

PRODUCCION ANIMAL Y SOSTENIBILIDAD

Miguel Vélez¹

INTRODUCCION

En 1987 la población humana superó los 5 mil millones y en 2025 alcanzará entre 8,500 y 10,000 millones; de este aumento el 95% corresponderá a los países en desarrollo (Keyfitz, 1989). Mejorar la dieta de la población actual y a la vez satisfacer la demanda por alimentos de la población adicional, requiere mejorar los métodos actuales de producción con tecnologías sostenibles a largo plazo, y de obtener los cambios en las políticas y sociales y económicas que permitan su aplicación.

El problema se ve agravado por los cambios climáticos, causados por el efecto de invernadero, que se avecinan, que se estima harán aumentar la temperatura media del globo en 1-2°C y el nivel del mar en al menos 12 a 24 cm. La precipitación aumentará en 5-10% en el trópico (0-30°N y S) y en latitudes elevadas (sobre 45°N y S), y disminuirá en 5-15% en las latitudes medias (30-45 °N y S), en donde están algunas de las zonas más productoras de granos del globo; en el trópico el aumento en precipitación se verá anulado por la mayor evapotranspiración causada por las temperaturas más altas (Warrick y Barrow, 1990; Parry y col., 1990), y se estima que en promedio los rendimientos de los granos disminuirán en 10-15% (Anónimo, 1992a).

El presente trabajo trata de identificar algunos de los problemas de la producción pecuaria actual y de justificar la necesidad de sistemas más sostenible de producir nuestros alimentos.

¹ Jefe del Depto de Zootecnia, Escuela Agrícola Panamericana. Apdo # 93. Tegucigalpa, Honduras.

Agricultura Sostenible

Un sistema de producción agropecuario sostenible debe permitir la explotación continuada de un área determinada sin o con un mínimo de insumos foráneos. Esto no puede decirse de muchos de los sistemas actuales de producción agropecuaria. Algunas de las razones son:

a) el uso excesivo de recursos no renovables y de agroquímicos contaminantes del ambiente.

b) el mal uso y la degradación de la tierra, lo que priva a las generaciones futuras de su derecho a usufructuarla. De acuerdo al Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP/ISRIC, 1991, citado por de Haen, 1991), de los 4,600 millones de ha de tierra agrícola a nuestra disposición, 900 millones (20%) están moderadamente degradados y 300 millones (7%) están tan degradados que recuperar su potencial de producción es muy costoso o imposible.

c) la destrucción de la diversidad biológica causada por el reemplazo de las múltiples razas nativas de plantas y animales por unas pocas "mejoradas", por el uso de pesticidas no específicos y por la destrucción de biotopos naturales. Cada década la desforestación elimina hasta el 10% de las especies existentes en los bosques cerrados, lo que significa al menos 100 especies cada día (de Haen, 1991).

En los países desarrollados la población es más o menos estable, y el problema de la agricultura es uno de administración de excedentes y de reducción de la producción. En los países en desarrollo la demanda crece en 3-5% al año, debido al crecimiento de la población y a su mayor ingreso, y si bien es posible desarrollar sistemas sostenibles con un nivel de producción por hombre y por unidad de área superior al actual; también es necesario determinar el máximo de población que puede soportar cada ecosistema, si se desea mantener la diversidad actual de biotopos con su flora y fauna particulares.

En el pasado se desarrollaron algunos sistemas sostenibles como la producción integrada de cultivos y animales en Europa, el arroz de inundación en Asia y el cultivo de barbecho (Ruttan, 1991). Sin embargo, estos funcionaron cuando el crecimiento de la población era lento, además la integración de la producción animal y la agrícola nunca se difundió en los trópicos, el sistema de barbecho requiere de una gran extensión de tierra, no disponible en la actualidad, y el arroz de inundación está limitado a zonas con abundante agua.

La ciencia agrícola ha logrado aumentar la producción pero frecuentemente ha fallado al no considerar su efecto sobre la sostenibilidad del sistema, como fue el caso de la "Revolución Verde" en la India (Gahukar, 1992). Movimientos como el de la agricultura orgánica que busca productos libres de residuos de pesticidas, drogas y hormonas no fueron atendidos por la mayoría de la comunidad científica hasta que su popularización, y el reconocimiento público del problema de la contaminación ambiental, los obligó a ello.

