

PNAAR-165  
9311-328

ISN=36671

Small Ruminant  
Collaborative Research Support Program

Technical Report Series

Number

2

LOS RESIDUOS DE COSECHA COMO ESTRATEGIA  
PARA LA ALIMENTACION DE RUMIANTES MENORES

(Crop Residues as a  
Strategy for Small Ruminant Feeding)

NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY

1980

LOS RESIDUOS DE COSECHA COMO ESTRATEGIA PARA LA ALIMENTACION DE  
RUMIANTES MENORES  
(CROP RESIDUES AS A STRATEGY FOR SMALL RUMINANT FEEDING)

William L. Johnson

Principal Investigator

Small Ruminants Collaborative Research Support Program (AID/Title XII)

Department of Animal Science  
North Carolina State University  
P.O. Box 5127, Raleigh, NC 27650, U.S.A.

Presentado en el taller de trabajo sobre "Estrategias para el uso de residuos de cosecha en la alimentación animal," CATIE, Turrialba, Costa Rica, 19-21 de Marzo, 1980. (Presented at a workshop on "Strategies for using crop residues for animal feeding," CATIE, Turrialba, Costa Rica, March 19-21, 1980.)

- 1 -

SUMMARY

CROP RESIDUES AS A STRATEGY FOR SMALL RUMINANT FEEDING

The use of crop residues in animal feeding systems has been given increasing attention in recent years, due to a growing awareness of the need to efficiently utilize all available agricultural resources and particularly to minimize the dependency on cereal grains as feed for ruminants. Crop residues are actually used successfully for small ruminants in intensive backyard and feedlot systems, and also in extensive systems whereby the animals are allowed to glean standing residue in the field, post-harvest. In some intensive systems, plant foliage may be collected for small ruminant feed before the product of principle economic importance is harvested. Crop residues can rarely provide a completely balanced ration by themselves; in order to intelligently plan a ration around them, their nutritional value must be known, as well as the nutrient requirements of the animals.

Regarding the latter, nutrient requirements vary with breed type and production class. Animals in lactation or rapid growth or advanced pregnancy require a more concentrated ration with respect to energy and protein than do animals whose nutritional stress is less. Naturally, high fiber feeds must be limited to a lower proportion of the ration if optimum productivity rates are to be maintained, due to the negative effect of lignin and total fiber on intake and digestibility.

The nutritional evaluation of any unusual feed source must include information on its palatability, the proportion of total cell-wall or fiber, the rate of fiber digestibility, the concentration of protein, minerals, and carotene, and the presence or absence of any toxic substances, either internal or external to the plant. The exact effect that these factors may have on the animal will be influenced by what alternative feeds are available, what combinations

of ingredients may be offered, and the time an animal has to adapt to a ration. These reasons plus the extreme variability which is encountered among different samples of crop residues, selected under different conditions, dictate that feedstuff composition tables are of limited use for ration formulation. Ready access to a rapid and reliable feedstuff analysis service is of far greater importance.

Sheep and goats occupy a unique niche in tropical agricultural production systems, even when cropping is the major enterprise. For maximum efficiency of mixed crop/livestock systems, research must be focussed on obtaining more complete knowledge of all available resources, including crop residues.

1-

## LOS RESIDUOS DE COSECHA COMO ESTRATEGIA PARA LA ALIMENTACION DE RUMIANTES MENORES

William L. Johnson

*Animal Science Department, North Carolina State University, P.O. Box 5127, Raleigh, N.C. 27650, U.S.A.*

En el mundo de hoy, con una creciente población humana que cada día requiere de mayores cantidades de alimentos y, al mismo tiempo, reclamando una dieta de mejor calidad, es necesario hacer todo lo posible para lograr una mayor eficiencia productiva en el sector agropecuario. Esto quiere decir que todos los recursos disponibles para los productores agrícolas y pecuarios deben evaluarse adecuadamente con el fin de asegurar la máxima eficiencia económica en los procesos de producción. El resultado que se espera es una contribución al mejoramiento del bienestar, en términos de ingreso familiar o del nivel nutricional del agricultor de recursos limitados, su familia y sus vecinos.

