB$$

El valor energético de los alimentos y las necesidades de los animales se calculan en Mcal de energía neta de lactación. La unidad de valoración de estos alimentos es efectivamente energía neta, pues representa el contenido energético del alimento que queda retenido en la leche. Estos valores se relacionan con el de una cebada standard, y son expresados en Unidades Forrajeras Leche (UFL) que corresponde a la energía neta de síntesis de leche de un Kg de cebada standard, con un 66% de materia seca. La composición de esta cebada es la media de los valores obtenidos a partir de varios centenares de muestras analizadas en Francia entre 1970 y 1975. Su valor energético es el siguiente: (INRA, 1981).

	Mcal por Kg MS	Mcal por Kg de cebada
Energía bruta	4.420	3.800
ED (dE = 0.847)	3.744	3.220
EM (EM/ED = 0.845)	3.164	2.720
ENL = EM x 0.636	2.010	1.730
1 UFL = 1.730 Mcal ENL.		

El valor energético de un alimento, expresado en UFL, es la relación entre la energía neta de síntesis de leche de este alimento y la de la cebada standard:

$$\text{Valor energético (UFL)} = \frac{EM \times (0.463 + 0.24 q)}{1.730}$$

Para simplificar su expresión se utiliza la energía contenida en un kg de cebada y no la contenida en un kg de MS de Cebada. Generalmente en nuestro país se expresan en energía metabolizable las necesidades de producción y mantenimiento de los ruminantes o sea se utiliza libremente la expresión 1 UFL igual a 2.72 Mcal de EM. Por ello y solamente para comparar alimentos utilizamos la energía neta multiplicándola por 2.72 Mcal que es la energía metabolizable en la cebada para comparar en la inteligencia que se tratan de dos expresiones cualitativamente diferentes. Sin embargo es importante señalar que aunque se exprese en "energía metabolizable" es producto de la energía neta que contiene el alimento.

Para calcular las necesidades de producción por kg de leche de una vaca se tomó como base que el contenido en energía bruta de la leche con un 4% de grasa que es de 0.750 Mcal/Kg, las necesidades de producción se elevan, por definición, 0.433 Mcal de energía neta adicionadas a las necesidades de mantenimiento por cada kg de leche producido, producto de la división entre la energía neta de la leche 0.750 Mcal y la

energía neta del forraje de referencia la cebada 1.730 Mcal (0.750/1.730 = 0.433) cifra que se redondea a 0.43 UFL por Kg de leche con el 4% de grasa, cualquiera que sea la producción lechera del animal (INRA, 1981).

En lo que respecta a la producción de leche en México que utilizamos la expresión de energía metabolizable multiplicamos 0.433, o sea la recomendación de energía en unidades forrajeras recomendadas por los franceses por 2.72 que es la energía metabolizable contenida en un kg de cebada, resultando 1.1 Mcal de EM/kg de leche producida. Como el contenido de grasa en la leche de cabra es en promedio 4% hemos retenido este valor energético para la producción de leche en esta especie.

Las necesidades de mantenimiento de la vaca lechera expresadas en EM son, como media, de 117 Kcal de EM por Kg de peso metabólico, para una ración con una concentración (densidad energética de la ración por kg de materia seca) en EM de 0.57, UFL por kg (0.57 por 2.72 = 1.55 Mcal de EM) pero varían con las características de la ración. Expresadas en energía neta de mantenimiento (ENM = EM x Km), son constantes e iguales a 84 Kcal por kg de PM (117 x 0.72 = 84). Por otro lado la relación entre las eficacias de utilización de la EM para la mantenimiento y lactación puede considerarse constante (Km/Kl = 1.20). Esta particularidad permite expresar las necesidades de mantenimiento en energía neta de lactación:

$$84 \times \frac{Kl}{Km} = 84 \times \frac{1}{1.20} = 70$$

Es decir, las necesidades de mantenimiento de una vaca en lactación son de 70 Kcal de ENL por Kg de peso metabólico o sea 97 Kcal de EM (70/0.72). Pueden calcularse entonces en UFL las necesidades de mantenimiento de una vaca de 600 Kg (P 0.75 = 121.2): (INRA, 1981).

$$\frac{0.070 \times 121.2}{1.730} = 4.90 \text{ UFL o } 13.32 \text{ Mcal de EM}$$

donde 0.070 es la energía neta de mantenimiento en kilocalorías, 121.2 es el peso metabólico de 600 kg y 1.730 es la energía neta de un kg de cebada, valor que se redondea a 5 UFL para compensar la aproximación anterior en las necesidades de producción de leche (0.43 en lugar de 0.433 UFL/Kg de leche 4%) (INRA, 1981).

Las necesidades energéticas totales de los animales en lactación corresponden a la suma de las necesidades de mantenimiento, de las necesidades de producción de leche y, eventualmente, de las necesidades de crecimiento y de gestación. Sin embargo hay que tener también en cuenta que los fenómenos de asociatividad entre alimentos y el aumento del nivel de alimentación suponen una disminución del contenido en EM y UFL de la ración. Por ello hay que añadir a las necesidades totales una

corrección expresada en UFL, que depende del nivel de producción de leche, de la naturaleza del forraje y de la proporción del alimento concentrado en la ración (INRA, 1961).

La validez del sistema de las UFL ha sido comprobada con la ayuda de los resultados de numerosos ensayos de alimentación realizados en el INRA (CRIV de Theix), con vacas lecheras que recibían diferentes raciones y que tenían una producción media de 18 Kg de leche de 4% de grasa. Los resultados muestran que existe una buena concordancia entre los aportes alimenticios expresados en UFL y las necesidades calculadas a partir de los rendimientos de las vacas (producción de leche y variación de peso). Las diferencias son menores que con el sistema UF Leroy e con el sistema UF Breirem-Lehman para forrajes, en particular en el caso del ensilado de maíz (INRA 1961). Recientemente un grupo de investigadores del laboratorio de alimentación en Paris ha publicado una serie de observaciones que han permitido ajustar los requerimientos en las cabras (INRA, 1968).

Finalmente, el sistema UFL conduce a una sobreestimación del J al 9% (como media 6%) del valor energético de raciones para animales en crecimiento, cualquiera que sea su peso y velocidad de crecimiento. El error varía con la concentración en EM de las raciones, lo que conduce a sobreestimar en alrededor de un 5% el valor de los forrajes respecto al de los concentrados. Sin embargo los animales en crecimiento lento reciben fundamentalmente forrajes, y el problema del valor relativo de los forrajes en relación con el de los concentrados tiene poca importancia. Se ha decidido entonces adoptar el sistema de las UFL para estimar el valor energético de los alimentos destinados a animales en crecimiento moderado y modificar los aportes recomendados para los animales en crecimiento rápido desarrollando la unidad forrajera carne (INRA, 1961).

La UF "Carne" (UFC), corresponde a la energía neta de mantenimiento y producción de un Kg de cebada standard en un animal en engorda, que tiene una ganancia diaria de 1.5 kg.

El valor energético (en UFC) de un alimento para la producción de carne es la relación entre la energía neta de este alimento y la de la cebada standard es:

$$\text{Valor energético} = \frac{\text{EM} \times \text{kmc (constante para carne } = 0.681)}{1.655}$$

La utilización de los dos sistemas (UFL y UFC) para las diferentes categorías de animales:

UFL = Hembras lecheras (vacas, cabras, ovejas) en lactación, en gestación o vacías. Novillas lecheras, corderas, cabritas y animales en fase invernal con crecimiento lento (nivel de producción comprendido entre 1.0 y 1.35).
Machos reproductores cuyo nivel de alimentación este próximo a 1.

UFC = Todos los animales cuyo nivel de ganancia diaria es superior a 1.35 kg bueyes, a²ojos en engorda, novillas de carne, corderos en engorda.

Hay que señalar que los valores UFL y UFC que figuran en las tablas del INRA (1981) de valor alimenticio corresponden al caso en que los alimentos se suministran solos. Si los forrajes se suministran junto con concentrados, se deben aplicar las correcciones correspondientes a los fenómenos de asociatividad y al aumento del nivel de alimentación, que influyen tanto sobre la EM como sobre su eficacia de utilización (disminución de $q = EM/ED$). Estas correcciones son tanto más elevadas cuanto menos digestible es el forraje, y por ello es importante aplicarlas correctamente, sobre todo en raciones ricas en forrajes de mala calidad y bajas en concentrados de alta digestibilidad como son el caso de la mayoría de las raciones para rumiantes en nuestros países. (INRA, 1981; Galina, 1990).

La elección de dos sistemas ha permitido mejorar la precisión en la estimación del valor energético de los alimentos para la producción de leche y carne lo que habría sido imposible con un sistema único. Ambos sistemas tienen la flexibilidad necesaria para admitir mejoras posteriores de los conocimientos sobre composición química, digestibilidad, interacción entre alimentos dentro de una ración, utilización de la energía para síntesis de leche o para crecimiento y sobre necesidades de los animales (INRA, 1981).