En los países en desarrollo la investigación se ha concentrado en la aplicación de tecnologías de climas templados. Un caso extremo es la investigación en la producción de carne de res en los suelos ácidos de América tropical por el CIAT, sin considerar la fauna nativa, como la tortuga acuática, que produce 10 y más veces más carne por unidad de área (Cuadro 1), además de la capibara, el tapir y otros.

Cuadro 1. Producción de carne de res de diferentes pasturas en los Llanos de Colombia en comparación con la tortuga nativa.

Pastura	Ganancia de peso		Fuente
	kg/animal	kg/ha	
Sabana nativa	75	15	(1)
<i>Andropogon gayanus</i>	107	214	(1)
<i>Brachiaria decumbens</i>	116	193	(1)
<i>A. gayanus</i> + <i>Stylosanthes capitata</i>	180	285	(1)
<i>A. gayanus</i> + <i>Centrosema</i> sp.	158	237	(1)
Tortuga (<i>Podocnemis expansa</i>) por ha de lago		2,200	(2)

1 = Toledo y Mendoza, 1989.
2 = Ayensu, 1981.

En forma agregada no debieran de haber problemas para alimentar adecuadamente a la humanidad. De los 13.1 mil millones de ha de la superficie terrestre 35% son tierras agrícolas, distribuidas en 28.6% arable, 68.6% bajo pastos permanentes y 2.8% bajo cultivos permanentes (FAO, 1992; Cuadro 2).

Cuadro 2. Uso de la tierra en los países desarrollados y en desarrollo y disponibilidad por habitante en c/u en 1990.

Uso	Uso en 1000 ha			ha/habitantes		
	Desarrollados	En desarrollo	Total	Desarro.	En desa.	Total
Area total	5,623,234	7,768,324	13,391,558	4.47	1.82	2.48
Terrestre	5,491,809	7,587,342	13,079,151	4.36	1.84	2.43
Arable	649,784	700,239	1,350,023	0.52	0.17	0.25
Cultivos perm.	22,171	72,023	94,194	0.02	0.02	0.02
Pastos perm.	1,235,144	2,166,933	3,402,077	0.98	0.52	0.63
Bosque	1,899,839	2,127,730	4,027,569	1.51	0.52	0.75
otros	1,684,871	2,520,417	4,205,288	1.34	0.61	0.78
Población	1,258,601	4,130,597	5,389,198			

Fuente: FAO, 1992.

En promedio la relación área cosechada/área cultivable es de 76% (en algunas regiones de Asia supera los 150%), o sea que se cosechan anualmente 1026 millones de ha, lo que da una relación de aproximadamente 0.2 ha/habitante (Winrock, 1983; FAO, 1992).

Sin embargo, la distribución de la tierra agrícola no es uniforme en el globo, ni tampoco lo es su capacidad productiva (Cuadro 3). En el Sahel, en Haití y en las partes altas de Perú, Bolivia, Etiopía y Nepal entre otros, la población humana probablemente ya sobrepasó la capacidad del suelo de sostenerla. En el Africa al Sur del Sahara, en 16 de los 38 países estudiados recientemente, se encontró una pérdida anual neta de mas de 20 kg N, 10 kg P₂O₅ y 20 K₂O por ha, generalmente acompañada por tasas de erosión severas (de Haen, 1991).

Cuadro 3. Producción de nutrientes por habitante/día por tipo de país en 1988-90.

Nutriente	Desarro-llados	En desa-rollo	En desarrollo en % de desarrollados
Calorías total	3404	2473	72.65
de origen vegetal	2397	2233	93.16
de origen animal	1008	240	23.81
Proteína total, g	103.5	60.6	58.55
de origen vegetal, g	44.0	46.8	106.36
de origen animal, g	59.5	13.8	23.19
Grasa total, g	128.4	48.5	37.77
de origen vegetal, g	52.4	30.5	58.21
de origen animal, g	76.1	18.0	23.65

Fuente: FAO, 1992.

Una producción sostenible tiene costos como serían la construcción de terrazas para evitar la erosión o de drenajes para evitar la salinización, y hay que buscar vías para salir del círculo vicioso de pobreza, presión demográfica y degradación de los recursos. Si bien en el trópico se ha reducido la proporción de personas ocupadas en la agricultura, en términos absolutos su número ha permanecido constante en América, y ha aumentado en un 25% de 1975 a 1991 en Africa y Asia (Cuadro 4). Aunque un ingreso alto no significa automáticamente la protección de los recursos, la disponibilidad de trabajo no agrícola bien remunerado puede hacer menos atractivo el cultivo de tierras marginales.