En los últimos años, la atención prestada a la utilización económica de los residuos de cosecha ha crecido enormemente. Lógicamente se ha pensado en el rumiante como uno de los principales utilizadores de los residuos y sub-productos de la agricultura, por la habilidad que tienen los rumiantes de digerir sustancias celulósicas y por la conveniencia de reducir la proporción de granos de cereales utilizados en la alimentación de rumiantes. En rumiantes menores, principalmente ovinos y caprinos, el uso de residuos de cultivos es perfectamente posible y ha sido demostrado en la práctica; sin embargo, existen ciertas condiciones especiales que deben tomarse en cuenta en la investigación futura.

En las secciones que siguen, se hace una descripción de los sistemas de producción donde actualmente se utilizan residuos de cosecha en la alimentación de rumiantes menores; luego se discuten los problemas alimentarios en

animales en diferentes etapas del ciclo productivo, particularmente en cuanto al empleo de residuos de cosecha; y finalmente, se presta atención a algunas consideraciones en la evaluación nutritiva de este tipo de alimentos.

## USO ACTUAL DE RESIDUOS DE COSECHA

Los sistemas de producción en que se usan residuos de cosecha se clasifican en dos categorías: la producción intensiva, donde los animales se mantienen en confinamiento, y la producción semi-intensiva, donde se permite el pastoreo controlado durante el día, pero generalmente se confinan los animales en corrales durante la noche.

Un ejemplo de sistemas intensivos es el confinamiento de animales durante la etapa de acabado. En la Universidad Nacional Agraria La Molina, en el Perú, se ha demostrado a través de muchos años, la eficacia de la engorda de corderos a base de varios residuos de cosecha. Por ejemplo, se tienen los datos publicados por Rojas y Núñez (8) demostrando el uso de una ración con rastrojo de maíz picado (28%), cáscara de algodón (28%), harina de algodón (28%), melaza de caña (15%) y sal común (1%). Con esta ración corderos con un promedio de 21 kg de peso inicial, en un período de 112 días, aumentaron 181 y 135 g por día, para machos y hembras, respectivamente. Los corderos en este caso provenían de explotaciones ubicadas en la Sierra alta, bajo pastoreo en pastizales nativos; los residuos de cultivos provenían de la agricultura irrigada típica de la costa peruana. Esto representa un ejemplo de la integración de recursos de los sub-sectores agrícolas y ganaderos, integración que llega a plasmarse, en los corrales de engorde ubicados cerca de la fuente de residuos de cosecha.

En la isla de Java, Indonesia, se encuentra otro modelo de producción intensiva con confinamiento total de ovinos y caprinos. Una proporción significativa de los pequeños agricultores (el tamaño promedio de la explotación agrícola solamente llega a 0.5 ha), y aún de la gente sin tierra, mantienen un pequeño número de caprinos u ovinos en jaulas elevadas ubicadas detrás de sus casas.

El número de animales adultos mantenidos muy rara vez llega a 10 y, frecuentemente, está entre tres y cuatro. Prácticamente todos los alimentos provienen de los cultivos, árboles, pastos nativos, y algunas veces pastos cultivados, que se encuentran alrededor de la casa o en el campo del productor, quien diariamente corta y recoge una ración verde para sus animales. En un reciente viaje a Java, el autor tuvo la oportunidad de visitar productores de ovinos y caprinos, pudiendo observar el suministro de sub-productos y residuos de no menos de 15 cultivos diferentes, además de los pastos nativos y una que otra gramínea o leguminosa cultivada. Claramente, los agricultores de Java han perfeccionado un sistema integral de producción agrícola y pecuaria, en que la utilización de los recursos tierra, capital, mano de obra y habilidad empresarial llega a ser bastante eficiente.

En contraste con la alimentación de animales en confinamiento, se tienen los sistemas en que se permite al animal pastorear en los campos de cultivo, después de la cosecha. Esta práctica es común en la zona semi-árida del nordeste de Brasil, donde se permite la entrada de ovinos, caprinos y bovinos en los campos de cultivo de algodón, maíz y frijol después de su cosecha. La cosecha de estos cultivos ocurre durante las primeras semanas de la prolongada estación seca, lo que permite una suplementación de los animales que están pastoreando en la vegetación nativa (llamada "caatinga"), precisamente en la época cuando más se la necesita. Cabe mencionar que los animales en este sistema, pueden pertenecer al mismo dueño de la finca, o a veces, a los trabajadores o arrendatarios que viven en la finca, pero que carecen de tierra propia.