Nitrógeno:

Según el INRA francés la mayoría de los aminoácidos y la totalidad en el caso de los aminoácidos esenciales son absorbidos en el intestino a partir de dos fuentes: Las proteínas alimenticias, que han escapado de la degradación microbiana, y las proteínas de los microorganismos sintetizados en el rumen. La importancia cuantitativa de estas dos fuentes ha sido objeto de un creciente número de estudios en el curso de los últimos años. Los datos todavía son incompletos, pero, sin embargo, son suficientes para intentar evaluar, en términos de nitrógeno aminado digestible en el intestino delgado, el valor nitrogenado de los alimentos y las necesidades nitrogenadas de los animales. El INRA ha elaborado un sistema llamado PDI (Proteínas verdaderas realmente digestibles en el intestino delgado), que trata de sustituir al sistema clásico MND (materias nitrogenadas digestibles o proteína digestible PD), en el que únicamente se mide la cantidad de nitrógeno que aparentemente desaparece en el aparato digestivo (INRA, 1981).

La población microbiana del rumen obtiene de la degradación de los componentes nitrogenados del alimento, péptidos, aminoácidos, y sobre todo amoníaco (que también puede venir de la urea endógena) que le son necesarios para su crecimiento y proliferación. Ya que estos últimos procesos implican la síntesis de proteína la degradación y síntesis de componentes nitrogenados son procesos simultáneos. El nivel de degradación de los

componentes nitrogenados de los alimentos en el rumen depende esquemáticamente de dos tipos de factores: por un lado de un conjunto de características de estos componentes que determinan su sensibilidad y accesibilidad a las enzimas microbianas y que se designará como fermentescibilidad, y, por otro, de la intensidad y duración de estas acciones enzimáticas (INRA, 1981).

Fermentescibilidad de los componentes nitrogenados.

Los componentes nitrogenados son degradados tanto más intensamente y en general tanto más rápidamente en cuanto son más accesibles y menos resistentes a las enzimas microbianas y ello depende de sus características físico-químicas y de su localización en los tejidos vegetales y en las células (INRA, 1981).

Para el grupo de trabajo francés la degradación de las proteínas depende esencialmente de dos factores su solubilidad, (fermentescibilidad) de la concentración de las enzimas proteolíticas y del tiempo de permanencia de los alimentos en el rumen. La actividad proteolítica del contenido del rumen depende esencialmente de la densidad de la población microbiana, va que la mayor parte de los microorganismos del rumen producen proteasas que, en su mayoría, permanecen en las células o se fijan sobre la superficie externa de la envoltura de las bacterias. La densidad varía en el mismo sentido que la concentración en elementos nutritivos disponibles, es decir, que la digestibilidad de la ración, y sería insuficiente para una degradación rápida de forrajes de baja calidad y rastrojos (pajas) (INRA, 1981).

Un aporte insuficiente de nitrógeno fermentescible limita la actividad y la proliferación de la población microbiana, como se puede apreciar a partir de la disminución de su densidad, de la rapidez a la que degrada el almidón y los poliholósidos estructurales, y del flujo de proteína que pasa hacia el libro. Sería necesario, pues, conocer la concentración mínima en que deben encontrarse las materias nitrogenadas fermentescibles en la ración, para no ser limitantes, lo mismo que la naturaleza de estas sustancias. Se puede intentar calcular dicha concentración a partir de la estrecha relación positiva que presenta con la concentración de NH_3 en el líquido ruminal. Siempre que alcance una concentración de 50 a 100 mg/lit.

El porcentaje de materias nitrogenadas de la ración, que asegura una concentración media de 50 mg/l, es de 11 a 14% en Materias nitrogenadas digestibles o proteína digestible (que corresponde a una densidad proteica de 14 a 17 % de Proteína Cruda PC (cuando la digestibilidad de la misma es del 70 al 80 %) y por ende aumenta con la digestibilidad de la materia orgánica (INRA, 1981).

Los sistemas de evaluación de los aportes de las necesidades de nitrógeno en los rumiantes:

Un sistema basado en la expresión de los aportes de las necesidades en materia nitrogenada total o Proteína Bruta (expresada al nivel de ingestión) es claramente insuficiente en el caso de los rumiantes. En efecto se debería de tener en cuenta que:

- la digestibilidad de las materias nitrogenadas ingeridas es muy variable en los diferentes alimentos.
- los residuos nitrogenados que se producen en el rumen en relación a su importancia para los diferentes alimentos (INRA, 1981).

El sistema de proteína digestible.

La cantidad de proteína digestible de un alimento, se obtiene de la substracción de la proteína bruta menos la proteína que se recupera en las heces: (INRA 1981).

El sistema de proteínas digestibles dentro del intestino:

Mientras que el sistema de PD permite medir las materias nitrogenadas que desaparecen aparentemente dentro del tubo digestivo sin tener en cuenta su utilización final, el sistema de PDI, mide los aportes alimentarios y las necesidades de los animales al nivel de absorción de ácidos aminados. Pero es más riguroso ya que toma en cuenta los conocimientos que se tienen sobre la utilización digestiva y metabólica del nitrógeno (INRA, 1981).

El valor nitrogenado de un alimento expresado en PDI representa la cantidad total de ácidos aminados realmente absorbibles provenientes de las proteínas de los alimentos no degradadas en el rumen. Este valor proviene de dos fracciones: (INRA, 1981).

- Las proteínas realmente digestibles dentro del intestino de origen alimentario, PDIA, es decir los ácidos aminados absorbidos provenientes de las proteínas que se encuentran en los alimentos y que no fueron degradadas en el rumen;

- Las proteínas realmente digestibles dentro del intestino de origen microbiano, PDIM, es decir los ácidos aminados realmente absorbibles provenientes de las proteínas microbianas que se fabrican de novo en el rumen, o sean los de la proteosíntesis, desde luego teniendo en cuenta dos factores que son los limitantes de la proteosíntesis bacterianas (la energía fermentescible y la materia nitrogenada fermentescible) INRA (1981).

Este mismo instituto presenta el siguiente razonamiento:

Calculo del valor del PDI de un alimento : PDIA, PDIM, PDIME

Valor de PDIA

Al entrar al intestino las proteínas son degradadas en proteínas intestinales de origen alimentario PIA, que representan un 65 % de las materias nitrogenadas insolubles, ellas se determinan a partir del coeficiente de solubilidad eventualmente corregido, Sc, medido por el método de Durand (INRA, 1981).

$$PIA = 0.65 \times PD \times (1 - Sc)$$

La digestibilidad real, dr, permite calcular el valor de PDIA:

$$PDIA = 0.65 \times PD \times (1 - Sc) \times dr$$

PDIA y la PD se expresan en g/kg de materia seca o en g/kg de producto bruto (INRA, 1981).

Valor de PDIM

Las proteínas microbianas que llegan al intestino (PDIM) representan un 80% de las materias nitrogenadas microbianas, MNM, su digestibilidad real es más del .70 y se puede determinar por la siguiente ecuación: (INRA, 1981).

$$PDIME = 0.80 \times 0.70 \times MNM$$

Si la estimación se efectúa tomando en consideración el factor limitante de la materia nitrogenada fermentescible, la cantidad de proteína digestible en el intestino de origen microbiano permitida por el nitrógeno, PDIMN, se obtiene de la cantidad de materia nitrogenada microbiana permitida por el nitrógeno, MAMN: (INRA, 1981).

$$PDIMN = 0.80 \times 0.70 \times MAMN$$

Los valores nitrogenados de los alimentos son diferentes según las condiciones en que se les utilice :

- Si se les distribuye solos, el aporte total de ácidos aminados microbianos se determina por el factor limitante de la proteosíntesis microbiana. La cantidad de materia nitrogenada fermentescible. Su valor nitrogenado real es la suma de PDIA y de PDIMN (INRA, 1981).

- Si se le distribuye asociado con un alimento que aporte una cantidad importante de materias nitrogenadas fermentescibles (pastos, urea), el aporte de materia nitrogenada fermentescible permite valorar la energía fermentescible. Su valor nitrogenado real es entonces la suma de PDIA y de PDIME (INRA, 1981).

Cada alimento por lo tanto tiene dos valores nitrogenados PDI:

$$PDIA = PDIMN = PDIN$$

(proteína digestible intestino permitida por el nitrógeno)

$$PDIA + PDIME = PDIE$$

(proteína digerible intestino permitida por la energía)

El más pequeño de estos valores es el valor real mínimo nitrogenado del alimento, es en particular, el valor nitrogenado real del alimento si se distribuye solo (INRA, 1981).

El valor mayor es el valor nitrogenado potencial del alimento; él se obtiene cuando los alimentos son utilizados en combinaciones con otros alimentos que tengan factores limitantes diferentes (INRA, 1981).

Cuadro 2. Valores de PDIN y PDIE de tres asociaciones diferentes de avena (70 g PDIN=88 g PDIE) y la soya (306 g PDIN=230 g PDIE)

	PDIN en g	PDIE en g
1. 1 kg de avena + 1 kg de soya	376	318
2. 1 kg de avena + 100 g de soya	100	111
3. 1 kg de avena + 230 g de soya	146	146

Situación 1. El valor nitrogenado de la mezcla es el valor PDIE= 318 g; por lo cual solo la avena obtendrá su valor nitrogenado potencial (INRA, 1981).