Cuadro 4. Distribución de la población total y económicamente activa en la agricultura del total de la económicamente activa (en millones).

	1975		1975		1991		1991	
	Población Total	Ec. act. ¹ Total	%	Población Total	Ec. act. ¹ Total	%		
Globo	4079	931	52.8	5389	1110	46.1		
Africa	413	119	71.5	662	156	62.7		
N y C América	347	19	13.2	433	20	10.6		
S América	215	24	33.4	302	24	22.6		
Asia	2354	703	67.9	3170	868	59.2		
Europa	474	35	16.8	503	21	8.9		
Oceanía	21	2	20.8	27	2	16.0		
Ex URSS	254	29	22.8	291	18	12.4		
Desarrollados	1124	80	15.5	1259	48	8.0		
En desarrollo	2955	851	68.4	4131	1061	58.9		

¹ Económicamente activa en la agricultura.

Fuente: FAO, 1992.

Como ya se dijo, en climas templados la ganadería ha jugado un papel importante en el mantenimiento de la fertilidad del suelo. En años recientes las políticas económicas que ocultan el costo real de los insumos han favorecido la separación de la producción agrícola y la ganadera; ocasionalmente incluso a nivel continental, como la soya y los cereales producidos en Argentina, Brasil, Australia y los EEUU, y usados en todo el mundo. Esto representa una exportación de nutrientes que tienen que ser reemplazados con fertilizantes.

Mientras el nitrógeno, aunque costoso en términos energéticos, es reciclado por vía de la atmósfera, los otros nutrientes son removidos de su sitio de concentración (los depósitos de P y K por ejemplo) y distribuidos más o menos uniformemente en el suelo, de donde pasan en parte a ríos y lagos por lixiviación o erosión. Los depósitos de K y especialmente de P son finitos, y sería útil calcular cuando se agotarán a la presente tasa de extracción, o a la que sería necesaria para aumentar la productividad en los países en desarrollo a los niveles de los países desarrollados (Cuadro 5) y a la vez suplir la mayor demanda causada por el aumento en la número de habitantes. En este respecto la situación es peor que la de los combustibles fósiles, que pueden ser reemplazados por otros (alcohol, aceite vegetal, viento, etc.), ya que los diversos elementos no pueden ser sustituidos en sus funciones en los seres vivos.

Hay que preguntarse si se puede continuar fertilizando parques y canchas de golf con los nutrientes que nuestros nietos necesitarán para producir su alimento.

Cuadro 5. Comparación del rendimiento de algunos cultivos en las países desarrollados y en desarrollo en 1991.

	Desarrollados kg/ha	En desarrollo kg/ha
Cereales total	13056	2433
Trigo	2580	2322
Arroz paddy	5678	3439
Maíz	5827	2498
Sorgo	3380	1032
Raíces & tubérculos	1600	810976
Papa	15998	12634
Camote	17466	13576
Legumbres, total	1725	680
Frijoles 1517610		
Soja	2269	1500
Caña de azúcar	73001	59966
Remolacha azucarera	36043	30439

La concentración de animales en áreas reducidas causa problemas de contaminación con amoníaco en el aire (transformado en nitrato contribuye a la lluvia ácida) y nitratos y fosfatos en el agua. En Holanda ha llevado al extremo de tener que transportar estiércol por varios cientos de km; y la economía de la producción está tan distorsionada por subvenciones, que este comportamiento es racional para el productor a pesar del alto costo social (Anónimo, 1992b).

En América se da además el hecho de la urbanización de algunas de sus suelos más fértiles, ejemplos son la expansión de Bogotá y Cali en Colombia, hacia la zona plana y agrícola, y no hacia los cerros circundantes, y la de Lima, en el Perú, en el valle del Rimac y no en los desiertos fuera de la zona de riego. Esto se debe a la falta de control sobre el uso de la tierra y a un sistema impositivo que tasa la tierra de acuerdo a su valor comercial y no a su producción. Por el contrario en países como Alemania, mientras la tierra tenga uso agrícola paga impuestos de

acuerdo a su potencial de producción y estos solo aumenta una vez que se autoriza cambiar su uso.