En la costa del Perú se encuentra otro ejemplo del pastoreo de cabras en campos de cultivo después de la cosecha. En estas zonas irrigadas, existe una gran variedad de cultivos, entre ellos el maíz, algodón, frijol, arroz y camote. El dueño de los caprinos usualmente no cuenta con tierra propia, ni corrales, situación en que difícilmente se puede pensar en la inversión de capital para mejorar el sistema de manejo y aumentar las tasas productivas.

De esta breve descripción de diferentes sistemas de producción, se pueden extraer algunas conclusiones. Posiblemente, la más importante de ellas está relacionada con la definición apropiada del concepto de "residuos de cosecha". Si se limita la discusión solamente a las brozas y rastrojos de la planta cultivada que quedan en el campo después de la cosecha del producto principal, indu-

dablemente se va a llegar a una conclusión equivocada de su importancia en la alimentación de ovinos y cabras. Prácticamente, todos los productos de este tipo tienen bajo contenido proteico, haciendo necesaria la suplementación con proteína natural o con nitrógeno no-proteico. También estos productos contienen niveles muy altos de celulosa y lignina, probablemente encerrada en la estructura de las paredes celulares de tejidos poco digeribles por los microorganismos del rumen. Efectivamente, los coeficientes de digestibilidad de fibra y materia seca que se encuentran en la literatura son bajos. La baja digestibilidad de la pared celular trae consigo otro problema, el reducido consumo por el animal. Todas estas consideraciones hace difícil una evaluación en forma aislada de los residuos de cosecha, sin tomar en cuenta los otros recursos alimenticios disponibles.

Una de las estrategias que se han aplicado con éxito en Java, es la utilización de las hojas de ciertos cultivos antes de la cosecha, durante la fase de crecimiento rápido de la planta. Se puede citar, por ejemplo, el uso del follaje de yuca, camote, banano y pepino; también se utilizan las hojas de ciertos árboles como el bambú y la jaca. Indudablemente, el valor proteico y el grado de lignificación de estos alimentos son muy distintos a los encontrados en los residuos de maíz, arroz o trigo después de la cosecha del grano. Los criadores de rumiantes menores en Java ya saben que existe una diferencia: La respuesta a una pregunta sobre el uso de la paja de arroz fue, simplemente, que "la paja de arroz no es alimento para las cabras".

Cambiando por el momento a una consideración de los sistemas de pastoreo de animales en campos recientemente cosechados, se puede observar que gran parte del nutrimento resulta no del consumo de los residuos en sí, sino de otras plantas que se encuentran en el campo, como gramíneas nativas y malezas de crecimiento espontáneo, o los pastos nativos que crecen en los bordes de caminos, canales de riego, y en los bordes de cercas.

Los animales, obviamente, tienen amplia oportunidad para practicar el pastoreo selectivo, escogiendo el material alimenticio de mayor apetecibilidad y valor nutritivo. Ni la evaluación química del residuo de cosecha, ni su evaluación biológica con animales en jaulas o corrales, puede dar una idea real del estado de nutrición de los animales que pastorean en estas condiciones.

Evidentemente, el pequeño productor que tiene deseos de criar unos cuantos animales en su finca, pero que no dispone de suficiente tierra para la siembra de forrajes, puede pensar en otras alternativas para lograr una adecuada alimentación de sus animales, sin la necesidad de comprar muchos alimentos de afuera. El uso estratégico de ciertos residuos de cosecha es una alternativa. La pre-cosecha de follaje de ciertos cultivos es otra, siempre que no afecte el rendimiento económico de ellos. Tal vez otra alternativa sería la siembra de pastos de mejor calidad en los bordes de caminos y canales, en reemplazo de los pastos nativos y malezas que normalmente ocupan estas áreas periféricas de tierra. El mejor recurso disponible al hombre en este caso es la imaginación, junto con el deseo de experimentar.

## NECESIDADES NUTRICIONALES DE LOS ANIMALES

La tarea principal del nutricionista es elaborar pautas para la alimentación balanceada y económica. Para cumplir con esta labor, la estrategia tradicional ha sido, primero, hacer una estimación de los requerimientos de nutrientes de los animales, luego contrastar los alimentos disponibles con base en sus precios, con el objeto de confeccionar una ración de mínimo costo que daría un consumo adecuado de todos los nutrientes esenciales.