Situación 2. El valor nitrogenado real de la mezcla es su valor PDIN= 100 g; por lo tanto solamente la soya obtiene su valor nitrogenado potencial (INRA, 1981).

Situación 3. El valor nitrogenado de la mezcla es igual en PDIN=PDIE= 146 g.; por lo tanto la avena y la soya obtienen su valor potencial. Esta es la situación más favorable que permite maximizar el valor nitrogenado PDI de los alimentos (INRA, 1981).

Valor PDI de los alimentos, ciertos alimentos tienen un valor PDIE sensiblemente superior a su valor PDIN.

Estos son: las pajas, los forrajes pobres, las raíces, el ensilaje de maíz y los cereales. La materia nitrogenada fermentescible es el factor limitante. Son por lo tanto todos aquellos alimentos de tasa baja de materias nitrogenadas (menos del 12 % de Proteína total por kg de materia seca) y para ciertos alimentos de concentración energética elevada (cereales, ensilaje de maíz, raíces y pulpas); (INRA, 1981).

Ciertos alimentos tienen un valor PDIN sensiblemente superior a su valor de PDIE.

Estos son: los concentrados de proteína, la soya, ciertos ensilajes de pastos. La energía fermentescible es su factor limitante. Son en fin todos aquellos alimentos de tasa elevada de materias nitrogenadas (más del 14 % de Proteína Cruda por kilogramo de materia seca) (INRA, 1981).

Otro caso sería el de la urea, de fórmula química $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ que contiene 28 g de nitrógeno por 60 g de producto por lo tanto: por un kilogramo de urea: $1,000 \times 28 / 60 = 467$ g de nitrógeno. Debido al contenido de impurezas de la urea, se adopta el valor de 460 g por kilogramo del producto. La totalidad de ese nitrógeno se transforma en materias nitrogenadas microbianas por lo tanto el valor de PDI de la urea es nulo y 1 kg de urea permite producir $460 \times 100 / 16 = 2,875$ g de material nitrogenado microbiano, donde el 80 % de las proteínas con variabilidad tienen una digestibilidad del .70. El valor PDIMN de un kg de urea es entonces $2,875 \times 0.80 \times 0.70 = 1,610$ g, y su valor $\text{PDIN} = 0 + 1610 = 1610$ g. Por el contrario la urea no aporta energía, por lo tanto, $\text{PDIME} = 0$ y el valor de PDIE de la urea es igual a $0 - 0 = 0$ (INRA, 1981).

Las necesidades nitrogenadas de los ruminantes se han determinado a partir de ensayos de alimentación, y se pueden deducir de sus coeficientes de utilización metabólica (CUM) (INRA, 1981).

$\text{Necesidades en PDI} = \text{Necesidades celulares} \times 1/\text{CUM}$

Las necesidades de mantenimiento:

Las necesidades en materias nitrogenadas de mantenimiento corresponden al aporte de PDI que permite un equilibrio nitrogenado nulo. Después de varios estudios sobre la vaca lechera, se recomienda una cantidad de 3.25 g de PDI / kg de Peso Metabólico o 2.83 g de PD / kg de peso metabólico. En los bovinos una relación simple permite obtener las necesidades de mantenimiento en g de PDI o de PD en base al peso vivo de la siguiente manera expresados en kilogramos: Necesidades de mantenimiento en PDI (g/d) = $100 + (0.5 \times \text{peso vivo})$

Necesidades de mantenimiento en PD (g/d) = $100 + (0.4 \times \text{peso vivo})$ o de una manera más sencilla como lo sugieren los franceses de 60 g de PD por cada 100 kg de peso vivo (INRA, 1981).

Para la cabra lechera se han ensayado los mismos recomendaciones por kg de peso metabólico.

Producción de leche.

Las necesidades en materias nitrogenadas para la producción de leche se han obtenido a partir de una serie de ensayos de alimentación. De esta forma uno puede calcular el rendimiento de utilización metabólica de la PDI para la producción de leche con la utilización de un CUM de 0.67. Las necesidades de proteína para 1 kg de leche del 4 % de grasa y un 33.55 % de materias nitrogenadas (INRA, 1981).

33.5×1 por $0.67 = 50$ g de PDI por kg de leche

Crecimiento.

Para una ganancia de peso de 1 kg de ganancia serian:

280 g de PDI por kg de ganancia.

Tambien expresado segun el Instituto Frances en una forma más sencilla podriamos calcular en 260 g de Proteína digestible por cada kilogramo de ganancia en los bovinos adultos (INRA, 1981).

En nuestro país la relación precio de la leche / precio del concentrado ha variado de 1985 a la fecha de 1.21 a 1.89 existiendo una tendencia gradual a disminuir es decir con más leche se compra menos concentrado siendo en 1985 de 1.73 en promedio, en 1986 de 1.47, en 1987 de 1.43 para situarse en el mes de Julio en 1.35, para finales de 1988 esta relación tendia a subir situandose en 1.75 (\$400.00 por Kg de concentrado y \$700.00 litro de leche) (Echavez, 1987).

Por otro lado la relación precio de la leche precio de la alfalfa en la region lagunera fue de \$2.50 en 1985, \$2.64 en 1986, \$1.97 en 1987 para situarse en el mes de Julio en \$2.27. Aunque hubo una tendencia más marcada en el siguiente año a una reducción precio de la leche / precio total del alimento, esta relación es más favorable, es decir mayor para el caso de los forrajes (Echavez, 1987).

Lo anterior justifica plenamente un cambio en la estrategia actual de distribución del alimento concentrado, aplicando los sistemas vigentes de alimentación de los ruminantes de países que optimizan sus recursos forrajeros proporcionando cantidades reducidas de concentrado (Echavez, 1987).

En Mexico la Asociación Mexicana de Técnicos Especializados en Caprinocultura, han propuesto dos hipótesis de desarrollo de tecnología para la producción caprina basados en estos principios de alimentación. Una primera que permite cuotas rentable de carne o leche a base de arbustivas y una segunda que logra esos mismos resultados a base de esquilmos agrícolas y/o praderas inducidas, ambas con niveles estrategicos de suplementación. La segunda hipótesis fue desafiada en Querétaro y un primer nivel de manejo y suplementación sugerido recientemente, (Galina y Morales, 1987).

En base a lo anterior para el presente trabajo se planteo la siguiente hipótesis: Es posible obtener cuotas rentables de leche en caprinos alimentados a base de subproductos agrícolas con bajos niveles de suplementación estratégica, dentro del subsistema "semi-intensivo" de producción, se determinara la capacidad de ingestión del hato, desafiando las recomendaciones del INRA y otros trabajos similares con las cuotas aparentes de energía y proteína estimadas. Y por otro lado se utilizara los sistemas franceses para la evaluación de los requerimientos nutricionales de las cabras desafiandose los resultados contra los obtenidos por Galina y Morales en 1987.

OBJETIVOS:

Medir la producción de leche, calculando el consumo aparente de alimento de las cabras con diferentes niveles de suplementación determinados según el forraje en varias épocas del año en una hato caprino alimentado a base de esquilmos agrícolas y/o pastoreo sobre matorral de las zonas semiárida de Querétaro.

Desafiar las sugerencias sobre capacidad de ingestión aparente, relacionándolas con las recomendaciones en energía y proteína de los sistemas franceses en una granja caprina en relación con lo aparentemente necesario y consumido para los niveles de producción del hato estudiado.

Para ello se utilizarán una serie de variables cuantitativas de estimación cotidiana por los productores como el peso vivo y la producción de leche, con el objeto de desarrollar una serie de recomendaciones de niveles de suplementación y manejo alimenticio que puedan ser repetidos por los caprinocultores de leche de esta especie en condiciones similares de manejo y alimentación.

! Nota: Los niveles de suplementación fueron ajustados mensualmente de acuerdo al nivel de producción y tipo de forraje.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo se inicio con 115 cabras de diferentes edades, procedencias y grados de mestizaje, siendo la población de la granja de las razas Nubia, Alpina Francesa, y Saanen, cruzadas con Alpina Francesa, Saanen, Toggenbourg, Granadina y Nubia en grados de 1/2, 3/4, 7/8, 15/16 de sangre en sus cruizas.

La propiedad se encuentra en la zona semiárida de Querétaro, entre el paralelo 20°35' de latitud norte y el meridiano 100° 18' de longitud oeste. Su altitud es de 1,950 m.s.n.m. y un clima (según Köppen) perteneciente al tipo Bsl kw (w) (s), es decir: seco, estepario, semiárido, templado, con lluvias escasas en el Verano, con precipitación pluvial de 460mm anuales. El período de sequía es de 6 a 8 meses (DGSM, 1978; 1982).

De este hato inicial, para el presente trabajo solamente se consideraron animales que para Diciembre de 1988 tuvieran por lo menos 210 días de lactación, con el objeto de homogenizar la muestra, por lo que se presentan datos acumulados de 91 cabras. 61 de segunda a sexta lactación y 30 primíparas, que sirvieron para calcular las necesidades nutricionales. Sin embargo los datos sobre lactación mensual y total, corresponden a todo el hato, mientras que las medias mensuales son solamente de las cabras adultas y primíparas en línea de ordeña seleccionadas como se discutía anteriormente.