La Producción Pecuaria en el Trópico

En el caso de la ganadería es necesario preguntarse si ésta es necesaria en vista de su baja productividad en comparación con la agricultura (Cuadro 6). La respuesta es condicionalmente afirmativa. Si bien no es necesario llegar a los niveles de producción y consumo de proteína animal de los países de clima templado, 25 g/día de ésta aseguran el balance de la dieta de un adulto (NRC, 1980). Además, 68.6% de la tierra agrícola del globo está cubierta de pasturas permanentes, en zonas que por su clima o topografía no pueden dedicarse a la agricultura, o sea que solo pueden ser aprovechadas por herbívoros (domésticos o salvajes). Por otra parte, en la industria alimentaria se producen una gran cantidad de subproductos y residuos que el hombre no puede aprovechar directamente en su alimentación pero si transformados por los animales.

Cuadro 6. Producción por ha/año de materia fresca (MF), energía metabolizable (EM) y proteína cruda (PC) de algunos cultivos y animales domésticos.

	MF to/ha	Mcal EM/ kg MF	% PC MF	Mcal EM/ha	PC kg/ha	Fuente
Vegetales:						
Yuca	30	1.10	1.0	33000	300	1,2
Papa	20	0.81	1.8	16200	360	1,2
Arroz	3.5	3.30	7.0	11550	245	1,2
Maíz	3.0	3.30	10.0	9900	300	1,2,
Azúcar	7.2	3.50	--	5250	0	1,2,3
Soya	1.5	3.50	38.0	5250	570	1,2
Animales:						
Leche	4.0	0.70	3.3	2800	132	4,5
Carne res	0.4	1.60	4.7	640	19	4,6
Pollo	1.0	1.60	9.4	1600	94	4,7
Cerdo	0.5	1.80	4.0	900	20	4,8

MF = materia fresca; Mcal EM = megacalorías de energía metabolizable; PC = proteína cruda.

1 = Rehm y Espic, 1991.

2 = Smith, 1992.

3 = 60 t/ha de caña, 12% de azúcar.

- 4 = Cálculos del autor.
 5 = 1600 kg/vaca del pasto, 2.5 vacas /ha.
 6 = 0.45 kg/día de ganancia, 2.5 animales/ha.
 7 = Conversión 2:1; 23% PC en la dieta, 55% maíz, 45% soy a.
 8 = Conversión 4.2:1 (incluye la cerda), 20% PC en la dieta, 65% maíz, 35% soya.

La producción pecuaria en el trópico confronta diversos problemas, algunos de los cuales ya han sido mencionados brevemente:

1. La separación de la agricultura y la ganadería en fincas o incluso regiones diferentes, y su efecto negativo sobre la fertilidad del suelo ya que no se utilizan los residuos como abono (Cuadro 7).

Cuadro 7. Producción y fertilidad del suelo de un nitisol en Kenya.

Año	Producción de Maíz (kg/ha)			
	Control	+ residuos de cosecha	+ estiércol (60 kg/ha)	+ NP ¹ + estiércol
1976-80	3214	3205	4024	4074
1981-85	1953	2410	3368	3863
Cambio, %	-39	-25	-16	-5

¹ nitrógeno y fósforo.

Fuente: de Haen, 1991.

2. La concentración en unas pocas especies, vacunos, cerdos, ovejas y pollos, frecuentemente en medios es los cuales su comportamiento no es óptimo, sin considerar otras especies, sean foráneas como el búfalo, la cabra o el pato, o nativas como la llama, la alpaca y el cuy, o salvajes que podrían producirse con facilidad en cautiverio como la capibara o el tapir.

3. La baja productividad de la mayoría de las explotaciones que la hace todavía más ineficiente en la utilización de recursos (Cuadros 9 y 10). Además, en los países del trópico americano su aporte a la producción de alimento se ha reducido y en la actualidad se produce por habitante menos carne y leche que hace 20 años (FAO, 1992).

Cuadro 8. Algunas características de las fincas comerciales de doble propósito en varias regiones del trópico americano.

Parámetro	Número de		Rango de valores	Promedio
	Estudios	Fincas		
Kg leche:				
vaca/lactancia	4	130	749 - 1584	1180
vaca/año	3	267	186 - 1156	621
Días de lactancia	5	157	244 - 311	290
% parición	16	1289	39 - 81	64
Meses a 1er parto	8	994	32 - 43	37
Mortalidad, %				
becerros	9	999	2 - 24	13
postdestete	3	95	1 - 9	5
Unidades animal/ha	12	1096	0.7 - 1.9	1.4
Producción de:				
leche, kg/ha/año	10	990	182 - 749	476
carne, kg/ha/año	4	744	45 - 192	116

Nota: El promedio es la media no ponderada de los valores publicados.