Para las condiciones del trópico, se cuenta con poca información precisa sobre los requerimientos de los animales. Sin embargo, algo se puede aprender al estudiar los datos publicados para las condiciones climáticas y razas comunes en las zonas templadas como por ejemplo, las tablas de requerimientos para ovinos publicadas por el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (7). Así, en el Cuadro 1 se presenta un resumen de los requerimientos de energía metabolizable y proteína, para varias categorías de ovinos, según lo propuesto por el NRC. Como se puede apreciar las categorías de animales se han ordenado de acuerdo a la exigencia relativa de energía y proteína en la dieta.

Tanto la concentración de energía y proteína en la ración, como el nivel esperado de consumo, varían de acuerdo con el estado fisiológico del animal. Las condiciones que crean mayores exigencias nutricionales son el rápido crecimiento del animal joven, la deposición de grasa en la fase de acabado, la lactancia, y la fase de gestación avanzada. Es claro que las cifras que se presentan en el

Cuadro 1 no pueden aplicarse exactamente para las razas y condiciones de clima y manejo del trópico, sin embargo, no es posible que existan alteraciones en el orden relativo entre las diferentes categorías de animales ni en la magnitud de las diferencias entre una clase y otra.

CUADRO 1.

Concentraciones de energía metabolizable (EM) y proteína total en la materia seca (MS) de raciones para ovinos, según recomendaciones del Consejo Nacional de Investigación (NRC, 1975).

Clase de ovinos	Peso kg	Cambio diario de peso g	EM Mcal/kg	Proteína cruda %	Consumo de MS % del peso
Corderos, destete precoz	20	+275	2.6	16	5.0
Corderos, fase de acabado	40	+250	2.5	11	4.0
Ovejas lactantes con mellizas	60	-60 á +80	2.4	10.4 á 11.5	3.9 á 4.3
Ovejas lactantes, parto simple; y ovejas en gestación avanzada	60	-25 á +45; +180	2.1 á 2.4	9.3 á 10.4	3.2 á 3.9
Corderos de reemplazo	30 á 50	+80 á +180	2.0 á 2.2	8.9 á 10.0	3.0 á 4.3
Ovejas no lactantes	50	+10 á +30	2.0	8.9 á 9.0	1.8 á 2.1

Las tablas del NRC no consideran el caso de ovejas lecheras para sistemas de producción donde el ordeño diario es una de las actividades principales. Al extrapolar datos de otras especies de animales se llega a la conclusión que existe similitud en cuanto a la concentración necesaria de energía y proteína en las raciones de animales de rápido crecimiento (destete temprano) y las de animales con altos niveles de producción de leche.

Ahora bien, ¿adónde se recurre en busca de información sobre los requerimientos nutricionales de cabras? La información experimental es escasa. Tal vez

el único consenso general que existe es que la cabra se comporta en forma distinta a otros rumiantes. Siendo un animal de tamaño corporal relativamente pequeño comparado con el bovino, la proporción entre requerimientos para mantenimiento y los necesarios para la lactancia, podría variar. Morand-Fehr y Sauvant (6) presentan datos que sugieren la necesidad de una mayor proporción de fibra forrajera en la dieta de cabras, comparado con vacas, posiblemente debido a la reducción observada en el tiempo de retención de alimentos en el tracto digestivo del caprino (1).

Existen indicaciones de que el caprino necesita más proteína en la dieta, en relación a la concentración de energía utilizable, en comparación al bovino u ovino (3, 9). Si se considera la variación entre las tres especies en cuanto a composición proteica de la leche, aproximadamente 3.5 por ciento en bovinos, 3.6 por ciento en caprinos, y 5.8 por ciento en ovinos (4), se llega a la conclusión de que el caprino convierte proteína con menor eficiencia. Sin embargo, ésta es una conclusión muy preliminar y se requiere de mayor información experimental.