Los animales pastoreaban diariamente sobre los esquilmos que existían en las diferentes épocas del año, de acuerdo al calendario de manejo agrícola de la unidad. Consideramos como esquilmo un subproducto de la agricultura que queda en el campo después de la cosecha y que generalmente tiene menor valor nutritivo por su cantidad de fibra, que un pasto joven y suculto y aún que un forraje producto de una planta madura. El rancho cuenta con 120 hectáreas de riego dedicadas al cultivo de brócoli, chicharo, avena, sorgo, maíz, alfalfa, quelite y pradera de ray grass entre otros, (utilizados después del corte que se vendía como forrajes), aprovechando los canales y costados de las tablas agrícolas. Además de 50 hectáreas de temporal y 30 de agostadero, con pastos nativos como "pata de gallo" y "navajita" (*Bouteloua curtipendula* y *Bouteloua spp* localizadas estas últimas en zona cerril, principalmente con arbustivas. Las cabras se adaptaban al cultivo o la zona de pastoreo por lo que se señala solamente los días que pastorearon activamente el producto agrícola después del corte, aunque algunos días estuvieron pastoreando los canales o alrededor del forraje.

El nivel de suplementación (en materia seca), fue administrado en comederos globalmente en el corral (80%) e individualmente en la ordeña (20%), fueron de 600gr/día de un concentrado de 2.7 Mcal de energía metabolizable (EM) y 120 gr de proteína digestible (PD), calculado a partir de los exámenes químicos proximales con las técnicas convencionales, (Morfin, 1989). Los niveles variaron al final de la gestación e inicio de

la lactación, es decir, diciembre y enero y hasta abril, 400 g de mayo a julio y 500 g en agosto hasta concluir en diciembre, cabe señalar que a partir de mayo la energía del concentrado fue de 3 Mcal de EM. Estas variaciones fueron planeadas en relación al manejo alimenticio del año anterior.

La ordeña fue manual, una vez al día, en una sala tipo tunel para cuatro cabras. Los animales fueron pesados mensualmente, la leche semanalmente y el nivel de suplemento diariamente.

El manejo de los animales para el pastoreo salían al campo a las 10 de la mañana y regresaban a las 4 de la tarde, en algunos casos pastoreaban un forraje en un periodo matutino y otro en el vespertino.

Los animales fueron alimentados 92 días sobre el corte de brocoli, 40 días sobre pastos nativos, 64 días sobre el corte de chicharo, 9 días sobre el corte de ray grass, 21 días sobre el subproducto del quelite y 137 días en arbustivas y pasto nativo.

Para los cálculos utilizamos los requerimientos de las cabras sugeridos por el INRA, (1981) y el ITQVIC, (1986) en Francia, adaptados y ajustados según las modificaciones de Peraza, (1984; 1985), Galina *et al.*, (1985; 1986; 1987) y Galina (1990).

Se diseñó un programa para computadora personal en lenguaje basic que tomaba en consideración las siguientes variables:
a) Determinación de la capacidad de ingestión:

Se tomaba en cuenta el peso vivo actual, elevándose a la potencia 0.75 para obtener el peso metabólico y multiplicándose por 120 g que es la sugerencia del INRA para el forraje de referencia.

Peso vivo $\wedge .75 \times 120$ g = Consumo voluntario pasto de referencia

en caso de estar en el último mes de gestación se efectuó el siguiente ajuste

(Peso vivo $\wedge .75 \times 120$) $\times .75$ = Consumo voluntario gestación

Se sustrajo la cantidad de suplemento (concentrado pesado)

Consumo de Forraje = Consumo voluntario - concentrado

La materia seca del forraje aparentemente consumida fue:

MSF = Forraje / Unidad empanzonante

La Unidad empanzonante se determinó en base a las tablas del INRA, comparadas con algunas digestibilidades para los mismos forrajes en México, en general se usó el siguiente criterio que fue la tasa de substitución y que para el concentrado es mayor que 1.

1. Concentrados = .8
2. Forrajes de excelente digestibilidad como alfalfa joven o ray grass en crecimiento = 1
3. Forrajes de buena digestibilidad como Brocoli, Chicharo, alfalfa o ray grass maduro = 1.1
4. Forrajes de mediana digestibilidad como avena, sorgo, silo de maiz, pastos maduros o arbustivas = 1.2
5. Forrajes de baja digestibilidad como rastrojo de maiz, pajas de avena o de sorgo = 1.3

El total de materia seca aparentemente consumido fue por lo tanto la suma del forraje y el concentrado

Total Materia Seca = Materia seca forraje + materia seca concentrado

b) Determinación de la energía necesaria.

Para comprobar si el volumen calculado individualmente correspondía al probable consumido calculamos la energía y proteína necesaria sugerida para esos niveles de producción y estado fisiológico de las cabras con las siguientes ecuaciones:

Para Energía:

Se dividió el programa en energía de mantenimiento, de crecimiento, de gestación y de producción de leche.

Para la energía de mantenimiento se calculó el peso metabólico y multiplicándose por .120 Kcal de energía metabolizable que es la sugerida para la cabra de referencia en México. Las sugerencias establecidas por el INRA, son en UEL, unidades de energía neta para su interpretación en el programa las pasamos a energía metabolizable utilizando la referencia cabada y su valor en EM.

1 Unidad Forrajera Leche = 2.71 Mcal de Energía Metabolizable

EM = Peso vivo \times .75 \times .120 Kcal

Según el sistema de manejo se agregaron los siguientes porcentajes de acuerdo a nuestra propia experiencia.

1. Estabulación EM = EM

2. Pastoreo EM = EM \times 1.25 (pastoreo en plano cerca del establo)

3. Agostadero EM = EM \times 1.5 (pastoreo en agostadero de arbustivas)

Para la energía de crecimiento se calculó restando el peso actual del peso anterior y dividiéndolo por 30 días, la ganancia diaria se multiplicó por 9.5 Mcal de EM

EGAN = (PACT - PANT / 30) \times 9.5

Para la energía de gestación se calcularon 3 necesidades a el 3°, 4° y 5° mes de gestación de la siguiente forma:

1. 3er mes de gestación EGES= EM x .2
2. 4to mes de gestación EGES= EM x .35
3. 5to mes de gestación EGES= EM x .50

Para la energía de lactación se usó la siguiente ecuación:

$$ELAC = \text{Kilos de leche} \times 1.16 \text{ Mcal de EM}$$

Se realizó una corrección de acuerdo al porcentaje de grasa de la leche de la siguiente forma:

$$\text{Cuando grasa de la leche} = 3.5\% \quad ELAC = ELAC$$

$$\text{Cuando grasa de la leche} = 4\% \quad ELAC = ELAC + (ELAC \times .08)$$

$$\text{Cuando grasa de la leche} = 4.5\% \quad ELAC = ELAC + (ELAC \times .16)$$

$$\text{Cuando grasa de la leche} = 5\% \quad ELAC = ELAC + (ELAC \times .24)$$

La energía total fue la suma de las cuatro anteriores.

c) Para calcular la proteína digestible se dividió en proteína de mantenimiento, PMAN; de crecimiento, PGAN; de gestación, PGES y de lactación; PLAC, con las ecuaciones correspondientes. Para el diseño del programa se utilizaron las recomendaciones de MAD (materia nitrogenada digestible), correspondiente a la proteína digestible y no las de proteína digestible intestinal ya que las tablas francesas presentan ambas.

$$PMAN = \text{Peso Actual} \times .6 \text{ g de Proteína digestible}$$

Se le agregaron los mismos porcentajes de corrección que para la energía de mantenimiento de acuerdo a el manejo del hato.

Proteína de Ganancia:

$$PGAN = \text{Ganancia de peso diaria} \times 260 \text{ g de PD}$$

Proteína de gestación:

$$1. \text{ 3er mes de gestación } PGES = PMAN \times .2$$

$$2. \text{ 4to mes de gestación } PGES = PMAN \times .35$$

$$3. \text{ 5to mes de gestación } PGES = PMAN \times .50$$

Proteína de lactación:

$$PLAC = \text{leche diaria} \times 60 \text{ g de PD}$$

La proteína total fue la suma de todas ellas

El método de cálculo de la capacidad de ingestión fue en base a su peso metabólico y multiplicándolo por 120g por kg como recomienda el INRA francés para el pasto de referencia, de acuerdo a la cantidad de fibra y su digestibilidad particular de los diferentes forrajes se les asignaba un valor comparativo con la unidad de referencia o se tomaba el recomendado por las tablas del INRA, dividiendo el resultado inicial por el factor de corrección de acuerdo al forraje. Este cálculo inicial sirvió

para determinar la capacidad forrajera en su relación a llenado, "unidad empanzonante". A esta cantidad inicial se le restaron los gramos de concentrado en materia seca de la dieta, pesados diametralmente. El concentrado se dividió por un factor inferior a la unidad ya que su digestibilidad es mayor y su porcentaje de fibra menor que el forraje de referencia de aproximadamente .8 . Finalmente se calculó su capacidad de ingestión forrajera, restando la cantidad de suplemento ofrecido y por diferencias se determinó el volumen del forraje ingerido (ajustándose mediante el uso del sistema de unidades empanzonantes) la capacidad de ingestión final se determinó sumando cada uno de los elementos de la dieta (NRA, 1981).