Fuente: Vaccaro, 1989.

Cuadro 9. Eficiencia de la utilización de proteína y energía por diversas especies animales a dos niveles de producción.

Especie	Proteína		Energía	
	Ingestión g/día	% recup. p. hombre	Ingestión Mcal/día	% recup. p. hombre
Gallina,				
200 huevos/año	6.6	25.9	0.26	24.6
50 huevos/año	5.1	6.7	0.17	10.6
Pollo, 2 kg				
a 7 semanas	16.3	37.4	0.25	29.3
a 20 semanas	11.3	18.6	0.22	12.1
Novillo,				
1.5 kg/día	252.0	33.0	26.29	16.9
0.25 kg/día	124.0	4.4	12.19	6.1
Vaca, 8000				
8000 kg/lact.	650.0	40.0	41.11	36.6
2000 kg/lact.	305.0	21.3	19.36	19.4

Fuente: Adaptado de Smith, 1992.

En el caso del ganado vacuno, éste se cría de una manera extensiva; dependiendo de la ubicación con respecto al mercado se produce carne o carne y leche, y en general su productividad es baja (Cuadro 9). Lecherías con animales de razas europeas especializadas se concentran en regiones altas, en las que la temperatura no impone estrés a los animales y permite la producción de forrajes de calidad, con lo que se obtienen producciones muy aceptables (Cuadro 10).

Cuadro 10. Parámetros productivos de hatos lecheros en las zonas altas de México y Colombia según su nivel tecnológico.

Nivel tecnológico	Leche kg	Días entre partos	Edad 1er. parto, meses
En México:			
Alto	7544	392	28
Medio	6373	400	28
Bajo	4792	414	30
En Colombia:			
Alto	6395	418	33
Bajo	4124	411	36

Fuente: Abubakar y col., 1987.

Aparentemente existe una contradicción entre el hecho de que la producción vacuna ha permanecido estática y la acusación de que ha sido el principal causante de la deforestación. La explicación está en que se ha expandido la agricultura en las tierras buenas, de las que prácticamente no quedan reservas bajo bosque en ningún país, y la ganadería se ha movido a tierras marginales, de menor productividad.

Para aumentar la productividad, se han adaptado tecnologías desarrolladas en climas templados, y hay que recordar que lo fueron bajo condiciones económicas o climáticas diferentes. Por ello es necesario enfocar la producción hacia un mejor uso de los recursos disponibles en el trópico. De una parte se puede mencionar un manejo más intensivo de las pasturas y de otra, la suplementación de recursos forrajeros de bajo valor como los residuos de cosecha y subproductos agrícolas con fuentes baratas de proteína (Sansoucy y col., 1988), o su amoniación (Vélez y col., 1992). La inclusión del valor nutritivo de la paja como criterio de selección de los diversos cereales se ha propuesto repetidamente, pero nunca se ha considerado seriamente.

Igualmente están los nuevos usos de plantas de alta producción como la caña de azúcar, la yuca y los árboles forrajeros (Romero y col., 1991; Esnaola y Disly, 1987; Rodríguez, 1991).

La caña de azúcar produce cantidades muy altas de MS, una parte de ella de alta digestibilidad (el tallo tiene 12-22% de azúcar), mientras que el cogollo es de mediana y el bagazo de muy baja digestibilidad ya que es muy lignificado. Se ha mejorado la digestibilidad del bagazo mediante tratamientos físicos y químicos pero son costosos y en ciertos casos conllevan riesgos como cuando se usa NaOH; el uso de enzimas producidas por microorganismos transgénicos abre posibilidades excitantes.

Sin embargo, en zonas de alta concentración como en el Valle del Cauca, Colombia, la industria de la caña de azúcar causa serios problemas de contaminación ambiental, entre otros por la lluvia ácida originada con el humo de las quemas antes de la cosecha.

Los forrajes tropicales tienen una digestibilidad menor que los de climas templados, pero hay diferencias entre especies, e incluso entre variedades de una misma especie. Un ejemplo es una variedad enana del pasto *Pennisetum purpureum* desarrollada en Tifton, Georgia, cuya digestibilidad es de 5 a 10 unidades mayor que la del *P. purpureum* normal; similarmente Hunt y col. (1992) reportan digestibilidades de la MS entre 53.7 y 60.6% para la planta entera de diferentes híbridos de maíz.