La literatura está llena de conjeturas sobre la eficiencia digestiva relativa de los caprinos. Huston (3) hizo un estudio comparativo con cuatro especies, encontrando la mayor tasa digestiva en vacunos, seguidos en orden por ovinos, caprinos y venados. La diferencia entre las últimas tres especies no alcanzó significancia estadística. El trabajo de Huston (3) fue realizado en Texas, donde los caprinos que se encuentran son del tipo español y el Angora. En otras partes del mundo se ha llegado a conclusiones distintas; por ejemplo, Gihad (2), en Egipto, no encontró diferencias entre ovinos y caprinos en cuanto a la digestibilidad de pastos nativos, en que las especies dominantes fueron del género Hyparrhenia; en la India, tampoco se notaron diferencias significativas entre ovinos y caprinos cuando se les suministró Trifolium alexandrinum (10). Por otro lado, en algunos casos se han encontrado digestibilidades mayores en caprinos que ovinos, por ejemplo cuando se ofreció una dieta de pastos nativos de baja calidad (11) o follaje de árboles y arbustos (12). Así pues, aunque la evidencia no es consistente se puede detectar una tendencia de mayor eficiencia digestiva en la cabra, comparado con otros rumiantes, cuando la dieta es tan pobre que el consumo de energía no sobrepasa los requerimientos para mantenimiento. La signifi-

cancia de esta tendencia, si es que verdaderamente existe, se ha puesto en su perspectiva correcta con la observación de que "esto permite que la cabra no muera de hambre tan pronto como otras especies."

Lo cierto es que tanto para los caprinos como para ovinos, la expresión de altas tasas productivas es posible sólo con un alto consumo de una ración de alta calidad. Observando los datos del Cuadro 1 se puede apreciar que el consumo de energía metabolizable (corregido por peso vivo) en animales en crecimiento, con máximas exigencias nutricionales, tiene que llegar a niveles hasta cuatro veces mayor que el requerido para satisfacer las necesidades de animales adultos no lactantes. Si se piensa elaborar raciones a base de materias muy fibrosas como son los residuos de cosecha (provenientes de plantas de madurez avanzada) se encontrará que el límite práctico de inclusión de estos productos en la ración tiene relación inversa a las exigencias indicadas en el Cuadro 1. La experiencia de investigaciones en North Carolina State University (Brown y Johnson, datos no publicados) indica que el límite práctico estaría alrededor de 20 a 30 por ciento de la ración para animales de alta productividad, variando hasta 70 por ciento para raciones de mantenimiento (porcentajes en base seca).

Las necesidades nutricionales del caprino podrían ser un poco más altas, si se comparan con las de otros rumiantes, como indican McDowell y Bove (5) y Huston (3). Sin embargo, no existen suficientes evidencias al respecto. Seguramente, existen diferencias entre las distintas razas que se encuentran en diferentes partes del mundo.

Es bien conocida la tendencia que tienen los caprinos para practicar el consumo selectivo, tanto en pastoreo como en confinamiento. Existe evidencia experimental de que el grado de selección mostrada por el caprino es mayor que la practicada por otras especies (3). En animales en pastoreo, el consumo selectivo es muy efectivo, siempre y cuando exista suficiente disponibilidad de forraje. En el caso de animales en confinamiento, los límites del consumo selectivo están bajo el control del hombre, aunque se piensa a veces que la cabra preferiría morirse de hambre en lugar de comer algo que no le agrada.

Mientras no se cuente con mejor información para el balanceo preciso de raciones para ovinos y cabras en el trópico, la estrategia a seguir tiene que ser pragmática y de sentido común. La única regla fija, tal vez, sería "probar antes de recomendar." Esto quiere decir que todavía existe mucha necesidad de llevar a cabo ensayos de productividad e insumo/producto, en que se pruebe la inclusión de varios niveles del alimento a evaluarse, o se experimente con diferentes niveles de suplementación, con el fin de ver el efecto en la producción de leche o las tasas de crecimiento, acabado y reproducción. Es difícil pensar en otro método para conseguir la información necesaria, considerando que el tipo y raza de animales, las condiciones ambientales y las características de los alimentos, son muy específicos para la zona, haciendo que datos de otras regiones (también escasos) no se puedan transferir fácilmente de un lugar a otro.