Posteriormente se determinaron las necesidades totales de energía y proteína de acuerdo a las sugerencias establecidas con anterioridad por los franceses o modificaciones de trabajos en México . Se substrajo la energía y proteína del suplemento calculándose por diferencia la del forraje. Se realizaron paralelamente varios exámenes químicos proximales tanto del suplemento como de diferentes forrajes con el fin de establecer el valor nutritivo aproximado de los mismos. Se correlacionaron matemáticamente los resultados calculados del forraje con los obtenidos por los exámenes y los sugeridos por las tablas de alimentos.

Se determinó de esta manera la cantidad total y mensual de materia seca aparentemente consumida, se pesó en kg el suplemento diario, calculando el mensual y total. Por diferencia se determinó la cantidad probable de forraje consumido. Así mismo se determinó la EM, mensual y total, la EM del suplemento y por diferencia la EM de los diferentes esquilmos agrícolas, (comparados con los valores obtenidos en los exámenes químicos proximales, y en las tablas de alimentos) y el porcentaje mensual y total que aportó el suplemento, realizándose el mismo ejercicio para la proteína comparando estos resultados con las recomendaciones para la cabra lechera establecidas en los países europeos. Es decir observar si las recomendaciones de volumen y calidad de los alimentos en una granja tenían una correlación importante con las sugerencias para el manejo alimenticio elaboradas en los institutos de nutrición especializados. Las comparaciones tuvieron como objetivo medir la repetitibilidad de las recomendaciones de capacidad de ingestión, energía y proteína dentro de los establecidos por la escuela europea y si ellos correspondían a lo calculado para la cabra en nuestra granja.

La observación calculada del consumo de energía y proteína solamente nos sirve para estimar el grado de error de las ecuaciones de predicción de consumo voluntario y niveles de suplementación

Realizamos una correlación entre el peso de las primaras, el peso de las adultas y entre los pesos de adultas y primaras con sus respectivos niveles de producción láctea y finalmente una correlación entre las sumas de los totales de leche y peso de los animales de producción.

RESULTADOS

Los resultados observados corresponden a los pesos de las cabras adultas y primarias del cuadro 8 con los niveles de producción láctea del cuadro 7, tratados en forma individual dentro del programa.

La medias de las cabras de primera lactación y las adultas fueron resumidas en el cuadro 1, tanto en lo correspondiente a su peso vivo mensual, como a su producción de leche en cada período. Su distribución mensual se observa en la gráfica 1, para primarias y adultas y en la gráfica 2 para el hato combinado. El peso promedio para las cabras adultas fue de 53.8 kg y su producción de 1.5 kg/día. Para la primera lactación fue de 43.5 Kg de peso y 1.3 Kg de leche. Combinados para todo el hato la lactación fue de 225 días en promedio y de 1.47 litros de leche. (Cuadro 7.). La distribución mensual de la media correspondiente a la producción láctea se ilustra en la gráfica 3. El tratamiento estadístico se encuentra resumido cuadro 9.

Es importante señalar que los resultados se refieren, no solamente a los totales, sino a su distribución mensual. En el cuadro 2 se resumen los porcentajes mensuales de forraje y suplemento tanto de las cabras adultas como de las primarias. El porcentaje de suplemento (concentrado) promedio necesario para los pesos y niveles de producción del hato fue del 22.2 % para las adultas y el 25.2 % para las primarias. Se observa asimismo una disminución comparativa del suplemento aportado en la dieta cuando se compara con los resultados de 1987, como se puede ver en las gráficas 4 y 5 para primarias y adultas respectivamente.

En el cuadro 3 se presentan los kg de materia seca promedio mensual del hato, el porcentaje calculado de la capacidad de ingestión aparente, los gramos de concentrado promedio mensual. En el mismo cuadro se señala el porcentaje del total de leche de todo el hato correspondiente a cada mes y el consumo total de litros de leche de la cría y su porcentaje del total. En la gráfica 6 se comparan los consumos de materia seca entre los de esta observación y los del año anterior.

En el cuadro 4 se resumen la cantidad aparentemente consumida de materia seca calculado por el programa en base a las variables de cada animal por mes para adultas y primarias, los kg de concentrado administrados (pesados) y el forraje (calculado por diferencias) tanto para primarias como para adultas.

Estos datos sugieren que el suplemento, en este caso fue del 22.2% del total de materia seca aparentemente consumida en las adultas y el 25.2% en las primarias. Sin embargo, la mayor parte de este suplemento se ofreció en el período final del otoño y principios del invierno, períodos en los cuales fue mayor del 25% para las adultas y hasta del 42% para las primarias.

En la granja se produjeron 38,970 kg de leche de enero a

diciembre de 1988, desde luego incluye el final de la lactación de algunas cabras en 1987, la mayor parte de la de 1988 y el inicio de la de 1989, ya que el manejo reproductivo de la granja reagrupa los partos en el invierno. De este total, 12,986 (33.40%) se ordeñó en los meses de Primavera. Calculamos así mismo, que existió una relación de 3,96:1, entre el mes de mayor producción, 4,687kg en mayo y el de menor 1,181kg en noviembre. En abril y mayo se produjeron los porcentajes mensuales más altos de leche 10.75 y 12.05% respectivamente que coincidió con los meses de más elevado consumo de leche por los cabritos pero con una importante disminución en la cantidad de suplemento de 600gr en abril a 400gr en mayo sin afectar significativamente la producción y con una considerable disminución del costo de la alimentación.

Por otro lado también se observan las variaciones mensuales del peso de las cabras a través del año, con un promedio de peso de 53.8 kg para las cabras adultas y 43.5 kg para las de primera lactación. Así mismo se resumen los datos de capacidad de ingestión mensual calculada en base a las sugerencias de los investigadores franceses y que en promedio fue de 2.247 kg para los animales adultos, o sea el 4.2% de su peso vivo, cuadro 3. En lo que respecta a los cabritos estos consumieron el 14% de la leche (sólo se recrían las hembras), aunque casi el 4% del total se usó en un solo mes, enero (1,441 kg). (Cuadro 3).

El promedio de leche fue de 1.5 y 1.3 para las adultas y primas respectivamente. El hato combinado tuvo un promedio de 225 días de lactación, 1.47 kg al día y 325 kg por período. Sin embargo 45 cabras estuvieron arriba del promedio mensual y total de leche, 66 lactaron más de 225 días de 96 animales. Una diferencia existió entre las adultas (61), ya que de ellas 28 produjeron más de 400kg/año y 10 superaron los 500 kg/año. (Cuadro 7).

En el cuadro 5 y 6, se resume la energía metabolizable, en megacalorías (EM), total y mensual, así como la proteína digestible (PD) necesaria para peso y producción. Tanto la aportada por el suplemento, como la calculada para el forraje. Para las primas se necesitó un forraje de 1.69 Mcal de EM en promedio y 45 g de PD/Kg/MS, mientras las adultas consumieron un forraje de 1.68 Mcal de EM y 44 gr de proteína calculadas. Estos cálculos permiten observar si los forrajes tuvieron la energía y proteína calculada con su correspondiente sugerida para producción y peso.

Para los animales adultos se calculó un consumo aproximado de 828 Kg/año de materia seca y 725 Kg/año las primas, se les dio un total de 195 Kg de suplemento a los 2 grupos lo que constituyó el 22% de la materia seca consumida en las adultas y 25% en las primas. (Cuadro 4).

En el cuadro 10 se presentan los resultados de los químicos proximales de los forrajes utilizados en el pastoreo que en su mayoría fueron consumidos en la floración de la planta.

La densidad proteica de la ración se estimo fue de 44 g de PD/Kg/MS y la energetica de 1.97 Mcal/EM/Kg/MS. Para ello el suplemento fue de 2.7 a 3 Mcal/EM/Kg/MS y 120 g de PD/Kg/MS y el forraje de 1.68 Mcal de EM/Kg/MS y 45 g de PD el concentrado por su parte apporto el 33% y el 37% de la energia total para adultas y primas respectivamente y el 45% de la proteina. Asi mismo de las 460 Mcal necesarias para la producción de leche, el suplemento por si solo apporto 530 Mcal o sea cubrio totalmente la cuota energetica de la leche y parte del mantenimiento, por lo que el forraje completo la mayor parte de la energia de mantenimiento y crecimiento de los animales. En lo que correspondio a proteina se necesitaron 58 Kg y 51 Kg en total para adultas y primas, correspondiendo a 24.9 Kg y 20.4 Kg para la producción de leche, de la cual el suplemento apporto 23.2 Kg.

Los forrajes los clasificamos, por su costo, de la siguiente forma: esquilmos primarios el que se puede recojer y vender como forraje fuera de la granja, como fue el caso de parte del brécoli, la avena y el Ray grass: el de esquilmos secundarios, los que se pueden aprovechar mediante el pastoreo por las cabras; y las arbustivas de la zona cerril, que solamente se pastorean en verano. La mayor parte de los esquilmos de nuestra observación fueron del tipo secundario.