El uso de concentrados para producir leche ha despertado muchas controversias, sin embargo y como se demuestra en el Cuadro 4, la vaca lechera es el animal doméstico más eficiente en transformar la energía y proteína que consume en alimento para el hombre. Aun a niveles de producción menores que los mencionados la suplementación de una vaca es eficiente desde el punto de vista económico, y lo que es más importante aun, desde el punto de vista biológico ya que se reduce la proporción de nutrientes usados para el mantenimiento del animal (Cuadro 11).

Cuadro 11. Eficiencia del uso de concentrados en vacas de leche.

	Niveles de producción kg/vaca		
	600 (1)	4000 (2)	6000 (3)
Area de pasto, ha/vaca	0.4	0.4	0.4
Leche del pasto, kg	1600	1600	3200
Leche del concentrado, kg	--	2400	2800
Necesidad de concentrado, kg (4)		1335	1555
Necesidad de cereal, kg (5)		400	465
Area para producir cereal, ha (6)		0.17	0.20
Leche por ha, kg (7)	4000	7000	10000

- 1 = sin suplementación en el trópico bajo.
 2 = con suplementación, en el trópico bajo.
 3 = con suplementación, en el trópico de altura.
 4 = un concentrado con 17% de proteína cruda; producción de 1.8 kg de leche por kg de concentrado.
 5 = 30% de cereales y 70% de subproductos; 75% maíz y 25% soya en el cereal.
 6 = rendimientos tomados del Cuadro 2.
 7 = 2.5 animales/ha en el primera caso, en el segundo se requieren 0.57 ha para los 4000 kg y en el tercero 0.60 ha para los 6000 kg.

Fuente: Estimados por el autor.

Otra área de investigación es el mejoramiento genético de las poblaciones nativas. En zonas elevadas se puede proponer su sustitución con animales mejorados de climas templados, pero que en elevaciones menores ponen fuertes demandas a su manejo y alimentación. En Asia (India, Pakistán), hay algunas razas con buena producción de leche (Sahiwal, Red Sindhi, Gyr), pero su distribución a otros países se ve limitada por problemas sanitarios. El uso de embriones puede reducir los riesgos de su introducción.

El cruzamiento con animales mejorados mediante el uso de la Inseminación Artificial (IA) es otra posibilidad, e incluso hay evidencias de un mayor mérito de la raza Holstein en comparación con la Pardo Suizo cuando se cruzan con animales criollos o cebú (Vaccaro, 1984). El problema es el mejoramiento de la población cruzada ya que se requieren registros de producción generalizados y facilidades para procesar los datos que no hay en el trópico. Por el momento la alternativa parece ser la producción de toros 1/2 o 3/4 con IA; usando toros

lecheros sobre vacas mejoradas por sus características de producción de carne como ganancias diarias o conformación que son fáciles de determinar y cuya heredabilidad es alta.

Producción de Cerdos

Probablemente la mejor opción para el mejoramiento de la producción porcina sea el desarrollo de técnicas de manejo y alimentación adecuadas al trópico usando las razas seleccionadas en climas templados.

La investigación en alimentación debe centrarse en reemplazar los cereales, de baja productividad en el trópico, por productos de cultivos de alto rendimiento como la caña de azúcar, la yuca o el camote (Sarría y col., 1991). El manejo debe concentrarse en métodos para reducir el estrés causado por las altas temperaturas. Métodos sencillos como el goteo de agua fría sobre el cuello de cerdas lactantes aumenta significativamente el peso de los lechones al destete (Esnaola, com. pers.).

Producción de Aves

Para los sistemas intensivos valen los mismos comentarios hechos para cerdos. Para condiciones más extensivas debe estudiarse la crianza de especies más robustas como los patos o los gansos.

Investigación y Enseñanza en el Trópico

En los párrafos precedentes se ha mencionado la necesidad de mayor estudio del problema de la sostenibilidad así como de algunas posibles soluciones. Para ello y para diseminar sus posibles resultados se requieren sistemas de investigación, educación y extensión apropiados y eficientes.