Los ensayos de productividad no deben conducirse aisladamente, sin un plan coordinado para sacar el máximo provecho de ellos. Algunas sugerencias a tomar en cuenta son:

1. Conducir ensayos paralelos de digestibilidad *in vivo* e *in vitro* de las mismas raciones que se prueban en ensayos de productividad animal.
2. Incluir como tratamientos un amplio rango de niveles de la variable a probarse, aumentando así la probabilidad de encontrar el nivel óptimo desde el punto de vista fisiológico y, al mismo tiempo, permitiendo una evaluación económica más precisa.
3. Hacer todos los análisis complementarios que el tiempo y dinero permitan, incluyendo análisis químicos de los ingredientes de la ración, productos de la fermentación ruminal, y sustancias metabólicas en la sangre.

La investigación, hecha en forma completa y cuidadosa, conducirá a un entendimiento básico de las razones por qué tal alimento o tal ración da resultados buenos o malos, contribuyendo así a la formación de teorías de aplicación general.

## LA EVALUACION NUTRITIVA DE LOS RESIDUOS DE COSECHA

Una vez determinada la concentración y proporción de nutrientes más apropiadas para los animales, se necesitará cierta información referente a las diferentes materias alimenticias disponibles.

En la evaluación nutricional de los residuos de cosecha, entre los criterios más importantes se pueden citar:

- la aceptabilidad por el animal
- la proporción de pared celular en la materia seca, y la velocidad de digestión de la misma
- la concentración y grado de utilización de sustancias proteicas
- el aporte de minerales y caroteno
- la presencia y concentración de sustancias tóxicas, sean ellas de origen interno o externo de la planta

La aceptabilidad o apetecibilidad es un atributo bastante relativo que puede variar enormemente a medida que hay cambios en los siguientes (y otros) factores:

- presencia o ausencia de alimentos alternativos para el consumo selectivo
- combinación del ingrediente con otros alimentos, por ejemplo la melaza
- tiempo de adaptación del animal al alimento de reducida aceptabilidad

Por estas razones, es aconsejable definir bien las condiciones en que se mide la aceptabilidad del alimento. Cuando existe gran variedad de materiales alimenticios disponibles, como por ejemplo en el pastoreo de campos de residuos de cosecha de cultivos múltiples, pastos nativos y malezas, valdría la pena hacer el esfuerzo de observar la aceptabilidad relativa u orden de preferencia de las varias plantas presentes.

En cuanto a los análisis químicos de residuos de cosecha, uno de los problemas que se encuentran es la gran variabilidad entre una muestra y otra. La variedad sembrada, el tipo de suelo, las prácticas culturales,

estado de madurez en el momento de la cosecha, y factores ambientales como la temperatura, luz y sequía, pueden influir bastante sobre los valores de proteína, minerales, lignina y constituyentes totales de la pared celular. Todo esto complica la posibilidad de utilizar tablas de composición con mucha confianza, y respalda la necesidad de tener un acceso rápido y económico a un laboratorio de análisis químico para la evaluación preliminar de alimentos aceptables por los animales.

Aún con un buen análisis químico de un alimento dado, se van a encontrar problemas en la predicción del nivel de consumo, digestibilidad de materia seca y valor energético. En parte, la dificultad surge del hecho de que se está tratando de animales de genotipo y parámetros nutricionales no bien conocidos. De igual importancia, es el hecho de que no se entienden bien los factores que determinan el grado de utilización energética de muchas plantas de origen tropical. Se sabe que el proceso de lignificación es mucho más rápido en plantas de adaptación a altas temperaturas, trayendo consigo un efecto negativo en el consumo y en la tasa de digestión en el rumen. Sólo ha sido recientemente que se ha reconocido la importancia de esos factores y se les debe prestar una mayor consideración en la planificación de los experimentos.

En cuanto a la toxicidad de una determinada planta, a veces la mejor fuente de información es el productor, si es que existe experiencia en la zona con la planta y el tipo de animal que está bajo consideración. El productor puede decir si tal o cual material presenta problemas para los animales. Para la cabra, el hecho que el animal consuma una gran variedad de plantas en su dieta normal cuando pastorea, permite la dilución de cualquier efecto tóxico que tuviera alguna planta.