En la grafica 1 se muestra el peso de los animales tanto de primas como de adultas, se puede observar que ambas siguen un comportamiento muy similar en donde se puede ver que existe un aumento progresivo de 40 kg y 48 kg en julio hasta 55 y 62 kg en octubre en primas y adultas respectivamente, observando sus maximas ganancias en los últimos meses de gestación y la consecuente y lógica pérdida de peso en el momento del parto que va desde los 6 kg en primas hasta 8 en adultas.

En el transcurso de la lactación se observa una ganancia de peso apartir de Enero y hasta Abril en las adultas, mientras que las primas mostraron una tendencia de aumento moderado de peso hasta julio debido a que aun estaban en período de crecimiento, a partir de agosto y hasta octubre se observan aumentos considerables que coinciden con sus últimos meses de gestación periodo en el que la ganancia de peso se eleva debido al mayor desarrollo de los productos. Similar comportamiento siguió la curva de peso de las adultas con excepción de mayo, junio y julio meses en los que se observa una ligera disminución de su peso promedio debido tal vez a que fueron los meses de mayor producción y a la disminución del nivel de suplemento en este período.

En la grafica 3 se muestra la curva de lactación de los animales adultos y primas por separado. Como se puede observar la curva de lactación de las adultas tiene un comportamiento muy variable, de enero segundo mes de lactación hasta abril mes en que se observa un ligero descenso hacia mayo para volver a recuperar en junio y de ahí iniciar el descenso progresivo durante los meses finales de la lactación hasta noviembre que se obtuvo la cuota mas baja de producción puesto que la gran mayoría de las cabras adultas estaban en su ultimo mes de gestación y las

primas iniciaban su producción postparto. Por su parte las primas iniciaron la producción mas estables hasta abril a partir del cual se inicio el descenso de final de lactación hasta julio, agosto y septiembre, estos dos últimos significaron para la mayoría de ellas los meses de secado iniciandose los partos en el transcurso del mes de octubre con el consecuente repunte en la producción durante este mes, sin embargo, para noviembre se observa una ligera disminución en el promedio de producción debido a que el número de animales se eleva a el total de primas en producción y que la actividad pastoril se realizaba en el agostadero en su fase final, para diciembre se vuelve a notar un ligero aumento en la producción debido tal vez a que los animales cambiaron de zona de pastoreo hacia el brocoli durante todo el mes.

la diferencia estadística entre la energía y proteína calculada y la encontrada en los forrajes en los estudios químico proximales no fue significativa en la prueba T de Student con un nivel del 95%.

Cuadro 1. Peso vivo mensual de cabras adultas y primelals con su producción de leche durante 1968 en Querétaro

Mes	Peso vivo	Peso vivo	Leche	Leche
	Kilos Adultas	Kilos Primelals	Kilos Adultas	Kilos Primelals
E	49.9	37.9	1.6	1.4
F	52.2	38.8	1.9	1.6
M	53.3	38.9	1.7	1.4
A	55.8	39.1	1.7	1.5
M	50.9	41.1	1.4	1.4
J	49.4	41.3	1.6	1.2
J	49.7	40.8	1.6	1.0
A	52.2	45.6	1.4	1.0
S	57.8	52.4	1.2	1.1
O	61.8	55.6	1.2	1.7
N	59.0	48.1	1.0	1.4
D	55.5	42.6	1.6	1.4
	53.8	43.5	1.5	1.3

Cuadro 2. Porcentajes de forraje y suplemento aparentemente consumidos durante año de 1968 en Querétaro

Mes	Forraje	Suplemento	Forraje	Suplemento
	Porcentaje Adultas	Porcentaje Adultas	Porcentaje Primelals	Porcentaje Primelals
E	73.3	26.7	69.0	31.0
F	73.6	26.4	74.8	25.3
M	73.4	26.6	80.9	19.1
A	75.9	24.1	81.4	18.6
M	83.0	17.0	86.2	13.8
J	81.1	18.9	86.2	13.8
J	82.3	17.7	82.8	17.2
A	78.0	22.0	77.3	22.7
S	78.0	22.0	78.3	21.7
O	74.0	26.0	57.5	42.5
N	81.0	19.0	57.8	42.2
D	80.2	19.8	65.4	34.6
	77.8	22.2	74.8	25.2

Cuadro 3. Materia seca kilos mensuales aparentemente consumidos, capacidad de ingestión en porcentaje, g de suplemento y leche Total producida y consumida por las cabritas en Querétaro

	Mes Materia seca		Capacidad de Concentrado Leche		Leche Total mensual	Cabritas Cabritas	
	kilogramos Nato	Ingestión % del Nato	g del Nato	kg del Nato		Consumo mensual	% del total Consumido
E	2.260	4.7	600	3781	9.72	1441	3.71
F	2.270	4.3	600	3513	9.03	582	1.50
M	2.440	4.6	600	3732	9.60	295	0.76
A	2.490	4.6	600	4182	10.75	754	1.94
M	2.350	4.6	400	4687	12.05	712	1.82
J	2.120	4.3	400	4117	10.59	266	0.68
J	2.260	4.5	400	3712	9.54	127	0.33
A	2.247	4.3	500	3711	9.54	163	0.42
S	2.256	3.9	500	2296	5.90	118	0.30
O	2.034	3.3	500	1210	3.12	58	0.15
N	2.094	3.5	500	1181	3.03	472	1.21
D	2.048	3.7	500	2652	6.82	520	1.34
	2.247	4.2	500	38,700	100	5,508	1.18

Cuadro 4. Kilogramos de Materia seca totales aparentemente consumidos, kilogramos de suplemento pesados por oes y kilos de forraje calculados por diferencias

	Mes Kilos totales Materia Seca Adultas	Kilos totales Materia Seca Primarias	Kilos de Concentrado Mensuales	Kilos de Forraje pes Adultas	Kilos de Forraje pes Primarias
E	73.5	60.9	18.6	54.9	42.3
F	71.9	57.7	16.8	55.1	40.9
M	76.9	61.7	18.6	58.3	45.1
A	74.7	60.0	18.0	56.7	42.0
M	72.8	63.2	12.4	60.4	50.8
J	63.6	56.0	12.0	51.6	44.0
J	70.4	62.5	12.4	58.0	50.1
A	65.7	61.8	15.5	54.2	46.3
S	67.7	65.5	15.0	52.7	50.5
O	61.0	58.3	15.5	45.5	42.6
N	62.8	59.3	15.0	47.8	44.3
D	63.5	58.3	15.5	48.0	42.8
	826.46	725.3	185	643.2	540.0

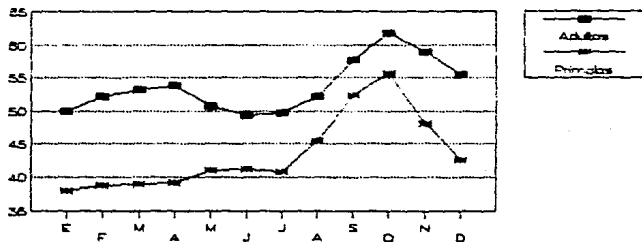
Cuadro 5. Energía Total mensual calculada para adultas y primaslas
energía aportada por el concentrado pesado y calculada para
el forraje, energía del forraje por kg de materia seca

Mes	Energía mes		Energía mensual		Energía por kg	
	Mcal totales Adultas	Mcal totales Primaslas	Mcal totales Concentrado	Mcal totales del Forraje Adultas Primaslas	de materia seca forraje Adultas Primaslas	
E	121	107	50.6	63	50.0	1.2 1.3
F	127	106	46.9	90	64.1	1.6 1.6
M	147	115	54.3	94	61.2	1.6 1.4
A	155	122	48.6	107	72.7	1.6 1.7
M	148	129	37.2	103	92.0	1.7 1.8
J	137	118	36.0	102	82.2	1.9 1.9
J	121	102	37.2	94	65.7	1.4 1.3
A	149	118	46.5	102	85.5	1.9 1.9
S	144	123	45.0	99	123.6	1.9 2.4
O	127	127	46.5	81	80.0	1.7 1.9
N	120	114	36.0	84	77.7	1.7 1.6
B	123	110	37.2	96	72.5	1.7 1.6
	1,630	1,393	529.94	1,105	926.62	1.68 1.69

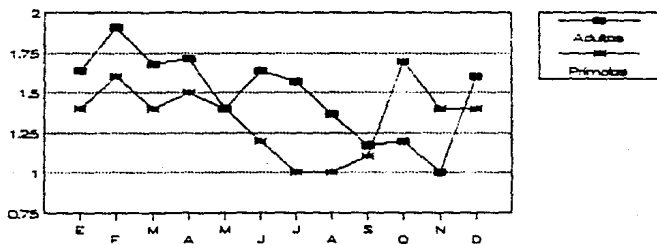
Cuadro 6. Proteína Total mensual calculada para adultas y primaslas
proteína aportada por el concentrado pesado y calculada para
el forraje, proteína del forraje por kg de materia seca