La investigación ha sido uno de los principales agentes de cambio en la agricultura de los países de climas templados, con tasas de retorno muy altas. Norton y Ortiz (1992) revisaron las publicaciones sobre el tema en los EEUU entre 1964 y 1989 y encontraron estimados entre 11 y 132%; en su propio estudio de toda la agricultura en 1987, estimaron una de 30%.

El número de investigadores en los países en desarrollo es reducido y el presupuesto a su disposición limitado. A mediados de la década de los 80 los países en desarrollo gastaron menos del 0.5% del producto

agrícola bruto en investigación, en comparación con el 2% sugerido por el Banco Mundial. Además los investigadores están concentrados en unos pocos países. De los aproximadamente 86,000 investigadores que trabajaban en 97 países durante la segunda mitad de la década de los ochenta el 24% se encontraban en la India y el 22% en China (Oram, 1991).

Los servicios de extensión son aun más débiles que los de investigación. Mientras el número de familias por extensionista es de alrededor de 100 en Australia, Europa, Japón y N. América, es inferior a 500 en solo 30 de 90 países en desarrollo estudiados por IFPRI y excede a 1000 en un número similar (Oram, 1991).

El principal problema está sin embargo en la enseñanza. La enseñanza vocacional es muy limitada y la académica adolece del mismo problema del enfoque disciplinario (probablemente tiene su origen aquí). Este enfoque puede tener cierta justificación para comprender los componentes de un área determinada del conocimiento, pero también es necesario enseñar desde el principio la interacción entre suelo, planta y animal y los efectos sobre el medio ambiente. Un estudio de la FAO (1991) sobre la educación agrícola en latinoamérica identificó:

a) la falta de conocimiento de los graduados de los problemas de la pequeña y mediana agricultura.

b) la falta de énfasis en tecnologías sostenibles, apropiadas en situaciones de escasos recursos o condiciones ecológicas adversas.

Para poder practicar una profesión de responsabilidad en prácticamente todos los países del mundo se exige que la persona tenga una preparación vocacional o académica. Pocas responsabilidades son tan grandes como el manejar el recurso suelo del cual depende el futuro de la humanidad, y sin embargo los mayores índices de analfabetismo y malnutrición en los trópicos se encuentran en el campo.

Un desarrollo de los sistemas de educación, investigación y extensión de los países en desarrollo iría en beneficio de toda la humanidad. Los países desarrollados son los mayores productos de contaminantes como el CO₂ y los tropicales tienen los bosques que lo extraen de la atmósfera.

Conclusiones

Si la humanidad quiere mantener un nivel de vida aceptable para todos y a la vez mantener una cierta diversidad biológica es necesario aumentar la producción agropecuaria y a la vez reorientar las técnicas de producción. Estas tendrán que ser mucho más sofisticadas, lo que requerirá de grandes esfuerzos tanto de los sistemas de investigación como de extensión.

LITERATURA CITADA

- ABUBAKAR, B. Y., R. E. McDowell y L.D. Van Vleck. 1987. Tropical Agriculture. 64:17-22.
- ANONIMO. 1992a. Biotechnology must tackle greenhouse effect. Outlook on Agriculture. 21:225.
- ANONIMO. 1992b. Rindfleisch: Demnaechst Quotierung durch die Hintertuer? (Carne de res: Pronto cuotas por la puerta de atrás?). Top Agrar 1:22-25.
- AYENSU, E. S. 1981. Selvas. Las últimas reservas de vida de nuestro mundo. Ediciones Folio, Barcelona. p. 78.
- de HAEN, H. 1991. Environmental consequences of agricultural growth. In: Agricultural sustainability, growth and poverty alleviation: Issues and policies. Proceedings of a conference held from 23 to 27 September 1991 in Feldafing, Germany. Editors: A. Vosti, T. Reardon, W. von Urff and J. Witcover. Deutsche Stiftung fuer internationale Enwicklung (DSE), Feldafing and International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington. p. 31-47.
- ESNAOLA, M. A. y R. Dysli. 1987. Manejo del "Madre-cacao", (*Gliricidia sepium*) establecido por semilla en plantaciones densas. Proceedings of a Workshop on *Gliricidia sepium*, management and improvement, Special Publication 87-01 NFTA/CATIE. p.199-201.
- FAO. 1992. Anuario de producción 1991. FAO, Roma.
- FAO, 1991. Educación agrícola superior en América latina. Sus problemas y desafíos. Oficina Regional FAO, Santiago, Chile, 61 p.
- GAHUKAR, R.T. 1992. Green revolution in food crops: An indian experience. Outlook on Agriculture 21:129-136.