## CAPRINOS, OVINOS, Y SISTEMAS DE PRODUCCION

La observación casual indica que los rumiantes menores tienen un lugar especial en los sistemas de agricultura y ganadería tropical, en lo que

se refiere a la utilización de recursos naturales. Además, dentro de la categoría de rumiantes menores, se encontrará que las cabras y las ovejas ocupan nichos diferentes. En Texas, por ejemplo, Shelton y colaboradores (comunicación personal) han encontrado que se necesitan cuatro especies de rumiantes para aprovechar al óptimo la vegetación nativa: el vacuno, el ovino, el caprino y el venado. Otro caso es lo encontrado en el nordeste de Brasil, donde se definen zonas de concentración diferencial de bovinos, ovinos y cabras, siendo el factor de precipitación pluvial el factor determinante principal. En Indonesia, los pequeños productores escogen entre ovinos y caprinos, en parte, por la abundancia relativa de los diferentes tipos de alimentos disponibles a ellos.

En todas partes del mundo se pueden identificar recursos alimenticios para el rumiante menor. Una de las ventajas que tienen estos animales es que la cantidad de alimentos que se necesita cada día es relativamente pequeña, haciendo más fácil la posibilidad de satisfacer su apetito y requerimientos nutritivos con los recursos que se encuentran a la mano. A medida que el costo de oportunidad para estos recursos sea cero o cerca de cero, su uso en la alimentación de animales menores representa una contribución positiva a la eficiencia económica de la empresa, no solamente en el uso de recursos alimenticios sino también, en los retornos para la mano de obra familiar.

Otra ventaja que tiene el rumiante pequeño es que al beneficiarlo, la canal tiene dimensiones que son favorables para su rápida utilización en áreas donde la refrigeración no existe. Para el pequeño agricultor, entonces, el pequeño rumiante puede representar una solución positiva, siempre que se encuentre salida para la leche y carne producida, ya sea para uso familiar o para venta a los vecinos. De cualquiera de estas formas se va a llegar a una mejora en la vida del hombre. Sin embargo, como se sabe bien, el uso de residuos de cosecha o la adopción de cualquier otra práctica nueva no es automática, sino tiene que ser a base de una demostración positiva de los beneficios. Esto, lógicamente, también es parte de la labor del investigador.

## REFERENCIAS

1. CASTLE, Elizabeth J. The rate of passage of foodstuffs through the alimentary tract of the goat. I. Studies on adult animals fed on hay and concentrates. *British Journal of Nutrition* 10:15-23. 1956.
2. GIHAD, E. A. Intake, digestibility and nitrogen utilization of tropical natural grass hay by goats and sheep. *Journal of Animal Science* 43: 879-883. 1976.
3. HUSTON, J. E. Forage utilization and nutrient requirements of the goat. *Journal of Dairy Science* 61:988-993. 1978.
4. MAYNARD, L. A. y LOOSLI, J. K. *Animal Nutrition*, 6th edition. McGraw-Hill, New York. 1969. 613 p.
5. McDOWELL, R. E. y BOVE, Lea. The goat as a producer of meat. *Cornell International Agriculture Mimeograph No. 56*, Ithaca, New York. 1977. 40 p.
6. MORAND - FEHR, P. y SAUVANT, D. Nutrition and optimum performance of dairy goats. *Livestock Production Science* 5:203-213. 1978.
7. NRC. Nutrient requirements of sheep. Fifth revised edition, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C. 1975.
8. ROJAS, S. y NUÑEZ, R. Engorde extensivo en la Sierra e intensivo en la Costa de corderos desechados machos y hembras 3/4 Corriedale. *Anales Científicos (Perú)* 2:257-272. 1964.
9. SANDS, M. y McDOWELL, R. E. The potential of the goat for milk production in the tropics. *Cornell International Agriculture Mimeograph No. 60*, Ithaca, New York. 1978. 53 p.
10. SHARMA, V. V. y MURDIA, P. C. Utilization of berseem hay by ruminants. *Journal of Agricultural Science* 83:289-293. 1974.
11. SHARMA, V. V. y RAJORA, N. K. Voluntary intake and nutrient digestibility of low-grade roughage by ruminants. *Journal of Agricultural Science* 88:75-78. 1977.
12. WILSON, A. D. The digestibility and voluntary intake of the leaves of trees and shrubs by sheep and goats. *Australian Journal of Agricultural Research* 28:501-508. 1976.