Mes	Proteína mes		Proteína mensual		Proteína por kg	
	Kg totales Adultas	Kg totales Primaslas	Kg totales del Concentrado	Kg totales del Forraje Adultas Primaslas	de materia seca forraje Adultas Primaslas	
E	4.0	3.7	2.6	1.4	1.0	25 27
F	4.9	3.6	2.4	2.5	1.6	47 40
M	4.3	3.7	2.2	2.0	1.2	22 31
A	5.1	4.0	2.3	3.0	1.9	45 44
M	5.3	4.6	2.2	3.1	2.7	51 53
J	3.9	3.1	1.6	2.5	1.7	41 39
J	3.8	3.0	1.5	2.3	1.5	38 29
A	4.5	4.5	1.9	2.6	2.3	48 62
S	4.5	5.1	1.8	2.7	3.8	50 69
O	4.4	4.0	1.9	2.6	1.5	56 48
N	3.6	3.4	1.4	2.5	2.0	44 41
B	3.5	3.4	1.5	2.0	2.0	38 43
	51.9	46.1	22.2	29.1	24.4	43.8 44.5

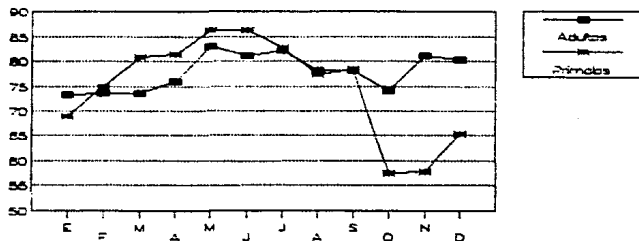
Grafica 1. Peso mensual del hato en kilogramos primaras y adultas



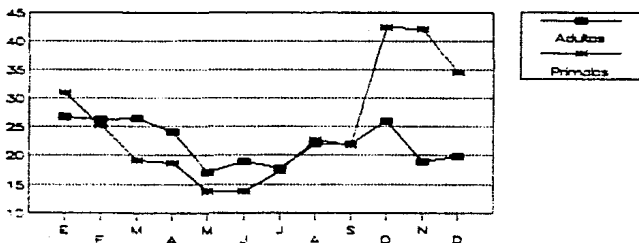
Grafica 2. Leche promedio mensual en kilogramos primaras y adultas



Grafica 3. Porcentaje de Forraje en la dieta de cabras adultas y primas



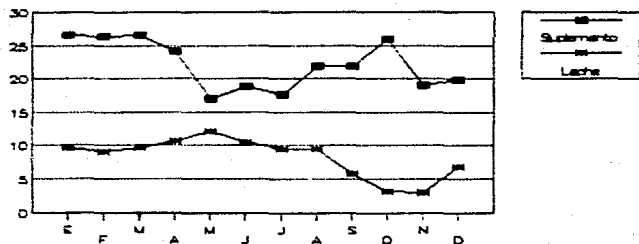
Grafica 4. Porcentaje de Suplemento en la dieta de cabras adultas y primas



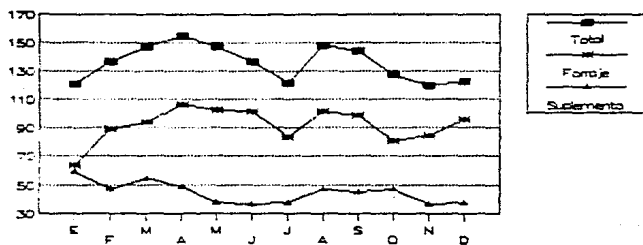
Grafica 5. Porcentaje del peso vivo y kilogramos consumidos mensualmente



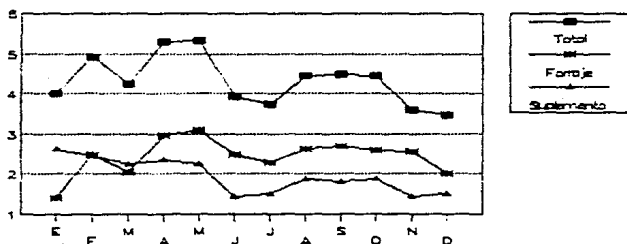
Grafica 6. Porcentaje del suplemento y de la leche total producida por el hato



Grafica 7. Energia Metabolizable
mensual en megacalorias para adultas



Grafica 8. Proteina Digestible
mensual en kilogramos para adultas



DISCUSION

El experimento se diseñó de acuerdo al concepto de investigación por sistemas discutido por Galina et al (1988a; 1988b). Los resultados son manejados de acuerdo a los criterios de experimento de hato en granja, del manejo estadístico con mayor grado de error y de captación de variables en granja criterios ampliamente discutidos con anterioridad (Galina et al 1988a; 1988b). La importancia de la estadística en este tipo de ensayos ha sido discutida ampliamente, dentro de este enfoque por lo que la repetibilidad del fenómeno a nivel granja fué el criterio científico más importante para evaluar el programa de acuerdo a los objetivos del ensayo, (Galina et al 1988, Galina y Rey 1990). En el presente trabajo se desafió este modelo de investigación observandose una adecuada repetibilidad del manejo del hato caprino en este tercer año de estudio.

Dentro de este marco de referencia, el objetivo fué diseñar un programa de suplementación para las cuotas de peso y producción establecidas en la hipótesis, midiendo la repetibilidad de la técnica. En la presente observación se disminuyó la cantidad de suplemento total administrado al hato en relación al año anterior, con una cuota comparable de producción de leche de todo las cabras entre 1987 y 1988, (Galina y Morales, 1987).

Los valores expresados por lo tanto corresponden a estimaciones, que sin embargo son aceptables dentro de los márgenes de error del enfoque, para la repetibilidad de granja y el uso de la herramienta. No se pretende sugerir patrones de consumo de energía o proteína, sino solamente y en base al consumo observar si las sugerencias del INRA, (1981; 1988), corresponden a la práctica caprina de nuestras condiciones.

Como fue señalado anteriormente, la cantidad de alimento ingerido de manera voluntaria es un factor muy importante, frecuentemente limitante, en el caso de los forrajes de la energía ingerida en la ración total. Recientemente se discutió así mismo, los elementos teóricos para su evaluación, que en la mayoría de los casos coinciden en que la cabra consume en promedio de 4 a 5 kg de MS / 100 kg de peso. Aunque puede llegar según algunos investigadores a 6 o quizá 7 kg (Galina, et al, 1985; ITOVIC, 1986; Peraza, 1987). Los datos necesarios para evaluar este consumo fueron: el estado fisiológico, de acuerdo al mes correspondiente, estado de lactación o gestación, el peso vivo mensual, ganancia o pérdida de peso y la producción de leche ya que existe una elevada correlación matemática, superior al 90% como lo demostro Peraza, (1987). Nuestros resultados demostraron un promedio de 4.5kg/100 kg de peso vivo con variaciones que fueron desde 3 y 4 kg en septiembre octubre y noviembre (final de la gestación) hasta casi 5 kg en algunos casos y arriba de 5 kg en otros durante los meses de abril y julio (pico de la lactación), que concuerda con hallazgos anteriores.

Las necesidades energéticas de mantenimiento y gestación juntas representaron el 72% del total de la energía necesaria para las cabras adultas que coinciden con las necesidades totales de un hato de 60 kg de peso vivo y 500 kg de leche mientras que nuestros animales adultos tuvieron promedio de peso de 54 kg y 415 kg de leche mientras que las primales tuvieron en promedio 43.5 kg de peso y una producción de 461 kg de leche.

El peso promedio de los animales como se observa en la grafica 1, corresponde a la mayor parte de los partos de octubre a diciembre. Sin embargo 17 adultas parieron en abril, 10 de ellas pesaban mas de 70 kg en ese mes, lo que explica el aumento de peso promedio de febrero a abril. Por otro lado el aumento de peso de agosto a octubre corresponde a la gestación de la mayoría de los animales. Los aumentos de peso corresponden comparativamente a los márgenes señalados con anterioridad por otros trabajos (Peraza, 1984; 1987; Morales y Galina, 1988).

En la grafica 3, la producción de leche promedio representa solamente a las cabras que estaban en lactación, de las 61 adultas en total: en septiembre se ordeñaban 34, en octubre 9, noviembre 23 y diciembre 35, lo que permite entender las diferencias mensuales promedio en producción láctea cuando se compara entre meses o con las primales. Por otro lado en lo que respecta a las 31 primales, fueron 9, 4, 21 y 28 las ordeñadas en los últimos meses del año, por lo que el promedio de octubre de 1.7 kg corresponde a 4 cabras en lactación, superior al de las adultas en ese mes, pero no significativo para el estudio. Las cuotas de producción son similares a las observadas con anterioridad para este manejo. (Galina y Morales, 1987).