- HUNT, C. W., W. Kezar y R. Vinande. 1992. Yield, chemical composition, and ruminal fermentability of corn whole plant, ear and stover as affected by hybrid. *J. Prod. Agric.* 5:286-290.
- KEYFITZ, N. 1989. El Crecimiento demográfico. *Investigación y Ciencia* 158:73-83.
- NORTON, G. W. y J. Ortiz. 1992. Reaping the returns to research. *J. Prod. Agr.* 5:203-209.
- NRC. 1980. Recommended daily dietary allowances. NRC, Washington, D.C.
- ORAM, P. 1991. Institutions and Technological Change. In: *Agricultural sustainability, growth and poverty alleviation: Issues and policies. Proceedings of a conference held from 23 to 27 September 1991 in Feldafing, Germany.* Editors: A. Vosti, T. Reardon, W. von Urff and J. Witcover. Deutsche Stiftung fuer internationale Entwicklung (DSE), Feldafing and International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington. p. 245-264.
- PARRY, M. L., J. H. Porter y T. R. Carter. 1990. Climatic change and its implications for agriculture. *Outlook on Agriculture.* 19:9-15.
- PRESTON, T. R. y R.A. Leng. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición rumiantes en el trópico. CONDRIT, Ltda, Cali, Colombia, 312p.
- REHM, S, y G. Espic. 1991. *The cultivated plants of the tropics and subtropics.* Verlag Josef Margraf, Wageningen.
- RODRIGUEZ, W. E. 1991. *Gliricidia sepium*: Cultivo en callejones, comparación entre proveniencias, comparación con otras especies arbustivas y valor nutritivo para el engorde corderos y cabritos. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa.
- ROMERO, F., L. Gamero, L. Sánchez, J. Montenegro y C. Chana. 1992. Proyecto sistemas silvopastoriles. En Informe IICA/RISPAL, IX Reunión General, Zacatecas México, p. 135-162.
- RUTTAN, V. W. 1991. Sustainable growth in agricultural production: Poetry, Policy, Science. In: *Agricultural sustainability, growth and poverty alleviation: Issues and policies. Proceedings of a conference*

- held from 23 to 27 September 1991 in Feldafing, Germany. Editors: A. Vosti, T. Reardon, W. von Urff and J. Witcover. Deutsche Stiftung fuer internationale Entwicklung (DSE), Feldafing and International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington. p. 13-28.
- SANSOUCY, R., G. Aarts y R.A. Leng. 1988. Molasses/urea blocks as a multinutrient supplement for ruminants. In Proceedings FAO Meeting: Sugar cane as feed. Santo Domingo, República Dominicana. p. 263-279.
- SARRIA, P., A. Solano y T.R. Preston. 1990. Sugar cane juice and "cachaza" as energy sources for pigs. *Livestock Research for Rural Development* 2:60-68
- SMITH, A.J. 1992. Priorities and Options for Livestock Production in Developing Countries. *Outlook on Agriculture* 21:13-19.
- TOLEDO, J. M. y P. E. Mendoza. 1989. Pasturas tropicales promisorias en suelos ácidos y pobres. En: *Panorama de la ganadería de doble propósito en la América tropical*. Editors: L. Arango-Nieto, A. Charry y R.R. Vera. ICA, Bogotá and CIAT, Cali. p. 155-175.
- WARRICK, R. A. y E. M. Barrow. 1990. Climate and sea level change: A perspective. *Outlook on Agriculture*. 19:5-8.
- WINROCK INTERNATIONAL. 1983. *World Agriculture. Review and Prospects into the 1990s*. Winrock International, Morrilton, Arkansas.
- VACCARO, L. 1984. Algunas características de las fincas comerciales de doble propósito en el trópico americano. *Producción animal tropical*. 9:93-101.
- VACCARO, L. 1989. Sistemas de producción bovina predominantes en el trópico latinoamericano. En: *Panorama de la ganadería de Doble propósito en la América Tropical*. Editores: L. Arango, A. Charry y R. R. Vera. ICA, Bogotá. 29-43.
- VELEZ, M., J. Raudales, M. A. Esnaola y B. Murillo. 1992. Growth and carcass characteristics of lambs fed ammoniated corn straw and *Gliricidia sepium* or cottonseed meal. *Small Ruminant Research* (en prensa).