Como fue discutido anteriormente, la cantidad de alimento ingerido de manera voluntaria es un factor muy importante, frecuentemente limitante en el caso de los forrajes, de la energía ingerida en la ración total. En el presente trabajo se utilizó para su determinación el sistema de unidades empanzonantes que sugiere 120 g de MS/KgPM (peso metabólico) para la unidad de referencia (INRA, 1988). Los resultados fueron similares a los publicados en 1987, los cuales fueron calculados en base a ecuaciones de predicción de consumo voluntario (Galina y Morales, 1987). Así mismo el resultado de 928 Kg/año de MS para adultas represento un 4.2% de su peso vivo en promedio, similar a lo presentado con anterioridad. (Peraza, 1987; INRA, 1988; ITOVIC, 1966; Galina y Morales, 1987).

En las condiciones estudiadas se produjeron 38,870 Kg de leche, con 110 cabras en lactación, por lo que se estima posible obtener lactaciones de 240 días o mas (91 animales), con promedio de 350 kg para todo el hato. El suplemento solo constituyo el 22% del total de MS año, para este nivel de producción.

La cantidad de energía del forraje correspondió cercanamente, (ligeramente inferior) a la obtenida en los exámenes químicos proximales, la proteína digestible fue menor al promedio de los mismos estudios (80 g/Kg/MS) la diferencia, fue

debido a que la obtenida en el estudio es producto de un cálculo matemático, lo que sugiere que la dieta suministrada aportó mayor proteína y energía que la recomendada, lo que ayuda a explicar probablemente el aumento de peso de parto a parto en las cabras adultas, ya que los requerimientos para ganancia de peso en gestación sólo representan las necesidades de los productos, sin considerar el aumento de peso de las madres. Los aparentes niveles bajos de energía de los forrajes corresponden adecuadamente al de los forrajes en el final de la floración como corresponde a los esquilmos agrícolas si los comparamos con las tablas del INRA, (1988) y a los estudios químico proximales efectuados dentro de la observación, (cuadro, 10) . En lo referente a la proteína necesaria para los niveles de producción de leche nosotros obtuvimos 60 g de proteína para un kg de leche con animales de 54 kg de peso (adultas) y de 59.3 g de PD por kg de leche para animales de 44 kg de peso (primaras) que coinciden con lo reportado por Peraza (1980) para animales de 45 kg que necesitan 58 Kg de PD, mientras que Galina (1985) reporto 65 Kg para animales de 55 kg de peso vivo.

Conclusiones

1. Es posible calcular adecuadamente el nivel de consumo en base a las variables de granja, peso vivo, nivel de producción, estado fisiológico y calidad de los forrajes con el sistema del INRA para la cabra en Queretero.

2. Con niveles menores del 25 % de suplementación es posible obtener cuotas rentables de producción láctea.

3. Los niveles de suplementación varían de acuerdo al forraje, estado fisiológico, época del año, nivel de producción en este sistema de manejo alimenticio.

BIBLIOGRAFIA

- Carrera, C. 1984. Sistemas de utilización de esquilmos en caprinos. Memorias Productividad Caprina, FMVZ, UNAM 39-51.
- Dirección general de servicios meteorológicos nacional 1978. Catálogo de Registros. Departamento de Topografía Nacional. SARH, México.
- Dirección general de servicios meteorológicos nacional. 1982 departamento de climatología de México. Tarjeta de resumen mensual y anual SARH, México.
- Echávez, V. E. 1987. Producción de leche con cantidades reducidas de concentrado en un hato lechero de la comarca lagunera. Memorias III Congreso Nacional de AMENA, Cocoyoc Edo de Morelos p 143 - 150.
- Galina, M. 1985. Alimentación de la cabra. Memorias Alimentación de los Caprinos. AZTECA. UABJO, Oaxaca, Oax.
- Galina, M. y R. Morales. 1985. Evaluación del consumo de materia seca en cabras productoras de leche en estabulación total. Niveles de energía y proteína digestible para mantenimiento, ganancia o pérdida de peso y producción de leche. Memorias curso nutrición y alimentación de los caprinos. AZTECA-UABJO, Oaxaca, México: 90-110.
- Galina, M. 1986. Niveles de materia seca, energía y proteína en cabras lecheras en estabulación. Curso sobre alimentación y nutrición de la cabra lechera. SARH, INCA, AZTECA, Zacatecas, Zac. México.
- Galina, M. 1987. Previsión del consumo de alimentos. AZTECA, Memorias IV Congreso Nacional Universidad de Colima, p 19-29
- Galina, M. Morales, R. 1987. Alimentación de un hato, caprino productor de leche a base de esquilmos agrícolas. AZTECA, Memorias IV Congreso Nacional, Universidad de Colima, México p. 35-55.
- Galina, H.M.A. J.P. Choisis., N. Cervantes., E. Silva y J.M. Palma. 1987. Evaluación de los sistemas de producción pecuario mediante el uso del método de sistemas. Observaciones y Resultados. Seminario Internacional sobre Investigaciones de Sistemas. Universidad Autónoma del Edo de México. Toluca, México: 73-89
- Galina, M. 1987. La investigación por sistemas y su aplicación en la enseñanza de las ciencias agropecuarias. Ier Foro sobre la Problemática de la Productividad Agropecuaria. CONACYT. U de Colima, Colima, México: 154-171

- Galina, H.M.A., N.Cervantes y E. Silva. 1988a. *Sistemas de producción. Análisis del método. Avances en Investigaciones Agropecuarias I. Universidad de Colima, Colima, México: 32-46*
- Galina, H.M.A. y N.Cervantes. 1988b. *Investigación por sistemas y su utilización en la Universidad de Colima. Avances en Investigaciones Agropecuarias I. Universidad de Colima, Colima, México. : 51-71*
- Galina, M., Palma, J.M., Silva, E y M.Guerrero. 1989. *Perspectiva económica de la producción de leche. El método de sistemas. 2 modelos tecnológicos. Encuentro nacional de Investigación en economía agrícola. SARH, INESER- U de Guadalajara. IIEC. UNAM. en prensa*
- Galina, M. y B.Rev. 1990. *El método de sistemas en investigaciones sobre agricultura en el trópico seco. en Investigaciones sobre agricultura en el trópico seco. Capítulo 1. INRA-ICRA U de Colima. Francia. En prensa.*
- Galina, M. 1990. *Alimentación de los rumiantes. Curso sobre nutrición de rumiantes. SARH-Universidad de Colima. (Mimeografiado), Colima, México.*
- INRA. 1981. *Alimentación de los Rumiante. Edit. Mundi Prensa, Barcelona España.*
- INRA. 1988. *Alimentation des Bovins, Ovins, et Caprins. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris, Francia.*
- INRA. 1988. *Tables de L'Alimentation des Bovins, Ovins & Caprins. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris. Francia.*
- INRAP. 1984. *Alimentation des Bovins. ITEB. Paris. Francia.*
- ITOVIC. 1986. *Pratique de l'alimentation des Caprins. Conseils pour l'éleveur. Paris Francia.*
- Jaubert, R. y M.A. Galina. 1987. *Utilización del procedimiento sistémico en el marco de una unidad de investigación aplicada. El caso del Departamento de sistemas de producción del Centro de Investigación y Desarrollo Agropecuario de la Universidad de Colima. Seminario Internacional sobre Investigaciones de Sistemas. Universidad Autónoma del Edo. de México, Toluca, México: 61-72*
- Juárez. A. 1984. *Productividad caprina en México. Estructura productiva y perspectivas de modernización. Productividad Caprina. Facultad de Med. Vet. y Zoot. UNAM. México: p.99-120.*
- Juárez, L.A. 1984. *Políticas, Estrategias y Programas para Impulsar el Desarrollo de la Producción Caprina. AZTECA, memorias del I Congreso Nacional, Querétaro, Gro. México. p. 30-41.*

- Juárez, A., y C. Peraza. 1981. *Systemes d'alimentation en elevages elevages caprin semiintensif, intensif et extensif au Mexique. Nutrition et Systemes d'alimentation de la Chevre. Symposium International - ITOVIC - INRA. Tours, Francia.*
- Morales, R. 1985. *Necesidades de energia y proteina de la cabra lechera en estabulación total. tesis, FES-Cuautitlan UNAM, Mexico.*
- Morand - Fehr, y D. Sauvant. 1980. *La alimentación en los caprinos en INRA. Alimentación de los rumiantes. Edit. Mundi Prensa Barcelona España.*
- Peraza, C. 1980. *Algunas consideraciones actuales sobre la alimentación de la cabra lechera. Primer encuentro internacional para impulsar la producción de leche de cabra. Torreón, Coah. p. 68-102.*
- Peraza, C. 1982. *Contribución al estudio científico y tecnologico de la producción de leche de cabra en un sistema semi-intensivo y de su transformación industrial a nivel familiar en la zona arida de Mexico. Datos no publicados.*
- Peraza, C. 1984. *Análisis de los requerimientos nutricionales de las cabras lecheras en un sistema semi-intensivo de las zonas semiáridas de Mexico. Productividad Caprina. FMVZ UNAM, Mexico:p.3-30.*
- Peraza, C. 1987. *Nutrición de la cabra lechera en agostadero. Seminario. III Congreso de la Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal Cocoyoc, Morelos.*
- Ruiz, M. 1989. *El enfoque de sistemas en la investigación pecuaria y su metodología en America Latina. Ciencias Sociales y Enfoque de Sistemas Agropecuarios. RISPAL. Costa Rica.*